

Innovative Konzepte zur visuellen Navigation und Bildverarbeitung.

Zusammenfassung.

Die Sehfähigkeit der lebenden Tierarten sind im Kontext ihren Aktivitäten und der Umgebung entstanden. Dadurch wird ein biologisches Sehsystem der spezifischen Umgebung perfekt angepasst, in der es die komplexen Probleme der visuellen Wahrnehmung löst. Viele Insekten sind überraschend navigationsfähig, trotz ihres eher kleinen und einfachen Gehirns. Bienen oder Fliegen verlassen sich beim Navigieren hauptsächlich auf visuelle Information, das, obwohl das Verarbeiten solcher Information – nach herkömmlichem Ansatz – grosse Rechenleistung erfordert. Es muss also einfachere Mechanismen für die Verarbeitung visueller Information geben.

Das Seminar wird die unterschiedlichen Beispiele der visuellen Navigation als auch die Verarbeitung visueller Information bei biologischen Systemen betrachten. Dieses wird der Entwicklung innovativer Verfahren zur Computer Vision dienen.

Einzelne Themen des Seminars sind:

I. Vom Auge zum sehenden Roboter: Evolutionäre Adaption zur visuellen Navigation.

1. Optischer Fluss, Selbstbewegung und „one-shot“ Algorithmus für die Bestimmung der Selbstbewegung.

Literatur:

Dahmen, H., Wüst, R.M., Zeil, J. (1997). Extracting egomotion parameters from optic flow: principal limits for animals and machines. *From living eyes to seeing machines*. Oxford Press, 174-198.

Prazdny, K. (1980). Egomotion and relative depth map from optical flow. *Biological Cybernetics*, 36, 87-102.

Koenderink, J.J., van Doorn, A.J. (1987). Facts on optic flow. *Biological Cybernetics*, 56, 247-254.

2. Bestimmung von Entfernungen durch 2-Dimensionale Bildbewegung.

Literatur:

Srinivasan, M.V. (1990). Generalised gradient schemes for the measurement of two-dimensional image flow. *Biological Cybernetics*, 63, 421-431.

Srinivasan, M.V. (1994). An image interpolation technique for the computation of optic flow and egomotion. *Biological Cybernetics*, 71, 401-416.

Chahl, J.S., Srinivasan, M.V. (1994). Visual computation of egomotion using an image interpolation technique. *Biological Cybernetics*, 74, 405-411.

Nagle, M.G., Srinivasan, M.V., Wilson, D.L. Image interpolation technique for measurement of egomotion in 6 degrees of freedom. *J. Opt. Soc. Am. A*. Vol 14, No. 12/ December 1997, 3233-3241.

3. Insekten-motivierte Navigation der „Indoor“-Roboter.

Literatur:

Weber, K., Venkatesh, S., Srinivasan, M.V. (1997). Insect inspired behaviours for the autonomous control of mobile robots. *From living eyes to seeing machines*. Oxford Press, 226-248.

Srinivasan, M.V., Chahl, J.S., Nagle, M.G., Shang, S.W. (1997). Emboding natural vision into machines. *From living eyes to seeing machines*. Oxford Press, 249-265.

4. Anwendung des natürlichen Sehens für Navigation und Flugkontrolle.

Literatur:

Sandini, G., Gandolfo, F., Grosso, E., Tistarelli, M. (1993): Vision during action. In *Active Perception*, (Ed. Y. Aloimonos), Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ. 151-190.

Srinivasan M.V.(2002), Visual Flight Control and Navigation in Honeybees and Applications to Robotics. In: *Neurotechnology for Biomimetic Robots*, J Ayers, JL Davis and A Rudolph (eds.), MIT Press, pp 593-610.

5. Panoramabildaufnahme: Lernen von Insekten.

Literatur:

J.S. Chahl and M.V.Srinivasan (1997) Range estimation with a panoramic visual sensor, *J. Opt. Soc. Am.* 14,2144-2151.

J.S. Chahl and M.V.Srinivasan (1997) Reflective surfaces for panoramic imaging, *Applied Optics*, 36, 8275-8285.

6. Ortsvariantes aktives Sehen: Von biologischer Motivation zu technischer Realisation.

Literatur:

Baratoff, G., Toepfer, C., Neumann, H., Combining space-variant maps for flow-based obstacle avoidance and body-scaled free-space navigation. In *Proc. 3rd Int. Conf. on Cognitive and Neural Systems (CNS'99)* Boston, MA, USA, May 1999.

7. Experimentelle Evolution der Augenmorphologie eines Insektes: Kompensation der Bewegungsparraxen.

Literatur:

Lichtensteinger, L., Eggenberger, P. (1999). Evolving the Morphology of a Compound Eye on a Robot. *Proceedings of the third European Workshop on Advanced Mobile Robotics (Eurobot'99)*, pp. 127-134.

Lichtensteinger, L., Salomon, R. (2000). The Evolution of an Artificial Compound eye by Using Adaptive Hardware. *Proceedings of the 2000 Congress on Evolutionary Computation*, 16-19 July 2000, San Diego, CA, USA, pp. 1144-1151.

8. "Visual homing": Navigationsstrategie der Wüstenameise *Cataglyphis* und der Sahabot.

Literatur:

Lambrinos, D., Maris, M., Kobayashi, H., Labhart, T., Pfeifer, R., Wehner, R. (1997). An autonomous agent navigating with a polarized light compass. *Adaptive behaviour*, 6, 175-206.

Lambrinos, D., Möller, R., Labhart, T., Pfeifer, R., Wehner, R. (2000). A mobile robot employing insect strategies for navigation. *Robotocs and Autonomous Systems*, special issue: *Biomimetic Robotics*, 30(1-2), 39-64.

Franz, M.O., Schölkopf, B., Mallot, H.A. (1998). Where did I take that snapshot? Scene-based homing by image matching. *Biological Cybernetics*, 79, 191-202.

Lambrinos, D., Möller, R., Labhart, T., Pfeifer, R., Wehner, R. (1998). Landmark navigation without snapshots: the average landmark vector model. In N. Elsner and R. Wehner (Eds.). Proc. Neurobiol. Conf. Göttingen, 30a. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

9. Der fliegende Roboter „Melissa“.

Literatur:

Mura, F., Franceschini, N. (1994). Visual control of altitude and speed in a flying agent. Proc. of the 3rd International Conference on the Simulation of Adaptive Behaviour: From Animals to Animats, 91-99.

Fumiya Iida, Dimitrios Lambrinos. (2000). Navigation in an autonomous flying robot by using a biologically inspired visual odometer. Sensor Fusion and Decentralized Control in Robotic System III, Photonics East, Proceeding of SPIE, vol. 4196, pp.86-97.

Fumiya Iida. (2001). Goal-Directed Navigation of an Autonomous Flying Robot Using Biologically Inspired Cheap Vision. Proceedings of the 32nd ISR(International Symposium on Robotics), 19-21 April 2001.

10. Kanalroboter MAKRO: Adaption des Sehsystems zur Orientierung im Abwasserkanal.

Literatur:

Kolesnik, M. (2000). On Vision-Based Orientation Method of a Robot Head in a Dark Cylindrical Pipe. *SOFSEM'2000 - Theory and Practice of Informatics. Lecture Notes in Computer Science*, Volume 1963, 2000, pages 364-372, (©Springer-Verlag).

Kolesnik, M., Streich, H. (2002). Visual Orientation and Motion Control of MAKRO-Adaptation to the Sewer Environment . In: B. Hallam, D. Floreano, J. Hallam, and J.-A. Meyer (eds.). From animals to animats 7. Proc. of the 7th Int. Conf. on Simulation of Adaptive Behavior. Cambridge, Mass.: MIT Press, 62-69. Edinburg, UK, 4-9 August, 2002.

M. Kolesnik and G. Baratoff, (2000), 3-D Interpretation of Sewer Circular Structures. In proceedings of the Int. Conference on Robotics and Automation (ICRA'2000), 22-28 April, San-Francisco, 2000, Omnipress, Volume 2, pp. 1453-1458.

II. Kontrastdetektion und die neuronalen Prozesse im primären visuellen Cortex.

11 Modellierung des Antwortmusters der Einfachzellen: Ein neuronaler Kantendetektor.

Literatur:

Pessoa, L., Mingolla, E., Neumann, H.: A contrast- and luminance-driven multiscale network model of brightness perception. *Vision Research*, 35:2201-2223, (1995).

Hansen, Th., Baratoff, G., Neumann, H.: A simple cell model with dominating opponent inhibition for robust contrast detection. *Kognitionswissenschaft*, 9:93-100, (2000).

Hansen, Th., Neumann, H. A model of V1 visual contrast processing utilizing long-range connections and recurrent interactions. In Proc. of the International Conference on Artificial Neural Networks, Edinburgh, UK, Sept. 7-10:61-66, (1999).

Grossberg, S., Raizada, R., D., S.: Contrast-sensitive perceptual grouping and object-based attention in the laminar circuits of primary visual cortex. CAS/CNS TR-99-008,

Boston University:1-35, (1999).

12 Der iterative Kantendetektor

Literatur:

Kolesnik, M., Barlit, A. (2003). Iterative Orientation Tuning of Simple Cells in V1: A Comparative Study of Two Computational Models for Contrast Detection in Images. Proceedings of the AISB'03 symposium on Biologically-Inspired Machine Vision, Theory and Application, Aberystwyth, UK: 43-52, 2003

Kolesnik, M., Barlit, A., Zubkov, E. (2002). Iterative Tuning of Simple Cells for Contrast Invariant Edge Enhancement. *Proceedings of International Workshop on Biologically Motivated Computer Vision (BMCV'2002)*. Tübingen, Germany, 22-24 November, 2002, pp.27-37.

13 Wahrnehmung periodischer Reize bei visuellen Neuronen.

Literatur:

Petkov, N., Kruizinga, P. (1997). Computational models of visual neurons specialised in the detection of periodic and aperiodic oriented visual stimuli: bar and gratings cells. *Biological Cybernetics*, 76, 83-96.

Kruizinga, P., Petkov, N. (2000). Computational model of dot-pattern selective cells. *Biological Cybernetics*, 83, 313-325.

14 Wahrnehmung von Texturen bei visuellen Neuronen.

Literatur:

Kruizinga, P., Petkov, N. (1999). Nonlinear Operator for Oriented Texture. *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 8, No.10, October 1999, 1395-1407.

Petkov, N., Westenberg, M.A. (2003). Suppression of contour perception by band-limited noise and its relation to nonclassical receptive field inhibition. *Biological Cybernetics*, 88, 236-246.