

MATLAB WEB SERVER V NUMERICKÉ ANALÝZE A ZPRACOVÁNÍ SIGNÁLŮ

M. Pánek, A. Procházka

*Vysoká škola chemicko-technologická Praha,
Ústav počítačové a řídicí techniky*

Abstrakt

Informační technologie se v současné době stávají nedílnou součástí pedagogické a vědecko-výzkumné práce ve všech vědních oborech. Příspěvek je věnovaný možnostem využití Matlab Web serveru pro potřeby vzdálené výuky algoritmizace, pro využití v informačních a řídicích systémech a ve vědecko-výzkumné práci. Cílem příspěvku je prezentovat možnosti využití Web serveru v základních kursech numerické a symbolické matematiky, ve specializovaných předmětech číslicového zpracování signálů a obrazů a pro práci s daty v reálném čase s možností přístupu k vybraným reálným datovým souborům. Zároveň je ukázána možnost vzdáleného zpracování dat a presentace vlastních algoritmů.

1 Úvod

Systém Matlab se stává stále vyhledávanějším prostředkem při řešení vědeckých problémů a při výuce. Z didaktického hlediska jde o velice vhodný systém, protože nevyžaduje složité programování a umožňuje soustředit se na řešení jádra problému. Programový systém Matlab se svými knihovnami pokrývá celou řadu aplikačních oblastí a z pedagogického hlediska je možné jeho standardní využití v celé řadě předmětů.

Významnou novinkou posledního období se navíc stal Matlab Web Server, který umožňuje vzdálené zpracování dat bez nutnosti mít nainstalovaný systém MATLAB na vlastním počítači. Tímto způsobem se výrazně zvyšuje dostupnost tohoto systému a další možnosti jeho aplikace pro vzdálené provádění výpočtů a spouštění programů s využitím všech dostupných knihoven. Tento princip lze využít i pro vzdálené zpracování časových řad, spojení s databází a vzdálené ovládání měřicích a řídicích systémů pro potřeby nepřímé práce v laboratoři a pro práci s příslušnými informačními a řídicími systémy.

2 Vlastnosti Matlab Web serveru

Matlab Web server umožňuje využití počítačové sítě pro vzdálený přístup k počítači s nainstalovaným systémem Matlab, odeslání dat ke zpracování na tomto počítači a znázornění výsledků pomocí vlastního prohlížeče na počítači klienta. Příprava příslušné aplikace vyžaduje základní znalosti tvorby HTML dokumentů a M-souborů v Matlabu. Vlastní postup zahrnuje

- návrh HTML dokumentu pro přejímání dat od klienta a znázornění výsledků
- záznam jména aplikace do konfiguračního souboru Matlab Web serveru
- sestavení M-souboru pro zpracování dat od klienta a záznam výsledků do HTML dokumentu pro příslušný výstup

Pro optimální využití Matlab Web severu v pedagogické i vědecko-výzkumné práci je tedy podstatné vytvoření příslušného souboru programových modulů z dané oblasti.

3 Užití Matlab Web serveru při výuce algoritmizace

Znalosti studentů ze základů informačních technologií umožňují soustředit pedagogickou i vědecko-výzkumnou práci do oblasti aplikační. Algoritmizace přitom tvoří základní prostředek v mnoha inženýrských, biologických, biomedicínských a ekonomických aplikacích. Z matematického hlediska je v řadě případů potřebný popis daných signálů a systémů. Jejich modelování a identifikace [1, 3] je přitom ve většině případů založena na numerické analýze pozorovaných časových řad [2] či obrazů a integrujícím prostředím pro matematické zpracování těchto posloupností se stávají stále ve větší míře programové a vizualizační výpočetní prostředky, mezi které patří i maticově orientovaný systém Matlab.

Při vzdáleném přístupu k Web serveru je možné jeho využití pro výuku základních algoritmických postupů s využitím příslušného učebního textu (viz obr. 1). Takto koncipovaná výuka založená na využití výpočetního a vizualizačního prostředí Matlab se zavádí pro všechny studenty VŠCHT od akademického roku 2000/2001. Pro potřeby specializovaných předmětů a vědecko-výzkumné práce je pak možné použití knihoven Matlabu a sjednocení programových prostředků pro výuku. Využití Matlab Web serveru je v obou případech v aplikaci předem daných či vlastních algoritmů. Příkladem může být základní algoritmus diskrétní Fourierovy transformace [4, 2] běžně používané pro analýzu časových řad a obrazů. Pro posloupnost diskrétních hodnot $\{x(n)\}_{n=0}^{N-1} = [1, 1, \dots, 1]$ lze realizovat tuto transformaci ve tvaru

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-i n k 2\pi/N}, \quad k = 0, 1, \dots, N - 1 \quad (1)$$

Systém Matlab umožňuje tuto úlohu řešit pomocí numerické a symbolické matematiky podle obr. 2. Příslušný Matlab Web server je v tomto případě užít pro vzdálenou analýzu simulovaných i reálných dat.

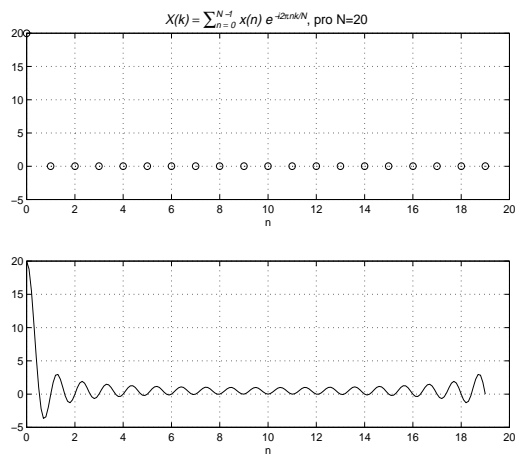
The screenshot displays a web browser window titled "MATLAB - Seminář 8: Řešený příklad - Microsoft Internet Explorer". It is divided into several sections:

- Zadání příkladu 8.1:** A text box containing the problem statement: "Aproximujte hodnoty (x_i, y_i) , pro $i=1,2,\dots,N$ funkci $f(x) = a(1)*x^M + a(2)*x^{(M-1)} + \dots + a(M)*x + a(M+1)$ pro $M=2$ pomocí MNČ".
- Řešení:** A plot titled "Výsledek APROXIMACE" showing a 2D scatter plot of data points and a fitted curve.
- Zadání příkladu 8.2:** A text box: "Aproximujte hodnoty (x_i, y_i) , pro $i=1,2,\dots,N$ polynomem $f(x) = a(1)*x^M + a(2)*x^{(M-1)} + \dots + a(M)*x + a(M+1)$ pro $M=1$ ".
- Řešení:** A set of plots including a 3D surface plot labeled "PLOCHA CHYBY", a 2D bar chart labeled "APROXIMACE", and a contour plot labeled "VRSTEVNICE".
- Příkazy:** A list of MATLAB commands: SUM, INV, POLYFIT, POLYVAL, STELL, MESH, CONTOUR, HOLD.
- Navigation Menu:** A list of seminars (Seminář 1 to 10) with links for "Řešený příklad" and "Návrh příkladů".
- 8.1 Metoda nejmenších čtverců (MNČ):** A section describing the method and listing four steps: 1. Aproximace daných hodnot $(x(i), y(i))$ pro $i = 1, \dots, N$ funkcí $f(a, x)$; 2. Volba kritéria pro minimalizaci součtu čtverců odchylek; 3. Formulace rovnic pro určení konstant a aproximační funkce $f(a, x)$; 4. Posouzení aproximace.
- 8.2 Knihovna funkcí:** A section with links for "Příklad 8.1" and "Příklad 8.2".

Obrázek 1: Soubor WWW stran pro výuku algoritmizace

4 Metody vzdáleného zpracování signálů

Matlab Web server provádí zpracování zadaných příkazů v HTML formuláři spuštěním jádra Matlabu a vrácením výsledků do jiné WWW stránky. Tento toolbox využívá nainstalovaného standardního Web serveru, který zabezpečuje komunikaci mezi klienty a serverem. Matlab Web Server tak otevírá velké pole možností, které zahrnují



```

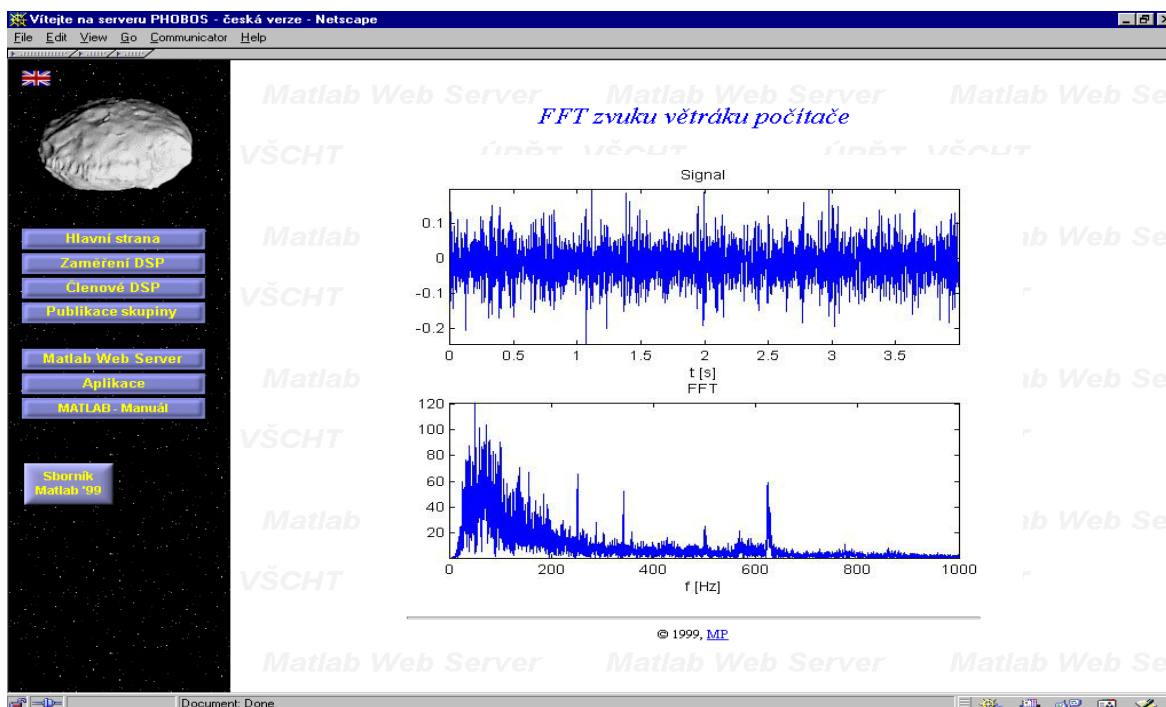
N=20; n=[0:N-1]; x=ones(1,N);
% Numericky vypocet
for k=0:N-1
    X(k+1)=sum(x.*exp(-i*k*n*2*pi/N));
end;
subplot(2,1,1); stem(n,real(X)); grid on
% Symbolicky vypocet
syms k n N;
X =symsum(exp(-i*n*k*2*pi/N),n,0,N-1);
X2=subs(X,{k N},{k 20});
subplot(2,1,2); ezplot(real(X2),[0 19]);
axis([0 20 -inf inf]); grid on

```

Obrázek 2: Symbolický a numerický výpočet diskretní Fourierovy transformace

- výuku algoritmizace v Matlabu s ON-LINE řešenými příklady (výuka Matlabu pro studenty 1.ročníku VŠCHT)
- vzdálenou analýzu uložených signálů a obrazů
- vzdálenou analýzu reálných signálů snímaných v reálném čase
- ON-LINE zpracování dat v databázi (zpracování dotazníku pro studenty 1. ročníku)
- vzdálené zpracování libovolného příkazu a programu včetně příkazů symbolické matematiky

Ke každému z těchto bodů je potřeba mít nainstalovány příslušné knihovny příkazů. Pro vzdálenou analýzu reálných signálů snímaných ON-LINE při požadavku na zpracování je využito Data Acquisition Toolboxu, který umožňuje snímat zvukový signál přes rozhraní standardní zvukové karty. Na obr. 3 je příklad využití spojení této knihovny příkazů s Matlab Web Serverem. Po záznamu zvuku větráku počítače s danou periodou vzorkování v celkové délce 4 sekund je provedena diskretní Fourierova transformace a výsledek zobrazen v prohlížeči WWW stránek na počítači klienta. Pro zpracování dat z databáze je potřeba mít k dispozici také databázový



Obrázek 3: Ukázka ON-LINE zpracování zvuk větráku počítače v reálném čase

toolbox, pomocí kterého vytvoříme propojení mezi Matlabem a příslušnou tabulkou v databázi. Databáze nemusí být přítom fyzicky přítomna na stejném počítači, kde je nainstalovaný systém Matlab. Toto spojení bylo využito i při zpracování dat, které byly získány od studentů 1. ročníku.

5 Závěr

Předkládaný příspěvek shrnuje některé možnosti interaktivní vědecko-výzkumné a pedagogické práce s využitím běžně dostupného prohlížeče WWW stran a matematicky orientovaného prostředí systému Matlab. Předpokládaným dalším výsledkem vlastní práce je

1. realizace interaktivních učebních pomůcek pro výuku algoritmizace v základním předmětu Výpočetní technika a v předmětech oboru,
2. naplnění příslušné databáze reálnými daty (biomedicínské signály, data z oblasti životního prostředí)

Lze předpokládat, že uvedeným způsobem budou dostupné i výsledky vědecko-výzkumné práce.

Reference

- [1] L. Ljung. *System Identification*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1987.
- [2] D. E. Newland. *An Introduction to Random Vibrations, Spectral and Wavelet Analysis*. Longman Scientific & Technical, Essex, U.K., third edition, 1994.
- [3] A. Procházka, M. Mudrová, and J. Fiala. Non-Linear Time Series Modelling and Prediction. *Neural Network World*, 6(2):215–221, 1996.
- [4] V. Čížek. *Diskrétní Fourierova transformace a její použití*. SNTL, Praha, 1981.

Vysoká škola chemicko-technologická Praha, Ústav počítačové a řídicí techniky,
Technická 1905, 166 28 Praha 6, Tel.: 00420-2-2435 4198, Fax: 00420-2-2435 5053,
E-mail: {Martin.Panek, Ales.Prochazka}@vscht.cz