

1. Übung „Künstliche Intelligenz“

Wintersemester 2007/2008

Vorbemerkungen

Vorlesungsfolien und Übungsblätter können Sie im Internet unter folgender Adresse einsehen:
<http://www.kde.cs.uni-kassel.de/lehre/ws2007-08/KI/>.

Bei Fragen können Sie sich an Robert Jäschke (jaeschke@cs.uni-kassel.de) wenden.

1 Anwendung der KI

1. Diskutieren Sie, ob folgende Tätigkeiten durch einen Computer bewältigt werden können. Überlegen Sie auch, inwieweit man die Leistungen der existierenden Systeme wirklich als intelligent bezeichnen kann. Diskutieren Sie, worin die Schwierigkeiten liegen könnten!

- Ein gutes Fussballmatch gegen eine menschliche Mannschaft bestreiten.

Bis heute war eine aus Robotern bestehende Fußball-Mannschaft noch kein ernst zu nehmender Gegner für eine menschliche Mannschaft. Es gibt bereits Roboter, die Fußball spielen können, und es werden sogar innerhalb gewisser Kategorien Weltmeisterschaften ausgetragen. Die Regeln unterscheiden sich aber noch in einigen Punkten von denen der FIFA (z.B. sind die Spielfelder mit einer Bande umgeben und die Größe der Roboter ist festgelegt).

Siehe hierzu die Seite der Robot-World-Cup Initiative: <http://www.robotcup.org>. Ein Fußballspiel ist ein sehr komplexes Geschehen, das von den Spielern verlangt, eine Vielzahl von Leistungen sehr schnell oder sogar nebenläufig zu vollbringen. Ein Roboter muß etwa den Ball, der auf ihn zufliegt erkennen, also von der Umwelt unterscheiden, die Bewegungen des Balls und der anderen Spieler verfolgen und aus diesen Daten die zukünftigen Positionen berechnen, mithin die gesamten sensorischen Informationen in einem kompletten Modell der aktuellen Spielsituation integrieren und diese analysieren. In Einklang mit übergeordneten Zielen und Strategien muß ein kurz- oder mittelfristiger Plan erstellt werden, dessen Handlungsschritte daraufhin, immer in Beachtung eventueller aktueller Situationsänderungen, auszuführen sind. Daneben müssen natürlich die technischen und (senso-)motorischen Fähigkeiten vorhanden sein, die intendierte Spielhandlung mit maximaler Erfolgswahrscheinlichkeit auszuführen, also z.B. einen Schuß exakt plazieren zu können. Heutige Roboter sind noch weit davon entfernt, diese komplexen Aufgabenstellung so bewältigen zu können, daß sie die Qualität einer menschlichen Mannschaft erreichen würden. Dennoch ist gerade dies ein langfristiges Ziel der RoboCup-Initiative.

- Ein mathematisches Theorem beweisen.

Programme, die mathematische Theoreme beweisen, waren die ersten Anwendungen von Methoden der Künstlichen Intelligenz (Logic Theorist, 1956). Es hat sogar ein Programm zum Theorembeweisen gegeben, das einen neuen Beweis für ein Theorem gefunden hat, der eleganter war als der bis dahin von Menschen gefundene: Der Beweis, daß die Basiswinkel eines gleichschenkligen Dreiecks gleich groß sind. Als Euklid diesen Satz beweisen wollte, benutzte er eine ziemlich komplizierte Methode, bei der eine Reihe von Hilfslinien eingefügt werden mußte. Das Computerprogramm hingegen ließ (aufgrund seiner Programmierung) Hilfskonstruktionen nur zu, wenn alle anderen Lösungsversuche gescheitert waren. Deswegen nahm es eine gründliche Suche nach der Lösung ohne Hilfslinien vor und benutzte stattdessen einen Lehrsatz Euklids über die Kongruenz zweier Dreiecke. Die Frage, ob der Computer hiermit tatsächlich eine intelligente Leistung vollbracht hat, ist im o.g. Buch von M. Boden ausführlich diskutiert. Siehe hierzu auch: <http://student.vub.ac.be/~nkaraogl/aristo/aristo.htm>

- Eine spannende Geschichte schreiben.

Tatsächlich gibt es Systeme, die programmiert worden sind, um Kriminalgeschichten zu schreiben. In den 60-iger Jahren gab es ein Programm, das Prosatexte mit über 2000 Worten erzeugte. Ein Beispiel:

»Es war ein Montag. Das angenehme Wetter war sonnig. Lady Buxly war in einem Park. James traf zufällig Lady Buxly. James sprach mit Lady Buxly. Lady Buxly flirtete mit James. James lud Lady Buxly zum Essen ein. James mochte Lady Buxly. Lady Buxly war mit James in einem Hotel.«

Das Beispiel besteht zwar aus syntaktisch richtigen Sätzen, die einen gewissen richtigen Zusammenhang widerspiegeln. Jedoch unter einer guten Kriminalgeschichte versteht sich doch etwas anderes. Das Stück erscheint eher schläfrig und langweilig. Aber wo genau liegt der Fehler? Was müßte ein leistungsfähigeres Prosa-Programm können, was dieses nicht kann? Anders ausgedrückt, welche Prozesse im Geist eines Schriftstellers müßte ein überzeugendes Prosa-Programm simulieren können? Die Schwierigkeit beim Programmieren literarischer Kreativität beruht meistens auf der komplexen Natur menschlicher Motive, auf dem Bedarf an sinnvollem Hintergrundwissen und auf der komplexen Beschaffenheit der menschlichen Sprache. Das Handeln des Menschen, seine Motive und Gefühle – der gewöhnliche Gegenstand der Literatur sowie des alltäglichen Gesprächs und Klatsches – sind ausgesprochen schwierig zu definieren.

Das Agatha-Christie-Programm leidet vor allem an Oberflächlichkeit. Die Geschichte scheint eher eine Abhandlung von simplen Bedingungen zu sein. So ist es z.B. nur Paaren, die zuvor miteinander geflirtet haben, erlaubt Essen zu gehen.

- Gib kompetenten juristischen Rat in einem Spezialgebiet.

Ja, es gibt eine Reihe von Systemen, die den Menschen bei Fragestellungen bezüglich eines eingeschränkten Fachbereichs unterstützen. Solche Systeme faßt man unter dem Fachbegriff Expertensysteme zusammen. Das System für den juristischen Bereich hätte wahrscheinlich eine große Datenbank zur Verfügung, in der bereits eingegangene Urteile und ihre Begründungen gespeichert sind, und es würde anhand von Stichworten und Suchbegriffen Urteile herausuchen, die für das aktuelle Problem relevant sind.

Jedoch werden juristische Entscheidungen immer von Menschen getroffen und sind auf Schätzungen und Interpretation von verschiedenen kulturellen oder persönlichen Situationen angewiesen. Um den Computern die Fähigkeit juristischen Rat zu geben zu geben, wäre die Erfassung der verschiedenen Kriterien für diese Entscheidungen nötig. Da dieses Wissensrepräsentationsproblem noch ungelöst ist, könnte ein Computer zur Zeit nur eine Art Fallbasiertes Schliessens anwenden.

2. In der Künstlichen Intelligenz wird die Prädikatenlogik erster Stufe (PL1) oft verwendet. Geben Sie die Definition von Syntax und Semantik der Prädikatenlogik erster Stufe an. Formulieren Sie, welches Wissen sich mittels der Prädikatenlogik erster Stufe darstellen lässt und welches nicht.

Mit der Prädikatenlogik erster Stufe können Aussagen über ein Universum von Dingen (Objekten/Dingen) gemacht werden. Die Aussage wird hierbei über eine prädikatenlogische Formel dargestellt, der unter einer gegebenen Bedeutung ein Wahrheitswert zugeordnet ist. Modelliert werden konjugierte, disjunkte und negierte Aussagen. Hierbei können die Aussagen Beziehungen zwischen den Objekten oder Eigenschaften der Objekte darstellen. Genauso lässt sich darstellen, dass eine Eigenschaft für alle Objekte gilt oder ein Objekt mit einer bestimmten Eigenschaft existiert. Die formale Semantik definiert hierbei, welche Beziehungen/Eigenschaften aus dem Universum gemeint sind. Ob die modellierte Aussage gilt oder nicht, ist genau für diese Zuordnung gegeben und hängt daneben von den enthaltenden Quantoren und Junktoren ab, die die bekannten Existenzaussagen, Verallgemeinerungen und logischen Verknüpfungen beschreiben.

Zusammengefasst: Informationen in Form von Aussagen lassen sich mittels PL1 modellieren. Die Aussagen können hierbei wahr oder falsch sein und eine Welt beschreiben, die aus Objekten mit bestimmten Eigenschaften und Relationen besteht.

3. Formulieren Sie folgende Sätze in PL1. Beachten Sie, dass manche Sätze nicht in PL1 abbildbar sind. Begründen Sie in diesen Fällen, warum das so ist. Bitte benutzen Sie für Prädikate große Anfangsbuchstaben, für die Variablen sowie Konstanten kleine. Siehe hierzu: Wissensverarbeitung, Jochen Heinsohn und Rolf Socher - Ambrosius, S.94-S.100, Logik für Informatiker, Schöning.

- a) Er schreit.

Die Aussage kann nur angemessen innerhalb eines Kontextes formalisiert werden, aus dem hervorgeht, auf was sich das *er* bezieht.

b) Kassel ist eine schöne Stadt

$\text{Schön}(\text{kassel}) \wedge \text{Stadt}(\text{kassel})$

c) Nicht alle Informatikstudenten belegen Biologie und Religion.

$\exists x(\text{Informatikstudent}(x) \wedge \neg(\text{BelegtBiologie}(x) \wedge \text{BelegtPhysik}(x)))$

d) Eine Rose ist eine Rose ist eine Rose

Um diesen Satz zu formalisieren, benötigt man ein rekursives Prädikat *Rose*, welches auf die atomare Formel, die es selber bildet, angewendet werden müßte. Viele Menschen sehen Witz und Poesie in dem Zitat von Gudrun Stein. Dieses kann nicht in PL1 abgebildet werden.

e) Was ist eine Stadt?

In PL1 können nur Aussagen, nicht Aufforderungen oder Fragen formuliert werden.

4. Warum ist die Prädikatenlogik nicht entscheidbar? Was heißt entscheidbar und nicht entscheidbar? Und weshalb wäre Entscheidbarkeit wünschenswert?

Ein Problem heißt entscheidbar, wenn es einen Algorithmus gibt, der bei Eingabe einer Instanz des Problems (hier einer Formel F) mit Ausgabe *ja* terminiert, falls die Eingabe zur gesuchten Teilklasse gehört, und ansonsten mit *nein* terminiert. Ein Problem heißt semientscheidbar, wenn es einen Algorithmus gibt, der bei Eingabe einer Instanz des Problems (hier einer Formel F) mit Ausgabe *ja* terminiert, falls die Eingabe zur gesuchten Teilklasse gehört.

Für einen gewissen Teil der PL1 ist es möglich, die Gültigkeit einer gültigen Formel in endlicher Zeit zu beweisen, aber wenn die Formel nicht gültig ist, kann ihre Ungültigkeit unter Umständen nicht in einer endlichen Anzahl von Schritten bewiesen werden.

Entscheidbarkeit ist beispielsweise bei einer Datenbankanfragesprache wünschenswert, da man ansonsten nicht sicher sein kann, überhaupt ein Ergebnis auf eine Anfrage zu erhalten.

2 Turing-Test

Was ist der Turing-Test und wie funktioniert er? Welche Fähigkeiten kann man mit ihm testen?

Der Turing-Test ist ein empirischer Test zur Überprüfung intelligenten Verhaltens einer Maschine durch Vergleich mit einem Menschen.

Ein Mensch fungiert als Tester und befragt einen anderen Menschen und ein künstliches intelligentes System. Der Tester kommuniziert nur indirekt über ein Textmedium mit beiden und weiss nicht, mit welchem der beiden er kommuniziert. Das Ziel des Testers ist es, alleine aus den Antworten auf seine Fragen zu entscheiden, wer von beiden Mensch und wer das künstliche System ist.

Man kann damit die Sprachverarbeitung, geeignete Wissensrepräsentation, Schlussfolgerungsfähigkeit sowie Lernfähigkeit des künstlichen Systems testen.