

Funktionell-kernspintomografische (fMRI-) Untersuchungen zur Aktivierung von Area MT⁺ bei der Verarbeitung räumlicher Präpositionen

(Betreuer: Herrmann / Coventry) / Thema vergeben

Relationen zwischen einem lokalen Objekt („Located Object“) und einem Referenzobjekt werden sprachlich durch räumliche Präpositionen beschrieben. Ziel der Exploration räumlicher Sprache ist das Verstehen der Interaktion von Sprache und visuellem Raum (Coventry & Garrod, 2004). Ein mögliches Anwendungsfeld dieser Forschung ist die Entwicklung sogenannter wissensbasierter Systeme zur Kodierung visueller Information in natürliche Sprache. (Herzog, 1995). Theoretische Modelle wie auch Computersimulationen der Verarbeitung räumlicher Präpositionen beschränkten sich meist auf unscharfe Einordnungen des „Located Objekt“ in den euklidischen Raum um das Referenzobjekt. (z.B. Logan & Sadler, 1996). Neuere Untersuchungen zeigen allerdings, dass die spezifischen Eigenschaften und die Interaktion der Objekte – bei ökologisch validen Stimuli - für die Verwendung von Präpositionen von größerer Bedeutung sind (Carlson-Radvansky et al, 1999). Diese Erkenntnis fand auch Verwendung in computerbasierten Ansätzen (Martinez et al, 2001, Coventry et al, 2005a,b). Coventry & Garrod postulierten ein Modell, dass sowohl geometrische Routinen (vgl. Regier & Carlson, 2001) als auch extra-geometrische Prozesse berücksichtigte (Coventry & Garrod, 2004, S.55). Neben objektbezogenem Wissen beinhalten die extra-geometrischen Prozesse auch sogenannte dynamisch-kinematische Routinen. Dynamisch-kinematische Routinen umfassen den Einfluss des Wissens um die funktionelle Beziehung von „Located Object“ und Referenzobjekt auf die Verarbeitung des Reizes. Sie umfassen die möglichen Dynamiken zwischen den Objekten und die physikalische Logik ihrer Bewegung.

Neurowissenschaftliche Untersuchungen befassten sich u.a. mit den Arealen des Gehirns im Menschen und Affen, die mit der Wahrnehmung von Bewegung assoziiert sind. (z. B. Britten et al., 1996; Zeki et al., 1991). Eine der wichtigsten Strukturen für die Verarbeitung bewegter Stimuli ist das Areal V5 im temporo-parieto-occipitalen Grenzbereich (Culham et al, 2001). Es wird vermutet, dass V5 ein Homolog der Struktur MT/MST und angrenzender bewegungssensitiver Areale beim Affen darstellt. Dementsprechend wird V5 auch als MT+ bezeichnet. Weitere Studien zeigten MT+ Aktivität nicht nur bei Wahrnehmung realer Bewegungen, sondern auch bei scheinbarer, illusorischer und vorgestellter Bewegung (für eine Übersicht vgl. Culham et al, 2001). Kourtzi & Kanwisher (2000) berichteten eine signifikant erhöhte MT+ Aktivierung für statische Bilder mit implizierter Bewegung. Damasio und Kollegen (2001) untersuchten die bei der Benennung von motorischen Handlungen und räumlichen Relationen aktiven Hirnregionen. Sie fanden für beide Bedingungen Aktivierungen des dorsalen Pfades der visuellen Verarbeitung. Signifikante MT+ Aktivierungen zeigten sich jedoch nur für das Benennen von Handlungen. Allerdings betrachteten Damasio et al. (2001) das Benennen räumlicher Relationen gemittelt über verschiedene Präpositionen und verwendeten in Teilen abstrakte Stimuli ohne ökologische Validität.

Die geplante fMRI-Studie steht am Schnittpunkt von Neurowissenschaften und Psycholinguistik und unternimmt den Versuch, für beide Felder relevante Aspekte abzudecken. Mittels einer Satz-Bild-Vergleichsaufgabe mit englischen Muttersprachlern sollen folgende Zielsetzungen erreicht werden:

- 1.) als Weiterentwicklung der Untersuchungen von Kourtzi & Kanwisher (2000), Funktionalität und Objekteigenschaften systematisch zu variieren, um einen tieferen Einblick in die Verarbeitung von Bildern mit impliziter Bewegung zu bieten.

- 2.) zur Weiterführung der Fragestellungen von Damasio et al. (2001) durch Variation über räumlich relationale Präpositionen und Adjektive für objektinhärente Eigenschaften, die Modulation visueller Verarbeitungsstränge durch höhere kognitive Prozesse zu explorieren.
- 3.) das auf Verhaltensdaten basierende Modell von Coventry & Garrod (2004) einer funktionell-kernspintomografischen Überprüfung zu unterziehen.
- 4.) einen Beitrag zum Verständnis der neuronalen Prozesse zu leisten, die der räumlichen Sprache zugrunde liegen.

Das Projekt ist eine Kooperation des Communication Research Centre, Northumbria University, UK (Prof. Kenny Coventry) und des Instituts für Kognitive Neurowissenschaften der Universität Bremen (Prof. Manfred Herrmann).

Literaturverzeichnis:

- Britten, K. H., Newsome, W. T., Shalden, M. N., Celebrini, S., & Movshon, J. A. (1996). A relationship between behavioral choice and the visual responses of neurons in macaque MT. *Visual Neuroscience*, 13, 87–100.
- Carlson-Radvansky, L. A., Covey, E. S., & Lattanzi, K. M. (1999). "What" effects on "where": Functional influences on spatial relations. *Psychological Science*, 10, 516-521.
- Coventry, K. R., Cangelosi, A., Rajapakse, R., Bacon, A., Newstead, S., Joyce, D., and Richards, L. V. (2005a) Spatial prepositions and vague quantifiers: Implementing the functional geometric framework. In *Proceedings of Spatial Cognition Conference 2004*. Germany: Springer Verlag.
- Coventry, K. R., Cangelosi, A., Rajapakse, R., Bacon, A., Newstead, S., Joyce, D. & Richards, L. V. (2005b). Spatial prepositions and vague quantifiers: Implementing the functional geometric framework. In C. Freksa, B. Knauff & B. Krieg-Bruckner & B. Nebel (Eds.), *Spatial Cognition, Volume IV. Reasoning, action and interaction*, pp 98-110. Lecture notes in Computer Science. Springer-Verlag.
- Coventry, K. R. and Garrod, S. C. (2004). *Saying, Seeing and Acting. The Psychological Semantics of Spatial Prepositions*. Lawrence Erlbaum Associates. Essays in Cognitive Psychology Series.
- Culham, J.C., He, S., Verstraten, F.A.J., & Dukelow, S. P. (2001). Visual motion and the human brain: What has neuroimaging told us? *Acta Psychologica*, 107, 69-94.
- Damasio, H., Grabowski, T. J., Tranel, D., Ponto, L. L. B., Hichwa, R. D., & Damasio, A. D. (2001). Neural correlates of naming actions and of naming spatial relations. *NeuroImage*, 13, 1053-1064.
- Herzog, G. (1995). Coping with Static and Dynamic Spatial Relations. In *Proc. of the 5th Int. Workshop Time, Space and Movement*. Toulouse.
- Kourtzi, Z., & Kanwisher, N. (2000). Activation in human MT/SMT by static images with implied movement. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 48-55.
- Logan, G.D. & Sadler, D.D. (1996). A computational analysis of the apprehension of spatial relations. In P. Bloom, M. A. Peterson, L. Nadel, & M. Garrett (Eds.), *Language and Space*, pp 493-529. Cambridge, MA: MIT Press.
- Martinez, Guillermina and Cangelosi, Angelo and Coventry, Kenny (2001) A Hybrid Neural Network and Virtual Reality System for Spatial Language Processing. In *Proceedings IJCNN'01. International Joint Conference on Neural Networks 1*, pages pp. 16-21, Wahsngton DC.
- Regier, T. & Carlson, L. A. (2001). Grounding spatial language in perception: An empirical and computational investigation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 273-298.
- Zeki, S., Watson, J. D. G., Lueck, C., J., Friston, K. J., Kennard, C., & Frackowiak, R. S. J. (1991). A direct discrimination of functional specialization in human visual cortex. *Journal of Neuroscience*, 11, 641– 649.