



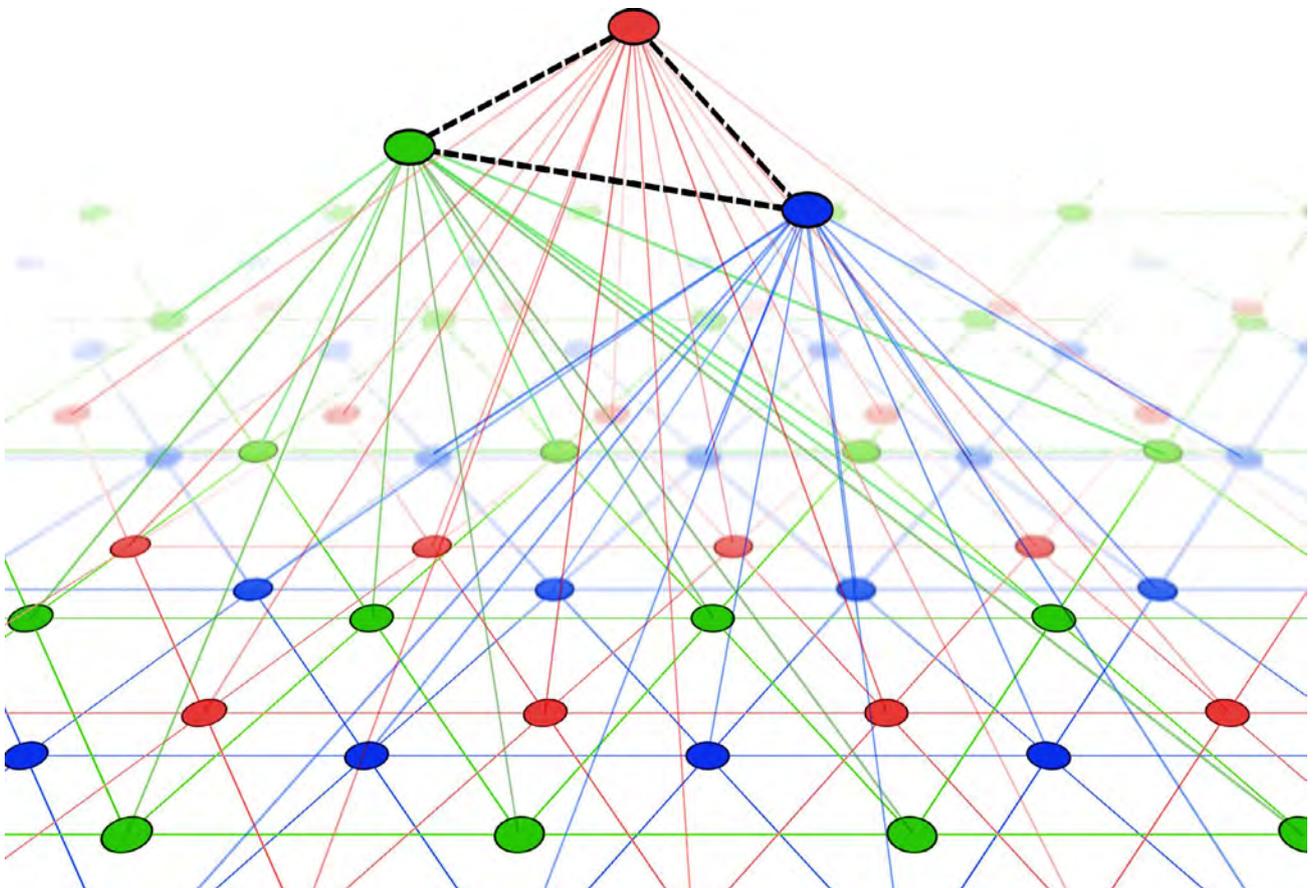
Organ der Gesellschaft für Informatik e.V.
und mit ihr assoziierter Organisationen

Band 41 • Heft 6 • Dezember 2018



Informatik Spektrum

E-Science



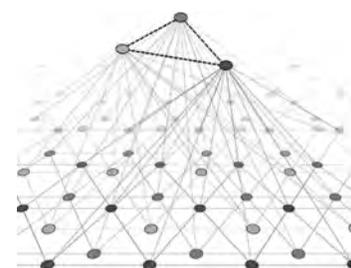
Informatik Spektrum

Band 41 | Heft 6 | Dezember 2018

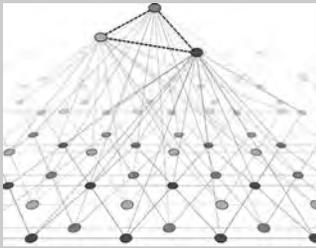
Organ der Gesellschaft für Informatik e.V. und mit ihr assoziierter Organisationen

- EDITORIAL
T. Eymann, M. Goedicke, U. Lucke
357 E-Science als Herausforderung für die Informatik
- HAUPTBEITRÄGE
M. von der Heyde, A. Hartmann, G. Auth, C. Erfurth
359 Zur disruptiven Digitalisierung von Hochschulforschung
- R. Yahyapour
369 E-Science Infrastrukturen
- L. Bernard, S. Mäs
376 e-science in den Geo- und Umweltwissenschaften
- T. Kraft
385 Hybride Edition und analoges Erbe
- O. Eriksson, E. Laure, E. Lindahl, D. Henningson, A. Ynnerman
398 e-Science in Scandinavia
- W. Hazeleger, T. Bakker, R. van Nieuwpoort
405 eScience development and experiences in The Netherlands
- N. Chue Hong
414 To achieve the goals of e-Science, we must change research culture globally
- M. Katerbow, M. Royeck, A. Raabe
421 DFG-Förderung und der digitale Wandel in den Wissenschaften
- Gesellschaft für Informatik e. V. (GI)
429 Informatik als Treiber für E-Science
- V. Markl
433 Eine nationale Daten- und Analyseinfrastruktur als Grundlage digitaler Souveränität
- AKTUELLES SCHLAGWORT
R. Fischer
440 Vektorarchitektur
- FORUM
445 Gewissensbits – wie würden Sie urteilen?/Deep Learning und Rechtsrisiken/
Die Individualisierung des Nutzen/Rezension/Zum Titelbild
- 453 Mitteilungen der Gesellschaft für Informatik 254. Folge**
Aus Vorstand und Präsidium/Personalia/Aus den GI-Gliederungen/
Tagungsankündigungen/Aus den assoziierten Gesellschaften/
Bundesweit Informatiknachwuchs fördern/GI-Veranstaltungskalender

451



Simulation von Gitterzellen



Simulation von Gitterzellen als Spezialfall eines allgemeinen neuronalen Verarbeitungsprinzips

Die Abbildung zeigt eine schematische Darstellung zweier Ebenen eines Recursive Growing Neural Gas (RGNG), mit dem am Lehrgebiet Mensch-Computer-Interaktion der FernUniversität in Hagen das Verhalten von Gitterzellen (engl. grid cells) simuliert wird. Die drei in der oberen Ebene dargestellten Knoten repräsentieren drei Gitterzellen, während die untere Ebene Prozesse innerhalb der jeweiligen (gleichfarbigen) Gitterzelle repräsentiert.

Im Jahr 2014 erhielten May-Britt und Edvard Moser den Nobelpreis für Physiologie für ihre Entdeckung sogenannter Gitterzellen im entorhinalen Kortex von Säugetieren. Gitterzellen sind Nervenzellen, deren Aktivität mit der absoluten Position des Tieres in seiner Umgebung korreliert und hierbei ein regelmäßiges, hexagonales Muster ausbildet. Aufgrund dieses Verhaltens werden sie als wesentlicher Bestandteil eines Orientierungs- und Navigationssystems angesehen. In der Öffentlichkeit werden sie daher häufig als das „GPS“ unseres Gehirns beschrieben. Neuere

Beobachtungen von Gitterzellen deuten jedoch darauf hin, dass sie möglicherweise eine weiter gefasste Funktion besitzen. Dieser Möglichkeit geht ein neues Berechnungsmodell zur Beschreibung von Gitterzellen nach [1]. Im Gegensatz zu bereits existierenden Modellen basiert es nicht auf der Annahme, dass das Verhalten von Gitterzellen explizit auf eine spezifische Aufgabe ausgerichtet ist. Es geht vielmehr davon aus, dass die Aktivität von Gitterzellen einen Spezialfall eines allgemeinen neuronalen Prinzips zur Verarbeitung von Informationen auf einem hohen Abstraktionsniveau im Kortex darstellt.

Grundlage dieses vorgeschlagenen Verarbeitungsprinzips ist die Hypothese, dass Neuronen in den tiefen Verarbeitungsschichten des Kortex bestrebt sind, ein prototypbasiertes Modell ihres Eingaberaums zu erlernen, während sie gleichzeitig in Konkurrenz mit benachbarten Neuronen stehen. Hierbei lernt jedes Neuron, eine begrenzte Anzahl an prototypischen Eingabemustern zu erkennen, die möglichst vollständig den Raum möglicher Eingabemuster abdecken. Im Falle der Gitterzellen spiegeln deren räumlich periodischen Aktivitätsfelder diese Form der Modellbildung wider. Durch Anwendung des vorgeschlagenen Modells auf echte Bewegungsdaten von Ratten, die von der Arbeitsgruppe des Ehepaars Moser aufgezeichnet wurden, war es möglich, die typischen Aktivierungsmuster natürlicher Gitterzellen zu reproduzieren [2].

Da das vorgeschlagene Berechnungsmodell mit dem Anspruch

entwickelt wurde, nicht nur navigationsbezogene Prozesse erklären zu können, ist die Entdeckung von Neuronen im entorhinalen Kortex von Affen [6] interessant, die in Abhängigkeit von sakkadischen Augenbewegungen des Tieres ebenfalls ein gitterzellartiges Antwortverhalten aufweisen. Auch hier ist das vorgeschlagene Berechnungsmodell, jetzt angewendet auf den Eingaberaum der Motoneuronen-Signale zur Steuerung von sakkadischen Augenbewegungen, in der Lage, das gitterzellartige Antwortmuster zu reproduzieren [3].

Ein weiterer Aspekt des vorgeschlagenen Modells besteht in seiner intrinsischen Robustheit gegenüber Störungen in den Eingabemustern der Zellen, wie sie in einem neurobiologischen System zu erwarten sind [4]. Nachfolgend wurde untersucht, wie eine Störungskompensation in das Berechnungsmodell integriert werden kann. Dabei wurden drei Parameter variiert: die Intensität der Störungen im Eingangssignal, die Kapazität jeder Zelle, sich an die Stärke der eigenen Aktivierung in Reaktion auf frühere Eingaben erinnern zu können sowie die Dauer, bis eine derartige Erinnerung verblasst. Die Simulationsläufe ergaben hierbei, dass die Erinnerungsdauer den stärksten Einfluss auf die Störungskompensation hat, während eine Erhöhung der Erinnerungskapazität nur zu graduellen Verbesserungen führt [5].

Die Arbeiten dieses Themengebiets wurden mehrfach auf internationalen Konferenzen ausge-

zeichnet. Für seine Dissertation erhielt Jochen Kerdels 2017 den Dissertationspreis der Fakultät für Mathematik und Informatik der FernUniversität.

Jochen Kerdels und Gabriele Peters

Literatur

1. Kerdels J (2016) A Computational Model of Grid Cells based on a Recursive Growing Neural Gas, Disser-

tation, Research Report 1/2016, FernUniversität in Hagen, Hagen, Germany

2. Kerdels J, Peters G (2013) A Computational Model of Grid Cells based on Dendritic Self-Organized Learning. In: Proceedings of the 5th International Conference on Neural Computation Theory and Applications (NCTA 2013). SciTePress, pp 420–429
3. Kerdels J, Peters G (2016) Modelling the Grid-like Encoding of Visual Space in Primates. In: Proceedings of the 8th International Conference on Neural Computation Theory and Applications (NCTA 2016). SciTePress, pp 33–41
4. Kerdels J, Peters G (2016) Noise Resilience of an RGNG-based Grid Cell Model. In: Proceedings of the 8th International Conference on Neural Computation

Theory and Applications (NCTA 2016). SciTePress, pp 42–49

5. Kerdels J, Peters G (2019) A Noise Compensation Mechanism for an RGNG-based Grid Cell Model. In: Computational Intelligence. Springer International Publishing, pp 263–276
6. Killian NJ, Jutras MJ, Buffalo EA (2012) A Map of Visual Space in the Primate Entorhinal Cortex. Nature 491(7426):761–764

Vorschläge für Titelbilder
bitte an Prof. Deussen
(Oliver.Deussen@uni-konstanz.de)