

# Landkarte der Künstlichen Intelligenz

## Fähigkeiten, Techniken und Anwendungen

Inhaltliche Entwicklung: Klaus Reichenberger, Dr. Arndt Schwaiger, Stefan Buchberger

### Sprache

Das wohl wichtigste Medium zum Austausch bzw. zur Kommunikation zwischen Intelligenzformen. Ihr kommt eine zentrale Bedeutung beim Erwerb von Intelligenz und ihrer Anwendung zu, da sie das Handeln prägt und das Denken. Charakteristisch für Sprache ist in jedem Fall, dass mit symbolischen Zeichen kommuniziert wird.

Sprachausgabe  
Dialogführung  
Textgenerierung

### Handeln

Zielgerichtetes, überwiegend geplantes Abarbeiten von Aktionsfolgen, umfasst: Optimieren, Bewegungen ausführen, Steuern, Visualisieren.

Planen

### Denken

Überwiegend bewusste Intelligenzleistung auf der Basis von Wissen und Erfahrung, die die Fähigkeiten des Schlussfolgerns, Abstrahierens, Problemlösens umfasst.

Daten-Analyse

### Wahrnehmen

Intelligenzleistung auf Basis des Erkennens, Aufnehmens und Verarbeitens von sensorischem Input, Mustern und Auffälligkeiten. Die gewonnenen Informationen werden bewertet, klassifiziert, interpretiert und für die weitere Verarbeitung bereitgestellt. **Spracherkennung, Bild-/Video-Erkennung, Sound-Erkennung.** Beim Menschen laufen diese Tätigkeiten bzw. Fähigkeiten meist unterbewusst bzw. unkontrolliert ab.

Spracheingabe  
Textanalyse

## Symbolische KI/ Wissensbasierte KI

Semantische Netze

Leichtgewichtige, aber ausdrucksstarke Wissensrepräsentation mit Fokus auf den Zusammenhängen. Semantische Netze sind für den Menschen verständlich und bieten gleichzeitig eine gewisse formale Verbindlichkeit, ermöglichen also beispielsweise automatische Schlussfolgerungen.

Graph-Algorithmen

Wissensrepräsentationen wie semantische Netze oder Ontologien haben die Form eines Graphen. Bei Auswertung und Schlussfolgerungen kommen besondere, anspruchsvolle Verfahren ins Spiel, die z. B. kürzeste Wege, Zyklen, Entfernungsmaße und Ähnlichkeit auf dem Graphen berechnen.

Ontologien

Stellen eine schwergewichtige Wissensrepräsentation dar, welche nicht unmittelbar für Fachanwender verständlich ist. Formal definierte Schemata machen Ontologien interessant für den Austausch zwischen intelligenten Systemen.

Logische Programmierung

Hier werden statt Anweisungen Fakten über den Gegenstand programmiert sowie Regeln, die Schlüsse aus diesen Fakten ziehen. Grundlage von Expertensystemen.

### Wissen

Ein explizites Modell von Fakten und Zusammenhängen. Es bildet die Grundlage bewusster Intelligenzleistungen / Denkprozesse und Handlungen. Der Mensch kann Wissen über Erkenntnis erwerben, oder es kann ihm explizit beigebracht werden. In der künstlichen Intelligenz wird es aktuell immer beigebracht.

- ▶ Wissensrepräsentation
- ▶ Unternehmens-Know-how

Association Rule Learning

In vorhandenen Daten wird nach vorgegebenen und/oder unbekanntem „Wenn ... dann ...“-Regeln gesucht. Es ist grundsätzlich für Fachanwender nachvollziehbar und auf statistischen Zusammenhängen basierend.

Entscheidungsnetzwerke

Sind eine Erweiterung Bayes'scher Netze um die Bewertung vorgegebener Situationen anhand ihres Nutzens zur Planung und Entscheidungsfindung. Sie sind grundsätzlich für Fachanwender nachvollziehbar.

## Subsymbolische KI/ Machine Learning

Neuronale Netze

Schwergewichtiges und meist mehrschichtiges maschinelles Lernverfahren in Form von verbundenen Neuronen, nicht für Menschen direkt nachvollziehbar, daher Blackbox. Anhand einer großen Menge von Trainingsdaten werden für Eingaben bestimmte vorgegebene Ausgabewerte erlernt.

Knowledge Discovery und Data Mining

Familie aller Verfahren, die in meist großen Datenmengen nach neuen Mustern und Regeln suchen. Viele Verfahren des maschinellen Lernens können auch zum Data Mining verwendet werden und umgekehrt.

Support Vector Machines

Rein mathematisches und rechenintensives Verfahren zur Mustererkennung, bei welchem bekannte Objekte in einem Vektorraum repräsentiert werden, um passende Trenn-Ebenen zwischen verschiedenen Objekt-Kategorien zu berechnen.

### Lernen/Trainieren

Ist das Ableiten eines impliziten Modells aus konkreten Daten, bei dem mit modernen statistischen Methoden gearbeitet wird. Ein berechenbares Verhalten wird „antrainiert“, bietet jedoch keinen Einblick in die erlernten Lösungswege, somit ist hier Wissen implizit repräsentiert. Für den Trainingsvorgang werden große Datenmengen benötigt, und die geeignete Auswahl ist wichtig. Vergleichbar ist es mit der Verarbeitung von Reizen bei Menschen.

Bayes'sche Netze

Zusammenhänge werden in Form von bedingten Abhängigkeiten und Unabhängigkeiten zwischen verschiedenen Variablen in einem Netz repräsentiert. Die Struktur und die Variablen sind grundsätzlich für Zivileisten verständlich und können vorgegeben oder anhand von Trainingsdaten erlernt werden. Verschiedene Komplexitätsklassen.

Hidden Markov Models

Bieten eine komplexe Repräsentation von Prozess-Zuständen in einer zeitlichen und statistischen Abhängigkeit, wobei die Struktur und Variablen vorgegeben werden können. Verwandtschaft zu sogenannten dynamischen Bayes'schen Netzen.

Anwenden von Intelligenz

Erwerben von Intelligenz

### Anwendung der KI

Beispiel

Welche Bandbreite von Fähigkeiten für typisch menschliche Aufgaben erforderlich sind, zeigt ein Beispiel aus dem ärztlichen Alltag:

- ▶ Um Röntgenbilder, CRT-Scans etc. auszuwerten, den Patient in Augenschein zu nehmen, abzutasten etc. werden Wahrnehmungs- und Sensorikfähigkeiten benötigt.
- ▶ Diese Fähigkeiten müssen trainiert werden: Für jedes Krankheitsbild, für jede Auffälligkeit auf einem bestimmten Typ von Röntgenbild muss „Erfahrung“ gesammelt werden.
- ▶ Sprachliche Fähigkeiten wie Textanalyse und Dialogführung sind nötig, um aus dem Gespräch mit den Patienten ihre Beschwerden zu erfahren sowie ihre Krankheitsgeschichte aus schriftlichen Unterlagen zu entnehmen.
- ▶ Das Identifizieren von Symptomen und das Stellen einer Diagnose erfordert Wissen über den menschlichen Körper, über Krankheiten, ihre Ursachen, Symptome und Therapien. Dieses Wissen muss mit den identifizierten Symptomen verglichen werden, Ursachen müssen erforscht und richtigen Schlüsse daraus gezogen werden. Das hier benötigte Wissen stammt zu einem großen Teil aus dem Studium expliziter Fakten und Zusammenhänge.
- ▶ Die Erstellung eines Behandlungsplans, seine Überwachung und Anpassung erfordert Planungs-, Optimierungs- und Kommunikationsfähigkeiten.

Grenzen

Unser Beispiel lässt die aktuellen Grenzen künstlicher Intelligenz erahnen:

- ▶ Die Wahrnehmungsfähigkeiten von KI-Systemen sind auf genau vorgegebene Aufgaben beschränkt – z. B. darauf, Tuberkulose auf Röntgenbildern des Brustkorbs zu erkennen. Beliebige Auffälligkeiten auf beliebigen Röntgenbildern zu erkennen, ist noch unmöglich für KI-Verfahren. Die Verfahren benötigen zudem eine große Anzahl von Trainingsdaten, seltene Krankheiten entziehen sich der Diagnose durch KI-Systeme.
- ▶ Die ersten Bots führen heute bereits Dialoge, deren Komplexität bleibt aber weit hinter den Anforderungen eines Gesprächs zwischen Arzt und Patient zurück – ganz zu schweigen von Themen wie Empathie und Gespür für Zwischentöne.
- ▶ Auch die Gesamtsteuerung des Prozesses, d. h. das selbstständige Wechseln zwischen Diagnose, Entscheidung, kreativer Lösungsfindung und gezieltem Erheben neuer Daten, z. B. durch neue Untersuchungen oder Befragung des Patienten, liegt weit außerhalb der Fähigkeiten heutiger KI.
- ▶ Schließlich findet bei aktuellen KI-Verfahren kein Lernen statt, das dem menschlichen vergleichbar wäre. Selbstständige Abstraktion, der Aufbau eines mentalen Modells durch das Studium von Texten, durch das Bearbeiten von Fällen und Analysieren von Daten – all das sind unerreichte menschliche Fähigkeiten.

