

Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen

Sarah Conen, Sarah Hartmann, Nils Schmidt

Informationswissenschaft und Sprachtechnologie im Diskurs

Wintersemester 2014/15

Gliederung

1. Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen
2. Ist die Informationswissenschaft eine Normalwissenschaft?
3. Paradigmen und Paradigmenwechsel in der Computerlinguistik

1

Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen

Struktur wissenschaftlicher Revolutionen



Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen

Vorparadigmatische Phase und Herausbildung eines Paradigmas

- Viele verschiedene Ansätze, Theorien und Methoden innerhalb der Disziplin
- Wissenschaft und Forschung werden ausgehend von den Ansichten in viele verschiedene Richtungen betrieben
- Beispiel: Antike
- Irgendwann setzt sich eines der konkurrierenden Modelle durch
 - Paradigma

„Um als Paradigma anerkannt zu werden, muß eine Theorie besser erscheinen als die mit ihr im Wettstreit liegenden, sie braucht aber nicht – und tut es tatsächlich auch niemals – alle Tatsachen, mit denen sie konfrontiert wird, zu erklären.“

- Theodor Rieh „Thomas S. Kuhn: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen“

Normalwissenschaft

- Wissenschaft im Rahmen eines Paradigmas
- Eindeutige Regeln und Normen für die wissenschaftliche Praxis
- Normalwissenschaftliche Forschung ist auf die Verdeutlichung der vom Paradigma bereits vertretenen Phänomene und Theorien ausgerichtet
- Vorherrschen eines Paradigmas ermöglicht eine Genauigkeit und Tiefe in der Forschung die sonst unvorstellbar wäre
 - Paradigma sondert aus den möglichen Forschungsthemen diejenigen raus die die größte Aussicht auf Erfolg haben
- Tätigkeit der Wissenschaftler bezeichnet Kuhn als „*puzzle solving*“

Krise

- Im Rahmen der Forschung können neue Entdeckungen gemacht werden die nicht mit dem Paradigma in Einklang gebracht werden können
 - Anomalien
- Stellt sich heraus dass die Anomalie mehr ist als ein weiteres Rätsel der Normalwissenschaft so beginnt der Übergang zur Krise und zur außergewöhnlichen Wissenschaft
- Krisen beginnen mit:
 - Der Aufweichung eines Paradigma
 - Lockerung der Regeln für normale Forschung
- 3 mögliche Krisenszenarien:
 1. Anomalie kann mit der normal Wissenschaft erklärt werden
 2. Anomalie wird nicht erklärt und zur Seite gelegt für kommende Generationen. Paradigma bleibt bestehen
 3. Ein neues Paradigma entwickelt sich und die Paradigmen treten in Konkurrenz

Wissenschaftliche Revolution

- Ist eine nicht lösbare Krise eingetreten beginnen außerordentliche Untersuchungen
- Ergeben neue Sichtweisen und Grundlagen für die Wissenschaft
- Das alte Paradigma wird zu Gunsten eines neueren zurückgewiesen
 - Altes und Neues Paradigma sind miteinander unvereinbar!
- Anerkennung des neuen Paradigmas erfordert die Umarbeitung alter Theorien und die Neubewertung von bereits bekannten Fakten
- Übergang zu einem neuen Paradigma:
 - Gleich einem Gestaltwandel
 - Durch Konversion
 - Durch Überredung

Paradigma

- Theodor Rieh bezeichnet Paradigmata als „*Erklärungsmodelle*“ die alle bekannten Daten einer Disziplin zusammenfassen
- Bietet (implizit) Lösungsmöglichkeiten für Probleme
- Bestimmt was in der Forschung unwichtig und was beachtenswert ist
- Charakteristika nach Kuhn
 1. Paradigma zieht eine Gruppe von Anhängern an die ihre Wissenschaft bisher anders betrieben haben
 2. Bietet der Gruppen von Forschern lösbare Probleme
- Paradigma besteht aus vier Komponenten
 - Symbolische Generalisierungen
 - Modelle
 - Exemplare
 - Werte

„Allgemein anerkannte wissenschaftliche Leistungen, die für eine gewisse Zeit einer Gemeinschaft von Fachleuten maßgebende Probleme und Lösungen liefern.“

Thomas S. Kuhn

2

Ist die
Informationswissenschaft
eine Normalwissenschaft?

Ein Paradigma in der Informations- wissenschaft?

Was ist Informationswissenschaft?

“Information science is the study of the gathering, organizing, storing, retrieving, and dissemination of information.” (Bates, 1999, p. 1044)

Ein Paradigma in der Informations- wissenschaft?

- Informationswissenschaft ist interdisziplinär
- „However, the field’s interest is **in human-produced information**, and therefore, **how human beings relate to this information**—how they seek it, use it, ignore it, retrieve it—is of central research importance also.“ (Bates, 1999, p.1048)
- Bates schlussfolgert, dass wir **kein methodologisches Paradigma** haben, wir haben viele methodologische Ansätze

Kuhn zum Paradigmen- begriff

- Zum einen referiert der Term „Paradigma“ auf Konstellationen von Meinungen, Werten und Methoden einer wissenschaftlichen Gemeinschaft.
- Zum anderen – und dies ist nach Kuhn die philosophisch tiefere Bedeutung – referiert er auf **konkrete Problemlösungen**, die in einer normalwissenschaftlichen Phase als **Vorbilder zur Lösung ähnlicher Probleme verwendet werden können**.
- Es ist nicht der Erwerb eines Paradigmas, der den Umschwung zur Reife und die Einführung der normalen Wissenschaft bezeichnet, sondern eher **ein Wandel in der Struktur eines Paradigmas**, der normale Wissenschaft möglich macht.

Kuhn zum Paradigmen- begriff

- Der Übergang (zur Reife) muss nicht mit der ersten Übernahme eines Paradigmas gleichgesetzt werden.
- „Mit dem Übergang zur Reife ändert sich nicht das Vorhandensein eines Paradigmas, sondern vielmehr seine Natur. Erst nach der Veränderung ist normale rätsellösende Forschung möglich.“ (Kuhn, 1996, p. 190)
- **Zentral ist der Erwerb einer Art von Paradigma, das schwierige Rätsel identifiziert**

Kritik von Magarete Masterman (1965)

- Keine Unterscheidung zwischen nicht-paradigmatische, multiparadigmatische (z.B. Verhaltens-, Sozial- und Informationswissenschaft) und diparadigmatische Wissenschaft (normale Wissenschaft in der Krise)
- Folgerung: Man kann beim **Vorhandensein von Paradigmen** (einem, zweien oder vielen) immer von normaler Wissenschaft sprechen.

Bedeutung für die Informations- wissenschaft

- Besitz von Paradigmen ist keine hinreichende - obwohl notwendige - Bedingung für die Entwicklung ausgereifter Wissenschaft darstellt.
- Noch ist es der Fall, dass man nur von einer ausgereiften Wissenschaft sagen kann, sie besäße Paradigmen, oder dass di- oder multiparadigmatische Wissenschaft nicht existiert.

Paradigmen im Information Retrieval

David Ellis (1998)

- Das physikalische Paradigma
- Das kognitive Paradigma

Das physikalische Paradigma

- Cranfield-Test als Grundlage empirischer Evaluationen
- In ihnen wurden verschiedene Indexiersysteme (UDC, Uniterm etc.) miteinander unter den (damals neuartigen) Gesichtspunkten "*precision*" und "*recall*" miteinander verglichen.
- Markierten einen historischen Bewusstseinswandel von einem philosophisch-spekulativen zu einem experimentell-empirischen Ansatz beim Entwurf von Retrievalsystemen.
- IR-System ähnelt einem physikalischen System

Das kognitive Paradigma

- Deutlicher Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung von Techniken zur Modellierung der kognitiven Welt des Benutzers als Teil des Retrievalvorgangs.
- Art des Herangehens an den Entwurf von Retrievalsystemen durch 3 Merkmale charakterisiert:
 - die Konstruktion eines Modells des Informationsbedarfs des Benutzers durch das System,
 - die Herkunft dieses Modells aus der Kommunikation des Systems mit dem Benutzer,
 - die Anwendung dieses so konstruierten Modells als die Basis für das Retrieval.
- Die Schwierigkeit ist ein (Kuhnsche) Musterbeispiel für das kognitive Paradigma auszumachen.

Paradigmen

- Kuhns Ansicht lautete, dass normale Wissenschaft nicht durch bloße Aneignung eines Paradigmas beginnt, sondern durch den Wandel in der Natur eines Paradigmas, so dass das Paradigma "schwierige Rätzel identifiziert, Anhaltspunkte zu ihrer Lösung und Garantien liefert, daß ein wirklich tüchtiger Fachmann Erfolg hat." (Kuhn, 1996, p. 190)
- Nur begrenzt kann diese Aussage auf den Bereich der IR-Forschung angewendet werden.
- Problem: Paradigmen gelten nur für Information Retrieval?

Eine Normal- wissenschaft?

- Jede Tätigkeit, die nicht durch **ein einzelnes Paradigma** geleitet wird, sei vorparadigmatisch.
- Deshalb seien die Verhaltens-, Sozial- und Informationswissenschaft in einem vorparadigmatischen Zustand.

???

3

Paradigmen und Paradigmenwechsel in der Computerlinguistik

Paradigmen

- In den 30er und 40er Jahren war die CL vor allem von **numerischen Problemstellungen** geprägt
- Nach der erfolgreichen Dechiffrierung verschlüsselter Nachrichtentexte, nahm man an, dass auch die maschinelle Übersetzung **natürlicher Sprache einen Spezialfall einer Dekodierungsaufgabe** darstellen würde
- Diese frühen Überlegungen und die sich daraus abzeichnenden Lösungsansätze greifen jedoch alle auf die **gemeinsame stochastische Informationstheorie** zurück
- Die Einheit des methodischen Inventariums war bis zu diesem Zeitpunkt weitestgehend gewahrt

vgl. Shannon, C. / Weaver, W. (1949): *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois Press.

Konkurrierende Theorien

- Chomsky's Diktum (1957) und die mangelnde Leistungsfähigkeit der damals verfügbaren Hardware führen dann bald zu einer stärkeren Aufspaltung in **stochastische Verfahren** einerseits und **symbolische Ansätze** andererseits
- **Stochastische Verfahren** dominierten den Bereich der **Informationswissenschaft** und kamen auch zur Verifizierung der Autorenschaft eines Textes zum Einsatz
- **Symbolische Ansätze** wurden geradezu zum Synonym der späteren Computerlinguistik und dominierten deren Entwicklung für einen langen Zeitraum

Gründe für die einseitige Entwicklung

- **1. Chomsky's Diktum:**
- Prinzipiell ist kann kein statistischer Ansatz in der Lage sein, den fundamentalen Unterschied zwischen den beiden Sätzen zu erfassen:
 - (1) *Colorless green ideas sleep fouriously.*
 - (2) *Furiously sleep ideas green colorless.*
- Da man mit einiger Sicherheit davon ausgehen kann, dass keiner der beiden Sätze jemals in einem englischen Diskurs auftreten würde, ist eine stochastische Beobachtung *per se* nicht möglich
- Es hat über 40 Jahre benötigt, um zu erkennen, dass sich unter Zuhilfenahme versteckter Variablen durchaus stochastische Modelle auf gewöhnliche englische Korpusdaten trainieren lassen

vgl. Pereira, F. (2000). Formal grammar and information theory: Together again? *Philosophical Transactions of the Royal Society* 358(1769), 1239-1253.

Gründe für die einseitige Entwicklung

- **2. Praktische Gründe:**
- Vor allem die mangelnde Leistungsfähigkeit der damals verfügbaren Hardware
- Denn ein symbolisches Verfahren lässt sich bereits in einem stark vereinfachten Modell demonstrieren,
- während vergleichbare stochastische Ansätze bereits für das allererste Experiment einen erheblichen Aufwand bei der Datensammlung und den ressourcenintensiven Schätzverfahren haben.

Korpus- statistische Verfahren

- Oft dienten klassische Modellvorstellungen der **strukturellen Linguistik** zur Entwicklung korpusstatistischer Verfahren, z. B.:
 - Wortartendisambiguierung (Tagging; De Rose 1988)
 - Syntaktische Analyse (Parsing) unter Verwendung unterschiedlich stark strukturierter Repräsentationen (Briscoe und Wagner 1992)
 - Bilinguale Übersetzung (Brown et al. 1990)
- Bald zeigt sich jedoch dass die Modellstrukturen der **traditionellen Ansätze** (z. B. kontextfreie Regeln) für eine Übernahme in das neue **Paradigma** nur **bedingt geeignet** sind

Akzent- verschiebung in der CL

- Operationen des zugrundeliegenden Entscheidungsprozesses (z. B. Transformation von Symbolsequenzen, Parseraktionen, ...) erfolgen heute besser über stochastische bzw. konnektionistische Modellierungen, als auf der Ebene der Modellstrukturen selbst → Performance rückt wieder stärker in den Mittelpunkt
- Redundanzarme Beschreibung und stochastische Unabhängigkeitsannahme widersprechen sich, so dass sich für eine erfolgreiche Modellierung vielfach sehr komplexe und hochgradig redundante Modellstrukturen besser eignen
- Unterschiedliche **Strukturbeschreibungen** harmonisieren unterschiedlich gut mit **Lernparadigmen** (generativ vs. diskriminativ, struktur vs. operationsbasiert) → Abhängenzmodelle erleben ein *Revival*

Neue Paradigmen für die CL?

- Das Sprachmodell von Chomsky und dessen Formalisierung als Chomsky-Grammatik, solange die syntaktische Analyse von natürlicher und formaler Sprachen die Hauptaufgabe war
- Wo aber wird es so komplex, dass es als Anzeichen für ein Ende des alten Chomsky-Paradigmas und für die Notwendigkeit eines neuen gewertet werden kann?

Probleme des Chomsky-Paradigmas

- Das Erkennen, Formalisieren und Verarbeiten der Semantik, also der Bedeutung einer sprachlichen Aussage, denn...
- ... die Lösung dieses Problems erfolgt seit Jahren mithilfe der Aufstellung von Ontologien
- Das Problem: Schon in einem relativ beschränkten Fachbereich, etwa einem Untergebiet der Medizin oder der Rechtswissenschaft, führt eine Katalogisierung auf deutlich mehr als zehntausend relevante Begriffe.
- Hinzu kommt das semantische Netz aus Relationen, bei denen ein Begriff mehrere Relationen zu anderen Begriffen haben kann. So kommt man schnell auf eine knappe Milliarde potentieller Relationen.
- → Daher scheitert das Chomsky-Paradigma schnell an der Komplexität.

Ansatz zu einer Universal- grammatik

- Ansatz von Schnupp, Teich und Joppe: Wittgensteins Philosophie der Sprachspiele
- Je nach Umgebung verwenden wir verschiedene Register, Wittgenstein nennt diese „Sprachspiele“
- Wittgenstein postuliert, dass Mitglieder einer Sprachgemeinschaft sich gegenseitig erkennen und, dass die Regeln für die Kommunikation sich nicht nur intellektuell ermitteln lassen.

Schnupp, P. / Teich, I. / Joppe, A. (n. a.): Ein neues Paradigma für die Computerlinguistik. In: Ergebnisse der Wissenstheorie 1.

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Quellen

- Bates, M. J. (1999). The Invisible Substrate of Information Science. *Journal of the American Society for Information Science*, 50(12), 1043–1050.
- Beck, G. (2000). David Ellis: Paradigmen und deren Vorstufen in der Retrievalforschung. Retrieved from: <http://www.capurro.de/paradigmen/ellis.html#Lit2>.
- Capurro, R. (2000). Einführung in die Informationswissenschaft. Retrieved from: <http://www.capurro.de/iwinhält.html>
- Carstensen, K. U., Ebert, C., Endriss, C. et. al. (2010). *Computerlinguistik und Sprachtechnologie*. Heidelberg: Spektrum.
- Ellis, D. (1998). Paradigms and research traditions in information retrieval research. *Information Services & Use*, (18), 225-241.
- Kuhn, T. S. (1996). *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Kuhn, T. S. (2012). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Masterman, M. (1965). The nature of a paradigm. In I. Lakatos & A. Musgrave (Eds.), *Criticism and the growth of knowledge* (pp. 59-61). Cambridge: Cambridge University Press.
- Raber, D. (2003). *The Problem of Information: An Introduction to Information Science*. Lanham: Scarecrow Press.
- Rieh, T. (n. a.). Thomas S. Kuhn: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Retrieved from: <http://theodor-rieh.de/heinrich/Kuhn.pdf>.
- Schnupp, P., Teich, I., & Joppe, A. (n. a.). Ein neues Paradigma für die Computerlinguistik. In *Ergebnisse der Wissenstheorie 1*.
- Shannon, C., & Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois Press.
- Wiltsche, H. A. (2013). *Einführung in die Wissenschaftstheorie*. Bristol: Vandenhoeck & Ruprecht.