

Interaktive Lehrmaterialien mit MATLAB

Michael E. Auer, Andreas Pester

Technikum Kärnten, Studiengang Elektronik

Key words: *Tele-learning, MATLAB, Elektrotechnik, Elektronik, Mathematik, Simulation*

Abstract:

The MATLAB Web Server is a special toolbox to use MATLAB-Simulations from the web. We installed this server in the environment of a HyperWave Information Server and had got good results using this tool for teaching electrical engineering and mathematical modeling. The main advantages are: on-line simulations, working only through a browser-interface with MATLAB, simulation with the own datas of the user via Internet. The main disadvantages are: no really good possibilities for movie-simulations, GUI's and no flexibility for the models. The only user-choosen input are the data. There are described some possibilities to solve this problems.

1 MATLAB in der Telelearning Umgebung am Technikum Kärnten

Insbesondere im Zusammenhang mit dem berufsbegleitenden Studiengang Elektronik am Technikum Kärnten in Villach sind in den letzten beiden Jahren eine Reihe von Projekten in einer integrierten Telelearning Umgebung zusammengefloßen. Als generelle Plattform dient die als Applikation auf einem Hyperwave-Server laufende Lernplattform GENTLE-WBT (<http://wbt-3.iicm.edu/>).

Das Gesamtkonzept ist in Abbildung 1 dargestellt.

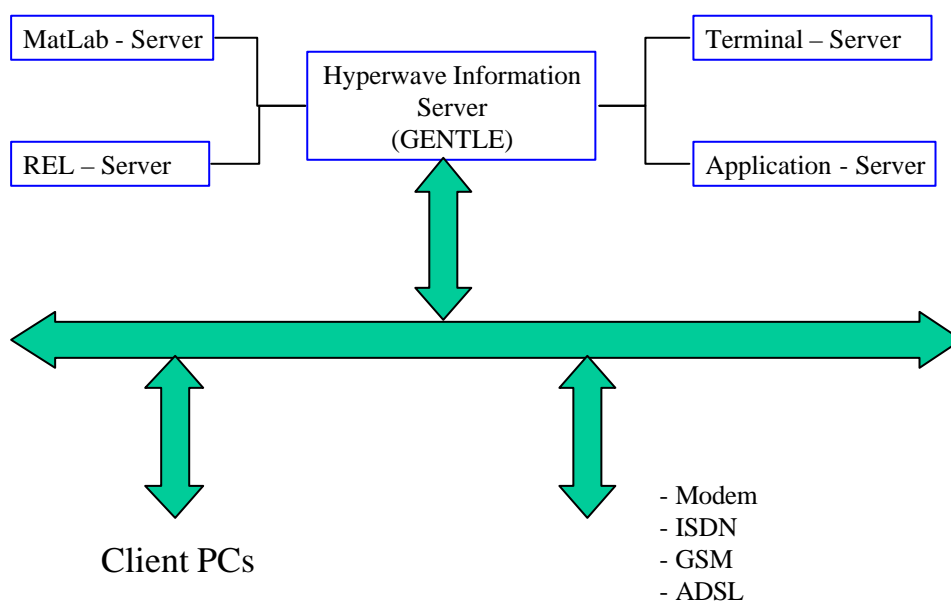


Abbildung 1 Systemkonzept Telelearning am Technikum Kärnten

Den Kern bildet die Telelearnig-Plattform GENTLE-WBT. Hier erfolgt die gesamte Verwaltung der Nutzer und der einzelnen Lehrveranstaltungen sowie die dynamische Erstellung der entsprechenden Dokumente zur Laufzeit. Ausserdem werden viele weitere Funktionalitäten (Suchen, Bibliothek, Kommunikation auf verschiedenen Ebenen, ...) bereitgestellt, deren Darstellung den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde.

Insbesondere in der Ingenieurausbildung ist es wichtig, bestimmte Sachverhalte durch interaktive Berechnungen, Simulationen oder Experimente an realer Hardware zu untermauern. Die entsprechenden Funktionalitäten werden durch weitere Server gesichert. Dabei müssen diese Server nicht notwendig auf jeweils getrennter Hardware laufen. Aus Gründen der Zuverlässigkeit, der Performance des Gesamtsystems an dem bis zu 100 Studenten gleichzeitig arbeiten sowie einer überschaubaren Administration ist jedoch aus unseren Erfahrungen ein Cluster von mehreren NT-Workstations zweckmässig.

Der **Hyperwave Information Server** übernimmt die gesamte Nutzer- und Kursadministration, stellt dynamisch den Inhalt der Kurse bereit, sichert das Zusammenwirken mit den weiteren Applikationen (Servern) und stellt leistungsfähige synchrone und asynchrone Kommunikationstools zur Verfügung.

Der **MATLAB-Webserver** bearbeitet Berechnungs- und Simulationsanforderungen, deren Eingabewerte über Formulare in HTML-Seiten verädert werden können. Die Ausgabe der Ergebnisse erfolgt ebenfalls im HTML-Format, wobei zweckmässig einfache und animierte Grafiken, Videos u.a. zur Anwendung kommen.

Der am Technikum Kärnten entwickelte **REL-Server** (Remote Electronic Lab) [1] ermöglicht die Durchführung von Experimenten an elektronischen Geräten von einem beliebigen Standort aus.

Mit Hilfe von **Applikation-Servern** können Applikationen, die noch nicht webfähig sind, einbezogen werden. In unserem Fall sind das z.B. die Simulationssoftware ORCAD (P Spice) sowie ein Tool zum Entwurf analoger ASICs.

Ein **Terminal-Server** stellt die volle Funktionalität einer komfortabel ausgestatteten NT-Workstation zur Verfügung. Hier laufen Standard-Tools (Office, Compiler, ...).

Auf das System kann von sämtlichen Client-PCs an allen Standorten des Technikum Kärnten sowie über Modem, ISDN, GSM sowie ADSL (in Vorbereitung) zugegriffen werden.

	Server bzw. Server-Cluster stellt bereit	auf Client muss installiert sein	Bemerkungen
Stufe 1	Content	Web-Browser, Applikation(en)	wenig flexibel, aufwendige Administration
Stufe 2	Content, Teil der Applikation(en)	Web-Browser, Teil der Applikation(en)	Lizenzen, Leistungsfähigkeit der Maschiene
Stufe 3	Content, komplette Applikation	Web-Browser	sehr flexibel, zentrale Administration

Abbildung 2 Verschiedene Stufen der Arbeitsteilung zwischen Server und Client in Telelearning Umgebungen

Wie Abbildung 2 verdeutlicht, gibt es mindestens drei Stufen der Arbeitsteilung zwischen Server und Client in Telelearning Umgebungen. Als Idealfall ist anzustreben, dass auf der Clientseite nur ein Web-Browser benötigt wird (hier Stufe 3). Diese Konfiguration ist am meisten flexibel und benötigt auf der Clientseite keinerlei Administrationsaufwand.

Der Betrieb des MATLAB-Webservers am Technikum Kärnten entspricht der Stufe 3.

2 Ziel und Aufbau des MATLAB Web-Servers

Beim MATLAB Webserver handelt es sich um eine neue Toolbox des allgemein bekannten Produktes **MATLAB**[®] von MathWorks, Inc. (<http://www.mathworks.com>). Es ist damit möglich, MATLAB-Simulationen zu erstellen, die man über eine Web-Oberfläche aktiviert. Auch die Ausgabe erfolgt in einer Web-Oberfläche.

In der einfachsten Konfiguration läuft der Web-Browser auf dem Client, während MATLAB, diverse Toolboxes von MATLAB, der MATLAB Web Server und die MATLAB Web Server Domain auf einem anderen Computer laufen.

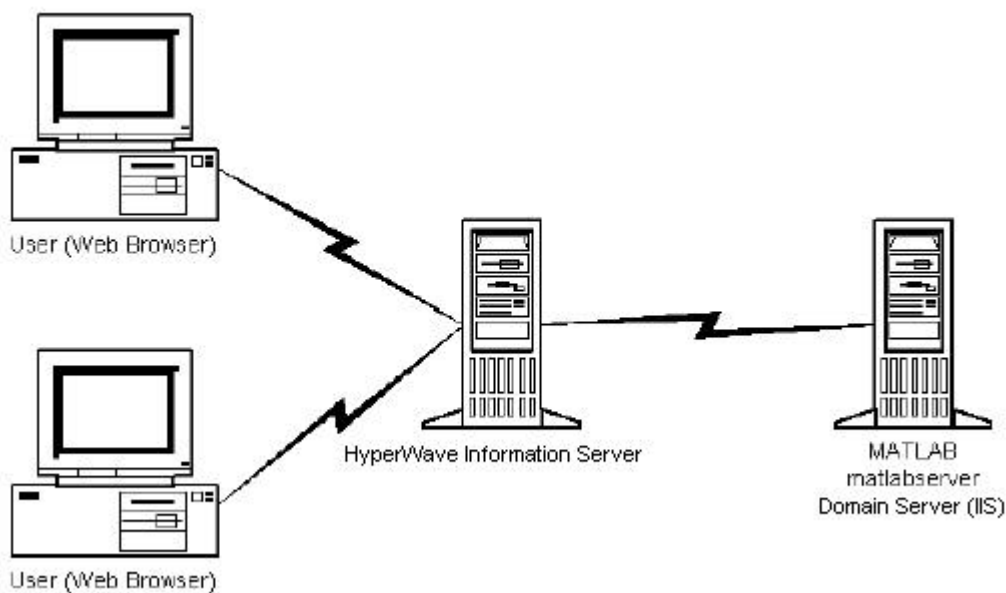


Abbildung 3 Konfiguration des MATLAB Web Servers

Am Studiengang Elektronik der Fachhochschule Kärnten betreiben wir den MATLAB-Webserver in der Konfiguration, dass MATLAB, MATLAB Webserver und die Domain (<http://ml.cti.ac.at:5050/index.html>) auf einem Rechner laufen (vgl. Abbildung 3). Größere Laufzeit-Konflikte sind bisher nur bei ganz bestimmten Applikationen aufgetreten.

Der Datenaustausch zwischen Client und MATLAB Webserver erfolgt über den HWIS

Um den MATLAB Web-Server nutzen zu können, muss man MATLAB, die Toolbox MATLABserver und einen Web Server installieren. Es eignen sich die Microsoft Peer

Networking Services, der Internet Information Server von Microsoft, der Netscape Enterprise Server oder Server von Apache.

Nach unseren Erfahrungen sind die Web Peers nur dafür geeignet, auf dem eigenen Rechner bzw. im Intranet Applikationen zu erstellen und auszuprobieren, ohne die Seiten im WWW zu publizieren. Für den Zugang zum Internet sollte man leistungstärkere Server nutzen, vor allem wenn mit einer höheren Anzahl von gleichzeitigen Nutzern zu rechnen ist. Deswegen wird von uns im Verbund mit dem HyperWave Information Server der Internet Information Server von Microsoft genutzt. Der Server läuft stabil, aber man kann nur einen WWW-Server auf einem Rechner betreiben.

Es gibt deshalb Überlegungen, im Zusammenhang mit der im Herbst 2000 zu erwartenden neuen Version MATLAB R12 (Beta-Version ist schon bei MathWorks zum Downloaden freigegeben) auf das Betriebssystem LINUX umzusteigen, und den Apache-Server für die Domain zu nutzen. Bisher war das nicht möglich, da der MATLAB Web Server nur unter Windows NT, Windows 2000 bzw. UNIX (Solaris) Workstations lief. Mit dem Apache Server ist es möglich, mehrere Web Server auf einer Maschine gleichzeitig zu betreiben.

Bevor man mit dem MATLAB Web Server die schon vorgefertigten Demos bzw. eigene Applikationen ausprobieren kann, muss die Domain entsprechend eingestellt werden. Diese Einstellungen können für die Web Peers bzw. den Internet Information Server über den Internet-Manager relativ bedienerfreundlich erfolgen. Installiert man aber den WWW-Server und den FTP-Server gleichzeitig, so können diverse Kommunikationskonflikte auftreten.

Um eine Simulation zu erstellen, muss man bestimmte Grunderfahrungen in der HTML-Programmierung und in der MATLAB Programmierung besitzen. Es müssen eine Input-html Seite, ein MATLAB-Script sowie eine Output-html Seite erstellt werden. Ausserdem sind derzeit noch händisch diverse Eintragungen in Konfigurations-Files notwendig.

3 Möglichkeiten, Vorteile für den Einsatz in der Lehre

Mit dem MATLAB Web Server sind Echtzeit-Simulationen on-line möglich. Diese Simulationen können prinzipiell numerischer, alpha-numerischer Natur oder graphischer Natur sein. Es können numerische Werte aller Art (reell und komplex) (<http://ml.cti.ac.at:5050/webmagic1.html>), mit etwas Geschick bei der Programmierung auch alphanumerische Werte zurück ins html-file ausgegeben werden. Hier ein Beispiel, wie man MATLAB etwas artentfremdet auch als Calculator für die Laplace-Transformation (<http://ml.cti.ac.at:5050/weblaplace1.html>) nutzen kann.

Bei der Visualisierung, dem in der Elektro-Technik/Elektronik am meisten genutzten Medium der Simulation, sind 2D- und 3D-Graphiken möglich. Hier ein Beispiel des Phasenporträts der sogenannten Van der Pol Differentialgleichung (http://ml.cti.ac.at:5050/VanDerPol_11.html).

Der wesentlichste Vorteil des MATLAB Web-Servers besteht darin, dass man MATLAB-Applikationen nutzen kann, ohne MATLAB selbst installiert zu haben. Es reicht eine einfache Browser-Oberfläche vom IE 3.0 bzw. Netscape Navigator 3.0 angefangen. Man muss auch von MATLAB, sowohl von seiner Oberfläche noch von MATLAB als Programmiersprache nichts verstehen, um diese Simulationen auszuführen. Das wird derzeit von einigen Firmen genutzt, die damit für Produkte unter MATLAB mit dem Slogan „Webmodellierung“ werben und on-line Modelle anbieten (<http://www.femlab.com>). Für die Ausbildung hat dieser

Vorteil nur einen motivierenden und einen zeitlichen Aspekt. Man kann zu Beginn eines MATLAB-Kurses damit motivieren und man kann Zeit sparen, Scripte für einmal schon erstellte Applikationen nochmals zu schreiben.

Der didaktische Vorteil besteht darin, dass man die fertigen Modelle tatsächlich mit eigenen Werten durchprobieren kann. Voreinstellungen sind eigentlich nur da notwendig, wo eine aussagekräftige Visualisierung von den Eingangsparametern abhängig ist. Besonders aussagekräftig waren von Studenten des 3. Semesters des Studiengangs Elektronik 1998 erarbeitete Projekte, die in den Fächern Grundlagen der Elektrotechnik III und Mathematik und Modellierung III erstellt wurden und sich auf die Manipulation von Vektorfeldern beziehen.

Man ist plattformunabhängig, da die Plattform, auf der der Web-Browser des Clients läuft, vollkommen unabhängig ist von der Plattform, auf der MATLAB, MATLAB-Webserver und Domain-Server laufen. Und letztlich muss beim Client keine Pflege der MATLAB-Anwendungen erfolgen. Dies erfolgt userunabhängig alles am Server. Dies ist ein wesentlicher Vorteil gegenüber Java-Applikationen oder die Nutzung von Plug-Ins für verschiedene Applikationen.

4 Nachteile und Grenzen beim bisherigen Einsatz des MATLAB-Servers

Als grösster Nachteil wurde bisher empfunden, dass die Erstellung von animierten Simulationen prinzipiell zwar möglich ist, aber selbst bei einfachen Anwendungen fast eine Minute Response-Zeit erfordert, was unter Internet-Bedingungen einen praktischen Einsatz unmöglich macht. Einen Eindruck kann man unter http://ml.cti.ac.at:5050/peaks_movie1.html gewinnen. So kann man zeitliche und räumliche Veränderungen (z.B. im Falle des oben erwähnten Phasenportraits) derzeit nicht sichtbar machen, sondern nur das Endergebnis. Dies schmälert den Wert der Simulationen. Als Ausweg bietet sich derzeit an, mit MATLAB eine Animation zu erstellen (mit dem Befehl `movie`) und diese frame-structure mit den Funktionen `mpgwrite` in ein mpg-File bzw. `MakeQTMovie` in ein mov-file zu wandeln, die man in einer Html-Seite verlinkt.

Auch GUI's lassen sich mit dem MATLAB-Webserver derzeit nicht aktiv nutzen. Dies lässt sich aber zumindestens zum Teil durch die entsprechende Gestaltung der Web-Input-Seite umgehen. Problematisch ist allerdings der Einsatz von Schiebern zur kontinuierlichen Veränderung von Eingangswerten, wie sie in GUI's möglich sind.

Probleme treten auch bei der alphanumerischen Eingabe von Strings auf, die das '+'-Zeichen enthalten. Anstelle des Plus-Zeichens wird über die `matweb.exe` nur ein Leerzeichen in der Input-Structure an MATLAB übergeben. Man kann das Problem umgehen, indem man nachträglich unter MATLAB mit einer Funktion anstelle von Leerzeichen im Eingabe-String '+'-Zeichen einfügt, aber diese künstliche Konstruktion funktioniert nur unter der Annahme, dass jedes Leerzeichen im String in der Input-Structure bei der ursprünglichen Eingabe ein '+'-Zeichen war. Diese Annahme ist nicht konsistent.

Aus der Sicht der Netzverbindungen ist der MATLAB Webserver nicht sehr schnell (Responsezeiten von 10 bis 60 sec in Abhängigkeit u.a. von der Anzahl der User, die gleichzeitig am Server arbeiten). Java-Applikationen sind da von Natur aus schneller.

Letztlich gibt es für den Einsatz in der Lehre noch den Nachteil, dass diese Modelle von der Struktur her starr sind, man kann nur Parameter ändern, nicht aber strukturelle Bestandteile (z.B. Übergang von Approximationen 1. zu Approximationen 2. Ordnung, Wechsel von numerischen Methoden zur Lösung von Differentialgleichungen usw.). In einigen Anwendungsfällen wäre dies wünschenswert. Aber die Vorfertigung der Modelle in Scripten lässt das nicht zu. Man kann wiederum versuchen, die wichtigsten Unterschiede in den Modellen zu systematisieren und ein numerisches oder logisches Kriterium zu definieren, nach dem das entsprechende Modell aus einer Klasse von vorgefertigten Modellen ausgewählt wird.

References:

- [1] Auer, M.E.; Gallent, W.: The "Remote Electronic Lab" as a Part of the Telelearning Concept at the Carinthia Tech Institute, Proceedings of the ICL2000, Villach/Austria, 28./29.09.2000

Authors:

Prof. Dr.-Ing.,Dr.sc. Michael E. Auer
Technikum Kärnten, Studiengang Elektronik
Richard-Wagner-Strasse 19
A-9500 Villach
M.Auer@IEEE.org

Prof. Dr.phil. habil. Andreas Pester (A.Pester@cti.ac.at)
Technikum Kärnten, Studiengang Elektronik
Richard-Wagner-Strasse 19
A-9500 Villach
A.Pester@cti.ac.at