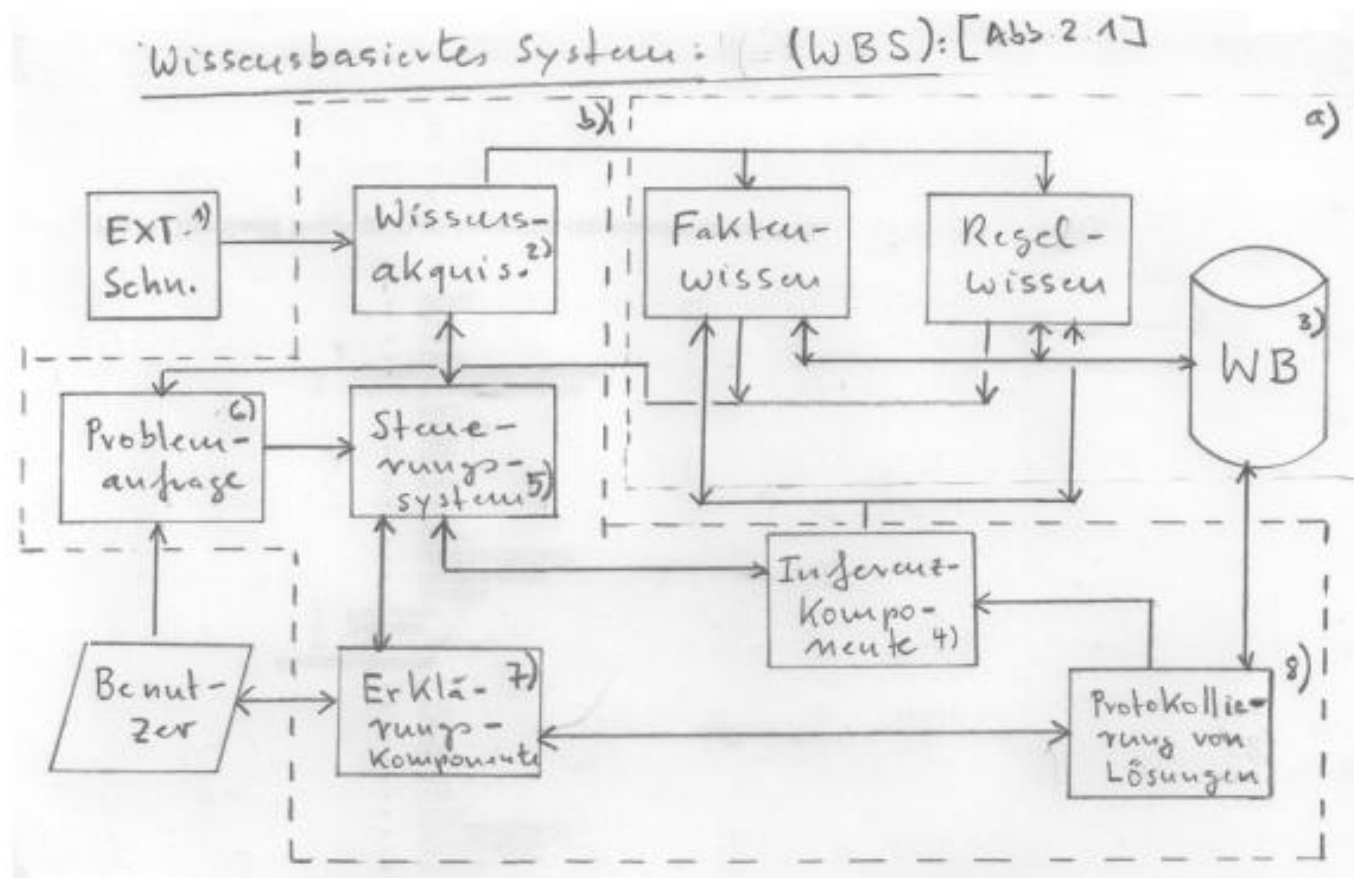


Kap. 2 Einige Forschungsgegenstände der Künstlichen Intelligenz (=: KI) – im Überblick (1)

2.1 Wissensbasierte Systeme

Allgemeiner Aufbau eines wissensbasierten Systems:



Kap. 2 Einige Forschungsgegenstände der Künstlichen Intelligenz (=: KI) – im Überblick (2)

2.1 Wissensbasierte Systeme

Kurzbeschreibung der Komponenten eines wissensbasierten Systems (WBS):

1) **Wissensakquisition (Wissenserwerb)**: Wissen, das in Form wahrer maschinenlesbarer Information vorliegt, soll mit computergestützten Methoden in die Wissensbasis (WB) des Systems aufgenommen werden. Hier sind typischerweise zwei Arbeitsschritte auszuführen:

a) Maschinelle Anpassung der aufzunehmenden Information an ein Zielformat, das semantische Annotationen erlaubt.

BSP: Quelle: Im CSV- oder HTML-Format vorliegend;
Zielformat: Senke: XML-Format mit Elementen und Attributen, die semantische Informationen für die Fakten- bzw. Regelbasis des Systems bereitstellt.

2.1 Wissensbasierte Systeme

Wissensakquisition

(3)

BSP: Quelle: Im CSV-Format liegt ein Informationstripel für differenzierbare Funktionen vor. Er hat den Aufbau:

$\ln(x); 1/x;]0, \infty[$

Das Zielformat soll grammatische Angaben für die Weiterverarbeitung annotieren, die die mathematische Bedeutung des Tripels wiedergibt:

(Differenzierbare Funktion; 1. Ableitung; Intervall der differenzierbaren Funktion)

In einem elementaren XML-Format können diese drei Angaben folgendermaßen annotiert werden (nicht sprechende Attribute: UWART/OWART: Wertart der Unter- bzw. Obergrenze: Symbol "s" oder Zahlkonstante "z"; UG/OG: Topologie der Intervallgrenze: offen "O" oder abgeschlossen "A"; UW/OW: Wert der Intervallgrenze):

2.1 Wissensbasierte Systeme

Wissensakquisition

(4)

BSP: (Forts.):

<DIFF3>

<FKT name="ln(x)" var="x" />

<ABL1 name="1/x" var="x" />

<INTV UWART="z" UG="O" UW="0" OWART="s"
OG="O" OW="&Infinity;" />

</DIFF3>

2.1 Wissensbasierte Systeme

Wissensakquisition

(5)

b) Im nächsten Schritt der Wissenserwerbskomponente wird die annotierte Information gegen die vorhandene Wissensbasis geprüft:

- auf attributive Vollständigkeit: Die Attributstruktur der Wissensbasis bestimmt die Attributstruktur der einzufügenden Information. Im WBS sind Erwerbsregeln zu formulieren, welche Attribute „muss“- und welche „kann“-Attribute sind. Die Erlaubnis von „kann“-Attributen bedingt, dass die Wissensbasis **unvollständiges** Wissen enthalten darf.
- auf Integrität: Hier erfolgen die üblichen Integritätsprüfungen, wie sie für Datenbanken üblich sind (Typ-, referentielle, sachliche Integrität u. ä.).
- auf Vorhandensein der Instanz: Ist die einzufügende Information bereits als Faktum oder Regel in der Wissensbasis vorhanden?

2.1 Wissensbasierte Systeme

Inferenzkomponente (Regelinterpreter) (6)

2) **Inferenzkomponente:** Die Inferenzkomponente (auch Problemlösungskomponente genannt ([BHS] S.8) dient dazu, maschinell logische Schlüsse ausführen zu können. Wichtiger Bestandteil der Inferenzkomponente ist der **Regelinterpreter** zur Ausführung von Regeln. Regeln sind Bestandteile eines logischen Schlusses.

Ein logischer **Schluss** hat allgemein folgenden Aufbau:

$A_1, A_2, \dots, A_N \Rightarrow B$

Hierbei sind A_1, A_2, \dots, A_N die **Voraussetzungen** (Prämissen) und B das **Ergebnis** (Conclusio) des Schlusses.

2.1 Wissensbasierte Systeme

Inferenzkomponente (Regelinterpretierer) (7)

BSP 1: Modus ponens: $a, a \rightarrow b \Rightarrow b$.

a : Es liegt Schnee.

$a \rightarrow b$: Wenn Schnee liegt, dann muss gestreut werden.

b : Also muss gestreut werden.

BSP 2: Modus Darii: $\forall x \in M : P(x), z \in M \Rightarrow P(z)$.

(M = Menge aller Menschen, $P(x)$ = x ist sterblich)

$\forall x \in M : P(x)$: Alle Menschen x sind sterblich.

$z \in M$: z = „Sokrates“ ist ein Mensch.

$P(z)$: Also ist „Sokrates“ sterblich.

2.1 Wissensbasierte Systeme

Inferenzkomponente (Regelinterpreter) (8)

Anm.: Eine Regel R kann allgemein in der Form

$R = (\forall x \in M : P(x))$ geschrieben werden. Hierbei ist R der Regelname, M die Menge der Individuen x, für die die Regel gilt, und P(x) ist das Prädikat der Regel. Die Regel ist als Allaussage, d.h. als prädikatenlogischer Ausdruck formuliert.

Allgemeine Arbeitsschritte eines Regelinterpreters:

Geg.: Anfrage: Gilt für ein Individuum z das Prädikat P(z)?

Schrittfolge:

(S1) Suche in WB die Menge MR der Regeln, die durch das Prädikat P(z) definiert sind.

(S2) Prüfe in MR, welche Regeln eine Individuenmenge M haben, für die gilt: $z \in M$. Diese Teilmenge von MR heiße MR1.

(S3) Falls MR1 nicht leer ist, kann die Anfrage positiv beantwortet werden.

2.1 Wissensbasierte Systeme

Steuerungskomponente

(9)

3) **Steuerungskomponente:** Die Steuerungskomponente regelt den Zustand des WBS. Folgende Zustände sind i. d. R. vorzusehen:

(1) Wissenserwerb aktiv.

(2) Problembearbeitung aktiv.

(3) Erweiterte Erklärungskomponente aktiv.

Die Zustände können durch die Benutzerschnittstelle gesteuert werden. Es ist anzumerken, dass die Steuerungskomponente die Schrittfolge von (2) regelt: Verarbeitung der Benutzeranfrage – Aufruf des Regelinterpreters – Rückmeldung des Ergebnisses des Regelinterpreters an den Benutzer.

2.1 Wissensbasierte Systeme

Problemanfrage, Erklärung und Protokollierung (10)

4) **Problemanfragekomponente:** Die Problemanfrage - komponente transformiert die Benutzeranfrage, so dass sie dem internen Wissensrepräsentationsformat entspricht.

5) **Erklärungskomponente:** Die Erklärungskomponente kann eingeschränkt oder erweitert aktiv sein. Im eingeschränkten Modus gibt sie dem Benutzer nur die Ergebnisfolge (S1) – (S3) des Regelinterpreters wieder (s. o.). Im erweiterten Modus können aus der Wissensbasis unter Berücksichtigung ähnlich ausgerichteter Anfragen Erklärungen generiert werden. Die Erklärungen des erweiterten Modus können vom Benutzer bewertet werden.

6) **Protokollierungskomponente:** Ermittelte Lösungen können, nachdem sie vom Benutzer als geeignet bewertet worden sind, in der WB gespeichert werden. Die Protokollierung von Lösungen in der WB ermöglicht, dass das WBS ein lernendes System ist.

3. Wissensrepräsentation

3.1 Traditionelle Methoden der Wissensrepräsentation (11)

Traditionelle Methoden der Wissensrepräsentation sind älter als rechnergestützte Methoden und eng mit dem Bibliothekswesen verbunden (Bibliotheken als „Gedächtnis der Menschheit“):

Modell: Wissensrepräsentation: Bibliothek

- A) Speicherung des Wissens in **Büchern**
- B) Auffinden des Wissens mit **Katalogen**
 - a) Alphabetischer Katalog
 - b) Systematischer Katalog
 - c) Schlagwortkatalog

3.1 Traditionelle Methoden der Wissensrepräsentation / Kataloge (12)

zu b) **Systematischer Katalog**

Die Medienbestände einer Bibliothek sind nach Sachgebieten (Wissenschaften) geordnet. Z.B.:

- A. Nachschlagewerke
- B. Ingenieurwissenschaften
- C. Wirtschaftswissenschaften
- D. Mathematik
- E. Informatik
- F. ... usw.

Jedes dieser Sachgebiete ist wieder unterteilt. Untersachgebiete sind unterteilt. Hierdurch entsteht eine **Hierarchie** (Baum). Die unterste Schicht in der Hierarchie stellen die Medien (z. B. Bücher) dar.

3.1 Traditionelle Methoden der Wissensrepräsentation / Systematischer Katalog (13)

Jede Stelle in der Hierarchie des systematischen Katalogs, die kein Blattknoten ist, nennen die Bibliothekare eine **Systemstelle**. Eine Systemstelle hat vereinfacht folgende Datenstruktur:

```
class Systemstelle
{
    String gliederung[];
    String systemstellentitel;
}
```

BSP: Systemstellen der Mathematik:

D.	Mathematik
D.1	Nachschlagewerke der Mathematik
D.2	Algebra
...	...
D.8	Maßtheorie und Statistik
...	...
D.8.2	Mathematische Statistik

3.1 Traditionelle Methoden der Wissensrepräsentation / Systematischer Katalog (14)

Ein Problem: Bücher zu einem Themenbereich können unter verschiedenen Systemstellen eingeordnet sein. Bücher zur Statistik kann man z.B. unter folgenden Systemstellen finden:

B.3 Elektrotechnik
B.3.5 Messtechnik
B.3.5.7 Statistische Methoden der Messtechnik

C.2 Betriebswirtschaftslehre
C.2.5 Controlling
C.2.5.3 Statistik

D.8.2 Mathematische Statistik

Um dieses Problem zu kompensieren (fehlende Querverweise, fehlende Ähnlichkeitsrelationen), werden Bücher von Bibliothekaren mit **Schlagwortketten** versehen.

-> **Schlagwortkatalog**

3.1 Traditionelle Methoden der Wissensrepräsentation /

3.1.1. Klassifikation (15)

- „Eine **Klassifikation** oder **Systematik** ist eine planmäßige Sammlung von abstrakten **Klassen** (auch Konzepten oder Kategorien), die zur Abgrenzung und Ordnung verwendet werden.“ [1]
- „Die einzelnen Klassen werden in der Regel mittels Klassifizierung, das heißt durch die Einteilungen von Objekten anhand bestimmter Merkmale gewonnen und **hierarchisch** angeordnet.“ [1]
- „Die Menge der Klassennamen bildet ein **kontrolliertes Vokabular**.“ [1, orth. Korr. G.B.]

[1] Wikipedia: „Klassifikation“, <http://de.wikipedia.org/wiki/Klassifikation>, 21.02.2008, Hervorhebung G.B.

Beispiele von Klassifikationen:

- a) Biologische Systematik. Begründet durch das „Systema Naturae“ von Carl von Linné (18. Jh.).
- b) Internationale Patentklassifikation (IPC).
- c) Mathematics Subject Classification.
- d) Systematiken von Bibliotheken (Systematische Kataloge).