

Jak lze elegantně vylepšit prostorové rozlišení pomocí matematického zpracování obrazu

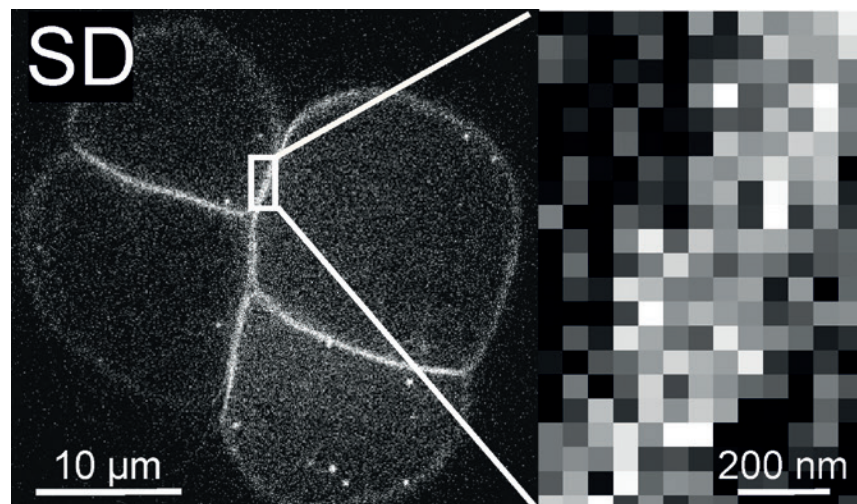
Jan Petrášek

Moderní mikroskopy nabízejí stále více technických řešení, která umožňují vylepšit jejich prostorové rozlišení, tj. jejich schopnost rozpoznat dva velmi malé mikroskopické body jako dva dobře izolované objekty. Lidskému oku je pak k dispozici

získat a do počítače uložit jednotlivé záblesky fluorescence, které pocházejí přímo z jedné studované molekuly. Citlivost je běžně na úrovni jednotlivých fotonů. Takových obrazů je ale nutné nasnímat s frekvencí až 100 obrazů za sekundu co

Tohoto principu využívají matematické postupy, které tak zvládnou efektivně extrahovat ve vyšším prostorovém rozlišení z dané série pouze informaci pocházející přímo ze studované molekuly.

Pěkným příkladem využití jedné z těchto metod, tzv. SRRF (Super-Resolution Radial Fluctuations), je studium rozložení přenašečů rostlinného hormonu auxinu v buňkách. Jeden ze série takto nasnímaných obrázků (*nahoře*) ukazuje snímek z konfokálního mikroskopu na principu rotujícího kotouče, tzv. spinning disku (SD). Detail zachycuje rozhraní dvou buněk, kde není patrná žádná struktura, vidět jsou pouze jednotlivé obrazové body. Takový obraz je pro analýzu distribuce molekul ale jen zdánlivě bezcenný. Po aplikaci algoritmu SRRF (*dole*) se totiž zobrazí velice pěkně rozhraní obou buněk, patrné jsou obě přilehlé plazmatické membrány a prostor mezi nimi. Popsaná metoda je nejen rychlá, ale i levná a dokáže vylepšit prostorové rozlišení obrazů na úroveň, která je dosahována náročnými a drahými instrumentálními metodami. Proto je o ni nyní mezi biology velký zájem.



mikroskopický obraz rozložení jednotlivých struktur buněk, ba dokonce jednotlivých molekul či atomů. Toto vše navíc přímo v živém stavu umožňujícím se přímo dozvídat details o fungování jednotlivých buněk či molekul. Důležité je, že spolu s tímto technologickým pokrokem se též rozvíjejí metody využívající pro vylepšení prostorového rozlišení matematických postupů. Příkladem jejich elegantního využití ve fluorescenční mikroskopii jsou metody využívající toho, že světélkující proteiny používané biologi pro označování studovaných molekul lze aktivovat i pomocí velice nízkých dávek fluorescenčního světla. Takto velice nízké dávky světla, např. pocházejícího z laseru či fluorescenční výbojky, prakticky neovlivňují studovaný materiál a můžeme je směle označit za nedestruktivní. Pomocí velice citlivých kamer, které se mimo jiné též využívají v astronomii pro studium exoplanet, lze

možná nejvíce, ideálně stovky až tisíce. Světlo pocházející z námi studované molekuly se šíří optickou drahou mikroskopu symetricky, což ale neplatí pro pozadí.

