

VYUŽITÍ GRAFICKÉHO UŽIVATELSKÉHO ROZHŘANÍ MATLABU VE VÝZKUMU A VÝUCE MĚŘENÍ

Jan Blaška¹, Michal Krumpholc², Miloš Sedláček²

1 – Elektrosystem, spol. s.r.o., Brno

2 – České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická, katedra měření

1. Úvod – MATLAB a GUI

MATLAB[®] je představitelem vysoce výkonného jazyka pro technické výpočty v řadě odvětví. Jeho výpočetní potenciál je využíván mimo jiné pro různé simulace a měření. Jednoduchou simulaci měřicího algoritmu nebo proces měření s využitím zásuvné desky do PC lze provést spuštěním série příkazů MATLABu zapsaných v souboru s příponou *m*, tzv. *M-file*. Jméno, kterým pojmenujeme soubor se stává novým příkazem v MATLABu. M-file může volat Matlabské funkce, které provádějí dílčí části výpočtu.

Rozsáhlý projekt simulace nebo měření využívající několika samostatných souborů M-file, mající grafické výstupy a očekávající nastavení několika vstupních parametrů se stává při větším počtu opakování simulace nebo měření nepřehledným. Opakující se editace parametrů souboru před každým dalším spuštěním programu je neefektivní a časově náročná procedura. Zjednodušení celé procedury dosáhneme vytvořením a využitím grafického uživatelského rozhraní MATLABu (GUI), kterým zastřešíme daný projekt a zjednodušíme proces editace parametrů a práci s výsledky simulace nebo měření.

Grafické uživatelské rozhraní GUI (Graphical User Interface) je uživatelské rozhraní sestavené z grafických objektů (komponent) jako jsou tlačítka, textová pole, posuvné seznamy, nabídky a pod. Poskytuje rozhraní mezi uživatelem a aplikací podřízeným kódem.

Je-li GUI dobře navrženo, mělo by být každému uživateli intuitivně zřejmé, jak jeho jednotlivé součásti fungují.

GUI umožní uživateli obsluhovat aplikace bez znalostí příkazů potřebných při práci s příkazovou řádkou MATLABu. Toho lze využít nejen pro praktická měření a simulace ale i pro výuku. Pomocí GUI se studenti mohou sami detailně seznámit s vlastnostmi vybraných algoritmů zpracování signálů a měření tím způsobem, že mění hodnoty různých parametrů algoritmu a sledují projevy těchto změn na výstupu (resp. výstupech) algoritmu.

2. Návrh grafického uživatelského rozhraní

Vytvořit nové grafické uživatelské rozhraní (dále **GUI**) můžeme pomocí nástroje GUIDE implementovaného v MATLABu nebo, pokud je naše znalost objektů a funkcí v MATLABu dostatečná, napsat potřebný kód ručně.

2.1 Návrh GUI pomocí GUIDE.

GUIDE (*Graphical User Interface Development Environment*) je vývojové prostředí MATLABu poskytující soustavu nástrojů pro tvorbu GUI. Tyto nástroje proces návrhu a programování GUI velmi zjednodušují. GUIDE poskytuje nejen sadu návrhových nástrojů, ale také generuje výsledný M-file, který obsahuje kód pro ovládání, inicializaci a spouštění GUI. Tento M-file poskytuje kostru pro implementaci *callback funkcí* (funkce, které se vykonají, jakmile uživatelé aktivují objekty v GUI).

Návrhové nástroje GUIDE jsou následující:

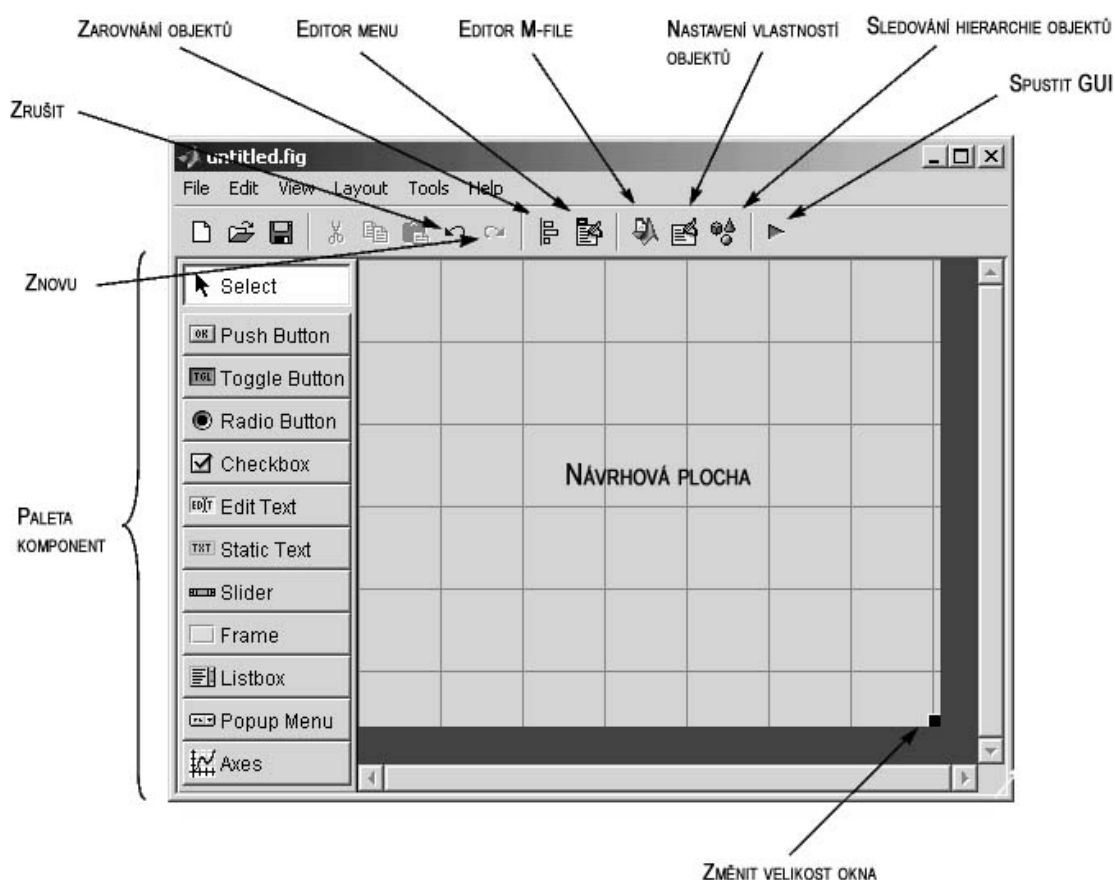
- Layout Editor – přidává a uspořádává objekty GUI do návrhu
- Alignment Tool – seřadí objekty navzájem mezi sebou
- Property Inspector – nastavuje a dohlíží na vlastnosti objektů
- Object Browser – sleduje seznam ukazatelů objektů v aktuální sekci MATLABu

- Menu editor – vytváří řádkové menu okna a kontextové menu
- Tab Order Editor – mění pořadí v kterém jsou prvky vybrané tabulátorem

Všechny tyto nástroje jsou přístupné z Návrhového editoru (Layout Editor). Pro spuštění Návrhového editoru použijeme příkaz `guide` z příkazové řádky MATLABu. Otevře se dialog **GUIDE Quick start** (v případě užití MATLAB 6.5). Ponecháme přednastavenou volbu a klikneme na OK. Otevře se Návrhový editor z kterého ovládáme ostatní nástroje s prázdnou návrhovou plochou.

Návrhový Editor umožňuje snadno a rychle vytvořit GUI přetažením součástí, jako jsou tlačítka (Buttons), vysouvací nabídky (Popup Menu) nebo osy (Axes), z palety komponent do návrhové plochy. Vybereme komponentu kterou chceme umístit v GUI a klikneme na ni v paletě komponent. Kurzor se v návrhové ploše změní na kříž, který můžeme použít pro výběr pozice levého horního rohu komponenty nebo můžeme nastavit libovolnou velikost komponenty kliknutím v návrhové ploše a pak tažením kurzoru k spodnímu pravému rohu předtím než uvolníme tlačítko myši.

Paleta komponent obsahuje všechny komponenty které lze využít při návrhu rozhraní. Návrhová plocha se při aktivaci stává vlastním GUI. Návrhový editor ukazuje obr. 1.



Obr.1 Návrhový editor prostředí GUIDE (editor rozmístění, *Layout editor*)

Jakmile uložíme nebo spustíme GUI, GUIDE *automaticky vytvoří dva soubory* se stejným jménem, lišící se pouze příponou:

- *FIG-file* – soubor s příponou `*.fig`, který obsahuje kompletní popis grafické části GUI a všechny jeho součásti, právě tak jako hodnoty všech vlastností objektů. Soubor editujeme v Návrhovém Editoru GUIDE.
- *M-file* – soubor s příponou `*.m`, který obsahuje kód ovládající GUI včetně callback funkcí jeho komponent. Tento soubor označujeme jako GUI M-file. Když poprvé spustíme nebo uložíme GUI z Návrhového Editoru, GUIDE vygeneruje GUI M-file s prázdnými útržky kódu pro každou callback funkci. Ty musíme naprogramovat v M-file Editoru sami.

Vytvoření GUI zahrnuje tedy dvě základní úlohy:

- vybrat komponenty a uspořádat je v Návrhovém Editoru (Layout Editor) GUIDE
- naprogramovat callback funkce použitých komponent

Podrobnější popis GUIDE přesahuje rozsah tohoto článku. Další informace nalezneme v dokumentaci k MATLABu [1].

2.2 Návrh GUI bez využití GUIDE (naprogramováním GUI realizujícího M-filu).

Vytvořit GUI můžeme i bez pomoci GUIDE. Využitím znalostí struktury základních grafických objektů užívaných MATLABem pro zobrazení GUI a programovacích technik MATLABu vytvoříme vlastní GUI pouze pomocí jednoho souboru M-file, který obsahuje jak kompletní popis grafické části tak i kód ovládající GUI. Takto vytvořené GUI spustíme námi vytvořeným souborem M-file, který sám vytvoří okno GUI.

Při větším projektu brzy zjistíme, že rozmístit jednotlivé objekty v návrhu pouhým nastavením parametrů objektu je velice neefektivní. Proto je tento způsob návrhu vhodný pouze pro GUI s malým počtem objektů.

2.3 Návrh GUI pro úlohy využívající MATLAB Web Server.

Podobné grafické uživatelské rozhraní lze vytvořit i pro aplikaci úloh pomocí MATLAB Web Serveru. Jedná se vlastně o aplikaci klient-server, kde serverem je MATLAB s toolboxem MATLAB Web Server a klientem je WWW prohlížeč. WWW prohlížeč komunikuje prostřednictvím MATLAB Web Serveru s MATLABEM. Zde ovšem nelze využít vlastností návrhového grafického editoru GUIDE. Ovládací prvky, které jsou totiž zobrazeny WWW prohlížečem již nejsou vytvářeny MATLABem (MATLAB Web Serverem), ale jsou to objekty jazyka HTML. Tyto objekty pak slouží jako vstupy nebo výstupy pro MATLAB Web Server. Současné HTML editory ovšem pracují při návrhu HTML rozhraní na stejném principu jako editor GUIDE, takže přechod na HTML verzi úlohy není příliš obtížný. GUI tohoto typu používané ve výuce algoritmů zpracování signálů na katedře měření ČVUT FEL je podrobně popsáno v [2]. Příklad tohoto typu GUI uvedeme v další kapitole.

3. Příklady použití GUI ve výzkumu a výuce

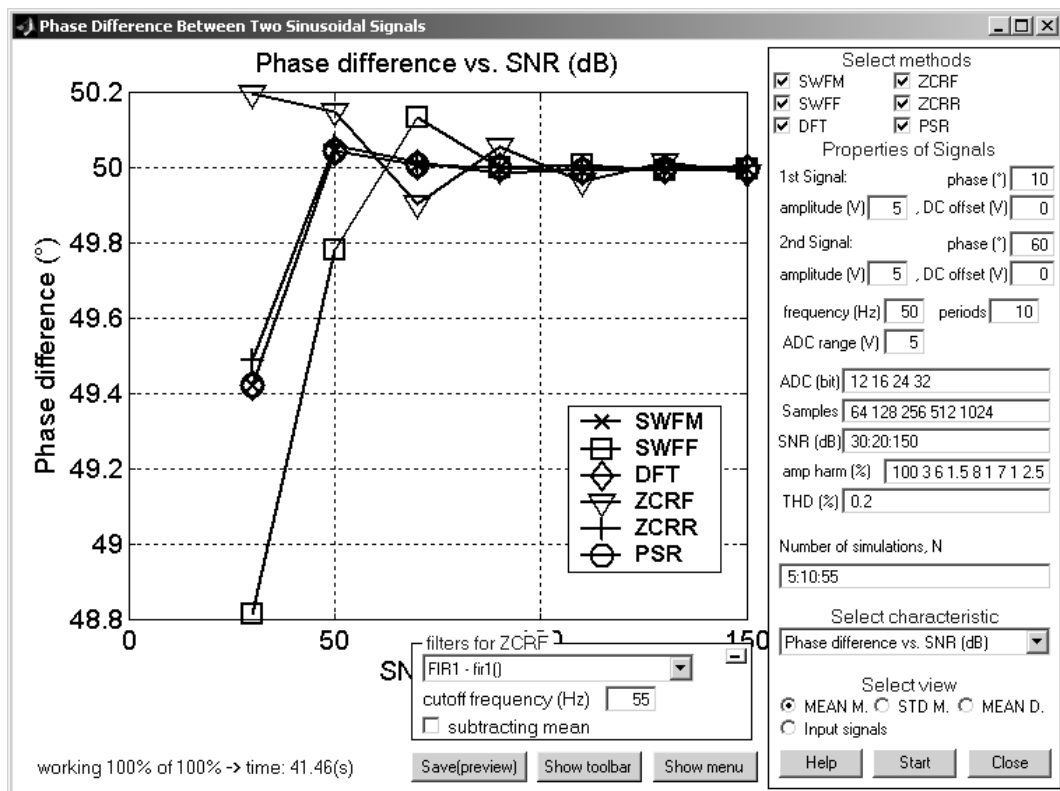
3.1 Příklad aplikace GUI ve výzkumu Simulace a měření fáze

Vytvořené GUI ukážeme na příkladu měření fázového rozdílu mezi dvěma harmonickými signály, zkrácenými vyššími harmonickými složkami a aditivním šumem. Porovnáváno bylo šest metod měření fázového rozdílu využívajících číslíkové zpracování signálu. Podrobný popis těchto metod i struktury použitého simulačního programu je uveden v jiném místě sborníku této konference [3].

Byla vytvořena dvě samostatná GUI – jedno pro případ *simulací algoritmů měření fázového rozdílu*, druhé pro *vlastní měření* fázového rozdílu posloupností vzorků reálného signálu, získaných pomocí zásuvné desky do PC a MATLAB Data Acquisition Toolboxu. Dále uvádíme výslednou podobu GUI. Tato GUI byla totiž během práce postupně modifikována a doplňována tak, aby umožnila pohodlné nastavení postupně zvyšovaného počtu zkoumaných parametrů a výpočet všech požadovaných charakteristik.

Po spuštění GUI se zobrazí hlavní okno, které je rozděleno na dvě části. V levé části je zobrazeno menu pro manipulaci s parametry měření a v pravé zabírající většinu okna jsou osy pro vykreslení výsledků měření.

Následující obrázek zobrazuje vytvořené GUI pro případ *simulací metod*:



Obr.2 GUI k porovnávání metod měření fázového rozdílu dvou signálů - simulace

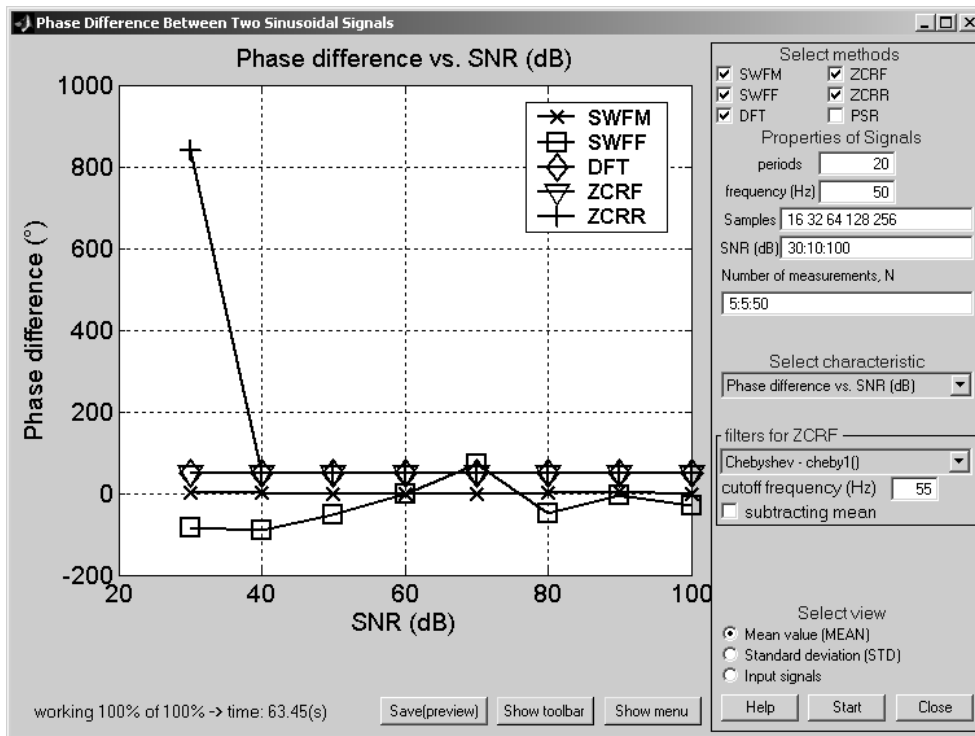
Z obr. 2 je zřejmé, že navržené GUI umožňuje zadávání velkého množství vstupních informací. Konkrétně nabízí

- Volbu analyzovaných metod (jedné až všech šesti)
- Nastavení parametrů obou vstupních signálů
- Rozsah a rozlišení simulovaného AD převodníku
- Volbu počtu vzorků na periodu signálu (čili volbu vzorkovací frekvence)
- Volbu velikosti aditivního šumu (volbu hodnoty SNR)
- Volbu amplitud jednotlivých vyšších harmonických složek
- Volbu hodnoty celkového harmonického zkreslení (THD)
- Volbu počtu běhů simulace
- Volbu nezávisle proměnné pro výstupní 2D graf (SNR, THD, počet bitů AD převodníku, počet vzorků na periodu signálu, počet běhů simulace, využití rozsahu AD převodníku)
- Volbu závisle proměnné výstupního grafu (měřená hodnota, standardní odchylka, vychýlení odhadu měřené veličiny). GUI umožňuje také zobrazit průběh vstupních signálů.

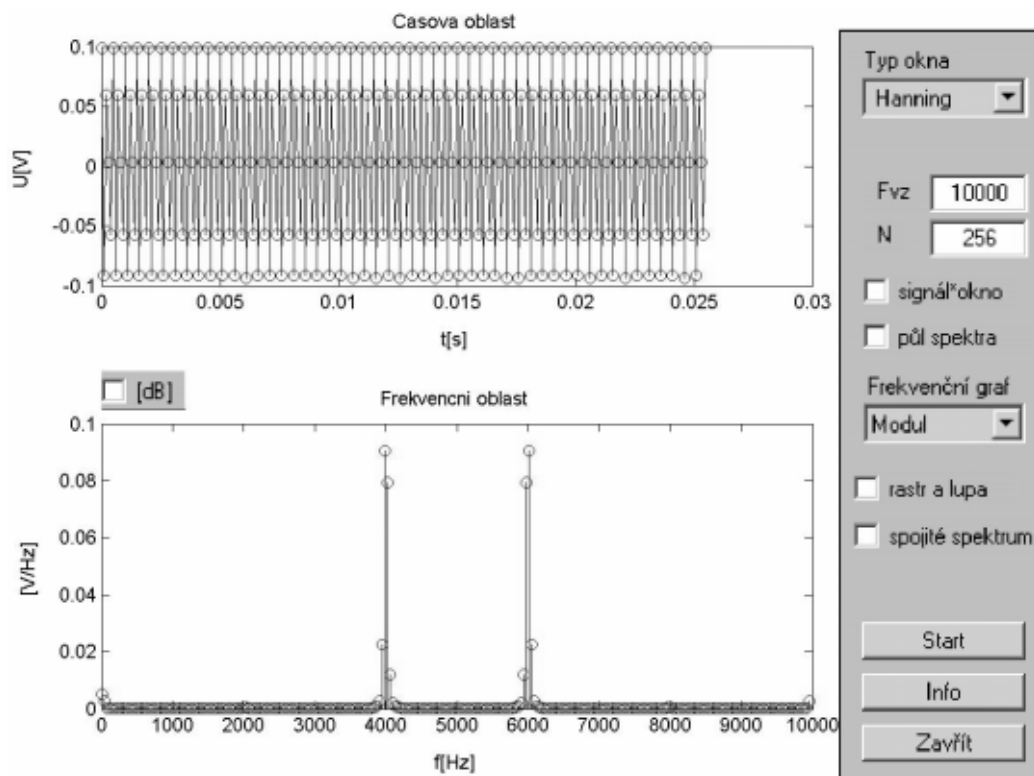
Modifikované GUI využívané při měření na reálných signálech uvádí obr. 3

3.2 Příklady aplikace GUI ve výuce číslicového zpracování signálů

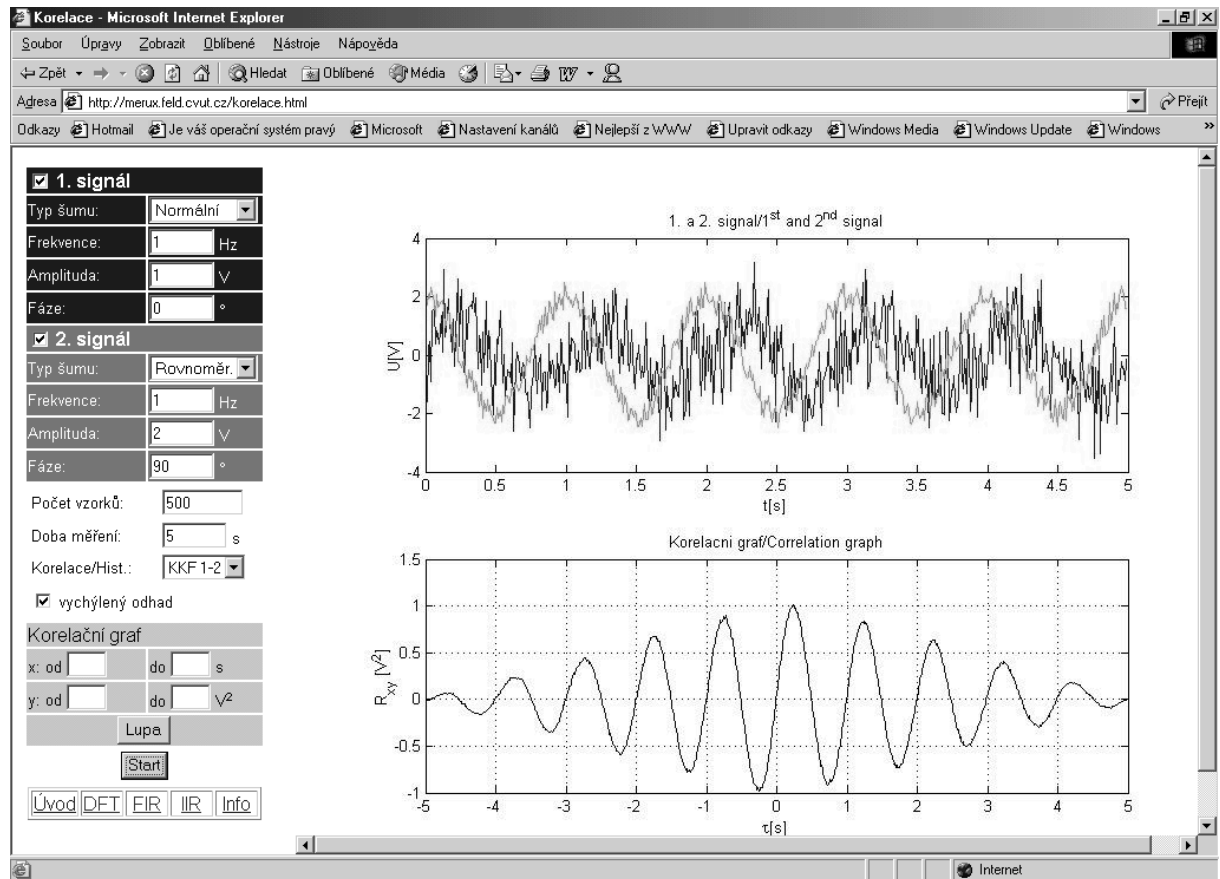
Dále uvedeme příklady GUI z laboratorních cvičení předmětu Zpracování signálů a obrazů, jehož signálová část je vyučována na katedře měření ČVUT FEL. Jde o GUI používané v laboratoři pro demonstraci vzorkovací věty a aliasingu (obr. 4) a jedno z GUI používaných v počítačové laboratoři (případně kdekoliv jinde, kde mají studenti přístup k internetovému prohlížeči, protože jde o výše popsané GUI používané ve spojení s MATLAB Web Serverem [2]). Zde jde o GUI používané v úloze Korelační analýza a zobrazuje je obr.5.



Obr.3 GUI k porovnávání metod měření fázového rozdílu dvou signálů – měření



Obr.4 GUI k demonstraci vzorkovací věty – měření



Obr.5 GUI realizované ve spojení s MATLAB Web Serverem, výuka

Poděkování

Příspěvek byl zpracován v rámci výzkumného záměru číslo J04/98:21000015 na ČVUT v Praze, podporovaného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

Literatura

- [1] Creating Graphical User Interface, MathWorks, 2002, dokumentace ve formátu .pdf ke stažení na stránkách přístupných prostřednictvím www.matlab.com
- [2] Jan Blaška, Miloš Sedláček, Interactive Distant Education of Signal Processing Using MATLAB Web Server, Sborník konference MATLAB 2001, HUMUSOFT, Praha, říjen 2001, str.19-22
- [3] M. Krumpholtz, M. Sedláček, Využití MATLABu pro porovnání metod měření fázového rozdílu. Sborník konference MATLAB 2003, Praha, listopad 2003, Humusoft, v tisku

Kontakt: Doc. Ing. Miloš Sedláček, CSc., e-mail: sedlaceM@feld.cvut.cz, tel: 224 352 177