

Informatische Modellbildung

- Informatik als Wissenschaft von der Herstellung ausführbarer Modelle bzw. der Simulation künstlicher Welten
- hier: formale Methoden zur Präzisierung des Modellbegriffs

Informatische Modellbildung

Begriffsdefinition

- Modell: ugs. Abbild von etwas, oft auch Vorbild für etwas
- Genauer: Modellbildungsprozeß Relation $R(S,P,T,M)$
 - *Subjekt S* entwirft
 - zum *Zwecke P* (purpose)
 - zu einem *Original T* (prototype)
 - das *Modell M*.
- Zwischen T und M **Verkürzungsrelation**: M erfaßt nicht alle, sondern nur die aus Sicht von S bezgl. P relevanten Eigenschaften von T

Informatische Modellbildung

Modelle in anderen Wissenschaften

- jede Wissenschaften hat eigene Form der Modellierung
- Unterschiede betr. Methoden, Originale, die Zwecke der Modellbildung und die Modelle selbst

Informatische Modellbildung

Originale informatischer Modellbildung

- Sachverhalte einer vom Menschen geschaffenen, künstlichen Welt (Bürovorgänge, Fahrzeugströme an Kreuzungen, Bibliothekssysteme)
- keine "natürliche Einfachheit"
- beliebig kompliziert (willkürliche Komplexität)
- kaum reduktionistische Regeln
- in hohem Maße diskret
- Verhalten hochgradig unstetig - kleinste Veränderungen der Eingabe lassen keine Rückschlüsse auf die Änderung der Ausgabe zu

Informatische Modellbildung

Zwecke informatischer Modellbildung

- weitgehend realistische künstliche Welt,
- kaum Idealisierung der Originale, sondern Nachbildung, "wie sie sind" (z.B. Akten bleiben Akten, Karteikarten bleiben Karteikarten)
- Modelle erlangen (**virtuelle**) Realität und könnten an die Stelle ihrer Originale treten

Informatische Modellbildung

Modelle informatischer Modellbildung

- Endergebnis informatischer Tätigkeit: maschinell ausführbares Modell, beschrieben durch Algorithmus bzw. Programm
- Typische Merkmale:
 - Elementarbausteine der Modelle: wenige atomare Grundbausteine in endlich vielen Schritten konstruierbar (Baukastenprinzip, Orthogonalisierung)
 - Modellierung der Zeit: Zeit stets Teil des Modells, nicht wie in anderen Wissenschaften gequantelt oder in Modellen "eingefroren", dynamische Vorgänge bleiben dynamisch

Informatische Modellbildung

Beispiel: Der freie Fall

- Physik: modelliert Verhalten eines fallenden Steins statisch durch Formeln, je Zeitpunkt t Geschwindigkeit, Position und kinetische Energie des Steins berechenbar:

$$v(t)=at, \quad s(t)=\frac{1}{2} at^2, \quad E(t)=\frac{1}{2} m(v(t))^2$$

- für konkrete Parameter jeweils Momentaufnahmen (Zustände des Steins). Stein ist reduziert auf Masse.
- informatisches Modell: Eigenzeit existiert, Stein fällt "tatsächlich" (*virtuell*); Modellierung des Steins, wie er in der Realität wahrgenommen wird, als Objekt mit Eigenschaften und Operationsmöglichkeiten.

Informatische Modellbildung

Modeltypen - ikonische Modelle

- **ikonische** Modelle,
 - bildhafter Bezug zum Original
 - *Veranschaulichung* von Sachverhalten
 - erklären meist nichts
 - enthalten *keine* Gesetzmäßigkeiten oder kausalen Zusammenhänge

Informatische Modellbildung

Modelltypen - symbolische Modelle

- **symbolische** Modelle
 - allgemeinste Form von Modellen
 - schwerer vorstellbar
 - liefern *Erklärungen* anstelle von Beschreibungen
 - ermöglichen *Voraussagen* über das zukünftige Verhalten des Originals

Informatische Modellbildung

Modelltypen in der Informatik

Informatik verwendet

- ikonische Modelle (Bäume, Graphen, Struktogramme, Datenflußpläne)
- symbolische Modelle (Programme, Grammatiken, formale Sprachen, logische Formeln)
- jeweils als Zwischenschritte zu einem Endergebnis, das weder ikonisch noch symbolisch ist: die *künstliche Welt*, die der durch ein Programm gesteuerte Prozeß generiert

Informatische Modellbildung

enaktive Modelle

- diese künstliche Welt
 - veranschaulicht keine Sachverhalte
 - erklärt sie nicht
 - erfaßt keine Gesetzmäßigkeiten (wohl aber das unterliegende Programm)
 - sie *ist* der Sachverhalt und damit "identisch" zu ihrem Original.
- **enaktive** (handlungsbezogene) Modelle:
Wirklichkeit wird durch Objekte modelliert, an denen man Handlungen vornehmen kann und die selber aktiv werden und auf andere Objekte einwirken können

Informatische Modellbildung

Beispiel: Autobahnnetz

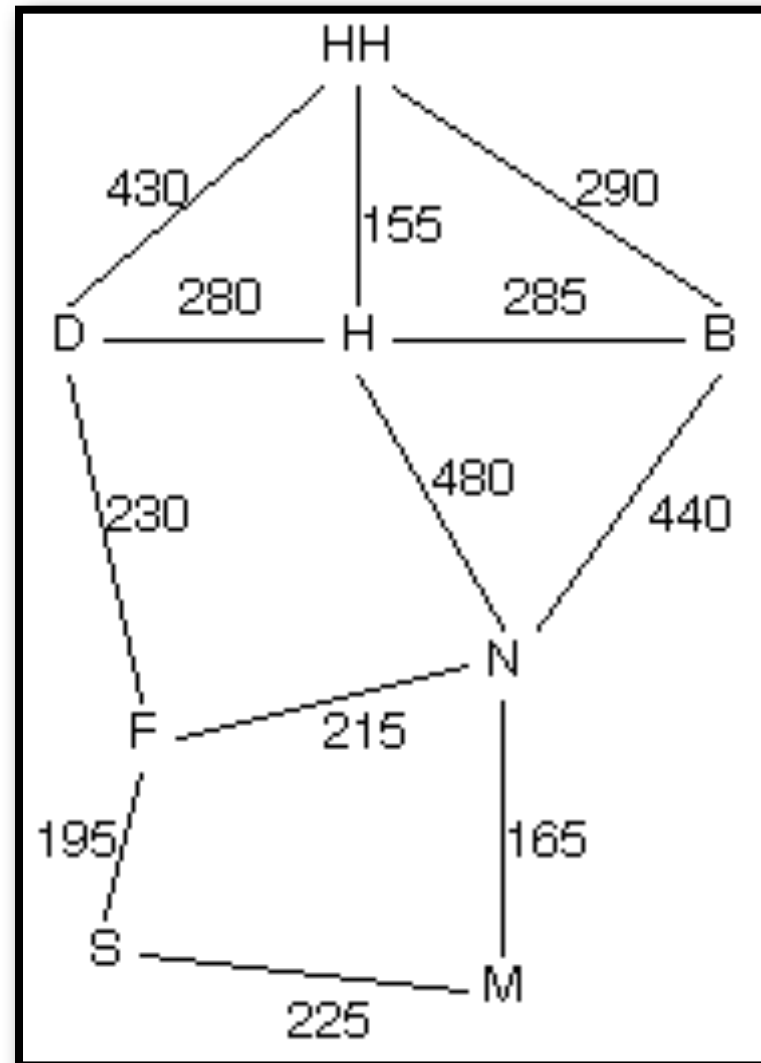


- Geg.: deutsches Autobahnnetz (*Original T*)
- Gesucht: Algorithmus, der zu zwei Städten den kürzesten Weg und seine Länge in Kilometern ausgibt (*Zweck P*)

Informatische Modellbildung

Autobahnnetz - ikonisches Modell

- ikonisches Modell:
Graph



Informatische Modellbildung

Autobahnnetz - symbolisches Modell

- symbolisches Modell: formale Darstellung

$A=(X,Y,d)$, wobei

$X=\{HH,D,H,B,F,N,S,M\}$,

$Y\subseteq 2^X$ mit

$Y=\{\{HH\},\{D\},\{H\},\{B\},\{F\},\{N\},\{S\},\{M\},\{HH,D\},\{HH,H\},\{HH,B\},\{H,D\},\{H,N\},$
 $\{H,B\},\{D,F\},\{B,N\},\{F,N\},\{F,S\},\{N,M\},\{S,M\}\}$ und

$d:Y\rightarrow \mathbb{N}_0$ mit

$d(\{HH,D\})=430,d(\{HH,H\})=155,d(\{HH,B\})=290,d(\{H,D\})=280,$

$d(\{H,N\})=480,d(\{H,B\})=285,d(\{D,F\})=230,d(\{B,N\})=440,d(\{F,N\})=215,$

$d(\{F,S\})=195,d(\{N,M\})=165,d(\{S,M\})=225,$

$d(z)=0$ für alle übrigen $z\in Y$.

Informatische Modellbildung

Verkürzungsrelation

- im Original:
 - geographische Lage der Städte
 - Staus, Baustellen, Geschwindigkeitsbegrenzungen
 - Fahrbahnzustand, Wetter
 - Städte unterwegs u.v.m.
- im Modell nicht erfaßt
- für vorgegebenen Zweck "kürzeste Wege finden" auch nicht erforderlich

Informatische Modellbildung

enaktives Modell

- enaktives Modell: künstliche “Autobahnwelt”
 - durch ein Programm generiert
 - mit “fahrenden” Objekten, durch Datenstrukturen beschrieben
- für den beabsichtigten Zweck deutlich zu aufwendig; man ist ja nur an den kürzesten Entfernungen interessiert.

Informatische Modellbildung

Ausblick

- Präzisierung der einzelnen Aspekte
 - Zweck der Modellbildung
 - Modell
 - Originale und Subjekte sind ja vorgegeben

Informatische Modellbildung

Präzisierung des Zwecks

Zweck der Modellbildung ist Problemlösung
⇒ definiere exakt durch **Spezifikation**, was
das Problem ist (Kapitel 8)

Informatische Modellbildung

Präzisierung des Modells

- Präzisierung der *Datenobjekte*, mit denen Realität nachgebildet wird
- Vorschriften zur Konstruktion von *Datentypen* und *Datenstrukturen* (Kapitel 9)
- Formalisierung der Sprachmittel für die *Verarbeitung* der Datenobjekte (Kapitel 10)
 - Darstellungsformen: *imperative*, *funktionale* oder *prädikative* Form
 - imperative Form: PRO; jetzt funktionale Form: ML