

185.054 Seminar aus Artificial Intelligence, 2.0 Std.
WS 2001/02

Thema: Können Computer denken?

Viktor Krammer, < 9826988 > E881
12. November, 2001

Turing: Computing Machinery and Intelligence

What Turing did after He Invented the UTM

Abstract. Im Text [Tur50] formuliert Alan Turing die Frage "Können Computer denken" so um, ob es Computer gibt, die seinen zuvor definierten Test auf menschliche Intelligenz bestehen könnten. Der Test beruht auf einer natürlichsprachlich textbasierten Kommunikation zwischen Mensch und Maschine. Gelingt es der Maschine, sich von einem Menschen bezüglich eines unabhängigen Dritten, der den beiden Fragen stellt, nicht unterscheiden zu lassen, ist der Test positiv. Turing meint, daß solche Computer prinzipiell möglich wären und versucht einige bekannte Einwände zu widerlegen.

Der zweite Text [Cop00] beschäftigt sich mit den Leistungen und Beiträgen Turings nach der Entwicklung der UTM. Turing leistete Pionierarbeit bei der Entwicklung der ersten Computer und im Bereich AI. Die Autoren kritisieren das weitverbreitete Mißverständnis der Church-Turing These und zeigen wie diese Barriere zumindestens theoretisch überschritten werden kann.

Literatur

[Tur50] A. M. Turing, Computing Machinery and Intelligence, S. 433 in Mind Vol. 59 No. 236, Oxford University Press, Oktober 1950

[Cop00] B. J. Copeland, D. Proudfoot, What Turing Did after He Invented the Universal Turing Machine, S. 491-509 in Journal of Logic, Language and Information 9, Kluwer Academic Publishers, 2000

Links

www.alanturing.net Alles über Alan Turing

www.macrovu.com/CCTGeneralInfo.html 7 Plakate zum Thema

www.abelard.org/turpap/turpap.htm Artikel [Tur50] online

Können Computer denken?

Äquivalente Fragen

- Sind Computer intelligent?
- Können Maschinen all das tun, was Menschen in der Lage sind zu leisten?
- Kann eine UTM das Gehirn simulieren?

Problem der Fragestellung

- Was sind "Maschinen bzw. Computer" ?
- Was heißt "denken" ?

Turing Test (TT)

Teilnehmer

- (A) Computer (imitiert einen Menschen)
- (B) echter Mensch
- (C) Fragesteller (Mensch)

C kennt A und B nur durch Labels X,Y
C soll durch Fragen herausfinden, ob

- $X = A \wedge Y = B$ oder $X = B \wedge Y = A$

C kommuniziert mit X und Y nur über ein
Textinterface (Terminal)

Vorteil des TT:

Starke Trennung zwischen physischen und intellektuellen Merkmalen von Menschen.

Die Maschine (A)?

ist ein digitaler Computer bestehend aus

1. einem Speicher
2. einer Ausführungseinheit
3. einer Kontrolleinheit

vgl. Turing Maschine

Digitale Computer sind universell.

interessante Variante: Computer mit Zufalls-generator?

‘Können Computer denken?’ umformuliert

Ist es denkbar digitale Computer zu konstruieren, die im Turing Test gut abschneiden würden?

Alan Turing meint Ja und widerlegt im folgenden einige Einwände

Der theologische Einwand

‘Denken’ ist das Resultat der unsterblichen Seele. Nur Menschen haben eine Seele.

Turing: Inkonsistenz zw. Religionen; bloße Spekulation

‘head in the sand’ Einwand

Die Konsequenzen wären zu schrecklich.

Der mathematische Einwand

Es gibt Probleme, die ein Computer nicht lösen kann (Bsp. Gödels Unvollständigkeitssatz).

Turing: Es gibt keinen Beweis dafür, daß Menschen diese Probleme lösen können.

Das Bewußtseinsargument

Not until a machine can write a sonnet or compose a concerto because of thoughts and emotions felt, and not by the chance fall of symbols, could we agree that machines equals brain - that is, not only write it but know that it had written it.

Turing: Nur man selber weiß, daß man ein Bewußtsein hat.

Das Unfähigkeitsargument

Es ist unmöglich eine Maschine mit der Fähigkeit X zu bauen, wobei X 'freundlich sein, Humor haben, Fehler machen, aus Erfahrung lernen, etwas ganz Neues machen, etc.' sein kann.

Turing: das sind nur Vorurteile

Eindwand von Lady Lovelace

Der Computer kann nichts erschaffen. Er tut nur das, was wir ihm anschaffen können.

Turing: keine schlüssige Widerlegung

Das Nervensystem-Argument

Das Nervensystem ist sicherlich keine *discrete state machine*, d.h. kleine Änderungen können große Auswirkungen haben.

Turing: Aus der Sicht des TT kann ein digitaler Computer das Verhalten einer analogen Maschine imitieren.

Nichtformalisierbarkeit von Verhaltensregeln

Es ist nicht möglich das Verhalten eines Menschen durch eine Menge von Verhaltensregeln vorherzusagen.

Turing: diese Verhaltensregeln existieren, aber man kann sie als Beobachter nicht identifizieren.

Übernatürliche Wahrnehmungen

Das Argument besagt, daß beim TT (C) z.B. durch Telepathie den Computer vom Menschen unterscheiden kann.

Turing: sollte es ESP geben, bräuchte man einen ESP abgeschirmten Raum

Lernende Maschinen

Versuch Evolutionsmechanismen auszunutzen, um nicht alles programmieren zu müssen. Dieser Prozeß besteht aus drei Komponenten:

- Anfangszustand, bei der Geburt
- die Erziehung
- andere Erfahrungen, die nicht zur Erziehung gehören

Das Problem einen 'denkenden' Computer zu bauen, reduziert sich auf das Problem ein Kindprogramm zu schreiben und dieses dann zu trainieren.

Was machte Alan Turing nach der Erfindung der UTM

Das Rennen um den ersten Computer

1941 ENIAC (Eckert, Mauchly)

1943 Colossus (Newman)

1945 ACE Design (Turing)

1948 "Manchester Baby" (RSCML)

1950 Pilot Model ACE (NPL)

1951 Ferranti Mark I (Manchester)

Artificial Intelligence

Turing war ein Vordenker auf diesem Gebiet. Er sprach damals schon über *Lernen aus Erfahrung* und *Probleme Lösen durch das Suchen im Lösungsraum*.

Heuristiken für Schach: minimax, best first

Konnektionismus

Turing beschreibt schon 1948 eine Art neuronales Netz, das boolesche Elemente verbindet

Hypercomputer

O-Maschine: ist eine Universelle Turing Maschine mit einer neuen nicht Turing berechnbaren Operation O (Orakel). Solche Maschinen werden Hypercomputer genannt. Vielleicht ist das menschliche Gehirn auch nichts anderes als eine Instanzierung einer solchen Maschine.

Orakel und das Halteproblem

Halteproblem: $H(x, y) = 1$, falls das x-te Programm bei Input y hält, 0 sonst

Accelerating UTM: Ausführungszeit

$$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \dots + \frac{1}{2^{n-1}} + \dots < 2$$

Externes Halten: nach einer bestimmten Anzahl n an Schritten steht das Ergebnis an einer bestimmten Stelle. Das Programm hält aber nicht.

Church-Turing These

Die UTM kann jede Berechnung durchführen, die auch ein Mensch mit genügend Papier und einem Stift machen könnte ohne dabei etwas von dem eigentlichen Vorgang zu verstehen.

Turing und Wittgenstein

Wittgenstein: Das Denken kann nicht aus Berechnungen bestehen, da Verstehen, Beabsichtigen, etc. keine Prozesse sind und es z.B. schwer ist von einer Dauer zu sprechen.

Morphogenesis

Turing arbeitet auch auf dem Gebiet das heute Artificial Life genannt wird. Er verwendete einen Computer, um zu simulieren, wie die Gene eines Zygoten die anatomische Struktur beeinflussen.

... The brain structure has to be one which can be achieved by the genetical embryological mechanism, ... It [growth of neurons under simulation] suggests means by which the neurons might be made to grow so as to form a particular circuit, rather than to reach a particular place.