

Heinrich H. Bülhoff, Karl R. Gegenfurtner, Hanspeter A. Mallot,
Rolf Ulrich, Felix A. Wichmann (Eds.)

6. Tübinger Wahrnehmungskonferenz

Sixth Perception Conference at Tübingen, TWK 2003
Tübingen, Germany, 21st - 23rd February 2003
Proceedings

Knirsch Verlag Kirchentellinsfurt

Prof. Dr. Heinrich H. Bülthoff
Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik
Spemannstr. 38
72076 Tübingen

Prof. Dr. Karl R. Gegenfurtner
Justus-Liebig-Universität Gießen
Abteilung Allgemeine Psychologie
Otto-Behagel-Str. 10
35394 Gießen

Prof. Dr. Hanspeter A. Mallot
Eberhard-Karls-Universität Tübingen
Institut für Zoologie
Auf der Morgenstelle 28
72076 Tübingen

Prof Dr. Rolf Ulrich
Eberhard-Karls-Universität Tübingen
Institut für Psychologie
Friedrichstr. 21
72072 Tübingen

Dr. Felix A. Wichmann
Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik
Spemannstr. 38
72076 Tübingen

1. Auflage 2003

© by the Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik

Alle Rechte der Veröffentlichung, des teilweisen oder vollständigen Ab- oder Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe, der Verfilmung, zur Vervielfältigung und Verbreitung, durch Ton- und Bildträger und der Übertragung durch Rundfunkmedien im In- und Ausland sind vorbehalten.

Herstellung: Knirsch Verlag, D-72138 Kirchentellinsfurt
ISBN 3-927091-62-6

Preface

TWK 2003 brings a number of changes. First, and perhaps most noticeable, is the language change. The TWK Proceedings are now in English in a move towards opening the Perception Conference at Tübingen to a larger audience. It is a recognition of the fact that perceptual science is an international enterprise, with scientists from all over the world working in Germany. Shifting from German to English as the main conference language should make the conference accessible to all perceptual scientists in Germany. Furthermore, we would like to encourage scientists from outside Germany to attend the Perception Conference at Tübingen. We are thus especially happy to have succeeded in persuading Prof. Jan J. Koenderink from the University of Utrecht, The Netherlands, to deliver this year's public evening lecture on "pictorial space".

Second, when deciding on the program of the TWK 2003 we attempted to strengthen the interdisciplinary nature of the TWK as a *Perception* rather than a Vision conference. With one symposium on auditory perception, one on attention, and one on cognitive robotics we believe we have a broad perception program which, we hope, most of those attending will find interesting. Similarly we are delighted to be able to host a first, albeit small, poster session on computer vision and robotics. We will try and nurture these budding new additions to the TWK as much as we can. A related change is the omission of the eyes as a logo for the TWK—obviously vision remains a core interest of the TWK but it is not our only one.

Third, we welcome Felix Wichmann as a new member on the Organizing Committee. Felix is a research scientist at the new Empirical Inference Department at the Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik in Tübingen, and he has taken over the Program Chair and duties from Karl Gegenfurtner. Karl was mainly responsible the TWK in the last five years and he did a wonderful job in getting the TWK off the ground in the first place.

This brings us, finally, to the poster prize for the best poster contributed by an undergraduate or graduate student which was first awarded at the 3. TWK back in the year 2000. Last year it was jointly awarded to Sven Garbade (Ludwig-Maximilians-Universität München), Jürgen Golz (Christian-Albrechts-Universität Kiel), and Sven Heinrich (Albert-Ludwigs-Universität Freiburg). A prize will again be awarded at this TWK. The prize is a cheque for 500 Euros, donated by the Förderverein für neurowissenschaftliche Forschung, e.V., whose support we gratefully acknowledge.

The Organizing Committee
Tübingen and Gießen, February 2003

Sponsoring Institutions

Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, Tübingen, Germany
Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Germany

Local Support Team

The new TWK-web pages were designed, programmed and maintained essentially single-handedly by Jez Hill, post-doctoral fellow in Felix Wichmann's Vision Group at the MPI, with help from the online submission system written by Hans-Günther Nusseck, Carsten Spanheimer and Achim Thumm. Abstracts are now submitted directly into a SQL-database from which they can be posted to the net and, using Jez Hill's PHP-based \TeX generator, straight into the TWK Proceedings, now typeset in \LaTeX .

Dagmar Maier and Sabrina Nielebock, too, worked wonders to help make the TWK 2003 happen. They distributed our information material, contacted all our speakers, arranged their accommodation, provide coffee, tea and snacks during the TWK, organize students to help put up poster-boards and handle the registration during the conference, to name but a few of their essential accomplishments.

The administration of the Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, namely Ralf Buckenmayer and Julia Liske, were dealt the burden to deal with the accounting side of the conference registration.

Steffen Baier and Markus Scheu of the mechanics workshop of the Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik managed to build 50 solid poster boards at very short notice. We are very happy to have such professional support at the MPI.

Reinhard Feiler, Walter Heinz, Werner Koch, Michael Renner and Uli Wandel, finally, helped a lot in the background both during and before the conference—if you do not notice them this is a sign of how well they work: ensuring a smoothly running conference. In addition, Walter Heinz produced the name-badges and the tickets for the dinner at the Kelter and printed the banner outside the Kupferbau. Internet access during the TWK is possible thanks to Michael Renner. Reinhard Feiler helped organize technical support provided by *Bewegte Bilder Medien AG* and produced the programme flyers.

Friday 21st February 2003

14:00 Registration and hanging of posters

14:55 Welcome

Symposium 1: Hearing: The Structuring of Sounds (Christian Kaernbach, Leipzig)

Symposium to be conducted in English

15:00 **Introduction**

Christian Kaernbach (Universität Leipzig)

15:10 **Temporal Factors in Pitch Perception**

William A. Yost (Loyola University Chicago, USA)

15:40 **Temporal Coding in the Mammalian Brain**

Benedikt Grothe (MPI für Neurobiologie, München)

16:10 **Pitch and Auditory Scenes**

Christopher J. Darwin (University of Sussex, UK)

16:40 Coffee break

17:10 **The Influence of Pitch on Sentence Processing: Evidence from ERPs and fMRI Experiments**

Kai Alter & Angela Friederici (MPI für neuropsychologische Forschung, Leipzig)

17:40 **The Cocktail Party Effect**

Birger Kollmeier (Carl von Ossietzky Universität Oldenburg)

Saturday 22nd February 2003

Symposium 2: Aufmerksamkeit und Wahrnehmung (Rainer Loose, Regensburg)

Symposium on attention and perception to be conducted in German

- 09:00 **Übersicht**
Rainer Loose (Universität Regensburg)
- 09:10 **Neurodynamische Mechanismen der visuellen Kognition: Aufmerksamkeit und Arbeitsgedächtnis**
Gustavo Deco (Siemens, München)
- 09:40 **Modulation von Mikrobewegungen der Augen durch Verschiebungen der Aufmerksamkeit**
Reinhold Kliegl & Ralf Engbert (Universität Potsdam)
- 10:10 **Unwillkürliche Aufmerksamkeit**
Erich Schröger (Universität Leipzig)
- 10:40 Coffee break
- 11:10 **Sensorische Inhibition und präfrontale Aktivierung während geteilter Aufmerksamkeit**
Rainer Loose (Universität Regensburg)
- 11:40 **Wieviel Aufmerksamkeit braucht die Wahrnehmung?**
Jochen Braun (University of Plymouth, UK)
- 12:10 Lunch break

Poster sessions

The posters will be divided into 4 groups. The authors should be present at their poster at least during the time allocated to their group as follows. The poster boards will be marked to indicate which group the poster is in.

- 14:00 Group A
- 15:00 Group B
- 16:00 Group C
- 17:00 Group D
- 18:10 Poster prize to be awarded

Evening lecture

- 18:15 **Pictorial Space**
Jan J. Koenderink (University of Utrecht)

Celebrations in the Tübinger Kelter

Sunday 23rd February 2003

Symposium 3: Cognitive Robotics (Matthias Franz, MPI Tübingen)

Symposium to be conducted in English

09:00 **Introduction: Robots with Cognition?**

Matthias Franz (MPI für biologische Kybernetik, Tübingen)

09:30 **Towards Cognitive Robots**

Helge Ritter (Universität Bielefeld)

10:00 **Hippocampal Place Cells and Head-direction Cells: Computational Modeling and Electrophysiological Experiments**

Angelo Arleo (Lab. of Physiology of Perception and Action, CNRS, Paris)

10:30 Coffee break

11:00 **Robot Cognitive Ecology: Spatial Memories and Spatial Tasks**

Hanspeter A. Mallot & Amelie Schmolke (Eberhard-Karls-Universität Tübingen)

11:30 **Forward Models in Spatial Cognition**

Ralf Möller (MPI für psychologische Forschung, München)

12:00 Closing discussion, removal of posters, end of conference

Contents

Invited Lecture	19
J. J. Koenderink: <i>Pictorial Space</i>	20
Symposium 1: Hearing: the Structure of Sounds	21
C. Kaernbach: <i>Introduction</i>	22
W. A. Yost: <i>Temporal Factors in Pitch Perception</i>	23
B. Grothe: <i>Temporal Coding in the Mammalian Brain</i>	24
C. J. Darwin: <i>Pitch and Auditory Scenes</i>	25
K. Alter & A. Friederici: <i>The Influence of Pitch on Sentence Processing: Evidence from ERPs and fMRI Experiments</i>	26
B. Kollmeier: <i>The Cocktail Party Effect</i>	27
Symposium 2: Aufmerksamkeit und Wahrnehmung	29
R. Loose: <i>Übersicht</i>	30
G. Deco: <i>Neurodynamische Mechanismen der visuellen Kognition: Aufmerksam- keit und Arbeitsgedächtnis</i>	32
R. Kliegl & R. Engbert: <i>Modulation von Mikrobewegungen der Augen durch Verschiebungen der Aufmerksamkeit</i>	33
E. Schröger: <i>Unwillkürliche Aufmerksamkeit</i>	34
R. Loose: <i>Sensorische Inhibition und präfrontale Aktivierung während geteilter Auf- merksamkeit</i>	35
J. Braun: <i>Wieviel Aufmerksamkeit braucht die Wahrnehmung?</i>	36

Symposium 3: Cognitive Robotics	37
M. Franz:	
<i>Introduction: Robots with Cognition?</i>	38
H. Ritter:	
<i>Towards Cognitive Robots</i>	39
A. Arleo:	
<i>Hippocampal Place Cells and Head-direction Cells: Computational Modelling and Electrophysiological Experiments</i>	40
H. A. Mallot & A. Schmolke:	
<i>Robot Cognitive Ecology: Spatial Memories and Spatial Tasks</i>	42
R. Möller:	
<i>Forward Models in Spatial Cognition</i>	43
Attention and Awareness	45
M. Kiefer & D. Brendel:	
<i>Aufmerksamkeitsbasierte Modulation unbewussten automatischen Primings</i> 46	
D. Müller, A. von Mühlenen & B. Reimann-Bernhardt:	
<i>EKP-Korrelate zu Erleichterungs- und Hemmungsprozessen im Cueing-Paradigma</i>	47
J. Müsseler & P. Wühr:	
<i>Gibt es bei Mehrfachstätigkeit Hemisphärenunterschiede in der visuellen Enkodierung?</i>	48
G. Volberg & R. Hübner:	
<i>Cerebral Asymmetries for Global/local Processing Without Presenting Stimuli? Hemispheric Differences in Response to Pre-cues and Targets</i> .	49
S. Wriessnegger & E. Wascher:	
<i>Temporale Effekte visueller Informationsverarbeitung bei subliminaler Wahrnehmung: Eine EEG-Studie</i>	50
Auditory Perception	51
B. Borst & G. Palm:	
<i>Periodicity Pitch Detection and Pattern Separation using Biologically Motivated Neural Networks</i>	52
I. Hertrich, K. Mathiak et al.:	
<i>Complex Pitch Processing: Evoked Magnetic Fields in Response to Rippled-noise Stimuli</i>	53
D. Long & T. Jarchow:	
<i>Wahrnehmung der auditorischen vertikalen und horizontalen Richtung.</i> .	54
K. Mathiak, I. Hertrich et al.:	
<i>Storage and comparison of auditory durations at the human cerebellum: a functional magnetic resonance imaging study using single-shot dual-echo EPI</i>	55
M. Wannke, A. Blender & B. Preilowski:	
<i>The Effect of Acoustical Modifications on Speech Sound Discrimination.</i> .	56
U. Zimmer, M. Erb et al.:	
<i>Gaze Direction Influences Neural Processing of Auditory Lateralization: an Event-related fMRI Study</i>	57

Contents	11
Colour Vision	59
T. Hansen:	
<i>The Square is Blue- Investigating the Correspondence Between Basic Forms and Colors</i>	60
H. Irtel:	
<i>Wird die wahrgenommene Helligkeit durch eine Verankerung am Weißpunkt bestimmt?</i>	62
N. Lauinger:	
<i>Coloured Shadows: Diffractive-optical Cross-Correlations of Global \times Local Information in the Human Eye.</i>	63
J. Restat:	
<i>Psychologically Relevant Features of Color Patterns</i>	64
T. Wachtler & R. Hertel:	
<i>Modeling Color Vision of Dichromats and Trichromats</i>	65
S. Walter & K. R. Gegenfurtner:	
<i>Colour Constancy in a Colour Naming Task</i>	66
A. Werner:	
<i>Stereo Disparity and Chromatic Adaptation</i>	67
Computer Vision and Robotics	69
G. Bakır, W. Ilg et al.:	
<i>Constraints Measures and Reproduction of Style in Robot Imitation Learning</i>	70
P. Biber & S. Fleck:	
<i>A Hierarchical Image-Dependent Feature Matching Algorithm</i>	71
J. Drewes, T. Martinetz & E. Barth:	
<i>Temporal and Saliency-based Predictions of Eye-movements with Dynamic Scenes</i>	72
W. Hübner, W. Stürzl & H. A. Mallot:	
<i>Building Metric Network Maps from Snapshot Matching</i>	73
W. Ilg, G. Bakır et al.:	
<i>A Representation of Complex Movement Sequences Based on Hierarchical Spatio-Temporal Correspondence for Imitation Learning in Robotics</i> .	74
A. Schmolke & H. A. Mallot:	
<i>Territorial Robots: A Model Approach to the Ecology of Spatial Cognition</i>	75
Depth Perception	77
E. V. K. Cornelis & A. J. van Doorn:	
<i>Changed yet the Same: Looking at Mirror-reflected Pictures of an Object.</i>	78
A. J. van Doorn & E. V. K. Cornelis:	
<i>Shape Perception in Pictures: what is the Effect of Picture Orientation?</i>	79
S. P. Heinrich, M. Kromeier et al.:	
<i>Hat die Augenprävalenz einen Einfluß auf die Positionswahrnehmung von Stereoobjekten?</i>	80
H. T. Nefs, J. J. Koenderink & A. M. L. Kappers:	
<i>The Influence of Object Orientation and Shading on Pictorial Relief of Lambertian Surfaces</i>	81

R. Wolf:	
<i>3D-Gemälde auf flacher Leinwand: Entdeckungen der Maler John Jupe und Dorle Wolf</i>	82
Haptics and Touch	83
V. H. Franz & F. Scharnowski:	
<i>Sind Greifeffekte optischer Täuschungen zeitlich konstant?</i>	84
C. Steckner:	
<i>Modalitätsübergreifendes Erkennen: Zur "Lesefähigkeit" von Hand und Mund.</i>	85
K. Stockmeier, H. H. Bühlhoff & V. H. Franz:	
<i>Wie real ist eine virtuelle Scheibe?</i>	86
Motion Perception	87
P. Bayerl & H. Neumann:	
<i>The role of feedback for motion integration and disambiguation</i>	88
A.-M. Brouwer, T. Middelburg et al.:	
<i>Hitting Moving Targets: using the Target's Direction of Motion</i>	89
E. Carbone:	
<i>Flash-Lag Effekt = Hazelhoff-Phänomen ohne Blickbewegungen?</i>	90
A. Casile & M. A. Giese:	
<i>Motion and Form Information in the Recognition of Point Light Stimuli</i>	91
W. H. Chiu & U. J. Ilg:	
<i>Moving objects, anticipation, and smooth pursuit eye movements</i>	92
K. Georg & M. Lappe:	
<i>Globale Bewegung aus Forminformation bei der Wahrnehmung biologischer Bewegung</i>	93
M. Hanke & J. Lukas:	
<i>Die Wahrnehmung der Bewegungsrichtung beim binokularen Tiefensehen: Zum Einfluss von Disparitätsänderung und monokularer Bildgeschwindigkeit</i>	94
M. Lages, E. W. Graf & A. Dolia:	
<i>Band-pass, Low-pass and High-pass Tuning to Motion in Depth</i>	95
J. Lange & M. Lappe:	
<i>Formbasierte Erkennung von Bewegungsabläufen biologischer Bewegung</i>	96
F. Seifart, P. Bayerl & H. Neumann:	
<i>The role of log polar mapping for heading estimation and heading representation in a model of motion integration</i>	97
A. E. Welchman, J. M. Harris & E. Brenner:	
<i>The Extra-retinal Contribution to the Perception of Motion in Depth</i>	98
Multimodal Integration	99
S. Frintrop, E. Rome et al.:	
<i>Visuelle Aufmerksamkeitsmechanismen auf bimodalen Laserdaten</i>	100
S. Getzmann & J. Lewald:	
<i>Einfluß der Blickrichtung auf die vertikale Lokalisation von Schallquellen?</i>	101

S. Glaus & T. Jarchow: <i>Einfluss somatosensorischer Stimulation auf die wahrgenommene Körper- schräglage.</i>	102
F. Jäkel & M. O. Ernst: <i>Learning to Fuse Unrelated Cues</i>	103
J. Lewald & R. Guski: <i>Perzeptuelle Integration räumlich und zeitlich disparater auditiver und visueller Reize.</i>	104
F. Röhrbein, M. Hofbauer et al.: <i>The Role of Co-localization for Auditory-visual Motion Signals</i>	105
C. Schauer & H.-M. Gross: <i>A Computational Model of Early Multimodal Integration of Vision and Sound</i>	106
Perception of Time	107
T. Rammsayer & S. Brandler: <i>Longer response latencies for false compared to correct responses do not (necessarily) reflect differences in task-specific temporal demands</i>	108
I. Scharlau & U. Ansorge: <i>Eine Skalierungsmethode zur Erfassung der Wahrnehmung von Zeit</i>	109
A. Sokolov & M. Pavlova: <i>Understanding the Judgment Process: do the Primacy and Frequency Effects Derive from Sequence Effects?</i>	110
Perceptual Neuroscience	111
A. Hodzic, A. el Karim et al.: <i>Human Somatosensory Cortical Reorganization Induced by Passive Tac- tile Coactivation Differentially Effects Spatial and Temporal Discrimina- tion Performance</i>	112
M. B. Hoffmann & A. B. Morland: <i>Organisation of the Visual Cortex in Human Albinism</i>	113
S. Huber & P. Studer: <i>Die Entwicklung von Augenbewegungen bei der Vorstellung horizontaler Objektbewegung</i>	114
U. Kämpf, D. Zeller et al.: <i>Langzeitanwendung computergestützter Pleoptik durch Hintergrundstimu- lation unter spielerischer Aufmerksamkeitsbindung in Heimtherapie: Sind differenzielle Effekte auf Nahvisus vs. Fernvisus bedingt durch Reihen- vs. Einzeloptotypenmessung?</i>	115
A. Lingnau: <i>Lesen ohne Fovea? Fixationsmuster und Leseleistung beim Lesen mit einer Pseudofovea</i>	116
D. A. Poggel, E. M. Müller-Oehring et al.: <i>Pseudohalluzinationen während spontaner und trainingsbedingter Ver- besserung von Sehleistungen bei Patienten mit Hirnschädigungen</i>	117

M. C. Stüttgen, T. T. J. Kircher et al.:	
<i>Beyond Reward - Involvement of VTA and Orbitofrontal Cortex in De-</i>	
<i>tection of Salience</i>	118
Sensory-motor Interaction and Integration	119
P. A. Arndt:	
<i>Multisensory Integration in Eye and Arm Movement Control</i>	120
B. Deml & B. Färber:	
<i>Welche sensorische Information fördert Telepräsenzempfinden?</i>	121
W. Heide, A. Sprenger et al.:	
<i>Impaired Updating of Post-saccadic Eye Position after Posterior Parietal</i>	
<i>Lesions: Is it a Craniotopic or a Directional Deficit ?</i>	122
A. Hellmann & J. Huber:	
<i>Effekte der Drehung des visuellen Feldes auf einfache Zielbewegungen</i> . .	123
M. Heumann:	
<i>Elektrophysiologische Aktivierung durch maskierte Reize</i>	124
G. S. Hoffmann:	
<i>Über die Bedeutung des Reafferenzprinzips in der Visuomotorik des Men-</i>	
<i>schen</i>	125
Y. Jin, U. Schwarz & U. J. Ilg:	
<i>Changes in the Visual Surround Affect the Preparation of Saccades</i> . . .	126
C. S. Konen, R. Kleiser et al.:	
<i>The Encoding of Saccadic Eye Movements Within Posterior Parietal</i>	
<i>Cortex</i>	127
L. Munka, C. Kaernbach & D. W. Cunningham:	
<i>Visuomotor Adaptation: Dependency on Motion Trajectory</i>	128
G. Rinkenauer & R. Ulrich:	
<i>The Contribution of Grip Force to Weight Perception</i>	129
T. Schmidt:	
<i>Strategic Behavior in a Gambling Task Correlates with Conscious but</i>	
<i>not Unconscious Perception of Decision Cues</i>	130
S. Schumann, Y. Jin & U. J. Ilg:	
<i>Goal directed hand movements: visual factors affecting the latency</i>	131
A. Sprenger, P. Trillenberget al.:	
<i>Verbesserung der Raumkoordinaten-Transformation bei Zeigebewegungen</i>	
<i>durch foveale und periphere Informationen</i>	132
J. Trommershäuser, L. T. Maloney & M. S. Landy:	
<i>A Maximum Expected Gain Model of Movement under Risk</i>	133
E. Wascher, K. Wiegand & M. Grosjean:	
<i>On the Time Course of Efficient Visuo-motor Transformation</i>	134
K. Wiegand & E. Wascher:	
<i>Die Dissoziation horizontaler und vertikaler Korrespondenzphänomene</i> .	135
Spatial Vision	137
D. I. Braun, F. A. Wichmann & K. R. Gegenfurtner:	
<i>Phase Information and the Recognition of Natural Images</i>	138

H. J. Brinksmeyer, F. Michler et al.:	
<i>Properties of - and Coupling Among - Spatial Frequency Channels in Striate Cortex of Awake Monkey</i>	139
B. Garsoffky & S. Schwan:	
<i>Canonical Views on Dynamic Events</i>	140
A. Huckauf:	
<i>Crowding als Maskierungsphänomen</i>	141
U. Mortensen, G. Meinhardt & A. Döring:	
<i>Local Processes and Long Range Effects in the Processing of Visual Patterns</i>	142
K. Spang & M. Fahle:	
<i>The Representation of the Blind Spot as Revealed by Functional Magnetic Resonance Imaging</i>	143
T. Wandert, R. Goertz & R. Sireteanu:	
<i>Legastheniker teilen genauer: Kinder mit Lese-Rechtschreib-Schwierigkeiten zeigen einen geringeren Pseudoneglect als Normalleser.</i>	144
Visual Cognition: Objects and Faces	145
U. Aust & L. Huber:	
<i>Use of Elemental Versus Configural Information in the Visual Categorization of Pigeons</i>	146
I. Bühlhoff & F. N. Newell:	
<i>Cross-modal Aspect of Face Distinctiveness</i>	147
C. Dahl, M. Graf & H. H. Bühlhoff:	
<i>Analog Shape Transformations in Basic Level Categorization?</i>	148
A. B. A. Graf, F. A. Wichmann et al.:	
<i>Study of Human Classification using Psychophysics and Machine Learning</i>	149
M. Graf & H. H. Bühlhoff:	
<i>Categorization and Object Shape</i>	150
E. Huberle, A. Deubelius et al.:	
<i>Temporal Properties of Shape Processing Across Visual Areas: a Combined fMRI and MEG Study</i>	151
J. Jastorff, Z. Kourtzi & M. A. Giese:	
<i>Learning of Artificial Biological Motion: A Comparison Between Natural and Synthetic Trajectories</i>	152
B. Knappmeyer, M. A. Giese et al.:	
<i>Spatio-temporal Caricatures of Facial Motion</i>	153
H. Koesling & H. Ritter:	
<i>Blickbewegungen bei perzeptiven Vergleichen von Position, Länge und Orientierung</i>	154
M. Korell & G. Schwarzer:	
<i>Verarbeitung von Identität und emotionalem Ausdruck in der Gesichtswahrnehmung: Eine entwicklungspsychologische Studie</i>	156
J. Kornmeier & M. Bach:	
<i>Zwei Varianten des Necker-Würfels: Frühe, okzipitale lateralisierte ERP-Korrelate des Wahrnehmungswechsels</i>	157

M. Loidolt, L. Huber & N. Troje: <i>The effects of dynamic stimulus presentation on complex shape perception in pigeons</i>	158
K. J. Nielsen, G. Rainer & N. K. Logothetis: <i>Visual Discrimination Strategies of Monkey and Human Observers for Simple Geometric Shapes</i>	159
M. Schmidt: <i>Synergie von Merkmalskonjunktionen in der Salienz von textur - definierten Objekten</i>	160
M. Schmuker, U. Körner et al.: <i>A Model of Rapid Surface Detection in Primate Visual Cortex</i>	161
Schuhmacher, A. Schwaninger et al.: <i>Towards a Deeper Understanding of View-based Face Recognition</i>	162
A. Schwaninger, S. Michel et al.: <i>The Role of Co-occurrence for View-based Object Recognition</i>	163
Visual Cognition: Space Perception and Navigation	165
F. Bremmer, M. Kubischik et al.: <i>Neural Dynamics of Saccadic Suppression</i>	166
G. Franz, M. von der Heyde & H. H. Bühlhoff: <i>SceneGen - Automated 3d Scene Generation for Psychophysical Experiments</i>	167
C. Hölscher & H. A. Mallot: <i>Attention Cells in the Hippocampus of the Rat</i>	168
D. Kerzel: <i>Asynchronous Perception of Motion and Luminance Change</i>	169
E. Platzer & M. M. Popp: <i>Umgebungswahrnehmung und Orientierung in realen und virtuellen Umgebungen</i>	170
M. M. Popp & E. Platzer: <i>Entfernungswahrnehmung in der Realität und in VR</i>	171
A. Schnee, J. M. Wiener & H. A. Mallot: <i>Effects of regions on the orientation ability in virtual environments</i>	172
J. Schulte-Pelkum, B. E. Riecke & M. von der Heyde: <i>Influence of display parameters on perceiving visually simulated ego-rotations - a systematic investigation</i>	173
Visual Cognition: Visual Search	175
U. Ansorge & I. Scharlau: <i>Filtering by Optic Flow: Evidence from Negative Search Functions</i>	176
M. Kiss, M. Wolber & E. Wascher: <i>EEG-Korrelate der Verarbeitung von alten Distraktoren in einer Variante der visuellen Suche</i>	177
M. Maertens & S. Pollmann: <i>Der Bilaterale Verteilungsvorteil: Folge von Ineffizienz oder von Komplexität?</i>	178

G. Meinhardt & M. Persike:

Synergie von Merkmalskonjunktionen in der Salienz von Texturelementen 179

Index of Authors

181

Invited Lecture

Jan J. Koenderink
University of Utrecht

Saturday 22nd February, 2003

Pictorial Space

Jan J. Koenderink

University of Utrecht

`j.j.koenderink@phys.uu.nl`

As a three-dimensional space “pictorial space” exists only in the mind of observers, the stimuli being planar distributions of pigments in a certain simultaneous order (often called “pictures”). This makes pictorial space especially interesting for those interested in the study of mind. The “depth dimension” is inferred by the observer on the basis of “pictorial cues”. Such cues derive from experience with regularities of the optical information due to the physics of the world and the nature of the biotope. Depth inferences are inherently ambiguous, any picture being fully consistent with infinite interpretations. (Such ambiguity is exploited by the Hollywood cinema industry!) This freedom of interpretation allows mental changes of perspective consistent with the picture. The group of allowable mental interpretations coincides with the group of cue ambiguities and can be derived from first principles. This group of mental changes determines the geometry of pictorial space, much like the group of movements defines the geometry of Euclidean space. The first one to consider this was the sculptor Adolf Hildebrand (1893: “On the Problem of Form”). With modern techniques we can go beyond his insights though. Pictorial space has a tight geometrical structure, but is non-Euclidean. For instance, rotations need not be periodic.

Symposium 1
Hearing: the Structure of Sounds

Christian Kaernbach
Universität Leipzig

Friday 21st February, 2003

Introduction

Christian Kaernbach

Universität Leipzig

`christian@kaernbach.de`

One of the most fascinating capacities of the human auditory system is that it enables us to perceive sounds as a structured set of meaningful events. Think of the famous “lake” example given by Albert Bregman in his influential book “Auditory Scene Analysis”: “Imagine that you are on the edge of a lake and a friend challenges you to play a game. The game is this: Your friend digs two narrow channels up from the side of the lake. Each is a few feet long and a few inches wide and they are spaced a few feet apart. Halfway up each one, your friend stretches a handkerchief and fastens it to the sides of the channel. As waves reach the side of the lake they travel up the channels and cause the two handkerchiefs to go into motion. You are allowed to look only at the handkerchiefs and from their motions to answer a series of questions: How many boats are there on the lake and where are they? Which is the most powerful one? Which one is closer? Is the wind blowing? Has any large object been dropped suddenly into the lake?”

It seems impossible to solve this task. Yet, with sound waves we answer similar questions with ease: How many persons are speaking, and from where? Which person speaks loudest? What type of ambient noises are present? Moreover, we are able to identify speakers and sound events. That would correspond to identifying the type of boat or object dropped into the lake. The symposium can only highlight a small subset of research questions relevant to auditory scene analysis.

The first three talks focus on basic primitives of sound, taking auditory pitch and binaural processing as outstanding examples of auditory primitives of high relevance to scene analysis. The mechanisms used to extract these features are explored with psychophysical methods (William A. Yost) as well as electrophysiologically (Benedikt Grothe), and the effect of pitch on scene analysis is evaluated (Christopher J. Darwin). The remaining two talks deal with complex and meaningful auditory scenes such as sentences (Kai Alter & Angela D. Friederici), and the effect of the simultaneous presence of other sound sources on these scenes (Birger Kollmeier). The talks present different levels of analysis (peripheral versus central processing) as well as different methodological approaches (experimental psychology, physiology, linguistics, neural imaging).

Temporal Factors in Pitch Perception

William A. Yost

Loyola University Chicago, USA

`wyost@wpo.it.luc.edu`

Pitch maybe the most informative perceptual attribute of sound. Without pitch, speech would be Morse Code, music would be drum beats, and most sound sources would be indistinguishable from each other. While the physical frequency content of a sound is often highly correlated with the sound's perceived pitch, for many sounds perceived pitch is poorly correlated with frequency content. In many of these cases, there is a stronger correlation between the temporal attributes of the sound and its perceived pitch. However, the frequency and the temporal attributes of sound are often transforms of each other making it difficult to determine which physical attribute, time or frequency, is the property used by the auditory system to determine pitch. In considering pitch perception, it is probably more reasonable to consider how the auditory system processes sound, rather than only considering the physical properties of sound. This presentation will provide examples of the relationship between the physical properties of sound and the perceived pitch of these sounds. Careful consideration will be given to how sound is processed by the auditory system, especially the peripheral auditory system. The presentation will attempt to make the case that for many sounds, the temporal properties, especially temporal fine structure, play a crucial role in determining pitch.

Temporal Coding in the Mammalian Brain

Benedikt Grothe

MPI für Neurobiologie, München

`bgrothe@neuro.mpg.de`

The extraction of temporal cues by the central auditory system has traditionally been associated exclusively with excitatory neural circuits. Recent recordings from the mammalian auditory system, however, show that inhibitory inputs play a major role in processing of monaural and binaural temporal cues. Synaptic inhibition can sculpture response patterns in the millisecond range and adjust processing of binaural information even in the sub-millisecond range. Studies in bats showed that inhibition is essential for creating neuronal selectivity to sound duration and that interactions of excitatory and inhibitory inputs driven by the same ear create a selectivity to pause duration in the range of a few milliseconds and set filter cut-offs for amplitude modulations at some hundred Hertz. The most precise inhibition, however, has been found in the context of binaural processing. It adjusts the sensitivity of medial superior olive neurons to interaural time differences, although they are in the range of only microseconds. Hence, inhibition serves very specific and elaborate functions in the context of the temporally most precise task the mammalian brain can perform. Interestingly, this adjustment by inhibition is shaped during development and depends on activity and experience of spatially meaningful acoustic cues.

Pitch and Auditory Scenes

Christopher J. Darwin

University of Sussex, UK

`cjd@biols.susx.ac.uk`

Much of our auditory experience is a consequence of being able to recognise different simultaneous periodic sounds (e.g social gatherings, music). However, theories of pitch perception have evolved through experiments that mainly consider only the perception of a single periodic sound. I will review experimental work on the pitch system's use of low-level grouping cues such as onset-time, harmonic structure and spatial cues, to help segregate periodic sounds from different sources. I will also indicate how this segregation can interface with theories of pitch perception. A difference in pitch (that is, of harmonic structure) between two sound sources can also help in the identification and localising of simultaneous sound sources. I will briefly review some experiments on this topic which reveal a variety of different mechanisms involved in simultaneous and sequential segregation.

The Influence of Pitch on Sentence Processing: Evidence from ERPs and fMRI Experiments

Kai Alter and Angela Friederici

MPI für neuropsychologische Forschung, Leipzig

`alter@cns.mpg.de`

It is widely accepted that, in intonational languages such as German (and English, Dutch, Russian etc), pitch plays a crucial role in speech processing. Pitch is involved in the encoding of several prosodic parameters such as accent and phrase boundary marking. Both prosodic parameters, accentuation and boundary marking, correlate with the accompanying syntactic as well as semantic structure, and pragmatic information. Pitch can be described as the lowest frequency component (F0) in an acoustic signal. Pitch information can relate to different levels, the individual word, intonational phrases, and whole sentences. In the present studies, we investigate pitch in relation to its linguistic function in the processing of whole sentences. In a series of experiments using ERPs, we compared the processing of auditory presented sentence materials to speech materials from which either pitch information (1) or segmental information (2) was removed. This manipulation was achieved by: (1) Removal of pitch variation by re-synthesis of the sentences resulting in monotonously sounding utterances (pitch flattening). (2) Removal of the phonemic/segmental content of the sentences by applying a special acoustic filtering procedure (delexicalization). Compared to natural speech, increased negativity at frontal electrodes was observed in the ERP in the flattened condition whereas in condition (2) more negativity was observed over the whole scalp as compared to natural speech. Because EEG data do not easily allow inferences about localization, we conducted a series of fMRI experiments using natural speech as well as pitch flattened and delexicalized materials. We were especially interested in the question whether pitch processing can be related to right hemispheric activation as it has been suggested by numerous researchers (e.g., Zatorre, 2002, *TINS*, 37-46; Belin et al., 1998, *Journal of Cognitive Neuroscience*, 536-540). We found a stronger hemodynamic response in the planum temporale bilaterally for flattened and delexicalized speech compared to natural speech material. Processing delexicalized material compared to either flattened or natural speech evoked a bilateral temporo-frontal circuit involving basal ganglia structures. Furthermore, explicit rehearsal of delexicalized material suggests a left and right fronto-lateral network for speech production and perception respectively. A dual-pathway view for the involvement of pitch during sentence processing will be discussed.

The Cocktail Party Effect

Birger Kollmeier

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

`birger.kollmeier@uni-oldenburg.de`

Hearing-Impaired listeners have tremendous communication problems in a cocktail party situation – a fact that highlights the remarkable (but not always perfect) “cocktail party processing” capabilities of the auditory system. This talk will review the factors that limit cocktail party performance in normal listeners and produce a further degradation of performance in sensorineurally hearing-impaired listeners, such as:

1. Audibility (including masking of background sounds and elevated thresholds in hearing-impaired listeners)
2. Listening at the right moment (including the advantage that normal listeners have by listening into the speech pauses of an interfering speaker)
3. Binaural unmasking (i.e. ability to suppress sounds from the jammer direction and to enhance sounds from the target direction by using both ears)
4. Adjustment of the binaural spatial filter in complex environments
5. Suppression of reverberation

The importance of the respective factors can be assessed by comparing human performance with numerical models of auditory perception for normal and hearing-impaired listeners and with computer speech recognition. Additional insight is gained from the limitations found in stereophonic noise reduction algorithms for digital hearing aids that try to simulate human cocktail party processing. A good approximation of human auditory performance in cocktail parties seems to be an adaptive two-microphone array with a lossy dynamic compression followed by an optimum detector. Hence, a major part of the cocktail party effect can be understood in terms of sensory imperfections rather than deficits in cognition or attention.

Symposium 2
Aufmerksamkeit und Wahrnehmung

Rainer Loose
Universität Regensburg

Saturday 22nd February, 2003

Übersicht

Rainer Loose

Universität Regensburg

rainer.loose@psychologie.uni-regensburg.de

Als William James 1890 in seinem Buch “The Principles of Psychology” schrieb: “Everyone knows what attention is”, hatte er wohl weder eine Vermutung darüber, wie oft dieser Satz zitiert werden würde, noch, wie kontrovers über das Thema Aufmerksamkeit 113 Jahre später diskutiert werden würde. Tatsächlich dürfte eine große Anzahl an Wissenschaftlern, die sich mit diesem Thema beschäftigen, davon ausgehen, dass niemand so genau weiß, was Aufmerksamkeit wirklich ist. Auch ein Symposium zum Thema Aufmerksamkeit und Wahrnehmung wird diese Frage nicht beantworten können.

So schwer es uns jedoch auch fällt, exakt zu formulieren, was Aufmerksamkeit ausmacht, so sicher erscheint es uns, dass Aufmerksamkeit und Wahrnehmung in ständiger Wechselwirkung miteinander stehen. So kann die Wahrnehmung bestimmter Stimuli wie z.B. das Hören des eigenen Namen unsere Aufmerksamkeit auf diese Stimuli lenken (“bottom-up”). Auf der anderen Seite kann die willkürliche Verschiebung der Aufmerksamkeit wie z.B. beim Lesen eines guten Buches die bewusste Wahrnehmung aller übrigen Stimuli verändern (“top-down”). In dem Symposium werden unterschiedliche Mechanismen und unterschiedliche Untersuchungsmethoden vorgestellt, die einen kleinen Einblick in die breite Palette der Forschung auf diesem Gebiet geben sollen.

Gustavo Deco wird ein neurodynamisches Modell vorstellen, das auf mathematische Beschreibungen von Mechanismen des Gehirns basiert. Mit diesem Modell können nicht nur die kognitiven Leistungen von gesunden und hirngeschädigten Patienten erklärt werden, sondern auch Einzelzellableitungen im Tierversuch und bildgebende Untersuchungen am Menschen.

Reinhold Kliegl und Ralf Engbert werden zeigen, dass eine Verschiebung der visuellen Aufmerksamkeit durch die Analyse von Mikrosakkaden vorhergesagt werden kann. Diese Technik ermöglicht es, die Verschiebung der Aufmerksamkeit, die bereits vor der Sakkade in Richtung der Aufmerksamkeitslenkung stattfindet, zu untersuchen.

Erich Schröger wird elektrophysiologische und bildgebende Untersuchungen zu aufgabenirrelevanten Ereignissen präsentieren, die in der Lage sind, die Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen. Änderungen in der Art der Stimulation oder Intensitätswechsel sowie das Wiedererkennen eines bedeutsamen Stimulus können zu einer automatischen Verarbeitung führen. Dabei kann die Leistung in einer anderen Aufgabe beeinträchtigt werden.

Rainer Loose wird zeigen, dass präfrontale Hirngebiete bei der gleichzeitigen Verarbeitung von Stimuli unterschiedlicher Modalität (geteilte Aufmerksamkeit) aktiviert werden. Die Aktivierung sensorischer Hirngebiete ist reduziert während geteilter Aufmerksamkeit im Vergleich zu Bedingungen, in denen die Aufmerksamkeit ungeteilt auf eine Modalität gerichtet ist (selektive Aufmerksamkeit). Dies könnte auch die schlechteren Leistungen in der geteilten Aufmerksamkeit erklären.

Jochen Braun wird abschließend erläutern, wieviel Aufmerksamkeit die Wahrnehmung braucht. Es werden Ergebnisse präsentiert, wie sich die Wahrnehmung durch Änderungen der Aufmerksamkeit verändern kann. Ist eine Wahrnehmung ohne Aufmerksamkeit möglich? Dieser abschließende Vortrag wird deutlich machen, wie wichtig die Aufmerksamkeit für die Wahrnehmung ist.

Neurodynamische Mechanismen der visuellen Kognition: Aufmerksamkeit und Arbeitsgedächtnis

Gustavo Deco

Siemens, München

`gustavo.deco@mchp.siemens.de`

We present a neurodynamical model for visual cognition. We assume that the construction of explicit mechanistic models to gain the computational aspects of cognitive processes involved in visual information processing can provide a conceptual framework for establishing and understanding the underlying basic principles. More specific, we follow a computational neuroscience approach in order to study the role of top-down and bottom-up processes by the interaction of attention and working memory in visual object perception. We adopt the theoretical framework of neurodynamics for integrating known experimental facts and hypotheses at all neuroscience levels. Neurodynamics offers a quantitative formulation for describing the dynamical evolution of single neurons, neural networks and coupled modules of networks. We explicitly model the feedforward (bottom-up) and feedback (top-down) interactions between posterior (V1,V2,V4,IT,PP) and anterior (PFC,OFC,BG) brain areas which are known to build the neural network underlying processing and coding, modulation and storage of visual information. The main ingredients of this formulation are based on the theory of nonlinear dynamical systems and the statistical theory of neural learning. The model is developed on the basis of a concrete mathematical description of brain mechanisms involved allowing complete simulation and prediction of effects of the disruption of sub-mechanisms in the model. Thus the model can predict specific impairments in visual information selection, attentional modulation, and visual working memory capabilities, and their interaction, in patients suffering from focal brain injury. The simulation experiments are empirically verified by testing normal subjects and patients. The model integrates, in a unifying form, the explanation of several existing experimental data at different neuroscience levels. At the microscopic neural level, we simulated single cell recordings, at the mesoscopic level of cortical areas we reproduced the results of fMRI studies, and at the macroscopic perceptual level psychophysical performances. Specific predictions at the different neuroscience levels have also been done. These predictions inspired single cell, fMRI and psychophysical experiments.

Modulation von Mikrobewegungen der Augen durch Verschiebungen der Aufmerksamkeit

Reinhold Kliegl und Ralf Engbert

Universität Potsdam

kliegl@rz.uni-potsdam.de

Während einer sogenannten “Fixation” des Auges gibt es Mikrobewegungen, die als Tremor, Drift oder Mikrosakkaden bezeichnet werden. Wir untersuchen, wie sich die Verschiebung der Aufmerksamkeit bei konstanter Blickrichtung auf die Rate und die Orientierung binokulärer Mikrosakkaden auswirkt. In einer Spatial-Cueing-Aufgabe mit zentral präsentierten Pfeil- oder Farbcues zeigte sich im Cue-Target-Intervall zunächst eine Unterdrückung der Mikrosakkadenrate ca. 150 ms nach Cue-Onset, gefolgt von einem Anstieg der Rate über das Ausgangsniveau hinaus mit einem Maximum bei ca. 350 ms nach Cue-Onset. Diese Ratenveränderung wurde auch bei neutralen Cues beobachtet. Spezifische Effekte der Aufmerksamkeitsverschiebung zeigten sich in der Orientierung der Mikrosakkaden, die sich in Richtung der räumlichen Cues ausrichteten (Engbert & Kliegl, 2002, manuscript). In einem zweiten Experiment untersuchen wir diese Modulationen von Mikrosakkaden mit exogenen visuellen und auditiven Cues, die visuelle oder auditive Ziele indizierten. Die Modulation der Mikrosakkadenrate war in allen vier Bedingungen reliabel. Effekte der Verschiebung der Aufmerksamkeit auf die Orientierung der Mikrosakkaden zeigten sich nur bei visuellen Cues. Anders als bei endogenen Cues orientierten sich diese zunächst entgegen und erst im Verlauf des Cue-Target-Intervalls dann in Cue-Richtung. Wir vermuten, dass diese Effekte auf einer größeren Hemmung der Augen bei exogenen Cues beruhen (Rolfs, Engbert, & Kliegl, 2003, manuscript; vgl. auch Haged & Clark, 2002, *Vision Research*, 2533-2545). Auch beim Lesen ist die Aufmerksamkeit nicht streng an die Blickrichtung gekoppelt, sondern geht dieser in der Regel voraus. In einem dritten Experiment analysierten wir die Unterschiede zwischen Lesefixationen ohne und mit Mikrosakkaden und für letztere den Effekt der Orientierung (Kliegl & Engbert, 2003, manuscript). Eine Auswertung von ca. 54 000 Lesefixationen von 31 älteren und 31 jungen Erwachsenen ergab ca. 3000 Fixationen mit binokulären Mikrosakkaden. Fixationen mit Mikrosakkaden erhöhten die Wahrscheinlichkeit für eine nachfolgende Regression. Die Links-Rechts-Orientierung der Mikrosakkade war überzufällig kompatibel mit der Richtung der nachfolgenden Sakkade. In Kontrollanalysen mit der letzten Sakkade war der Rateneffekt nur für junge Erwachsene und der Orientierungseffekt für keine der beiden Gruppen signifikant. Die Ergebnisse belegen die enge Kopplung von Aufmerksamkeits- und Blicksteuerung und die Relevanz von Mikrosakkaden für die Verarbeitung visueller Informationen. Die Orientierung von Mikrosakkaden liefert einen frühen behavioralen Hinweis auf die Orientierung der visuellen Aufmerksamkeit, der auch für die Modellierung komplexer Prozesse (z.B. des Lesens) relevant werden dürfte.

Unwillkürliche Aufmerksamkeit

Erich Schröger

Universität Leipzig

`schroger@rz.uni-leipzig.de`

Aufgabenirrelevante Ereignisse ziehen gelegentlich unsere Aufmerksamkeit an. Phänomenal äußert sich das beispielsweise darin, dass ein nicht beachtetes Ereignis “unwillkürlich” in’s Bewusstsein tritt. Die Orientierung der Aufmerksamkeit auf den Distraktor lässt sich experimentell als Leistungsreduktion (z.B. Reaktionszeitverlängerung) in einer zu bearbeitenden Aufgabe operationalisieren. Zur Beschreibung der dabei involvierten Prozesse wird folgendes Modell vorgeschlagen: Auf einer präattentiven, automatischen Verarbeitungsstufe wird das aufgabenirrelevante, aber potentiell distrahierenden Ereignis durch einen von drei möglichen Mechanismen registriert: (a) Detektion von Intensitätswechseln in kontinuierlicher Stimulation (etwa bei einem lauten Knall in ruhiger Umgebung), (b) Detektion der Übereinstimmung zwischen einem aktuellen Ereignis und einem als bedeutsam gespeicherten Ereignis (etwa bei Nennung des eigenen Namens in einer nicht attendierten Schallquelle), und (c) Detektion der Nichtübereinstimmung eines aktuellen Ereignisses mit einer der vorausgehenden Stimulation inhärenten Regularität (etwa bei Änderung des Motorgeräusches beim Autofahren). Als Ergebnis dieser Verarbeitung wird das so detektierte Ereignis einer weiteren Verarbeitung zugeführt, in der entschieden wird, ob und inwiefern darauf reagiert werden muss. Falls die Bearbeitung der Primäraufgabe fortgesetzt werden soll, muss die Aufmerksamkeit wieder auf die Primäraufgabe reorientiert werden. Mit elektrophysiologischen Maßen (ERP, MEG, fMRI) wird die neuronale Dynamik und Struktur dieser Verarbeitungsstufen untersucht. Außerdem wird die intentionale Beeinflussbarkeit der identifizierten Prozesskomponenten bestimmt. Schließlich wird eine Verbindung zum Arbeitsgedächtnis aufgezeigt.

Sensorische Inhibition und präfrontale Aktivierung während geteilter Aufmerksamkeit

Rainer Loose

Universität Regensburg

rainer.loose@psychologie.uni-regensburg.de

In our natural environment we normally attend simultaneously to a number of sensory modalities, e.g. to visual and auditory stimuli. Divided attention is where attention is divided between two or more sources of information. There is little published work regarding brain activity during divided attention despite its importance in day-to-day life. Brain activation during simultaneous visual and auditory information processing may result in a summation of the activation during selective visual and auditory information processing (selective or focused attention). Tasks assessing selective visual attention activate the primary striate cortex and/or the secondary extrastriate cortex while the primary auditory cortex and/or the secondary auditory cortex are activated by selective auditory tasks. Functional magnetic resonance imaging (fMRI) was used to study brain activation while a divided attention task was performed (Loose et al., 2003, Human Brain Mapping, in press). Brain activation was also assessed under selective attention. Reaction times were registered during fMRI measurements. Reaction times during divided attention were significantly longer than reaction times during selective attention. This effect represents the time cost of dividing attention between two sources of information. Focusing attention on one modality (visual or auditory) increased the activity in the corresponding primary and secondary sensory area. When attention is divided between both modalities, the activation in the sensory areas is decreased, possibly due to a limited capacity of the system for controlled processing. Haxby et al. (1994, *J. Neuroscience*, 6336-6353) suggested that selective attention to one sensory modality is associated with decreased activity in cortical areas responsible for processing input from other sensory modalities. We assume that during divided attention both modalities are activated by a top down mechanism and simultaneously inhibited by the concurrent modality, respectively. Alternative to a sensory interaction model, it is possible that a central executive mechanism controls activation of the primary sensory areas and therefore reduces activity if two modalities are involved. Bilateral prefrontal activity was shown during divided attention. Left prefrontal activation was activated only in the divided attention task, indicating that this brain region may represent the location of executive functioning that involves a top down attentional control mechanism during divided attention.

Wieviel Aufmerksamkeit braucht die Wahrnehmung?

Jochen Braun

University of Plymouth, UK

achim@helen.pion.ac.uk

Aufmerksamkeit gibt uns die Freiheit, ein und denselben Reiz auf verschiedene Weise zu sehen. Bei genauerer Betrachtung stellt sich jedoch heraus, daß diese ‘Freiheit’ durch reizabhängige Abläufe (‘bottom-up processes’) eingeengt und begrenzt ist. Ich werde diese ‘Knebelung’ von Aufmerksamkeit anhand dreier psychophysikalischer Befunde demonstrieren: (i) der Aufmerksamkeitsbedarf verschiedenster Diskriminationsleistungen ist im wesentlichen derselbe, (ii) die Ablenkung von Aufmerksamkeit unterbindet nicht die bewusste Wahrnehmung salienter Reize an anderen Stellen des Blickfelds (‘vision outside the focus of attention’), und (iii) die Modulation räumlicher Filter durch Aufmerksamkeit wird durch den Reiz bestimmt (nicht die Diskriminationsaufgabe), so daß Aufmerksamkeit auch kontraproduktiv sein kann (i.e., die Diskriminationsleistung reduziert). Diese psychophysikalischen Befunde passen gut zu so-genannten ‘biased-competition theories’ von Aufmerksamkeit. Einige grundlegende Fragen bleiben jedoch noch offen, insbesondere die Frage wie die ‘begrenzte Kapazität’ von Aufmerksamkeit sich mit der hochgradig parallelen Architektur und Anatomie des visuellen Systems vereinbaren läßt.

Symposium 3 Cognitive Robotics

Matthias Franz
MPI für biologische Kybernetik

Sunday 23rd February, 2003

Introduction: Robots with Cognition?

Matthias Franz

MPI für biologische Kybernetik, Tübingen

`matthias.franz@tuebingen.mpg.de`

Using robots as models of cognitive behaviour has a long tradition in robotics. Parallel to the historical development in cognitive science, one observes two major, subsequent waves in cognitive robotics. The first is based on ideas of classical, cognitivist Artificial Intelligence (AI). According to the AI view of cognition as rule-based symbol manipulation, these robots typically try to extract symbolic descriptions of the environment from their sensors that are used to update a common, global world representation from which, in turn, the next action of the robot is derived. The AI approach has been successful in strongly restricted and controlled environments requiring well-defined tasks, e.g. in industrial assembly lines.

AI-based robots mostly failed, however, in the unpredictable and unstructured environments that have to be faced by mobile robots. This has provoked the second wave in cognitive robotics which tries to achieve cognitive behaviour as an emergent property from the interaction of simple, low-level modules. Robots of the second wave are called animats as their architecture is designed to closely model aspects of real animals. Using only simple reactive mechanisms and Hebbian-type or evolutionary learning, the resulting animats often outperformed the highly complex AI-based robots in tasks such as obstacle avoidance, corridor following etc.

While successful in generating robust, insect-like behaviour, typical animats are limited to stereotyped, fixed stimulus-response associations. If one adopts the view that cognition requires a flexible, goal-dependent choice of behaviours and planning capabilities (H.A. Mallot, *Kognitionswissenschaft*, 1999, 40-48) then it appears that cognitive behaviour cannot emerge from a collection of purely reactive modules. It rather requires environmentally decoupled structures that work without directly engaging the actions that it is concerned with. This poses the current challenge to cognitive robotics: How can we build cognitive robots that show the robustness and the learning capabilities of animats without falling back into the representational paradigm of AI?

The speakers of the symposium present their approaches to this question in the context of robot navigation and sensorimotor learning. In the first talk, Prof. Helge Ritter introduces a robot system for imitation learning capable of exploring various alternatives in simulation before actually performing a task. The second speaker, Angelo Arleo, develops a model of spatial memory in rat navigation based on his electrophysiological experiments. He validates the model on a mobile robot which, in some navigation tasks, shows a performance comparable to that of the real rat. A similar model of spatial memory is used to investigate the mechanisms of territory formation in a series of robot experiments presented by Prof. Hanspeter Mallot. In the last talk, we return to the domain of sensorimotor learning where Ralf Möller introduces his approach to generate anticipatory behaviour by learning forward models of sensorimotor relationships.

Towards Cognitive Robots

Helge Ritter

Universität Bielefeld

`helge@techfak.uni-bielefeld.de`

Im Gegensatz zu heutigen Industrierobotern mit ihrer weitgehen starren Vorprogrammierung müssen kognitive Roboter sehr viel flexibler auf ihre Umgebung reagieren können und sollten darüber hinaus in der Lage sein, mit Menschen “intelligent” zu kooperieren. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Fähigkeit zu lernen, insbesondere, beobachtete Handlungen und Instruktionen eines menschlichen Partners zur Aneignung neuer Fähigkeiten zu nutzen. Ausgehend von der These, daß in solchen Situationen Lernen in wesentlicher Weise Kommunikation mit einem menschlichen Partner nutzen muß, um über “low-level”-Fähigkeiten hinauszugelangen, diskutieren wir Anforderungen und Elemente einer Lernarchitektur für einen Roboter, die sprachgestütztes Imitationslernen am Beispiel des Greifens zum Ziel hat. Wesentliches Element dieser Architektur ist eine Verbindung von Beobachtung und interner Simulation zur Exploration vielversprechender Handlungsalternativen. Das System muß dabei in typischerweise sehr hochdimensionalen Sensordaten relevante, niedrigerdimensionale Datenausschnitte und Regularitäten selbst entdecken und zur Verbesserung seiner Fähigkeiten nutzen. Bisherige Lernansätze scheitern dabei in der Regel an den sehr großen Suchräumen, die unter solchen Bedingungen exploriert werden müssen. Wir stellen eine Reihe bisher realisierter Teilmodule des im Rahmen des Bielefelder SFBs 360 “Künstliche situierte Kommunikatoren” entwickelten Systems vor, zeigen Beispiele der aus einer Integration dieser Module bislang erreichten Fähigkeiten des Robotersystems, und geben einen Ausblick auf einige geplante, nächste Entwicklungsschritte.

Hippocampal Place Cells and Head-direction Cells: Computational Modeling and Electrophysiological Experiments

Angelo Arleo

Lab. of Physiology of Perception and Action, CNRS, Paris

`angelo.arleo@college-de-france.fr`

Hippocampal place (HP) cells and head direction (HD) cells are a likely neural basis for spatial orientation in rats. A HP cell fires maximally only when the rat is at a specific location called the place field of the cell. The place field population tends to cover the environment densely and uniformly, providing an allocentric space representation suitable for self-localization. HD cells discharge as a function of the rat's allocentric heading, regardless of the orientation of the head relative to the body, or of the rat's behavior and location. Each HD cell discharges selectively only when the head of the animal is oriented in a particular direction, called the preferred direction of the cell. Since the preferred directions of all HD cells are evenly distributed over 360 degrees, the population activity of these limbic neurons works as an allocentric compass.

In the first part of the talk, a computational model of the mechanisms underlying the location and direction selectivity of HP and HD cells, will be presented. The model involves two artificial neural substrates providing place and directional coding. These two modules are strongly coupled and interact with each other to form a unitary spatial learning system. The model stresses the importance of processing multimodal sensory signals to establish robust place and direction representations. Indeed, the dynamics of both neural systems relies on allothetic (visual) and idiothetic (self-motion) signals.

In the model, the direction and place coding provided by HD and HP cells, respectively, is incrementally learned and forms a suitable basis for achieving goal-oriented navigation. A third module, consisting of allocentric action cells located downstream from the place cell network, is used to encode a reward-dependent navigation map. Reinforcement learning in continuous space is applied to learn the appropriate action-selection policy.

The model has been validated by means of a robotic implementation. Place fields are learned by extracting spatio-temporal properties of the environment from sensory inputs. The visual scene is modeled using the responses of modified Gabor filters placed at the nodes of a sparse Log-polar graph. Visual sensory aliasing is eliminated by taking into account self-motion signals via path integration. The performance robotic navigation system are comparable to those rats solving similar navigation tasks.

In the second part of the talk, a series of electrophysiological experiments will be presented. This study concerns the way HD cells reorient their directional representation following visual landmarks in the environment. The main result is a quantitative evaluation of the time necessary for the HD coding to be updated by a salient reorienting visual cue. The transient latency is extremely short, about 80 milliseconds.

This finding is relevant for a theoretical analysis of the dynamics of the HD system. Previous computational models (mainly based on continuous attractor networks) predicted update latencies as rapid as a few hundreds milliseconds. A new neural at-

tractor model, based on leaky integrate and fire neurons, will be presented. The model is capable of capturing the shorter transients observed experimentally.

Robot Cognitive Ecology: Spatial Memories and Spatial Tasks

Hanspeter A. Mallot and Amelie Schmolke

Eberhard-Karls-Universität Tübingen

`hanspeter.mallot@uni-tuebingen.de`

Presumably, cognitive abilities have evolved to enable their bearer to carry out ecologically relevant behaviors in space. Most biological theories of spatial memory are based on the idea that finding routes between various locations, such as the nest and a feeding site, is the most important spatial behavior. While this seems plausible for many species, there is a large number of other spatial challenges, including the choice of a site for building a nest, hunting strategies and other cooperative behavior in space, and inter-individual communication about space. It is not obvious that all these behaviors are optimally supported by the same memory structure and contents. We have studied territory formation as a spatial task different from route learning. True territories require a knowledge of space since the animal has to know if it is currently within its territory or not. In addition to pure spatial knowledge, an attractivity value is stored for each place, which is high for places within the territory and low for places outside. Here, we adapted a model by Stamps & Krishnan (1999, *Quarterly Review of Biology*, 74, 291-318) which assumes that attractivity is increased whenever a place is visited and no competitor is encountered. In contrast, if a competitor is encountered, the attractiveness is reduced for both individuals (symmetric interaction). Unlike the simulation of Stamps and Krishnan, we use a realistic model of spatial memory implemented on a Khepera miniature robot. The robots are equipped with a line camera and infrared sensors. Initially two robots explore an arena and build up an occupancy grid map. Simultaneously to storing information about obstacles, they update a second grid-map holding the attractivity values. The data show that in this situation, territories do form together with spatial memory. When a third robot is introduced between the two territories, it is not able to claim a territory of its own. The data show that knowledge of place adjacencies and place attractiveness can be acquired simultaneously in a simple spatial learning scheme. In future work, we plan to increase biological plausibility by replacing the occupancy-grid memory by a view-graph memory of space (Franz, Schölkopf, Mallot & Bühlhoff, 2000, *Robotics and Autonomous Systems*, 30, 133-153).

Forward Models in Spatial Cognition

Ralf Möller

MPI für psychologische Forschung, München

moeller@psy.mpg.de

“Representationalism” sees visual perception as a mere transformation of sensory information into a sensory representation. All cognitive processes, including action selection, are supposed to operate on this representation. Perceptual processes and action selection are treated as separate systems. This view has not only been undermined by accumulating experimental evidence for the sensorimotor character of perception, but can also be challenged from the conceptual perspective. Sensory representations may be complex and difficult to interpret, thus it may actually be the case that representationalism just imposes the task of interpretation upon the behavioral subsystem instead of solving it. In general, a transformation can not add any “meaning” to sensory information. With respect to the form of sensory representations, we are caught between the extrema of compact representations on one side, which suffer from problems like combinatorial explosion, and distributed representations on the other side, for which it is unclear how they can be interpreted by subsequent processing stages. Finally, the lack of satisfying concepts for invariance and constancy may originate from general conceptual problems of representationalism. We attempt to overcome the problems of the representationalist framework by replacing purely sensory with sensorimotor representations. According to this view, the brain associates self-generated actions with the changes of the visual information they cause. A sensorimotor representation will thus integrate an “efference copy” and the “reafference” of the corresponding actions. The sensorimotor representation is part of a “forward model”, an internal model of sensory action-effects in the brain that is able to predict the course of sensory events resulting from the agent’s actions. Based on such an internal model, the agent could interpret a visual scene by anticipating the consequences of its actions, thus directly assigning behavioral “meaning” to the visual information. In this approach, a chair would not be recognized from its visual features, but by predicting the sensory feeling of support in the action of sitting down. This may result in a completely different concept of invariance and constancy. The anticipation approach can be seen as an interpretation of Gibson’s idea of “affordances”, according to which an object directly offers its behavioral meaning to the observer. Our research strives to demonstrate that the anticipation concept is actually able to produce adapted behavior in artificial agents, which would reflect their perceptual capabilities, specifically an understanding of the spatial organization of the world and of the shape and the physical properties of objects. We explore the concept for both reaching and grasping and for intelligent locomotion. Recurrent neural networks are used to learn sensorimotor relationships in the interaction of the agents with their environment.

Attention and Awareness

Aufmerksamkeitsbasierte Modulation unbewussten automatischen Primings

Markus Kiefer¹ und Doreen Brendel²

¹Universität Ulm, ²Humboldt Universität zu Berlin

`markus.kiefer@medizin.uni-ulm.de`

Häufig wird angenommen, dass automatische Prozesse nicht durch bewusste, aufmerksamskeitsgesteuerte Prozesse beeinflusst werden können. In dieser Studie wird diese Annahme einer kritischen Überprüfung unterzogen und der Einfluss der Aufmerksamkeit auf automatisches Priming und dessen elektrophysiologischen Korrelate untersucht. Den Versuchspersonen wurden maskierte, nicht bewusst wahrnehmbare Prime-Wörter visuell dargeboten, denen semantisch verwandte bzw. nicht verwandte Target-Wörter folgten. Für diese musste eine lexikalische Entscheidung getroffen werden. Die zeitliche Aufmerksamkeit in Bezug auf die Darbietung der maskierten Primes wurde variiert, indem ein Hinweisreiz entweder kurz vor dem Prime oder eine längere Zeit vorher gezeigt wurde. Während der Aufgabenbearbeitung wurden ereigniskorrelierte Potentiale (EKP) mit 64 Elektroden aufgezeichnet. Für die Reaktionszeitdaten wurden maskierte Primingeffekte beobachtet (schnellere Reaktionen für semantische verwandte Wortpaare als für nicht verwandte Wortpaare), die jedoch nicht durch die Aufmerksamkeitsvariation beeinflusst wurden. Es zeigte sich jedoch eine aufmerksamkeitsbasierte Modulation der N400-EKP-Komponente, einem elektrophysiologischen Indikator für semantische Prozesse. Priming verringerte die Amplitude der N400 stärker, wenn die Aufmerksamkeit auf den Prime gerichtet war. Die Befunde belegen, dass automatische Prozesse durch Aufmerksamkeit moduliert werden und nicht völlig autonom ablaufen.

EKP-Korrelate zu Erleichterungs- und Hemmungsprozessen im Cueing-Paradigma

Dagmar Müller,¹ Adrian von Mühlelen² und Brit Reimann-Bernhardt³

¹Universität Leipzig, ²University of British Columbia, ³LMU München

`dagmar_mueller@uni-leipzig.de`

Im räumlichen Cueing-Paradigma hängen die Reaktionszeiten in der Regel von der Länge des Cue-Target-Intervalls (CTI) ab. Für valide Durchgänge, d.h. wenn Cue und Target am gleichen Ort erscheinen, zeigen sich Erleichterungseffekte bei CTIs < 250 ms sowie Hemmungseffekte (“inhibition of return”, IOR) bei CTIs > 250 ms (Posner & Cohen, In: Bouma & Bouwhuis, *Attention and Performance* Vol. X, 531 ff, 1984). Das hier vorgestellte Experiment zielte darauf ab, elektrophysiologische Korrelate behavioraler Erleichterungs- und Hemmungseffekte im Cueing-Paradigma zu untersuchen. Die Analyse der EKPs sollte dabei auf nicht-sensorische Komponenten fokussiert werden. Reaktionszeiten und EKPs auf die Präsentation von Targets in validen, invaliden und neutralen Cue-Target-Abfolgen wurden aufgezeichnet. Die Länge des Cue-Target-Intervalls wurde in drei Abstufungen (100-300, 500-700, 900-1100 ms) variiert. Bei kurzen CTIs (100-300 ms) zeigten sich Reaktionszeitvorteile für valide Durchgänge. Die korrespondierenden EKPs wiesen im Nd2-Zeitfenster (240-280 ms) einen negativeren Verlauf als die EKPs invalider Durchgänge auf. Des Weiteren war eine Vergrößerung der Amplitude der P3b-Komponente (330-450 ms) für valide Durchgänge zu verzeichnen. Diese EKP-Befunde deuten auf eine verstärkte Aufmerksamkeitszuwendung auf valide Positionen hin. Bei langen CTIs waren dagegen keine Reaktionszeitunterschiede zwischen validen und invaliden Durchgängen und damit keine Hemmung im Sinne von IOR nachweisbar. Für invalide Durchgänge wurde ein positiverer Verlauf der EKPs im Zeitfenster von 290-330 ms an frontalen und zentralen Elektroden nachgewiesen. Wie schon für kurze CTIs beschrieben, zeigte sich auch bei langen CTIs ein negativerer Verlauf der EKPs valider Durchgänge im Nd2-Zeitfenster sowie eine Vergrößerung der P3b für valide Durchgänge. Das Auftreten von EKP-Mustern, die eine verstärkte Aufmerksamkeitszuwendung auf valide Positionen reflektieren, ohne dass korrespondierende Reaktionszeitvorteile nachgewiesen werden, kann als Hinweis auf paralleles, sich überlagerndes Ablaufen von Erleichterungs- und Hemmungsprozessen gedeutet werden.

Gibt es bei Mehrfachstätigkeit Hemisphärenunterschiede in der visuellen Enkodierung?

Jochen Müsseler¹ und Peter Wühr²

¹Max-Planck-Institut für Psychologische Forschung, ²Universität Erlangen

`muesseler@mpipf-muenchen.mpg.de`

Doppeltätigkeiten führen in der Regel zu deutlichen Leistungseinbußen. Neuere Studien belegen, dass auch visuelle Enkodierungsprozesse durch begleitende motorische Aufgaben beeinträchtigt werden (Überblick in Müsseler & Wühr, 2002, *Attention & Performance XIX*, 520-537). In den vorliegenden Experimente gehen wir der Frage nach, ob die Identifikation lateralisierter Reize durch eine motorisch ausgelöste Aktivierung in derselben Hemisphäre beeinflussbar ist oder nicht. Konkret reagieren die Versuchspersonen auf die Darbietung von Tönen mit Tastendrücker der linken/rechten Hand, während ihnen im linken/rechten Gesichtsfeld zu identifizierende maskierte Reize präsentiert werden. Die Ergebnisse zeigen den üblichen Zeitverlauf der Wahrnehmungsbeeinträchtigung auch im relativ zur Handreaktion kontralateralen Gesichtsfeld, allerdings nimmt dort tendenziell die Identifikationsleistungen zusätzlich ab.

Cerebral Asymmetries for Global/local Processing Without Presenting Stimuli? Hemispheric Differences in Response to Pre-cues and Targets

Gregor Volberg and Ronald Hübner

Universität Konstanz

`gregor.volberg@uni-konstanz.de`

The left and right cerebral hemisphere are biased to the processing of local and global stimulus structures, respectively. A recent study moreover suggested that corresponding effects can be observed in the brain response to a pre-cue that directs attention to one stimulus level (Yamaguchi, Yamagata, & Kobayashi. *J Neurosci*, 2000, 20:RC72, 1-5). Unfortunately, the authors used different shapes as cues, so that it is unclear whether the hemispheric differences were due to the specific cue information or due to the associated form differences. This question was examined with an event-related brain potentials - study, where subjects performed a speeded categorization of targets at the cued level of a compound letter. Two types of cues were applied, where the target level was signalled either by the color of a rectangular form or by two different forms similar to those used by Yamaguchi et al. Both types of cues elicited a negative wave at occipital electrodes starting 160 ms after cue onset. This wave was larger in the local compared to the global condition over the left hemisphere, and vice versa in the right hemisphere. By contrast, the earliest hemispheric differences in response to stimuli were found 240-280 ms after stimulus onset at centro-parietal and frontal sites. The data support the notion that hemispheric differences in global/local processing are already present in the preparation to a specific stimulus level. However, as the brain activity in response to cues and to stimuli did not match, the data also suggest that different cognitive mechanisms underlie both effects.

Temporale Effekte visueller Informationsverarbeitung bei subliminaler Wahrnehmung: Eine EEG-Studie

Selina Wriessnegger und Edmund Wascher

MPI für Psychologische Forschung

wriessnegger@mpipf-muenchen.mpg.de

Der dorsale Pfad, auch “fast brain” genannt, verarbeitet visuellen Input sehr schnell und unbewusst, während der ventrale Pfad (“slow brain”) eine kognitive Repräsentation der Information zur Ausführung einer Handlung benötigt (Rossetti & Pisella, 2002, *Attention & Performance*, Vol. XIX). Vor allem an visuellen Agnostikern konnte der Einfluss der Zeit in der Informationsverarbeitung über die beiden Pfade nachgewiesen werden. Klinische Studien zeigten, dass diese Patienten sehr wohl in der Lage sind Objekte, die sie nicht bewusst wahrnehmen können, zielgerichtet zu ergreifen. Allerdings geht diese sensomotorische Leistung verloren, sobald eine zeitliche Verzögerung zwischen Stimuluspräsentation und darauf folgender Reaktion eingeführt wird (Goodale & Milner, *TINS*, 1992, 20-25). Dies ist ein Hinweis darauf, dass der dorsale Pfad in der Lage ist eine kurzlebige sensomotorische Repräsentation eines Reizes aufzubauen die zur unmittelbaren Handlungsausführung dient. Ziel der vorliegenden Studien ist es den Einfluss der Zeit bei der Informationsverarbeitung über die beiden Pfade auf experimenteller und elektrophysiologischer Ebene nachzuweisen. Um eine sogenannte “experimentelle visuelle Agnosie” herzustellen, wurden die Stimuli mittels Metakontrast maskiert. Aufgabe der Versuchspersonen war es mittels entsprechendem Tastendruck zu entscheiden ob ein Reiz rechts oder links vom Fixationskreuz dargeboten wurde. Ihre Reaktion musste innerhalb von zwei definierten Zeitfenstern (400 ms oder 2500 ms) erfolgen. Neben den zeitlichen Variationen gab es auch 5 unterschiedliche SOA-Bedingungen zwischen Stimulus- und Maskenpräsentation. Die Verhaltensdaten zeigten eine deutlich bessere Leistung bei unmittelbarer Reaktion (Zeitfenster von 400 ms) im Gegensatz zur verzögerten Reaktion (Zeitfenster von 2500 ms), was auf eine schnelle automatisierte Verarbeitung über den dorsalen Pfad hinweist. In den EEG-Daten zeigte sich in allen Bedingungen neben frühen Komponenten (P1-N1) der Verarbeitung eine deutliche “Error Related Negativity” (ERN) für nicht bewusst wahrgenommene Reize.

Auditory Perception

Periodicity Pitch Detection and Pattern Separation using Biologically Motivated Neural Networks

Marcus Borst and Günther Palm

Abt. Neuroinformatik, Universität Ulm

`marcus.borst@informatik.uni-ulm.de`

Pitch is an important feature for sound analysis. We implemented a biologically motivated neural model (based on Langner's pitch processing model) with spiking neurons for extracting pitch from sound and tested it first with noisy AM input and second when noise is added to the neuron potential. We then tried some modifications of the neuronal model and compared these results to the results from the original model. Since phase locked spikes can be used to separate sounds from different sources by binding frequency channels with synchronous spikes, it is important to understand how the model should be exactly built to get spikes as phase synchronous as possible. This binding problem is actually much easier to solve on the level of periodicity pitch detection neurons because these neurons typically spike only once every period of the envelope (and not every period of the carrier frequency).

Complex Pitch Processing: Evoked Magnetic Fields in Response to Rippled-noise Stimuli

Ingo Hertrich, Klaus Mathiak, Werner Lutzenberger and Hermann Ackermann

Universität Tübingen

`ingo.hertrich@uni-tuebingen.de`

Clinical data indicate pitch processing to depend primarily upon the right auditory cortex, in line with an observed left-ear advantage for pitch recognition during dichotic listening. To assess pitch-related brain activity by means of whole-head magnetoencephalography, the present study used a rippled noise (RN) paradigm, largely masking simple tonotopic representations. Four dichotic stimulus constellations (111- or 133-Hz RN to one ear, white noise to the other) were applied in randomized order during either a visual distraction or an auditory identification task. The evoked fields delineated at least three distinct stages of central-auditory processing. (1) Attention-dependent ear x hemisphere interactions were observed as early as the M50 field (50-80 ms post stimulus onset), reflecting early streaming of auditory information. (2) The relatively late (135 ms post stimulus onset) M100 field was significantly lateralized to the left hemisphere, but showed a pitch target-related modulation of right-hemisphere activity. Control experiments showed the stronger left-hemisphere M100 to be related to the noise rather than the pitch component of the stimuli. (3) A time window centered at 192 ms showed a main effect of RN pitch in that the higher-pitch stimulus yielded an enhanced activation as compared to the low template, presumably reflecting sensory memory operations. The study principally corroborates the assumption of right-lateralized pitch processing. The strong noise-related left-hemisphere M100, however, represents a new finding that might deserve further attention. Taken together, these data indicate differential processing capabilities of the two auditory cortices, allowing for a segregation of periodic and non-periodic signal components.

Wahrnehmung der auditorischen vertikalen und horizontalen Richtung.

Denise Long und Thomas Jarchow

Abt. Allg. Psychologie, Universität Zürich

djonysos@hotmail.com

Wie gut können wir auditorische Richtungen wahrnehmen? Sind wir gleichermassen in der Lage eine auditorische Vertikale und eine auditorische Horizontale zu produzieren? In einem schallarmen Raum sind insgesamt 48 Versuchspersonen aufgefordert, einen akustischen Stab in absoluter Dunkelheit so einzustellen, dass sie den Höreindruck haben, er sei vertikal (SAV) oder horizontal (SAH). Der 1.8m lange akustische Stab produziert rosa Rauschen (72dB), welches sich mechanisch gesteuert von einem Ende zum anderen bewegt ($v=1.2\text{m/sec}$). Die Versuchspersonen sitzen in 2m Entfernung zum Stab und können ihn in der frontoparallelen Ebene um 360° rotieren. In verschiedenen experimentellen Bedingungen wird unter anderem die Lautstärke (50dB und 80dB), die Distanz zum Stab (1m), die Geschwindigkeit des Signals ($v=2\text{m/sec}$) oder die Ohrmuschelreflexion verändert. Die Aufgabe der Versuchspersonen besteht darin, jeweils 7 mal SAH und SAV einzustellen. Es zeigt sich, dass die durchgeführten Manipulationen in den einzelnen Bedingungen wenig Effekt auf die Einstellungen haben. Hingegen findet sich ein markanter Effekt der Aufgabe: Die Streuung SAH ist im Mittel doppelt so gross, wie diejenige der SAV, während die Mittelwerte nur unbedeutend variieren. Die Resultate stehen im Gegensatz zu den subjektiven Aussagen der Versuchspersonen, welche die Aufgabe SAH einfacher einschätzen als die Aufgabe SAV. Die Einstellungen weisen auf eine bessere Verarbeitung von seitlicher Abweichung (Azimut) als Elevation beim Richtungshören hin. Es wird ein Modell vorgestellt, welches dieses Einstellverhalten mit Hilfe binauraler Cues erklärt.

Storage and comparison of auditory durations at the human cerebellum: a functional magnetic resonance imaging study using single-shot dual-echo EPI

Klaus Mathiak,¹ Ingo Hertrich,¹ Wolfgang Grodd² und Hermann Ackermann¹

¹Dept. Neurology, Univ Tübingen, ²Dept. Neuroradiology, Univ Tübingen

`klaus.mathiak@med.uni-tuebingen.de`

The cerebellum is well known to participate in motor control. Moreover, cognitive and sensory functions are linked to this organ. Timing might present the common principle. In agreement with the histological structure, delay lines might subserve the coordinate innervation of muscle groups, structural organization of cognitive processes as well as the fine-grained perception of durations in speech perception. In order to understand the mechanisms supporting these various functions of timing, we studied the storage and comparison of auditory durations. Pauses (30 - 130 ms) bound by tones were presented every 5 sec. Twelve subjects identified or discriminated the pause durations. Neuronal activation as reflected by hemodynamic responses was measured by means of functional magnetic resonance imaging (fMRI; single-shot double-echo EPI, TE = 28 and 66 ms, TR = 5 sec, 28 slices). As expected from clinical data on patients with cerebellar atrophy, cerebellar activation was observed during the discrimination as compared to identification. Presumably, the involvement of duration working memory activated a lateral crus I area of the right cerebellar hemisphere. Moreover, a left prefrontal cluster emerged. This pattern is analogous to activations during speech perception and verbal working memory tasks. We suggest that the storage of precise temporal structures relies on a cerebellar-prefrontal loop. This function allows for duration categorisation in a linguistic context and the temporal structure of sequences as required by verbal working memory.

The Effect of Acoustical Modifications on Speech Sound Discrimination

Michael Wannke, Anja Blender and Bruno Preilowski

Universität Tübingen

`email@michaelwannke.de`

Recent research suggests that an adequate perception of rapidly changing auditory stimuli might play an important role for the intelligibility of speech. Moreover, Merzenich (Science, 1996, 77-81), Tallal (Science, 1996, 81-84) and others have claimed that language-learning impaired children suffer from a deficient perception of rapidly changing elements in speech sounds and, hence, might overcome their deficiency if speech is altered by appropriate acoustic modifications. These hypotheses have also been extended to include children with reading and/or spelling deficits. Although these claims have brought about an intense discussion, few attempts have been made to test the core hypothesis directly, i.e. that the said acoustical modifications improve the discrimination of natural, non-synthetic speech sounds. We tested children with specific reading and/or spelling disorders (n=36) and compared the results to those of unimpaired children matched by age, gender, and school level. They performed a speech discrimination task (SDT), an auditory gap detection task, and a phoneme awareness task. In both groups the acoustical modifications reduced the number of correct responses in the SDT significantly. Since the reading/spelling impaired children on average showed greater difficulties in phoneme awareness and gap detection, they were expected to profit more from the suggested acoustical modifications in accordance with the hypothesized etiology. The data did not support this expectation, as the decrease of correct responses in the SDT did not differ significantly between the two groups. These data seem to question the core hypothesis in respect to children with specific reading/spelling disorders as well as to unimpaired children. Unless our data are subject to specific characteristics of the German language, we suggest that further research should focus on sub-typing children with impaired speech perception, and on non-speech-related (e.g. attentional) by-products of acoustical modifications.

Gaze Direction Influences Neural Processing of Auditory Lateralization: an Event-related fMRI Study

Ulrike Zimmer,¹ Michael Erb,² Jörg Lewald³ and Hans-Otto Karnath¹

¹Cognitive Neurology, Tübingen, ²Section Exp. MR of the CNS, Tübingen,
³Institute for Occupational Physiology, Dortmund

ulrike.zimmer@uni-tuebingen.de

Eccentric horizontal eye-positions induce apparent shifts of sound location along the horizontal meridian (Lewald, *Behavioural Brain Research*, 1997, 35-48). The present study investigated the neural correlates responsible for such auditory-visual transformation processes. Lateralization of sound stimuli was examined during visual fixation to various directions. In an 1.5T scanner, 16 healthy and normal hearing subjects were measured with event-related design. Dichotic sound stimuli (trains of 1-kHz tone pulses) were presented with variable interaural level differences. While fixating on a cross at straight-ahead or 9° to the left or right, subjects made left/right/middle judgements on the position of the auditory percept. Eye-position was monitored by an infra-red device. Data were analyzed with SPM99 software. Statistic group analysis consisted of a random effect, voxel-wise t-test of the individual contrasts. The right-versus central fixation comparison included activation of both parietal regions, the left and right middle temporal gyrus BA 39, left inferior frontal gyrus BA 9 and extrastriate visual areas. In contrast, left- versus central fixation revealed only one significantly activated cluster in the visual cortex (BA 17/18). Further, central compared to right- and left eye-positions revealed significant activation in the left insula region. The data suggest that no fixed network is involved in the sound-lateralization task as the activation depends on the respective eye-position. The activation of visual areas in spite of correctly maintained eye-fixation is possibly evoked by a shift of spatial attention to the eye-position as indicated previously by Noesselt et al. (*Neuron*, 2002, 575-87).

Colour Vision

The Square is Blue- Investigating the Correspondence Between Basic Forms and Colors

Thorsten Hansen

Justus-Liebig-Universität Gießen

thorsten.hansen@psychol.uni-giessen.de

Form and color are basic and complementary visual qualities. Traditionally, form and color are thought to be processed in different streams, dealing with the processing of discontinuities and homogeneous surface qualities, respectively (Livingstone & Hubel, 1987, *J. Neurosci.* 7:3416-3468). More recent data however show that most neurons at the early visual stages respond to both oriented form and color (Gegenfurtner et al., 1996, *Vis. Neurosci.* 13:161-172; Zhou et al., 2000, *J. Neurosci.* 20(17):6594-6611). Color has also a strong and vital emotional meaning. Neurophysiologically, surface color is processed and represented in the fusiform gyrus, which projects via the parahippocampal gyrus to the limbic system where emotions are represented (Birbaumer & Schmidt, 2003, Springer-Verlag Berlin). Similarly, emotional connotations are associated with basic symbols and forms. Furthermore, objects in natural scenes often have a characteristic combination of form and color (e.g., yellow banana, red cherry). Given the covariation of specific forms and colors in natural scenes and their common cortical processing, the question arises whether particular colors, such as yellow, red, and blue may match better to a certain basic form (such as triangle, square or circle) than to others. Or, on the contrary, whether color and form are subject to such an abundance of individual, social, cultural, etc. variations that any assignment of form and color is expected to occur with the same probability. In the present study, subjects were asked to color paper plots of three basic forms (a triangle, a square and a circle of 1.7mm^2) with yellow, red, and blue color pencils (Faber-Castell Polychromos 107, 121 and 143) and to give a short written rationale of their choice. $N = 35$ healthy subjects which were naive with respect to the purpose of the experiment participated in the study. The null hypothesis of the same probability of all possible form and color correspondences could be rejected with high confidence $\chi^2_{(5, N=35)} = 23.8 : p < 0.0001$. From the six possible assignments, the (blue square, red triangle, yellow circle) was made most often with 43%, followed by the (blue square, red circle, yellow triangle) assignment with 26%. The least common assignment was the (yellow triangle, red square, blue circle) with 3%. The blue square was the color form chosen most often, on an almost significant level $\chi^2_{(1, N=35)} = 4.8 : p < 0.1$. In the rationales given, one of the more frequent ones were the red triangle reminiscent of a warning triangle, the cold and static color of blue matching the cool and sober square, and the yellow circle reminding of the sun. The highly significant preference of a particular combination of forms and color suggests a common processing and may point to common emotional qualia triggered by forms and colors. Feedback connections from limbic areas to more early visual stages may then selectively amplify coherent form and color combinations. A significant preference for certain colored forms, in particular the blue square, has also been reported by others (Jacobsen, 2002, *Percep. Mot. Skills*, 95:903-913; Walter,

2002, Proc. Farb-Info '02). Interestingly, even people with a totally different cultural background such as the Melanesians of Vanuatu show a preference for the blue square (Walter, 2002). More extended psychophysical experiments using an ultra-rapid presentation paradigm or fMRI studies will yield further insights into the intrinsic and intimate link of form and color. The author thanks Karl R. Gegenfurtner and Sebastian Walter for helpful comments and discussions.

Wird die wahrgenommene Helligkeit durch eine Verankerung am Weißpunkt bestimmt?

Hans Irtel

Universität Mannheim

`irtel@psychologie.uni-mannheim.de`

Nach Gilchrist et al. (1999, *Psychological Review*, 795-834) wird in einer komplexen Szene die wahrgenommene Helligkeit einer unbunten Oberfläche immer in Relation zu der hellsten unbunten Oberfläche der Szene bestimmt, wobei letztere immer weiß erscheint. Ist diese Annahme korrekt, dann müssen in einer Szene, in der das hellste Flächenelement konstant bleibt, auch alle anderen Flächenelemente, deren Remissionswerte nicht geändert werden, als konstant wahrgenommen werden. Diese Annahme wird in einem Experiment getestet. Es werden zwei Testfelder gezeigt, die jeweils aus einem Umfeld und einem Infeld bestehen. Die beiden Infelder haben stets die gleiche Leuchtdichte von 20 cd/qm. Das Umfeld des Standards ist zweigeteilt, wobei eine der beiden Hälften immer eine konstante Leuchtdichte von 70 cd/qm hat und die Leuchtdichte der anderen Hälfte die Werte 30, 40, 50, und 60 cd/qm annimmt. Das Umfeld des zweiten Testfeldes ist homogen und die Aufgabe der Versuchsperson ist es, die Leuchtdichte dieses Umfeldes einzustellen, dass die Infelder der beiden Testfelder gleich hell aussehen. Die Daten zeigen einen signifikanten Effekt der Leuchtdichte des variablen Umfeldes im Standard. Sie stehen daher im Widerspruch zu der Annahme, dass die Helligkeit einzelner Elemente einer Szene allein relativ zu dem als weiß wahrgenommenen Flächenelement bestimmt wird.

Coloured Shadows: Diffractive-optical Cross-Correlations of Global \times Local Information in the Human Eye.

Norbert Lauinger

CORRSYS-DATRON Sensorsysteme/Wetzlar

`norbert.lauinger@corrsys-datron.com`

Human eyes not only form an image of visible objects, but scatter and diffract what they see... In human colour vision at twilight illumination the hue of shadows thrown by an obstacle on a table becomes determined by the relation between the local RGB-values of a shadow and the RGB-values of the global illumination (sum of the twilight RGB-values). This relationship not only covers the blue-yellow opponent colour axis, but all possible opponent colours in the colour circle centered to white. The specific hue of a shadow holds information about the colour of the hidden illuminant and is not a chaotic but a lawful result in human vision. An optical cross-correlation of global \times local information explains the phenomena. It also underlies the adaptation process allowing colour constancy in human vision. With the variation of the spectral components of illuminants, the RGB-white-norm becomes shifted and colour space recentred to a new RGB equilibrium state. The adaptation becomes possible by an optical resonance tuning of the retinal 3D diffraction grating, i.e. the adjusting of the three grating constants to lambda-max of the R-channel in the global spectrum of all available illuminants. In the aperture space of the eye (the region of the cornea, lens, pupil) global information from the visible world is available. All spectral radiation and information in the visual field contributing to image formation are summed up at any location. This global information is scattered by polygonal cellular multilayers covering the surfaces of the cornea and lens onto the image space of the eye (the human retina). Image formation at the retina gives local information about seen objects at specific loci, where global and local information optically become superposed. The optical mixture of global \times local information becomes diffracted by the retinal cellular multilayers located lightwards before the photoreceptors (inverted retina). The diffraction of the specific mixture of global \times local information leads to local RGB-signals available to optically grouped photoreceptors (cones in photopic vision). This stepwise diffractive-optical preprocessing of information leads to a multiplication in reciprocal space behind the retinal 3D-grating. It underlies the hue perception of coloured shadows. Specific examples based on physical data become illustrated.

Psychologically Relevant Features of Color Patterns

Jan Restat

Heinrich-Hertz-Institut

jan.restat@tuebingen.mpg.de

Besides color and shape, texture is one of the basic dimensions of images. While there has been some research on the psychological dimensions of gray textured patterns, up to now, there has been reported only one study on the categories of human similarity ratings of color patterns (Mojsilovic et al., 2000, IEEE Transactions on image processing). To test the reliability of the reported relevant pattern features, we repeated the study with new stimuli (20 colored patterns, which were chosen in a pre-test from a large database of patterns). These were presented on a large computer display (24") in 40 rounds with one target pattern and 10 other test patterns at a time. The participants had to indicate the perceived similarity of the test patterns by placing them in an accordant horizontal distance to the target pattern. The distance was encoded as dissimilarity measurement on a scale from 1 (very similar) to 100 (totally different). Using multidimensional scaling techniques, four independent dimensions could be extracted from the participants' ratings: 1. Directionality. This dimension differentiates between the patterns with continuous lines and the patterns with closed and rounded lines. 2. Color purity. This dimension differentiates between the black-and-white and pale patterns and the patterns with saturated and vivid colors. 3. Color tone. In the overall-solution, this dimension differentiates between patterns containing red and the other patterns. Additional single-case-analyses indicated that "red" as a distinctive feature of pattern similarity was a "majority decision"; at least some participants favored "green" as being distinctive against all other colors. 4. Regularity, Orientation and Complexity. Basically, the structural blueprints of the patterns in this dimension change from being symmetrical and orthogonal on one side over being diagonally oriented and of disturbed symmetry to complete asymmetry on the other side. The four dimensions account for 54% of the overall variance of the participants' ratings. Several psychologically relevant features from the foregoing study could be replicated (directionality, regularity, orientation, complexity and color purity), indicating their general importance in pattern similarity judgments. Two other dimensions did not play a role in our outcomes ("pattern heaviness" and chromaticity), and our dimension "color tone" did not show up in the earlier study. Seemingly, the saliency of these features depends more on the stimulus material than the foregoing.

Modeling Color Vision of Dichromats and Trichromats

Thomas Wachtler and Rainer Hertel

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

wachtler@biologie.uni-freiburg.de

Human dichromats, despite lacking one type of cone photoreceptors, use all of the color terms “red”, “green”, “blue”, and “yellow”, to describe their color percepts (e.g. Boynton & Scheibner, 1967, *Acta Chromatica*, 205-220; Wachtler, Rotter & Hertel, TWK abstract 2002). Most color vision models fail to account for these findings, yielding a reduced number of color qualities for protanopes or deuteranopes, where L- or M-cone inputs, respectively, are absent. Based on results of hue scaling experiments of protanopes and deuteranopes, we developed a unifying model for color percepts of both dichromats and trichromats. The model assumes weak nonlinearities and gain control in the processing of cone signals, physiological mechanisms known to play a role in vision. For dichromats, opponent processing of the transformed cone signals corresponds to an embedding of the two-dimensional cone input space in a three-dimensional perceptual space. Thus, perceptual axes of “red” vs “green”, “blue” vs “yellow”, and “light” vs “dark” can be represented. Due to the underlying lower dimensionality, however, these dimensions can not be completely independent. Experimentally, this is revealed by an intensity-dependence of hue assignments in dichromats. Our model correctly describes the hue scaling results of dichromats. Interindividual differences can be accounted for by small adjustments of the parameters for cone weights or nonlinearities. Gain control yields the characteristic changes in color percepts with light level. For trichromats, the model provides a basis to explain color vision phenomena such as the Bezold-Brücke effect and the colorful appearance of two-primary displays. Our findings suggest that the structure of perceptual color space does not depend strictly on the dimensionality of receptor space, but may result from adaptation to the characteristics of color signals in the environment.

Colour Constancy in a Colour Naming Task

Sebastian Walter and Karl R. Gegenfurtner

Justus-Liebig-Universität Gießen

`sebastian.walter@psychol.uni-giessen.de`

Colour constancy is the ability to assign a constant colour to objects independent of changes in illumination. We examined colour constancy performance under different conditions by means of a colour naming task. In the first experiment subjects looked into a small chamber, which was uniform regarding surface colour and structure and illuminated by computer-controlled lamps. On a computer monitor ($8^\circ \times 11^\circ$) 301 coloured patches (2°) were presented per condition in random order for 500 ms each. These patches were distributed regularly along a red-green axis and a yellow-blue axis at a constant luminance. Subjects had to assign each patch to one of the two colour categories. Under different conditions the illumination and corresponding monitor background were changed from neutral grey along the four different colour directions. In a further experiment subjects looked through a black tunnel. The results show that observers take changes in background/illumination under each condition into full consideration. The category borders are shifted parallel to the changes in illumination/background. There was no remarkable influence of the spatial surrounding on colour constancy. These experimental situations show (nearly) complete colour constancy.

Stereo Disparity and Chromatic Adaptation

Annette Werner

University Eye Hospital, Tübingen

`annette.werner@uni-tuebingen.de`

A central issue for understanding colour appearance in complex scenes is the interaction between colour and geometrical features of the scene. In a previous study we reported that the early time course (0.2- 5 s) of mid-spectral chromatic adaptation is accelerated by a cortical mechanism, which responds specifically to the spatial frequency and orientation of the adaptation pattern (Werner & Sharpe, 2002, Proceedings of the 2nd annual meeting of the Vision ScienceS Society, 189). Such interactions can be useful for the perceptual organization of a scene, which has been shown to influence colour appearance (Schirillo & Shevell, 2000, *JOSA*, 244-254; Bloj et al., 1999, *Nature*, 877-879). Furthermore, it has been shown that colour constancy is increased if stereoscopic cues are present (Yang & Shevell, 2002, *Vision Reserarch*, 1979-1989). How depth cues influence colour constancy is, however, an unresolved question. The purpose of the present study was to investigate whether the spatial structure of the background exerts an influence on chromatic adaptation across depth planes. The stimuli were produced on a calibrated monitor and consisted of two identical, segmented background patterns (each $10.6^\circ \times 11^\circ$, for the reference condition achromatic ($u'=0.197$, $v'=0.468$; luminance mean= 19.3cd/m²). The patterns were binocularly fused and the perceived depth relation between the central test-field and the background was produced by introducing retinal disparity. Chromatic adaptation was measured for the transition from D65 adaptation to a 5 s green adaptation-light (chromaticities chosen from the cardinal axes after Krauskopf et al., 1982, *Vision Research*, 1123-1131) in an equiluminant plane in colour space. The effect of chromatic adaptation was measured by a hue cancellation technique for the achromatic appearance of the central test-patch. Adaptation was measured with (a) the test-field and its background perceived at the same depth plane (zero disparity), (b) at different depth planes (crossed disparity 19 min arc - 25 min arc) and (c) with test-field being perceived in the same plane as adjacent patches, but in a different depth plane as the remaining background (same retinal disparity as in (a)). It was found that the influence of the background on adaptation of the test-field decreased with increasing disparity. For the same disparity of test and background, however, adaptation was increased when patches adjacent to the test-patch were perceived in the same depth plane as the test (condition c). It is concluded, therefore, that chromatic adaptation is not only specifically influenced by the spatial frequency and orientation of the background, but also by its perceived depth plane. It is proposed that this mechanism supports the perceptual organisation and thus better colour constancy in 3D scenes.

Computer Vision and Robotics

Constraints Measures and Reproduction of Style in Robot Imitation Learning

Gökhan Bakır,¹ Winfried Ilg,² Matthias Franz¹ and Martin A. Giese²

¹MPI für biologische Kybernetik, Tübingen, ²Neurologische Uniklinik Tübingen

`goekhan.bakir@tuebingen.mpg.de`

Imitation learning is frequently discussed as a method for generating complex behaviors in robots by imitating human actors. The kinematic and the dynamic properties of humans and robots are typically quite different, however. For this reason observed human trajectories cannot be directly transferred to robots, even if their geometry is humanoid. Instead the human trajectory must be approximated by trajectories that can be realized by the robot. During this approximation deviations from the human trajectory may arise that change the style of the executed movement. Alternatively, the style of the movement might be well reproduced, but the imitated trajectory might be suboptimal with respect to different constraint measures from robotics control, leading to non-robust behavior. Goal of the presented work is to quantify this trade-off between “imitation quality” and constraint compatibility for the imitation of complex writing movements. In our experiment, we used trajectory data from human writing movements (see the abstract of Ilg et al. in this volume). The human trajectories were mapped onto robot trajectories by minimizing an error measure that integrates constraints that are important for the imitation of movement style and a regularizing constraint that ensures smooth joint trajectories with low velocities. In a first experiment, both the end-effector position and the shoulder angle of the robot were optimized in order to achieve good imitation together with accurate control of the end-effector position. In a second experiment only the end-effector trajectory was imitated whereas the motion of the elbow joint was determined using the optimal inverse kinematic solution for the robot. For both conditions different constraint measures (dexterity and relative joint-limit distances) and a measure for imitation quality were assessed. By controlling the weight of the regularization term we can vary continuously between robot behavior optimizing imitation quality, and behavior minimizing joint velocities.

A Hierarchical Image-Dependent Feature Matching Algorithm

Peter Biber and Sven Fleck

Universität Tübingen

biber@gris.uni-tuebingen.de

The correspondence problem is an important practical problem in computer vision with many applications. We describe an algorithm to identify pairs of feature points in two images which belong to the same scene point. The key idea is to use a single image to learn the optimal description in conjunction with the optimal parameters for each feature. As each pixel of an image is the projection of a different 3D-Point, we can use a multitude of feature points, which are for sure not corresponding, to derive the needed information. A description of a single feature is rated optimal, if it can discriminate it from all other features of the same image. This enables us to build an useful image-dependent hierarchical descriptor of small image patches around feature points. The layers of the hierarchy are annotated by a continuous uniqueness value reflecting the maximum similarity to all other features of the image. This way, local descriptions are enriched by global properties of the image without calculating them explicitly. From this information we can now calculate thresholds for matching on a per feature and a per layer basis. Additionally, we can identify features which have too low discriminating power and drop them. The layers consist of descriptions with increasing complexity, starting from the response of derivatives of Gaussians up to the concrete RGB values. These different descriptions not only code different aspects of an image region, they also save computations. Most comparisons are done only at the upper layer, where the description is coarse and the cost to compare is low. Only for similar image regions, the bottom layers of the hierarchy are reached. Experimental results show a higher percentage of correct matches compared to other approaches. Moreover, on image pairs not showing the same scene, almost no matches are found. The algorithm can therefore also be used to recognize scenes, which it has already seen before. By looking at the uniqueness values of all features of an image, we can also give an a priori estimate, whether an image has the potential to be recognized by our algorithm. Our current implementation can process an image of size 160x120 in roughly 200 ms and compare two images in 10-50 ms. The algorithm itself is inherently parallelizable, since all computations are independent and do need only local information. This leads to a natural mapping on modern FPGA architectures, which is work in progress.

Temporal and Saliency-based Predictions of Eye-movements with Dynamic Scenes

Jan Drewes, Thomas Martinetz and Erhardt Barth

Institut für Neuro- und Bioinformatik

`drewes@inb.uni-luebeck.de`

We present a model that predicts saccadic eye-movements and can be tuned to a particular human observer who is viewing a dynamic sequence of images. Our work is motivated by applications that involve gaze-contingent interactive displays on which information is displayed as a function of gaze direction. The approach therefore differs from standard approaches in two ways: (i) we deal with dynamic scenes, and (ii) we provide means of adapting the model to a particular observer. As an indicator for the degree of saliency we evaluate the intrinsic dimension of the image sequence. The evaluation is based on the invariants of the structure tensor. Out of these candidate saliency-based locations, the currently attended location is selected according to a strategy found by supervised learning. The data used for learning are obtained with an eye-tracker and subjects who view video sequences. The selection algorithm receives candidate locations of current and past frames and a limited history of locations attended in the past. We use a linear mapping that is obtained by minimizing the quadratic difference between the predicted and the actually attended location by gradient descent. Being linear, the learned mapping can be quickly adapted to the individual observer. Many efforts have been made to understand the scan path of observers that view static images. Maybe the visual system has not been optimised for this situation and, therefore, random and top-down influences become more important. We believe that with a dynamic visual input the eye movements are more natural and easier to predict. Still, different observers may have very different scan paths and, therefore, see different things with the same visual input. For this reason we have designed a model that can be tuned to a particular observer. For the same reason we decided to not only observe the scan path but to change it such as to improve visual communication and vision-based interaction (Barth, First GRP-Symposium, Sehen und Aufmerksamkeit im Alter, 2001). Our model will help to do that.

Building Metric Network Maps from Snapshot Matching

Wolfgang Hübner, Wolfgang Stürzl and Hanspeter A. Mallot

Uni Tübingen

wolfgang.huebner@uni-tuebingen.de

Topological maps (graphs) are an efficient method to code landmark information together with metric place relations in one structure. For robotic applications, landmark information is usually captured in the sensor readings, such as panoramic vision or range scans. These readings characterise a whole place rather than a single object. Metric relations are derived from path integration, describing the distance and direction between two places. In our approach we use pairs of panoramic snapshots obtained at two viewpoints to extract information about the distance of those places and the heading needed to move from one place to the other. This is done using the image matching algorithm of Franz et. al. (Biol. Cybern., 1998). The matching method can calculate the distance between two places only up to an unknown scaling factor, depending on the typical distance to surrounding objects. For the final map we use an optimisation method (Hübner TWK 2002) adjusting noisy measurements to globally consistent position estimations. We show that it is possible to build maps up to a scaling factor, based purely on visual information. We further demonstrate that with a combination of odometry and visually derived metric relations it becomes possible to adapt the scaling factor and establish metric relations between distant places without actively moving towards them. Experiments are done with a Khepera miniature robot equipped with omnidirectional vision.

A Representation of Complex Movement Sequences Based on Hierarchical Spatio-Temporal Correspondence for Imitation Learning in Robotics

Winfried Ilg,¹ Gökhan Bakır,² Matthias Franz² and Martin A. Giese¹

¹Universitätsklinik Tübingen, ²MPI für biologische Kybernetik, Tübingen

winfried.ilg@tuebingen.mpg.de

Imitation learning of complex movements has become a popular topic in neuroscience, as well as in robotics. A number of conceptual as well as practical problems are still unsolved. One example is the determination of the aspects of movements which are relevant for imitation. Problems concerning the movement representation are twofold: (1) The movement characteristics of observed movements have to be transferred from the perceptual level to the level of generated actions. (2) Continuous spaces of movements with variable styles have to be approximated based on a limited number of learned example sequences. Therefore, one has to use representation with a high generalisation capability. We present methods for the representation of complex movement sequences that addresses these questions in the context of the imitation learning of writing movements using a robot arm with human-like geometry. For the transfer of complex movements from perception to action we exploit a learning-based method that represents complex action sequences by linear combination of prototypical examples (Ilg and Giese, BMCV 2002). The method of hierarchical spatio-temporal morphable models (HSTMM) decomposes action sequences automatically into movement primitives. These primitives are modeled by linear combinations of a small number of learned example trajectories. The learned spatio-temporal models are suitable for the analysis and synthesis of long action sequences, which consist of movement primitives with varying style parameters. The proposed method is illustrated by imitation learning of complex writing movements. Human trajectories were recorded using a commercial motion capture system (VICON). In the first step the recorded writing sequences are decomposed into movement primitives. These movement primitives can be analyzed and changed in style by defining linear combinations of prototypes with different linear weight combinations. Our system can imitate writing movements of different actors, synthesize new writing styles and can even exaggerate the writing movements of individual actors. Words and writing movements of the robot look very natural, and closely match the natural styles. These preliminary results makes the proposed method promising for further applications in learning-based robotics. In this poster we focus on the acquisition of the movement representation (identification and segmentation of movement primitives, generation of new writing styles by spatio-temporal morphing). The transfer of the generated writing movements to the robot considering the given kinematic and dynamic constraints is discussed in Bakır et al (this volume).

Territorial Robots: A Model Approach to the Ecology of Spatial Cognition

Amelie Schmolke and Hanspeter A. Mallot

Universität Tübingen

`amelie.schmolke@uni-tuebingen.de`

A variety of behaviors require spatial cognition. Wayfinding, site selection, utilization of spatial distributed resources (foraging) and communication about space are examples for such behaviors in animals. Are the underlying mechanisms of information processing equal or as different as the resulting behaviors? How complex must the mechanisms be? In order to approach these questions of the ecology of spatial cognition, a robot model for territorial behavior is built. Territorial behavior can be found in many animals. In order to monopolize resources for themselves, territorial individuals defend parts of their habitat against conspecific competitors. Such behavior relies on the ability of the animal to remember the borders of its territory. Using an internal representation, the individual has to recognize places and decide if they belong to its territory or not. Hence territoriality can be used as example for the study of the adaptivity of spatial cognition. By implementing territorial behavior on robots, spatial representations of low complexity can be tested in a biologically relevant context. The combination of navigation with another behavioral task offers a performance measure of navigation strategies. It is shown that the robots built up territories though relying on parsimonious sensory input and internal representation. The consequences of newcomer introductions in previously established territories are shown. Hence a spatial representation developed for way-finding in robots could be shown to perform in a context of territoriality.

Depth Perception

Changed yet the Same: Looking at Mirror-reflected Pictures of an Object.

Els V. K. Cornelis and Andrea J. van Doorn

Delft University of Technology

`e.v.k.cornelis@io.tudelft.nl`

Making a picture of a three-dimensional object results in losing the third dimension, namely the distance-range. Yet, it is still possible to make a three-dimensional interpretation. The three-dimensional interpretation of the depicted object is called the pictorial relief. An object photographed from several viewpoints, results in different pictures varying in structural information. However, mirror-image versions of a photograph depicting an object from one (arbitrary) viewpoint, contain the same structural information. In this study, we investigated the influence of mirror-reflection of the picture on the three-dimensional interpretation of the depicted object. Six pictures of a torso, taken from different vantagepoints, were reflected (1) about the horizontal axis and (2) about the vertical axis. Participants performed local attitude settings by adjusting a thumbtacklike figure so that it seemed to be painted onto the torso's surface. From these settings, the pictorial reliefs of all stimuli were constructed. Pairwise comparison between the pictorial reliefs of the original pictures and their mirror-image counterparts revealed dissimilarities. These dissimilarities could be drastically diminished by conducting an affine transformation correction taking into account not only the depths but also the picture plane coordinates. This strongly suggests that besides a depth stretch, a shear found place between the pictorial reliefs of the original picture and its mirrored counterpart. The only plausible interpretation for this finding is that when presented a mirror-reflected picture, observers relocated their viewpoint mentally so that they were looking at the local surface in a different way than when they were looking at the original.

Shape Perception in Pictures: what is the Effect of Picture Orientation?

Andrea J. van Doorn and Els V. K. Cornelis

Delft University of Technology, The Netherlands

`a.j.koenderink-vandoorn@io.tudelft.nl`

Shape perception in pictures depends on available depth cues, e.g. occlusion, shading. Moreover, viewing conditions and task to be performed by the observer for externalizing the percept may influence the perceived shape of objects depicted in 2D-renderings. The present study is an investigation into the effects of image orientation on pictorial relief. The primary set of stimuli consisted of six different greyscale photographs of a torso. In each photograph the pose of the torso was varied, but the rest of the scene was kept the same. The secondary set of stimuli consisted of the six left-right mirrored versions of the primary set. The stimuli were presented to a monocularly looking observer on a flat fronto-parallel monitorscreen, centered in the straight-ahead direction. Each photograph was shown in four different orientations with orientation differences of 90 degrees. The pictorial reliefs were measured by the method of adjusting shape and orientation of an elliptical gauge figure superimposed on the torso at different locations. When a fit was achieved the gauge figure looked as a circle painted on the pictorial surface. The probes were presented in random order, one at a time. The pictorial reliefs reveal significant differences that can be described by overall depth shears. These transformations can be interpreted as “mental eye movements”. The results show systematic influences of lightsource direction as well as picture orientation.

Hat die Augenprävalenz einen Einfluß auf die Positionswahrnehmung von Stereoobjekten?

Sven P. Heinrich, Miriam Kromeier, Michael Bach und Guntram Kommerell

Universitäts-Augenklinik Freiburg

sven.heinrich@uni-freiburg.de

Hintergrund: Augenprävalenz ist das Überwiegen eines Auges bei der relativen Positionswahrnehmung von Stereoobjekten (Sachsenweger, 1958, Graefes Arch Ophthalmology, 502-528). Die praktische Bedeutung der Augenprävalenz ist umstritten. Einerseits besteht die Ansicht, das Überwiegen eines Auges bzw. die damit verbundene geringere Gewichtung des anderen Auges sei nachteilig (Haase, 1995, Zur Fixationsdisparation. Optische Fachveröffentlichung GmbH, Heidelberg). Andererseits gibt es Hinweise darauf, daß das Überwiegen eines Auges, im Extremfall die monokulare Sehweise, die relative Positionswahrnehmung begünstigt (McKee, Levi, and Bowne, 1990, Vision Research, 1763-1779). Zur Klärung dieser diskrepanten Ansichten untersuchten wir, ob das Ausmaß der Augenprävalenz mit der binokularen Positionssehschärfe für stereodisparate Objekte korreliert. Methode: Auf einem Bildschirm stellten wir einen Nonius aus zwei übereinanderstehenden Balken dar. 8 augengesunde Versuchspersonen sollten per Forced-choice-Verfahren anzeigen, ob sie die untere Noniuslinie im Vergleich zur oberen mit einem Versatz nach rechts oder links wahrnahmen. Wir bestimmten die psychometrische Funktion für die Rechts/Links-Entscheidung bei Stereodisparitäten des unteren Balkens von 0, 30, 270 und 430 Winkelsekunden. Die Prävalenz definierten wir aufgrund des Äquivalenzpunkts zwischen Rechts- und Links-Entscheidung. Als indirektes Maß für die binokulare Positionssehschärfe ermittelten wir die Steigung der psychometrischen Funktion. Ergebnisse: Bei der Stereodisparität von 30 Winkelsekunden zeigte sich bei den Versuchspersonen mit größerer Prävalenz ein Trend zu höherer Positionssehschärfe (Korrelationskoeffizient 0,50; $p = 0,20$). Bei den Stereodisparitäten 270 und 430 Winkelsekunden war die Positionssehschärfe der Versuchspersonen mit großer und kleiner Prävalenz etwa gleich. Folgerung: Die Prävalenz hat keinen Einfluß auf die Positionswahrnehmung von Stereoobjekten.

The Influence of Object Orientation and Shading on Pictorial Relief of Lambertian Surfaces

Harold T. Nefs, Jan J. Koenderink and Astrid M. L. Kappers

Universiteit Utrecht / Helmholtz Instituut

`h.t.nefs@phys.uu.nl`

We studied the influence of object orientation and lighting direction on pictorial relief of 2D images of generic 3D objects. We used two objects, namely a globally convex object with a furrow in it and a globally convex object with a dimple in it. In a 2x2 orthogonal design we manipulated the object orientation and the lighting direction. Lighting direction was always with respect to the view frame. The orientations were sufficiently altered to be qualitatively different from each other; that is, different kinds of shading singularities and contour singularities were present in the images. Participants adjusted a local surface attitude probe at 200-250 different locations in the images such that it seems to lie on the pictorial surfaces. It was found that changes in lighting condition induced systematic changes on the settings for both orientations of the objects. First, the results showed that the reconstructed depth range was altered by a change in lighting direction. Second, we looked at the parabolic lines in the surface reconstructions; parabolic lines are curves on a surface where at least one of the principle curvatures equals zero. It was found that the parabolic lines shift due to a change in light direction. This is a particularly interesting finding since the actual location of the parabolic lines on the 3D object is invariant for changes in light direction.

3D-Gemälde auf flacher Leinwand: Entdeckungen der Maler John Jupe und Dorle Wolf

Rainer Wolf

Biozentrum, Universität Würzburg

`lrwolf@biozentrum.uni-wuerzburg.de`

Jupe entdeckte, dass im peripheren Sehfeld jedes Einzelauges Doppelbilder liefert. Demnach wird in V1 eine Afferenzkopie von Bilddetails projiziert, die zur Sehfeldperipherie hin versetzt ist. Jupe lenkt den Blick des Betrachters auf einen Fixierpunkt in Bildmitte und malt im peripheren Sehfeld Gegenständliches mit Doppelkonturen, die man Dank der cortexvergrößerungsbedingten Unschärfe aber nicht als doppelt wahrnimmt. Wir vermuten, dass diese Simulation normalen 3D-Sehens die Information "flaches Bild" unterdrückt, so dass monokulare Indikatoren einen verstärkten Tiefeneindruck bewirken. Daten aus Einzelzell-Ableitungen, die zwei aufeinander folgende Erregungsmaxima zeigen (D.Perrett, pers.Mitt.), scheinen zu bestätigen, dass ein punktförmiger Lichtreiz, den man durch das Sehfeld bewegt, in V1 ein Doppelbild erzeugt. Wozu könnte die Afferenzkopie dienen? In den retinotopen Cortexprojektionen ist das Bild extrem tonnenförmig verzerrt. Um Halbbilder zwecks Auswertung minimaler Disparitäten zu fusionieren, könnten im peripheren Sehfeld Afferenzkopien dorthin geschickt werden wo die gleichfalls verzerrten Bildinformationen des anderen Auges eintreffen. Wolf nutzt die Natur der Farbe selbst und lässt Farbflächen sich vom Malgrund abheben, indem sie die natürliche Chromostereopsis mit Hilfe der "Chroma-Depth"-Brille verstärkt. So werden flache Bilder zu Objekten, die sich vor unseren Augen zu verändern scheinen, denn ihre Rauntiefe erschließt sich nach und nach. Zeigen die seitlichen Kanten einer homogen gefärbten Fläche, die an unterschiedliche Nachbarfarben angrenzen, verschiedene Tiefenpositionen an, wird diese oft als Schräge wahrgenommen, ebenso wie Flächen mit kontinuierlichen Farbübergängen. Reflektiert eine Fläche mehrere diskrete Wellenlängen, entsteht der Eindruck transparenter, tiefengestaffelter Ebenen. Da die chromatische Ablenkung der ChromaDepth-Brille konstant ist, werden die Bilder umso plastischer, je weiter man sich von ihnen entfernt.

Haptics and Touch

Sind Greifeffekte optischer Täuschungen zeitlich konstant?Volker H. Franz¹ und Frank Scharnowski²¹Universität Giessen & MPI für biologische Kybernetik, Tübingen,²Graduate School of Neural & Behavioural Sciences, Tübingen

volker.franz@tuebingen.mpg.de

In einer Reihe von Studien konnten wir einen Einfluss optischer Täuschungen auf Greifbewegungen beim Menschen nachweisen. In der vorliegenden Studie war von Interesse, ob diese Illusionseffekte sich während einer Greifbewegung aufbauen (Carey, *Trends in Cognitive Sciences*, 5, 109-113, 2001) oder zerfallen (Glover & Dixon, *Perception and Psychophysics*, 64, 266-278, 2002). Wir reanalysierten die Daten mehrerer früheren Studien mit zum Teil sehr grossen Stichproben (z.B. 52 Teilnehmer in Franz et al., *Experimental Brain Research*, in press). Die Handöffnung der Teilnehmer wurden zu verschiedenen Zeitpunkten der Greifbewegung bestimmt, wobei wir sicherstellten, dass die Hand das Objekt noch nicht berührt hatte. Zudem korrigierten wir die Illusionseffekte zu jedem Zeitpunkt so dass die unterschiedliche Reaktivität auf eine physikalische Größenveränderung ausgeglichen wurde. Unsere Ergebnisse zeigen, dass während des Ablaufes einer Greifbewegung die Illusionseffekte erstaunlich konstant sind. Dies legt nahe, dass entweder die neuronalen Signale, welche die motorischen Effekte der Illusionen vermitteln, zeitlich konstant sind, oder dass die Greifbewegungen zu weiten Teilen schon programmiert sind, wenn die Bewegung beginnt.

Gefördert durch DFG Projekt Fa119/15-3 und die Max-Planck Gesellschaft.

Modalitätsübergreifendes Erkennen: Zur “Lesefähigkeit” von Hand und Mund.

Cornelius Steckner

FOCAS

focas@nexgo.de

Mit der tastenden Hand kann auch der Üngeübte - visuelle Schreib- und Lesefähigkeit vorausgesetzt - verdeckte plastische Ziffern 0-9 und die Buchstaben A-Z des lateinischen Alphabetes ertasten und sukzessiv ganze Texte erfassen. Die gleiche Leseleistung wird auch durch das Ertasten plastischer Zeichen im Mund erreicht. Untersucht wurde die modalitätsübergreifende Zeichenkonsistenz. Im Test waren zwei Zeichenserien aus Gebäck (Größenklasse A: H= 2 cm [Salzgebäck]; Größenklasse B: H = 4,5 cm [Süßgebäck]). Die Zeichenobjekte wurden zufällig ausgewählt und paarweise angeboten. Sie waren von den Versuchspersonen im Mund zu ertasten und ebenso verdeckt mit der Hand zu ertasten und zu verstehen. Beim Ertasten mit der verdeckten linken Hand, wurde mit der rechten Hand im Seitentransfer gezeichnet. Beim Ertasten der Zeichen mit dem Mund war die Schreibhand ohnehin frei. Bei doppeldeutigen Zeichenqualitäten der Objekte (N, Z und M,W) wurden von den Vp. Orientierungsentscheidungen getroffen. Obgleich die Versuchspersonen (n = 11) die verwendeten Objekte nicht kannten, repräsentieren die Zeichnungen die Orientierung, die Größen- wie die Formeigenschaften der Zeichen sehr genau. Sowohl die mit der Hand wie die im Mund ertasteten Buchstaben wurden dabei trotz der unterschiedlichen Größenklassen im Maßstab 1 : 1 wiedergegeben (n = 8); drei Versuchspersonen (n = 3) unterschätzten jeweils eine Größenklasse trotz unterschiedlicher Oberflächen- und Geschmackseigenschaften. Die aktiven Tastleistungen erwiesen sich also trotz aller Orientierungsprobleme generell als so gut, daß alle Versuchspersonen einerseits modalitätsübergreifend auf die visuell erworbene Lesefähigkeit zurückgreifen konnten, andererseits auch in der Lage waren, den Tasteindruck der Objekte maßstabgetreu zu visualisieren, ohne sich von Oberflächentexturen und Geschmackseigenschaften irritieren zu lassen.

Wie real ist eine virtuelle Scheibe?

Kerstin Stockmeier,¹ Heinrich H. Bühlhoff¹ und Volker H. Franz²

¹MPI für biologische Kybernetik, Tübingen,

²Justus-Liebig-Universität Gießen und MPI für biologische Kybernetik, Tübingen

kerstin.stockmeier@tuebingen.mpg.de

Virtuelle Aufbauten bieten die Möglichkeit die visuelle und haptische Informationen von Greifobjekten unabhängig zu variieren. Aber gelten beim Greifen virtueller Objekte die gleichen Gesetze, wie bei realen Gegenständen? Wir variierten in diesem Experiment die Position und Größe einer virtuellen Scheibe. Wir betrachteten, ob die maximale Handöffnung der Versuchsteilnehmer der Veränderung der Scheibengröße angepasst wird und welchen Einfluss die Position der Scheibe im Raum auf die maximale Griffweite hat. Eine virtuell gerenderte Scheibe mit einem Durchmesser von 36, 40 oder 44 mm und einer Dicke von 15 mm wurde in 27 Positionen im Raum dargestellt. Virtuelles haptisches Feedback wurde mit zwei Roboterarmen (PHANTOMTM) simuliert. Einer der beiden Roboterarme war mit dem Daumen verbunden, der zweite mit dem Zeigefinger, um den Versuchsteilnehmern ein haptisches Feedback der Scheibe bei der Durchführung eines Präzisionsgriffs zu vermitteln. Die Aufgabe der 10 Teilnehmer war die Scheibe zu greifen, zu einem Ziel zu transportieren und dort die Scheibe fallenzulassen. Die virtuellen Scheiben wurden durch einen Spiegel betrachtet, so dass das visuelle und haptische Feedback räumlich übereinstimmten. Wir fanden, dass die Griffweite größer war, wenn die Scheibe weiter entfernt vom Körper des Beobachters lag. Die Höhe der Scheibe beeinflusste die maximale Griffweite nicht. In der Literatur findet man meist keinen Einfluss der Entfernung auf die Griffweite (vgl. Meulenbroek et al, *Experimental Brain Research*, 138, 219-234, 2001). Außerdem reagierten die Teilnehmer etwas anders als erwartet auf eine Änderung der Scheibengröße, sie skalierten ihren Griff nur mit einer Steigung von 0.64 ± 0.06 im Verhältnis zur wirklichen Änderung der Scheibengröße (in realen Umgebungen erwartet man eine Steigung von ca. 0.82, vgl. Smeets & Brenner, *Motor Control*, 3, 237-271, 1999). Ein Grund für diese leicht abweichenden Ergebnisse könnte sein, dass zur Durchführung von natürlichen Greifbewegungen nicht nur haptisches Feedback über die Objektgeometrie benötigt wird, sondern auch taktiler Feedback der Objektoberfläche (welches von uns in diesem Aufbau nicht simuliert wurde).

Motion Perception

The role of feedback for motion integration and disambiguation

Pierre Bayerl und Heiko Neumann

Universität Ulm

`pierre@neuro.informatik.uni-ulm.de`

Motion signals induced by moving objects or selfmotion often remain ambiguous to a large extent due to the aperture problem and noise. We present a recurrent model of motion processing which is capable to integrate and disambiguate such inputs of visual motion. Our model is based on a neural architecture whose principal mechanisms were similar to models of cortical contour, corner, and texture processing. Direction selective cells in model area V1 (Hassenstein-Reichardt detectors) detect local changes induced by motion. Spatial arrangements are subsequently integrated by cells in model area MT and MSTd. The temporal evolution of integration and disambiguation is mediated by stages of cortical interaction, namely feedforward integration, lateral competition and multiplicative feedback (gain control; Neumann & Sepp, *Biological Cybernetics*, 81, 1999). Cells in earlier areas as V1 are highly affected by the aperture problem but have a good spatial resolution. Cells in higher areas may disambiguate the direction of motion, but with less accurate spatial localization. Our architecture of recurrent gain control combines information of different cortical levels resolving the uncertainties of each layer. Computational results show that recurrent interaction can be used to solve the aperture problem. Simulations of model V1 and MT processing moving bars stimuli confirm the results from neurophysiological recordings of the time course of MT-cells qualitatively (Pack & Born, *Nature*, 409, 2001). Further, in a separate contribution, we extend a feedforward model of heading estimation to demonstrate how feedback processing of higher areas modulating the activation of cells in MT can enhance the detection of selfmotion.

Hitting Moving Targets: using the Target's Direction of MotionAnne-Marie Brouwer,¹ Tom Middelburg,² Jeroen B. J. Smeets² and Eli Brenner²¹MPI für biologische Kybernetik, Tübingen, ²Erasmus Universiteit Rotterdam`anne-marie.brouwer@tuebingen.mpg.de`

Previous work indicated that people do not use the speed at which a target is perceived to move to determine where to hit it. Instead, they use the target's changing position and an expected speed (based on the speed of previous targets). In the present study we investigate whether people also ignore the target's perceived direction of motion, and use the target's changing position and an expected movement direction instead. Subjects hit targets that moved in slightly different directions across a screen. Sometimes the targets disappeared after 150 ms, long before the subjects could reach the screen. This prevented subjects from using the target's changing position to adjust their movements, making it possible to evaluate whether subjects were relying on the perceived or an expected (average) direction to guide their movements. The background also moved in some trials. This influences the target's perceived movement direction while leaving its perceived position unaffected. When the background was stationary, subjects did not hit disappearing targets fundamentally differently than the ones that remained visible. The moving background affected the direction in which subjects started to move their hand, in accordance with the illusory change in direction of target motion. If the target remained visible, subjects corrected their initial error, presumably on the basis of information about the target's changing position. We conclude that in addition to the target's position, people use the target's perceived direction of motion when hitting moving targets. Thus the perceived direction of motion is treated differently than the perceived speed.

Flash-Lag Effekt = Hazelhoff-Phänomen ohne Blickbewegungen?

Elena Carbone

Universität Bielefeld

`elena.carbone@uni-bielefeld.de`

Der flash-lag Effekt (z.B. Nijhawan, Nature, 1997, 66-69) tritt auf, wenn – bei festem Fixationspunkt - während der Bewegung eines Reizes ein zweiter Reiz (Marker) auf gleicher Höhe kurz aufblinkt. Unter diesen Umständen erscheint der bewegte gegenüber dem stationären Reiz in Bewegungsrichtung verschoben. Beim Hazelhoff-Phänomen (Hazelhoff & Wiersma, Zeitschrift für Psychologie, 1925, 171-188) werden ebenfalls ein bewegter Reiz und ein aufblinkender Marker dargeboten. Fixiert wird hier aber der bewegte Reiz. Diese Anordnung führt dazu, dass der Marker in die Bewegungsrichtung des Reizes fehllokalisiert wird. Geprüft wurde, ob es sich beim flash-lag Effekt und beim Hazelhoff-Phänomen im Grunde um identische Phänomene handelt, die sich nur darin unterscheiden, dass im einen Fall ein stationärer Punkt fixiert wird, während im anderen Fall Blickbewegungen ausgeführt werden. Die Daten widersprechen dieser Annahme.

Motion and Form Information in the Recognition of Point Light Stimuli

Antonino Casile and Martin A. Giese

University Clinic, Tübingen

`casile@tuebingen.mpg.de`

Since the seminal work by Johansson, it has been widely accepted that mostly motion information is relevant for the perception of point light walkers. Beintema and Lappe (PNAS, 2002, Vol.99, 5661-5663) have proposed a novel point light stimulus (sequential position walker, SPW) that strongly degrades local motion information by randomly displacing the dots along the limbs. Despite this degradation, their subjects were still able to judge the direction of walking, suggesting that the perception of these stimuli was based purely on form information, presumably by fitting an internal kinematic model. To test this hypothesis we designed a novel point light stimulus (Critical Features stimulus, CF) which, unlike the SPW stimulus, contains no defined kinematic structure. Despite of this fact, it is still perceived as a walker. The CF stimulus is composed of regions containing either purely randomly moving dots, or dots with deterministic opponent motion along the horizontal axes, but random vertical motion. By slight variation of the stimulus outline the percept could be reliably shifted between rightward and leftward walking. In psychophysical experiments we found no significant difference in discrimination performances between rightward versus leftward walking between SPW and CF stimulus ($N=5, p>0.7$). These results point against a relevance of kinematic models in the recognition of point light stimuli. We further investigated this idea using a neurophysiologically plausible model of the dorsal (motion) pathway. In our simulations we distinguished between naive subjects, i.e. subjects who have never been exposed to point light stimuli, and expert subjects, i.e. subjects who are very experienced with point light stimuli. We modeled the naive subjects by training of the model with real-world walkers and expert subjects by training with point-light walkers. The simulations show that the degraded motion information, which is still present in the SPW, is sufficient for a reliable recognition of the direction of walking. In particular, they suggest that recognition might rely on opponent motion features that can be extracted by relatively simple neural detectors. We found substantial differences between modeled naive and expert subjects. In particular, extending the model with a ventral (form) pathway did not improve the performances for the naive subjects. These theoretical results provide further support against the relevance of kinematic models in the perception of point light walkers.

Moving objects, anticipation, and smooth pursuit eye movements

Wei H. Chiu und Uwe J. Ilg

Kognitive Neurologie, Tübingen

`sid@uni-tuebingen.de`

Intuitively, it seems to be trivial to anticipate the trajectory of a moving object. Here, we address the question whether we are able to predict the direction as well as the speed of an upcoming moving target. In our first experiment, we elicited smooth pursuit eye movements towards a target that moved exclusively rightward at 10, 20 or 40°/s. Initially, we presented short fixation trials (around 500 ms fixation time), subsequently, we presented long fixation trials (around 1500 ms) with randomly intermingled short fixation catch trials. Our four subjects produced anticipatory pursuit initiations during presentation of the fixation target in the long fixation trials. These predictive pursuit initiations could be definitively separated from saccades. However, the initial eye acceleration was only in three out of four subjects a function of target speed. In the second experiment, our five subjects had to release a sensor on the dimming of a moving (5 or 10°/s) target. We observed a manual reaction time (mrt) of 473±35 ms and 438±37 ms, respectively. When the moment of dimming was announced by a stationary line perpendicular to the target trajectory at the position when the dimming will occur at the onset of the trial, the mrt was reduced significantly to 194±69 ms and 216±66 ms, respectively. If the moving target was switched off 500 ms before this line was reached, our subjects tended to overestimate the target speed in case of low target velocity and underestimated target speed in case of the high target velocity. Taken together, our results suggest that we are able to anticipate the direction of an upcoming moving target correctly. However, our prediction of target speed is less precise.

Globale Bewegung aus Forminformation bei der Wahrnehmung biologischer Bewegung

Karsten Georg und Markus Lappe

Psychologisches Institut II, WWU Münster

kgeorg@psy.uni-muenster.de

In verschiedenen Experimenten wurde die Wahrnehmung biologischer Bewegung mit Methoden der Psychophysik untersucht. Lokale Bewegungsinformation aus den Bewegungsvektoren einzelner Punkte ist dazu nicht erforderlich, viele Aufgaben können allein auf Basis der Formerkennung gelöst werden (Beintema und Lappe, PNAS, 2002, 5661-5663). Bei dieser Formerkennung handelt es sich um einen Top-down-Prozess unter Verwendung einer internen Schablone; dies zeigen zahlreiche in der Literatur beschriebene Experimente. Die Eigenschaften dieser Schablone sollten genauer charakterisiert werden. Als Stimulus verwendet wurde ein künstlich generierter Lichtpunkt-Läufer, bei dem die einzelnen Lichtpunkte von Bild zu Bild ihre Position auf der Figur jeweils zufällig neu einnehmen (Beintema und Lappe, TWK 2001); dadurch enthält dieser Stimulus keine verwertbare lokale Bewegungsinformation. Die Versuchspersonen mussten Aufgaben zur Formerkennung und zur Bewegungserkennung treffen, dabei wurden verschiedene räumliche und zeitliche Parameter des Stimulus variiert. Es zeigte sich, dass Bewegung unter diesen Bedingungen nicht Bestandteil der Schablone zur Formerkennung ist; weiterhin erwies sich diese Schablone als resistent gegenüber möglichen störenden Einflüssen von Bewegung. Eine klare Abhängigkeit zeigte sich dagegen von der Menge zur Verfügung stehender Form- bzw. Positionsinformation. Für die Bewegungserkennung ist unter diesen Bedingungen die Formerkennung Voraussetzung, damit aus mehreren aufeinander folgenden Haltungen die Bewegung der Figur extrahiert werden kann. Daher zeigte sich dabei ebenfalls eine Abhängigkeit von der Menge enthaltener Positionsinformation. Außerdem hatte die räumliche Größe der Sprünge zwischen den einzelnen, statischen Haltungen einen deutlichen Einfluss. Von geringerer Bedeutung zeigten sich zeitliche Intervalle und die Menge insgesamt zur Verfügung stehender globaler Bewegungsinformation.

**Die Wahrnehmung der Bewegungsrichtung beim binokularen Tiefsehen:
Zum Einfluss von Disparitätsänderung und monokularer
Bildgeschwindigkeit**

Michael Hanke und Josef Lukas

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

`m.hanke@psych.uni-halle.de`

Beim Sehen von Bewegungen im 3-dimensionalen Raum spielt das Zusammenwirken der Informationen aus dem rechten und linken Auge eine zentrale Rolle. Die vorliegende Untersuchung beschäftigt sich insbesondere mit der Wirkung von Disparitätsänderung und retinalen Geschwindigkeitsdifferenzen. Den Vpn wurden dynamische Random-Dot-Stereogramme (60 Bilder je Sekunde, zeitlich unkorreliert), dargeboten. Die beiden Halbbilder für das rechte und linke Auge waren räumlich so korreliert, dass sich jeweils ein Quadrat entweder nach vorne, nach hinten, nach links oder nach rechts bewegte (Bewegungsdauer 600 ms, Geschwindigkeit variabel 0-20 min/sec). In der Hälfte aller Versuche war das Quadrat monokular sichtbar (Luminanzbedingung), in der zweiten Bedingung (RDS-Bedingung) gab es keine monokularen Form- oder Bewegungsinformationen. Die Bewegung des Quadrates in beiden Halbbildern wurde in acht Bedingungen realisiert: in beiden Bildern nach rechts bzw. nach links (2), in jeweils gegenläufiger Richtung (2), Verschiebung nur eines Halbbildes (4). Für alle Bedingungen wurde jeweils eine psychometrische Funktion je Richtungsantwort in Abhängigkeit von der Verschiebungsgeschwindigkeit erhoben. Die Struktur der psychometrischen Funktionen gibt Hinweise auf die häufig beschriebene Aufhebung entgegengesetzter retinaler Geschwindigkeits-signale (Westheimer, 1990, *Optom. Vis. Sci.*, 627-630, Harris, Watamaniuk & McKee, 1998, *Nature Neuroscience*, 165-168). Gleichzeitig weist sie die Disparitätsänderung als bedeutendste Informationsquelle bei der Entdeckung von Bewegungen in der Tiefe aus (Cummings & Parker, 1994, *Vision Research*, 483-495). Die Sensitivität des visuellen Systems ist dabei in der RDS-Bedingung mindestens ebenso hoch wie in der Luminanzbedingung.

Band-pass, Low-pass and High-pass Tuning to Motion in Depth

Martin Lages, Erich W. Graf and Alexander Dolia

University of Glasgow

m.lages@psy.gla.ac.uk

We used the Pulfrich effect to investigate motion-in-depth perception. Sensitivity to interocular phase difference between sinusoidally oscillating sine-wave gratings was measured in four observers who judged direction of motion in depth. Discrimination thresholds in terms of interocular phase difference were transformed into horizontal disparity, temporal delay, and velocity difference to compare spatial and temporal tuning on these scales. Temporal frequency tuning of disparity and phase difference thresholds was band-pass relatively independent of spatial frequency content whereas tuning of temporal delay and velocity difference thresholds was high-pass and low-pass, respectively. These results in connection with evidence from two control experiments support the idea that perception of motion in depth is based on the integration of motion and disparity rather than temporal delay or velocity difference.

Formbasierte Erkennung von Bewegungsabläufen biologischer Bewegung

Joachim Lange und Markus Lappe

Allg. Psychologie, WWU Münster

jolange@psy.uni-muenster.de

Im letzten Jahr (TWK 2002) haben wir basierend auf den Untersuchungen von Beintema und Lappe (PNAS, 2002) ein formbasiertes Ideal-Observer-Modell zur Wahrnehmung biologischer Bewegung vorgestellt. Dieses wurde von uns erweitert und mit zusätzlichen psychophysischen Experimenten verglichen. Das Modell benutzt statische Bilder eines laufenden Menschen als intern gespeicherte Haltungen und fällt seine Entscheidungen durch Abstandsmessungen zwischen jedem Einzelbild eines Stimulus und diesen gespeicherten Haltungen. Als Stimulus verwenden wir einen Lichtpunktläufer, bei dem die Punkte ihre Position auf dem Körper von Bild zu Bild zufällig ändern. Wir führten mehrere Aufgaben durch: eine Rechts-/Linksdiskriminierung, bei der unterschieden werden musste, ob der Läufer nach rechts oder links läuft, eine Kohärenz-/Inkohärenzdiskriminierung, bei der sich Ober- und Unterkörper entweder in dieselbe (kohärente) oder entgegengesetzte (inkohärente) Richtung bewegten und eine Vorwärts-/Rückwärtsdiskriminierung. Hierbei wurde die Läufersequenz entweder in der "normalen" Reihenfolge gezeigt (Vorwärtsbewegung) oder in umgekehrter Reihenfolge abgespielt (Rückwärtsbewegung). Mit diesen einzelnen Diskriminierungsaufgaben führten wir mehrere Experimente durch, wobei wir den Einfluss von Forminformation, lokalen Bewegungssignalen und Präsentationsdauer des Stimulus untersuchten. Die Ergebnisse zeigen, dass in den Aufgaben, in denen die Form und die lokalen Bewegungssignale variiert wurden, Modell und psychophysische Daten sowohl qualitativ als auch quantitativ sehr gut übereinstimmen. Des Weiteren war das Modell in der Lage die Abhängigkeit der korrekten Antworten der Versuchspersonen von der Stimulusdauer sehr genau zu simulieren. Da das Modell nur auf der Analyse von Forminformationen basiert, kann daraus geschlossen werden, dass zumindest die hier vorgestellten Experimente allein mit Hilfe von Forminformationen gelöst werden können und lokale Bewegungssignale nicht zur Wahrnehmung beitragen.

Unterstützt durch das BMBF.

The role of log polar mapping for heading estimation and heading representation in a model of motion integration

Frank Seifart, Pierre Bayerl und Heiko Neumann

Universität Ulm

`frank.seifart@informatik.uni-ulm.de`

We present a model of neural heading estimation based on the representation of visual motion in area MSTd. The model builds upon a previous model of V1-MT-MSTd (Grossberg, Mingolla and Pack, Cerebral Cortex, 1999), which included a retino-cortical mapping using a complex logarithmic transformation. Here we extend this model by adding a cell map representing the heading space connected to MSTd. These connections are based on simple geometric properties of typical optic flow patterns induced by egomotion. Model simulations show that, consistent with psychophysical observations, egomotion in forward directions is detected more accurately than for sideward movements. Therefore, similar to the retino-cortical mapping it is possible to use a log-polar representation to efficiently encode the heading map. We further suggest a novel interpretation of flow information found in MSTd cells caused by the cortical topography in the primary visual area. In a log-polar framework a forward moving observer induces a homogeneous pattern of cortical visual motion directions, whereas sideward movements lead to inhomogeneous patterns. The distribution of MSTd-cell responses can be used to adjust the gaze in order to fixate along the direction of self-motion. As a consequence, the retino-cortical transformation can explain why observers tend to look near their heading if no other objects have to be fixated.

The Extra-retinal Contribution to the Perception of Motion in Depth

Andrew E. Welchman,¹ Julie M. Harris² and Eli Brenner³

¹MPI für biologische Kybernetik, Tübingen, ²University of Newcastle, UK,

³Erasmus MC, The Netherlands

`andrew.welchman@tuebingen.mpg.de`

In natural settings, our eyes tend to track interesting or dangerous objects moving towards us. This complicates the relationship between an object's motion and the binocular retinal projection of its motion. To perceive the object's motion, the brain should take eye movement information into account. This could be done using retinal cues (the slip of static scene structures) or extra-retinal cues (e.g. copies of motor commands). Previous studies have found that extra-retinal cues provide a very poor cue to eye rotation (Erkelens & Collewijn, *Vision Research*, 1985, 583-588; Regan et al., *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 1986, 584-597) thus suggesting that extra-retinal cues are not used to perceive motion-in-depth. Here, we re-evaluate the brain's use of extra-retinal cues in 3D motion perception. We employ conditions designed to isolate retinal cues and extra-retinal cues to motion-in-depth. In contrast to previous reports, we find that observers can use extra-retinal cues to make accurate motion discriminations. We report that extra-retinal signals provide reliable information about eye rotations that is used to perceive 3D motion.

Multimodal Integration

Visuelle Aufmerksamkeitsmechanismen auf bimodalen Laserdaten

Simone Frintrop, Erich Rome, Andreas Nüchter und Hartmut Surmann

Fraunhofer Institut AIS

`simone.frintrop@ais.fraunhofer.de`

Aufmerksamkeit hilft Menschen dabei, relevante Punkte der Umgebung mit den Augen zu fixieren, um wesentliche Informationen aus der Menge an Sinneseindrücken herauszufiltern. Obwohl menschliche Aufmerksamkeit durch verschiedene Sinnesorgane beeinflusst wird, simulieren bestehende Aufmerksamkeitsmodelle gewöhnlich nur visuelle Aufmerksamkeit und deren Implementierungen nutzen meist nur Kameradaten. Im Gegensatz dazu wenden wir Aufmerksamkeitsmechanismen auf bimodale Daten eines 3D-Laserscanners an, der auf einem autonomen mobilen Roboter montiert ist. Der 3D-Laserscanner deckt eine große Bildfläche ab und liefert mit einem einzigen Scan sowohl Tiefen- als auch Intensitätswerte. Diese Daten wurden als Bilder dargestellt, so dass ein Scan-Durchgang ein Tiefen- und ein Intensitätsbild der Umgebung erzeugt. Auf diese Bilder wurde das Aufmerksamkeitsmodell von Itti et al. angewendet. Der Vorteil dieses Ansatzes ist die zusätzliche Tiefeninformation, die bei rein Kamera-gesteuerten Modellen nur durch den aufwändigen Einsatz von Stereo-Bilddatenverarbeitung zu gewinnen ist. Dadurch können Objekte mit gewissem Abstand zu ihrem Hintergrund leicht detektiert werden. In unseren Experimenten wurde der Ansatz sowohl innerhalb von Gebäuden als auch im Freien getestet, so dass die Szenen von Büroumgebungen bis zu Straßenverkehrsszenen reichen. Die Ergebnisse belegen die Eignung des 3D-Laserscanners zur Detektion auffälliger Bereiche: 86% der zuerst fokussierten Bereiche zeigen ein Objekt von potenziellem Interesse. Vorteilhaft ist dabei die Multimodalität des Scanners, da Intensitäts- und Tiefeninformation verschiedene Arten von Auffälligkeit detektieren und sich so gegenseitig ergänzen können. In Zukunft sollen diese Ergebnisse genutzt werden, um Robotern bei diversen Aufgaben behilflich zu sein, zum Beispiel bei der Manipulation von Objekten, der Hindernisvermeidung oder der Selbst-Lokalisierung anhand von Landmarken.

Einfluß der Blickrichtung auf die vertikale Lokalisation von Schallquellen?Stephan Getzmann¹ und Jörg Lewald²¹Ruhr-Universität Bochum, ²Institut für Arbeitsphysiologie, Dortmund

stephan.getzmann@ruhr-uni-bochum.de

Eine seitliche Augenposition beeinflusst systematisch die horizontale Lokalisation von Schallquellen: sie erscheinen zur Gegenseite verschoben (Lewald, 1998, *Hearing Research*, 206-216). In der vorliegenden Arbeit wurde geprüft, ob ein vergleichbarer Effekt auch in der Vertikalen auftritt. Dies war nicht notwendigerweise zu erwarten, da das Gehör für die vertikale Lokalisation hauptsächlich monaurale spektrale Richtungsparameter auswertet, in der Horizontalen dagegen interaurale Schalldifferenzen. 12 Versuchsteilnehmer zeigten unter reflexionsfreien Bedingungen und bei Dunkelheit jeweils auf eine von 8 Schallquellen, die in der Horizontalebene 2° und 6° links und rechts der Geradeausrichtung sowie in der Medianebene 3° und 9° oberhalb und unterhalb der Augenhöhe angeordnet waren. Während der Lokalisation des Zielreizes fixierten die Versuchspersonen eine von 4 Leuchtdioden (jeweils 30° links, rechts, oben und unten). Während sich für die horizontale Lokalisation der bekannte Augenpositionseinfluß zeigte (mittlere Differenz zwischen Fixierung links und rechts: 3.0°, SEM $\pm 0.9^\circ$), ergab sich in der Medianebene kein signifikanter Effekt, sondern lediglich ein schwacher Trend ($1.1^\circ \pm 1.7^\circ$). Die Ergebnisse zum horizontalen Augenpositionseffekt entsprechen früheren Befunden. Möglicherweise beruht er auf einer durch Augenmuskelpropriozeption vermittelten unvollständigen neuronalen Transformation der auditiven Raumkoordinaten in ein okulozentrisches Bezugssystem (Lewald, 1998; Jay and Sparks, 1984, *Nature*, 345-347; Zella et al., 2001, *Nature Neuroscience*, 1167-1169). Das Ausbleiben eines Effekts in der Vertikalen läßt vermuten, daß solche Koordinatentransformationen spezifisch die binauralen Mechanismen der horizontalen Lokalisation betreffen (Lewald and Ehrenstein, 2001, *Neuroscience Research*, 253-257; Getzmann, 2002, *Hearing Research*, 130-139).

Einfluss somatosensorischer Stimulation auf die wahrgenommene Körperschräglage.

Sarah Glaus und Thomas Jarchow

Abt. Allg. Psychologie, Universität Zürich

sarahglaus@yahoo.de

Im Alltag glauben wir, dass somatosensorische Stimulation einen Einfluss auf die Wahrnehmung unserer Körperhaltung im Raum hat. Um diesen Einfluss auf das Empfinden der Körperschräglage zu prüfen, wurde folgender Versuch durchgeführt: 18 Versuchspersonen stellten sich in drei Bedingungen je sechzehn Mal in diejenige Schräglage ein, in welcher sie sich horizontal auf der Seite liegend erlebten. In der Baseline-Bedingung wurde diese Aufgabe im Dunkeln und ohne spezielle somatosensorische Stimulation ausgeführt. In zwei weiteren Bedingungen wurde den Versuchspersonen rhythmisch an der Haut des Oberkörpers in Richtung der Füße resp. des Kopfes gezogen (3 - 5 kg). Die Ergebnisse zeigen, dass Einstellungen mit Zug an der Haut anders ausfallen als solche ohne. Im Mittel erleben sich Versuchspersonen bei 89.7° (SD 2.0) horizontal (Baseline), während sie sich in der Bedingung mit Zug zu den Füßen signifikant in Richtung kopfunten einstellen (92.4° , SD 2.3, $p=.001$). Die Bedingung mit Zug zum Kopf unterscheidet sich nicht von der Baseline-Bedingung. Dieses Ergebnis zeigt, dass eine spezifische somatosensorische Stimulation tatsächlich einen Einfluss auf unsere erlebte Körperschräglage haben kann. Anscheinend wird der Zug an der Haut in Richtung der Füße als ein "Aufrichten" interpretiert, was zu Einstellungen in Richtung kopfunten führt. Allerdings ist die Effektgrösse der hier applizierten somatosensorischen Stimulation eher klein. Ein Zug von 3 - 5 kg vermochte die eingestellte horizontale Körperschräglage um nicht mehr als drei Grad zu verändern. Daher kann vermutet werden, dass somatosensorische Information im Vergleich mit der vestibulären eine eher untergeordnete Rolle spielt.

Learning to Fuse Unrelated Cues

Frank Jäkel¹ and Marc O. Ernst²

¹Graduate School for Neural- and Behavioural Sciences, Tübingen,

²MPI für biologische Kybernetik, Tübingen

`frank.jaekel@student.uni-tuebingen.de`

Fusion of different cues can improve the reliability of perceptual estimates. E.g., a more accurate size estimate can be achieved when visual and haptic size information is used in combination (Ernst & Banks, 2002, *Nature*, 429-433). To combine different cues the observer has to know which cues belong together (i.e., the correspondence problem has to be solved). Here we examine whether subjects can learn to fuse two arbitrary cues based on their statistical co-occurrence. To this end, we trained 6 subjects for about an hour with highly correlated stimuli that are usually uncorrelated, the luminance of an object (visual cue) and its stiffness (haptic cue). To test for learning, we measured subjects' discrimination performances before (pre-test) and after (post-test) training. The discrimination task had two intermixed conditions: One condition in which the cues were consistent with the correlation during training (congruent) and another condition in which they were anti-correlated (incongruent). If training had an effect we would predict that the stimuli with congruent cues elicit an improvement in discrimination performance relative to the incongruent condition, because if the cues were truly fused after training the variance of the combined estimate should be lower. In agreement with our prediction we found a significant interaction between pre- and post-test for the two congruent and incongruent conditions ($F[1,5]=20,3$; $p<0.01$). This indicates that subjects indeed picked up the correlation in the training phase and fused the two cues. We conclude that fusion of cues can be learned on a relatively short time-frame based on the statistics of their co-occurrence.

This work was supported by the Max Planck Society and was conducted within the EU-Project TOUCH-HapSys (IST-2001-38040)

Perzeptuelle Integration räumlich und zeitlich disparater auditiver und visueller Reize

Jörg Lewald¹ und Rainer Guski²

¹Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund,

²Fakultät für Psychologie, Ruhr-Universität Bochum

joerg.lewald@ruhr-uni-bochum.de

Kombiniert dargebotene auditive und visuelle Reize können zu einem einheitlichen Perzept führen, auch wenn sie von unterschiedlichen räumlichen Positionen ausgehen. In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, in welcher Weise diese als Ventriloquismus-Effekt bekannte Illusion von räumlichen, zeitlichen und kognitiven Faktoren abhängt. Es wurden "einfache" auditive und visuelle Reize (Tonpulse, punktförmige Lichtpulse) mit verschiedenen zeitlichen und räumlichen Disparitäten präsentiert. Mittels einer Skala beurteilten die Versuchsteilnehmer den Eindruck der Wahrscheinlichkeit einer gemeinsamen Ursache (Experiment 1), der räumlichen Übereinstimmung (Experiment 2) oder der Gleichzeitigkeit von Schall und Licht (Experiment 3). In allen drei Experimenten zeigte sich eine signifikante Abhängigkeit der Beurteilungen von der zeitlichen Beziehung der auditiven und visuellen Reize, wohingegen Einflüsse der räumlichen Beziehung nur in den Experimenten 1 and 2 nachweisbar waren. Optima der Beurteilungen traten auf, wenn die Schallpulse 50-100 ms verzögert den Lichtpulsen folgten. Darüber hinaus waren die räumlich-zeitlichen Bereiche der optimalen Beurteilung phänomenaler Kausalität (Experiment 1) deutlich ausgedehnter, als es allein aufgrund einer Kombination wahrgenommener räumlicher und zeitlicher intermodaler Disparitäten (Experimente 2 und 3) zu erwarten gewesen wäre. Diese Ergebnisse zeigen, daß zwar zeitliche und räumliche Nähe beider Reize entscheidend für den Eindruck phänomenaler Kausalität ist. Zusätzlich wurde die perzeptuelle Verbindung beider Reize in Experiment 1 jedoch durch kognitive Faktoren - hier durch die Instruktion, die Wahrscheinlichkeit einer gemeinsamen Ursache zu beurteilen - gefördert. Offenbar spiegeln diese Einflüsse ähnliche Effekte wider, wie sie in früheren Untersuchungen durch einen erhöhten Grad der Komplexität auditiver und visueller Reize und der Plausibilität einer gemeinsamen Ursache induziert wurden.

The Role of Co-localization for Auditory-visual Motion Signals

Florian Röhrbein,¹ Markus Hofbauer,² Georg Meyer,¹ Sophie Würger,¹
Kerstin Schill² and Christoph Zetsche²

¹Keele University, UK, ²Ludwig-Maximilians-Universität München

f.roehrbein@cns.keele.ac.uk

The integration of non-local auditory and visual motion can best be explained by probability summation with direction-independent signals from modality specific motion detectors, as we have shown (Würger et al., 2002, *Journal of Vision*, 2(7), 663a). This finding contradicts other physiological and perceptual data which suggest auditory-visual integration at an early stage. We hypothesize that this low-level integration crucially depends on the auditory and visual signals to be co-localized and co-incident. For this we measured motion detection thresholds for auditory, visual and bimodal motion stimuli. These were presented along a horizontal arc containing 31 loudspeakers and LEDs, spaced five degrees apart. Each motion signal described a 90 deg arc in either the left or right hemifield in front of the observer. The auditory and visual components used for the bimodal stimuli moved independently, hence they could move in the same or opposite direction and be in the same or different hemifields. As result, sensitivity was significantly increased and this gain was observed only when the auditory and visual motion signals moved in the same direction and were located in the same hemifield. A neural summation model explains the data for this congruent condition. In all other conditions the bimodal thresholds could be explained by an independent-decisions model. Therefore we conclude that auditory and visual motion signals have to be co-localized to be integrated effectively. This is consistent with the idea that local auditory and visual signals are integrated before motion is extracted.

A Computational Model of Early Multimodal Integration of Vision and Sound

Carsten Schauer and Horst-Michael Gross

Technische Universität Ilmenau

`schauer@informatik.tu-ilmenau.de`

We introduce a computational model of sensor fusion based on the topographic representations of a “two-microphone and one camera” configuration. Our aim is to perform a robust multimodal attention-mechanism in artificial systems. In our approach, we consider neurophysiological findings to discuss the biological plausibility of the coding and extraction of spatial features, but also meet the demands and constraints of applications in the field of human-robot interaction. In contrast to the common technique of processing different modalities separately and finally combine multiple localization hypotheses, we integrate auditory and visual data on an early level. This can be considered as focusing the attention or controlling the gaze onto salient objects. Our computational model is inspired by findings about the inferior colliculus in the auditory pathway and the visual and multimodal sections of the superior colliculus. Accordingly it includes: (a) an auditory map, based on interaural time delays, (b) a visual map, based on spatio-temporal intensity difference and (c) a bimodal map where multisensory response enhancement is performed and motor-commands can be derived. Along with our experiments, questions arise about the spatial and temporal nature of audio-visual information: Which precision or what shape of receptive fields are suitable for grouping different types of multimodal events? What are useful time windows for multisensory interaction, and how can the brain realize those effects in the range of some 100ms. These questions are rarely discussed in the context of computer vision and sound localization, but seem to be essential for the understanding of multimodal perception and the design of appropriate models.

Perception of Time

**Longer response latencies for false compared to correct responses do not
(necessarily) reflect differences in task-specific temporal demands**

Thomas Rammsayer und Susanne Brandler

Georg-August-Universität Göttingen

trammsa@uni-goettingen.de

An increasing number of cognitive and psychophysical studies indicates longer response times for false than for correct responses and, thus, provides converging evidence for the generality and universality for the so-called “False > Correct(F>C)-Phenomenon” (e.g., Beckmann, Diagnostica, 2000, 124-129). Although the F>C-Phenomenon does not seem to be related to task performance and task difficulty, the mechanisms underlying the F>C-Phenomenon remain completely unclear. The present study was designed to further elucidate processes involved in the F>C-Phenomenon. For this purpose, 60 subjects performed various adaptive computerized discrimination tasks under three different response modes. The F>C-Phenomenon was observed with an unrestricted response mode, but also with a delayed response after a 2-s waiting period. Furthermore, the F>C-Phenomenon could be demonstrated with a 2-step response rule, i.e., the subject had to press a “ready”-key to signal that he/she arrived at a decision before the actual decision response was performed. Again, mean response latencies for the “ready”-key press were longer for subsequent false than for subsequent correct responses. The present findings confirmed the general validity of the F>C-Phenomenon. On the other hand, the overall pattern of results supports the assumption that differences in latencies for correct and false responses do not reflect temporal demands of task-specific information processing.

Eine Skalierungsmethode zur Erfassung der Wahrnehmung von Zeit

Ingrid Scharlau und Ulrich Ansorge

Universität Bielefeld

`ingrid.scharlau@uni-bielefeld.de`

Zeigt man einem visuellen Zielreiz vorausgehend an seinem Ort einen Hinweisreiz, so wird der Zielreiz als früher wahrgenommen als ein ungebahnter Reiz. Dies gilt auch dann, wenn der Hinweisreiz visuell maskiert und deswegen unsichtbar ist (perceptual latency priming, PLP). PLP lässt sich als Folge der Zuwendung visuell-räumlicher Aufmerksamkeit an den Ort des Hinweisreizes erklären. Der Effekt wird üblicherweise mit zeitlichen Reihenfolgeurteilen zwischen gebahnten und ungebahnten Reizen erhoben. Verschiedene Autoren haben jedoch darauf hingewiesen, diese Methode bias-belastet ist und der Effekt folglich ein Artefakt sein könnte (Jaskowski, 1993, *Perception & Psychophysics*, 681-689; Pashler, *The Psychology of Attention*, Cambridge, 1998), etwa deswegen, weil die Versuchspersonen die Ausrichtung ihrer Aufmerksamkeit als Grundlage ihres Reihenfolgeurteils verwenden könnten. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass der Anteil eines solchen bias am Effekt der Aufmerksamkeit auf die perzeptiv Latenz sehr klein ist (Spence, Shore, & Klein, 2001, *JEP: General*, 799-832). Wir stellen eine weitere Methode vor, die den Einfluss eines response bias minimiert. Die Versuchspersonen skalieren das zwischen zwei Zielreizen (einem gebahnten und einem ungebahnten Zielreiz) wahrgenommene Intervall. Die vorgelegten Experimente zeigen, dass sich PLP mit diesen Methoden erfassen lässt und dass auch die Grösse des Effekts gut mit der übereinstimmt, die im zeitlichen Reihenfolgeurteil gemessen wird.

Understanding the Judgment Process: do the Primacy and Frequency Effects Derive from Sequence Effects?

Alexander Sokolov¹ and Marina Pavlova²

¹TU Braunschweig, ²Medical School, Tübingen

a.sokolov@tu-bs.de

Category judgments exhibit a considerable variability depending on which- small or large- stimuli occur predominantly at the outset of an experiment (the primacy effect) or with a greater overall frequency (the frequency effect; Sokolov, Pavlova, & Ehrenstein, 2000, *Perception & Psychophysics*, 998-1007). These “global”, long-term effects persist as long as for at least 100 trials (e.g., Sokolov, Pavlova, & Baird, 2002, *Perception & Psychophysics*, 561-569). On the contrary, the sequence (contrast and assimilation) effects represent short-term, “local” dependencies of the current judgment on psychophysical (stimulus/response) events that take place one to several trials in the past (e.g., Baird, 1997, *Sensation and Judgment: Complementary theory of psychophysics*, Erlbaum; Petzold & Haubensak, 2001, *Perception & Psychophysics*, 969-978). Here, we examined if the primacy and frequency effects seen in category judgment arise from the sequence effects. An “impulse plot” analysis (Lockhead, 1984, in Kornblum & Requin (Eds.), 27-47, Erlbaum) was applied to data sets obtained in a 2 x 2 factorial design: [frequent/infrequent] x [slow/fast] visual speeds presented mainly on the initial trials and judged by participants using three categories (slow, moderate, or fast). Impulse plots show the average judgment on trial T as a function of the particular stimulus or judgment presented k trials back. Despite the pronounced primacy and frequency effects observed, the analysis failed to reveal any systematic sequence effects in the four experimental conditions. The results suggest that the primacy and frequency effects in category judgment do not derive from the short-term sequence dependencies.

Perceptual Neuroscience

Human Somatosensory Cortical Reorganization Induced by Passive Tactile Coactivation Differentially Effects Spatial and Temporal Discrimination Performance

Amra Hodzic, Ahmed el Karim, Ralf Veit and Ben Godde

University of Tübingen

amra.hodzic@godde.de

A few hours of tactile coactivation induce significant reorganization of the paw representation in primary somatosensory cortex (SI) of adult rats. Changes are characterized by an enlargement of the cortical areas representing the stimulated skin sites and of the corresponding receptive fields and by increased neuronal response durations (Godde et al., 1996, *Neuroreport* 8, 281-285). In humans this coactivation paradigm led to comparable reorganization of the primary somatosensory cortex, paralleled by improvement of spatial discrimination performance (Godde et al., 2000, *J Neurosci* 20, 1597-1604; Pleger et al., 2001, *PNAS* 98, 12255-12260; Godde et al., 2003, *Neuroreport*, in press). Here we demonstrate that different somatosensory discrimination tasks are differentially effected by this kind of passively induced cortical reorganization. For coactivation, separated receptive fields on the right index finger (digit 2) were simultaneously stimulated for 3 hours as described in (Godde et al., 2000). Pre and post coactivation, we performed psychophysical tests of spatial and temporal discrimination performance, accompanied by fMRI mappings of the somatosensory cortical representations of digit 2 of the right (test) and left (control) hand with a 1.5 T Siemens scanner. For testing spatial discrimination performance we used gratings of different spacings which orientations on the finger tips had to be discriminated by the subjects. For temporal discrimination tests vibrotactile stimuli of 500ms duration with frequencies between 25 Hz and 35 Hz were applied and subjects had to decide if the frequencies of the test stimuli were higher or lower than that of a 30 Hz reference stimulus. We found that the somatosensory cortical representation of the finger stimulated during coactivation was selectively enlarged as compared to the representation of the control finger. These plastic changes were accompanied by differential effects on spatial and temporal discrimination performance. Thresholds for spacing of gratings in the orientation discrimination task were decreased, indicative of improved performance. On the other hand, frequency discrimination thresholds increased. Both effects were found for the test but not for the control finger. Combined, our results reveal the possibility to induce specific perceptual learning effects with pure passive tactile stimulation without attention or reinforcement.

Supported by Volkswagen Stiftung I 73035.

Organisation of the Visual Cortex in Human Albinism

Michael B. Hoffmann¹ and Antony B. Morland²

¹Visual Processing Lab, Neuroophthalmologie, Univ. Augenklinik Freiburg,

²Dept. Psychology, Royal Holloway, Univ. London

hoffmann@aug.ukl.uni-freiburg.de

The albino visual cortex receives abnormal input from the ipsilateral visual field. To investigate how the abnormal input is topographically mapped in the visual cortex of human albinos we applied retinotopic mapping fMRI procedures. We stimulated the nasal and temporal retina of three subjects with albinism in separate experiments and report four main findings: (1) We found an abnormal cortical representation of the ipsilateral visual field. (2) This abnormal representation is strongest in the central visual field and absent in the periphery. (3) Normal and abnormal representations were identified within similar boundaries of the early visual areas. (4) The abnormal cortical representation of the ipsilateral visual field is mirror-symmetrically superimposed onto the normal representation of the contralateral visual field in primary visual cortex and extrastriate areas. In the majority of albino models studied the mismatch of visual information at the cortical level is resolved either by re-ordering the geniculo-striate projection or by suppressing the abnormal cortical input. Our results provide evidence that neither of these solutions is adopted in the human visual system. We propose that the circuitry that endows normal subjects with binocular vision must, in subjects with albinism, be modified or fail to develop to prevent sensory conflict in human albinism.

Die Entwicklung von Augenbewegungen bei der Vorstellung horizontaler Objektbewegung

Susanne Huber und Petra Studer

FML der Max-Planck-Gesellschaft

susanne.huber@tuebingen.mpg.de

Studien belegen, dass Kinder schon früh (zwischen 5 und 7 Jahren) in der Lage sind sich Bewegungen vorzustellen (Estes, 1998, *Child Development*, 1345-1360; Marmor, 1975, *Cognitive Psychology*, 548-559). Welche Rolle Augenbewegungen bei der Generierung von vorgestellter Bewegung spielen, ist jedoch noch unklar. In der vorliegenden Studie wurde die Entwicklung der Fähigkeit untersucht, vorgestellte Bewegungen eines Objektes mit den Augen zu verfolgen. Kinder im Alter von 6-7 und 10-11 Jahren sowie Erwachsene hatten die Aufgabe sich vorzustellen, wie eine Katze bzw. eine Schildkröte auf einem horizontalen Pfad entlang läuft. Der mittlere Teil des Pfades war durch eine Wand verdeckt. In einer zweiten Aufgabe sollten sie die Bewegung eines Balls auf diesem Pfad verfolgen und sich seine Bewegung hinter der Wand vorstellen. Die Augenbewegungen wurden aufgezeichnet. Die Fähigkeit vorgestellte Bewegungen mit den Augen zu verfolgen verbesserte sich mit zunehmendem Alter. Unabhängig von der Aufgabe, waren Erwachsene in der Lage die Bewegung des Balls, sowie der beiden vorgestellten Tiere auf der gesamten Bahn mit den Augen zu verfolgen. Die jüngeren Kinder fixierten dagegen hauptsächlich den Startpunkt, Anfangs- und Endpunkt der Wand, sowie das Ende der Bahn. Bei den älteren Kindern war diese Tendenz kaum noch vorhanden. Für die zweite Aufgabe ergab sich bei Erwachsenen wie auch bei 10-11 Jährigen zusätzlich, dass sich die Katze in der Vorstellung schneller bewegt als die Schildkröte. Die 6-7 Jährigen dagegen unterschieden in ihrer Vorstellung die Geschwindigkeiten der beiden Tiere nicht. Diese Ergebnisse zeigen, dass Augenbewegungen erst im Laufe der mittleren Kindheit mit kinematischen Vorstellungsbildern korrespondieren.

Langzeitanwendung computergestützter Pleoptik durch Hintergrundstimulation unter spielerischer Aufmerksamkeitsbindung in Heimtherapie: Sind differenzielle Effekte auf Nahvisus vs. Fernvisus bedingt durch Reihen- vs. Einzeloptypenmessung?

Uwe Kämpf,¹ Dietmar Zeller,¹ Rinat Saifoulline,¹ Mike Hänsel,¹
Felix Muchamedjarow¹ und Wolfgang Haase²

¹TU Dresden, ²Allgemeines Krankenhaus Hamburg Barmbek

uwe@psychologie.tu-dresden.de

Wir stellen die ersten Ergebnisse einer multizentrischen prospektiven Studie zur Anwendungserprobung eines softwarebasierten Stimulationsverfahrens in der unterstützenden Amblyopiebehandlung vor. Patienten einer Reihe von deutschlandweit mit uns kooperierenden Einrichtungen (Strabologische Abteilungen in Augenkliniken und Privatpraxen mit Sehschule) erhielten, nach in der Regel 14-tägiger Anschubbehandlung durch Orthoptistinnen, eine Therapiediskette mit nach Hause unter der Auflage, beaufsichtigt durch die Eltern, damit täglich selbständig nach einem vorgegebenem Zeitschema zu trainieren. Zur Stimulation wurde ein driftendes Sinusoidalgitter niedriger Ortsfrequenz und Zeitfrequenz eingesetzt, welches als Hintergrundreiz in diverse einfache Computerspiele zur Aufmerksamkeitsbindung durch sensomotorische Koordinationsanforderungen implementiert war. Die Stimulation intendiert, gemäß einer früher begründeten Arbeitshypothese, durch reizinduzierte Phasenankopplungen zur Stärkung von Synchronisations- und Koordinationsprozessen in den visuellen Kanälen beizutragen. Wir zeigen die Ergebnisse einer insgesamt halbjährigen Heimtherapieanwendung unter Berücksichtigung ätiologischer Fragestellungen, die durch ein ausführliches Erhebungsmaterial (Anamnesebögen, Befunderhebungen zu Beginn, während und nach dem Halbjahreszeitraum) anhand von Schichtungen innerhalb der Patientenstichprobe beantwortet werden sollen. Die hier vorgestellten ersten Auswertungen beschränken sich auf Gegenüberstellungen der jeweils ersten vs. letzten Befunde für die bis zum jetzigen Zeitpunkt abgeschlossenen Behandlungen der noch laufenden Studie. Diskutiert wird insbesondere, ob die in früheren Studien erhaltenen stärkeren Visusanstiege beim Nahvisus gegenüber dem Fernvisus sich erklären lassen durch eine Konfundierung mit Sehtests anhand von Einzel- vs. Reihenotypen.

Lesen ohne Fovea? Fixationsmuster und Leseleistung beim Lesen mit einer Pseudofovea

Angelika Lingnau

TU Braunschweig

a.lingnau@tu-bs.de

Bei Makulopathie, einer degenerativen Netzhauterkrankung, entsteht im Zentrum des Gesichtsfeldes ein Bereich, in dem der Patient nicht mehr oder nur noch verschwommen wahrnehmen kann (Skotom). Häufig entwickelt sich als Kompensation eine Pseudofovea, d. h. ein Ort in der Peripherie des Gesichtsfeldes, der die Informationsaufnahme übernimmt. Bislange ist jedoch unklar, ob jeder Ort im Gesichtsfeld zu denselben Leseleistungen führt. Kann das Lesen mit einer Pseudofovea an einer bestimmten Lokation trainiert werden? Welche Auswirkungen haben unterschiedliche Pseudofovea-Lokationen auf Fixationsverhalten und Leseleistung? Da sich Patienten recht stark hinsichtlich Form und Größe des Skotoms unterscheiden, wurden gesunde Probanden untersucht, bei denen durch eine blickkontingente Bildschirmveränderung eine Pseudofovea simuliert wurde. Dazu trainierten Probanden fünf Stunden lang, Text zu lesen, der bis auf einen kleinen runden Ausschnitt – die simulierte Pseudofovea - unscharf dargeboten wurde. Die Pseudofovea konnte sich links bzw. unterhalb der jeweiligen Blickposition befinden. Die Lokation der Pseudofovea wurde den Probanden vor jedem Block mitgeteilt. Alle Probanden verbesserten im Verlauf des Trainings ihre Leseleistung, gemessen am Anstieg der Leserate bzw. einer Abnahme der Anzahl von Fixationen. Ein Vergleich der Fixationsmuster zwischen den beiden Lokationen zeigte ein deutlich komplexeres Muster, wenn die Pseudofovea unterhalb der Blickposition lag. Dementsprechend erzielten die meisten Probanden eine höhere Leserate beim Lesen mit Pseudofovea links von der Fixation. Derzeit wird überprüft, ob die beobachteten Unterschiede zwischen den beiden Lokationen von der Textrichtung abhängen.

Pseudohalluzinationen während spontaner und trainingsbedingter Verbesserung von Sehleistungen bei Patienten mit Hirnschädigungen

Dorothe A. Poggel,¹ Eva M. Müller-Oehring,² Janna Gothe,² Erich Kasten,²
Sigrid Kenkel³ und Bernhard A. Sabel²

¹Generation Research Program, Bad Toelz,

²Medizinische Psychologie, Universität Magdeburg,

³Nova Vision Zentrum für Sehtherapie, Magdeburg

poggel@grp.hwz.uni-muenchen.de

Bei 10-15% aller Patienten mit Gesichtsfeldausfällen werden während der Spontanerholung visuelle Illusionen oder Pseudohalluzinationen beobachtet. Wir vermuteten, dass diese Phänomene mit der Neuroplastizität des visuellen Systems zusammenhängen und daher auch mit einer trainingsinduzierten Gesichtsfeldvergrößerung einhergehen könnten. Pseudohalluzinationen im visuellen Restitutionstraining (VRT) wurden daher in einer explorativen Studie hinsichtlich ihrer Häufigkeit und Phänomenologie mit Illusionen während der Spontanerholung visueller Funktionen verglichen. In einer prospektiven Studie wurden vor und nach einer sechsmonatigen Trainingsphase mit VRT perimetrische Untersuchungen und Befragungen in einer Gruppe von 19 Patienten mit postgenikulären Läsionen und homonymen Gesichtsfeldausfällen durchgeführt. Zusätzlich wurde eine Gruppe von 119 Patienten mit prä- und postgenikulären Läsionen mit Hilfe eines Fragebogens zu Pseudohalluzinationen befragt. In der prospektiven Studie berichteten 52,6% der Patienten von vorwiegend komplexen visuellen Illusionen (bewegt, farbig, geometrische Formen, Objekte, Szenen). Während des Trainings hatten signifikant mehr Patienten Pseudohalluzinationen, jedoch nur diejenigen, die bereits nach der Läsion solche Phänomene erlebt hatten. Trainingsinduzierte Illusionen waren meist einfacher strukturiert (weiße Punkte oder Blitze) und zeitlich und räumlich mit der Funktionserholung assoziiert. In der Fragebogenstudie hatten 36,4% der Patienten im Zusammenhang mit der Hirnschädigung visuelle Illusionen wahrgenommen, und 15,4% berichteten von Pseudohalluzinationen während des Trainings. Diese trainingsinduzierten Phänomene traten signifikant häufiger bei den Patienten auf, die von einem Gesichtsfeldzuwachs berichteten. Pseudohalluzinationen sind Ausdruck spontaner Aktivität in teilgeschädigten Gebieten des visuellen Systems. Nach einer Läsion zeigen große Areale des visuellen Cortex' spontane Aktivierung, so daß es zu vorwiegend komplexen Illusionen kommt. VRT aktiviert spezifisch V1, so daß durch die Behandlung einfachere Illusionen ausgelöst werden, die mit der trainingsbedingten Gesichtsfelderweiterung in Zusammenhang stehen.

Beyond Reward - Involvement of VTA and Orbitofrontal Cortex in Detection of Salience

Maik C. Stüttgen,¹ Tilo T. J. Kircher,² Wolfgang Grodd³ and Dirk Leube²

¹Graduate School of Neural & Behavioural Sciences, Universität Tübingen,

²Universitätsklinikum für Psychiatrie und Psychotherapie, Tübingen,

³Sektion Experimentelle Kernspinresonanz des ZNS, Universität Tübingen

neuron1@gmx.net

Dopamine release in the nucleus accumbens (NAC) by afferents from the ventral tegmental area (VTA) is hypothesized to represent various aspects of behavior, most notably reinforcement-induced euphoria (e.g. by drugs of abuse or natural reinforcers), reward prediction error, and incentive motivation. In the light of recent proposals of the dopaminergic innervation of the NAC representing stimulus salience, we conducted an fMRI study to demonstrate VTA and NAC activation in response to various emotion-inducing pictures taken from the International Affective Picture System (IAPS). In a visual oddball paradigm, series of familiar pictures were interrupted irregularly by novel pictures with either positive, negative, or neutral valence. We found robust activation of the VTA in response to pictures with positive and negative but not neutral valence. While the NAC remained silent under all conditions, regions in the inferior orbitofrontal gyri of the left hemisphere were associated with positively valued stimuli, the corresponding gyri on the right hemisphere were associated with negatively valued stimuli. These results point to a more general role of the VTA projection than just reward signalling as proposed by many theorists and might provide a hint to the behavioral implications of the dysregulation of dopaminergic projections in acute schizophrenia.

Sensory-motor Interaction and Integration

Multisensory Integration in Eye and Arm Movement Control

Petra A. Arndt

Universität Oldenburg

`petra.arndt@uni-oldenburg.de`

The question whether saccadic eye movements and goal directed arm movements share common processing stages or are programmed separately is still under debate. Recent physiological findings have provided new evidence for a combined representation of eye and arm movements in certain brain areas. These structures could be either involved in common control processes for both movements or in the coordination between eye and arm movements. To investigate this question we analysed the characteristics of multisensory, visual-auditory integration in eye and arm movements. Subjects were asked to respond to a visual target stimulus with a saccadic eye movement, a goal directed hand movement, or both and to ignore an accessory auditory stimulus. If eye and arm movements share processes based on the same multimodal representation of sensory stimuli, then experimental manipulations of the bimodal stimulus arrangement should reveal analogous effects for both movements. The effects of spatio-temporal visual-auditory stimulus relationship, found in a first experiment, contradict the notion of common control processes. In contrast, no evidence for separate movement programming was found in a second experiment with variation of auditory stimulus intensity. These conflicting results indicate that brain structures in charge of hand movement control may have the capability of a higher spatial resolution for auditory stimuli. A third experiment gives an indication of the origin of the higher spatial resolution and supports the notion of a common visual-auditory representation as a basis for eye and arm movement control.

Welche sensorische Information fördert Telepräsenzempfinden?

Barbara Deml und Berthold Färber

Universität der Bundeswehr, München

barbara.deml@unibw-muenchen.de

Telepräsenz bezeichnet einen Bewusstseinszustand sich in einer computer-vermittelten Umgebung physisch präsent zu fühlen und in diese einzutauchen. Anhand einer virtuellen Montagesimulation werden drei Hypothesen geprüft: (A) Je reichhaltiger die sensorische Rückmeldung, um so höher das Telepräsenzempfinden. Unterschiedliche Informationstiefen werden für den visuellen (Stereo/Monodarstellung) und den haptischen Kanal (Abstraktionsgrad des Bedienelementes) operationalisiert. (B) Je geringer systembedingte Wartezeiten, um so höher das Telepräsenzempfinden. Eine schnell beziehungsweise langsam gesteuerte Teleoperation wird durch unterschiedliche Singularitätenbehandlung des Manipulators variiert. (C) Eine suboptimale Auslegung einer Komponente kann durch eine andere ausgeglichen werden. Geringe visuelle Reichhaltigkeit könnte z.B. durch hohe haptische kompensierbar sein. Die Montageaufgabe wird von elf Probanden unter acht Bedingungen (Adelman Plan) bearbeitet, wobei das Telepräsenzempfinden nach jedem Durchgang gemessen wird (Scheuchenpflug, 2001, In: Smith et al. (Eds.), New Orleans: HCI International, 56-58). Die empirischen Rangdaten lassen sich durch ein Conjointmodell beschreiben ($r=0,705$; $p=0,025^*$). Diese Verbundmessung zeigt, dass die sensorisch reichhaltigste und schnellere Bedingung das höchste Telepräsenzempfinden hervorruft; die sensorisch ärmste und langsamere am wenigsten wirklichkeitsnah erlebt wird. Da dies ordnungserhaltend für alle Kombinationen gilt, spricht dies für (A,B). Ein additives lineares Modell, das die relative Wichtigkeit der einzelnen Komponenten korrigierend berücksichtigt, ist näherungsweise geeignet um Telepräsenzempfinden zu prognostizieren ($R^2=0,712$). Weitere Varianzanteile können durch ein nicht-lineares Kompensationsmodell erklärt werden (Schnelligkeit > Reichhaltigkeit; visuelle > haptische Reichhaltigkeit). Schnelle und reichhaltige Systeme implizieren demnach hohes Telepräsenzempfinden, wobei eine (nicht-lineare) Kompensation suboptimaler Komponenten möglich scheint. Um neben technischen auch individuelle Einflussfaktoren zu berücksichtigen, prüfen wir derzeit zwei Annahmen: Je höher die sensomotorischen Fähigkeiten bzw. je besser die individuellen sensorischen Präferenzen mit dem dargebotenen Feedback übereinstimmen, um so höher das Telepräsenzempfinden.

Impaired Updating of Post-saccadic Eye Position after Posterior Parietal Lesions: Is it a Craniotopic or a Directional Deficit ?

Wolfgang Heide,¹ Andreas Sprenger,¹ Barbara Sackerer,¹ Klaus G. Rottach,²
Ch Gaebel³ and Detlef Kömpf¹

¹Klinik für Neurologie, Universität Lübeck, ²Kaufbeuren,
³Abt. für Neuroradiologie, Universität Lübeck

heide_w@neuro.mu-luebeck.de

In an earlier lesion study we have demonstrated that the posterior parietal cortex (PPC) is critical for maintaining spatial constancy across saccadic eye movements. To investigate how this function is reflected in the ocular motor domain we applied the double-step saccade task where the remembered locations of two successively flashed peripheral targets (140 and 100 ms, respectively) have to be fixated in darkness. As there is a spatial dissonance after the first saccade between the retinal location of the second target and the required motor vector of the second saccade, the brain must update the spatial representation of the second target by using extra-retinal information (e.g. efference copy) about current eye position or about the preceding saccadic eye displacement in order to achieve spatial accuracy for the second saccade. In patients with right posterior parietal lesions the second saccade is dysmetric or performed into the wrong direction, if the first saccade had been directed into the contralesional hemifield. This could be explained either by assuming a spatiotopic deficit in terms of deficient eye position information for contralesional craniotopic hemispace, or alternatively by assuming deficient compensation for contralesional saccadic eye displacements. These two models predict different deficits, if the double-step task is performed from various initial eye positions, either totally within the left or totally within the right craniotopic hemispace. In the present lesion study, we investigated 10 patients with right posterior parietal lesions with this paradigm. Results showed that the failure of the second saccade did not depend on the craniotopic hemifield where the task was performed, but on the contralesional direction of the preceding first saccade. Thus it is not an absolute spatiotopic or craniotopic deficit, but a deficit of computing the efference copy signal of a contralesional saccadic eye displacement in order to update the retinal location of the next saccade goal.

Effekte der Drehung des visuellen Feldes auf einfache Zielbewegungen

Andreas Hellmann¹ und Jörg Huber²

¹Universität Oldenburg, ²University of Surrey, Roehampton, UK

`jwhuber@t-online.de`

Handbewegungen, bei denen es auf hohe Präzision ankommt, werden i.d.R. unter ständiger visueller Kontrolle durchgeführt und gesteuert (“closed loop”). Wird die Beziehung von Motorik und visueller Wahrnehmung verändert (z. B. durch technische Systeme, Krankheit, Brillen), so kann dies zu Einschränkungen der Bewegungsleistungen, charakteristischen Fehlern, aber auch zu Adaptationen führen. Dies muss u.a. bei der Konstruktion technische Systeme berücksichtigt werden. In dem hier vorgestellten Experiment wurde untersucht, welchen Einfluss Drehungen des visuellen Feldes auf die Leistung bei Zielbewegungen mit der Hand haben. Aufgabe der Versuchsperson war es, mit einem Stift von einem Startpunkt aus einen Zielpunkt möglichst genau zu treffen. Der Stift sollte vom Startpunkt angehoben und möglichst zügig durch eine “ballistische” Bewegung den Zielpunkt treffen. Die Versuchsperson konnte Start- und Zielpunkt, den Stift und ihre Hand nicht direkt sondern nur über ein Videosystem sehen. Die Perspektive der senkrecht von oben auf die Szene gerichteten Kamera wurde in vier Stufen variiert (in Abstufungen von 90 Grad gedreht). Der Zielpunkt wurde in 6 Stufen variiert. Es gab 2 verschiedene Distanzen und 3 unterschiedliche Bewegungsrichtungen. Registriert wurden die Koordinaten der erreichten Position und die Bewegungszeit. Die Bewegungsaufgabe wird bei bestimmten visuellen (Kamera-) Perspektiven objektiv und subjektiv deutlich schwieriger als bei anderen. Die Größe und die Richtung des räumlichen Fehlers hängen systematisch von der Art der Veränderung der visuellen Information ab. Bei Kameraperspektiven, die von der Normalperspektive (0 Grad: Bewegung vom Körper weg gerade nach vorn entspricht einer Bewegung auf dem Bildschirm von unten nach oben) abweichen, kommt es zu einer Verkürzung der Bewegung und zu typischen Richtungsfehlern.

Elektrophysiologische Aktivierung durch maskierte Reize

Manfred Heumann

Universität Bielefeld

`manfred.heumann@uni-bielefeld.de`

Durch Metakontrast maskierte Reize (Primes) zeigen in motorischen Aufgaben robuste Effekte auf das Verhalten und psychophysiologische Maße wie das lateralisierte Bereitschaftspotential (LBP), obwohl sie der bewußten Wahrnehmung entzogen sind. Die berichteten Experimente wurden konzipiert, um die Effekte der Primes auf das LBP weiter aufzuklären. Dazu wurden die Versuchspersonen mit einer Go-Nogo-Aufgabe konfrontiert, so daß der Prime eine Reaktion verlangen konnten, während der maskierende Zielreiz ein Nogo-Signal war. Zur Analyse der elektrophysiologischen Daten wurde einerseits das LBP berechnet, andererseits wurde eine Verrechnungsmethode angewandt, die es gestattete die durch Primes und maskierende Reize hervorgerufenen lateralisierten Aktivierungen zu trennen. Die Ergebnisse zeigen, daß (1) die Primes zu einer Reaktionsaktivierung führen, selbst wenn der maskierende Zielreiz ein Nogo-Signal ist, (2) die durch die Primes hervorgerufene lateralisierte Aktivierung unabhängig von der Maskierung ist und (3) die Zahl der falschen Alarme in der Nogo-Bedingung bei maskierten Primes gegenüber unmaskierten Primes deutlich erhöht ist.

Über die Bedeutung des Reafferenzprinzips in der Visuomotorik des Menschen

Georg S. Hoffmann

Institut für Zoologie III, Johannes Gutenberg-Universität Mainz

`georg.stephan@uni-mainz.de`

Im vorliegenden Versuch wurde, aufbauend auf den Prismenbrillenversuchen von Hermann von Helmholtz (1867, Handbuch der physiologischen Optik, Leopold Voss, Leipzig), ein Versuch entwickelt, der es ermöglicht, die Beziehung zwischen Versuchsperson und Umwelt zu manipulieren. Ein Monitorbild mit schwarzem Kreuz auf weißem Hintergrund wird über einen Spiegel präsentiert. Das Spiegelbild deckt sich optisch mit einem unter dem Spiegel angebrachtem Digitalisierungstablett. Testpersonen werden aufgefordert, das wahrgenommene Kreuz mit einer ballistischen Handbewegung zu treffen. Über das Digitalisierungstablett werden die Trefferdaten aufgenommen, im PC verrechnet und können wiederum als Punkt auf dem Monitor dargestellt werden. Auf diese Weise erhält die Versuchsperson ein visuelles Feedback ihrer Aktion. Die visuelle Kombination von Digitalisierungstablett mit einem Monitor über einen Spiegel schafft die Verknüpfung einer visuell-virtuellen und einer motorisch-realen Umwelt. Über den zwischengeschalteten Computer werden Variationen der Trefferprojektion, Verschiebungen der Umwelt und zeitliche Entkopplungen des visuellen Feedbacks auf die Aktion generiert. Die Adaptationseigenschaften auf diese Variationen der Umwelt werden mit dem Ziel studiert, die Kontrolle von visuomotorischen Bewegungen zu ergründen. Anhand unterschiedlicher Versuchsvarianten bestätigte sich, dass die Adaptation an eine Verschiebung der Umwelt von allen Versuchspersonen gleichermaßen erfolgte und diese Lernkurve mathematisch als Exponentialfunktion zu beschreiben ist. Individuelle Unterschiede ergeben sich in den Nacheffekten der Adaptationsversuche. Einige Versuchspersonen zeigten eine "gute" Adaptation mit hohem Nacheffekt nahe dem Verschiebungsabstand, andere eine geringe Adaptation ohne Nacheffekt. Insgesamt beschreiben die Ergebnisse eine kontinuierliche Bandbreite zwischen diesen beiden Extremfällen, wobei eine individuelle Konstanz zu erkennen ist. Das Adaptationsniveau ist abhängig von erlernten und ausgeübten visuomotorischen Handlungen und somit trainierbar. Eine Verzögerung des sensomotorischen Feedbacks führt zu einer zeitlichen Entkopplung der Efferenzkopie-Reafferenz-Verrechnung welches ab 0,5 sec zu einer Verschlechterung des Adaptationsniveaus und somit zu einem niedrigeren Nacheffekt führt. Eine Veränderung der visuomotorischen Umwelt kann durch die Verrechnung der Efferenzkopie mit der Reafferenz kompensiert und ausgeglichen werden. Individuelle Unterschiede liegen im lang anhaltenden Nacheffekt, welcher Grenzen in der zeitlichen Entkopplung der Verrechnungsfaktoren unterliegt.

Changes in the Visual Surround Affect the Preparation of SaccadesYu Jin,¹ Urs Schwarz² and Uwe J. Ilg³¹Kognitive Neurowissenschaften, Universität Tübingen, ²Neurologie, Zürich,³Kognitive Neurologie, Universität Klinik Tübingen

yu0jin@yahoo.com

Since the number of axons in our optic nerve is limited, the spatial resolution of our visual system displays a strong anisotropy. We constantly perform saccades, fast and ballistic eye movements, to bring details of the visual environment into the foveal field of vision characterised by its high spatial resolution. We asked whether the preparation and the execution of saccades was affected if the saccadic targets were presented in front of a structured background. The IR tracker recordings of 6 healthy subjects revealed that target position (-10, -5, 5 or 10°) did not affect saccade latency. The latencies obtained when the target was presented onto a dark background (201 ms) were not significant different from the latencies obtained if the target was presented in front of a structured background (197 ms) (2-factor ANOVA: factor subject $p < 0.0001$, factor background $p = 0.08$, interaction $p = 0.712$). The post saccadic error and the dynamic saccade parameters constituting the main sequence were not affected by the background condition. If either the luminance or the orientation of background elements was changed at the same time the saccade target was presented, we observed a statistically significant increase of saccadic reaction time (luminance: 124 %; orientation: 119 %). Note that the change in background was absolutely irrelevant for the task. In contrast, the post-saccadic position error as well as the main sequence of the saccades was not affected by the background change. We conclude that the preparation of saccades was affected by a temporal transient in the background, which most likely allocated reflexively computational resources of our subjects.

The Encoding of Saccadic Eye Movements Within Posterior Parietal Cortex

Christina S. Konen,¹ Raimund Kleiser,² Frank Bremmer¹ and Rüdiger J. Seitz²

¹Department of Neurophysics, Philipps-University Marburg,

²Department of Neurology, Heinrich-Heine-University Düsseldorf

`christina.konen@physik.uni-marburg.de`

Recent studies identified a number of functionally distinct subregions of posterior parietal cortex (PPC). Above all, activity within PPC is strongly modulated by attentional and visuomotor processes. Accordingly, we used fMRI to contrast the activation pattern during the execution of predictable and unpredictable saccades. In one case valid cues predicted the subsequent oculomotor target in the left or right visual field. In the other case neutral cues predicted only the upcoming target, but not its spatial location. We compared the resulting activation pattern with activity related to oscillatory saccades with different frequencies (1 and $\frac{1}{2}$ Hz). fMRI scans were obtained and eye movements recorded while eleven healthy subjects performed separate blocks of the individual saccades. Data analysis was performed with BrainVoyager ($p < 0.05$ corrected). Our results showed activation in largely overlapping networks with differing strength of activity and symmetry of involved areas. Predictable saccades led to an overall enhanced activity probably related to top-down processing and/or the preparation of the upcoming eye movement. Furthermore, predictable and unpredictable saccades were dominated by activation within the right hemisphere, whereas oscillatory saccades were dominated by activation within the left hemisphere. The difference could arise from a predominant role of the right PPC for shifting spatial attention and the left PPC for shifting temporal attention. Finally, the local activation maxima were generally located within posterior PPC. The predictable saccades were additionally represented in its anterior part. It thus appears, that the PPC splits up into different modules related to the cognitive demands of a saccade.

Supported by HFSP and SFB 194 (A13)

Visuomotor Adaptation: Dependency on Motion TrajectoryLutz Munka,¹ Christian Kaernbach¹ and Douglas W. Cunningham²¹Allgemeine Psychologie, Uni Leipzig, ²MPI for Biological Cybernetics, Tübingen

munka@uni-leipzig.de

In order to pick up an object, its visual location must be converted into the appropriate motor commands. Introducing a discrepancy between the seen and felt locations of the object (e.g., via prism goggles) initially impairs the ability to touch it. The sensory system rapidly adapts to the discrepancy, however, returning perception and performance to near normal. Subsequent removal of the discrepancy leads to a renewed performance decrement - a negative aftereffect (NAE). It is generally believed that the process of adaptation consists primarily of “recalibrating” the transformation between the visual and proprioceptive perception of spatial location (Bedford, *The psychology of learning and motivation*, 1999). According to such a purely perceptual account of adaptation, the movement to reach the object is not important. If, however, the transformation from perception to action is altered, then it will be dependent on motion - i.e. changing motion parameters will reduce or eliminate the NAE (see also Martin et al., *Brain*, 1996). According to our hypothesis spatial visuomotor information is distributively stored and changed by prism adaptation and it is not based on a centrally organized spatial information system. We conducted seven experiments consisting of four blocks each, in which participants had to touch a cross presented at eye level on a touch screen. In the first block the participants were introduced and familiarized with the experiment. Blocks two and four were pre and post tests to measure the NAE produced during the different experimental conditions in block 3 in which the participants were wearing prism goggles: we tested the effects of different trajectories, different starting points, weight, vertical generalization and different types of feedback. A total transfer from an adapted to a non-adapted condition didn't turn up in any of our experiments, although the trajectories were highly identical in some of them. It rather seems that newly learned spatial information in prism adaptation experiments is stored and retrieved distributively for different extremities, for different trajectories and for different stress/strain conditions (e.g. weight). Furthermore, transfer seems to become weaker with bigger differences in location. Therefore we conclude that no visual “recalibration” is taking place but a relearning of distributively organized parameters of visuomotor coordination.

The Contribution of Grip Force to Weight Perception

Gerhard Rinkenauer and Rolf Ulrich

Universität Tübingen

`gerhard.rinkenauer@uni-tuebingen.de`

If a person lifts an object with a precision grip, the object is perceived heavier when object surface is smooth than when it is rough (e.g. Rinkenauer, Mattes, & Ulrich, Perception & Psychophysics, 1999). This phenomenon is called the surface-weight illusion. In order to explain this illusion, Rinkenauer et al. (1999) assumed that the afferent signals of the grip force and the lift force are fused into an unitary percept of object weight. According to this explanation smooth surfaces are perceived as heavier because more grip force is needed to hold the object. This model also suggests that grip force enhances the discriminability of weight perception. The current study tested this prediction. Subjects had to discriminate between a standard and a comparison weight. Discrimination was made with a horizontal or vertical precision grip. Grip force is modulated by weight in the horizontal but not in the vertical condition. As predicted subjects discriminability was better in horizontal than in the vertical precision grip condition. This supports the idea that grip force is at least partially integrated into weight perception.

Strategic Behavior in a Gambling Task Correlates with Conscious but not Unconscious Perception of Decision Cues

Thomas Schmidt

Uni Göttingen, Institut für Psychologie

thomas.schmidt@psych.uni-goettingen.de

In tasks where participants initiate simple movements at freely chosen times, Libet et al. (Brain, 1983, 623-642) found that the onset of readiness potentials noticeably preceded the subjective impression of willingly initiating the movement. From these data, Libet (BBS, 1985, 529-566) argued that actions are generally prepared without the participation of conscious awareness, and Roth (2001, Frankfurt a.M.: Suhrkamp Verlag) even concluded that the subjective impression of “free will” is an illusion. Both positions would have incalculable consequences for social and legal issues dealing with the concept of individual responsibility. We argue that the task studied by Libet and other authors (e.g., Haggard & Eimer, Exp. Brain Res., 1999, 128-133) is a poor model of voluntary action because it relies on simple, preplanned movements performed under severe timing restrictions. Instead, we are looking at strategic choice behavior under uncertainty in a gambling task. In each trial, the computer randomly chooses a color (red or green), and the participant has to guess which color has come up. However, each guess can be made safely (10 points won for a correct guess, 10 points lost for an incorrect one) or risky (50 points won, or 100 points lost). At the beginning of the trial, a red or green dot indicates the color to be chosen by the computer with 80% validity, but it is masked by a red or green ring that reduces its visibility. Visibility is further manipulated by independently varying dot and ring durations. Correct identification of dot color strongly depends on dot-ring SOA as well as on prime and mask durations, yielding clearly distinct masking functions. Guessing behavior in the gambling task shows that the probability of making a risky instead of a safe guess follows exactly the same pattern. At the same time, response priming effects observed with speeded responses to the ring color (Vorberg et al., submitted; Schmidt, Psychological Science, 2002, 112-118) show that the dot is identified by the visuomotor system, in some conditions with higher reliability than observable in the prime identification task. The strong correlation of strategic guessing behavior and visual awareness for the cue indicates that they both depend on the same source of visual information, or even suggests that visual awareness is a necessary condition for strategic control. We thus believe that visual awareness is more than a mere aftereffect of unconsciously determined decisions; instead, it has an active part in flexible behavior.

Goal directed hand movements: visual factors affecting the latencyStefan Schumann,¹ Yu Jin² und Uwe J. Ilg¹¹Kognitive Neurologie, Tübingen, ²Kognitive Neurowissenschaften, Tübingen`stefan.schumann@uni-tuebingen.de`

Experiments in our lab demonstrated that saccadic latencies are influenced by global changes of the visual background in close temporal vicinity of the presentation of a saccade target (see contribution Jin et al.). So we asked if movements of the hand towards a visual target are influenced in the same way, or if skeletal and oculomotor behavior display different sensibility of visual clutter. We asked five healthy subjects to make fast and precise pointing movements towards a visual target, -10, -5, 5 or 10° horizontal to a centered fixation spot. Background luminance or orientation was changed in a range of -200 to 200 ms relative to the target onset. The latencies obtained when the target was presented on a dark background ranged from 277 ms to 374 ms, individually. A 2-factor ANOVA showed significant differences in latencies between subjects ($p < 0.0001$) but no significant differences between dark and structured background ($p = 0.128$). The latencies of the hand movements were not affected by target position. However, if background properties changed at the same time as the target appeared, we observed a significant increase of reaction time. Additionally, we observed a reduction in latency when the change of the background appeared 100ms or 200ms before the target was presented. The duration of the hand movement was only a function of distance between starting point and target position. We conclude that the insensitivity of the hand movement latency to a stationary background and the sensitivity to a changing background suggests that goal-directed hand movements and saccades share a common mechanism for target detection and localization.

Verbesserung der Raumkoordinaten-Transformation bei Zeigebewegungen durch foveale und periphere Informationen

Andreas Sprenger,¹ Peter Trillenber¹, Werner Brockmann² und Wolfgang Heide¹

¹Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Lübeck, ²Universität Lübeck

sprenger.a@neuro.mu-luebeck.de

Zeigebewegungen zu Objekten im peripersonalen Raum werden meistens von vorausgehenden, sakkadischen Blickbewegungen begleitet, die offenbar gemeinsam (parallel) geplant werden (Gribble et al., 2002, *Exp Brain Res*, 372-382). Dazu müssen die retinalen Koordinaten eines peripher liegenden Objektes nach einer Sakkade aktualisiert und in motorische Armkoordinaten transformiert werden, laufende Zeigebewegungen werden zudem in der Zielphase noch korrigiert (Pisella et. al, 2000, *Nature Neuroscience*, 729-736). Für die Korrektur sind Informationen über die Position des Fingers, des Auges und des Zielobjektes notwendig, die in dieser Studie systematisch variiert wurden. Auge- und Kopfbewegungen wurden mit der magnetischen Search-Coil Technik gemessen (CNC Engineering, Seattle/USA), Zeigebewegungen mit einem 3D-Ultraschall System (Zebris, Tübingen). Gesunde, normalsichtige Probanden sollten in einem dunklen Raum auf 8° bzw. 12° peripher liegende Leuchtdioden blicken und zeigen. Dabei blieb das Zielobjekt nach der Sakkade entweder sichtbar (Target-Feedback) oder wurde zu Beginn der Sakkade ausgeschaltet (kein Feedback). Die Information über die Position des Fingers im Raum wurde mittels einer LED am Zeigefinger erreicht, die entweder eingeschaltet (Finger-Feedback) oder ausgeschaltet war (kein Feedback). Die Ergebnisse zeigen, dass in der Bedingung ohne jegliches Feedback Zeigebewegungen überwiegend hypermetrisch sind. In der Bedingung ohne Target-Feedback bei eingeschalteter LED am Finger verringerte sich der Zeigefehler. Bei Target-Feedback ohne Finger-Feedback waren hingegen die Zeigebewegungen hypometrisch. In der Bedingung mit Target- und Finger-Feedback war der Zeigefehler am geringsten. Es zeigt sich somit, dass bei normalen Zeigebewegungen im täglichen Leben beide Informationen benötigt werden, um eine genaue Zeigebewegung, z.B. zu einem Knopf, auszuführen. Nach unseren Daten ist zu vermuten, dass bei völlig fehlendem Feedback die Zeigebewegungen nach der Amplitude der ersten Sakkaden ausgeführt werden (schnelles System), während visuelles Feedback über die Finger-Position eine Korrektur ermöglicht, obwohl hier die visuellen Fingerkoordinaten mit den erinnerten und transformierten Zielpunktkoordinaten abgeglichen werden müssen.

A Maximum Expected Gain Model of Movement under Risk

Julia Trommershäuser, Laurence T. Maloney and Michael S. Landy

New York University, USA

trommer@cns.nyu.edu

We present a model for the planning of motor responses in environments where there are explicit gains and losses associated with the outcomes of actions. The goal of motor planning is the selection of a “motor strategy”, i.e. an algorithm that, when executed, initiates and guides movement. The outcome of executing a motor strategy is a random trajectory. The expected gain of a particular motor strategy is computed by summing the gain or loss associated with all possible trajectories weighted by the probability of their occurrence given the choice of strategy. An additional term represents the biomechanical costs to the organism. The key assumption of the MEGaMove model is that the mover will choose the motor strategy that Maximizes Expected Gain of the Movement. The model predicts that the choice of motor strategy is critically dependent on the mover’s motor variability. We performed three experiments to test the range of validity of the model. In these experiments subjects had to rapidly touch a target region on a computer screen. Hitting the target within a prescribed time limit gained them a monetary reward. There were also one or more penalty regions on the screen that could partially overlap the target region. Hitting these regions incurred a specific monetary penalty. Late responses were also penalized. In the first experiment, the amount of penalty associated with a penalty region and the position of the penalty region relative to the target region were varied. Subjects followed the predictions of our model. Subjects shifted their mean movement end points away from the penalty region. This shift was larger for closer penalty circles and higher penalty values. The second experiment provided an indirect test of the assumption that subjects use an estimate of their own motor variability in motor planning. Within the model, scaling the stimulus array is equivalent to an inverse scaling of the subject’s motor uncertainty. We repeated the first experiment with two different sizes of the stimulus array: The size of the target and penalty region was varied, while the subjects’ motor variability remained constant. Subjects shifted their movement end points for both sizes as predicted by the model. In the third experiment, stimuli included four rotated versions of a penalty/target configuration from the first experiment and four more complex configurations consisting of one target and two penalty regions. Subjects altered movement end points in direction and magnitude as predicted by our model. Furthermore, end point variability remained as low as in the previous experiments. Thus, subjects were able to use an estimate of motor variability in planning their response in novel and more complex situations.

On the Time Course of Efficient Visuo-motor Transformation

Edmund Wascher, Katrin Wiegand and Marc Grosjean

MPI Psychologische Forschung, München

wascher@psy.mpg.de

Responses to laterally presented stimuli are faster if the response side corresponds to the stimulus location even if the latter one is not task relevant (= Simon effect). The amount of this effect decreases in time. This property of the Simon effect was observed both when response time was experimentally manipulated as well as in intraindividual response time distributions. Hitherto, it is not tested, whether intraindividual effect functions are related to experimentally generated alterations of the effects. We modelled a prototypical effect function out of intraindividual data and tested the accuracy of the predictions of this model for experimental effects. The predictions of the model were pretty good not only with respect to the direction of the effect change due to experimental manipulations but also with respect to the absolute size of the effects. It has to be noted that this finding holds only for a small portions of Simon effects, i.e. whenever lateral stimuli are responded with left/right responses. Thus, with our model we can predict effects in experimental tasks from individual response time distributions from other tasks. This findings lead to the notion that the transformation of visual spatial information into the motor system can be highly automatic and is, in those tasks that show the effect, not influenced by cognitive processing.

Die Dissoziation horizontaler und vertikaler Korrespondenzphänomene

Katrin Wiegand und Edmund Wascher

MPI für psychologische Forschung, München

wiegand@psy.mpg.de

Das Phänomen, dass auf Reize deren relative Position mit derjenigen der Reaktion übereinstimmt schneller und akkurater reagiert wird (Simon Effekt), wird auf eine automatische Verarbeitung der räumlichen Information, resultierend in einer Voraktivierung der korrespondierenden Reaktion, zurückgeführt. Dabei wird im allgemeinen angenommen, dass jeder räumliche Code diesen Effekt auf die selbe Weise und im selben Ausmaß hervorruft. Neuere Untersuchungsergebnisse deuten allerdings an, dass der Reaktionsvorteil korrespondierender Reaktionen über zwei unterschiedliche Mechanismen vermittelt sein könnte. In zwei EEG-Experimenten wurden Simon-Effekte basierend auf horizontaler und vertikaler räumlicher Information verglichen, indem horizontale und vertikale Anordnungen so kombiniert wurden, dass die Reaktion entweder vertikal, horizontal, in beiden oder in keiner Dimension mit dem Reizort übereinstimmen konnte. Zur Manipulation der Reaktionszeitgeschwindigkeit wurde im zweiten Experiment die Aufgabe in ein Dual-Task Paradigma eingebettet. Die Ergebnisse der Verhaltens- sowie EEG-Parameter des ersten Experiments zeigten einen unterschiedlichen Einfluss der horizontalen und vertikalen Dimension. Die horizontale Stimulusposition zeigte einen frühen, mit zunehmender Reaktionszeit aber abnehmenden, Einfluss auf die Reaktion (sowie auf das LRP), wohingegen der Einfluss der vertikalen Rauminformation sich zu einem späteren Zeitpunkt manifestierte. Die Ergebnisse des zweiten Experiments bestätigten diesen Befund. Die Größe des horizontalen Simon Effektes nahm mit zunehmender Reaktionszeit ab, wohingegen der Einfluss der vertikalen Stimulusposition auf die Reaktion über alle Reaktionszeiten hinweg stabil blieb. Die Ergebnisse werden in bezug auf die unterschiedlichen Verarbeitungsmechanismen horizontaler und vertikaler räumlicher Information diskutiert.

Spatial Vision

Phase Information and the Recognition of Natural Images

Doris I. Braun,¹ Felix A. Wichmann² and Karl R. Gegenfurtner¹

¹Universität Giessen, ²MPI für biologische Kybernetik

doris.braun@psychol.uni-giessen.de

Fourier phase plays an important role in determining image structure. For example, when the phase spectrum of an image showing a flower is swapped with the phase spectrum of an image showing a tank, then we will usually perceive a tank in the resulting image, even though the amplitude spectrum is still that of the flower. Also, when the phases of an image are randomly swapped across frequencies, the resulting image becomes impossible to recognize. Our goal was to evaluate the effect of phase manipulations in a more quantitative manner. On each trial subjects viewed two images of natural scenes. The subject had to indicate which one of the two images contained an animal. The spectra of the images were manipulated by adding random phase noise at each frequency. The phase noise was uniformly distributed in the interval $[-\phi, +\phi]$, where ϕ was varied between 0 degree and 180 degrees. Image pairs were displayed for 100 msec. Subjects were remarkably resistant to the addition of phase noise. Even with $[-120, 120]$ degree noise, subjects still were at a level of 75% correct. The introduction of phase noise leads to a reduction of image contrast. Subjects were slightly better than a simple prediction based on this contrast reduction. However, when contrast response functions were measured in the same experimental paradigm, we found that performance in the phase noise experiment was significantly lower than that predicted by the corresponding contrast reduction.

Properties of - and Coupling Among - Spatial Frequency Channels in Striate Cortex of Awake Monkey

Hans J. Brinksmeyer, Frank Michler, Alexander Gail and Reinhard Eckhorn

Philipps Universität Marburg

h.j.brinksmeyer@physik.uni-marburg.de

We are interested in the properties and neural mechanisms of spatial frequency (SF) channels. As SFs occur highly correlated with oriented luminance contours in natural images, we investigated coding of oriented spatial frequencies in awake macaque monkeys. Recordings of multiple unit activity were made at parafoveal representation in upper layers of striate cortex (V1) with an array of 16 microelectrodes. At 3 different monitor distances we determined: positions and sizes of classical receptive fields (CRF) with randomly jumping spots; orientation and SF-tuning with Gabor patches of different orientations and SFs; correlations among SF-channels with the contour of a luminance-defined object. Our data show that response delay in local populations increases with increase in stimulus SF (1-10 cyc/°, 66-76 ms). While SF-preference had a range >3 octaves, CRF-size measured with jumping spots varied much less. Retinal CRF-size changed with stimulus distance in many cases but was nearly invariant in its average. However, response strength was modulated by distance showing different characteristics (far, intermediate and near). With activations by the luminance contour, often strong coupling (35-70 Hz) was present among neurons with different SFs preferring the contour's orientation and having overlapping CRFs. We propose that the luminance step of a contour is coded by neurons synchronizing at high frequency and having overlapping CRFs such that the contour's profile is represented by the superposition of the CRFs. As we found neurons of any SF-preference within each class of distance modulation (near, middle, far) we assume that these populations are involved in coding objects in the fore-, middle-, and background of a scene.

Supported by: DFG Ec 53/10-1 to R.E.

Canonical Views on Dynamic Events

Bärbel Garsoffky¹ and Stephan Schwan²

¹IWM-KMRC, Tübingen, ²Johannes Kepler Universität, A - Linz

`b.garsoffky@iwm-kmrc.de`

Like static objects or object arrangements, dynamic events are also represented and recognised in a viewpoint dependent manner (Garsoffky, Schwan & Hesse, 2002, *JEP: Learning, Memory & Cognition*, 1035-1050). Based on this finding, a study tested whether specific viewpoints lead to a general advantage or disadvantage in recognition, i.e. if there are also canonical viewpoints (Banz, Tarr & Bühlhoff, 1999, *Perception*, 575-599; Palmer, Rosch & Chase, 1981, In: *Attention and Performance IX*, 135-151) for dynamic events. Twenty participants saw pairs of video clips, whereby the two video clips of each pair presented the same dynamic event but with different viewpoints. Participants had to decide for each pair, which of the two video clips, i.e. which of the two viewpoints, was more qualified to present the event in a comprehensible manner. The dynamic events were sequences showing balls with varying start positions travelling with varying speed in parallel directions (kind of “races”). For each of these events 5 video clips with different viewpoints were created (0 degree – i.e. axis of viewpoint and axis of ball movement were parallel; 22,5 degree; 45 degree; 67,5 degree; 90 degree – i.e. the two axes were orthogonal). Every participant had to decide on 180 pairs. Results show that the concept of canonical views also holds for the presentation of dynamic events. Viewpoints showing an event with an axis of viewpoint orthogonal to the axis of ball movement are significantly judged better, i.e. are more canonical, than viewpoints with an axis oblique or parallel to the axis of ball movement.

Crowding als Maskierungsphänomen

Anke Huckauf

Institut für Psychologie, RWTH Aachen

anke@psych.rwth-aachen.de

Die Erkennbarkeit eines Zielbuchstabens ist stark beeinträchtigt, wenn weitere Buchstaben gleichzeitig dargeboten werden. Dieser sog. crowding- oder laterale Maskierungseffekt nimmt mit steigender Zielexzentrizität und mit sinkendem Zeichenabstand zu. Zugrunde liegende Mechanismen sind noch unklar; allerdings legt der Begriff laterale Maskierung nahe, dass beteiligte Prozesse analog denen der visuellen Maskierung wirken. Unter dem Begriff visuelle Maskierung werden Störungen der Reizidentifikation durch zeitlich benachbarte Reize subsummiert. Bei der Mustermaskierung wird eine monoton ansteigende Funktion der Erkennensleistungen beobachtet (Typ A-Maskierung), die als Hinweis für eine Integration von Ziel- und Maskeninformation betrachtet wird. Metakontrast-Maskierung ist durch eine U-förmige Funktion der Erkennensleistung charakterisiert (Typ B-Maskierung). Die Annahme, dass Mechanismen der Maskierung auch zu crowding-Effekten beitragen, wurde untersucht, indem flankierende Buchstaben vor, während und nach der Zielreizpräsentation dargeboten wurden. Effekte der räumlichen Distanz (Exzentrizität, Zeichenabstand) wurden mit zunehmender zeitlicher Distanz geringer. Die Häufigkeit von Typ A-Maskierungsfunktionen sank und die von Typ B-Funktionen stieg mit abnehmender Exzentrizität und mit zunehmendem Zeichenabstand. Die Daten unterstützen die Annahme, dass crowding-Effekten Mechanismen der Maskierung zugrunde liegen. Dabei scheinen crowding-Effekte bei großer Zielexzentrizität und kleinem Zeichenabstand auf eine Integration der Informationen von Zielreiz und Flankierern zurückzugehen. Ausgehend von der Annahme, dass Typ B-Maskierung aufgrund von Interaktionen zwischen höheren rückgemeldeten Informationen über das zuerst dargebotene Zeichen und den eingehenden Informationen entsteht (DiLollo, Enns, & Rensink, 2000, *Vision Research*, 1833-1850), wurde die Wirkung der Art der Flankierer untersucht. Konsistent mit dieser Annahme wurden Typ B-Funktionen häufiger mit Buchstaben als Flankierern beobachtet im Vergleich zu buchstabenähnlichen Nichtbuchstaben.

Local Processes and Long Range Effects in the Processing of Visual Patterns

Uwe Mortensen, Günter Meinhardt and Anna Döring

Westfälische Wilhelms-Universität Münster

mortens@psy.uni-muenster.de

The response of neurons in the visual cortex is not only determined by the input to their classical receptive fields, but also by the stimulation of the neuron's surrounding (Polat and Sagi, *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 1994, 1206-1209; Xing and Heeger, *Vision Research*, 2000, 3065-3072; Xing and Heeger, *Vision Research*, 2001, 571-583); for instance, if the stimulus is embedded in a field of Gabor-patches, the contextual effects may depend upon the spatial frequency, the orientation, the contrast and the separation of the patches from the stimulus pattern. Further, in discrimination and identification tasks the subject has to refer to memory traces or templates of the stimuli to be able to respond; the corresponding learning or storage processes may be conceived in terms of Hebb's rule (Gerstner and Kistler, *Biol. Cybernetics*, 2002, 404-415). While models of detection of local features, based on the assumption of local adaptation according to Hebb's rule, can account for detection data from experiments with isolated stimulus patterns very well (Mortensen and Nachtigall, *Biol. Cybernetics*, 2000, 401-413; Mortensen and Meinhardt, *Biol. Cybernetics*, 2001, 63-74), provided the stimulus is presented without any surrounding, the data from experiments with embedded patterns (e.g. Akutsu and Legge, *Vision Research*, 1995, 2685-2695) point to a complex modulation effects of the surround, which may require some form of (nonlinear) shunting inhibition (Cannon and Fullenkamp, *Vision Research*, 1996, 1115-1125; Somers et al., *Cerebral Cortex*, 1998, 204-217). Here, the results from experiments with complex patterns (superpositions of patterns defined by Gabor functions or weighted Hermite polynomials (WHPs) will be presented. While the data from detection experiments with isolated patterns (WHPs) can again well be explained in terms of a model assuming detection by sets of matched, but independent neurons, resulting from local Hebbian adaptation of synaptic weights, the results from (i) a discrimination and (ii) an identification experiment, with stimulus patterns being embedded in a surround of Gabor patches, clearly show that the above mentioned matched neuron model requires a generalisation to account for the surround effects resulting from spatial frequency and contrast differences between target and surround, possibly along the lines of the work of Adini et al. (*Nature*, 2002, 790-793), who assumed Hebbian and anti-Hebbian synaptic learning; alternatively, the data may be discussed without reference to Hebbian adaptation, for instance in terms of the local circuitry model of Somers et al. (1998), or the basis-function approach of Deneve et al. (*Nature Neuroscience*, 1999, 826-831).

The Representation of the Blind Spot as Revealed by Functional Magnetic Resonance Imaging

Karoline Spang and Manfred Fahle

Universität Bremen

kspang@uni-bremen.de

The inverse retina of vertebrate eyes leads to the existence of a blind part of the retina, producing a blind spot – in humans at about 15 degrees eccentricity on the horizontal meridian in the temporal visual hemifield. Hence, a small part of the visual cortex receives direct visual input only from the ipsilateral eye. Functional magnetic resonance imaging mirrors the oxygenation level of cortical tissue by means of the BOLD response. Visual presentation of a flickering Ganzfeld is expected to influence the cortical representation of the blind spot differentially from that of the remaining cortex. We alternately stimulated the visual fields of both eyes by means of a contrast-reversing checkerboard presented alternately to the left or else right visual hemifield while the observer was lying in the core of a Siemens 1,5 tesla magnetom. The activation evoked by stimulating the nasal hemifield of one eye differed slightly but significantly from that evoked by the corresponding temporal visual hemifield of the other eye in all three experiments conducted so far. This differential activation was located in the primary visual cortex at about the position to be expected based on the retinotopy of the visual cortex. The size of the area activated was somewhat larger than to be expected, and in some instances, the sign of the differential activation was in favour of the nasal hemifield. We did not find a blind spot representation in the secondary visual cortex (V2), and neither a missing representation in V1 when contrasting monocular hemifield stimulation with the baseline condition. These findings may both indicate cortical filling-in processes. In conclusion, we find a differential activation in cortical blood oxygenation in an area corresponding to the blind spot when comparing monocular stimulation of the nasal versus the corresponding temporal visual hemifields, but only in the primary visual cortex.

**Legastheniker teilen genauer: Kinder mit
Lese-Rechtschreib-Schwierigkeiten zeigen einen geringeren Pseudoneglect
als Normalleser.**

Timo Wandert, Ralf Goertz und Ruxandra Sireteanu

MPI für Hirnforschung, Frankfurt am Main

wandert@mpih-frankfurt.mpg.de

Bei Streckenteilungen tritt häufig die Tendenz auf, eine Strecke nicht mittig zu halbieren, sondern links der Mitte zu teilen (Goertz & Sireteanu, TWK 2000/2001). Die Richtung dieses als Pseudoneglect bezeichneten Bias steht in engem Zusammenhang mit der erlernten Leserichtung. Untersucht wurde, ob bei Kinder mit Lese-Rechtschreib-Schwierigkeiten (LRS) aufgrund ihrer im Vergleich zu Normallesern geringeren Leseerfahrung und der Verbindung zwischen Leseerfahrung und der erlernten Leserichtung eine geringere Ausprägung des Pseudoneglects zu beobachten ist. Untersucht wurden 16 Kinder zwischen neun und zwölf Jahren, die anhand einer eingehenden LRS-Diagnose in zwei Gruppen eingeteilt wurden. Die zu teilenden Strecken variierten in der Streckenlänge ($22,2^\circ$ und 32° Sehwinkel) und in der Darbietungsdauer (100 ms und 1000 ms). Neben dem visuellen wurde auch ein möglicher auditiver Pseudoneglect untersucht. Kinder mit LRS zeigten eine tendenziell geringere Ausprägung des Bias ($p < 0,05$) als Kinder ohne LRS. Es traten statistisch bedeutsame Wechselwirkungen zwischen Gruppe und Streckenlänge ($p < 0,01$) und Gruppe und Darbietungsdauer ($p < 0,05$) auf, wobei bei Kindern mit LRS die Unterschiede zwischen den Abstufungen bei beiden Variablen geringer waren. Bei beiden Gruppen war das Ausmaß des Bias sowohl bei längerer Darbietungsdauer ($p < 0,001$) als auch bei geringerer Streckenlänge ($p < 0,01$) größer. Weiterhin konnte ein Pseudoneglect für auditive Reize festgestellt werden, der allerdings nicht zwischen den beiden Gruppen unterschied. Der geringere Bias bei Kindern mit LRS weist auf die Bedeutung der Leseerfahrung für die Ausbildung einer automatisierten Leserichtung und des damit in Zusammenhang stehenden Pseudoneglects hin.

Visual Cognition: Objects and Faces

Use of Elemental Versus Configural Information in the Visual Categorization of Pigeons

Ulrike Aust and Ludwig Huber

University of Vienna, Austria

`ulrike.aust@univie.ac.at`

Six pigeons were trained to discriminate pictures showing humans (S+) and no humans (S-). After training tests were done to determine whether the birds had perceived the human figures just as compounds of unrelated, independent features associated with reinforcement (elemental or particulate perception) or whether they had also used the spatial arrangement of the constituting target components (configural perception). The pigeons were tested with stimuli showing human figures that were scrambled in seven different ways. Thus, target configuration was altered, whereas the pictures still contained all constituting elements. Half of the distorted stimuli were derived from familiar training stimuli (Test “Familiar”), the others were derived from novel stimuli (Test “Novel”). In 76 of 84 cases (6 birds x 2 tests x 7 stimulus types) response rates were decreased after alteration compared to intact S+ stimuli. This was by about 14% in Test “Familiar” and 32% in Test “Novel”. Obviously, the results reflect a general trend, although differences were significant in only 3 “Familiar” cases and 24 “Novel” cases. Nevertheless, response rates to test stimuli were more than three times higher than to S- stimuli ($p < 0.0001$), indicating that the distorted versions were still recognized as positives. More specifically, the pigeons must have recognized that the images contained the same components as the intact S+ stimuli, but also, that their spatial organization had changed. In Test “Familiar”, loss of configural integrity could be compensated to a great extent by item-specific information, acquired by experience with the training stimuli. The results suggest that responding was not only controlled by particulate aspects, thus pointing to the dual importance of elemental and configural information.

Cross-modal Aspect of Face Distinctiveness

Isabelle Bühlhoff¹ and Fiona N. Newell²

¹Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, ²Trinity College, Ireland

`isabelle.buelthoff@tuebingen.mpg.de`

Various factors have been identified that influence face recognition. Despite the diversity of the studies on face recognition, mostly factors related to visual information have been investigated so far. Among factors like facial motion, orientation and illumination, the distinctiveness of faces has been extensively studied. It is well known that distinctive faces are more easily recognized than typical faces in memory tasks. In our study we have addressed the question whether factors that are not of visual nature might also influence face recognition. More specifically, our experimental question was: can visually typical faces become perceptually distinctive when they are accompanied by voice stimuli that are distinctive and can these faces therefore become in this way more easily recognizable? In a training session, participants saw faces from two sets. In one set all faces were accompanied by characteristic auditory stimuli during learning (d-faces: different languages, intonations, accents, etc.). In the other set, all faces were accompanied by typical auditory stimuli during learning (s-faces: same words, same language). Face stimuli were counterbalanced across auditory conditions. Face recognition alone was tested. We measured recognition performance in an old/new recognition task. Our results show that participants were significantly better ($t(12) = 3.89$, $p < 0.005$) at recognizing d-faces than s-faces in the test session. Thus, our results demonstrate the perceptual quality of auditory stimuli (distinctive or typical) presented simultaneously with face stimuli can modify face recognition performance in a subsequent memory task and that typicality of stimuli in one modality can be modified by concomitantly presented stimuli in other sensory modalities.

Analog Shape Transformations in Basic Level Categorization?

Christoph Dahl, Markus Graf and Heinrich H. Bülthoff

MPI für biologische Kybernetik, Tübingen

`christoph.dahl@tuebingen.mpg.de`

It has been shown that basic level categorization performance deteriorates systematically with increasing shape transformation between two sequentially presented objects, providing evidence for an image-based model of categorization. Furthermore, categorization latencies were shown to be sequentially additive, which suggests that categorization relies on analog compensation processes, i.e. on processes which traverse intermediate points on the transformational path between category representation and perceived stimulus (Graf, doctoral dissertation, Wissenschaftlicher Verlag Berlin, 2002). Using a different experimental paradigm, we tried to find converging evidence that categorization is based on analog shape transformations. Category members from common object categories were produced by morphing between two objects from the same basic level category. Subjects were first familiarized with all category members. In the experiment, three objects were presented sequentially and subjects were required to decide whether all three belonged to the same category. The third object was a morph whose shape was either in between the first and the second object (INTER), the same as the second object, or morphed beyond the second object (EXTRA). A significant main effect of condition was found. Reaction times for the INTER condition were faster than for the EXTRA condition. Thus, categorization decisions were faster when the third object was located on the assumed path of transformation between the first two objects. Since all objects were familiar, the advantage for the INTER condition seems to result from a previous activation of intermediate shapes in the categorization process, suggesting analog shape transformations in categorization. Other image-based accounts seem less appropriate, but cannot be excluded at present.

Study of Human Classification using Psychophysics and Machine Learning

Arnulf B. A. Graf, Felix A. Wichmann, Heinrich H. Bülthoff and Bernhard Schölkopf

MPI für biologische Kybernetik, Tübingen

`arnulf.graf@tuebingen.mpg.de`

We attempt to reach a better understanding of classification in humans using both psychophysical and machine learning techniques. In our psychophysical paradigm the stimuli presented to the human subjects are modified using machine learning algorithms according to their responses. Frontal views of human faces taken from a processed version of the MPI face database are employed for a gender classification task. The processing assures that all heads have same mean intensity, same pixel-surface area and are centered. This processing stage is followed by a smoothing of the database in order to eliminate, as much as possible, scanning artifacts. Principal Component Analysis is used to obtain a low-dimensional representation of the faces in the database. A subject is asked to classify the faces and experimental parameters such as class (i.e. female/male), confidence ratings and reaction times are recorded. A mean classification error of 14.5% is measured and, on average, 0.5 males are classified as females and 21.3 females as males. The mean reaction time for the correctly classified faces is 1229 +- 252 [ms] whereas the incorrectly classified faces have a mean reaction time of 1769 +- 304 [ms] showing that the reaction times increase with the subject's classification error. Reaction times are also shown to decrease with increasing confidence, both for the correct and incorrect classifications. Classification errors, reaction times and confidence ratings are then correlated to concepts of machine learning such as separating hyperplane obtained when considering Support Vector Machines, Relevance Vector Machines, boosted Prototype and K-means Learners. Elements near the separating hyperplane are found to be classified with more errors than those away from it. In addition, the subject's confidence increases when moving away from the hyperplane. A preliminary analysis on the available small number of subjects indicates that K-means classification seems to reflect the subject's classification behavior best. The above learners are then used to generate "special" elements, or representations, of the low-dimensional database according to the labels given by the subject. A memory experiment follows where the representations are shown together with faces seen or unseen during the classification experiment. This experiment aims to assess the representations by investigating whether some representations, or special elements, are classified as "seen before" despite that they never appeared in the classification experiment, possibly hinting at their use during human classification.

Categorization and Object Shape

Markus Graf and Heinrich H. Bülthoff

MPI für biologische Kybernetik, Tübingen

`markus.graf@tuebingen.mpg.de`

Shape variability of objects from a basic level category usually can be described well with continuous shape transformations (topological transformations). Previous experiments with line drawings showed that categorization performance depends systematically on the amount of shape transformation, both in speeded categorization tasks and rating tasks (Graf, doctoral dissertation, Wissenschaftlicher Verlag Berlin, 2002). We investigated whether this systematic dependency can be replicated under different conditions. Gray-level images of new category members were produced by morphing between members of the same basic level category. Two images were presented sequentially and subjects were required to decide whether they belonged to the same category. The amount of shape transformation between members of the same category was varied systematically. Objects were presented either upright (Experiment 1), in different orientations in the picture plane (Experiment 2) or in different equidistant positions (Experiment 3). In general, categorization performance deteriorated systematically with increased shape transformation. In Experiment 2, categorization performance depended both on the amount of shape change and orientation change, while there was no significant interaction between orientation and shape. The effect of shape transformation was found despite position changes (Experiment 3). The systematic dependency of categorization performance on the amount of shape transformation was replicated with gray-level images, for upright objects, image-plane rotated, and for translated objects. This indicates that the systematic dependency on shape changes is not simply due to low-level processes. Processes which compensate for shape and for orientation changes seem independent, which is in agreement with previous findings for other combinations of transformations. Overall, the findings strongly support an image-based model of categorization.

Temporal Properties of Shape Processing Across Visual Areas: a Combined fMRI and MEG Study

Elisabeth Huberle,¹ Arne Deubelius,¹ Werner Lutzenberger,² Heinrich H. Bühlhoff¹
and Zoe Kourtzi¹

¹Max-Planck-Institut fuer biologische Kybernetik,

²Institut fuer medizinische Psychologie, Universitaet Tuebingen

`elisabeth.huberle@tuebingen.mpg.de`

Recent studies have shown that global information about shapes is processed in both early ventral (i.e. V1, V2, Vp, V4) and higher occipitotemporal visual areas (i.e. Lateral Occipital Complex-LOC). However, the temporal properties of shape processing across visual areas in the human brain are largely unknown. We addressed this question in a combined fMRI and MEG study that made use of the high spatial resolution of fMRI and the temporal resolution of MEG. We used an event-related adaptation paradigm in which lower neural responses are observed for two identical than two different consecutively-presented stimuli. The stimuli were closed contours that consisted of collinear Gabor elements. We manipulated the interstimulus interval (ISI: 100 vs. 400 msec) between the two consecutively-presented stimuli in each trial. To ensure comparability between fMRI and MEG results, subjects participated in both parts of the study. The fMRI results for 11 subjects showed adaptation for both the short and the long ISI in the LOC but only for the short ISI in early visual areas. The MEG data showed similar patterns of response amplitude to the fMRI data and differences in latencies for the different ISIs across visual areas ranging between 70 and 160 ms. These findings suggest sustained shape processing in higher visual areas compared to more transient visual analysis in early visual areas. Further studies test the analysis of local vs. global shape features across areas with different temporal processing properties.

Learning of Artificial Biological Motion: A Comparison Between Natural and Synthetic Trajectories

Jan Jastorff,¹ Zoe Kourtzi² and Martin A. Giese¹

¹Cognitive Neurology, University Clinic Tübingen,

²MPI for Biological Cybernetics, Tübingen

jan.jastorff@tuebingen.mpg.de

It has been shown, that humans are able to learn to discriminate between different styles of natural movements (e.g., gaits or sports movements). However, it remains unknown whether this learning is based on innate templates for biological movement patterns, or if humans can learn representations of new arbitrary complex movements. We address this question by investigating whether subjects can learn artificial biological movement stimuli. Methods: We generated biological motion stimuli by linear combination of prototypical trajectories. Spatio-temporal linear combinations were computed using special algorithm, spatio-temporal morphable model (Giese & Poggio, 2000, International Journal of Computer Vision, 59-73). The following two classes of stimuli were generated: (A) stimuli derived by linear combination of dissimilar natural movements (e.g., walking, kicking and dancing). (B) Stimuli generated by animation of an artificial skeleton model that is highly dissimilar from naturally occurring body structures. The joint angle trajectories of the skeleton were given by linear combinations of synthetic trajectories. These trajectories were sinusoidal functions. Their amplitudes and frequencies were approximately matched with the joint trajectories of human actors during natural movements. Subjects had to discriminate between pairs of these stimuli that were defined by linear combinations with slightly dissimilar weights. The trajectories were presented as normal point light walkers (PLW), and as point light walker with position jitter (PLWJ). The PLWJ were generated by adding random displacements of the dots along the skeleton of the walker for in each frame. Each subject took part in two training and three test blocks. Feedback was provided only during training. Results: Subjects trained with stimuli derived from natural movements (group A) learned the discrimination between novel patterns very quickly (about 8 repetitions). For rotation of the test stimuli against the training stimuli we found transfer only for the normal PLW, but not for the PLWJ stimuli. Subjects were able to learn the completely artificial stimuli (group B) presented as PLWJ equally fast as the stimuli from group A. Conclusions: (1) New templates for movement recognition can be learned very quickly. (2) Learning affects at least two different levels of representation (local and holistic). (3) The learned holistic representations seem to be view-dependent. (4) There seems to be no significant difference in the learning process between stimuli derived from artificial and natural movements.

Supported by the Deutsche Volkswagenstiftung and the Max Planck Society

Spatio-temporal Caricatures of Facial Motion

Barbara Knappmeyer,¹ Martin A. Giese,² Winfried Ilg² and Heinrich H. Bülthoff¹

¹Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, Tübingen,

²ARL, Dept. for Cognitive Neurology, Univ. Clinic Tübingen

barbara.knappmeyer@tuebingen.mpg.de

It is well established that there is a recognition advantage for slightly caricatured versions of static pictures of faces (e.g., Rhodes et al., 1987, *Cognitive Psychology*, 473-497; Benson & Perrett, 1994, *Perception*, 75-93). Recently, similar caricature effects have been shown using temporal or spatial exaggerations of complex body movements (point light displays) (Hill & Pollick, 2000, *Psychological Science*, 223-228; Pollick et al. 2001, *Perception*, 323-338). Here, we generated spatio-temporal caricatures of facial movements using a motion morphing technique developed by Giese & Poggio (2000, *International Journal of Computer Vision*, 59-732000) to investigate whether identification from facial motion can be improved by caricaturing. The motion caricaturing was accomplished using hierarchical spatio-temporal morphable models (HSTMM). This technique represents complex motion sequences by linear combinations of learned prototypical movement elements. Facial motion trajectories of 72 reflecting markers were obtained using a commercial 3D motion capture system (VICON). These original trajectories and the morphed or exaggerated versions are applied to photo-realistic head models (Blanz & Vetter, 1999, *SIGGRAPH*: 187-194) using a commercial face animation software (famous3D Pty. Ltd.). In a first experiment which employed motion data captured from 2D videos, we tested the quality of this linear combination technique. Naturalness ratings from 7 observers were obtained. They had to rate an average-shaped head model, which was animated with three classes of motion trajectories: 1) original motion capture data, 2) approximations of the trajectories by the linear combination model, and 3) morphs between facial movement sequences of two different individuals. We found that the approximations were perceived as natural as the originals. Unexpectedly, the morphs were perceived as even more natural ($t(6)=4.6$, $p<.01$) than the original trajectories and their approximations. This might reflect the fact that the morphs tend to average out extreme movements. In a second experiment 14 observers had to distinguish between characteristic facial movements of two individuals applied to a face with average shape. The movements were presented with three different caricature levels (100%, 125%, 150%). We found a significant caricature effect: 150% caricatures were recognized better than the non-caricatured patterns ($t(13)=2.5$, $p<.05$). This result suggests that spatio-temporal exaggeration improves the recognition of identity from facial movements. We are currently investigating whether this result generalizes to the 3D motion data and to different types of facial motion (e.g., rigid head motion versus non-rigid deformation of the face).

Supported by the Deutsche Volkswagenstiftung and the Max Planck Society.

Blickbewegungen bei perzeptiven Vergleichen von Position, Länge und Orientierung

Hendrik Koesling und Helge Ritter

Universität Bielefeld

`hendrik.koesling@uni-bielefeld.de`

In einer Serie korrelierter Experimente mit ansteigender Komplexität wurde die visuelle Wahrnehmung und Beurteilung fundamentaler Objekteigenschaften in verschiedenen Vergleichsszenarien untersucht. Unter Berücksichtigung von Objektähnlichkeit und raum-zeitlichen Objektrelationen stand dabei die Betrachtung der Einflüsse von peripherer Objektposition und der Länge und Orientierung von Liniensegmenten auf sequentielle und simultane Vergleichsprozesse im Mittelpunkt. Die Analyse von Blickbewegungsdaten gab Aufschluss über die perzeptiven und kognitiven Prozesse, die derartige Vergleichsoperationen steuern. Die Ergebnisse der empirischen Untersuchungen bildeten die Grundlage für die entsprechende Implementierung computergestützter Modellsimulationen. Diese können dann etwa zur Steuerung von künstlichen visuellen Systemen eingesetzt werden. Zunächst wurden Exzentrizitätseffekte im Rahmen des Paradigmas eines blick-kontingenten, sequentiellen Vergleichsszenarios untersucht. In einem ersten Experiment sollten Versuchspersonen die Position eines Zielmarkers in einem bestimmten Exzentrizitätsbereich beurteilen. In ähnlichen Szenarien wurde die periphere Wahrnehmung der Länge und Orientierung von Liniensegmenten untersucht. Die Ergebnisse zeigten eine hohe Korrelation zwischen dem Beurteilungsfehler der peripher wahrgenommenen Längen bzw. Orientierungen von Liniensegmenten und der Fehllokalisierung der Markerposition. Die empirischen Daten gaben Anlass zu der Hypothese, dass die Lokalisation der Endpunkte eines Liniensegments und die "Berechnung" ihrer Distanz einen grundlegenden Mechanismus für die periphere Längen- und Orientierungswahrnehmung darstellen. Ein auf dieser Annahme basierender probabilistischer Modellansatz konnte die empirischen Ergebnisse zumindest für die Längenbeurteilung erfolgreich reproduzieren und unterstützt damit den Schluss auf die vermutlich zugrunde liegenden Wahrnehmungsprinzipien. Anschließend wurden Ähnlichkeitseffekte im Rahmen des Paradigmas eines simultanen Vergleichsszenarios untersucht. Dabei lieferte eine Eyetracker-Apparatur die relevanten Blickbewegungsparameter, um die Bedeutung visueller Aufmerksamkeitsprozesse während Objektvergleichen nachzuvollziehen. In Abhängigkeit von der Diskriminierungsschwierigkeit zeigte die Analyse der Blickbewegungsdaten entweder eine holistische oder eine analytische Verarbeitungsstrategie, die sich in typischen Blickbewegungsmustern manifestierte. Die holistische Strategie ist offensichtlich ein peripherer Prozess per se. Im Gegensatz dazu ist die analytische Wahrnehmung gekennzeichnet durch ein charakteristisches Muster fovealer visueller Aufmerksamkeit, beeinflusst von peripheren Wahrnehmungsprinzipien. So stellt ein sakkadisches "visuelles Abmessen" von Längen, verbunden mit effizienten Fixationsmustern, die nur Teile von Liniensegmenten foveal scannen und die verbleibenden offensichtlich nur peripher wahrnehmen, die Basis für die Manipulation von korrespondierenden mentalen Repräsentationen von Liniensegmenten dar. Die Ergeb-

nisse führten weiterhin zu einem besseren Verständnis spezieller visueller Phänomene wie z.B. der Horizontalen-Vertikalen-Täuschung. So lässt sich diese vermutlich auf das ungenaue Abmessen der beteiligten Liniensegmente bereits auf sensomotorischer Ebene zurückführen. Unter Einbezug von Komponenten des "Exzentrizitätsmodells" konnte schließlich ein erweitertes Computermodell entwickelt werden. Dieses war in der Lage, die von den Versuchspersonen gezeigten Strategien der Längenwahrnehmung erfolgreich zu reproduzieren.

Verarbeitung von Identität und emotionalem Ausdruck in der Gesichtswahrnehmung: Eine entwicklungspsychologische Studie

Monika Korell und Gudrun Schwarzer

Friedrich-Miescher-Laboratorium der Max-Planck-Gesellschaft, Tübingen

monika.korell@tuebingen.mpg.de

In bisherigen Studien wurde beobachtet, dass jüngere Kinder bei der Identifikation von Gesichtern einzelne Gesichtsmkmale unabhängig voneinander verarbeiten (Schwarzer & Korell, 2001, *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 78-90; Schwarzer & Massaro, 2001, *Journal of Experimental Psychology*, 139-161). Gesichter enthalten aber nicht nur komplexe visuelle Informationen, sondern dienen beispielsweise auch dem Ausdruck von Emotionen. Ziel der vorliegenden Studie war zu untersuchen, ob Informationen über die Identität eines Gesichts und Informationen über den emotionalen Ausdruck eines Gesichts von Kindern unterschiedlichen Alters abhängig oder unabhängig voneinander verarbeitet werden. In drei Reaktionszeitexperimenten sollten Kinder (5-10 Jahre) und Erwachsene Gesichter anhand einer relevanten Informationsquelle (Identität in Experiment 1, emotionaler Ausdruck in Experiment 2 bei aufrechter und in Experiment 3 bei invertierter Darbietung) klassifizieren. Unter drei Bedingungen wurde die jeweils zusätzliche, jedoch irrelevante Informationsquelle (emotionaler Ausdruck in Experiment 1, Identität in den Experimenten 2, 3) so variiert, dass deren Einfluss auf die Verarbeitung der relevanten Informationsquelle getestet werden konnte. Verursachte die experimentelle Manipulation der irrelevanten Information signifikante Reaktionszeitunterschiede, so konnte eine abhängige Verarbeitung diagnostiziert werden, wohingegen ein gleichbleibendes Reaktionszeitniveau für eine unabhängige Verarbeitung der jeweils relevanten Information sprach. Bereits für das Alter von 5 Jahren bis zum Erwachsenenalter zeigte sich, dass die Beurteilung der Gesichtsidentität unabhängig von Informationen über den emotionalen Ausdruck erfolgt. Umgekehrt konnte nachgewiesen werden, dass Kinder und Erwachsene beim Klassifizieren nach dem emotionalen Ausdruck von Informationen über die Gesichtsidentität beeinflusst werden. Diese abhängige Verarbeitung des emotionalen Ausdrucks trat in allen Altersgruppen jedoch nur bei aufrechter, aber nicht bei invertierter Darbietung auf. Verschiedene Erklärungen für die altersunabhängige Verarbeitung von Gesichtsidentität und emotionalem Ausdruck werden diskutiert.

Zwei Varianten des Necker-Würfels: Frühe, okzipitale lateralisierte ERP-Korrelate des Wahrnehmungswechsels

Jürgen Kornmeier und Michael Bach

Universitäts Augenklinik Freiburg

jnknr@web.de

Bei Betrachtung eines mehrdeutigen Stimulus, z.B. des Necker-Gitters (aus 9 Necker-Würfeln zusammengesetzt) wechselt die wahrgenommene Orientierung spontan, obwohl das Bild selbst unverändert bleibt. In einer ERP-Studie konnten wir ein frühes okzipital-parietal verteiltes ERP-Korrelat ("reversal negativity", "RN") zum Wahrnehmungswechsel identifizieren (Kornmeier et al. im Druck). In der aktuellen Studie vergleichen wir die ERP-Signale zum Wahrnehmungswechsel beim Necker-Gitter mit jenen beim Necker-Würfel. Ist auch beim Necker-Würfel eine RN messbar? Sind die ERP-Signale lateralisiert? Methoden: 7 Versuchspersonen betrachteten das Necker-Gitter (Exp.1) und den Necker-Würfel (Exp.2). Die Stimuli wurden für 800 ms präsentiert, gefolgt von 400 ms Pause mit grauem Bildschirm. In den Pausen drückten die Vps in getrennten Blöcken eine Taste, sofern sie Orientierungswechsel zweier aufeinanderfolgender Stimuli (Testblock) oder zwei aufeinanderfolgende Stimuli in gleicher Orientierungen (Kontrollblock) wahrgenommen hatten. Das EEG wurde mit 11 Elektroden aufgenommen. Ergebnisse: (1) Sowohl beim Necker-Gitter als auch beim Necker-Würfel wurde eine deutliche RN an okzipitalen und parietalen Elektrodenpositionen gemessen. (2) Die RNs beider Stimuli unterscheiden sich weder in Amplitude noch in Latenz. (3) Bei 5 Vps zeigt die RN eine klare Lateralisierung. Bei 4 Vps war die stärkste Amplitudenauslenkung an der linken okzipitalen Elektrodenposition und bei einer Vp an der rechten okzipitalen Elektrodenposition. Bei 2 Vps lag keine Lateralisierung vor. Interpretation: Die RN als Korrelat zum Wahrnehmungswechsel bei mehrdeutigen Stimuli konnte erfolgreich reproduziert werden. Die grosse Ähnlichkeit der RNs zu beiden Stimuli, sowie deren Lateralisierung lassen auf neuronale Verarbeitungsstufen schließen, die der elementaren Bildverarbeitung nachgeschaltet sind. Die variable Lateralisierung könnte auf die hohe interindividuelle Variabilität der Cortex-Anatomie zurückführbar sein.

The effects of dynamic stimulus presentation on complex shape perception in pigeonsMichaela Loidolt,¹ Ludwig Huber¹ und Nikolaus Troje²¹Universität Wien, ²Ruhr-Universität-Bochum

michaela.loidolt@univie.ac.at

The pigeon's (*Columba livia*) excellent performance in categorizing a variety of visual stimulus classes is well documented. We investigated which stimulus aspects of the class members the birds employ for such discriminations. In previous studies, we found that the pigeons' ability to discriminate between photorealistic frontal images of human faces on the basis of sex was predominantly based on information contained in the visual texture of the images rather than in the shape information contained in the faces. However, in these experiments we presented static images, so an important attribute of natural stimuli was excluded - parallax motion, which is a key factor for efficient 3D-shape perception in humans. It is possible that pigeons require parallax motion consistent with the 3D-interpretation of a solid body to integrate isolated image features into the percept of a single object. To clarify this question, we compared the discrimination performance of pigeons presented with laser-scanned 3D-models of human faces rotating around the vertical axis (dynamic presentation) with the performance of pigeons presented with a single view or multiple static views of the faces, respectively (static presentation). The results of these comparisons as well as of the analysis of generalization tests involving other presentation conditions indicate that dynamic stimulus presentation has no facilitating effect on complex shape perception in pigeons. Nevertheless, these data may give further insight into the specific characteristics of the pigeon's visual and cognitive system and may represent a further step towards a full understanding of visual categorization in this bird.

Visual Discrimination Strategies of Monkey and Human Observers for Simple Geometric Shapes

Kristina J. Nielsen, Gregor Rainer and Nikos K. Logothetis

MPI für biologische Kybernetik, Tübingen

`kristina.nielsen@tuebingen.mpg.de`

During visually guided behavior relevant information must be extracted from the objects in the environment. Which information about particular stimuli is actually used can provide insights into strategies underlying behavior. Here we quantify which parts of simple geometric shapes humans and monkey observers used during a visual discrimination task. The stimulus set consisted of three rotated versions of a square with a single protrusion (left, up or right). Each shape was associated with a unique behavioral response (button press or eye movement). We determined relevant regions in each stimulus by presenting the shapes behind occluding surfaces with randomly placed windows, while the observers continued to perform the discrimination task. In this paradigm, the diagnostic value of a shape region is reflected in the way in which its occlusion affects the performance of the observer. While occlusion of an unimportant shape feature will leave discrimination performance unaffected, occlusion of the diagnostic features will render the observer unable to identify the shape correctly. For the human observers, each pattern had one diagnostic region consisting of the protrusion. Similar results were obtained in a monkey subject for two of the three shapes. Interestingly, no region was identifiable for the third shape, even though the monkey could identify the shape with about the same accuracy as the other two shapes. We suggest that the lack of a diagnostic region for the third shape reflects the strategy of the monkey, who tended to choose the third shape whenever neither of the protrusions corresponding to the first two shapes was visible. We conclude that although there was close agreement for the majority of stimuli, we also found strategy differences between human and monkey observers.

Synergie von Merkmalskonjunktionen in der Salienz von textur - definierten Objekten

Max Schmidt

Westfälische Wilhelms-Universität Münster

`maxe@psy.uni-muenster.de`

Kubovy et al. (1999, *Psychonomic Bulletin and Review*, 183-203) zeigen, dass räumlich koinzidente Texturgrenzen zweier Merkmale (Farbe und Form) besser entdeckt werden, als man es aus der unabhängigen Verarbeitung jeder einzelnen Merkmalstexturgrenze vorhersagen kann (Synergie). Offen bleibt die Frage, ob die Synergie der Merkmale nur durch die Texturgrenzen vermittelt wird, oder durch textur-definierte Objekte. Wir konstruieren textur-definierte Objekte verschiedener Grösse und Länge der Texturgrenze, die entweder direkt aneinandergrenzen (Border Condition) oder nicht (Region Condition) und untersuchen die Synergie der Merkmale Ortsfrequenz und Orientierung. Wir finden stets eine bessere Entdeckbarkeit für Texturobjekte, die aus Merkmalskonjunktionen gebildet sind, unabhängig davon, ob die Objekte direkt angrenzen oder nicht. Der Zugewinn an Salienz ist weit besser, als über Wahrscheinlichkeitssummatoren zwischen beider Einzelmerkmalen vorhergesagt werden kann. Entarten die Objekte zu Linien aus einzelnen Texturelementen, verschwindet der Synergieeffekt. Die Daten lassen den Schluss zu, dass die Synergie von Merkmalskonjunktionen objektvermittelt ist, also Merkmale dann miteinander verbunden werden, wenn sie räumlich zu einem Objekt integriert werden können.

A Model of Rapid Surface Detection in Primate Visual Cortex

Michael Schmuker,¹ Ursula Körner,² Edgar Körner,² Marc-Oliver Gewaltig² and
Thomas Wachtler¹

¹Universität Freiburg, ²Honda Research Institute Europe GmbH

`schmuker@gmx.net`

It has been shown that primates can perform image segmentation and subsequent classification using only 1 spike per processing stage (Fabre-Thorpe et al., 2001, *Journal of Cognitive Neuroscience*, 171-180; Thorpe et al., 2001, *Neural Networks*, 715-725). In this contribution we propose that surface detectors, responding to areas of homogeneous gray-level may support early image segmentation and facilitate the fast generation of an initial hypothesis about the input. Surfaces can be defined as homogeneous image regions. To measure the homogeneity of an image patch, we use grey-level variance. For every pixel in the input image, the grey-level variance in a predefined patch, surrounding the pixel is calculated. Regions with low patch variance are then considered as surfaces. We implemented this approach in a model network of spiking neurons, consisting of two layers. The first layer encodes the pixel grey level in spike-latencies. Thus, homogeneous patches result in well synchronized pulse packets. Patch homogeneity is then detected by coincidence detectors in the second layer. If the grey-level variance in an image patch is small enough, a detector neuron responds. We demonstrate the performance of the system using a set of real-world images. We show that even for images with a high degree of low-frequency clutter, the image is segmented into it's most salient components. Moreover, our model achieves fast image segmentation in a purely feed-forward manner without the need for lateral or feed-back connections. It uses only 1 spike per neuron and layer, therefore meeting the timing constraints set up in Fabre-Thorpe et al. (2001).

Towards a Deeper Understanding of View-based Face Recognition

Sandra Schuhmacher,¹ Adrian Schwaninger,² Christian Wallraven² and
Heinrich H. Bülthoff²

¹Dept. of Psychology, University of Zürich,
²MPI for Biological Cybernetics, Tübingen

aschwan@allgpsy.unizh.ch

Humans are experts in processing faces, which are encountered in everyday life in many different poses and views. In the present study we investigated to what extent the processing of such highly overlearned stimuli is dependent on viewpoint. The experiments were modeled after the inter-extra-ortho experiments by Bülthoff & Edelman, 1992, PNAS, 60-64, who used novel objects as stimuli (wire- and amoebae-like 3D objects). In Experiment 1, ten face-stimuli were presented in frontal view and 60° side view. At test they had to be recognized among ten distracter faces at different viewpoints. We found systematic effects of viewpoint (recognition performance: inter > extra > ortho), which were consistent with recognition schemes based on local view interpolation. These effects were replicated in Experiment 2, in which frontal and 45° side views were learned, although recognition performance was less viewpoint-dependent (inter = extra > ortho). This result is again consistent with recognition schemes based on local view interpolation. In Experiment 3, the learning condition entailed frontal views and 45° upward views. The motivation for this experiment comes from the fact that in everyday life, faces are encountered more often in different side views than in views from above and that faces are only vertically symmetric. Indeed, systematic differences of viewpoint-dependent performance were found in Experiment 3 when compared to Experiment 1 and 2 (inter > ortho > extra). The results are discussed within the framework of a new computational model based on key-frames, which entails local view interpolation and has been shown to be well-suited to model human face recognition performance (Wallraven et al., 2002, LNCS vol. 2525, 651-660).

The Role of Co-occurrence for View-based Object Recognition

Adrian Schwaninger,¹ Stefan Michel,² Franziska Hofer² and Heinrich H. Bülthoff¹

¹MPI for Biological Cybernetics, Tübingen,

²Dept. of Psychology, University of Zürich

`adrian.schwaninger@tuebingen.mpg.de`

Objects in the real world do not occur in a random manner. For example tea spoons tend to be near tea cups and there is usually a remote control nearby a TV. A cognitive system, which is adapted to the environment, would take such co-occurrences into account and use top-down driven expectancies for faster recognition. Although many object recognition theories assume a serial bottom-up processing and disregard top-down feedback from later stages to earlier ones, neuropsychological and imaging studies suggest recurrent feedback during object identification (e.g., Humphreys, Ridloch and Price, 1997, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 1275-1282). We present further evidence for top-down influences in object recognition using a priming approach. In Experiment 1 participants named objects (e.g., TV) in two different views (canonical vs. non-canonical), which were preceded by a contextually consistent (e.g., remote control) or inconsistent (e.g., hammer) priming stimulus. We found clear effects of prime consistency and target viewpoint as well as a significant interaction. Presenting a consistent prime prior to a target reduced the viewpoint dependency significantly. These results were replicated in Experiment 2 using a contextual association task. Participants had to judge whether the second of two sequentially presented objects tends to co-occur with the first one. Consistent priming stimuli reduced the viewpoint-dependency of the reaction times to the target objects. Both experiments provided converging evidence for the view, that the human cognitive system uses knowledge of co-occurrence information for faster recognition.

Visual Cognition: Space Perception and Navigation

Neural Dynamics of Saccadic SuppressionFrank Bremmer,¹ Michael Kubischik,² Klaus-Peter Hoffmann² and Bart Krekelberg³¹Ruhr-Universität Bochum. Neue Adresse: Philipps-Universität Marburg,²Ruhr-Universität Bochum,³Ruhr-Universität Bochum. Neue Adresse: The Salk Institute, La Jolla, USA`frank.bremmer@physik.uni-marburg.de`

Saccades displace the image of the environment on our retina, yet, we perceive the outer world as being stable. This perceptual stability has been attributed to a reduction of visual sensitivity around the time of a saccade. Psychophysical studies show that saccadic suppression mostly takes place in the dorsal pathway of the visual system and starts well before saccade onset. In our study we aimed at identifying a neural correlate of the dynamics of saccadic suppression in the macaque posterior parietal cortex. Neuronal responses to brief visual stimuli were recorded in areas MT, MST, LIP, and VIP of two awake monkeys. Stimuli (bright bars, size: $10^\circ \times 60^\circ$, duration: 8ms) were back-projected onto a screen and were presented perisaccadically at one of six neighboring but non-overlapping locations. We show that a neural correlate of the saccadic suppression can be identified in motion sensitive areas MT, MST and VIP, but not area LIP. The time course of suppression of neural activity is strikingly similar to what has been found psychophysically. It starts 150 ms before the saccade, reaches a maximum at saccade onset, and, after a brief enhancement of neural responsiveness, it returns to normal 150ms after the saccade. This implies that the visual system partially shuts down just before a saccade to avoid processing the spurious motion caused by the movement of the eye.

Supported by HFSP

SceneGen - Automated 3d Scene Generation for Psychophysical Experiments

Gerald Franz, Markus von der Heyde and Heinrich H. Bühlhoff

Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik

`gf@tuebingen.mpg.de`

For a systematic investigation of the perception of real spaces, photographs offer a chance to combine pictorial realism with laboratory experimental conditions. Psychophysical methods, however, often need a large variety of fully controlled stimuli, which is difficult to achieve with photographs of real scenes. Virtual scenes, on the other hand, provide the necessary flexibility, but their generation by hand is usually too labor-intensive for larger quantities. Our SceneGen toolbox is capable to integrate the advantages of both in a fully automated process. SceneGen combines the good pictorial quality of photo textures, a physics-based radiosity lighting simulation (POV-Ray renderer), and the complete and convenient control of a high level feature-oriented XML-based description language. Thus, all scene features and rendering parameters are independently adjustable. External objects or scene parts can be integrated via a VRML interface. All this allows for an automated generation of an unlimited number of 3D multi-textured realtime-capable OpenGL models or panoramic images with exactly defined differences. The applicability of the scenes as psychophysical stimuli is demonstrated by our current work on the influence of view parameters on distance estimates and semantic differential ratings in virtual reality. Nine subjects in two groups rated two sets of 20 precomputed rectangular interiors. The rooms differed in dimensions, proportions and the number and form of openings in similar ranges like real rooms, but had identical surface properties and illumination. The results show a significant effect of the main experimental parameter eyepoint height on perceived egocentric distances as well as on allocentric distances perpendicular to gaze direction. Surprisingly, allocentric distance estimates parallel to gaze direction are not significantly influenced. This suggests that the participants' horizontal self-location is affected by the simulated eyepoint height. Our experimental paradigm allowed us to investigate spatial perception solely depending on pictorial cues under fully controlled but diverse and comparatively natural conditions. SceneGen is expected to be especially useful for the field of empirical research touching the disciplines of architecture, virtual reality and perceptual psychophysics.

Attention Cells in the Hippocampus of the of the Rat

Christian Hölscher and Hanspeter A. Mallot

Universität Tübingen

`christian.hoelscher@uni-tuebingen.de`

In the hippocampus of freely moving rats, neurons have been recorded that fire predominately at a particular area that the animal passes through while exploring (so-called 'Place cells'). This study tried to investigate what cues are used to establish neuronal firing characteristics. 16 electrodes were implanted in the CA1 region of the hippocampus of 3 months old Long-Evans rats. Using a tetrode recording system, single neurons were recorded while a rat explored an 8-arm maze and retrieved pellets at the end of each arm. It was found that 31 out of 67 of neurons showed place cell characteristics, while other cells either fired in more than one place or did not show a clear spatial firing preference. Interestingly, 11 of the analysed neurons showed enhanced firing activity when the animal entered baited arm but did not fire when the arm was not baited. In a second experiment where only 4 out of 8 arms were baited, firing rates of 46 neurons were analysed, and all cells (spatial or nonspatial) fired more in baited than in non-baited arms ($P < 0.001$ ANOVA). In a reversal task where the previously unbaited 4 arms were baited, neuronal activity now was increased in the newly baited arms (42 cells analysed, $p < 0.001$). We postulate that one factor that influences firing probabilities of neurons in the hippocampus is the relative 'attention' that animals pay to particular locations, as no alterations to the maze or external spatial cues have been made.

Asynchronous Perception of Motion and Luminance Change

Dirk Kerzel

Justus-Liebig-Universität Giessen

`dirk.kerzel@psychol.uni-giessen.de`

Observers were asked to indicate when a target moving on a circular trajectory changed its luminance. The judged position of the luminance change was displaced from the true position in the direction of motion, indicating differences between the times-to-consciousness of motion and luminance change. Motion was processed faster than luminance change. The latency difference was more pronounced for a small (116-134 ms) than for a large luminance decrement (37 ms). The results show that first-order motion is perceived before an accurate representation of luminance is available. These findings are consistent with current accounts of the flash-lag effect. Two control experiments ruled out that the results were due to a general forward tendency. Localization of the target when an auditory signal was presented did not produce forward displacement, and the judged onset of motion was not shifted in the direction of motion.

Umgebungswahrnehmung und Orientierung in realen und virtuellen Umgebungen

Edna Platzer und Michael M. Popp

Universität der Bundeswehr, München

`edna.platzer@unibw-muenchen.de`

Das Experiment gehört zu einer umfangreichen Serie mit der globalen Fragestellung: “Was nehmen Menschen in realen und virtuellen Umgebungen wahr und woran orientieren sie sich?” Im Experiment wurden 58 Versuchspersonen durch ein ihnen bisher unbekanntes Wohnviertel geführt, entweder in der realen Landschaft oder in der virtuellen Darstellung. Im Vorfeld war das real existierende Wohngebiet als visuelle, interaktive Computersimulation erstellt worden. Eine Woche später wurden Wahrnehmung und Erinnerung verschiedener Aspekte von Umgebung und Route und deren Auswirkungen auf Orientierung und Navigation in diesem Gebiet getestet. Um Einblick in den Navigationsprozess zu erhalten, wurden bereits während der Navigation Daten mit der Methode des lauten Denkens erfasst. Untersucht wurden außerdem die Auswirkungen verschiedener Faktoren, insbesondere der jeweiligen Realitätsbedingung, auf die Navigationsleistung. Weiter interessierte, welche der zahlreichen Details der jeweiligen Umgebung wahrgenommen und für die eigene Orientierung verwendet wurden um damit besser zu verstehen, was eine Landmarke ausmacht. Zusätzlich wurden interindividuelle Unterschiede in Abhängigkeit von Personencharakteristika aufgezeigt. Die Ergebnisse zeigen, dass erfolgreiche Navigierer weniger (unterschiedliche) Strategien verwenden, diese jedoch kontinuierlich, unabhängig von der Realitätsbedingung. Gebäude oder Objekte, die sich deutlich von ihrer jeweiligen Umgebung abheben, werden besonders häufig erinnert und genutzt. Ihre Verwendung bei der Navigation findet sich bei der gezielten Suche einer solchen Landmarke, als Bestätigung, auf dem richtigen Weg zu sein oder, wenn unbekannte Landmarken vorliegen, als Ausschlusskriterium. Die Bedeutung der Landmarken für erfolgreiche Navigation ist abhängig von der Umgebung und deren Reichhaltigkeit, sowie von den anderen eingesetzten Navigationsstrategien.

Entfernungswahrnehmung in der Realität und in VR

Michael M. Popp und Edna Platzler

Universität der Bundeswehr München

michael.popp@unibw-muenchen.de

Die Metrik der menschlichen Raumwahrnehmung ist komplex. Ein bekanntes Beispiel ist die Mondtäuschung. Auch für die Wahrnehmung zurückgelegter Entfernung gibt es verschiedene Erklärungsansätze. Diskutiert werden die wahrgenommene optische Reichhaltigkeit der zurückgelegten Strecke, die empfundene oder vorgestellte physische Anstrengung beim Bewältigen der Strecke, auch die dabei vergangene Zeit. In einem Experiment mit 56 Versuchspersonen beiderlei Geschlechts wurde untersucht, wie eine vorher unbekannte Lernroute nach einmaligem Begehen auf Testrouten reproduziert wurde. Die Probanden liefen zusammen mit dem Versuchsleiter eine abwechslungsreiche Route durch ein ihnen unbekanntes Wohngebiet. Danach wurden sie aufgefordert, die gleiche Distanz auf einer wenig oder abwechslungsreich strukturierten Testroute selbständig zu erlaufen. Um den Faktor der physischen Anstrengung des Laufens zu kontrollieren fanden Lernen und Test entweder in der Realität oder in einer praktisch identischen VR statt. In der VR war der visuelle Informationsfluss beim Gehen mit der Realität identisch, die physische Komponente des Gehens an sich entfiel jedoch in dieser Bedingung. Die optische Reichhaltigkeit der Teststrecke hatte keinen signifikanten Einfluss auf die reproduzierte Distanz. Zwischen den beiden Realitätsbedingungen (Realität vs. VR) ergaben sich hochsignifikante Unterschiede. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die physische Komponente des Laufens einer Strecke, nicht deren optische Reichhaltigkeit, die Distanzwahrnehmung bestimmt. Die Resultate werden auch im Hinblick auf die jeweils benötigte Zeit zum Gehen der Lern- und der Testroute und die vorhandenen Unterschiede zwischen Realität und VR diskutiert.

Effects of regions on the orientation ability in virtual environments

Alexander Schnee, Jan M. Wiener und Hanspeter A. Mallot

Eberhard Karls Universität Tübingen

`alexander.schnee@tuebingen.mpg.de`

Hierarchical theories of human spatial memory propose that places are grouped together in regions that are represented at a higher level in a graph-like representation of space. In this project we study the dynamics of the formation of spatial memory, with special focus on the information about regions. At which particular stage of memory formation is regional information used in spatial memory, compared to more detailed information like the exact positions of places within these regions. We hypothesize that regional information originates very early in the formation of spatial memory. To investigate this assumption we have created a virtual environment containing 16 objects of 4 distinct categories (animals, cars, flowers and buildings). The objects were placed on a regular 4x4 grid within the environment. We created 2 experimental conditions that differed in the arrangement of the objects. While objects of the same semantic category were neighboring each other in the regionalized condition, the object positions were scrambled in the unregionalized condition. Subjects were randomly assigned to one of the two environments. In successive trials the subjects had to find objects in the environment. They were instructed to approach the target-object as directly as possible. We recorded subjects trajectories and calculated an overshoot-value for all of the 32 successive trials. The overshoot-value was defined as the quotient of the traveled distance and the distance of the shortest possible path. By analyzing the overshoot-values as a function of the trials for both the experimental groups we monitored spatial learning. Results indicate faster learning in the regionalized environment as compared to the unregionalized environment. These results support our hypothesis that regional information is used in spatial memory very early. These regions allow to reduce the search area in spatial search tasks; as soon as a given landmark can be assigned to a certain environmental area, one can limit the search for this landmark to this area.

Influence of display parameters on perceiving visually simulated ego-rotations - a systematic investigation

Jörg Schulte-Pelkum, Bernhard E. Riecke und Markus von der Heyde

MPI für biologische Kybernetik, Tübingen

`joerg.sp@tuebingen.mpg.de`

In Virtual Reality, subjects typically misperceive visually simulated turning angles. The literature on this topic reports inconclusive data. This may be partly due to the different display devices and field of views (FOV) used in these studies. Our study aims to disentangle the specific influence of display devices, FOV, and screen curvature on the perceived turning angle for visually simulated ego-rotations. In Experiment 1, display devices (HMD vs. curved projection screen) and FOV were manipulated. Subjects were seated in front of the screen and saw a star field of limited lifetime dots on a dark background. They were instructed to perform simulated ego-rotations between 45 and 225° using a joystick to control the rotation of the image. In a within-subject design, performance was compared between a projection screen (FOV 86°×64°), a HMD (40°×30°), and blinders that reduced the FOV on the screen to 40°×30°. Generally, all target angles were undershot. We found gain factors of 0.74 for the projection screen, 0.71 for the blinders, and 0.56 for the HMD. The reduction of the FOV on the screen had no significant effect ($p=0.407$), whereas the difference between the HMD and blinders with identical FOV was significant ($p<0.01$). In Experiment 2, screen curvature was manipulated. Subjects performed the same task as in Experiment 1, either on a flat projection screen or on a curved screen (radius 2m, FOV 86°×64° for both). Screen curvature had a significant effect ($p<0.001$): While subjects turned too far on the flat screen (gain 1.12), they did not turn far enough on the curved screen (gain 0.84). Subjects' verbal reports indicate that rotational optic flow on the flat screen was misperceived as translational flow. We conclude the following: First, display devices seem to be more critical than FOV for simulated ego-rotations, the projection screen being superior to the HMD. Second, screen curvature is an important parameter to be considered for simulation of ego-motion in virtual reality.

Visual Cognition: Visual Search

Filtering by Optic Flow: Evidence from Negative Search Functions

Ulrich Ansorge and Ingrid Scharlau

Universität Bielefeld

`ulrich.ansorge@uni-bielefeld.de`

In a visual search task, we confirmed the hypothesis that processing mechanisms exist which are optimized to filter optic flow (McLeod, Driver, Dienes, & Crisp, 1991, *JEP: Human Perception and Performance*, 55-64). Search time for a target element typically increases with the number of distractor elements (search functions with zero to positive slope). However, optic-flow filters need to be triggered by redundant motion information from several simultaneously available motion signals. Therefore, switching from a single motion distractor (SD) to several redundant motion distractors (RD) should decrease search time for motion targets due to the selective processing by optic-flow filters in the latter conditions (negative search function). This hypothesis was confirmed (Experiments 1, 2, 4, and 5). Control conditions confirmed that negative search functions are neither due to distractor-distractor similarity per se (Experiments 2, 3) nor to costs incurred by strategy changes in condition SD (Experiment 5).

EEG-Korrelate der Verarbeitung von alten Distraktoren in einer Variante der visuellen Suche

Monika Kiss, Maren Wolber und Edmund Wascher

MPI für psychologische Forschung, München

kiss@psy.mpg.de

Eine visuelle Suche nach einem Zielreiz unter Distraktoren wird als seriell bezeichnet, wenn die Reaktionszeit mit steigender Anzahl der Distraktoren zunimmt. Neueren Befunden zufolge kann eine serielle Suche deutlich effizienter werden, wenn ein Teil der Distraktoren vor dem vollständigen Suchdisplay dargeboten wird. Die meisten Erklärungsversuche führen diesen Erleichterungseffekt auf eine top-down Inhibition der alten Distraktorpositionen (visual marking) zurück. Die Verarbeitung der Distraktoren während des Suchprozesses im sukzessive aufgebauten Display wird mit Hilfe eines aufgabenirrelevanten Probereizes untersucht. Anhand von ereigniskorrelierten Potentialen (EKPs) auf den Probereiz kann die Aufmerksamkeitsverteilung im Display nach Darbietung der Suchmatrix beschrieben werden. Die Probanden suchten nach einem Target, das durch eine Kombination der Merkmale Farbe und Form definiert war. Der Probereiz wurde ca. 130 bzw. 280 ms nach Onset des Suchdisplays eingeblendet. Für das kurze SOA (130 ms) fand sich eine reduzierte positive Komponente mit einer Peaklatenz von 200 ms poststimulus für Probereize an alten im Vergleich zu neuen Distraktorpositionen. Dieses Ergebnis ist mit der Hypothese vereinbar, dass zu Beginn des Suchprozesses alte Distraktoren weniger beachtet werden als neue Distraktoren. Zudem zeigte sich eine erhöhte Negativierung für Probereize an neuen gegenüber alten Distraktoren im Bereich zwischen 200 und 300 ms, die als weiterer Hinweis für die bevorzugte Beachtung der neuen Distraktoren gewertet werden kann. Hingegen ergab sich für die EKP-Reaktion auf den Probereiz in der Bedingung mit langem SOA (280 ms) kein Unterschied zwischen alten und neuen Distraktoren; die Komponenten schienen interessanterweise für beide Distraktorsorten unterdrückt. Möglicherweise sind zu diesem späten Zeitpunkt alle Distraktoren bereits gehemmt. In einem weiteren Experiment wurden die möglichen Targetpositionen blockweise variiert. Der Zielreiz konnte jeweils an einer unbesetzten Position, an der Position eines alten Distraktors oder an allen Positionen der Matrix erscheinen. Anders als im ersten Experiment wurden nur alte Distraktorpositionen im Intervall zwischen dem ersten Distraktorset und Suchdisplay betrachtet. Die evozierten Potentiale auf den Probe 500 ms nach Onset des ersten Distraktorsets weisen differenzielle Amplitudeneffekte in Abhängigkeit vom induzierten Aufmerksamkeitsfokus auf. Die Ergebnisse sprechen für eine flexible Zuwendung der Aufmerksamkeit an unterschiedliche Subsets in Abhängigkeit der Aufgabenstellung, wobei die visuelle Gruppierung der Items durch einfache Merkmale wie Farbe eine Rolle spielen könnte.

Der Bilaterale Verteilungsvorteil: Folge von Ineffizienz oder von Komplexität?

Marianne Maertens¹ und Stefan Pollmann²

¹MPI für neuropsychologische Forschung, Leipzig, ²Universität Leipzig

maertens@cns.mpg.de

Soll für zwei Buchstaben entschieden werden, ob es sich dem Namen nach denselben (a und A, [a:]) oder verschiedene (a und b) Buchstaben handelt, so gelingt die Entscheidung schneller, wenn die Buchstaben in beiden visuellen Feldern (bilateral) präsentiert werden, als wenn beide in einem visuellen Feld (unilateral) dargeboten werden. Hingegen ist ein solcher Bilateraler Verteilungsvorteil (BVV) nicht zu beobachten, wenn die Buchstaben lediglich hinsichtlich der Identität ihrer äußeren Form, zu beurteilen sind. So würden /a/ und /A/ in dieser Bedingung als verschieden gelten und eine Entscheidung könnte bereits aufgrund ihrer physikalischen Unterschiede getroffen werden. Einer Erklärung zufolge, hängt der Vorteil bilateraler Verarbeitung von der computationalen Komplexität der Aufgabe ab, die konzeptualisiert wird als die Anzahl und Art der Transformationen, Operationen und Berechnungen, denen perzeptuelle Eingänge unterzogen werden, bevor eine Entscheidung getroffen wird (Belger, A. & Banich, M.T., 1998, *Neuropsychology*, 380-398). Nach unserer Auffassung kann dagegen bereits die ineffiziente Ausführung eines einzelnen Verarbeitungsschrittes den Engpaß darstellen, der sich durch die Verteilung der Anforderungen über beide Hemisphären entschärfen lässt. Wir haben fünf Versuchspersonen im Vergleich geometrischer Figuren trainiert, mit dem Ziel, computationale Komplexität und ineffiziente Verarbeitung als potenzielle Erklärungsansätze des BVV zu kontrastieren. Die Manipulation der Anzahl der Verarbeitungsschritte erfolgte über den Aufgabentypus, indem die Figuren entweder bezüglich der Form oder hinsichtlich der Kategorie zu vergleichen waren. Letzteres sollte zusätzlich zur physikalischen Identifikation eine Abfrage der Kategorienzugehörigkeit (Dreieck oder Viereck) beinhalten. Die Effizienz der Verarbeitung wurde in Form des Trainings operationalisiert, wobei die Verarbeitungseffizienz im Verlauf des Trainings kontinuierlich zunehmen sollte. Anfänglich war sowohl für die physikalische als auch für die kategoriale Vergleichsaufgabe ein BVV zu beobachten. In den nachfolgenden Trainingssitzungen jedoch verschwand der Reaktionszeitvorteil für bilaterale Darbietungen allmählich, wobei der BVV zuerst in der physikalischen und später in der kategorialen Vergleichsaufgabe verloren ging. Unter der Voraussetzung, dass die Anzahl der Verarbeitungsschritte über das Training hinweg konstant ist, stützen die Ergebnisse die Erklärung, dass ein BVV aus der In-/Effizienz eines einzelnen Verarbeitungsschritts resultieren kann.

Synergie von Merkmalskonjunktionen in der Salienz von Texturelementen

Günter Meinhardt und Malte Persike

Westfälische Wilhelms Universität, Münster

meinthag@psy.uni-muenster.de

Klassische Theorien der Merkmalsintegration (Treisman and Gelade, 1980, *Cognitive Psychology*, 97-136) nehmen an, dass Parallelverarbeitung von elementaren visuellen Merkmalen auf frühen Verarbeitungsstufen existiert und Merkmalsintegration erst auf späteren Stufen unter Beteiligung von fokaler Aufmerksamkeit stattfindet. Wir zeigen, dass für die Detektion und Diskrimination des Merkmalskontrastes einzelner Textur-elemente in einer homogenen Umgebungstextur verschiedene Formen der Merkmalsintegration vorliegen. Für sehr kleine Merkmalskontraste in der Umgebung der absoluten Detektionsschwelle gibt es Summation zwischen der Orientierungs- und Ortsfrequenz-domäne, die weit stärker ist als man es über die Annahme unabhängiger Merkmalsmodule vorhersagen kann (Synergie). Bei der Diskrimination von sehr auffälligen Textur-elementen mit hohen Merkmalskontrasten im Bereich der 5. JND hingegen stimmt die Vorhersage der Schwelle aus der Unabhängigkeitsannahme exakt mit den Daten überein. Ob die gefundenen verschiedenen Formen der Merkmalsintegration ohne Beteiligung von Aufmerksamkeitsprozessen ablaufen, ist kontrovers diskutierbar (Joseph et al., 1997, *Nature*, 805-807). Der gefundene Synergieeffekt existiert bei kurzen Timings (125 msec) und direkter Maskierung. Allerdings erweisen sich sehr kleine Merkmalskontraste nur unter Bedingungen von Ortssicherheit als überhaupt detektierbar, so dass ebenfalls Synergie nur unter Bedingungen von Ortssicherheit beobachtet wird, während hoch saliente Reize relativ unabhängig von ihrer Position beurteilt werden können, aber keine Synergie von Merkmalskonjunktionen zeigen.

Index of Authors

- Ackermann, H., 53, 55
Alter, K., 26
Ansorge, U., 109, 176
Arleo, A., 40
Arndt, P. A., 120
Aust, U., 146
- Bach, M., 80, 157
Bakır, G., 70, 74
Barth, E., 72
Bayerl, P., 88, 97
Biber, P., 71
Blender, A., 56
Borst, B., 52
Brandler, S., 108
Braun, D. I., 138
Braun, J., 36
Bremmer, F., 127, 166
Brendel, D., 46
Brenner, E., 89, 98
Brinksmeyer, H. J., 139
Brockmann, W., 132
Brouwer, A.-M., 89
Bülthoff, H. H., 86, 148–151, 153, 162, 163, 167
Bülthoff, I., 147
- Carbone, E., 90
Casile, A., 91
Chiu, W. H., 92
Cornelis, E. V. K., 78, 79
Cunningham, D. W., 128
- Dahl, C., 148
Darwin, C. J., 25
Deco, G., 32
Deml, B., 121
Deubelius, A., 151
Döring, A., 142
Dolia, A., 95
- van Doorn, A. J., 78, 79
Drewes, J., 72
- Eckhorn, R., 139
Engbert, R., 33
Erb, M., 57
Ernst, M. O., 103
- Färber, B., 121
Fahle, M., 143
Fleck, S., 71
Franz, G., 167
Franz, M., 38, 70, 74
Franz, V. H., 84, 86
Friederici, A., 26
Frintrop, S., 100
- Gaebel, C., 122
Gail, A., 139
Garsoffky, B., 140
Gegenfurtner, K. R., 66, 138
Georg, K., 93
Getzmann, S., 101
Gewaltig, M.-O., 161
Giese, M. A., 70, 74, 91, 152, 153
Glaus, S., 102
Godde, B., 112
Goertz, R., 144
Gothe, J., 117
Graf, A. B. A., 149
Graf, E. W., 95
Graf, M., 148, 150
Grodd, W., 55, 118
Grosjean, M., 134
Gross, H.-M., 106
Grothe, B., 24
Guski, R., 104
- Haase, W., 115
Hänsel, M., 115

- Hanke, M., 94
 Hansen, T., 60
 Harris, J. M., 98
 Heide, W., 122, 132
 Heinrich, S. P., 80
 Hellmann, A., 123
 Hertel, R., 65
 Hertrich, I., 53, 55
 Heumann, M., 124
 von der Heyde, M., 167, 173
 Hodzic, A., 112
 Hölscher, C., 168
 Hofbauer, M., 105
 Hofer, F., 163
 Hoffmann, G. S., 125
 Hoffmann, K.-P., 166
 Hoffmann, M. B., 113
 Huber, J., 123
 Huber, L., 146, 158
 Huber, S., 114
 Huberle, E., 151
 Huckauf, A., 141
 Hübner, R., 49
 Hübner, W., 73

 Ilg, U. J., 92, 126, 131
 Ilg, W., 70, 74, 153
 Irtel, H., 62

 Jäkel, F., 103
 Jarchow, T., 54, 102
 Jastorff, J., 152
 Jin, Y., 126, 131

 Kämpf, U., 115
 Kaernbach, C., 22, 128
 Kappers, A. M. L., 81
 el Karim, A., 112
 Karnath, H.-O., 57
 Kasten, E., 117
 Kenkel, S., 117
 Kerzel, D., 169
 Kiefer, M., 46
 Kircher, T. T. J., 118
 Kiss, M., 177
 Kleiser, R., 127
 Kliegl, R., 33
 Knappmeyer, B., 153

 Kömpf, D., 122
 Koenderink, J. J., 20, 81
 Körner, E., 161
 Körner, U., 161
 Koesling, H., 154
 Kollmeier, B., 27
 Kommerell, G., 80
 Konen, C. S., 127
 Korell, M., 156
 Kornmeier, J., 157
 Kourtzi, Z., 151, 152
 Krekelberg, B., 166
 Kromeier, M., 80
 Kubischik, M., 166

 Lages, M., 95
 Landy, M. S., 133
 Lange, J., 96
 Lappe, M., 93, 96
 Lauinger, N., 63
 Leube, D., 118
 Lewald, J., 57, 101, 104
 Lingnau, A., 116
 Logothetis, N. K., 159
 Loidolt, M., 158
 Long, D., 54
 Loose, R., 30, 35
 Lukas, J., 94
 Lutzenberger, W., 53, 151

 Maertens, M., 178
 Mallot, H. A., 42, 73, 75, 168, 172
 Maloney, L. T., 133
 Martinetz, T., 72
 Mathiak, K., 53, 55
 Meinhardt, G., 142, 179
 Meyer, G., 105
 Michel, S., 163
 Michler, F., 139
 Middelburg, T., 89
 Möller, R., 43
 Morland, A. B., 113
 Mortensen, U., 142
 Muchamedjarow, F., 115
 von Mühlennen, A., 47
 Müller, D., 47
 Müller-Oehring, E. M., 117
 Müsseler, J., 48

- Munka, L., 128
- Nefs, H. T., 81
- Neumann, H., 88, 97
- Newell, F. N., 147
- Nielsen, K. J., 159
- Nüchter, A., 100
- Palm, G., 52
- Pavlova, M., 110
- Persike, M., 179
- Platzer, E., 170, 171
- Poggel, D. A., 117
- Pollmann, S., 178
- Popp, M. M., 170, 171
- Preilowski, B., 56
- Rainer, G., 159
- Rammsayer, T., 108
- Reimann-Bernhardt, B., 47
- Restat, J., 64
- Riecke, B. E., 173
- Rinkenauer, G., 129
- Ritter, H., 39, 154
- Röhrbein, F., 105
- Rome, E., 100
- Rottach, K. G., 122
- Sabel, B. A., 117
- Sackerer, B., 122
- Saifoulline, R., 115
- Scharlau, I., 109, 176
- Scharnowski, F., 84
- Schauer, C., 106
- Schill, K., 105
- Schmidt, M., 160
- Schmidt, T., 130
- Schmolke, A., 42, 75
- Schmuker, M., 161
- Schnee, A., 172
- Schölkopf, B., 149
- Schröger, E., 34
- Schuhmacher, 162
- Schulte-Pelkum, J., 173
- Schumann, S., 131
- Schwan, S., 140
- Schwaninger, A., 162, 163
- Schwarz, U., 126
- Schwarzer, G., 156
- Seifart, F., 97
- Seitz, R. J., 127
- Sireteanu, R., 144
- Smeets, J. B. J., 89
- Sokolov, A., 110
- Spang, K., 143
- Sprenger, A., 122, 132
- Steckner, C., 85
- Stockmeier, K., 86
- Studer, P., 114
- Stürzl, W., 73
- Stüttgen, M. C., 118
- Surmann, H., 100
- Trillenberg, P., 132
- Troje, N., 158
- Trommershäuser, J., 133
- Ulrich, R., 129
- Veit, R., 112
- Volberg, G., 49
- Wachtler, T., 65, 161
- Wallraven, 162
- Walter, S., 66
- Wandert, T., 144
- Wannke, M., 56
- Wascher, E., 50, 134, 135, 177
- Welchman, A. E., 98
- Werner, A., 67
- Wichmann, F. A., 138, 149
- Wiegand, K., 134, 135
- Wiener, J. M., 172
- Wolber, M., 177
- Wolf, R., 82
- Wriessnegger, S., 50
- Wühr, P., 48
- Würger, S., 105
- Yost, W. A., 23
- Zeller, D., 115
- Zetzsche, C., 105
- Zimmer, U., 57