Plattformunabhängige Verarbeitung und Auswertung medizinischer Bilder mittels WWW-Internet Server

István Pál und Georg Michelson

Augenklinik mit Poliklinik Universität Erlangen–Nürnberg
Schwabachanlage 6. (Kopfklinikum), D–91054 Erlangen
Email: inpal@cip.informatik.uni-erlangen.de
michelson.georg@augen.med.uni-erlangen.de

Zusammenfassung In dieser Arbeit möchten wir vorstellen, wie man große, rechnenaufwendige Aufgaben mit Hilfe eines WWW-Servers auch auf Arbeitsrechnern durchführen kann, die geringe Hardwareparameter haben. Ein Demo ist unter http://agy.bgytf.hu/~pali/retanal/retanal.cgi zu finden.

Schlüsselwörter: Bildübertragung, verteiltes System, WWW-Server, CGI-Script,

1 Einleitung

Die an der Klinik vorhandenen Arbeitsrechner sind meistens für Textverarbeitung und nicht für rechnenaufwendige Arbeit geeignet. In der Medizin gibt es aber immer mehr Aufgaben, wo die Methoden der Bildverarbeitung, Computergrafik und Soft Computing angewendet werden. In diesen Fällen besteht ein großer Rechnenaufwand. So ist es z.B:

- In der Bildverarbeitung
  - Computer Tomographie (CT)
  - Auswertung von Ultraschall- und Röntgenbilder
  - Scanning Laser Dopper Flowmetry (SLDF)
- In der Computergrafik:
  - 3D Modellierung (Schädel, Zahnprothese, usw.)
  - Beleuchtungsmodellierung, Rendering
- In der Soft Computing
  - Neuronale Netze und Fuzzy–Systeme zur Klassifikation

Die Verarbeitung medizinischer Bilder soll auch auf den Rechnern mit geringen Hardwareparametern ausführbar sein. Die Arbeit soll auf verschiedenen Rechnerarchitechturen (IBM PC, Machintos, Sun Workstation, usw.) mit verschieden Betriebsystemen (UNIX, OS/2, Dos, Win95/98/NT) durchzuführen sein. Das Ziel ist also eine kostengünstige und platformunabhängige Lösung für den hochen Rechneraufwand. Es soll sowohl für Hardware, als auch für Software gelten. Eine Lösungsmöglichkeit obigen Problemstellungen kann die verteilte Datenverarbeitung im Rechnernetz sein. Dazu wird die Verarbeitung der Daten in einem Client/Server Modell durchgeführt, wo die Arbeitsrechner als Client und ein Hochleistungsrechner als Server verwendet sind. Die Arbeitsrechner sind in einem lokalen heterogenen Netz miteinander und mit dem Hochleistungsrechner lokal oder durch das Internet verbunden.

2 Verteilte Datenverarbeitung im Rechnernetz

Es gibt verschiedene Möglichkeiten für die verteilte, Client/Server Datenverarbeitung über das TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) [1]. Das Xwindow für Web (UNIXLink 97) [2] gibt eine Möglichkeit für X-Anwendungen über das WWW mittels eines Web-Browsers auszuführen. Eine andere Möglichkeit ist die Virtual Network Computing (VNC) [3], die die Steuerung der Rechner über das Netz mit beliebigen Betriebsystemen (Win95, OS/2, Linux/Unix) ermöglicht. Nach der Untersuchung der Möglichkeiten zur verteilten Datenverarbeitung haben wir festgestellt, daß das Common Gateway Interface (CGI) des WWW-Servers diejenige Lösung ist, die den obigen Bedingungen entspricht.

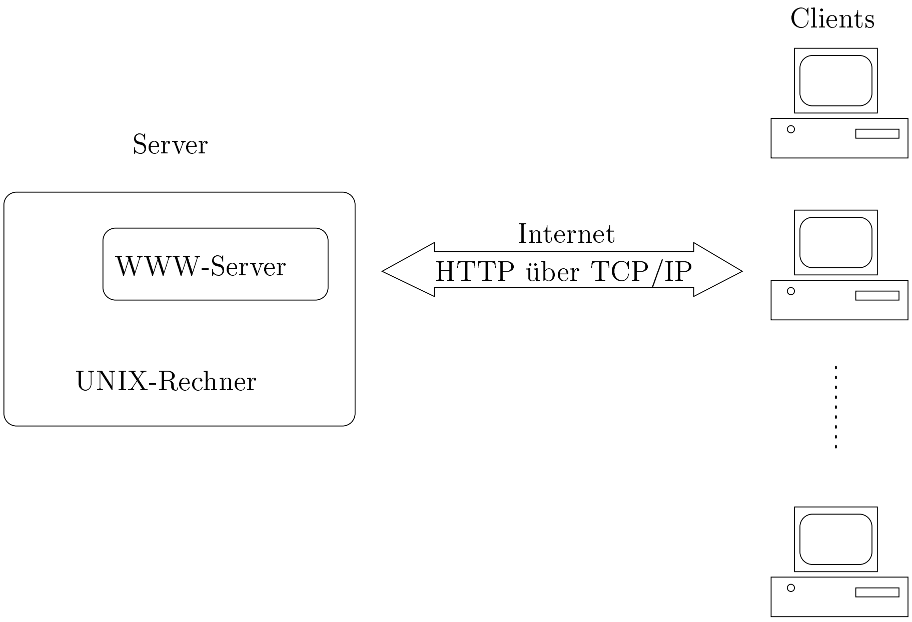
3 Verteilte Datenverarbeitung durch WWW

Die vorgeschlagene Lösung beruht auf einer Bild- bzw. Datenübertragung und auf einer Remote-Verarbeitung auf einem Hochleistungsrechner, auf dem ein World Wide Web (WWW) Server installiert ist. Der WWW-Server basiert auf einem Client/Server Modell (ein verteiltes System), wo der Server auf einem Hochleistungsrechner und die Clients auf den Arbeitsrechnern laufen (siehe Abb. 1). Als Server kann der freiverfügbare Apache-Webserver und als Client ein beliebiger Web-Browser z.B. Netscape Navigator eingesetzt werden. Die Verarbeitung und die Auswertung kann auf dem Server paralell durchgeführt werden. Das System ist in dem Sinn plattformunabhängig, daß der Web-Browser Netscape (der Client) unter verschiedenen gängigen Betriebsystemen (UNIX, OS/2, Dos, Windows95/98/NT) und auf beliebigem Arbeitsrechner zur Verfügung steht. Diese Plattformunabhängigkeit ermöglicht die Arbeit auch in einem heterogenen Rechnernetz. Zur Bildübertragung kann sowohl das lokale Netzwerk, als auch das Internet verwendet werden, was den Bild- und Datenaustausch zwischen Instituten durch einen gemeinsamen Hochleistungsrechner ermöglicht.

3.1 Daten- und Bildübertragung mittels WWW-Servers

Die Daten- und Bildübertragung zwischen dem WWW-Server und dem Web-Browser wird über das Protokoll TCP/IP [1] und über das darauf aufgebaute Hyper Text Transfer Protocol (HTTP) Protokoll [4] abgewickelt. Die auf dem Client hergestellten Bilder, die aus dem lokalen oder auch aus dem remoten

Abbildung1. Clien/Server Modell für WWW



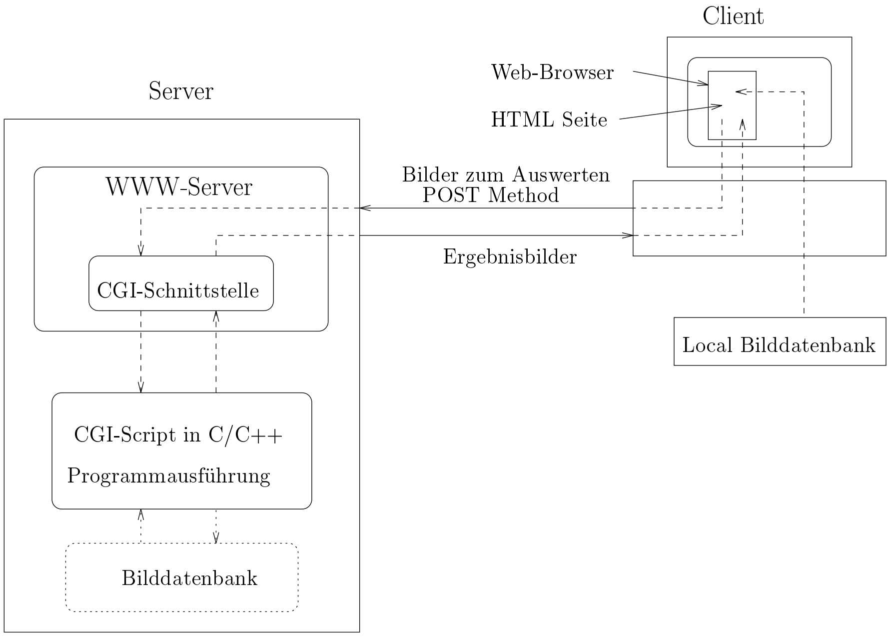
Bilddatenbank ausgewählt werden können, werden auf den WWW-Server aufgeladen. Dies erfolgt durch die sogenannte POST–Methode in der Hypertext Markup Language (HTML) [4].

3.2 Die CGI-Schnittstelle

Die Daten werden durch die CGI-Schnittstelle empfangen und durch ein CGI-Script (ein Programm in beliebiger Programmiersprache, z.B. C, C++, perl, usw.) [5] verarbeitet. Die Ergebnisse werden zu dem Client zurückgeleitet, bzw. auf dem Web-Browser an dem Bildschirm erschienen (siehe Abb. 2). Die freiverfügbare `cgihtml` C–library von E. E. Kim erleichtert die CGI Parsing und HTML Ausgangsfunktions. Mit einer kleinen Korrektion im library kann das CGI-Script des Servers die Anforderungen von beliebigen Clients verarbeiten. Bei der Verwendung des CGI-Sripts muß eine große Aufmerksamkeit auf die Siherheitsfragen liegen. Vor allem muß hier die System- und die Patientensicherheit erwähnt werden.
Nachteile der Verwendung des CGI-Sriptes sind:

- Die geringe Interaktivität
- Jede Anforderung zum Server wird als ein eigenes Prozess gestartet
- Schwierigkeiten bei der Programmfehlersuche

Abbildung2. Datenübertragung im WWW



Vorteilen:

- Schnelle, parallele und plattformunabhängige Verarbeitung
- Preisgünstige Hardware,- und Softwareausrüstung

4 Ein CGI-Auswertungsystem für SLDF-Bilder

In der Augenklinik in Erlangen wurden Experimente durchgeführt, wo die automatische Auswertung der SLDF-Perfusionsbilder durch einen WWW-Server verwirklicht wurde. Der Anwender (Arzt) kann die Bilder mit Hilfe eines Netscape Navigators (Web-Browser) aus der lokalen (aber auch aus einer remoten) Bildatenbank auswählen (siehe Demo: http://agy.bgytf.hu/˜pali/retanal/retanal.cgi), dann auf den Remote-Server aufladen bzw. für den CGI-Script übergeben und automatisch auswerten lassen. Nach der schnellen Verarbeitung werden die Ergebnisse an dem Bildschirm des Arbeitsrechners wieder erscheinen. Wegen dem Unix-Betriebsystem ist die gleichzeitige Übertragung und Verarbeitung von mehreren Bildern möglich, die von einem Anwender (Multitasking) und/oder auch von mehreren Anwendern (Multiuser) verarbeitet werden.

In unserem System wurde für die Verarbeitung der SLDF-Bilder einen Apache WWW-Server unter einem Betriebsystem Linux auf einem dual Pentium

Pro PC eingesetzt. Als Clients wurden die PCs, die auf das Netz zugeschaltet waren, ohne weitere Hardware und Software ausgerüstet.

Um die hoche Netzbelastung zu vermeiden, haben wir nicht die originallen Meßdaten der Bilder (ca. 2MB), sondern die von Meßdaten hergestellten Bilder ($<$ 100KB) [6] übertragen. So haben wir wegen der Bilddateigröße eine wesentlich schnellere Übertragung erreicht.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Es gab einen bedeutenden Zeitunterschied zwischen der "single User Verarbeitung" auf einem Dos/Windows Rechner und der Client/Server Verarbeitung auf einem Linux Rechner, wobei die Client/Server Konfiguration mit "multiuser Bildübertragung" belastet war.

Eine interaktive Oberfäche in Java ist geplant, um die Nachteile des CGI-Scriptes, also die Interaktivitätsprobleme zu vermeiden. So kann das CGI-Script in Kombination mit der Programmiersprache JAVA, JAVA Applet [7, 8] oder Servlets verwendet werden.

Literatur

1. Washburn K, Evans J: *TCP/IP running a successful network.* Addison–Wesley Longman Ltd, Harlow/England, 2.. Ausg., 1996.
2. UNIX^{Open}, Aug. 1997.
3. Linux-Magazin, Jun. 1998.
4. Ramm F: *Recherchieren und Publizieren im World Wide Web.* Vieweg Verlag, Braunschweig/Wiesbaden, 2. neub. u. erw. auflage. Ausg., 1996.
5. Kim E. E: *CGI: developer's guide; so funktionieren Web-Programmierung und Common Gateway Interface.* Haar bei München SAMS, München, 1997.
6. Pál I, Michelson G, Niemann H, Welzenbach J: Erkennung von Mikrozirkulationsstörungen der Netzhaut mittels "Scanning Laser Doppler Flowmetrie". Lehmann T, Scholl I, Spitzer K (Hrsg.), *Bildverarbeitung für die Medizin: Algorithmen–Systeme–Anwendungen Proceedings des Aachener Workshops*, Verlag der Augustinus Buchh., Aachen, S. 89–94, November 1996.
7. Erki I, Kleines H, Ziemons K, Zwoll K: Interaktives System zur Darstellung funktionaller Bilddaten. Lehmann T, Scholl I, Spitzer K (Hrsg.), *Bildverarbeitung für die Medizin: Algorithmen–Systeme–Anwendungen Proceedings des Aachener Workshops*, Verlag der Augustinus Buchh., Aachen, S. 249–254, November 1996.
8. Kleines H, Erki I, Ziemons K, Zwoll K: ATM und Multimedia Pilotsystem im Rahmen des Projekts M-FIBRe - Aufbau und Erfahrungen. Lehmann T, Scholl I, Spitzer K (Hrsg.), *Bildverarbeitung für die Medizin: Algorithmen–Systeme–Anwendungen Proceedings des Aachener Workshops*, Verlag der Augustinus Buchh., Aachen, S. 241–248, November 1996.