

Kde může umělá inteligence pomoci v medicíně a zdravotnictví?

Doc. Ing. Lenka Lhotská, CSc.

České vysoké učení technické v Praze

Abstrakt

Cílem článku je ve stručnosti prezentovat vývoj metod umělé inteligence (UI) a jejich využití v medicíně. Rychlý růst technologií generuje rozsáhlá data, která vyžadují pokročilé analytické nástroje. Umělá inteligence se tak stává klíčovým pomocníkem v procesu péče o pacienta, a to od podpory diagnostiky až po personalizovanou léčbu. V současnosti existuje celá řada nástrojů, které umožňují efektivně analyzovat data. Nicméně je potřeba mít na paměti, že jednotlivé metody mají vždy i svoje omezení. Proto je důležité dbát na správnou metodiku při jejich implementaci.

1



Úvod

Informační a komunikační technologie (IKT) prostupují všechny aspekty našeho života a stávají se nepostradatelnou součástí i v oblasti zdravotnictví. Pod souhrnným názvem „*eHealth*“ se skrývá široká škála elektronických nástrojů a procesů, které transformují péči o pacienty: elektronické zdravotní záznamy, telemedicína, zdravotnická informatika pro pacienty/spotřebitele, správa zdravotnických znalostí, systémy pro podporu lékařského rozhodování, *mHealth*. Moderní medicína se vyznačuje vysokou mírou specializace, která klade náročné požadavky na integraci dat a znalostí z různých oblastí. Umělá inteligence (UI) se stává klíčovým nástrojem pro analýzu rozsáhlých a komplexních dat, čímž umožňuje personalizovanou péči, zefektivňuje diagnostické procesy a podporuje výzkum inovativních léčebných postupů. V dalším textu se zaměříme na specifické aplikace UI ve zdravotnictví a medicíně, včetně problematiky dat, která jsou nezbytná pro trénování modelů hlubokého učení a velkých jazykových modelů.

Umělá inteligence

2 Počátky umělé inteligence (UI) sahají do starověku, kdy se filozofové a matematici zabývali mechanikou a „formálním“ uvažováním. Později se objevily literární vize umělé inteligence, jako Frankenstein od Mary Shelleyové a R. U. R. od Karla Čapka. Zrod moderní UI se datuje do 40. a 50. let 20. století s Turingovým testem a prohlášením Johna von Neumanna o potenciálu počítačů překonat lidskou inteligenci. V roce 1956 byl na Dartmouth College uspořádán workshop, kde byl oficiálně definován termín „umělá inteligence“. Počáteční optimismus byl vystřídán obdobím „návratu do reality“ v 60. a 70. letech, kdy se ukázaly limity univerzálních metod řešení problémů. V 70. letech se ale objevilo mnoho aplikací znalostních a expertních systémů, jako Dendral a MYCIN. V 80. letech se UI stala průmyslovým odvětvím a přišel návrat neuronových sítí s nástupem výkonnějších počítačů a internetu. Dnes se UI používá v široké škále oblastí, od strojového učení a robotiky až po zpracování přirozeného jazyka a rozpoznávání řeči.

UI zahrnuje celou řadu oblastí, jako je automatizované uvažování, expertní systémy, multiagentové systémy, robotika, strojové učení a neuronové sítě. K dosažení svých cílů využívá UI nástroje z informatiky, matematiky, psychologie, lingvistiky a dalších oborů.

Umělá inteligence v medicíně a zdravotnictví

Rychlý technologický rozvoj v posledních desetiletích 20. a 21. století změnil tvář medicíny a přinesl rozsáhlá data, která je nutné zpracovávat. V této oblasti se stává klíčovou umělá inteligence (UI), která umožňuje vytvářet systémy pro podporu lékařského rozhodování, klasifikaci a predikci. Algoritmy UI se osvědčily zejména v oblastech, kde je nutné analyzovat velké objemy dat, jako je zobrazovací diagnostika, analýza biologických signálů a objevování nových léčiv.

V zobrazovací diagnostice, například v radiologii, dokáží algoritmy hlubokého učení analyzovat snímky s vysokou přesností a mnohonásobně rychleji než lidé. Tyto systémy jsou cennými pomocníky lékařů, kteří ale vždy musí mít konečné slovo.

Analýza biologických signálů, jako jsou EKG, EEG a PSG, je další oblastí, kde se UI uplatňuje s velkým efektem. Algoritmy hlubokého učení dokáží zrychlit a zefektivnit analýzu rozsáhlých dat a upozornit na „podezřelé“ průběhy, které by lékařům mohly uniknout.

3

Diabetologie se postupně stává oblastí, kde se systémy s UI používají stále více. Uvedme hlavní aplikace: automatická detekce diabetické retinopatie ze snímků sítnice, analýza dat hladiny cukru v krvi a doporučení personalizovaného dávkování inzulínu, či predikce diabetických komplikací a úprava léčebných plánů pro jednotlivé pacienty.

V chemii se UI využívá v tzv. „generativní chemii“ k navrhování nových molekul a chemických struktur s požadovanými vlastnostmi. To otevírá cestu k urychlení vývoje nových léčiv.

Velké jazykové modely jako ChatGPT, Gemini a LLaMA představují další slibný nástroj pro medicínu. Tyto modely dokáží generovat texty o široké škále témat, včetně těch lékařských. Jejich přesnost a užitečnost ale závisí na kvalitě dat, na kterých byly trénovány.

Kvalita dat, informací a znalostí je klíčová pro efektivní rozhodování. Data představují surovou informaci o reálném světě, zatímco informace a znalosti jsou výsledkem zpracování a interpretace dat. Data reprezentují obrazy reálného světa v abstraktních souborech, většinou jsou definována jako fakta nebo pozorování. Jsou výsledkem měření nebo pozorování a mohou být zpracovávána lidmi i stroji. Slovem informace často označujeme řadu zjištění či poznatků, aniž bychom přesně rozlišovali mezi různými významy. V kontextu článku lze informace definovat jako data transformovaná do smysluplné a užitečné podoby. Přitom je vyžadováno pochopení kontextu a zdroje dat. Znalosti chápeme jako pravdivá tvrzení o dané oblasti. Jsou získávány z dat, informací a zkušeností. Velmi významně ovlivňují kvalitu rozhodování.

Umělá inteligence: Příležitosti a hrozby

Příležitosti

4

Metody UI se často používají pro analýzu velkých objemů dat, pro zpracování vícerozměrných a multimodálních dat, včetně signálů a obrazů, v úlohách klasifikace, predikce, plánování, apod. Pomáhají při rychlejším a efektivnějším vyhledávání ve velkých zdrojích. Mají potenciál pro aplikace v medicíně založené na důkazech a pro zdravotní péči P5 (participativní, prediktivní, preventivní, personalizovaná, precizní). Mezi nejčastěji používané metody patří metody strojového učení, obvykle v úlohách predikce, klasifikace a rozpoznávání vzorů. V současné době existují dvě velké skupiny algoritmů, které se liší přístupem k analýze dat. „Tradičnější“ přístup uplatňuje jako první krok extrakci popisných příznaků ze surových dat a poté se používají buď metody s učitelem, nebo bez učitele, jako je například rozhodovací strom, *support vector machine* (algoritmus s podpůrnými vektory), náhodný les nebo shluková analýza. Druhý přístup používá jako vstup do algoritmu přímo surová data. V takovém případě se používají neuronové sítě různého druhu. Každý z těchto přístupů má své výhody a nevýhody. Hlavní výhodou „tradičního“ přístupu je, že výsledky jsou vysvětlitelné a interpretovatelné, což není případ neuronových sítí. Na druhou stranu existují úlohy/data, u nichž neuronové sítě dosahují mnohem lepších výsledků. Může se objevit otázka: Jak bychom měli rozhodnout o výběru nejlepší metody? Prvním krokem je pochopení původních dat a problémové oblasti. Poté

se musíme ptát, zda je nutné vysvětlení a interpretace výsledků, nebo zda je výsledek jako takový uspokojivý. V neposlední řadě bychom si měli ověřit ve spolehlivých zdrojích, jaký přístup byl na podobná data použit dříve.

Hrozby

Metody umělé inteligence jsou poměrně výkonné a úspěšné při řešení mnoha predikčních a klasifikačních úloh. Musíme si však uvědomit některé hrozby, které souvisejí s nesprávným použitím dat, metod apod. Uvedme si ty nejčastěji identifikované v aplikacích a recenzovaných článcích. Nesprávné použití dat při vývoji klasifikačních nebo predikčních systémů může vést k nesprávnému rozdělení dat na trénovací, testovací a validační množinu. Tyto tři množiny musí být nezávislé. Data od jednoho pacienta nesmí být použita ve všech, ale pouze v jedné z nich. Jinak není natrénovaný model dostatečně robustní a není schopen dobře klasifikovat nová data. Jedinou výjimkou je situace, kdy se snažíme vyvinout personalizovaný model pro jednoho konkrétního pacienta a model trénujeme na jedné podmnožině jeho dat a testujeme na jiné podmnožině.

5

Výše jsme se zmínili o nutnosti porozumět problémové doméně a původu dat. Tento aspekt je velmi důležitý, protože nepochopení problémové domény a původu dat může vést k volbě nevhodných metod zpracování dat, včetně filtrování šumu, zpracování chybějících dat, identifikace artefaktů, rozhodování o odlehlých hodnotách atd. Stejně tak by nepochopení mohlo vést k nesprávné interpretaci výsledků nebo nesprávně provedenému ověření navržených řešení. Fascinace „módními“ metodami je někdy zavádějící. Představa, že taková metoda může vyřešit všechny nové problémy, je zavádějící. Proto je důležité dobře znát možnosti a meze jednotlivých metod a dokázat kriticky zhodnotit jejich nasazení a získané výsledky.¹

Závěr

Zdravotnictví představuje oblast s velkým potenciálem pro využití UI v různých fázích péče o pacienty, populačních a epidemiologických studiích a dalších souvisejících oblastech.

Systémy s podporou UI, ať už pro úzké skupiny specialistů nebo pro širší použití, se stávají stále běžnějšími. Klíčovým faktorem pro efektivní fungování systémů UI je kvalita dat a informací, na kterých jsou založeny. Data a informace musí být kompletní, konzistentní, platná, přesná, bez redundance, čitelná, přístupná, důvěryhodná a užitečná. Kvalita dat a informací ovlivňuje i konečný výsledek v podobě doporučení nebo rozhodnutí. Pro výměnu dat, informací a znalostí mezi různými systémy a subjekty je nezbytná interoperabilita na úrovni dat, informací, znalostí a procesů. To zahrnuje i otázky ochrany osobních údajů, etiky a právních předpisů, které je nutné při vývoji a implementaci systémů UI zohlednit. Závěrem lze říci, že UI v medicíně nabízí mnoho slibných možností, ale je nutné klást důraz na kvalitu dat a informací a na zajištění interoperability. Současně je nutné zodpovědně řešit etické a právní aspekty spojené s používáním systémů UI v medicíně.

Reference

1. Heaven D. Deep trouble for deep learning. *Nature*, vol. 574, 2019.
<https://www.nature.com/articles/d41586-019-03013-5>
2. Mařík V., Štěpánková O., Lažanský J. a kolektiv: Umělá inteligence 1-6, Akademie věd České republiky, Academia Praha: (1) 1993, ISBN 80-200-0496-3; (2) 1997, ISBN 80-200-0504-8; (3) 2001, ISBN 80-200-0472-6; (4) 2003, ISBN 80-200-1044-0; (5) 2007, ISBN 80-200-1470-2; (6) 2013, ISBN 80-200-2267-9; (soubor) ISBN 80-200-0502-1
3. Nilsson, N. *The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements*. New York: Cambridge University Press. 2009. ISBN 978-0-521-12293-1. DOI:
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511819346>

Dalším zdrojem informací může být řada časopisů, které se zaměřují přímo na problematiku umělé inteligence v medicíně, jako např. *Artificial Intelligence in Medicine*, *International Journal of Medical Informatics*, *Computer Methods and Programs in Biomedicine*.