

**Der Fockraum als Labyrinth:
Wissensrepräsentation und Problemlösung am
Beispiel des Mouse-Maze-Problems**

Peter beim Graben, Markus Huber, Ronald Römer und Ingo Schmitt
BTU-Cottbus

Kurzfassung

Motivation und Problemstellung. In [3] und [5] wurde gezeigt, dass unter Verwendung von Vektor-Symbolischen Architekturen hierarchische Repräsentationen von Sprachgebilden, wie z.B. Phrasenstrukturbäume, im Fockraum aufgebaut werden können. Im vorliegenden Beitrag wenden wir diesen Ansatz auf die semantische Repräsentation von Situationsbeschreibungen im Kontext der Problemlösung bei technischen kognitiven Systemen an und untersuchen diese Problemstellung am Beispiel des Mouse-Maze-Problems.

Lösungsansatz. Ausgehend von Situationsbeschreibungen durch hierarchische Rahmenstrukturen von Merkmals-Wert-Paaren [1], konstruieren wir eine Termalgebra [2,3] mit nullären, unären und binären Kategorien: Nulläre Terme sind Wertkonstanten, unäre Terme binden einen Wert an ein Merkmal; binäre Terme weisen je zwei Merkmale einem zugrundeliegenden Rahmen zu. In einem zweiten Schritt konstruieren wir eine Abbildung, die die Termalgebra auf den quantenfeldtheoretischen Fockraum [3,4] abbildet. Der Fockraum ist als direkte Summe von Tensorproduktunterräumen eines zugrundeliegenden Hilbertraums definiert und ermöglicht die Beschreibung von Vielteilchen-Zuständen in der Quantenfeldtheorie. Für die kognitive Modellierung bietet der Fockraum unschätzbare Vorteile, weil er potenziell unendliche Rekursion ohne *gracefull saturation* erlaubt. Dies geschieht durch die Auswahl einer Basis von drei Rollenvektoren für die Rahmeneinträge: Mutter, linke Tochter und rechte Tochter, sowie einer Basis von $n+5$ Füllervektoren für die Merkmale „Situation“, „Käse“, „Position“, „x“, „y“, und Werte „0“ (kein Käse; Koordinate 0), „1“ (Käse; Koordinate 1), „2“ (Koordinate 2), usw. Durch Füller-Rollen-Bindung und Tensorproduktarstellung [3,5] wird somit eine Rahmenhierarchie auf einen Vektor im Fockraum abgebildet.

Ergebnisse. Wir zeigen, dass die symbolischen Operationen, die Situationen auf Situationen im Fortgang der Problemlösung abbilden, dank der termalgebraischen Formulierung homomorph durch Fockraum-Operatoren dargestellt werden können. Dadurch wird es möglich sein, Situationen mit Fockraum-Unterräumen zu identifizieren und Problemlösungsoperatoren durch die Verfahren der Quantenkognition [3,4] zu generieren.

Literatur.

- [1] Minsky, M. A framework for representing knowledge. *MIT A.I. Lab Memo* 306, 1974.
- [2] Kracht, M. *The Mathematics of Language*. Mouton de Gruyter, 2003.
- [3] beim Graben, P. & Gerth, S. Geometric representations for minimalist grammars. *Journal of Logic, Language and Information*, 21, 393 – 432, 2012.
- [4] Aerts, D. Quantum structure in cognition. *Journal of Mathematical Psychology*, 53, 314 – 348, 2009.
- [5] Smolensky, P. Tensor product variable binding and the representation of symbolic structures in connectionist systems. *Artificial Intelligence*, 46, 159 – 216, 1990.