Das Internet als „Docuverse für alle BenutzerInnen“

paolo petta

Österreichisches Forschungsinstitut für Artificial Intelligence[1]
Schottengasse 3, A-1010 Wien
paolo@ai.univie.ac.at

September 1992
(Aktualisierung Jänner 1993)

[1]gefördert vom Österreichischen Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung.

Zusammenfassung

Seit der Inbetriebnahme vor knapp zehn Jahren verzeichnet das Internet — ein weltweiter Rechnerverbund mit wissenschaftlichen, kommerziellen und vermehrt auch privaten TeilnehmerInnen — ein kontinuierliches exponentielles Wachstum. Neben vielen anderen angebotenen Dienstleistungen stellt dabei besonders die Möglichkeit des interaktiven Zugriffs auf Informationsarchive aller Art (aus den Bereichen Natur- und Geisteswissenschaft ebenso wie aktueller Politik, Chronik, Sport, usw.) in zunehmendem Maße eine Triebfeder dieser massiven Expansion dar.

Da die traditionellen Zugriffswege allein das effiziente Auffinden von Information in diesen großen Datenbeständen durchschnittlichen Internet BenutzerInnen nicht mehr ermöglichen können, ist es in der allerjüngsten Vergangenheit zur Entwicklung einander ergänzender Methoden gekommen, die sich bereits täglich im breiten praktischen Einsatz bewähren. Diese Informationswelt im Internet wird in einem einführenden Überblick vorgestellt.

Einleitung

Die auffällige Zunahme an Übersichtsartikeln über das „Phänomen“ des *Internet* in nichtspezialisierten Zeitschriften (z.B. [The Economist, 1992]) muß als eindeutiger Hinweis darauf gewertet werden, daß das Entwicklungsziel der Realisierung eines Rechnernetzwerkes für den Austausch von Informationen und der Fernnutzung von Ressourcen heute für eine immer breitere Menge von BenutzerInnen zur selbstverständlichen Realität geworden ist.

Im folgenden geben wir zunächst eine kurze Beschreibung des Internet Netzwerks in der Form eines geschichtlichen Rückblicks. Dabei wird auch die Entstehung der Informationsarchive geschildert, die den Grundstein beim Aufbau des *Docuverse* darstellten.

Im Hauptteil werden dann Zugänge zum Internet Docuverse vorgestellt, wobei nochmals betont wird, daß es sich durchwegs um zum jetzigen Zeitpunkt bereits verfügbare Schnittstellen handelt.

Ein Ausblick auf in der nächsten Zukunft zu erwartende Entwicklungen bildet den Abschluß dieses Überblicks.

Das Internet Netzwerk

Das heutige Internet Netzwerk ist ein Verbund tausender Rechnernetze, wobei alle beteiligten Rechner (*hosts*) eine „gemeinsame Sprache“ sprechen: die TCP/IP Suite (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol* [Postel, 1981a], [Postel, 1981b]), die über 100 einzelne Datenkommunikationsprotokolle umfaßt. Neben dem Internet gibt es noch weitere große WANs (*wide area networks*), oftmals herstellerabhängige Netzwerke wie BITNET (*Because It's Time Network*, IBM) oder DECnet (Digital Equipment Corp.), die über *gateways*, die als Übersetzer fungieren, mit dem Internet verbunden sind.

Entwicklung des Internet

Ende 1968 vergab die amerikanische DARPA (*defense advanced research projects agency*) den Auftrag für die Realisierung eines der ersten heterogenen Rechnernetze für den Austausch von Informationen und Ressourcen an BBN (*Bolt Beranek and Newman, Inc.*). Das somit ins Leben gerufene Netzwerk erhielt den Namen ARPANET.

> Eine wesentliche Entscheidung bei der Spezifikation des zu verwendenden NCP (*network control protocols*) fiel bei der Wahl des Datenübertragungsmodus: Hier wurde die *packet switching* Technologie dem *store-and-forward* Ansatz vorgezogen. Bei letzterem wird für die Übertragung einer Datei vom „Ausgangsrechner“ über dazwischen liegende Rechner zum „Zielrechner“ diese jeweils zur Gänze von einem zum nächsten Rechner weitergegeben. Dagegen wird bei ersterer die Datei in kleine Pakete aufgeteilt, die dann *unabhängig voneinander* (also durchaus auch möglicherweise über verschiedene Routen) vom Ausgangsrechner zum Zielrechner geschleust werden.

Mit der rasch wachsenden Anzahl eingebundener Netzwerke und der Vielzahl der darauf eingesetzten Rechnerarchitekturen entstand der Bedarf, das NCP durch ein allgemeineres Protokoll zu ersetzen (insbesondere, um das ARPANET mit dem PRNET *packet radio* und dem SATNET *packet satellite* zu verbinden. Anfang des achtziger Jahre wurde zu diesem Zweck das TCP/IP Protokoll entworfen, Ende 1983 wurde das nunmehrige *Internet* als Netzwerk von Netzwerken in Betrieb genommen. 1984 wurde vom bisherigen ARPANET das MILNET für die Produktionssysteme abgezweigt, das verkleinerte verbleibende ARPANET wurde hauptsächlich der Netzwerkforschung gewidmet.

Seither kann man ein ununterbrochenes exponentielles Wachstum des Internet in der Anzahl der angeschlossenen *Netzwerke* beobachten [Lottor, 1992]:

Topologie des T3 NSFNET Netzwerks

Um den BenutzerInnen des Internet leichter merkbare nichtnumerische Adressen zur Verfügung zu stellen, wurde 1987 das DNS (*Domain Name System* [Mockapetris, 1987b], [Mockapetris, 1987a] eingeführt. Damit wurde eine Taxonomie von Rechnernamen festgelegt, denen IP Adressen zugewiesen sind (mehrere Namen können sich dabei auf dieselbe IP Adresse beziehen, insbesondere wenn sie auf eine bestimmte Dienstleistung hinweisen, die auf dem Rechner angeboten wird, siehe auch nachstehendes Beispiel).

> Im DNS ist jedem Rechner mindestens ein FQDN (*fully qualified domain name*) zugeordnet. Der FQDN besteht aus den von links nach rechts (im britischen JANET (*Joint Academic Network*) bis 1991 von rechts nach links) in aufsteigender Reihenfolge zusammengehängten Namen in den einzelnen Hierarchiestufen, wobei die einzelnen Komponenten durch einen Punkt verbunden werden:
>
> FQDN = Rechnername[.Subdomäne[.Subdomäne...]].Topleveldomäne
>
> z.B.: `ftp.ai.univie.ac.at`
>
> | | |
> |---|---|
> | `ftp` | Rechnername (dieser Rechner ist ein anonymous FTP Anbieter) |
> | `ai` | Institut für Medizinische Kybernetik und Artificial Intelligence |
> | `univie` | Universität Wien |
> | `ac` | Akademischer Bereich |
> | `at` | Österreich |

> Wichtige Domänen in den USA sind u.a.: `edu` (*educational*), `com` (*commercial*), `mil` (*military*), `org` (*organization*), `net` (*Internet administration*); außerhalb der USA werden Landeskennungen (zwei Zeichen) als Domäne verwendet, z.B. `at` (Österreich), `au` (Australien), `ca` (Kanada), `ch` (Schweiz), `de` (Deutschland).

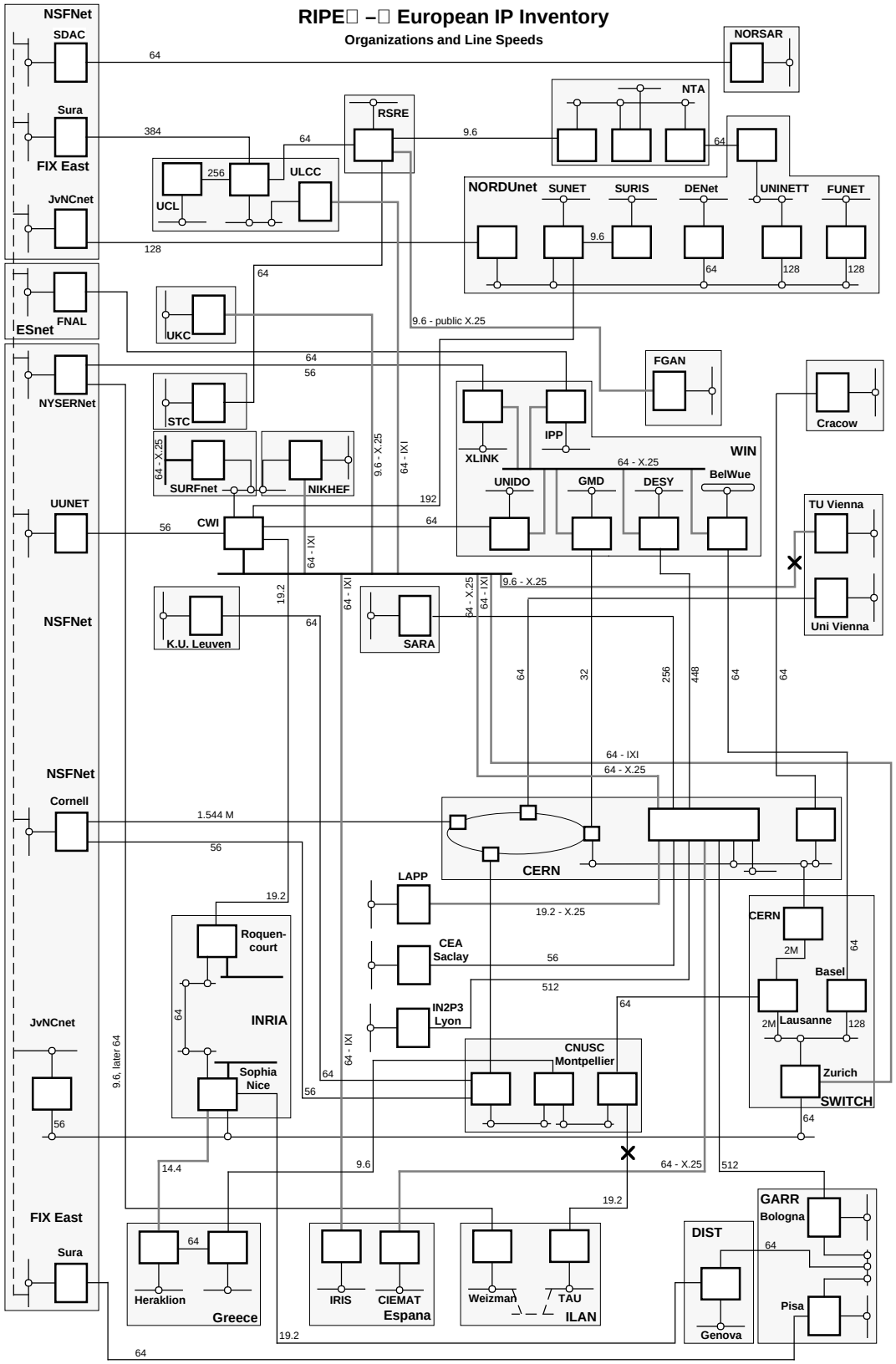
Das DNS ist auf eine Hierarchie von *servern* aufgeteilt, wobei die verwaltete Information neben IP Adresse und Rechnername(n) auch Hersteller, Betriebssystem, angebotene Dienstleistungen, usw. umfaßt.

Die pragmatisch einfache Realisierung in der Form „flacher“ Textdateien und die fast vollständige Delegation von Konsistenzüberprüfung und Wartung auf menschliche AdministratorInnen ermöglichte einen großen praktischen Erfolg, vor allem aufgrund der sich daraus ergebenden leichten Portierbarkeit. Gleichzeitig werden die sich ergebenden Nachteile in der heutigen Situation (über 800000 Rechner weltweit, einige tausende Netzwerke, Wachstumsrate etwa 30% alle 3 Monate [Lottor, 1992]) immer unübersehbarer.

1989 konstituierte sich das „europäische Internet“, RIPE (*Reseaux IP Européenne*) als Teilorganisation des RARE (*Reseaux Associés pour la Recherche Européenne*), das mittlerweilen schon rund 300000 Knoten umfaßt.

Kern des europäischen Internet ist das EBONE Netzwerk, in dem erst ein Teil Europas erschlossen wurde (das österreichische ACONET ist etwa (noch) nicht vertreten).

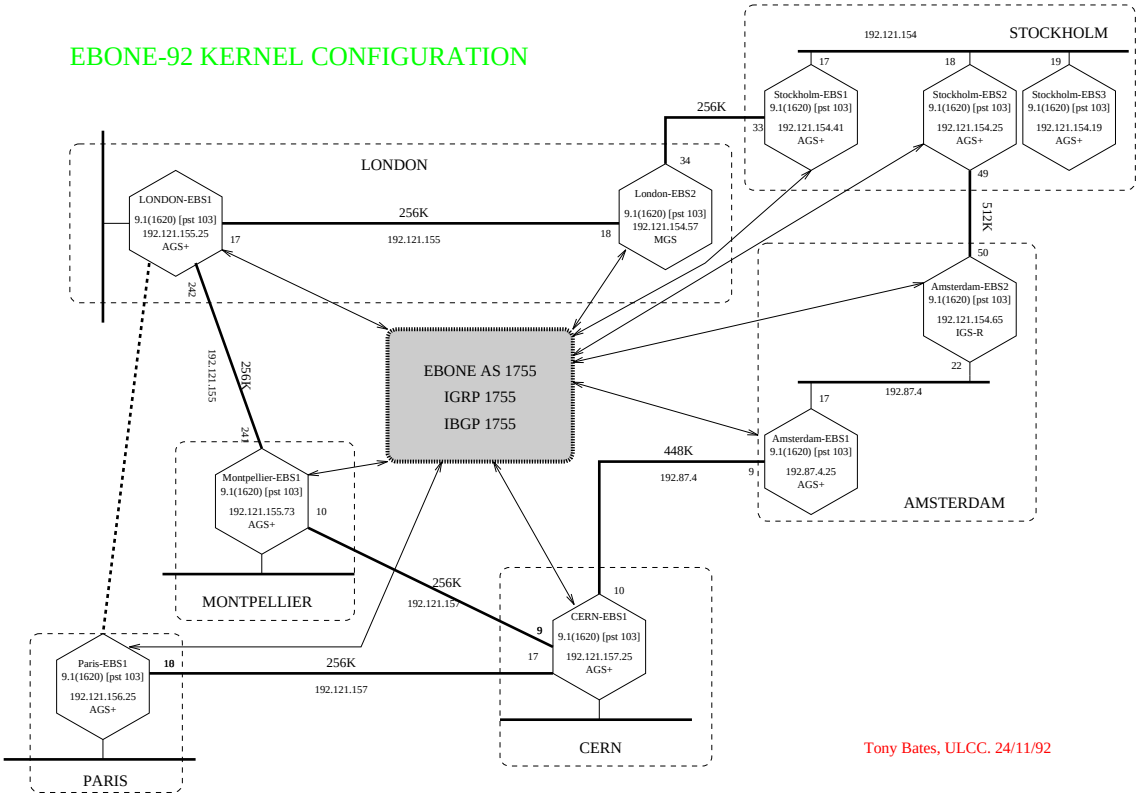
Im Juni 1990 wurde schließlich das ARPANET aufgelassen, da dessen Funktionalität von moderneren Teilnetzen übernommen worden war (insbesondere dem NSFNET).



For sure you will find something we missed to include into this map.
Please send corrections and additions to the given address.

The PostScript™ version of this map can be fetched by anonymous ftp from nic.eu.net [192.16.202.1] in the directory ~ftp/ripe/maps

February 27, 1991 © SWITCH/tl
<lenggenhager@verw.switch.ch>



Der Kernbereich des Europäischen Internet

Internet Dienstleistungen

Zu den am häufigsten am Internet in Anspruch genommenen Dienstleistungen zählen:

Übertragung von Dateien: ftp

Das genormte Protokoll für die Übertragung von Dateien FTP (*file transfer protocol*) bzw. die allgemeine Verfügbarkeit des entsprechenden Programms *file transfer program* führte bald zur Einrichtung größerer Datenarchive, die mit der sogenannten „anonymen“ Variante des FTP allen Internet BenutzerInnen zugänglich sind: dabei wird der Zugang bei Angabe des fiktiven Benutzernamens „`anonymous`“ (jetzt ist auch der kürzere Name „`ftp`“ verbreitet) erlaubt, wobei als Kennwort die eigene Identifikation (Loginname@FQDN) angegeben werden soll.

> Mittlerweile gibt es eine schier unüberschaubare Anzahl solcher Sammlungen zu verschiedensten Themen (z.B. Gene-Server (Human Genome Project), MEMDB (Medieval and Early Modern Database), meteorologische Daten (aktuelle Satellitenaufnahmen, ...), NED (NASA/IPAC Extragalactic Database), unentgeltliche Programmpakete, Mailing List (s.u.) und USENET News Archive).

Um die Verfügbarkeit zu verbessern, sowie das Internet nicht unnötig zu belasten (insbesondere Reduzierung des transkontinentalen Datenverkehrs), wurden bald *mirror sites* angelegt. Dabei handelt es sich um Kopien von Datenbeständen, die typischerweise allnächtlich aktualisiert werden.

Elektronische Post: e-mail

Die Anwendungsgebiete der elektronischen Post (*electronic mail*, kurz *e-mail*) sind rasch über den ursprünglichen Einsatz als Äquivalent zur physischen Post hinaus gewachsen: Die Möglichkeit der gleichzeitigen Adressierung fast beliebig vieler Empfänger führte zur Einrichtung von *mailing lists*, in denen ein rascher Informationsaustausch innerhalb von Interessensgruppen ermöglicht wird, weitere Varianten — etwa die „interaktive Publikation“ als Weiterentwicklung der Fachjournale — werden u.a. in [Harnad, 1992c], [Harnad, 1992a], [Harnad, 1992b] und [Riehm *et al.*, 1992] erörtert.

Remote Login: telnet

Durch das *telnet* Programm wird die Möglichkeit eröffnet, auf fernen Rechnern interaktiv zu arbeiten. Auf diese Art können unterschiedlichste Dienstleistungen in Anspruch genommen werden, wie Abfrage von Bibliothekskatalogen, Benutzung spezieller Programmpakete, Einsatz hoher Rechenleistungen für komplexe Aufgaben (z.B. Visualisierung großer Datensätze).

Die Informationsflut auf dem Internet

Während in den ersten Entwicklungsabschnitten des Internet der Schwerpunkt auf der ständigen Verbesserung der Kommunikationsprotokolle und -hardware gelegen hatte, gewinnen mit der Zunahme der BenutzerInnen — insbesondere solcher mit geringem informatischem Vorwissen — sowie der verfügbaren Datenmengen benutzerorientierte Aspekte immer mehr an Bedeutung, insbesondere Unabhängigkeit der Mensch-Maschine Schnittstelle von Betriebssystemen und Hardware sowie Methoden zur Bewältigung der Informationsflut (Auf- und Wiederfinden von Information).

Die Idee des Docuverse

Der Technologieschub des zweiten Weltkrieges förderte in den USA die Auseinandersetzung mit den Möglichkeiten der Verwaltung ständig wachsender Informationsmengen. Von der Vision der elektromechanischen Unterstützung in Form einer „Gedächtniserweiterung“ ausgehend (*memex*, [Bush, 1945]), führte die Vorstellung eines assoziativen Netzwerks von Informationseinheiten (*chunks*) schrittweise zur Idee des *Hypertext* Ende der sechziger Jahre [Nelson, 1980]. Für globale Hypertextsysteme führte Ted Nelson den Begriff des *docuverse*, des „Dokumentenuniversums“, ein.

Parallel zu den kommerziellen Anstrengungen, stellte das Internet Ende der achtziger Jahre ein geeignetes Substrat dar, ein öffentliches Docuverse zu realisieren. Ein großer Teil dieser unentgeltlich verfügbaren Information stammt dabei derzeit insbesondere aus dem akademischen Bereich.

Neben der grundsätzlichen Voraussetzung einer hinreichend großen Datensammlung trugen weitere Umstände zum erfolgreichen Start der im folgenden erörterten Projekte bei:

- *Client-Server* Architekturen: Durch eine klare Trennung der Datenanbieter *server* von den diese in Anspruch nehmenden Klienten *clients* konnten die Anforderungen an letztere gering gehalten werden; darüberhinaus wurden rasch für eine große Zahl unterschiedlicher Plattformen Klienten entwickelt, wodurch der Informationszugriff für die Mehrheit der Internet BenutzerInnen ermöglicht werden konnte.

- *Stateless protocols*: Die erste Generation von Protokollen und darauf aufsetzender Internet Programme (ftp, telnet, usw.) behandelt Sitzungen als Einheiten: beim Programmaufruf wird eine Verbindung hergestellt und bis zur expliziten Beendigung des Programms aufrecht erhalten. Dabei werden laufend Kontrollpakete zwischen den beteiligten Rechnern ausgetauscht, auch wenn die BenutzerInnen keinerlei Interaktionen vornehmen. Da bei gewissen Kategorien von Applikationen — etwa dem Lesen von Texten — relativ lange Totzeiten die Regel sind, wurden Protokolle entwickelt, die für jede einzelne Transaktion — im Beispiel: die Übertragung des Textes — eine Verbindung auf- und wieder abbauen. Neben der Verminderung der für den Datenverkehr benötigten Bandbreite ergibt sich daraus auch eine Erhöhung der Robustheit durch die Verkürzung der Zeitdauer der einzelnen Verbindungen zwischen Klient und Anbieter.

- Einfach zugängliche Demonstrationen: Zu den meisten Projekten wurden Demonstrationsklienten implementiert, die auf einfache Weise (telnet) zugänglich gemacht wurden. Dadurch können einerseits potentielle Interessenten mit minimalem Aufwand einen direkten ersten Eindruck über die Möglichkeiten der angebotenen Dienstleistung gewinnen. Bei seltener Inanspruchnahme oder der Unmöglichkeit, einen Klienten lokal zu implementieren, steht andererseits dieser Zugang offen.

- Bereitwilligkeit der BenutzerInnen, Schwächen der ersten Versionen im Hinblick auf baldige Verbesserungen in Kauf zu nehmen, sowie sich aktiv durch Aufzeigen von Fehlern und Einreichung von Änderungsvorschlägen an diesem Prozeß zu beteiligen.

Zugänge zum Internet Docuverse

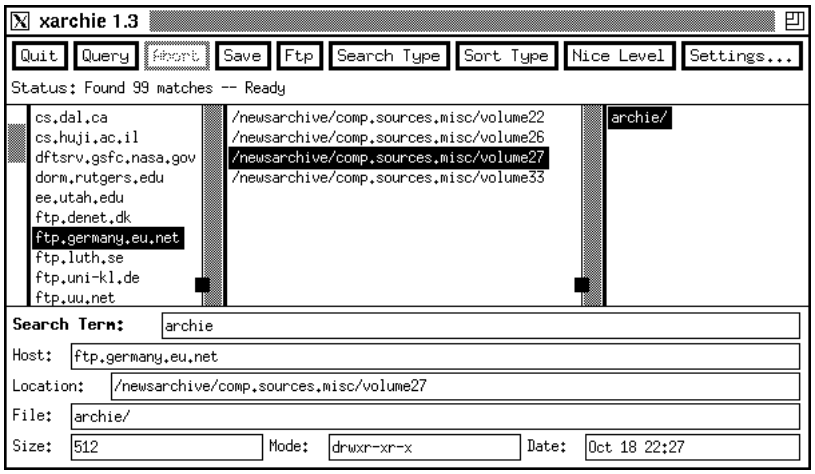
Im Anschluß werden die seit Anfang der neunziger Jahre entwickelten Zugänge zum Internet Docuverse vorgestellt. Die Aufzählung erfolgt zum einen chronologisch, zum anderen auch in der Reihenfolge wachsender Komplexität der Systeme. Bei den Beschreibungen sind auch die Internet Adressen frei zugänglicher Demonstrationssysteme angegeben, für deren Benutzung eine einfache Terminalemulation ausreichend ist.

Archie

Das Archie System [Emtage and Deutsch, 1992] verwaltet ein laufend aktualisiertes Verzeichnis der Namen über anonymous FTP verfügbarer Dateien, das auf verschiedene Arten abgefragt werden kann. Von den vier Bestandteilen — *Data Gathering Component*, *Database Maintenance Component*, *Database Access Component* und *Whatis Database* — sind besonders die erste und die letzte hervorzuheben: Archie ist eines der ersten Systeme, welches das Internet selbsttätig „aktiv“ nach bestimmten Daten absucht (dem Inhaltsverzeichnis von anonymous FTP Anbietern), und diese Information — gleichsam als „vorweggenommene Benutzerfragen“ — in aufbereiteter Form anbietet; dabei werden existierende Mechanismen

(Zugang über FTP) ausgenutzt. Mit der Whatis Datenbank, einer Sammlung textueller Beschreibungen, wird das Auffinden von Programmpaketen unterstützt, die zur Lösung einer vorgegebenen Aufgabe geeignet sind.

Manche Archie Klienten schirmen darüberhinaus die BenutzerInnen von den systemabhängigen Besonderheiten der FTP Transaktionen ab, indem sie ausgewählte Dateien selbsttätig empfangen.



Xarchie - ein archie Klient für das X Window System

Anzeige des Resultats der Suche nach dem Begriff „archie“: diese wurde nach Auffinden der vorgegebenen Höchstzahl von Einträgen (99) abgebrochen. In der linken Liste scheinen die Namen der Internet Knoten auf, in der mittleren die Pfade, die auf dem aktuell selektierten Knoten (ftp.germany.eu.net) zu den Dateien bzw. Verzeichnissen führen, die wiederum in der rechten Liste angeführt werden. Zusätzliche Information über den aktuell selektierten Eintrag scheint in den unteren Feldern auf. Über die mit „Ftp“ beschriftete Schaltfläche kann der selektierte Eintrag mittels „anonymous FTP“ empfangen werden: der gesamte Dialog zwischen den Rechnern wird vom xarchie Klienten selbsttätig abgewickelt.

Es wurden vielfältige Zugangsmöglichkeiten zum Archie System implementiert, einschließlich telnet und Prospero (s.u.). Derzeit sind über 1000 FTP Anbieter in Archie registriert, die Dateidatenbank umfaßt über zwei Millionen Einträge; die Whatis Datenbank enthält die Beschreibungen von über 3500 Programmpaketen. Mittlerweilen werden die Archie Datenbanken analog zu FTP Archiven „gespiegelt“, Archie Anbieter sind in Nordamerika, Europa, Taiwan, Japan und Australien in Betrieb. Als eine wichtige Erweiterung ist die Implementierung eines verteilten Archie Systems in Arbeit. Ein frei zugänglicher Archie Anbieter ist über telnet auf dem Knoten archie.funet.fi (Loginname: archie) verfügbar.

Alex

Das Alex System [Cate, 1992] verwendet das Konzept des Dateisystems um den BenutzerInnen einen Zugang zu anonymous FTP Archiven anzubieten, der sie vor unterschiedlichen Notationen und systemabhängigen Dialogen schützt: Die FQDN der FTP Anbieter werden gemeinsam mit den lokalen Dateinamen auf ein hierarchisches Dateisystem abgebildet, dessen

Wurzel `/Alex` ist. So wird etwa die Datei `papers/README` auf dem Rechner `ftp.ai.univie.ac.at` auf die alex Datei `/Alex/at/ac/univie/ai/ftp/papers/README` abgebildet.

> Ein wichtiger „Nebeneffekt" der verwendeten Metapher ist, dass auf die im lokalen Alex System aufgenommenen Dateien mit den üblichen Betriebssystembefehlen zugegriffen werden kann (es kann z.B. mit dem UNIX find(1) nach Dateinamen gesucht werden). Die Konvention, daß es bei jedem Softwarepaket eine Datei namens `README` geben soll, deren Inhalt eine Kurzbeschreibung der Software ist, wurde zusammen mit dem WAIS System (s.u.) dazu verwendet, eine neben der oben beschriebenen Archie Variante weitere Version einer Datenbank zu realisieren, deren Einträge Beschreibungen der Funktionalität von Programmpaketen sind. In dieser Realisierung ist somit eine Volltextsuche möglich, darüberhinaus erfolgt hier — im Gegensatz zum Archie System — die Wartung weitestgehend automatisch.

Prospero

Das Prospero System [Neuman, 1990], [Neuman, 1992] verwendet ähnlich wie Alex das Modell des Dateisystems. Dabei wird diesmal eine *benutzerzentrierte* Sicht des Datenuniversums in Form eines virtuellen Dateisystems realisiert: wesentlichstes Kriterium ist nicht mehr der Ort, an dem eine Datei physisch aufliegt, sondern wie diese Datei in eine von der individuellen BenutzerIn definierte Hierarchie paßt. In gewisser Weise kann man somit das Prospero System als eine Weiterführung des Konzeptes der „symbolischen Links" mancher Betriebssysteme ansehen. Bei der Realisierung dieser virtuellen Dateisysteme werden wiederum allgemein verbreitete Zugriffsmethoden verwendet (Dateisysteme wie UNIX file system, NFS, AFS, oder z.B. anonymous FTP), die vor den BenutzerInnen verborgen werden (jede Pfadkomponente enthält neben dem Verweis auf die Information auch die Beschreibung der zu verwendenden Zugriffsart). Dadurch wird die von traditionellen Dateisystemen bekannte vertraute Art der Navigation ermöglicht.

> Als Verallgemeinerung der Dateimetapher können Einträge im Prospero System beliebige „Filter" sein, deren „Inhalt" erst beim aktuellen Zugriff generiert wird. Insgesamt ist also der Inhalt eines Prospero „Verzeichnisses" von der transitiven Hülle des aktuellen Pfades abhängig. Solche Filter werden u.a. eingesetzt, um eine effiziente Schnittstelle zum Archie System zu realisieren: Die verschiedenen Abfragemodi des Archie Systems (Suche nach regulären Ausdrücken, fixen Substrings, usw.) erscheinen jeweils als eigene „Verzeichnisse", innerhalb derer man entsprechende Ausdrücke als Argumente für den Befehls der Anzeige des Verzeichnisinhalts (`vls` oder `als`) verwenden kann.

```
> 366 /paolo prospero
initializing prospero...done
> 1 /paolo [/guest] vls /
   VIRTUAL-SYSTEMS       PROSPERO.ISI.ED /pfs/pfsdat/guest/local_vsystems/guest
   VS-DESCRIPTION        PROSPERO.ISI.ED /pfs/pfsdat/guest/local_vsystems/guest
   afs                   PROSPERO.ISI.ED /afs
   blah                  PROSPERO.ISI.ED /pfs/pfsdat/guest/local_vsystems/guest
   databases             PROSPERO.ISI.ED /pfs/pfsdat/guest/local_vsystems/guest
   ...
> 2 /paolo [/guest] vcd /databases/archie
> 3 /paolo [/databases/archie] vls
```

```
   au                   PROSPERO.ISI.ED /pfs/pfsdat/prototype_g/databases/arch
   mcgill               PROSPERO.ISI.ED /pfs/pfsdat/prototype_g/databases/arch
   regex                ARCHIE.MCGILL.C ARCHIE/MATCH
   sura                 PROSPERO.ISI.ED /pfs/pfsdat/prototype_g/databases/arch
> 4 /paolo [/databases/archie] vcd au
> 5 /paolo [/databases/archie/au] vls
   exact                ARCHIE.AU       ARCHIE/MATCH(100,0,=)
   host                 ARCHIE.AU       ARCHIE/HOST
   regex                ARCHIE.AU       ARCHIE/MATCH
> 6 /paolo [/databases/archie/au] vls regex/\[Pp\]rospero
   Prospero             ftp.denet.dk    /pub/infosys/alex/src/alexsrvr/usr.src
   README-prospero-docu gum.isi.edu     /nfs/pub/prospero/papers/README-prospe
   archie-now-available cs.dal.ca       /pub/comp.archives/aus.archives/archie
   archie-w.r.t.-prospe cs.dal.ca       /pub/comp.archives/comp.sys.sgi/archie
   archieprospero.tar.Z garbo.uwasa.fi  /unix/comm/archieprospero.tar.Z
   beta.4.2-of-prospero cs.dal.ca       /pub/comp.archives/comp.archives.admin
   prospero             archie.au       /archie/doc/prospero
   prospero-beta.4.2e.t isfs.kuis.kyoto /net/prospero-beta.4.2e.tar.Z
   prospero-papers      ARCHIE.AU       ARCHIE/HOST/cs.dal.ca/pub/comp.archive
   prospero.Z           ftp.uu.net      /networking/info-service/archie/prospe
   prospero.ps.Z        ftp.cse.ucsc.ed /pub/tcos/v5n3/prospero.ps.Z
   prospero.tar.Z       gum.isi.edu     /nfs/pub/prospero/prospero.tar.Z
```

Eine Prospero Sitzung (Benutzung der Schnittstelle zum Archie System)

Der Benutzer ruft zunächst das prospero System auf. Ab diesem Zeitpunkt wird der aktuelle Pfadname im virtuellen prospero Dateisystem (anfangs: „/guest“) in eckigen Klammern nach dem aktuellen Pfadnamen auf dem lokalen Dateisystem (im Beispiel: „/paolo“) angezeigt. Die Navigation erfolgt mit den Befehlen „vls“ zur Anzeige des Inhalts eines virtuellen Verzeichnisses und „vcd“ zur Änderung des aktuellen virtuellen Verzeichnisses. Im /databases/archie Verzeichnis scheinen die Namen der Anbieter als Unterverzeichnisse auf, diese enthalten wiederum für jede Suchart ein Verzeichnis, hinter dem sich die als Filter realisierte Schnittstelle zum archie System verbirgt. Die Inanspruchnahme des archie Systems wird somit auf das Auflisten des Verzeichnisinhalts (mit erweiterter Syntax - im Beispiel wird ein regulärer Ausdruck verwendet) abgebildet.

Eine Beschränkung des Prospero Systems liegt in der groben Granularität der zugrunde liegenden Metapher des Dateisystems, wodurch etwa Verweise von bzw. auf bestimmte Stellen innerhalb einer Datei nur schwer möglich sind.

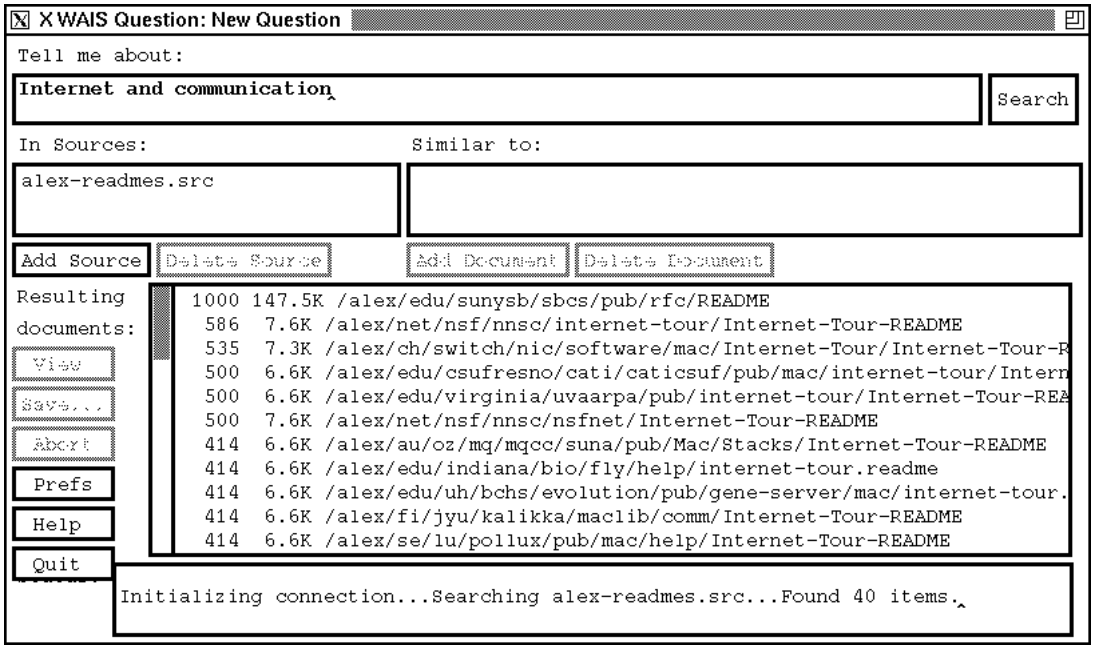
Das Prospero System ist nur ein Teil eines umfassenden *Virtual System Models* für verteiltes Rechnen. Zur Zeit sind über 50 Prospero Anbieter und über 10000 Prospero Klienten am Internet in Betrieb.

WAIS

Das *Wide Area Information Retrieval System* (WAIS, [Stanfill and Kahle, 1986], [Kahle, 1991], [Kahle and Medlar, 1991]) verwendet eine Variation des Suchens, die „Volltextsuche“, als Navigationsmittel: Für das gesamte Informationsuniversum werden invertierte Indizes generiert, über diese ist durch Angabe von Suchbegriffen ein rascher Zugriff auf beliebige Stellen möglich. Wird z.B. eine „gut passende“ Textstelle auf diese Art lokalisiert, so kann diese zur Gänze für einen nächsten Suchschritt als Suchkriterium verwendet werden. Diese

iterative Verwertung der einzelnen Suchergebnisse (*relevance feedback*) ermöglicht ein „explorativ Suchen“ in einem flexiblem Suchraum (der also nicht etwa durch Schlagworte von vorneherein eingegrenzt ist).

Ein weiterer wesentlicher Aspekt von WAIS ist die Integration eines Netzwerkprotokolls (*Z39.50*, [Kahle, 1992]): die durchsuchten Daten können auf beliebig vielen Knoten verteilt sein. Dadurch liegt weiters die Realisierung spezialisierter Informationsanbieter nahe, etwa als Bausteine „elektronischer Zeitungen“: die BenutzerInnen legen durch Suchkriterien für sie interessante Argumente fest (z.B. Wirtschaftsthemen, Sportarten) und wenden diese festgelegte Suche in regelmäßigen Abständen (z.B. täglich) an (*information folders*, *reporter “beats”*, Apple Computer Inc., 1993).



Xwais - ein WAIS Klient für das X Window System

Eine WAIS „Frage“ in der README Datenbank des alex systems. Die gefundenen Dokumente werden mit ihren alex Pfadnamen angezeigt: der erste Eintrag bezeichnet daher z.B. die Datei „/pub /rfc/README“ auf dem Internet Knoten „sbcs.sunysb.edu“. Dokumente können durch einfaches Anwählen mit der Maus und anschließendem Betätigen der Schaltfläche „View“ angezeigt und lokal gesichert werden. Auch die Frage selbst (die Kombination Suchbegriff – WAIS Quellen („Sources“) sowie die letzte Resultatliste) kann gesichert werden.

Die Anwendung dieser Methode auf große Datenbestände (in der Größenordnung von mehreren Terabyte) setzt eine spezialisierte Technologie voraus. Tatsächlich ist dies eine der ersten erfolgreichen kommerziellen Anwendung massiv paralleler Rechnerarchitekturen (Connection Machine und Data Vaults, Thinking Machine Corporation). Für „kleinere“ Mengen (Megabytes), wie sie in Lokalen Netzwerken (*local area networks*, LAN) typischerweise aufliegen, kann dieser Ansatz aber durchaus auch auf herkömmlichen seriellen Architekturen eingesetzt werden (etwa auch zur Aufbereitung des privaten Archivs an elektronischer Post).

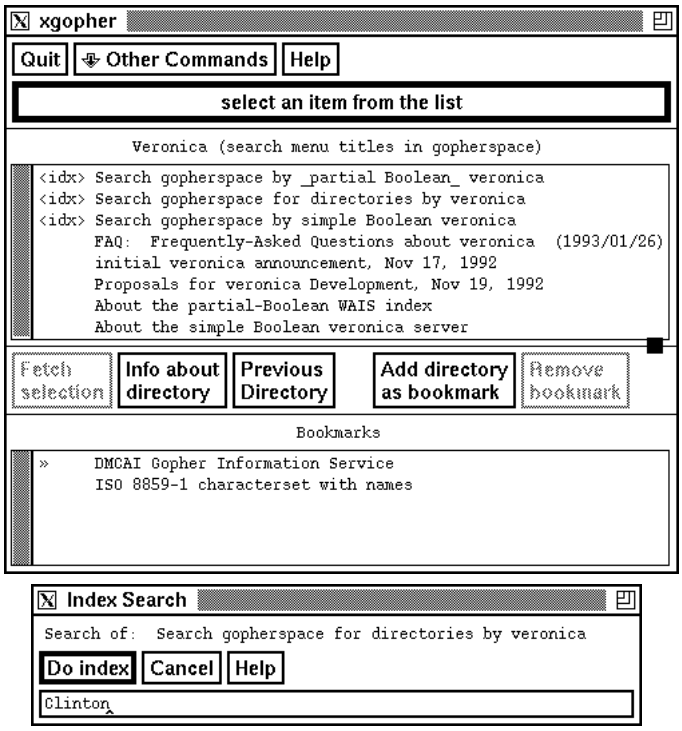
Zur Verbreitung der Technologie wird eine Version des WAIS Systems von Thinking Machines Corporation unentgeltlich zur Verfügung gestellt. Inzwischen gibt es weit über 300

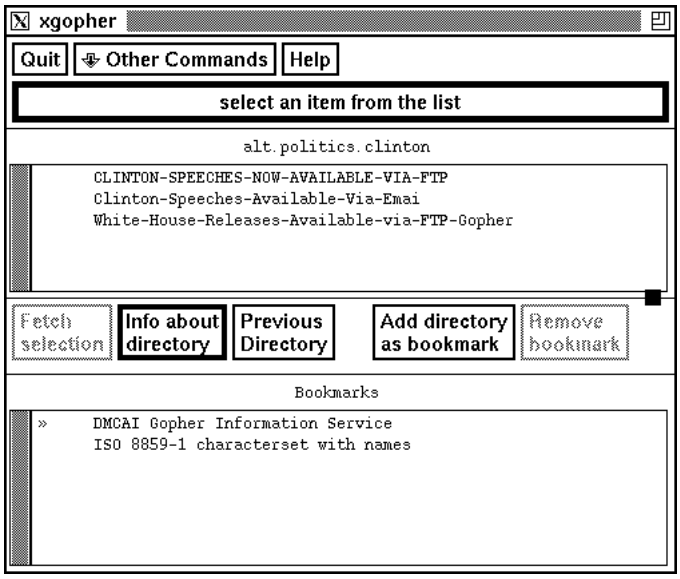
große WAIS Anbieter, die in besonderen Adaptierungen etwa auch im Rahmen des *human genome projects* (eingebettet in Gopher, s.u.) eingesetzt werden.

Ein wichtiges Forschungsgebiet ist die Ausdehnung und Anwendung des *relevance feedback* auf nichttextuelle Datenbestände wie Grafiken und Bilder, mit zunehmender Digitalisierung auch dynamische Daten wie Musik und Bildsequenzen/Animationen/Video. Daneben hat auch die Definition eines möglichst vielseitigen wohldefinierten Standards für das Abfrageprotokoll große Bedeutung; hierin werden auch kommerzielle Aspekte, etwa die Kosten einer Transaktion, berücksichtigt. Ein WAIS Demonstrationssystem ist bei Thinking Machines Corporation über telnet (quake.think.com, Loginname: wais) frei zugänglich.

Gopher

Der Internet Gopher [Alberti *et al.*, 1992a], [Alberti *et al.*, 1992b] wurde ursprünglich als universitäres kampusweites Informationssystem konzipiert. Das Dateisystem eines LAN wird dabei auf eine hierarchische Menüstruktur abgebildet. Als Einträge eines Menüs können Dokumente (Text, Graphik, Ton, usw.) und Verzeichnisse aufscheinen, letztere führen bei Anwahl zur Anzeige ihres Inhalts als weiteres Menü. Diese lokalen Hierarchien werden noch um verschiedene „Verweistypen“ erweitert: derzeit sind Verweise auf andere Gopher Anbieter, anonymous FTP Archive, telnet Adressen (interaktives Login bei Anwahl), lokale Programme (die bei Anwahl ausgeführt werden, z.B. Schnittstelle zum Archie System) und WAIS Anbieter realisiert. Letztere fragen bei Anwahl die BenutzerInnen nach Suchbegriffen, setzen danach die Frage ab und präsentieren das Suchresultat wiederum in Form eines Menüs.





Xgopher - ein Gopher Klient für das X Window System

In dieser Sequenz wird zunächst der Veronica server angewählt,, konsultiert und schließlich eines der Suchergebnisse (ein Archiv einer USENET News Newsgroup) angewählt. Angezeigte Menüpunkte können durch einfaches Anklicken angewählt werden oder auch in die private Sammlung von „Lesezeichen“ aufgenommen werden.

> Aufgrund der einfachen Installierung verbreiteten sich Gopher Anbieter bald nach der Einführung lawinenartig über das gesamte Internet auf den verschiedensten Plattformen: viele anonymous FTP Anbieter beschränken zu den Hauptzugriffszeiten den Zugang bereits ausschließlich auf Gopher Klienten, da hier jeder Zugriff als eigene FTP Transaktion abgewickelt wird und somit die in der Praxis bei der direkten Benutzung von ftp oft auftretenden Totzeiten vermieden werden.
>
> Zur Navigation in diesem weltweiten Gophernetzwerk stehen bereits verschiedartige Hilfen zur Verfügung, die von einfachen *bookmarks* zur Markierung bestimmter Stellen bis zum *Veronica* system, einem laufend aktualisiertem Index aller Gopher Menüs (ähnlich dem Archie System für anonymous FTP Anbieter) reichen.
>
> Bezeichnend für die hohe Akzeptanz des Gopher Ansatzes ist auch die breite Palette signifikanter Anwendungen, die von langfristigen Projekten wie dem *human genome project* (mit WAIS Schnittstellen zu den Datenbanken) bis zur Veröffentlichung aktueller Informationen (z.B. die offiziellen Dokumente zu den NAFTA und Maastricht Verträgen, oder die Texte der offiziellen Stellungnahmen der Regierung der USA) reicht.

Ähnlich Prospero (s.o.) liegt der vielleicht wesentlichste Nachteil des Gopher Systems in der vorgegebenen Granularität in Form von Dateien bzw. der strikten Trennung zwischen „Informationseinheiten“ — Inhalte, die nach Anwahl eines Menüpunktes angezeigt werden — und Verweisen — die Menüs selbst. Ein Demonstrationssystem ist über telnet consultant.micro.umn.edu (Loginname: gopher) frei zugänglich.

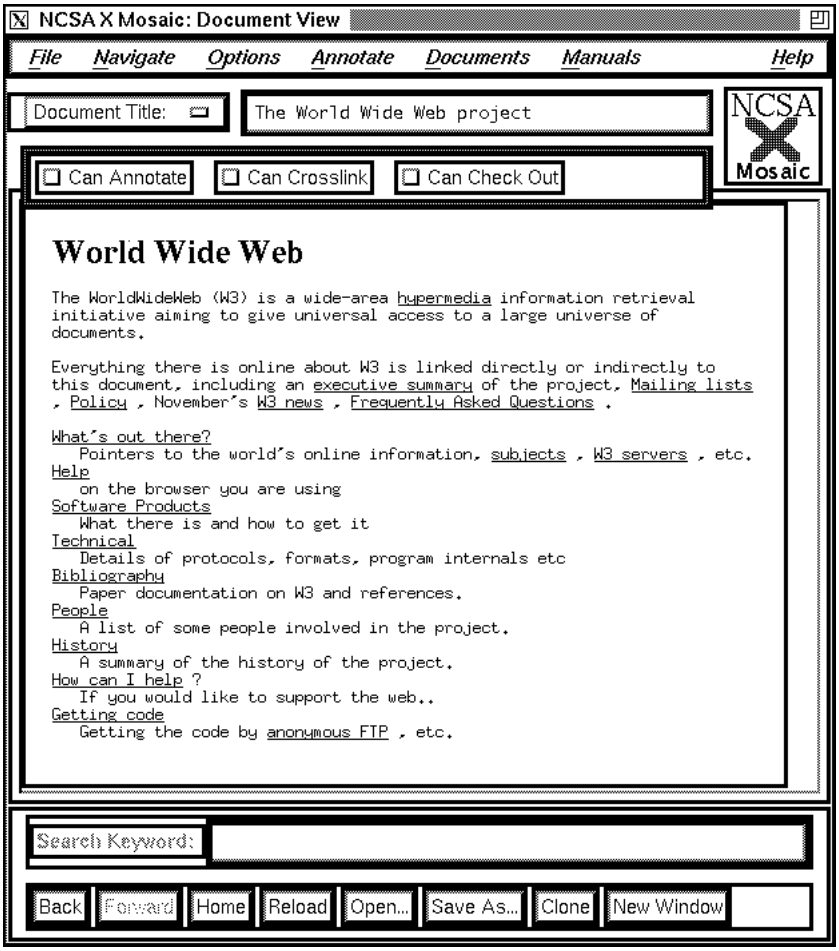
World Wide Web

Das World Wide Web Projekt [Berners-Lee *et al.*, 1992a], [Berners-Lee *et al.*, 1992b], [Berners-Lee, 1992b], [Berners-Lee, 1992a] hat die Realisierung eines weltweiten Hypermediasystems

zum Inhalt, wobei das Internet als „Trägersystem“ verwendet wird. Den Ausgang fand das Unternehmen als Informationssystem im Bereich der Hochenergiephysik, die aufgrund ihrer Bedürfnisse über sehr gute Datenkommunikationspfade verfügt.

Der wesentliche Unterschied zum Internet Gopher (s.o.) ist die Verwendung von HTML, einer an SGML angelehnten Definitionssprache, zur Beschreibung des Inhalts von Informationsknoten. Solche Informationsknoten umfassen Volltexte (Einbindung von Graphiken, Video und Ton in Arbeit) mit Verweisen, „Titelseiten“ (enthalten Verzeichnisse, so wird unter anderem auch eine Schnittstelle zum Internet Gopher angeboten) und „Indizes“ (ermöglichen die Eingabe von Suchbegriffen, auf diese Art sind unter anderem auch Schnittstellen zu WAIS und Archie Anbietern realisiert). Verweise können sich in HTML auf ganze Informationsknoten beziehen, aber auch bestimmte Stellen innerhalb eines Knotens referenzieren.

Neben den von anderen Internet Dienstleistungen zur Verfügung gestellten Transportprotokollen NNTP (*NetNews Transfer Protocol*) und FTP wurde auch ein spezielles Protokoll, HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) implementiert, das u.a. auch die Übertragung von Dateiteilen unterstützt.



X-mosaic - ein World-Wide Web Klient für das X Window System

X-mosaic ist ein Motif basierter World-Wide Web Klient für das X Window System. Hypertext Verbindungen sind im Beispielfall durch unterstrichenen Text gekennzeichnet und können durch Anklicken

aktiviert werden. Neben den beiden Menüs „Documents“ (für generische World-Wide Web Knoten) und „Manuals“ (für Knoten, die online Dokumentationen darstellen), die vom Benutzer konfiguriert werden können (ähnlich den „Lesezeichen“ beim xgopher Klienten), verdient das Menü „Annotate“ eine besondere Erwähnung: über dessen Einträge ist eine erste Variante der Ergänzung der in den Hypertext Knoten enthaltenen Information durch persönliche Vermerke realisiert. Diese werden in der aktuellen Version noch im lokalen Dateisystem abgelegt und sind daher privater Natur (nur für den einzelnen Benutzer zugänglich); ein generisches Schema für öffentlich zugängliche Annotationen wird derzeit diskutiert.

> Aus der insbesondere im Vergleich zum Internet Gopher höheren Komplexität des World-Wide Web folgt eine langsamere Verbreitung der Klienten und Anbieter. So ist eine Aufbereitung selbst textueller Informationseinheiten in der Form von HTML Dokumenten notwendig bzw. wünschenswert, für eine vollständige Ausnutzung der in HTML vorgesehenen Möglichkeiten bedarf es graphikorientierter multimedialer *browser* (Benutzerschnittstellen). Darüberhinaus wird an der Definition der HTML selbst noch laufend gearbeitet. Allmählich beginnt sich jedoch insbesondere die feine Granularität als wesentlicher Vorteil abzuzeichnen.

Ein Demonstrationssystem in Form eines zeilenorientierten Browsers ist über die telnet Adresse info.cern.ch (Loginname: www) zugänglich.

Directory Services

Neben den bisher aufgezählten „spontan“ entstandenen Zugangswegen zum Internet Docuverse gibt es eine Reihe von spezifischeren Informationsdiensten bzw. anspruchsvollere Ansätze, die mittel- bis langfristig die Funktionalität der oben erwähnten Systeme subsummieren sollen. Dieses Thema soll im folgenden nur kurz angerissen werden.

Grob lassen sich diese Informationsdienste in Analogie zu den Telefonbüchern in die „Weißen“ und „Gelben“ Seiten (*White and Yellow Pages Service*, [Sollins, 1989]) unterteilen: erstere bieten Informationen über Internet BenutzerInnen an, letztere über angebotene Dienstleistungen.

Internet Weiße Seiten

finger und whois

Zu Dienstleistungen, die Informationen über Internet Benutzer liefern, zählen *finger* [Zimmerman, 1991] und *whois* [Harrenstien *et al.*, 1985]. Auf diesem Weg können unter anderem Loginname, Telephonnummer, Adresse aber auch Betätigungsbereiche/aktuelle Projekte abgefragt werden. Während finger typischerweise nur lokale Information anbietet, verfügen whois Anbieter meist über größere Datenmengen, z.B. Informationen über ganze Universitäten. Ein wesentlicher Nachteil dieser beiden frühen Systeme ist der stark eingegrenzte Suchraum: bei finger wird z.B. die Kenntnis des FQDN des Rechners, auf dem der Benutzer registriert ist, vorausgesetzt. Die Klienten für *finger* und *whois* stehen üblicherweise auf jedem im Internet eingebundenen Rechner zur Verfügung. Hingegen sind insbesondere die *finger* Anbieter auf vielen Rechnern aus Sicherheitsgründen nicht allgemein zugänglich.

USENET contributor e-mail addresses

Eine einfache Alternative, die auch BenutzerInnen erfaßt, die nicht auf direkt dem Internet angeschlossenen Knoten arbeiten, ist die WAIS Datenbank der *USENET contributor e-mail addresses*: hier wird anhand der Köpfe der Beiträge zu den USENET News ein Datenbank automatisch laufend aktualisiert. Der notwendigerweise qualitativ geringen Information (e-mail Adresse und voller Name) steht ein quantitativ relativ großer Umfang (knapp 300000 Einträge) gegenüber. Diese Datenbank ist über den frei zugänglichen WAIS server (telnet quake.think.com, login: wais, source: usenet-addresses) abfragbar.

netfind

Eine auf whois aufsetzende Erweiterung zur Ermöglichung einer verteilten und unterspezifizierten Suche aktuellerer Information (z.B. nur auf dem Familiennamen und dem Land beruhend) ist *netfind* [Schwartz and Tsirigotis, 1991]. Die Grundidee dabei ist, aus den Benutzerangaben eine plausible Untermenge der Internet Knoten auszuwählen, die dann jeweils mittels des whois und/oder finger Protokolls überprüft wird. Weitere Informationsdienste (z.B. X.500, s.u.) können auf einfache Art in das netfind System eingebunden werden. Ein öffentlicher Zugang steht via telnet auf ra.oc.com (Loginname netfind) zur Verfügung.

Knowbot

Ähnlich wie netfind ermöglicht es auch das *Knowbot Information Service* [Droms, 1989], mehrere unabhängige Informationsquellen (neben den bereits angeführten finger und whois z.B. auch PSI White Pages oder MCI Mail) gleichzeitig abzufragen. Die Antworten werden in einem einheitlichen Format ausgegeben. Knowbot ist über telnet auf nri.reston.va.us (port 185) frei zugänglich.

Internet Gelbe Seiten

Beispiele für „Gelbe Seiten“ sind die *Wugate Services*, das elektronische Bibliotheks- und Datenbankszugriffsystem der Washington University in Saint Louis (telnet wugate.wustl.edu, Loginname: services), das *TechInfo* System des MIT (telnet techinfo.mit.edu) oder *Hytelnet*, ein einfaches Hypertextsystem als Benutzerschnittstelle zu vielen verschiedenen interaktiven Internet Dienstleistungen (knapp 1000 Einträge, größtenteils telnet Verbindungen zu Bibliotheken; Demonstrationssystem: telnet access.usask.ca, Loginname: hytelnet).

X.500

Einer der umfassendsten Ansätze ist das *X.500* CCITT Protokoll [Weider and Reynolds, 1992], [Weider *et al.*, 1992], das ein globales, verteilt organisiertes und umfassendes Verzeichnis zur Verfügung stellen soll. Das dezentrale Konzept dieses Systems soll sicherstellen, daß die antizipierten riesigen Datenmengen bewältigbar bleiben; gleichzeitig ergeben sich daraus aber Probleme in Hinblick auf Datensicherheit und -konsistenz. Benutzerfragen werden verteilt abgearbeitet, wobei mächtige Suchverfahren zur Verfügung gestellt werden können. Da (fast) beliebige Datenstrukturen in X.500 definiert und verwendet werden können, ist absehbar, daß dieses System künftig auch Funktionalitäten subsummieren wird, wie sie anhand von Projekten wie World-Wide-Web und Gopher sondiert werden. Über 400 Organisationen nehmen an

einem Pilotprojekt teil, in dem rund 400000 Teilnehmer eingetragen sind. Zugang zu einem Demonstrationssystem ist über telnet auf der Adresse wp.psi.com (Loginname: fred) möglich.

Zusammenfassung

Dieser kurze Überblick soll das reiche Angebot an Zugriffswerkzeugen andeuten, das am Internet bereits verfügbar ist. Wie bereits angesprochen, hat dabei vielfach ein pragmatischer Ansatz wesentlichen Anteil am Erfolg: Der Einsatz einfacher Protokolle, die Realisierung kompatibler Erweiterungen und die Einbindung komplementärer Dienstleistungen ermöglichten eine rasche Abdeckung verschiedenster Themenbereiche. Gleichzeitig finden viele Systeme auch innerhalb lokaler Netzwerke — in manchen Fällen selbst für einzelne BenutzerInnen — sinnvolle Einsatzgebiete. Die somit gewonnenen Erfahrungen leisten einen wichtigen Beitrag beim Entwurf anspruchsvollerer und vielseitigerer Systeme.

Ausblick

Abschließend sollen noch einige wichtige Entwicklungstendenzen aufgezeigt werden, wie sie sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt abzeichnen.

Im untersten Bereich des eigentlichen Informationsmaterials werden immer umfassendere Mengen an „Rohdaten“ zusammengestellt und angeboten. Dabei kann es sich etwa um naturwissenschatliche Meßdaten oder große Textkorpora handeln. Daraus folgt, daß der Bereich *HyperData* wesentlich an Bedeutung gewinnen wird: Je nach Bedarf erfolgt erst zum Zeitpunkt des Zugriffs eine Aufbereitung der Daten (Erstellung von Graphiken, „Abstraktion“ in Form der Berechnung von Kennwerten, Generierung von Inhaltsangaben, usw.).

Auf der Ebene der Navigation im Datenuniversum werden verschiedene Varianten des *Docuverse* Konzeptes realisiert und erforscht. Erstmals werden dabei große Mengen verschiedenster Datenarten erfaßt, der Umgang mit dynamischer Information (z.B. Ton und Video) stellt dabei ebenso neue Anforderungen wie das Phänomen des Alterns von Datenbeständen. Ein in diesem Zusammenhang erwähnenswertes System ist *Hyper-G* [Kappe and Maurer, 1992], das ebenfalls bereits über telnet zugänglich ist (telnet finfo.tu-graz.ac.at, Loginname: info; die multimedialen Aspekte werden bei dieser Zugangsart zwangsläufig noch vernachlässigt).

Eine Abstraktionsebene höher findet die Auseinandersetzung mit dem Thema *Resource Discovery* statt: stellvertretend seien hier das Konzept der *Information Brokers* und die *Resource Discovery Architecture* [Deutsch, 1992] genannt. Insgesamt geht der Trend dahin, die konventionellen Navigationstechniken als Sonderfall in die Domäne der bedarfsgesteuerten Pfadgenerierung aufzunehmen.

In vielerlei Hinsicht kommen Techniken aus dem Bereich der *Artificial Intelligence* zum Einsatz, z.B. natürlichsprachige Systeme für die Realisierung von Benutzerschnittstellen [Trost *et al.*, 1987], [Trost *et al.*, 1992] aber auch zur Verarbeitung von Textmaterial, Wissensrepräsentationsformalismen für die Speicherung und Verarbeitung von Daten [Shapiro, 1992], [Finin *et al.*, 1992b], [Finin *et al.*, 1992a] oder Benutzermodellierungen und Planungsalgorithmen zur Interaktionsunterstützung.

Die Verwendungsmöglichkeiten des Internet als „Substrat“ für die Interaktion zwischen BenutzerInnen wurden u.a. in der spielerischer Form verteilter Labyrinthe (*multi-user dungeon*, MUD) realisiert, auch das *internet relay chat* (IRC, [Pioch, 1993]), in dem im Gegensatz zu den „schwarzen Brettern“ der interaktive Dialog zwischen den Benutzern ermöglicht

wird erfreute sich sehr rasch großer Beliebtheit. Die Mächtigkeit solcher virtueller Welten wurde durch die Einbringung objektorientierter Programmiertechniken (*MUD object oriented*, MOO) noch wesentlich erweitert. Mittlerweile wird in Projekten wie dem *MediaMOO* des MIT Media Lab untersucht, wie diese neuen Kommunikationsformen zur Verbesserung der wissenschaftlichen Kommunikation eingesetzt werden können [Bruckman, 1992].

Zuletzt können auch in Bezug auf die Interaktionsmedien selbst Beobachtungen angeführt werden. Der Zugang zum Docuverse wurde als wichtiges neues Marktsegment erkannt: Insbesondere in den USA, aber auch in Europa vermehren sich die Angebote laufend, wobei sich unter anderem Telephongesellschaften und Fernsehanstalten stark konkurrenzieren. Gleichzeitig werden vermehrt Radiofrequenzbereiche für den Datenverkehr reserviert — der durch diesen „drahtlosen" Netzzugang in Kombination mit *personal digital assistents* vorhersehbare weitgehend ortsunabhängige Zugang zur Informationswelt erweitert die Palette von Informationskategorien, für die Nachfrage bestehen wird. Die soziologische und philosophische Debatte über die Konsequenzen dieser schrittweisen „vollkommenen" Einbettung in eine virtuelle Realität ist bereits angelaufen.

Literaturverzeichnis

[Alberti *et al.*, 1992a] B. Alberti, F. Anklesaria, P. Lindner, M. McCahill, and D. Torrey. The internet Gopher protocol. University of Minnesota Microcomputer and Workstations Networks Center, 1992.

[Alberti *et al.*, 1992b] B. Alberti, F. Anklesaria, P. Lindner, M.P. McCahill, and D. Torrey. Gopher+. University of Minnesota Microcomputer and Workstations Networks Center, 1992.

[Berners-Lee *et al.*, 1992a] T. Berners-Lee, R. Cailliau, J.-F. Groff, and B. Pollermann. World-Wide Web: The Information Universe. *Electronic Networking: Research, Applications and Policy*, 1(2), 1992.

[Berners-Lee *et al.*, 1992b] T. Berners-Lee, R. Cailliau, J.-F. Groff, and B. Pollermann. World-Wide Web: An Information Infrastructure for High-Energy Physics. CERN, Geneva, Switzerland, info.cern.ch:/pub/www/doc/aihep92.ps, 1992.

[Berners-Lee, 1992a] T. Berners-Lee. The World-Wide Web Book. CERN, Geneva, Switzerland, info.cern.ch:/pub/www/doc/the_www_book.ps.Z, 1992.

[Berners-Lee, 1992b] T. Berners-Lee. World-Wide Web Bibliography. CERN, Geneva, Switzerland, info.cern.ch:/pub/www/doc/bibliography.text, 1992.

[Bruckman, 1992] A. Bruckman. Identity workshop: Emergent social and psychological phenomena in text-based virtual reality. MIT Media Laboratory, 1992.

[Bush, 1945] V. Bush. As We May Think. *Atlantic Monthly*, 1945.

[Cate, 1992] V. Cate. Alex — a Global Filesystem. School of Computer Science, Carnegie Mellon University, 1992.

[Deutsch, 1992] P. Deutsch. Resource Discovery in an Internet Environment. Master's thesis, School of Computer Science, McGill University, Montreal, 1992.

[Droms, 1989] R. Droms. The Knowbot Information Service. Bucknell, 1989.

[Emtage and Deutsch, 1992] A. Emtage and P. Deutsch. archie — An Electronic Directory Service for the Internet. In *Proc. Usenix Tech Conf.*, pages 93–110, January 1992.

[Finin *et al.*, 1992a] T. Finin, R. Fritzson, and D. McKay. A Language and Protocol to Support Intelligent Agent Interoperability. Univ. of Maryland, Baltimore MD, USA, 1992.

[Finin *et al.*, 1992b] T. Finin, D. McKay, and R. Fritzson. An Overview of KQML: A Knowledge Query and Manipulation Language. Computer Science, Univ.of Maryland, Baltimore, 1992.

[Harnad, 1992a] S. Harnad. Interactive publication: Extending the american physical society's discipline-specific model for electronic publishing. *Serials Review*, Special Issue on "Economic Models for Electronic Publishing":59–62, 1992.

[Harnad, 1992b] S. Harnad. Scholarly skywriting and the prepublication continuum of scientific inquiry. Psychology Dept., Princeton University, Princeton NJ, USA, 1992.

[Harnad, 1992c] S. Harnad. The Post-Gutenberg Galaxy: The Fourth Revolution in the Means of Production of Knowledge. *Public-Access Computer Systems Review*, 2(1):39–53, 1992.

[Harrenstien *et al.*, 1985] K. Harrenstien, M.Stahl, and E. Feinler. NICNAME/WHOIS. RFC 954, SRI International, 1985.

[Kahle and Medlar, 1991] B. Kahle and A. Medlar. An Information System for Corporate Users: Wide Area Information Servers. Thinking Machines Corporation, Cambridge, MA, 1991.

[Kahle, 1991] B. Kahle. Overview of Wide Area Information Servers. Thinking Machines Corporation, 1010 El Camino Real, Menlo Park, CA 94025, 1991.

[Kahle, 1992] B. Kahle. Wide Area Information Server Concepts. Thinking Machines Corporation, Cambridge, MA, 1992.

[Kappe and Maurer, 1992] F. Kappe and H. Maurer. Hyper-G Specification of Requirements. IICM, Institutes for Information Processing Graz, Graz University of Technology, 1992.

[Kehoe, 1992] B. Kehoe. *Zen and the art of the Internet: A Beginner's Guide*. Prentice Hall, second edition, 1992. ISBN 0-13-010778-6.

[Lottor, 1992] M. Lottor. Internet Growth (1981–1991). RFC 1296, SRI International, Network Information Systems Center, 1992.

[Martin, 1993] J. Martin. There's Gold in them Networks! or Searching for Treasure in all the Wrong Places. RFC 1290, Ohio State University, 1993.

[Mockapetris, 1987a] P. Mockapetris. Domain Names — Concepts and Facilities. RFC 1034, USC/Information Sciences Institute, 1987.

[Mockapetris, 1987b] P. Mockapetris. Domain Names — Implementation and Specification. RFC 1035, USC/Information Sciences Institute, 1987.

[Nelson, 1980] T. Nelson. Replacing the printed word: A complete literary system. In S.H. Lavington, editor, *Proc. IFIP Congress 1980*, pages 1013–1023. North-Holland, 1980.

[Neuman, 1990] B.C. Neuman. The virtual system model: A scalable approach to organizing large systems. Technical Report 90-05-01, Dept. of Computer Science and Engineering, Univ. of Washington, FR-35, Seattle, Washington 98195, 1990.

[Neuman, 1992] B.C. Neuman. The Prospero File System, Information Sciences Institute. University of Southern California, Marina del Rey, CA, 1992.

[Pioch, 1993] N. Pioch. A short irc primer. Univ. Lyon, France, 1993.

[Postel, 1981a] J. Postel. Internet Protocol — DARPA Internet Program Protocol Specification. RFC 791, DARPA, 1981.

[Postel, 1981b] J. Postel. Transmission Control Protocol — DARPA Internet Program Protocol Specification. RFC 793, DARPA, 1981.

[Riehm *et al.*, 1992] U. Riehm, K. Böhle, I. Gabel-Becker, and B. Wingert. *Elektronisches Publizieren. Eine kritische Bestandsaufnahme*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New-York, 1992.

[Schwartz and Tsirigotis, 1991] M.F. Schwartz and P.G. Tsirigotis. Experience with a Semantically Cognizant Internet White Pages Directory Tool. Dept. of Computer Science, University of Colorado, 1991.

[Shapiro, 1992] S.C. Shapiro. KQML — Issues and Review. Dept. of Computer Science and Center for Cognitive Science, State Univ. of N.Y. at Buffalo, 1992.

[Sollins, 1989] K.R. Sollins. Plan for Internet directory services. RFC 1107, M.I.T. Laboratory for Computer Science, 1989.

[Stanfill and Kahle, 1986] C. Stanfill and B. Kahle. Parallel Free-Text Search on the Connection Machine System. *Communications of the ACM*, 29(12):1229–1239, 1986.

[The Economist, 1992] The Fruitful, Tangled Trees of Knowledge. *The Economist*, pages 99–102, June 20th 1992.

[Trost *et al.*, 1987] H. Trost, E. Buchberger, W. Heinz, C. Hoertnagl, and J. Matiasek. „Datenbank-DIALOG“ - a german language interface for relational databases. *Applied Artificial Intelligence*, 1(2):181–203, 1987.

[Trost *et al.*, 1992] H. Trost, W. Heinz, J. Matiasek, and E. Buchberger. Datenbank-DIALOG and the Relevance of Habitability. In *Proceedings of the Third Conference on Applied Natural Language Processing*. Association for Computational Linguistics, 1992.

[Weider and Reynolds, 1992] C. Weider and J. Reynolds. Executive Introduction to Directory Services Using the X.500 Protocol. RFC 1308, Directory Information Services Infrastructure Working Group, 1992.

[Weider *et al.*, 1992] C. Weider, J. Reynolds, and S. Heker. Technical Overview of Directory Services Using the X.500 Protocol. RFC 1309, Directory Information Services Infrastructure Working Group, 1992.

[Zimmerman, 1991] D. Zimmerman. The Finger User Information Protocol. RFC 1288, DIMACS, Rutgers University, 1991.