

Einführung in die Informatik

Klaus Knopper

12.10.2004

Informationen

- Informatik besteht aus Information und Automatik.
- Der Begriff Information ist schwer zu definieren.
- Die Begriffe Information und Bedeutung sind unterschiedlich zu besetzen.
- Die Philosophie beschäftigt sich heutzutage mit der Abgrenzung von Information und Bedeutung.
- Nachrichtentechnik beschäftigt sich mit (technischen Aspekten von) Informationen (Claude Shannon).

Ebenen der Information

Es existieren drei Ebenen, unter denen der Begriff Information heute betrachtet wird:

- Syntax
- Semantik
- Pragmatik

Repräsentationen einer Information

Eine Information mit Syntax, Semantik und Pragmatik kann durch verschiedene Repräsentationen dargestellt werden.

- Jede Information besitzt mindestens eine Repräsentation.
- Der Satz „Heute ist ein schöner Tag“ kann aufgeschrieben oder gesprochen werden.
- Die römische Zahl **VI** und die arabische Zahl **6** sind zwei verschiedene Repräsentationen für den gleichen Wert.

Syntaktische Ebene der Information

- Auf der syntaktischen Ebene wird Information nur als Struktur gesehen.
- Inhalt hat keine Bedeutung.
- Der Informationsgehalt ist dabei ein Maß für die maximale Effizienz, mit der die Information verlustfrei übertragen werden kann.

Bei der Übertragung von Informationen von einem DVD-Player zu einem Fernseher interessiert sich das Kabel nicht dafür, welche Filme gerade übertragen werden. Auch die inhaltliche Qualität der Filme spielt keine Rolle. Die zu übertragenden Informationen müssen lediglich syntaktisch korrekt sein.

Unterscheidbarkeit und Informationsgehalt

- Grundprinzip der syntaktischen Information ist die Unterscheidbarkeit: Information enthält, was unterschieden werden kann.
- Unterscheidung setzt jedoch mindestens zwei unterschiedliche Möglichkeiten voraus.
- Der Informationsgehalt lässt sich direkt aus den unterschiedlichen Möglichkeiten bestimmen.

Bestimmung Informationsgehalt

1. Segmentierung der unterschiedlichen Möglichkeiten mit Hilfe von Ja-Nein-Fragen.
2. Finden einer idealen Fragereihenfolge (unter Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeiten).

Der Informationsgehalt einer Struktur bestimmt sich nun dadurch, wieviele Ja-Nein-Fragen man im Mittel bei einer idealen Fragestrategie braucht.

Beispiel Informationsgehalt (1)

Die Speisekarte eines Restaurants führt genau zwei unterschiedliche Speisen (Hamburger und Salat). Wie hoch ist der Informationsgehalt bei der Bestellung von Speisen bei einem Mitarbeiter?

Der Informationsgehalt ist 1, da auf die Frage des Mitarbeiters „Wollen Sie einen Hamburger?“ mit einer Antwort des Bestellers entweder ein Hamburger oder ein Salat bestellt werden kann.

Beispiel Informationsgehalt (2)

Der Informationsgehalt der Zahlen von 0 bis 15 soll untersucht werden. Dieses Problem ist vergleichbar mit dem Spiel bei dem mit möglichst wenigen Fragen eine geheime, aber vorher festgelegte Zahl zwischen 0 und 15 erraten werden soll.

Naiver Ansatz: alle Zahlen durchraten (Ist es die Zahl ...)

Geschickter Ansatz: Mit einer Frage immer die Hälfte der möglichen Zahlen ausschließen („größer als ...?“, „teilbar durch ...?“).

☞ Informationsgehalt ist 4.

Darstellung Informationsgehalt

Reiht man die Fragen hintereinander auf, so erhält man eine Tabelle, in der die Antworten vermerkt werden können. Jede Antwortzeile kann auch kurz als Zustand bezeichnet werden.

F1	F2	F3	F4
ja	nein	ja	nein
nein	nein	ja	nein

Definition: Die kleinstmögliche Unterscheidung zwischen zwei Zuständen wird als **Bit** bezeichnet.

Semantische Ebene der Information

- Informationen ohne Bedeutung sind nutzlos.
- Der Syntax von Informationen wird interpretiert, um eine Bedeutung zu erhalten.
- Ein bestimmtes Bezugssystem muss angelegt werden, um die Bedeutung einer Repräsentation (Information) zu erhalten.
- Dieses Bezugssystem wird durch eine Interpretationsfunktion I festgelegt.

Interpretationsfunktionen

- Interpretationsfunktionen sind definiert durch:

W = Menge aller Repräsentationen

O = Menge von Objekten

I : $W \rightarrow O$

$I(r \in W) = o$, bilde Repräsentation r auf Objekt $o \in O$ ab

- Die Art und Weise wie die Funktion einzelnen Repräsentationen Objekte zuordnet, charakterisiert die Funktion ↗ es existieren viele Interpretationsfunktionen.

Die Menge O ist Teil des Bezugssystems.

Beispiele Interpretationsfunktionen

Sei W die Menge $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$

- I_1 bildet die Teilmenge $\{0, 2, 4, 6, 8\}$ auf das Objekt „gerade Zahl“ und die Teilmenge $\{1, 3, 5, 7\}$ auf das Objekt „ungerade Zahl“ ab. Die Repräsentation 2 wird somit mit Hilfe von I_1 als „gerade Zahl“ interpretiert.
- I_2 bildet die Menge W auf die Wahrheitswerte „wahr“ und „falsch“ ab. Dabei wird 0 auf das Objekt „falsch“ abgebildet, alle anderen Repräsentation auf „wahr“. Die Repräsentation 2 wird somit mit Hilfe von I_2 als „wahr“ interpretiert.

Pragmatische Ebene der Information

- Diese Ebene kommt dem umgangssprachlichen Informationsbegriff am nächsten.
- Der pragmatische Informationsgehalt stellt den Informationsgewinn dar.
- Ohne Informationsgewinn ist eine Information wertlos.

In diesem pragmatischen Sinne ist ein wesentliches Kriterium von Information, dass sie das Subjekt, das die Information aufnimmt, verändert.

Beispiel pragmatische Ebene

Beispiel: Wie hoch ist der Informationsgewinn, wenn ich beim Warten auf dem Bus total durchnässt im Radio höre, dass es im gesamten Sendegebiet zurzeit regnet? Wie hoch ist der Informationsgewinn, wenn ich die selbe Information bereits vor Verlassen der Wohnung gehabt hätte?

- Wenn ich bereits im Regen stehe, stellt die Information „es regnet“ **keinen** Informationsgewinn dar. Diese Information bewirkt keine Veränderung des Systems.
- Wenn ich noch in meiner Wohnung bin, stellt die Information „es regnet“ **einen** Informationsgewinn dar. Das System kann sich verändern, indem ich z.B. einen Regenschirm einpacke.

Zusammenfassung

- Information ist ein Gewinn an Wissen.
- Information ist die Verringerung von Ungewissheit.
- Information ist eine Mitteilung, die den Zustand des Empfängers ändert.

Konsequenzen (1)

- Unterschiedliche Empfängers können Informationen unterschiedlich interpretieren.
- Empfänger müssen sich somit bezüglich der Interpretationsfunktionen einigen.

Metric conversion mistake made Mars orbiter crash

WASHINGTON (AP) -- For nine months, the Mars Climate Orbiter was speeding through space and speaking to NASA in metric. But the engineers on the ground were replying in non-metric English.

Konsequenzen (2)

- Im Softwareerstellungsprozess sollten alle Beteiligten alle Informationen gleich interpretieren (Vertrieb, Programmierer, Kunden).
- Formale Spezifikation hilft, eine gemeinsame Interpretationsfunktion zu finden.
- Was nicht festgelegt wird, kann beliebig interpretiert werden! ➡ Quelle für mögliche Probleme.