

PRAKTICKÉ VYUŽITÍ MATLAB WEB SERVERU V MEDICINĚ PŘI ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ VYŠETŘENÍ

M. Pánek^{1,2}, E. Kočárek², A. Procházka¹

¹ VŠCHT ÚPŘT

² UK 2.LF

Abstrakt

Moderní vývojové trendy v komunikacích a informačních technologiích zasahují do všech možných odvětví průmyslu, výzkumu, ale i do odvětví vzdálených technickým směrům, jakými jsou přírodní a lékařské vědy. Nová doba a pokroky ve všech těchto oborech spojují doposud vzdálené obory a umožňují využívat všech možných prostředků. Matlab se svou knihovnou Matlab Web Server poskytuje řadu možností k využití. Předkládaný článek se zaměřuje na praktické využití MLWS při zpracování obrazových informací, které jsou součástí zdravotní dokumentace v genetické poradně. Jedná se o výsledky molekulárně cytogenetické vyšetřovací metody fluorescenční in situ hybridizace (FISH), které jsou on-line ukládány do databáze, kde jsou okamžitě přístupné ošetřujícímu lékaři. Matlab Web Server se stává užitečným pomocníkem nejen při archivaci, ale také při částečném zpracování těchto výsledků. Jak ukazují výsledky naší práce, má tato aplikace široké využití v praxi.

Klíčová slova: Matlab Web Server, Fluorescenční In Situ Hybridizace, Úprava obrazů

1 Úvod

Před třemi lety firma Mathworks Inc. pružně zareagovala na stále soupající vliv internetu a vzdáleného přístupu k datům a obohatila svůj již tak rozsáhlý produkt Matlab o knihovnu pro komunikaci po celosvětové síti. Z počátku jsme spatřovali velké uplatnění ve výuce a také jsme několikrát tuto možnost s různými novinkami prezentovali. Ovšem hlavní síla Matlabu není jen ve výuce, ale v jeho využití v praxi. Jelikož se však specializujeme na velmi úzký okruh zájmu v porovnání s tím, co Matlab umožňuje, byl problém nalézt odpovídající odvětví, kde bychom mohli nasadit do praxe také Matlab Web Server (MLWS). V tomto článku prezentujeme právě takovou praktickou aplikaci, která je velmi užitečným pomocníkem při zpracování obrazové přílohy lékařské dokumentace.

Prezentovaný projekt spojuje dva na první pohled vzdálené obory. Jedná se o využití našich znalostí z oblasti zpracování obrazů a databázových systémů a v tomto případě jedné konkrétní vyšetřovací metody. Zmiňovanou metodou je fluorescenční in situ hybridizace, o níž bude pojednáno v samostatné kapitole. Naše dosavadní výzkumy ukazují, že metody zpracování dvourozměrných signálů testovaných na obrazech magnetické rezonance, lze s nepatrnými změnami použít i na výstupy z fluorescenčního mikroskopu.

2 Fluorescenční In Situ Hybridizace

Jedná se o poměrně mladou vyšetřovací metodu, která je založena na detekci úseků nukleových kyselin značených fluorescenčním barvivem. Celá metoda spočívá v denaturaci nukleové kyseliny a její hybridizaci se značenou sondou. Ta může být značena buď přímo nebo nepřímo. V případě přímého značení je na sondu přímo navázána detekční látka, kterou můžeme pozorovat v příslušném mikroskopu. Při nepřímém značení jsou na sondu navázány molekuly

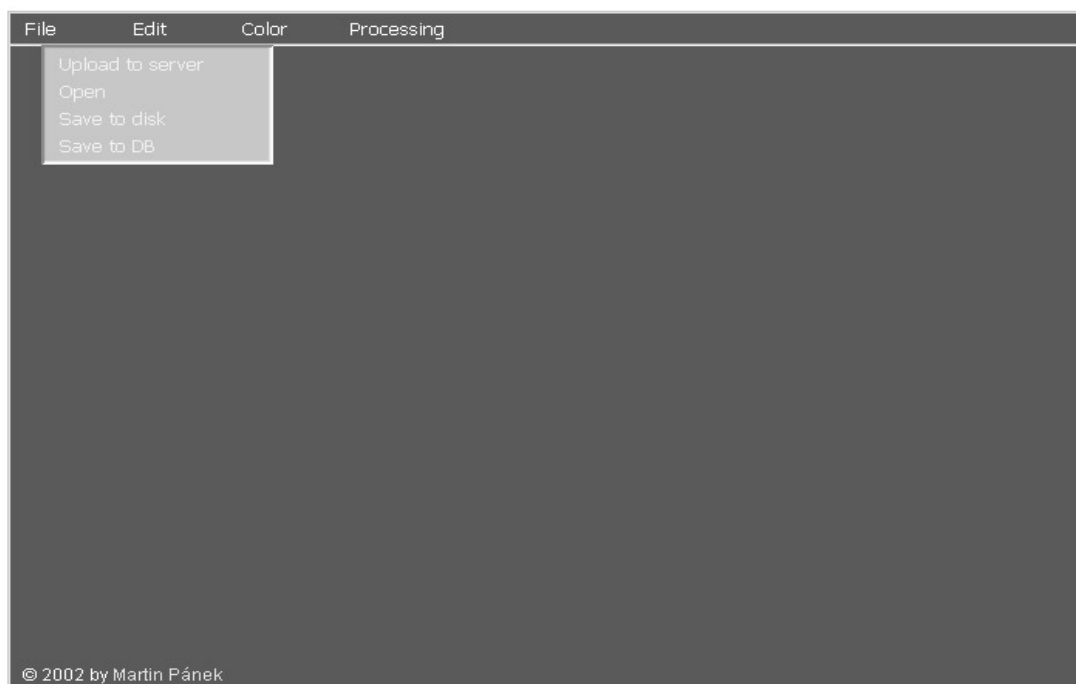
látek, které sice nefluoreskují, ale jejich přítomnost lze prokázat vazbou jiné látky, která fluo-
rochrom obsahuje. Tak mohou být sondy značeny například biotinem, který lze vizualizovat
navázáním FITC-avidinu (tj. avidinu s připojenou molekulou fluorescenčního barviva fluores-
ceinizothiokyanátu). Výhoda nepřímého značení spočívá v možnosti amplifikace fluorescenčních
signálů, které jsou pak lépe pozorovatelné, zejména při vizuálním hodnocení mikroskopického
obrazu.

FISH nachází stále větší uplatnění v prenatální diagnostice a v současné době hraje i ne-
nahraditelnou úlohu při detekci mikrodelečních syndromů, a dalších submikroskopických chro-
mozomálních aberací, které lze běžnými cytogenetickými metodami diagnostikovat jen ve velmi
omezeném počtu případů. V onkogenetice představuje FISH často jedinou metodu, s jejíž pomocí
lze přesně vyhledat a lokalizovat komplexní přestavby chromozómů u pacientů s hemoblastózami
nebo jinými nádorovými chorobami. V poslední době nalézá FISH své místo také v reprodukční
medicině při preimplantační diagnostice.

Výsledkem metody FISH je barevný obraz sejmutý digitálním fotoaparátem či kamerou
z mikroskopu, který je potřeba vhodným způsobem upravit, aby bylo možné s jistotou potvrdit
či vyvrátit podezření na příslušnou genetickou poruchu.

3 Popis systému

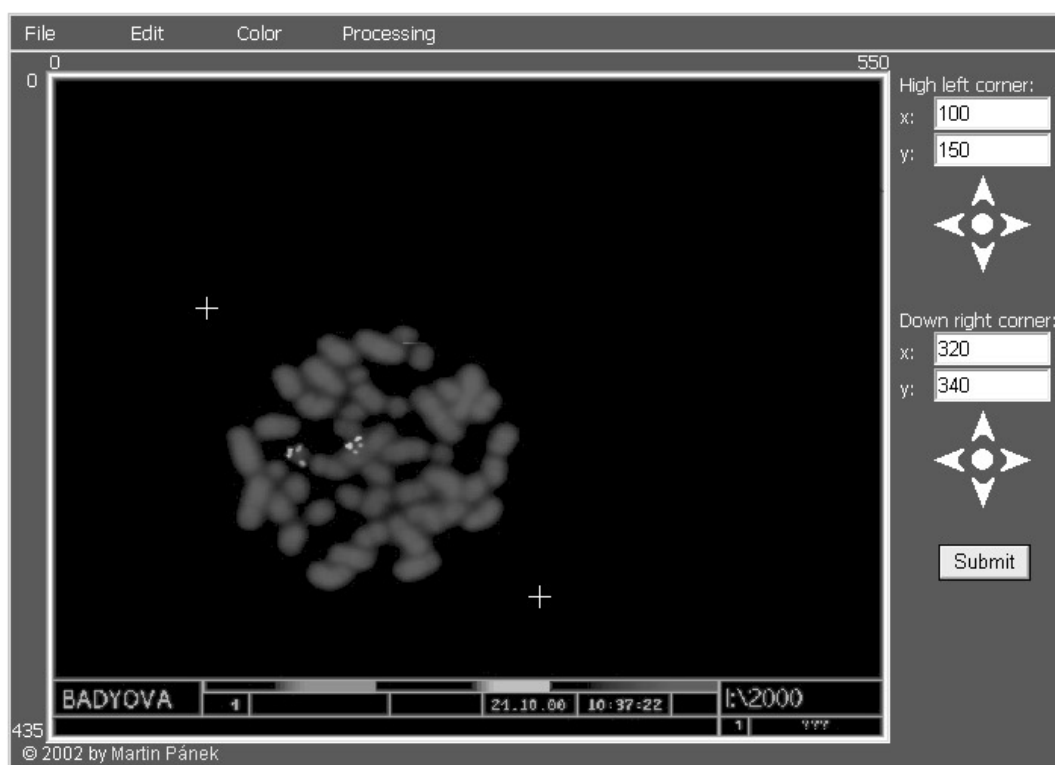
Prezentovaný systém zpracování obrazů za využití Matlab Web Serveru je součástí širšího pro-
jektu, který má propojit genetické laboratoře s klinickými pracovišti (zejména s genetickou
poradnou) bez nutnosti opakovaných a často zbytečně zdlouhavých výměn obsáhlých spisů o
pacientech a výsledcích vyšetření. Jde o využití databází pro uchování celé zdravotní dokumen-
tace pacienta se všemi výsledky provedených vyšetření. Systém je navržen tak, aby jej mohl bez
jakýchkoliv problémů používat každý lékař ve své ordinaci vybavené počítačem s přístupem na
internet.



Obrázek 1: Hlavní okno systému s rozbaleným menu *File*

V předkládaném článku se zaměříme jen na popis důležitých systémů na zpracování obrazů. Z hardwarového hlediska je systém postaven na dvou samostatných počítačích, z nichž jeden zajišťuje chod WWW serveru a MLWS a na druhém je instalována databáze. Oba počítače jsou třídy Pentium III s pamětí minimálně 256 MB a disky minimálně 30 GB. Softwarově je systém postaven na systému MS Windows 2000 Server a Matlab R12 s MLWS. Na druhém počítači je instalován tentýž operační systém a databáze MS SQL 2000. Jelikož se jedná o citlivá data, která by neměla být přístupná každému, je vyžadována autorizace oprávněných osob pomocí přihlašovacího jména a hesla a protokolem HTTPS.

Tento systém samozřejmě není možné propojit přímo se snímací kamerou a proto je zde možnost poslání obrazu na server ve formátu TIFF [1]. Takto uložená data je možné různě upravovat. Jedná se zatím o první verzi a některé další funkce budou přidávány, také v závislosti na rychlosti použitých algoritmů. Úvodní obrazovka systému je na obr. 1. Z obrazů uložených na serveru je možné dělat výřezy, upravovat jas obrazu, upravovat histogram, měnit barevnou paletu, přidávat anotaci, vyhledávat hrany a výsledné obrázky uložit do databáze. Zde již jsou automaticky přiřazeny ke "kartě" pacienta a jsou okamžitě k dispozici ošetřujícímu lékaři. Na obr. 2 je zobrazeno okno pro výřez z originálu.

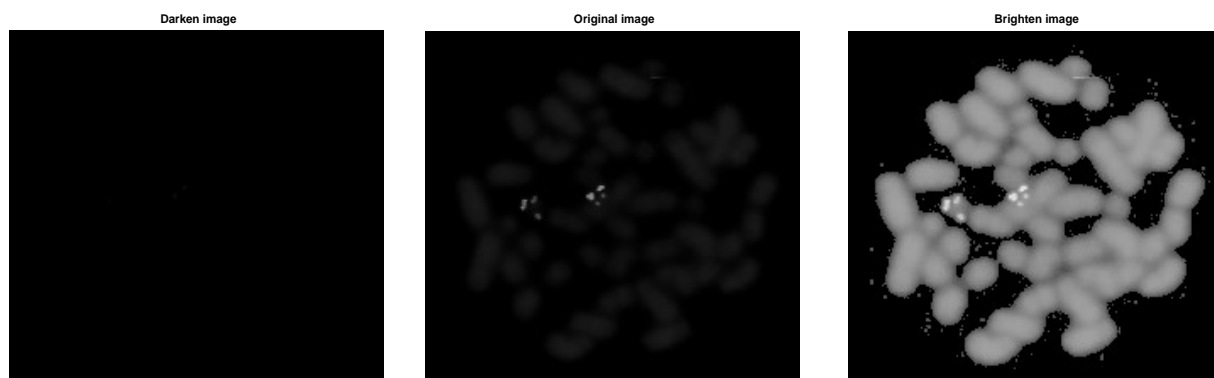


Optimized for 1024 by 768 pixels and 256 colors
Recommended browser: MSIE 5.x

Obrázek 2: Okno pro výřez z originálu

4 Úprava obrazu

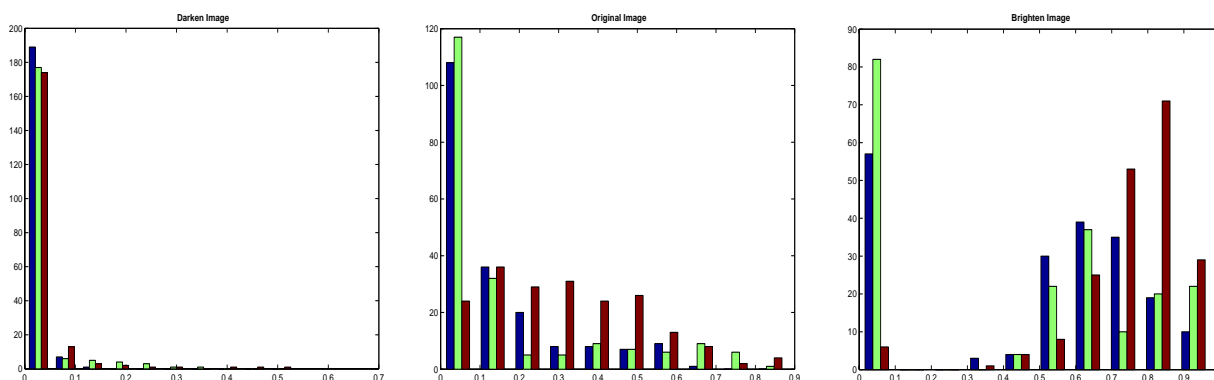
Pro zpracování používáme v originálu nekomprimované TIFF obrázky. Jedná se o jeden z nejrozšířenějších bitmapových formátů, který je podporován snad všemi dostupnými programy pro zpracování obrazů. Jelikož se však jedná o poměrně velké soubory, provádíme výřez pro nás zajímavých oblastí, které následně ukládáme ve formátu JPEG, tedy využíváme standardní komprese specifické pro tento formát.



Obrázek 3: Použití funkce `brighten` s koeficientem 0.8 a -0.8

Pod pojmem úprava obrazu je možné nalézt spoustu úkonů z nichž některé, dostupné v naší aplikaci byly již výše popsány. Nyní se podíváme trochu podrobněji na dva z nich. A to sice na úpravu histogramu a úpravu jasu. Úprava jasu je založena na úpravě celé barevné palety. Rozsah hodnot barevné palety se standardně pohybuje v intervalu $\langle 0; 1 \rangle$. Pro úpravu jasu používáme vestavěné funkce MATLABu `brighten`, která umožňuje provést zesvětlení a ztmavení obrázku. Pokud použijeme koeficient pro přepočítání barevné palety v intervalu $\langle 0; 1 \rangle$, pak výsledný obraz bude světlejší. Bude-li přepočítací koeficient spadat do intervalu $\langle -1; 0 \rangle$, bude celý obraz tmavší. Na obr. 3 je uveden příklad použití funkce `brighten`.

Druhým zásahem do obrazu může být úprava histogramu [2], který popisuje množství a frekvenci barev v obraze. Jedná se o vektor četností jednotlivých hodnot nalézajících se v obraze. Z histogramu je možné vyčíst množství informací. Nenesou informace jen o poloze pixelů v obraze, ale je z něj jasné, zda se jedná o obraz jasný či tmavý. Pod pojmem úprava histogramu, nebo také operace s histogramem, se rozumí operace, které většinou nezasahují přímo do histogramu, ale provádí takové změny v obraze, že se projeví i v histogramu. Dalšími funkcemi jsou právě zásahy přímo do histogramu, které se ve větší či menší míře projeví v originálu obrazu. Takovým příkladem může být právě zesvětlení či ztmavení obrazu. Na obr. 4 jsou prezentovány histogramy odpovídající obrazům na obr. 3.



Obrázek 4: Histogramy obrazů za použití funkce `brighten` s koeficienty 0.8 a -0.8

Jak je patrné, funkce `brighten` provádí prostou změnu jasu obrazu úpravou celého histogramu, úpravou všech bodů. Můžeme však provádět lokální zásahy do histogramu, ovšem ty vyžadují naší dobrou orientaci v histogramu a schopnost určit, které body máme změnit a které ponecháme. Na to již není možné napsat obecnou funkci a je potřeba tyto operace provádět individuálně.

5 Závěr

Celý systém je zatím ve zkušebním provozu. Věříme, že po odstranění všech objevených se chyb bude velmi užitečným nástrojem, který postupně nahradí papírovou formu dokumentace a potřebu posíleků mezi laboratoří a ambulancí. Celý systém je navíc modulární a předpokládáme jeho další rozšiřování zapojením dalších laboratoří a pracovišť. Výsledkem by měla být přehledná kompletní zdravotní dokumentace shromážděná na jednom místě. Projekt vzniká na základě celosvětově rozvíjející se telemedicíny a propojování jednotlivých pracovišť mezi sebou. Jak je patrné, ani česká medicína neztrácí krok s vývojem ve světě a je schopna konkurovat i v oblasti informačních technologií celosvětově rozvíjícímu se standardu.

6 Poděkování

Naše práce byla podpořena granty IGA NE6912-4, NI6247-3 (Interní grantová agentura Ministerstva zdravotnictví České republiky), FRVŠ 2482/2002 G3 (Fond rozvoje vysokých škol), výzkumným záměrem Karlovy Univerzity č.111300003 a výzkumným záměrem VŠCHT Praha č. MSM 223400007.

Reference

- [1] J. D. Murray and W. vanRyper. *Encyklopedie grafických formátů*. Computer Press, Praha, druhé edition, 1997.
- [2] J. Žára, B. Beneš, and P. Felkel. *Moderní počítačová grafika*. Computer Press, Praha, 1998.

Martin Pánek^{1,2}, Eduard Kočárek², Aleš Procházka¹

¹ VŠCHT ÚPŘT, Technická 1905, 166 28 Praha 6

² UK 2.LF, TPÚ Plzeňská 130, 150 00 Praha 5 - Motol

E-mail: Martin.Panek@vscht.cz, eduard.kocarek@lfmotol.cuni.cz, Ales.Prochazka@vscht.cz