Michael S. Lewicki, Ph.D.

Professor der Informatik

Carnegie Mellon University, Pittsburgh

Born in 1966 in Oconto Falls, WI, USA

Studied Mathematics and Cognitive Science at Carnegie Mellon University, Pittsburgh and Computation and Neural Systems at the California Institute of Technology, Pasadena

SCHWERPUNKT

ARBEITSVORHABEN

Rechnergestützte Informationsverarbeitung bei natürlicher Wahrnehmung

My work at the Wissenschaftskolleg will focus on writing a book on natural perception. The book will approach perception from a theoretical viewpoint and describe the computational principles that allow biological perceptual systems to function in complex, natural environments at levels far beyond what is currently possible with artificial systems. The goals of this approach are to understand the set of problems that biological perceptual systems solve, develop algorithms for solving those problems, and understand their implementation in biology. Biological perceptual systems are stunning in their complexity, and although a great deal has been learned about their anatomical structure and physiological organization, insights into their underlying information-processing algorithms have been difficult to obtain. Recent developments, however, have begun to elucidate some of the computational principles underlying biological perception, making it possible to explain the properties of biological sensory codes, their relationship to the natural perceptual environment, and the tasks animals need to perform. The book will present a comprehensive exposition of the latest developments in the field from a theoretical, computational, and experimental viewpoint. An important aim is to develop and summarize testable computational theories of perceptual function. This will lead to deeper insight into higher-level neural representations and information-processing strategies used by biological perception.

Recommended Reading

Karklin, Y. and M. S. Lewicki. "Learning higher-order structures in natural images." Netw. Comput. Neural Syst. 14, 3 (2003): 483-499.

Smith, E. C. and M. S. Lewicki. "Efficient auditory coding." Nature 439 (2006): 978-982.

Doi, E. and M. S. Lewicki. "A Theory of retinal population coding." Advances in Neural Information Processing Systems 19 (2007).

KOLLOQUIUM, 10.02.2009

Die Ableitung der Prinzipien der natürlichen Wahrnehmung

Unsere Sinne und unsere Weltwahrnehmung bilden die Grundlage unserer bewussten Erfahrung; dennoch verstehen wir ihre Funktionsweise nur wenig. Wahrnehmung ist für uns etwas geheimnisvolles, denn größtenteils geschieht sie ohne Anstrengung oder Nachdenken, daher begegnen wir der ungeheureren Komplexität der Probleme, die unsere Gehirne lösen, nicht mit besonderer Wertschätzung. Wie können wir die Wahrnehmung und die Hirnprozesse untersuchen, die dafür zuständig sind? Wie können wir ein Verständnis von ihnen gewinnen? Zu diesen Fragen gibt es viele Lösungsansätze. Wir können uns den anatomischen Aufbau von Neuronen ansehen und in welcher Weise sie miteinander verknüpft sind. Daraus erfahren wir auch, dass es eine verwirrende Vielfalt von Neuronen gibt und die neuronalen Verschaltungen so komplex sind, dass sie fast regellos erscheinen - obwohl es faszinierende Muster gibt, die sich bei Individuen einer Spezies, aber auch speziesübergreifend sehr ähneln. Wir können uns mit der Physiologie befassen - wie Neuronen auf verschiedene visuelle oder klangliche Muster reagieren. Hier erkennen wir auch, dass die Natur geordnet ist und dass die Wahrnehmungssysteme verschiedener Arten auf ähnliche Merkmaltypen reagieren; doch die Reaktionen einer großen Zahl von Neuronen sind nur schwer zu charakterisieren, und wir wissen sehr wenig darüber, wie eine Neuronenpopulation als ein Ganzes funktioniert. Wir können auch die Wahrnehmung selbst untersuchen, um die Auslösereize zu verstehen, die z. B. der Wahrnehmung von Flächen oder von Phonemen zugrunde liegen, aber obwohl wir vielleicht beschreiben können, was wir wahrnehmen, ist es frustrierend und schwierig zu sagen, wie wir das machen. Schließlich können wir uns den Fragen auch auf rechnerischem Weg nähern und Computeralgorithmen entwickeln, mit denen Roboter Objekte oder Sprache erkennen können, aber obwohl bereits Jahrzehnte lang daran geforscht wird, sind diese Algorithmen immer noch erheblich schlechter als unsere eigene Wahrnehmung und bieten uns überdies keine Einsichten über die Funktionsweise des Hirns.

Wir haben also alle diese Ansätze und dennoch nur eine äußerst vage Vorstellung davon, wie Wahrnehmung funktioniert. Ist ein Verständnis der Funktion möglich? In diesem Vortrag möchte ich beschreiben, wie Wahrnehmung und die Funktion der Nerven aus einer theoretischen Perspektive untersucht werden können. Das Ziel dieses Ansatzes ist das Verständnis natürlicher Wahrnehmung anhand fundamentaler Informationsverarbeitungsprozesse. Die Hypothese, die ich überprüfen will, ist Folgende: Durch die kontinuierlichen Prozesse der natürlichen Auslese haben biologische Wahrnehmungssysteme Punkte erreicht, an denen sie optimal funktionieren und die ihnen zugrundeliegenden rechnerischen Ziele mit der Begrenztheit neuronaler Ressourcen und den Verhaltensanforderungen des Tiers perfekt ausbalancieren. Ich möchte zeigen, wie man einen einfachen Satz theoretischer Prinzipien hernehmen kann, um optimale Repräsentationen für Bilder oder Klänge zu erlernen und neuronale Daten vorherzusagen. Dieser Ansatz kann zum Erlernen abstrakter sensorischer Eigenschaften und unveränderlicher Merkmale erweitert werden; diese sind dann für Aufgaben auf einer höheren Ebene zuständig, wie z. B. die Wahrnehmungsorganisation und die Analyse komplexer natürlicher Schauplätze und Episoden. Wenn diese Hypothese haltbar ist, sollten diese rechnerischen Prinzipien nicht nur eine ideale Leistung definieren und erreichen, sondern auch das Wahrnehmungsverhalten, neuronale Daten und die ganze Palette an Lösungen vorhersagen, die es in der Natur gibt.

PUBLIKATIONEN AUS DER FELLOWBIBLIOTHEK

Lewicki, Michael S. (Lausanne,2014)

Scene analysis in the natural environment

https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1685498272

Lewicki, Michael S. (2005)

Learning efficient auditory codes using spikes predicts cochlear filters

https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=877701628