

## **Distribované zpracování obrazu pro virtuální mikroskop**

***Hejtmánek L., Feit J.***

Na Masarykově univerzitě již několik let budujeme a provozujeme hypertextový dermatopatologický atlas, atlas fetální a novorozenecké patologie a hypertextový atlas patologie (<http://www.muni.cz/atlasses>). Tyto atlasy nabízejí velké množství klinických, makroskopických a mikroskopických obrázků spolu s vysvětlujícími popisy. Hlavní součástí atlasů je tzv. virtuální mikroskop, který umožňuje prohlížet na webu mikroskopické vzorky, měnit rozlišení, rovinu zaostření, osvětlení, vzorkem posouvat atd. Příprava obrazových podkladů pro takové zobrazování je proces náročný jak na snímání, tak na zpracování dat. Data je nezbytné připravit předem, obraz v plném rozlišení nelze rozumně přenášet k uživateli jako celek, navíc ani vysoce výkonná uživatelská stanice nemá dostatečný výkon, aby jej například dokázala zmenšit v reálném čase. Obrázky (preparáty) jsou snímány mikroskopem s vysokým rozlišením a pomocí digitální snímací kamery importovány do obslužného počítače. Každý preparát je snímán v několika fokusovacích rovinách, které umožňují virtuálnímu mikroskopu přeostršovat. Snímek jednoho preparátu v jedné fokusovací rovině je tvořen maticí dlaždic. V digitální podobě je každá dlaždice reprezentována souborem s rozlišením 2560x1920 bodů. Z jednoho preparátu se nasnímá více než 10,000 dlaždic. Jednotlivé dlaždice jsou zmenšeny na rozměr 1600x1200 bodů, každá dlaždice je doostřena algoritmem unsharp mask a dále je každá dlaždice barevně kalibrována. Po těchto operacích je z dlaždic sestaven jediný velký obrázek daného preparátu a to pro každou fokusovací rovinu. Při obvyklém počtu 7 fokusovacích rovin je nutné zpracovat přibližně 70000 zdrojových dlaždic do 7 obrázků s vysokým rozlišením (až 82000x62000 bodů). Složené obrázky jsou prohlédnuty, je nutné je ořezat, v některých případech doostřit nebo znovu barevně kalibrovat. Tyto operace probíhají na složených obrázcích. V posledním kroku jsou ze složených obrazů vyrobeny dlaždice velikosti 256x256 bodů pro různé úrovně přiblížení. Pro maximální přiblížení dostáváme přibližně 20 000 dlaždic pro každou fokusovací rovinu, pro minimální přiblížení dostáváme asi 16 dlaždic pro každou fokusovací rovinu. Celkově pro jeden preparát, všechny jeho fokusovací roviny a všechny úrovně přiblížení můžeme dostat až 700 000 dlaždic. Zdrojové obrázky z digitální kamery zabírají stovky gigabytů, složený obrázek jedné fokusovací roviny zabírá desítky gigabytů, jedno přiblížení jedné fokusovací roviny zabírá od stovek kilobytů po stovky megabytů diskového prostoru. Na výkonné pracovní stanici celé zpracování pro velké obrázky trvá 30--50 hodin při sekvenčním zpracování a vyjma spotřeby procesorového času je vysoce náročné i na paměť a diskové operace. V příspěvku popíšeme detailně postup zpracování obrázků pro virtuální mikroskop při klasickém sekvenčním přístupu. Protože časová náročnost tohoto postupu je nepřijatelná, popíšeme návrhy na převedení tohoto postupu do distribuovaného prostředí a změny v tomto workflow, kterými se tento postup dále optimalizuje. Při prvních experimentech v distribuovaném prostředí jsme ověřili, že zpracování snímků mikroskopu touto cestou je možné. Bude však zapotřebí dalšího vývoje, abychom využili plného potenciálu, který distribuované výpočty přináší.