

# Počítačová analýza a vizualizace biomedicínských obrazů

David Svoboda, Michal Kozubek, Zuzana Kubínová, Lucie Kubínová, Milan Ešner

V rámci sdružení Czech-Bioimaging se můžete setkat se službami zaměřenými na *analýzu a vizualizaci biomedicínských obrazových dat* pořízených pomocí různých zobrazovacích metod. Mezi tyto metody patří například optická či elektronová mikroskopie, magneticko-rezonanční zobrazování (MRI), počítačová tomografie (CT), rentgen, ultrazvuk a další. Správnému pochopení obsahu snímku pořízeného výše uvedenými technologiemi ale takřka vždy předchází důkladné předpracování a analýza. Není vůbec výjimkou, kdy data pořízená i na velmi drahých zařízeních jsou na první pohled značně nekvalitní. Úloha předpracování zde spočívá v potlačení šumu, redukci míry rozmazání pomocí **dekonvoluce** či nalezení a odstranění nečistot nebo jiných nežádoucích artefaktů, které jsou pro další analýzu spíše překážkou. Následná obrazová

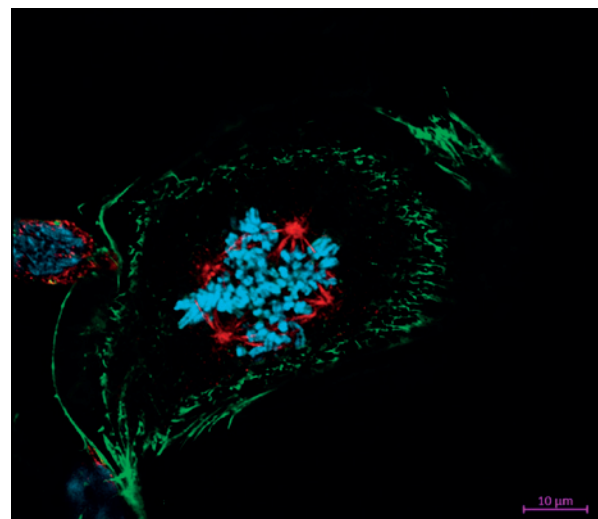
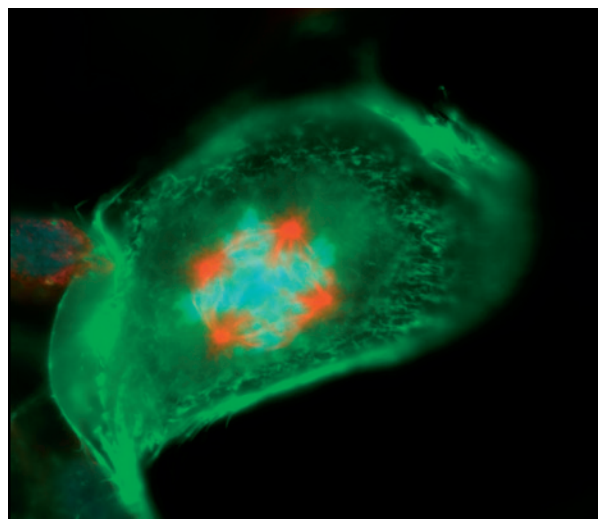
analýza pak umožňuje například lokalizovat zajímavá místa (nalezení zlomeniny v rentgenovém snímku končetiny), provádět měření velikosti sledovaných oblastí (změna velikosti nádoru), **sledování pohybu** (vývoj buněčné populace) nebo evidování počtu vybraných objektů (stav kolonie patogenních bakterií). Neméně důležitou úlohu zde sehrává rovněž vizualizace, která nám upravit a zprostředkovává obrazová data tak, aby je bylo možné snadno prohlížet a všimnout si důležitých detailů a anomálií. Mnohdy stačí data správně označovat a zajímavá místa zvýraznit tak, aby byly patrné detaily, které jsou předmětem zájmu pozorování či diagnostiky. Nezřídka se k tomu také používají specializovaná zařízení, mezi něž patří například brýle pro **virtuální realitu**. Ty jsou vhodné zejména pro manipulaci s vícerozměrnými daty.

## Dekonvoluce

Principem mitotického dělení je správné rozdělení genetické informace zakódované v DNA do dceřiných buněk. Během mitózy se musí duplikovaná DNA kondenzovaná do chromosomů rovnoměrně rozdělit do dvou dceřiných buněk. Správnou distribuci zajišťují mikrotubuly, které se navážou na jednotlivé chromatidy a přetáhnou vždy jednu chromatidu daného chromosomu na opačnou stranu buňky. V normálním případě mikrotubuly vytvoří vždy dva póly a buňka se dělí na dvě dceřinné. Na přiložených obrázcích můžeme pozorovat abnormální mitotické dělení buňky nádoru

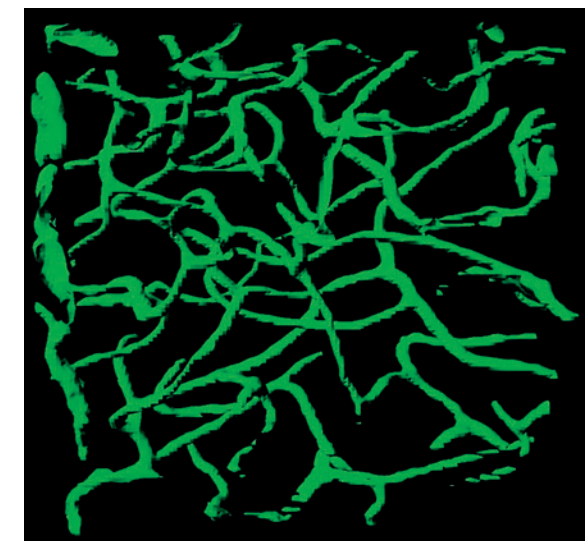
lidského vaječníku, kdy mikrotubuly mateřské buňky vytvářejí čtyři póly a mateřská buňka se připravuje k rozdělení na čtyři dceřinné buňky. Červeně jsou označeny mikrotubuly, zeleně jsou označena aktinová vlákna a modrou barvou je označena DNA.

Obrázek vlevo je nasnímaný na mikroskopu s použitím standardního osvětlení v širokém poli a je zamlžený, protože obsahuje informaci i z nezaostřených částí. Vpravo je stejný obrázek upravený matematickým procesem zvaným dekonvoluce.



Tématu analýza a vizualizace biomedicínských obrazových dat se v infrastruktuře Czech Bioimaging věnují primárně následující tři výzkumná pracoviště:

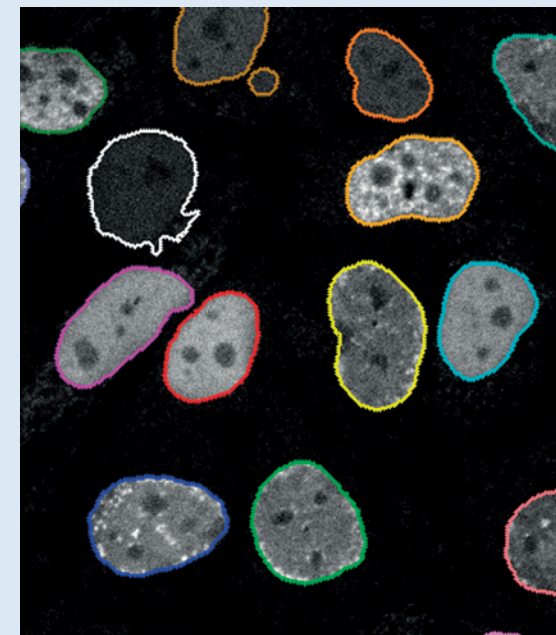
- Oddělení biomatematiky, Fyziologický ústav, Akademie věd ČR, v. v. i.  
<https://www.fgu.cas.cz/departments/biomatematika>
- Centrální laboratoř buněčného zobrazování, CEITEC-Masarykova Univerzita  
<https://www.ceitec.cz/centralni-laborator-buncne-zobrazovani/cf119>
- Centrum analýzy biomedicínského obrazu, Fakulta informatiky, Masarykova univerzita  
<https://cbia.fi.muni.cz/research/CzBI.html>



## Sledování pohybu

Abychom dokázali správně rozhodnout, zda se sledovaná živá buněčná populace chová jako zdravá či nemocná, potřebujeme v obrazových datech umět jednotlivé buňky správně identifikovat, vzájemně je oddělit a u každé z nich sledovat její chování.

Na přiloženém snímku ze světelného mikroskopu jsou kolem každé buňky pomocí automatizovaného algoritmu vyznačeny její obrysy. Pro jednoznačné odlišení buněk jsou obrysy pro každou buňku barevně unikátní. Ze sledovaného pohybu takto označených buněk, periody jejich dělení a vzájemných interakcí pak již můžeme vyvozovat závěry, které mohou vést k mnohem přesnější diagnostice, než kdybychom pracovali přímo se surovými daty.



## Virtuální realita

Léčba rakoviny mozku může probíhat ozařováním postižené tkáně protony. Je otázkou, zda přitom nebude nepříznivě ovlivněna okolní zdravá tkáň. Ve vzorku zdravé tkáně na obrázku nahoře, pořízeném pomocí konfokálního mikroskopu, jsou obarvené vlasečnice vyživující mozkové buňky. Virtuální realita nám umožňuje se ve vzorku procházet a zkoumat délku a hustotu vlasečnic, a porovnávat tak vzorky ze zdravých mozků se vzorky z neozařených míst nemocných mozků.

Trojrozměrný obrázek vzorku je virtuálně promítán do prostoru a zároveň je zaznamenávána poloha a natočení speciálních brýlí a ručního ovladače. Podle toho nám počítač do obrazovek v brýlích promítá virtuální obraz. Pomocí ručního ovladače můžeme přímo pohybem ruky označovat měřené struktury ve vzorku (*obrázek dole*). Pohyb přímo ve vzorku umožňuje rychlejší měření než při vyhodnocování sérií obrázků na obrazovce počítače.

