Bruno A. Olshausen, Ph.D.

Professor der Neurowissenschaft und Optometrie

University of California, Berkeley

Born in 1962 in Long Beach, Calif., USA
Studied Electrical Engineering at Stanford University and Computation and Neural Systems at the California Institute of Technology, Pasadena, Ca.

SCHWERPUNKT

ARBEITSVORHABEN

Rechnergestützte Theoriebildung der Wahrnehmung und Szenenanalyse

The problem of scene analysis in vision concerns the process by which we build representations of surfaces, objects, and their material properties from the raw sensory input provided by the retina. It is an act we perform with relative ease, yet describing how this actually occurs in concrete, computational terms has proven elusive. There is also very little understood about the neural basis of scene analysis. Probably intermediate-level areas in the visual cortex such as V2 and V4 are involved, but how exactly they contribute and what computations they perform is not at all clear. Making progress requires not only new experimental approaches, but also the construction of new theoretical frameworks for interpreting findings and guiding experiments.
In recent years, a number of investigators have proposed that generative models could provide an appropriate theoretical framework for the scene analysis problem. The idea is that the cortex contains an internal model of the environment, and that it represents the causes of images (surfaces, objects, motion, etc.) in terms of this model. There is substantial evidence in support of this idea coming from psychophysics (e. g., the work of Nakayama, Bregman, Kersten, and others), but very little is known in concrete terms about how this could be accomplished by neural circuits in the brain. Over the past ten years I, in addition to other investigators, have been exploring the process of learning and inference in simple generative models that are adapted to the statistics of natural scenes. When cast in neural terms, these models can account for many of the response properties of neurons at lower levels of the visual cortex in mammals (i. e., the receptive fields of so-called "simple cells"). I am now exploring how to extend these models to intermediate levels of vision. The goal is to account not only for the psychophysics, but also to develop neural models that produce concrete, testable hypotheses regarding the nature of representation in intermediate-level areas such as V2 and V4.

Recommended Reading

Olshausen, B. A. and D. J. Field. 2005. "How close are we to understanding V1?" Neural Computation 17: 1665-1699.
Rao, R. P. N., B. A. Olshausen, and M. Lewicki, eds. 2002. Probabilistic models of the brain: perception and neural function. Cambridge, Mass: MIT Press.
Olshausen, B. A. and D. J. Field. 1996. "Emergence of simple-cell receptive field properties by learning a sparse code for natural images." Nature 381: 607-609.

DIENSTAGSKOLLOQUIUM, 19.03.2009

Das Rätsel der Wahrnehmung

In jedem Moment unseres Wachlebens sehen, fühlen, riechen und schmecken wir die Welt um uns herum. Dieser Prozess beginnt als Fluss von elektrischen Spannungen in den Rezeptorzellen und führt schließlich durch die Verarbeitung von Millionen von Nervenzellen im Gehirn zu einer einheitlichen Wahrnehmungserfahrung der Umwelt. Wie diese Leistung vollbracht werden kann, ist eines der größten Geheimnisse der modernen Wissenschaft. Tatsächlich ist Wahrnehmung in allen praktischen Verwendungszwecken ein Wunder. Im Verlauf der letzten 50 Jahre seit den Anfängen der Kybernetik und künstlichen Intelligenz hin zum modernen Feld des Maschinenlernens haben Wissenschaftler und Ingenieure versucht, die sensorische Intelligenz biologischer Systeme nachzubilden. Doch der Bau von Systemen, die die Navigationsfähigkeiten von Bienen oder die Mustererkennungsfähigkeiten einer Springspinne haben - von Vögeln, Fischen oder Säugetieren ganz zu schweigen - ist immer noch unerreichbar für uns. Das Problem liegt nicht in unzureichenden Rechnerressourcen wie Speicherkapazitäten oder Geschwindigkeit. Vielmehr fehlt uns etwas grundlegendes - wir haben die grundlegenden Prinzipien der Wahrnehmung nicht verstanden. Während die Biologie einen überragenden Fortschritt in unserem Verständnis von den molekularen und zellulären Mechanismen der Reizverarbeitung- und Weiterleitung in den Nervenzellen zu verzeichnen hat, tragen diese Erkenntnisse dennoch wenig zur Beantwortung der Frage bei, wie Wahrnehmung funktioniert. Anstatt dass wir uns aufgeklärt fühlen, schwimmen wir in einem Datenmeer mit Tausenden von Fakten und Zahlen. In vielen Punkten ist dieses Feld "vor-newtonsch": viele Daten, wenig Theorie.

In meinem Vortrag möchte ich erklären, was wir über die an der Wahrnehmung beteiligten neuronalen Prozesse wissen und was nicht, und ich möchte auch den Stand der Dinge in der maschinellen Nachbildung von Wahrnehmungsfähigkeiten erörtern. Ich möchte mich insbesondere auf die Größe der sich vor uns auftuenden Erklärungslücke und ihre Implikationen für den wissenschaftlichen Prozess konzentrieren. Wie geht die Wissenschaft - die auf ihre Erklärungsfähigkeit so stolz ist - ein Problem dieser Größe an, das vielleicht das Fassungsvermögen unserer Intelligenz übersteigt? Es liegt im Wesen von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, dass sie Hypothesen überprüfen oder eine "Geschichte erzählen" wollen, wie bestimmte Tatsachen oder Funde zusammenpassen und ein Wahrnehmungsphänomen erklären. Aber die meisten dieser Hypothesen und Geschichten sind zu einfach gestrickt, und letztlich stellt sich heraus, dass sie falsch sind. Und schlimmer noch - sie können irreführend und erdrückend sein, weil sie einen darin bestärken, Experimente zu eindimensional zu konzipieren und Daten unter einem viel zu engen Blickwinkel auszuwerten. Ich möchte hier die These vertreten, dass wir angesichts unseres Wissens in den Neurowissenschaften gut daran tun, wenn wir uns an Erklärungsversuche halten, die ein großmaschiges Netz auswerfen und interessante Phänomene entdecken und beschreiben, anstatt sorgfältig Experimente zu konzipieren, um einen bestimmten Satz von Hypothesen zu überprüfen.

PUBLIKATIONEN AUS DER FELLOWBIBLIOTHEK

Olshausen, Bruno A. (Lausanne,2014)

Scene analysis in the natural environment

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

Olshausen, Bruno A. (Cambridge, Mass.,2013)

Perception as an inference problem

https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1687678413