

Využití umělé inteligence v zobrazovacích metodách

Artificial intelligence in medical imaging

Doc. MUDr. David Zogala, PhD.

*Ústav nukleární medicíny 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy
a Všeobecné fakultní nemocnice Praha*

Souhrn

1

Rozvoj využití umělé inteligence (AI) je v současnosti velmi dynamický a zasahuje do řady lidských činností. Výjimkou nejsou ani zobrazovací metody v lékařství. AI se zde může uplatnit při obrazové akvizici, při zpracování a augmentaci obrazu, při interpretaci nálezu, popř. v rámci tzv. pokročilé analýzy obrazových charakteristik, tzv. radiomiky. K dispozici je již řada certifikovaných komerčních řešení, jejich validace a dostatečné doklady pozitivního dopadu na zdravotní péči jsou však zatím omezené.

Role AI je v současnosti spíše podpůrná, to se však do budoucna nejspíše změní. Mezi rizika a nevýhody patří závislost na výpočetní síle, kvalitě vstupních dat a jejich zpracování lidským hodnotitelem pro potřeby učení neuronální sítě. Nedostatečná je transparence fungování algoritmů a problematická může být jejich přenositelnost. Užití AI s sebou přináší zcela nové etické a legislativní aspekty.

Budoucí vývoj AI v zobrazovacích metodách je obtížné odhadovat, pravděpodobné je však další rozšiřování možností využití a reálného nasazení v klinické praxi.

Summary

The current era witnesses a highly dynamic development of Artificial Intelligence (AI) applications, impacting various human activities. Medical imaging techniques are no exception. AI can find application in image acquisition, image processing and augmentation, as well as in the actual interpretation of images. Moreover, within the domain of radiomics, AI can be instrumental in advanced analysis surpassing the capacities of the human eye and experience. While several certified commercial solutions



2

Obrázek vygenerovaný umělou inteligencí na podnět „Artificial intelligence in medical imaging“. Vytvořeno Microsoft Bing Image Generator (DALL.E), dostupné na www.bing.com/create.

are available, the validation and accumulation of sufficient evidence regarding their positive impact on healthcare is currently constrained.

The role of AI presently leans towards being assistive, yet further evolution is anticipated. Risks and disadvantages encompass dependency on computational power, the quality of

input data, and their annotation for learning purposes. The transparency of algorithmic functioning is lacking, and issues pertaining to portability may arise. The integration and utilization of AI introduce entirely new ethical and legislative aspects.

Predicting the future development of AI in imaging methods is challenging, with a further increase in implementation appearing more probable.

Úvod (*sepsaný umělou inteligencí*)

Umělá inteligence (AI) hraje stále významnější roli v mnoha aspektech medicínské praxe, zvláště v diagnostických zobrazovacích metodách. V tomto článku se zaměříme na různé aplikace AI v medicínském zobrazování, kde může AI výrazně přispět od zlepšení kvality obrazu po sofistikovanou analýzu dat, která přesahuje lidské schopnosti. Klíčovým aspektem je využití AI pro rozpoznání vzorců a abnormalit, které mohou být přehlédnuty nebo špatně interpretovány lidským okem.

3 AI má potenciál transformovat tradiční způsoby, jakými lékaři přistupují k diagnostice a léčbě, díky své schopnosti zpracovávat a analyzovat obrovské množství obrazových dat rychle a přesně.

Přínosy a možnosti AI v zobrazovacích metodách jsou obrovské, a tento článek poskytuje ucelený pohled na současný stav, výzvy a budoucí směřování využití umělé inteligence v medicínském zobrazování.

Text Úvodu byl vytvořen AI podle rukopisu článku níže.

Osobní komunikace, ChatGPT v4, dostupné na chat.openai.com, 27. 4. 2024.

V čem je přínos AI v zobrazovacích metodách (ZM)?

Algoritmy AI dokážou pomocí simulace funkce lidské nervové tkáně analyzovat velmi rychle velké objemy dat. Jedním z prvních uplatnění AI bylo právě rozeznávání objektů na digitálních/digitalizovaných fotografiích. Výstupy zobrazovacích metod jsou ve své

podstatě také jen (trochu komplikovanější) fotografie. Není důležité, zda se jedná o radiodiagnostiku či metody nukleární medicíny (NM). V zobrazování se dnes používá jednotný obrazový formát DICOM. Ten reprezentuje obraz rozložený do pixelů. Každý pixel nese nějakou informaci – denzitu na CT nebo zachycenou aktivitu radiofarmaka u modalit NM. Komplikovanější může být situace u ultrazvuku (USG), kdy do hry vstupuje i určitá nekonstantnost snímací techniky. Sonda USG se však v rukou vyšetřujícího naklání, pohybuje. Nicméně digitalizovat získaný obraz lze také, ve formě videa, statického snímku anebo AI asistence využít online již při samotném vyšetření.

Nejvíce diskutovaným nasazením AI v ZM je patrně CAD, tedy „*computer aided diagnosis*“. Pod tím se rozumí přímý podíl AI na interpretaci obrazu, popř. vlastní stanovení diagnózy. To může nabrat různých podob. Může pomoci označením patologických nálezů a určitou asistencí lékaři při tom, aby je nepřehlédl. Může interpretovat hraniční léze. Může fungovat jako „druhé čtení“. Nebo naopak jako „první čtení“ – triage všech došlých nálezů, identifikace akutních stavů, které předřadí k analýze lidskému hodnotiteli.

4

AI může být trénována jen na specifický úkol, obrazový jev či diagnózu. To může být nápomocné v regionech s omezenými lidskými zdroji a nedostatkem lékařů. Ale existují jistě ambice větší, tedy mít plnohodnotný automatický ekvivalent lékaře schopný správně diagnostikovat a popsat většinu vyšetření.

Již nyní lze uvést nespočetné množství příkladů reálné aplikace AI v ZM nejen z výzkumu, ale i z běžné diagnostické praxe. Často jde o certifikovaná, dostupná řešení. Práce autorů van Leeuwen et al. z roku 2021¹ se zabývala právě využitím komerčních aplikací AI v radiologii a sumarizovala informace o 100 nástrojích s CE certifikací. Úroveň kvality a síly důkazů efektivity však u většiny z těchto nástrojů hodnotila jako relativně slabou a pouze u 18 konstatuje reálný klinický dopad. Očekává se např. větší uplatnění AI u screeningové mamografie. Je již k dispozici značné množství publikací dokládajících, že zejména užití AI v režimu druhého čtení může zlepšit celkovou přesnost.² Existují např. řešení pro analýzu MR prostaty či neurodegenerací.³ Vývoji diagnostických nástrojů

založených na AI se věnují i české subjekty, firma Carebot používá AI k hodnocení skiagramu hrudníku a mamografie.⁴

Velká očekávání se v ZM vkládají do tzv. „radiomiky“.⁵ Termín pochází z anglické teze, která je do češtiny obtížně přeložitelná: „*Images are more than pictures, they are data.*“ Tedy snad „Zobrazení jsou víc než obrázky, jsou to informace.“ Člověk je pomocí svého zraku a zkušeností schopen rozeznávání obrazových vzorců a jejich interpretace jen do určité míry. Pod pojmem radiomika se rozumí přístup, kdy se digitalizovaný obraz analyzuje pokročilými nástroji schopnými kvantifikovat velkou řadu parametrů nad rámec schopností lidských. Výstupem jsou pak objemné soubory dat, ve kterých se mohou objevovat opakující se vzorce vázané na konkrétní diagnózu. A pomocí další strojové analýzy těchto dat pak lze k této diagnóze dospět. Na tento výsledek pak může být navázáno terapeutické rozhodnutí.

5

Příkladem může být například radiomická analýza CT obrazu nádoru, která dokáže na základě obrazových charakteristik predikovat přítomnost konkrétní mutace. Tato mutace pak může být určující pro efekt konkrétní terapie.⁶ AI se pak může uplatnit jak v hodnocení obrazu, a měření dat, tak i při celkové analýze získaných radiomických parametrů a jejich výsledné interpretaci.

AI se může uplatnit již ve fázi obrazového snímání na diagnostických přístrojích. Přepočítání obrazových dat pomocí AI může pomoci jejich zpřesnění, minimalizaci artefaktů či zkrácení doby snímání, které může vést ke snížení radiační zátěže. Tyto aplikace se stávají již běžnou součástí dodávaných přístrojů.⁷ Případně může AI pomoci i s nastavením polohování pacienta při obrazové akvizici.⁸ AI se také může uplatnit při konturaci cílových objemů radioterapie a přinést časové úspory.⁹

AI lze použít i k analýze zvukového záznamu, příp. k jeho převodu do psaného textu. To může urychlit tvorbu popisů. Aplikace založené na AI lze užít i k optimalizaci provozu, k plánování přístrojového času. A je možné, že brzy se budeme velmi často s AI setkávat

jako s partnerem při komunikaci, při objednávání vyšetření, odpovídání některých dotazů či edukaci.

Rizika a nevýhody

S využitím AI v lékařství i v ZM obecně je spojena celá řada rizik. Nástroje založené na AI vykazují v řadě případů velmi dobrou funkčnost, ze své podstaty však neumožňují blíže poznat, jak přesně fungují a jak k jednotlivým rozhodnutím dospějí. Základem jejich funkce je učení. K tomu, aby začaly správně pracovat, potřebují velké množství výukového materiálu, který je označen lidským hodnotitelem. U ZM jsou to tedy anotované nálezy. Limitujícím faktorem pro správnou funkci pak může být právě množství a kvalita tohoto tréninkového materiálu.

Právě proto, že u konkrétního algoritmu nevíme úplně přesně, jak a podle čeho se rozhoduje, setkáváme se v praxi s problémem přenositelnosti. Odchytky v obrazové kvalitě podmíněné použitím jiného modelu přístroje či jiných akvizčních parametrů mohou způsobit zhoršení efektivity AI, která byla vytrénována jen na obrazech nasnímaných homogenní metodikou.

6

Významná je nutnost legislativního zakotvení využití AI. Jde v podstatě o softwarový zdravotnický prostředek se všemi důsledky pro certifikaci. Na což navazuje základní otázka – kdo a v jakých situacích by měl za výstupy AI ovlivňující klinickou praxi nést právní zodpovědnost. V současnosti se stále pohybujeme v modelu, kdy je za nález zodpovědný lékař a AI má asistivní roli.

AI patří mezi koncepty s vysokou náročností na výpočetní sílu. Ta byla hlavní limitací jejího širšího rozvoje v minulosti. Nejde totiž o novinku, základní principy jejího fungování jsou známy již od poloviny minulého století.¹⁰ Výpočetní kapacity však také v současnosti stále rostou. To ale vyžaduje velké investice do technické infrastruktury. Proto podporu rozvoje AI, včetně medicínských aplikací, vidíme zejména u ekonomicky silných korporátních firem, jako je Google, Amazon či Microsoft.

Další neznámou je přijetí používání AI ve zdravotnictví společností. Zda je populace připravena přijmout fakt, že zásadní rozhodnutí o zdraví pacienta nebude dělat pouze člověk. Lidský kontakt zůstane patrně ještě dlouho nezastupitelný. I když AI může komunikovat s pacienty lépe a s větší empatií než lékař – člověk.¹¹

Vlastní výkon lékařského povolání s sebou nese určitou řemeslnou stránku úkonů každodenní praxe. Dovednosti vznikají opakováním často velmi jednotvárných činností. U odborníka tak vzniká rutina, jistota a schopnost fungovat efektivněji a vypořádat se pak i se složitějšími případy. Delegací rutinních činností na automatické systémy se tento tréninkový podnět oslabí a zároveň se stáváme na přístrojové technice závislími podobně jako u každého využití pokročilé technologie.

Budoucnost

Odhadovat, jaký vývoj bude mít implementace AI v ZM v medicíně, je obtížné. Je nutné si uvědomit, že tempo vývoje AI je skutečně velmi rychlé, akceleruje široce v mnoha lidských činnostech. Přitom jsme teprve na začátku, reálné praktické aplikace jsou fenomén několika málo posledních let.

7

Racionálně lze u AI a ZM očekávat následující:

1. Implementace AI poroste, a to v technologiích obrazové akvizice, předzpracování a augmentace obrazu i v zapojení při interpretaci nálezů.
2. Při interpretaci nálezu bude zřejmě AI ještě dlouhou dobu hrát roli asistenčního nástroje pro lidského hodnotitele. Zejména při diagnostice definovaných diagnóz, popř. při úkolech, kde je vysoká pracovní zátěž vyžadující zvýšenou časovou investici lékaře. Vhodným příkladem jsou screeningové programy (mammografie, CT plic atd.). V místech omezených zdrojů však může být z pragmatických důvodů její nasazení intenzivnější (rozvojové regiony).

3. Vývoj však bude nejspíše směřovat k univerzálnímu automatickému interpretačnímu nástroji, který bude schopen obraz extenzivně parametrizovat, interpretovat a s dalším rozvojem řečových schopností i formulovat nález jako popis.
4. Zánik profese lékaře zobrazovacích metod zřejmě očekávat nelze. Spíše dojde ke změnám jeho pracovní náplně, posunu směrem k „informačnímu specialistovi“, který bude stále muset nálezu a principům metod rozumět. Bude však muset také rozumět nově vznikajícím velkým objemům dat, které budou nové technologie produkovat. A bude tyto nové nástroje a informace muset využít a zapojit je do klinické praxe. Nebude při tom ale pravděpodobně sám, protože těmto výzvám budou čelit i lékaři ostatních odborností.

Poděkování

Autor děkuje prof. MUDr. Martinu Šámalovi, DrSc. za revizi textu a cenné připomínky.

Prohlášení o střetu zájmů

8

Autor práce prohlašuje, že v souvislosti s tématem, vznikem a publikací tohoto článku není ve střetu zájmů a vznik ani publikace článku nebyly podpořeny žádnou farmaceutickou firmou.

Zkrácená verze článku připravená a publikovaná se souhlasem autora a redakce Časopisu lékařů českých (Čas. Lék. čes. 2023; 162: 279 – 282).

Literatura

1. van Leeuwen, K.G., S. Schalekamp, M. Rutten et al., *Artificial intelligence in radiology: 100 commercially available products and their scientific evidence. Eur Radiol* 2021; 31(6): 3797-3804.
2. Salim, M., E. Wahlin, K. Dembrower et al., *External Evaluation of 3 Commercial Artificial Intelligence Algorithms for Independent Assessment of Screening Mammograms. JAMA Oncol* 2020; 6(10): 1581-1588.
3. Quantib. [online]. [cit. 29.11.2023]. Dostupné na: <https://www.quantib.com/>.
4. Carebot. [online]. [cit. 29.10.2023]. Dostupné na: <https://www.carebot.com/>.

5. Gillies, R.J., P.E. Kinahan, H. Hricak, Radiomics: Images Are More than Pictures, They Are Data. *Radiology* 2016; 278(2): 563-77.
6. Wang, G., B. Wang, Z. Wang et al., Radiomics signature of brain metastasis: prediction of EGFR mutation status. *Eur Radiol* 2021; 31(7): 4538-4547.
7. GE HealthCare Receives FDA Clearance of a New Deep Learning Solution for Enhanced Image Quality in PET/CT, Advancing its Leadership Position in AI. [online]. [cit. 29.11.2023]. Dostupné na: <https://www.gehealthcare.com/about/newsroom/press-releases/ge-healthcare-receives-fda-clearance-of-a-new-deep-learning-solution-for-enhanced-image-quality-in-petct-advancing-its-leadership-position-in-ai>.
8. Gang, Y., X. Chen, H. Li et al., A comparison between manual and artificial intelligence-based automatic positioning in CT imaging for COVID-19 patients. *Eur Radiol* 2021; 31(8): 6049-6058.
9. Project InnerEye evaluation shows how AI can augment and accelerate clinicians' ability to perform radiotherapy planning 13 times faster. [online]. [cit. 29.11.2023]. Dostupné na: <https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/project-innereye-evaluation-shows-how-ai-can-augment-and-accelerate-clinicians-ability-to-perform-radiotherapy-planning-13-times-faster/>.
10. Turing, A.M., *Computing Machinery and Intelligence*. *Mind* 1950; LIX(236): 433-460.
11. Ayers, J.W., A. Poliak, M. Dredze et al., Comparing Physician and Artificial Intelligence Chatbot Responses to Patient Questions Posted to a Public Social Media Forum. *JAMA Intern Med* 2023; 183(6): 589-596.