

Hypertext und Hypermedia

Ausarbeitung zur Vorlesung

„Grundlagen hypermedialer Lernsysteme“

von

Ronny Schwanke
711055

Inhaltverzeichnis:

GESCHICHTE VON HYPERTEXT UND HYPERMEDIA	3
Memex:	3
Xanadu:	3
KMS:	3
HyperTies:	3
NoteCard's:	4
Intermedia:	5
Guide:	5
HyperCard:	5
World Wide Web:	6
Hyper-G:	6
Typen und Funktionen von Hypertext	7
<i>Die Klassifikation der Typen variiert nach dem zugrundliegenden Interpretationsmuster...</i>	7
Exemplarische Hypertext- Anwendungen	8
INTERMEDIA:	8
ATHENA:	9
Struktur	10
Nicht linearer Text	11
Narrative Strukturen	11
Knoten und Kanten	12
Graphen und Karten	13

GESCHICHTE VON HYPERTEXT UND HYPERMEDIA

Im folgenden Teil werden die verschiedenen Stationen bzw. Entwicklungspunkte des Hypertextes aufgeführt und näher beschrieben.

Memex:

Memex wurde schon 1945 von Vannevar Bush entwickelt. Damit beschrieb er eine Maschine zum Blättern und Anfertigen von Notizen in riesigen Textmengen. Bush hatte mit Memex die Analogie zwischen dem assoziativen Arbeiten des menschlichen Gehirns und dem assoziativen Vernetzen von Texten im Sinn. Seine Vision blieb jedoch unrealisiert, dennoch ist die Hypertext- Idee darauf zurückzuführen, denn der Umfang der Dokumentation zwang zur Digitalisierung.

Xanadu:

Im Allgemeinen wird Ted Nelson, der das Hypertext-System Xanadu 1967 entwickelte als der „Erfinder“ des Begriffs Hypertext genannt. Xanadu sollte die gesamte Weltliteratur vernetzen. Nelson schwebte auch schon eine client-server Konzeption mit nicht-lokalen Verknüpfungen vor, welche im heutigen www zu finden ist.

KMS:

Das Knowledge System, welches für Sun- und Apollo- Rechner entwickelt wurde, ist eine Weiterentwicklung von ZOG (computerunterstütztes Management System für mit Atomkraft angetriebenen Flugzeugträger). KMS ist bereits ein Multiuser- Hypertext- System. Es basiert auf Rahmen mit Text, Grafik und Bildern in beliebigen Kombinationen. Die maximale Größe des Rahmen war 1132x805 Pixel. In diesem System sind die Modi von Autor und Leser nicht getrennt, das heißt der Leser kann auch edieren.

HyperTies:

HyperTies wurde bereits 1983 von Ben Shneiderman entwickelt und ab 1987 weiterentwickelt und vertrieben. Es erscheint unter DOS als Textsystem mit alphanumerischen Interface im typeschen DOS- Zeichensatz. Die Artikel in einem Text fungieren als Knoten und

Hervorhebungen als Verknüpfungen. HyperTies kennt nur unidirektionale Verknüpfungen. Der untere Bildschirmrand bietet verschiedene Befehle, wie vor – zurück usw, für die Navigation und unter den graphischen Fenstersystemen entfaltet HyperTies mehr graphische Fähigkeiten. Ein Bsp dafür ist die „Encyclopedia of Jewish Heritag“, welches mehr als 3000 Artikel und 10000 Bilder umfasst, wobei die Bilder nur als Hintergrund und nicht als Verknüpfungen auftreten. Obwohl HyperTies die automatische Konstruktion von HT erleichterte, musste man Buchseiten noch manuell setzen, welches z.B. ein Werkzeug wie Expandet Book Toolkit automatisch erledigte. Die Verknüpfungsknöpfe im Text wurden einzeln gesetzt und mussten nach Ediertvorgang manuell versetzt werden.

```
WASHINGTON, DC: THE NATION'S CAPITAL                                PAGE 2 OF 3

  Located between Maryland and Virginia, Washington, DC
embraces the White House and the Capitol, a host of
government offices as well as the Smithsonian
museums.

Designed by Pierre L'Enfant, Washington, DC is a
graceful city of broad boulevards, national monuments,
the rustic Rock Creek Park, and the National Zoo.

  First-time visitors should begin at the mall by walking
from the Capitol towards the Smithsonian museums and on
-----

SMITHSONIAN MUSEUMS: In Addition to the familiar castle and
popular Air & Space Museum there are 14 other major sites.
SEE ARTICLE ON "SMITHSONIAN MUSEUMS"

BACK PAGE NEXT PAGE RETURN TO "NEW YORK CITY" EXTRA
```

NoteCard's:

NoteCard ist ein Mehrfenster- Hypertextsystem welches 1985 entwickelt wurde. Es basiert auf Kartenmetaphern und jeder Knoten ist eine Datenkarte mit variablen Fenstern. Es ist zwischen Links, Browser und Dateiboxen zu unterscheiden. Die Links beziehen sich auf Karten und können an bel. Stelle eingebettet sein. Die Browser funktionieren wie Standartkarten, welche das Netz als graphischen Überblick darstellt. Die Dateiboxen sind spezielle Karten, auf denen mehrere Karten zusammengefasst sind, welche wie Menü's oder Listen funktionieren.

Intermedia:

Dieses System wurde von Andries van Dam 1985 entwickelt. Es kam zum Einsatz für kooperative Entwicklung von Unterrichtsmaterialien und zum Lernen am Bildschirm an einer UNI. Intermedia besteht aus 5 Editoren InterText, InterPix, InterDraw, InterSpect und InterVal und zusätzlich können American Heritage Dictionary oder Rogets Thesaurus aufgerufen werden. Intermedia operiert mit variablen Fenstern als Basiseinheit. Die Links sind bidirektionale Verknüpfungen von zwei Ankern. Es arbeitet mit globalen und lokalen Maps als Ausgangspunkt für den Browser und das Web- View Fenster stellt die Dokumente und Links durch Mini- Icons dar.

Guide:

Guide wurde 1986 von OWL(Office Workstation Limited) entwickelt. Es ist das erste kommerziell erfolgreiche Hypertextsystem. Dieses System stellt Textseiten zur Verfügung, auf denen einzelne Textstellen als Verknüpfungen mit unterschiedlicher Bedeutung markiert werden können. Zum Hinweis auf Verknüpfungen nimmt der Cursor eine andere Form über den Textstellen an. Es gibt 3 Arten von Verknüpfungen. Dem Springen, an eine andere Stelle im selben oder anderen Dokument, dem Öffnen eines Notizfensters oder – dialog über dem Text und dem Ersetzen durch einen längeren oder kürzeren Text.

HyperCard:

HyperCard wurde 1987 von Bill Atkinsons entwickelt und hatte wohl den bedeutendsten Einfluß auf den Einsatz von Computern. Nielsen führt den Erfolg auf den Reichtum an Grafiken und vorgefertigten Buttons zurück. Es basiert auf Karten und die erste Version besaß keine Hypertexteigenschaften. Es konnte immer nur ein Fenster geöffnet werden, aber man konnte mit einem Befehl in Java und C geschriebene Programme als externe Programme integrieren. Die spätere Version hatte dann schon eingebaute Hypertext- Funktionen, mit der Textstücke als Hypertext- Anker markiert werden können und einen eingebauten Debugger. Diese Version besaß dann auch zwei Scriptsprachen HyperTalk und AppleScript und genau aus diesen Gründen ist es wahrscheinlich das mächtigste System der hier erwähnten.

Hypertext research issues
Discourse Cues in HT

Davida Charney from Pennsylvania State University was planning a study of the reading strategies used by HT readers. These readers face the problem of loss of discourse cues. Traditional text which contains many such cues, ranging from genres (e.g. research paper vs. science fiction novel) over text-level schemas (e.g. the division of a research report into introduction, methods, results, conclusion, and references) to sequencing ("there are three reasons for..., 1..., 2..., 3..."), paragraphing and cohesive ties ("on the contrary..." etc.) showing how the previous relates to the next.

These cues are lost* when moving to a HT system which drops the reader in the middle of a new node in the same way no matter which node was the previous one. Also, in HT the burden of deciding when to read what has been moved from the writer to the reader even though structuring the material is one of the most important functions of an author.

See also discussion of the writer's authority

Current report overview map

```

graph TD
    People --> TheWorkshop[The workshop]
    People --> Literature
    TheWorkshop --> HyperTEXT[HyperTEXT '87 Workshop]
    Literature --> HyperTEXT
    HyperTEXT --> Systems
    HyperTEXT --> ResearchIssues[Research issues]
    Systems --> Applications
    ResearchIssues --> Definition
    Applications --> CSCW[CSCW '86 Trip Report]
  
```

Current chapter overview map

```

graph TD
    Unresolved[7 unresolved issues] --> KeyIssues[8 key issues]
    Unresolved --> HTClassification[HT classification]
    KeyIssues --> HTResearch[✓HT research issues]
    KeyIssues --> DiscourseCues[✓Discourse cues]
    KeyIssues --> Rhetoric[Rhetoric of HT]
    HTClassification --> HTResearch
    HTClassification --> Practice[✓Practice]
    HTClassification --> Hype[✓Hypertext = Hype]
  
```

Top
 Front cover
 History list

Total time spent here: 7 minutes

Quit

World Wide Web:

Die dortigen Browser folgen dem HTML Standard und haben die größere Verbreitung, weil es kostenlos zur Verfügung stehen.

Hyper-G:

Hyper-G ist ein möglicher Konkurrent zu www. Es kennt mehr Datentypen, gestattet eine Volltextsuche, erlaubt sogar Hypertext- Anker in Bildern und Filmen und besitzt einen 3D-Modus und unterstützt mehrsprachige Benutzeroberflächen.

Hypertext- Systeme bestehen aus Anker(anchors) und Knoten(nodes) und Kanten(Links). Die verdrahteten Verknüpfungen, welche zwei Knoten verbindet, werden als Pfade und das Gesamtbild als Netz bezeichnet. Das Netz der Verbindung ist in der Regel nicht sichtbar, wobei der Benutzer nur die aktuellen Knoten sieht.

Typen und Funktionen von Hypertext

Kuhlen unterscheidet, nach dem Grad in dem sie Hypertexteigenschaften nutzen, in vier Typen.

1. Hypertextsysteme bzw. -basen mit einfachen Einheiten und assoziativen Verknüpfungen und dem assoziativen „browsing“
2. Hypertextsysteme bzw. -basen mit strukturierten Einheiten und typisierten Verknüpfungen, Navigation beruht auf Prinzip der direkten Manipulation
3. Hypertextsysteme bzw. -basen mit strukturierten Einheiten und typisierten Verknüpfungen, Navigation kann auf Prinzip der direkten Manipulation beruhen, kann sich aber auch auf autoren- gesetzte Pfade stützen
4. Hypertextsysteme bzw. -basen auf Grundlagen von durch wissensbasierte Techniken strukturierten Einheiten und typisierte Verknüpfungen, Navigation ist nach dialogischen, kooperativen Prinzipien organisiert

Legget und Schnase unterscheiden in fünf Klassen von Hypertext-Typen mit den Ordnungskriterium des Gewichtes von Knoten und Verknüpfungen

1. Literary: Links sind wichtiger als Knoten(Xanadu, Augment, Intermedia)
2. Structurally: Knoten sind wichtiger als Links(KMS, IBIS, NoteCard, HyperCard)
3. Presentational: Knoten sind wichtiger , Autoren- u. Benutzerumgebung getrennt(HyperTIES)
4. Collaborative: Links und Knoten gleich wichtig (DIF, Augment)
5. Explorative: wie Collaborative, Raummetapher für Benutzerschnittstelle(Intermedia, KMS)

Die Klassifikation der Typen variiert nach dem zugrundliegenden Interpretationsmuster.

Kuhlen unterscheidet Hypertext- Typen nach den Funktionen des Arbeitens oder der Anwendung wie z.B. Problemlösung, Literatur ect..

Jonassen unterscheidet nach den Einsatzmöglichkeiten in Lernprozessen. Einige Möglichkeiten wären z.B.: HT als Vehikel zum Transport von Information oder als Maschine für die Informationssuche.

Gloor unterscheidet nach Einzelbenutzer- und Mehrbenutzersysteme auf der einen Seite und Ideen- Prozessoren und Speicher- u. Abfragesysteme auf der anderen Seite. Wobei er die Lern- und Unterrichtssysteme auf der Seite der E-Benutzer- /Speicher u. Abfragesysteme einordnet.

Nielsen führt auch interaktive Abenteuer- Spiele als Bsp. für Hypermedia- Systeme an. Jedoch sieht er noch einen gravierenden Unterschied zwischen den Verknüpfungen in Abenteuer- Spielen und in einem Hypertext. Also nicht strukturell sondern in der Funktionalität der Struktur für den Benutzer. Er sieht die KIOSK- Systeme auch nicht als Hypertexte, wenn sie nur als Auslöser für das Abspielen von Filmstücken dienen. Nielsen hält das „look and feel“ für viel wichtiger als die Struktur.

Exemplarische Hypertext- Anwendungen


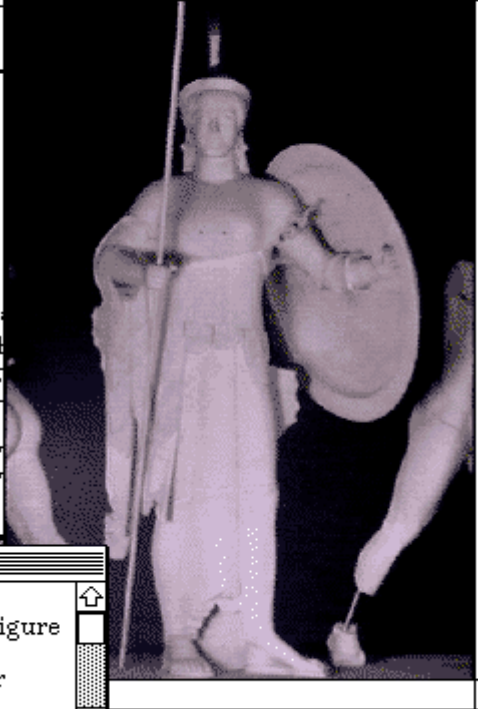
Es ist sehr schwer einen linearen Text in einen nicht- linearen Hypertext umzuformen. Einen sehr originellen Versuch einen Hypertext in Buchform zurückzuübersetzen hat Jonassen 1989 unternommen. Er hat diesen Hypertext einmal in eine HyperCard und einmal in Buchform veröffentlicht. Das Buch ist nach den Titeln alphabetisch geordnet und am Ende jedes Abschnittes sind verschiedene Verweise, meistens Seitenzahlen, zu verbundenen Begriffen. Das heißt beim Buch muß man blättern und beim Stack auf die Verknüpfungen klicken.

INTERMEDIA:

Neben HyperCard und Athena ist Intermedia eine der bedeutendsten Hypermedia- Umgebung. Ein sehr gutes Bsp. ist PERSEUS

Die erste Version bestand aus einer CDROM und eine Bildplatte und lief unter HyperCard. Die zweite und spätere Version besaß schon aus mehreren CD's, welche die Daten und die Bildplatte aller Filme und Bilder enthielten. Das System wird aus Landkarten aus navigiert und enthielt griechische Originaltexte deren Übersetzung, Lexika, Wörterbücher und die Bilder antiker Kunstwerke. Nutzer dieses Systems können Notizen anlegen, Pfade edieren und kommentieren.

Photograph by Maria Daniels, copyright Staatl. Antikensammlungen und Glyptothek, Munich

Sculpture Catalog	1990.13.0001												
 Aegina, W. Ped. 2, fig. W 1: Athena													
Catalog #: Aegina W 1													
Collection: Munich, Glyptothek													
Subject: Athena standing with lance and shield													
Material: Parian marble													
Sculptor:													
Type: Architectural-pediment	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Views</th> <th>Number of Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aegina W 1, Athena of West Ped. 2, full figure, frontal view</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aegina W 1, Athena of West Ped. 2, upper figure, frontal view</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aegina W 1, Athena of West Ped. 2, upper figure, frontal view</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aegina W 1, Athena of West Ped. 2, head, frontal view</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aegina W 1, Athena of West Ped. 2, full figure from left</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Views	Number of Y	Aegina W 1, Athena of West Ped. 2, full figure, frontal view		Aegina W 1, Athena of West Ped. 2, upper figure, frontal view		Aegina W 1, Athena of West Ped. 2, upper figure, frontal view		Aegina W 1, Athena of West Ped. 2, head, frontal view		Aegina W 1, Athena of West Ped. 2, full figure from left	
Views		Number of Y											
Aegina W 1, Athena of West Ped. 2, full figure, frontal view													
Aegina W 1, Athena of West Ped. 2, upper figure, frontal view													
Aegina W 1, Athena of West Ped. 2, upper figure, frontal view													
Aegina W 1, Athena of West Ped. 2, head, frontal view													
Aegina W 1, Athena of West Ped. 2, full figure from left													
Context: Excavated at Aegina, Sanctuary of Aphaia													
Date: ca. 500 BC-ca. 490 BC	Period: Arch												
Path Note													
Stop 17 (Location 19 of 23): Focus on Athena (W1) of the West Pediment in this figure summary. A view of Athena is displayed. The next footprint goes to Athena of the East Pediment (E1) for comparison.													

ATHENA:

Der Ausgangspunkt bei ATHENA sind die Lernumgebungen und die kooperativen Lernprozesse. Es basiert auf einer Architektur (compound document), die durch sogenannte dynamisch modifizierbare Editoren, welche wie komplexe Dokumente organisiert sind, erstellt wird. Jedes dieser Dokumente hat mehrere Dimensionen. In ATHENA sind mehrere Anwendungen in fünf Fachgebieten entstanden, die alle weniger Hypertext-Charakter betonen als INTERMEDIA, sondern durch die starke Orientierung an Bild- und Filmsequenzen mehr den Multimediatyp herausstellen.

Hodges und Sasnett teilen die Hypertext-Anwendungen in 6 Gruppen auf. Diese Gruppen sind Virtuelle Museen (Chronoscope), Simulationen (zum Sprachen lernen), Analyse Werkzeuge, Editoren, Informationsmanagement (ATHENAMuse Mail Agent) und elektronische Bücher.

Ausführlich werden diese Designprinzipien und Navigationsmöglichkeiten, der beiden, in der Tour durch das Pariser Viertel St. Gervais beschrieben.

Das Viertel wird eingangs als Straßenkarte dargestellt. Von dort aus können entweder 29 Orte direkt angesprungen werden oder man durchquert das Viertel aus der Sicht eines Spaziergängers.

Dans Le Quartier St. Gervais :

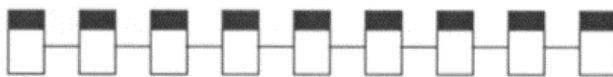
Ein historischer Führer erläutert was der Lernende auf seiner Tour sieht. Die einzelnen Gebäude dieses Viertels sind Verknüpfungen zu anderen kurzen Filmstücken. Betritt man ein Gebäude, so läuft ein Film ab und verschiedene Sprecher treten in Interviews auf. Bei den einzelnen Filmen können Untertitel eingeblendet werden und beim Klicken auf ein beliebiges Wort wird ein Wörterbuch aufgerufen. Ebenso liefern mehr als 600 Bilder zusätzliche historische Dimension zu den einzelnen Orten.

Da aber nicht alle Anwendungsgebiete aufgeführt werden können, kann man erst mal nur drei Trends angeben.

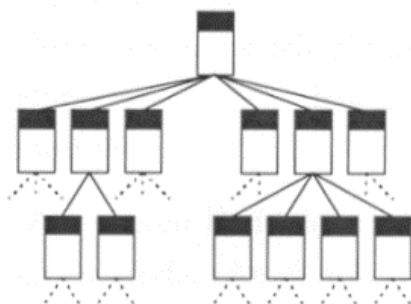
1. Die Hypertext- Grundlage verschwindet hinter der Multimedia- Oberfläche, d.h. der Hypertext wird nur noch als Methode zur Organisation und Navigation gebraucht.
2. Hypertext und andere Programmtypen werden gemischt, wie es der Fall bei Spielen ist.
3. Beim Dritten wird der Versuch unternommen Komponenten aus dem Instruktionsdesign und dem Bereich der intelligenten Systeme in Hypertext- Umgebungen zu inkorporieren

Struktur

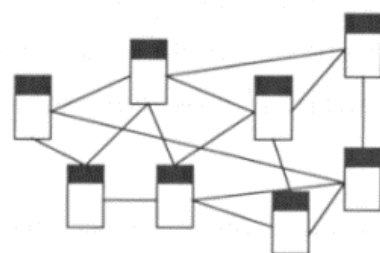
a) Linearer Hypertext



b) Hierarchischer Hypertext



c) Vernetzter Hypertext



Linear:

Der Hauptinformationspfad ist sequentiell, die Links stellen fast nur organisierte Verbindungen zwischen Knoten und Querverweise her.

Hierarchisch:

Dieser Aufbau entspricht dem Aufbau von Printbüchern. Die Struktur kann durch maschinelle Konvertierung der el. Quelle erzeugt werden.

Vernetzt:

Hier besteht die komplexeste Struktur mit vielen Querverweisen zwischen Knoten. Jedoch kann diese Vernetzung zur Verwirrung und damit zum „lost in space“ führen.

Nicht linearer Text

Hypertext wird auch als nicht- linearer oder nicht- sequenzieller Text bezeichnet. Das Lesen von Hypertext ähnelt dem Wechsel zwischen Buchtext, Fußnoten und Glossar. HT bestehen aus Texten deren einzelne Elemente mit anderen verknüpft sind. Am Anfang wurde bei HT an reine Textstücke gedacht, doch heute sind Texte mit Daten aus Datenbanken, mit Bildern, Filmen, Ton oder Musik verknüpft. Aus diesem Grund reden viele Autoren von Hypermedia anstatt von Hypertext um die Multimediaeigenschaften zu betonen. Aus einem Text wird Hypertext, wenn eine Struktur von Anker und Verknüpfungen überlegt wird. Hypertext-Systeme bestehen aus Blöcken von Textobjekten und diese Blöcke stellen die Knoten dar. Durch die sog. Links wird die Navigation von Knoten zu Knoten gesteuert. Für die Konstruktion des Netzes ist die Größe der gesetzten Textblöcke, die Granularität der Informationseinheiten, entscheidend.

Je nach Art der Knoten und Verknüpfungen kann der Zugriff auf verschiedene Informationen im HT frei oder beschränkt sein. In einer offener Umgebung trifft der Benutzer alle Entscheidungen über den Zugang und Navigation. In einer geschlossener Umgebung werden die Entscheidungen vom Designer getroffen.

Narrative Strukturen

Ein weiteres Mittel um Zusammenhänge im HT deutlich zumachen sehen Lave und Wenger in erzählerischen Zusammenhängen, welche auch Stories genannt werden. Stories haben ein Topographie und spatiale und temporale Dimensionen. Für die affektiven Dimensionen des

Lernens können die Stories eine motivierende Wirkung haben, wie dies das Konzept des Pc's als Theater demonstriert. Gay und Mazur nutzen in ihrem Programm („El Avión Hispano“) zum Fremdsprachen lernen auch erzählerische Elemente. Sie haben Doppeldeutigkeit eingebaut um die innere Distanz zuerzwingen. Narrative Elemente und fallbasierte Methode der Instruktion dienen dazu, der Dekontextualisierung zu begegnen.

Knoten und Kanten

Nielsen unterscheidet drei Ebenen, die Präsentationsebene, die abstrakte Hypertext- Maschine und die Datenbankebene.

Sepia

Sepia ist ein grafischer Browser, der aussieht wie ein Projektplaner oder ein Werkzeug zum Erstellen von Baumdiagrammen. Besonders an Sepia ist, das es mehrere Typen von Verknüpfungen und erlaubt ein kollaboratives Edieren von Argumentationen. Sepia unterscheidet in mehrere Aktivitätsräume, dem Inhalt-, Argumentations-, Planungs- und rhetorischen Raum. Im Planungsraum werden die Knoten als Issues bezeichnet und Verknüpfungen erhalten rhetorische Bezeichnungen wie z.B. serve und answer. Im Argumentationsraum kennt Sepia u.a. die Knoten-Arten claim, rebuttal und die Link- Typen so, contradicts und unless.

Hannemann und Thüring unterscheiden Sepia in atomic nodes, den Informationseinheiten aus Ton, Bild und Text, in composite nodes, den Aggregaten von atomic nodes, in structure nodes, den composite nodes mit Referenzen und in zwei Arten von Verknüpfungen, den sequencing und exploration links.

Während die meisten Systeme zwischen Autorenebene und Benutzerschnittstelle unterscheiden, handelt es sich bei Sepia um ein Werkzeug zur Konstruktion von Argumenten, dessen Benutzer in der Autorebene arbeiten.

HamNoSys- Editor

Dieser Editor ist eine grafische Hypertext- Technik. Er dient dazu zur Transkription von Gebärden in symbolische Notation. Die Notation ist sehr komplex und auch nur sehr mühsam einzugeben, deswegen wird im Editor vorwiegend mit grafischen Elementen gearbeitet. Knoten sind meistens Bilder und die Vorgehensweise ist wie folgt. Man wählt ein Bild, meistens eine Handform, per anklicken. Darauf generiert der Transkriptionsstring und springt zur nä. Stelle. Der Transkriptionsstring generiert nach grammatischen Regeln bzw.

Vorschriften. Das System kann nicht nur vorhandene Daten präsentieren, sondern auch Daten erzeugen.

Graphen und Karten

Ein einfaches Menü oder Inhaltsverzeichnis reicht bei den meisten Anwendungen nicht aus, deswegen musste man grafische Methoden entwickeln. Darunter fallen auch die Knowledge Maps.

Knowledge Maps

Stotts und Furuta präsentieren HT- Modell, welches sie in Form eines Petri Netzes darstellen. Derartige Darstellungen werden als Knowledge Maps (Abbildung der Wissensstruktur in Form von Diagrammen) bezeichnet, sofern sie semantische Relationen zu den HT- Knoten realisieren. Solche Diagrammen enthalten keine Typisierungen oder Deskriptoren für Verknüpfungen mehr. Die automatische Generierung von Pfaden zählt für Kühlen zum Pflichtprogramm. Die grafische Repräsentation können Netze und Pfade zweidimensional, hierarchisch gestaffelt oder dreidimensional abbilden.

Dreidimensionale Browser

Eine 3D Navigation schien ohne zusätzliche Hardware- Support für das Zoomen in die Tiefe nicht mehr sinnvoll benutzbar zu sein. Aber genau dies ist allerdings Apple für das www gelungen, welches mehr als 100000 Knoten im Raum animiert bewegen kann.