

Andreas Pöschek

The Fuzzy Revolution.
Goodbye to the Aristotelian
Weltanschauung.

Zusammenfassung zur Seminar-Bakkelaureatsarbeit

Institut für medizinische Computerwissenschaften
Medizinische Universität Wien 2004

Inhaltsverzeichnis

1	Wechsel der Logik	3
	Die aristotelsche Logik.....	3
	Die Prinzipien der aristotelischen Logik	3
	Der vernichtende Schlag der Fuzzy Logik gegen Aristoteles	3
2	Die Fuzzy-Lehre	4
	Fuzzy-Proof Theorie.....	4
	Zugehörigkeitsfunktion.....	4
	Inferenz.....	4
3	Ausblick.....	4
4	Anwendung in der Medizin.....	5
5	Fuzzy artificial intelligence.....	5
6	Anhang.....	6
	Literaturverzeichnis	6

1 Wechsel der Logik

Sadegh-Zadeh will mit seiner neuen Weltanschauung über die Fuzzy-Logik die bisher eingeschlagenen vorherrschenden Paradigmen von Logik, die seit der Antike mit Aristoteles ihre Gültigkeit haben ablösen. Folgt man Flecks und Kuhns Theorien über die Wissenschaft, so stellt die Fuzzylogik einen Paradigmenwechsel dar¹.

Die aristotelische Logik

Aristoteles hatte großen Einfluss im Bereich der Logik – er blieb die unangetastete Autorität während des gesamten Mittelalters. Seine Werke hinsichtlich der Logik haben bis heute Auswirkungen auf die Mathematik, Wissenschaft, Ethik, dem Rechtssystem, der Religion sowie anderen Bereichen. Erst im dreizehnten Jahrhundert wankte seine Anerkennung durch Einflüsse der christlichen Philosophie. Dies hinderte aber nicht, dass seine Theorie der zweiwertigen Logik für über 2000 Jahre ungetastet blieb und zugleich zu einer Stagnation im Bereich der Logik führte. Dies war zum Teil bis ins 20. Jahrhundert an der kontinuierlichen Entwicklung der Logik hinderlich².

Die Prinzipien der aristotelischen Logik

Aristoteles ging immer von einer zweiwertigen Logik aus. Eine Aussage hat somit immer entweder wahr oder falsch zu sein – und kann nicht *Zwischenwerte* annehmen.³

Es gab viele Versuche die oben angeführten Prinzipien zu widerlegen. Keine dieser Widerlegungen fand Akzeptanz. Mehrwertige und intuitive Logik benötigen mehrere Werte als zwei und auch Mittelwerte.

Der vernichtende Schlag der Fuzzy Logik gegen Aristoteles

Der Schlag gegen die Logik von Aristoteles ist das Ersetzen der Prinzipien in folgender Weise. Wahr wird einer linguistischen Variable mit mehreren Wertemöglichkeiten gleichgesetzt. zB. {*ganz sicher wahr, fast wahr, ein wenig wahr,...*} Diese linguistischen Bezeichnungen werden über einen Wertebereich eines Fuzzy-Sets angeordnet. Dadurch werden die bisherigen Prinzipien der aristotelischen Logik durch neue Prinzipien der Fuzzy-Logik substituiert.

Diese Substitution hatte großen Erfolg, wie die verschiedensten Anwendungen in den unterschiedlichsten Disziplinen heutzutage zeigen.

¹ [KUH62] p. 10ff

² [RUS03] p. 217ff

³ [ARI03] Bd. iii, iv

2 Die Fuzzy-Lehre

Lotfi A. Zadeh führte die so genannte Fuzzy-Logik ein, die die Zweiwertigkeit der Booleschen Algebra durch das kontinuierliche Intervall $[0,1]$ ersetzt. Grundlage für die Fuzzy-Theorie ist das Konzept der unscharfen Menge. Im Gegensatz zur traditionellen Mengenlehre, bei der jeder Gegenstand einer bestimmten Menge entweder ganz oder überhaupt nicht angehört, können Elemente einer unscharfen Menge dieser auch nur zu einem bestimmten Grad zwischen $[0,1]$ angehören.

Als Beispiel hierfür in der Physik sei die Heisenbergsche Unschärfetheorie angeführt, die die Positionen von Elementarteilchen, wonach Positionen von Elementarteilchen nur unscharf in einem bestimmten Bereich mit Wahrscheinlichkeiten prognostiziert werden können.

Fuzzy-Proof Theorie

Zugehörigkeitsfunktion

Die Zugehörigkeit eines Elementes lässt sich durch die Zugehörigkeitsfunktion (membership function) ausdrücken⁴.

$$\mu_A(x) \rightarrow \{0..1\}$$

Diese Zugehörigkeitsfunktion sagt aus, zu welchem Grad ein Objekt einer Menge angehört. z.B. gehört das Kind zu dem Wert von 0,7 der Menge „jung“ an – hingegen der Planet Erde nur zu 0,2 „jung“.

Ein Element – sprich Fuzzy-Objekt – existiert somit nur relativ zu einem Prädikat in einem Wertebereich von 0 bis 1. Damit existiert nicht mehr das Prinzip von Aristoteles, wonach etwas nur existieren oder nicht existieren kann⁵. Sprich jedes Objekt gehört einer Menge zu einem bestimmten Grad an. Trifft $\mu_A(x) = 0$ für ein bestimmtes Objekt zu, so ist es in dieser Menge – in diesem linguistischen Ausdruck – nicht enthalten, jedoch kann das Objekt mehreren anderen Mengen angehören.

Inferenz

Durch Bildung von Inferenzen und der Zugehörigkeit eines Elements zu mehreren Fuzzymengen, können Schlussfolgerungen gezogen werden. Elemente können Relationen zu mehreren n Fuzzymengen haben, weshalb man auch von n -Dimensionalen Logik spricht.

3 Ausblick

Die Fuzzytheorie gewann immer mehr Einfluss auf die Wissenschaft im Bereich der Forschung in Biologie, Wirtschaft und anderen Naturwissenschaften, da sie die reale Welt besser modellieren bzw. abbilden kann als die zweiwertige Logik. Die Fuzzylogik macht es uns möglich, Maschinen mit höherem Intelligenzverhalten zu erschaffen und Werte sowie Tatsachen in menschlicher Sprache auszudrücken.

Andererseits herrschen derzeit trotzdem noch Zweifel, ob die Fuzzylogik wirklich existiere – ob Fuzzylogik nicht nur ein menschlicher Ausdruck sei, oder ob sie wirklich die Wirklichkeit repräsentiere.

⁴ [ZAI97] p. 80ff

⁵ [ARI03]

4 Anwendung in der Medizin

Medizin ist die Lehre des Heilens und stellt nicht eine reine Naturwissenschaft dar. Sie beschäftigt sich mit dem Menschen und ist durch eine Unzahl verschiedenster menschlicher Einflussgrößen wie Sozialverhalten, Psyche, Kultur usw. bestimmt.

Die Mediziner beschäftigten sich bisher nicht mit der Methodologie für klinische Entscheidungen und Diagnose, weil es bisher noch keine solche Art der Methodologie in der Medizin gab. Die medizinische Sprache sowie das medizinische Wissen sind unscharf präzisiert und unzugänglich für traditionelle Methodologien, die auf Präzision basieren.

Die Medizin hat lange mit dem Problem zu kämpfen, dass Aussagen nicht scharf, sondern vage getroffen werden müssen wie z.B. *krank, chronisch, tot, erholt* – und die meisten Befunde befassen sich mit im natürlichen Sprachgebrauch vorkommenden Ausdrücken wie *erwachsen, kindhaft, vielleicht, kann sein, eventuell*, die nicht einfach in mathematische Modelle übernommen werden können. Dank Fuzzylogik kann dieses Problem gelöst werden. Bereits heute basieren viele Verfahren und Methoden in der Medizin auf Fuzzylogik wie z.B. die Entscheidungshilfe bei Diagnosen aufgrund von Fuzzylogik.

5 Fuzzy artificial intelligence

Als Fuzzy AI versteht man Automaten, die aufgrund von Wahrnehmungen mithilfe einer Fuzzy Wissensbasis und dem rechnen mithilfe linguistischer Wörter, Lösungen für Probleme wie Diagnosen, Therapien etc. anbieten.

6 Anhang

Literaturverzeichnis

[ARI03] Aristoteles: Metaphysik - Würzburg: Königshausen & Neumann 2003

[BKRS96] Blieberger J., Klasek J., Redlein, A., Schild G-H.: Informatik – Wien: Springer Verlag 3. Auflage 1996

[FLE80] Fleck, L.: Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv. Frankfurt: Suhrkamp 1980

[HIR65] Hirschberger, J: Geschichte der Philosophie. Bd. 1 Altertum und Mittelalter – Freiburg: Herder 8. Auflage 1965

[KUH62] Kuhn, T.: The Structure of scientific revolutions – Chicago: The University of Chicago Press 1962

[POP35] Popper, K.: Logik der Forschung – Wien: Springer 1935

[RUS03] Russel B.: Philosophie des Abendlandes – Zürich: Europaverlag 6. Auflage 2003

[ZAD96] Zadeh, L. A.: Fuzzy Logic = Computing with Words – IEEE TRansactions on Fuzzy Systems Vol. 4, No. 2, Seite 103-111; Mai 1996

[ZAI97] Zainzinger H. J.: Methoden zur Neuro-Fuzzy Geräuschanalyse an KFZ-Motoren – Diplomarbeit an der TU Wien 1997