

Computer Aided Diagnosis

PAVEL NEDBAL

Fakulta zdravotnických studií, Západočeská univerzita

nedbalp@kaz.zcu.cz

Vývoj a zlepšování výkonu výpočetních systémů je patrné v každém ohledu života moderního člověka. Čtvrtá průmyslová revoluce je v plném proudu a její výsledky jsou viditelné i v diagnostickém zdravotnictví. *Computer Aided Diagnosis* (CAD) nabízí a bude do budoucna nabízet mnohé možnosti, které se budou podílet na zrychlení a zpřesnění práce člověka – lékaře.

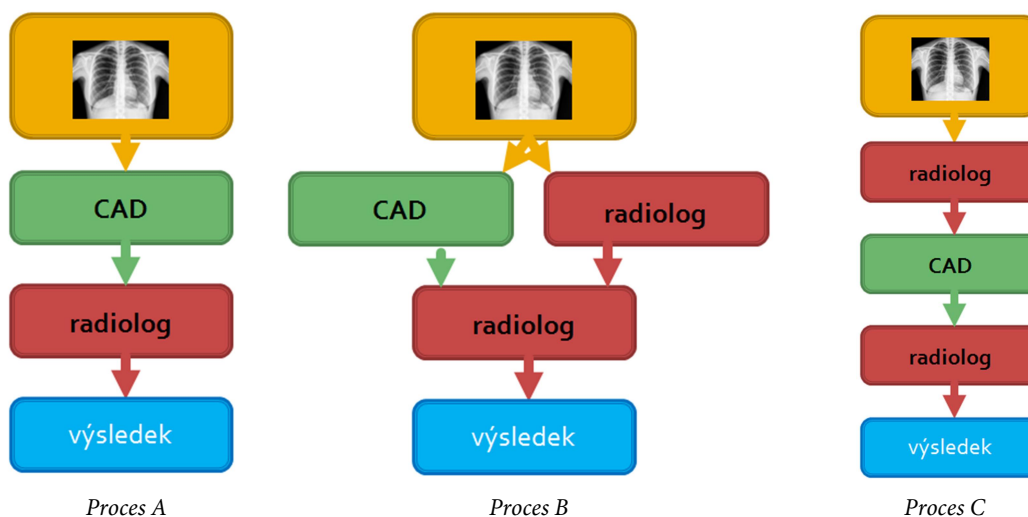
Co si vlastně pod termínem *Computer Aided Diagnosis* představit? Nejlépe je to popsáno definicí výsledku: jedná se o výstup algoritmu pro automatickou analýzu obrazu sloužící jako pomůcka pro správnou a rychlou diagnostiku. Vstupem procesu jsou obrazová data, která jsou získána při vyšetření na různých diagnostických modalitách. Mohou být použita data z konvenčního skiografu, zubního rentgenového přístroje, mammografu, výpočetního tomografu nebo magnetické rezonance. V dnešní době probíhá záznam dat výhradně pomocí speciálních detektorů a snímačů, výsledkem je tedy obrazová matice, jejíž elementy pomocí stupňů šedi reprezentují obraz vyšetřované tkáně.

CAD systémy lze rozdělit podle jejich hlavního úkolu. CAD pro detekci slouží k nalezení a označení potenciální léze. CAD pro klasifikaci označenou nebo vybranou lézi analyzují například k určení malignity. Nejčastěji se však používají systémy, které kombinují detekční a klasifikační procesy. Podle způsobu vývoje lze CAD systémy rozdělit na komerční dodávané jako součást softwarového vybavení přístroje, komerční autonomní nebo nekomerční autonomní, které vznikají převážně ve spolupráci s medicínskými centry či při spolupráci s vysokými školami po celém světě.

CAD jako proces

Samotný proces aplikace algoritmu na obrazová data je součástí celkového procesu diagnostického popisu snímku. Na tom se vedle CAD musí podílet také člověk – lékař radiolog, který má oprávnění stanovit závěr s výslednou diagnózou.

Systém může být nasazen do procesu několika způsoby (viz obrázky dále). V procesu A jsou nejprve zpracována data pomocí CAD a poté dochází ke kontrole výsledku člověkem. Tato metoda je rychlá, nenabízí však druhý nezávislý názor. Proto se k běžné praxi nedoporučuje. Procesy B a C jsou časově a finančně náročnější. K provedení popisu je zapotřebí dvou radiologů, většinou se jedná o méně zkušeného jedince



a zkušenějšího supervizora, popřípadě dvou zkušených, kteří jsou schopni zajistit nezávislé „druhé čtení“ (to je nutné například u mamografických snímků). Toto řešení je doporučeno a v praxi více využíváno.

Samotný CAD proces lze rozdělit do čtyř kroků: preprocessing, segmentace, analýza a klasifikace, popřípadě evaluace. Po provedení všech čtyř kroků je vždy nezbytné, aby proběhla kontrola člověkem – lékařem radiologem.

Během prvního kroku – *preprocessingu* dochází k přípravě dat na zpracování. Nejprve jsou odstraněny nepotřebné a nadbytečné části obrazu. To, co nemá nebo nemusí být posuzováno, není nutné hodnotit během analýzy a tím zvyšovat zatížení systému. V případě, že jsou v obraze přítomny artefakty, které mohou vzniknout například v CT obraze přítomností kovových objektů, je nutné jejich vliv na obraz co nejvíce potlačit. Toho lze docílit použitím různých způsobů úpravy např. filtrovaná zpětná projekce, lineární interpolace apod. V případě že je obraz zatížen velkou přítomností šumu, lze ho připravit pro zpracování zvýšením poměru signálu k šumu (SNR) pomocí aplikace algoritmů iterace, vlnkové transformace nebo lineární prostorové filtrace. Posledním krokem preprocessingu je harmonizace zpracovávaných obrazů. Ta je prováděna pouze v případě, že dochází ke zpracování více než jednoho obrazu. V případě sady dat v jedné rovině nebo při analýze různých snímků párových orgánů je upravován jas a kontrast na podobnou úroveň. Podle použitého softwaru nemusí dojít nutně ke všem popsaným obrazovým úpravám.

Po přípravě obrazů dochází k automatickému nebo poloautomatickému výběru struktur a objektů – *segmentaci*. Lze segmentovat celý obraz na součásti, dojde k označení a rozlišení struktur. To je prováděno pomocí hledání kontrastních rozdílů nebo rozdílů hodnoty SNR. Při segmentaci pouze objektu zájmu je tento extrahován z pozadí. Způsobem segmentace objektu je mimo kontrastních a SNR rozdílů také detekce hran.

Prvním krokem *analýzy* je vyhledání vhodných kandidátů na léze v již segmentovaném obraze. Léze je vyhledávána podle morfologických znaků – velikosti, tvaru, po-

vrchu, vzhledu (např. sférické léze v plicním parenchymu, *spiculated* léze v prsu), podle obrazu (kontrastní rozdíly, denzitní nebo intenzitní rozdíly) nebo podle textury (homogenita v obraze). Pokud je CAD systém určený pouze k detekci lézí, je uživateli předložen výsledek.

V případě, že systém slouží i k posouzení léze např. z hlediska patologie, dochází ke *klasifikaci* označených míst. Úkolem kroku klasifikace je určení správných pozitiv. Metody klasifikace jsou opět různé podle aplikace systému – může jít o metody lineární, nelineární (ve většině případů aplikace statistických metod, většinou neparametrických testů) nebo shlukové analýzy.

Využití CAD systémů v praxi

CAD systémy jsou v praktickém využití nasazovány na analýzu screeningových i diagnostických obrazů. V případě screeningových se jedná o vyšetření asymptomatických pacientů – detekce karcinomu prsu na mammografii, detekce plicních uzlů u screeningu karcinomu plic, případně detekce střevních polypů, jež jsou významnou prekancerózou karcinomu rekta.

V případě diagnostického nasazení se jedná o detekci karcinomu prsu, detekci vmetků při podezření na embolii plicní, detekci plicních infiltrátů z konvenčního rentgenového snímku plic, detekci fraktur obratlových těl, detekci intrakraniálních aneuryzmat, detekci jaterních nádorů nebo obecně volumetrii jaterní tkáně či odhalení zubních kazů. Na obrazech získaných pomocí metod nukleární medicíny, lze posuzovat sledování akumulace radiofarmaka.

Závěrem

CAD systémy oproti závěrům, které stanovil člověk, mohou na první pohled nabízet jasné a objektivní výsledky. Lidské tělo však není jedním univerzálním způsobem vyráběný stroj podle jedné šablony. Nejen patologicky, ale i fyziologicky nabývá různých podob a odchylek. Toto však CAD systémy nejsou schopny oproti „plastické“ lidské mysli a lidskému vnímání odlišit. Je tedy velmi vhodné používat je pouze jako užitečný nástroj pro zefektivnění a zrychlení práce. Mohou být pomůckou pro ne příliš zkušené lékaře či nabízejí možnosti druhého čtení obrazů. Je důležité zdůraznit, že CAD systémy nemají za úkol soupeřit s člověkem, jsou pomocníkem a partnerem, který nikdy nemá „unavené oči“.

Se zlepšováním výkonu hardwaru a tím i možností použití složitých softwarových nástrojů v časech, které jsou akceptovatelné v diagnostickém procesu, lze očekávat i rozvoj a zlepšení možností CAD systémů. Již v dnešní době se dostávají do standardů ošetrovatelské péče a s jejich rozvojem se předpokládá jejich využití ve větší míře. Ve

vzdálenější budoucnosti je vize suplování člověka ve screeningových procesech či rozvoj úplné automatizace diagnostických procesů pomocí ACD (*Automated Computer Diagnosis*).

Literatura k tématu

Doi, Kunio (2007) Computer-Aided Diagnosis in Medical Imaging: Historical Review, Current Status and Future Potential. *Comput Med Imaging Graph* 31(4-5): 198–211.

Doi, Kunio (1999) Computer-Aided Diagnosis in and its Potential Impact on Diagnostic Radiology. *Computer-Aided Diagnosis in Medical imaging*.

Reducing artifacts in computed tomography images [online]. Dostupné z [cit. 6/2016]: <http://www.edboas.com/science/CT/>