



UI v medicíně

Obsah

1	Úvod	2
2	Historie	2
2.1	20. století	2
2.2	Počátek 21. století	3
3	Přítomnost	4
3.1	Klinické využití	4
3.2	Radiologie a diagnostika	4
3.3	Gastroenterologie	5
3.4	Kardiologie a zobrazovací analýza	5
3.5	Neurologie	5
3.6	Mentální zdraví	6
3.7	Integrace UI v telemedicině	6
3.8	Výuka	7
4	Nedostatky	8
4.1	Zkreslení	8
4.2	Ochrana dat a soukromí	8
5	Budoucnost	9
6	Závěr	10

1 Úvod

Od svého počátku v 50. letech 20. století se umělá inteligence (UI) dostala úroveň, kterou by si málokdo dokázal představit. Dnes se v medicíně běžně využívá při diagnostice, léčbě a správě pacientů. Právě medicína se stala jednou z oblastí, které znatelně benefitují z vývoje UI, konkrétně algoritmů a strojového učení (ML), jenž umožňují analýzu rozsáhlých datových sad rychleji a mnohdy i s větší přesností, než jaké jsou schopni dosáhnout samotní lékaři. Zároveň ale přináší integrace UI do zdravotnictví etické, právní a bezpečnostní problémy, se kterými se budeme muset dříve či později potýkat.

2 Historie

2.1 20. století

Úplné počátky UI sahají až do již zmíněných 50. let 20. století, kdy Alan Turing položil už tak známou otázku, zda se dokáže lidmi vytvořené zařízení chovat a dělat rozhodnutí nerozeznatelně od lidí. Toto vedlo k vytvoření známého Turingova testu, který transformoval UI z vágního konceptu na více definovaný cíl. Jako skutečný počátek UI se ale spíše bere Dartmouthská konference v roce 1956. Tato konference přilákala světové špičky v datové vědě, inženýrství a matematice, kteří si zde vyměňovali nápady, začínali spolupráce a pokládaly základy praktické aplikace UI.

Průlom přišel v druhé polovině 20. století. Jeden z prvních přišel v roce 1964, kdy Joseph Weizenbaum na MIT v laboratoři UI vytvořil ELIZU, prvního chatbota na světě. Systém rozpoznával klíčová slova v textu a podle toho generoval odpovědi na základě přeskupovacích pravidel, čímž simuloval rozhovor s terapeutem.

Skutečně velký průlom pro medicínu pak přišel v 70. letech 20. století. V roce 1971 byl vytvořen INTERNIST-1, první umělý lékařský konzultant. Tento systém používal vyhledávací algoritmus k přiřazení diagnóz na základě příznaků pacienta. INTERNIST-1 znamenal obrovský posun, protože ukázal potenciál praktického využití UI v klinické praxi. Jeho úspěch byl natolik pádný, že Národní institut zdraví (NIH) sponzoroval první konferenci "AI in medicine" na Rutgersově univerzi. Tato interdisciplinární výměna nápadů vedla k vytvoření MYCINU, systému využívajícího sadu vstupních kritérií, který asistoval lékařům při předepisování správných antibiotik pacientům.

V 80. letech došlo k dalšímu pokroku na Univerzitě v Massachusetts byl úspěšně vyvinut program DXplain. Ten byl určený k asistenci lékařů při stanovení lékařských diagnóz. Lékaři mohli zadat příznaky pacienta a systém jim vrátil možnou diagnózu. Systém měl poměrně velký počet klinických diagnóz a dalších aktuálních lékařských informací.

2.2 Počátek 21. století

Moderní éra UI začala na začátku 21. století. Toto období přineslo obrovské skoky dopředu v aplikacích UI napříč odvětvými. V roce 2007 v IBM vytvořili systém Watson, který byl schopen porazit soutěžící v televizní soutěži Jeopardy. Watson používal DeepQA, což je technika zpracování přirozeného jazyka, která analyzovala data z různých kontextů a využívala informace z širokého spektra zdrojů. To se ukázalo jako ideální pro využití v medicíně, protože vstupy od lékařů nemuseli být jen příznaky a výstupy mohly být složitější než čistě klinické diagnózy. Například v roce 2017 se systému Watson podařilo úspěšně určit RNA vazebné bílkoviny spojené s amyotrofickou laterální sklerózou.

Nové systémy byly později vytvořeny k asistenci při péči o pacienty. Například Pharmbot, vyvinutý v roce 2015, poskytoval potřebné informace ohledně léků a léčebných procesů pacientům a jejich rodinám.

3 Přítomnost

3.1 Klinické využití

Dnes se UI v medicíně aplikuje mnoha různými způsoby napříč různými obory. Náhlý rychlý příliv dat, které se dnes generují ve zdravotnictví, ale přináší nové výzvy. Jedním z aktuálních využití UI jsou například generativní Adversariální sítě a Autoencodery, které vykazují poměrně velký úspěch v práci právě s tím velkým množstvím dat, konkrétně v odvozování chybějících hodnot a opravování chyb ve velkých datových sadách.

V různých odvětvích medicíny se pak jednotlivé techniky ML optimalizují pro různé typy dat: genomické a histologické údaje mohou být analyzovány pomocí technických prostředků ML pro klasifikaci rakoviny, zatímco elektronické zdravotnické záznamy používají techniky zpracování přirozeného jazyka a medicínské snímky využívají počítačové vidění.

Současně se také rozvíjí jazykové modely. Například Med-PaLM, velký jazykový model od společnosti Google vyvinutý pro lékařský obor, byl prvním systémem UI, který překročil hranici pro přijetí (>60%) na zkoušce USMLE (United States Medical Licensing Examination) stylu. Později Med-PaLM 2 dosáhl stejné úrovně jako odborníci v odpovídání na otázky ve stylu USMLE s přesností 85%+.

3.2 Radiologie a diagnostika

Konvoluční neuronové sítě (CNNs) byly používány od roku 1995 pro klinické aplikace. Počítačem podporovaná detekce je jednou z dominantních aplikací ML, která asistuje lékařům a snižuje počet přehlédnutých diagnóz. Tyto algoritmy jsou navrženy tak, aby upozornily na potenciálně anomální vzory v zobrazování a vedly lékaře k jejich interpretaci, čímž snižuje míru falešně negativního výsledku. Novější algoritmy umožňují interpretaci MRI a ultrazvuku na úrovni praktikujících lékařů.

V dermatologii byla vyvinuta řada CNN aplikací k rozpoznávání, detekci a klasifikaci dermatologických snímků. Například GOOGLE Inception V3 byla CNN trénována s více než 1 milionem nespecifických obrázků a 129 450 dermatologických a klinických obrázků. Síť byla schopna detekovat dermatologickou malignitu na úrovni porovnatelné s trénovanými lékaři. V dalších studiích byla síť trénována s 49 567 obrázky a byla schopna přesně detekovat kvasinkovou infekci nehtů pouze z fotografií pacientů, přičemž dosáhla

diagnostické přesnosti vyšší než u většiny dermatologů, kteří pracovali na projektu.

3.3 Gastroenterologie

V gastroenterologické endoskopii se UI stala klíčovým nástrojem pro zvýšení přesnosti diagnostiky.

Systém ENDOANGEL, představený v roce 2019, prokázal, že endoskopie s asistencí UI vedla k úspěšné detekci předrakovinných změn u 16% pacientů, zatímco bez ní pouze u 8%.

Systém GI Genius od Medtronicu, aktuálně jediný systém dostupný pro rutinní klinickou praxi, dosáhl 99,7% úspěšnosti výsledků na vzorku 338 polypů. Systém tímto v mnoha případech předchází lékaře v přesnosti určování diagnózy, čímž zásadně zlepšuje kvalitu a bezpečnost endoskopických vyšetření.

3.4 Kardiologie a zobrazovací analýza

Na úspěchy prvních konzultačních systémů navázala v roce 2017 firma Arterys, která díky schválení FDA posunula hranice v automatizované analýze MRI. Tento post-processing systém poskytuje kardiologům automatizované, editovatelné segmentace srdečních komor na základě jimi poskytnutých klasických MRI smímků. Systém vytváří editovatelné obrysy, které jim poskytují přesné ventrikulární funkce mnohonásobně rychleji než za běžného postupu.

3.5 Neurologie

Modely UI jsou dnes už i schopné rozpoznat Alzheimerovu a Parkinsonovu chorobu. Nedávný výzkum UK Biobank ukázal, že UI trénovaná na mozkových snímcích a datech (v tomto případě 20 000 účastníků) je schopna odhalit příznaky Alzheimerovy a Parkinsonovy choroby roky předtím, než jsou lidé běžně diagnostikováni.

Systematický přehled 127 studií odhalil, že UI založená na neuroimagingu dosáhla nejvyšší průměrné diagnostické přesnosti u Parkinsonově chorobě na 91,3%, čímž překonala dnes běžně využívané klinické metody vyhodnocení.

3.6 Mentální zdraví

Chatboti řízení UI a virtuální asistenti představují další posun směrem k dostupnější psychické podpoře pro všechny. Woebot, jeden ze známějších chatbotů s UI, byl testován v randomizované kontrolované studii, která prokázala, že jeho používání znatelně snížilo příznaky postpartální deprese ve srovnání s kontrolní skupinou. Zlepšení na více psychometrických stupnicích byla pozorována již v prvních dvou týdnech a trvala až po celou dobu studie (6 týdnů). Více než 70 procent uživatelů Woebota dosáhlo klinicky významného zlepšení alespoň na jedné škále, ve srovnání s 30 % v kontrolní skupině. Zároveň nebyla hlášena žádná nežádoucí událost a byla zaznamenána vysoká úroveň spokojenosti uživatelů.

3.7 Integrace UI v telemedicině

Integrace UI v medicíně výrazně zlepšila možnosti telemedicíny. UI prokázala spolehlivost a přesnost při interpretaci lékařských snímků, někdy srovnatelnou s výkonem zdravotnických odborníků. S povolením od FDA se tyto algoritmy se ukazují jako přínosné při diagnostice problémů jako jsou cévní okluze u mozkové mrtvice, nitrolebální krvácení, plicní embolie, onkologické léze, záchvaty, akutní břišní abnormality, karcinom prsu, tuberkulóza, oftalmologické nemoci a kožní léze.

Klinici poskytující vzdálenou péči prostřednictvím "store and forward" telemedicíny mohou z UI významně těžit, zejména při interpretaci lékařských snímků a vzdálené diagnostice. Vliv UI sahá i mimo analýzu snímků, například usnadňuje vzdálené sledování a management stavu pacienta prostřednictvím softwarových aplikací chytrých telefonů a nositelných zařízení. Tyto aplikace používají UI k připomínání pacientům, aby si vzali léčiva a potvrdily jejich užití prostřednictvím videa, přičemž hlásí jakékoli nesrovnalosti v reálném čase lékařům.

Již zmínění chatboti získaly v posledních letech značnou popularitu, zejména v kontextu telemedicíny. Tito chatboti slouží ke screeningu pacientů na základě příznaků, podle kterých je směřují ke správnému postupu (například domácí karanténa, péče na oddělení pohotovosti atd.). Během pandemie se také používaly k poskytování výsledků genetického sekvencování a odpovídání na otázky týkajících se zdraví s vysokou přesností (například 93,1% v případě indonéskeho chatbota využívaného v nemocnicích). Chatboti jako Woebot začleňovali zásady kognitivní behaviorální terapie (CBT) k podpoře

duševního zdraví a vykazovaly účinnost při snižování příznaků deprese a zneužívání látek.

3.8 Výuka

Současné trendy poukazují na zvyšující se potřebu začlenit UI do pre-klinické fáze lékařského vzdělání. Mnozí odborníci stojí za názorem, že zvládnutí UI je dovednost, která vyžaduje pěstování, podobně jako jiné kompetence nabyté během výuky. Vzhledem k všudypřítomnosti UI v současné lékařské praxi se tomu již nedá vyhnout.

Začlenění UI do lékařského vzdělání však přináší své výzvy. Nezměrné množství informací, které se už tak od studentů medicíny očekává, že zvládnou, činí pedagogy oprávněně opatrné při zavádění dalšího obsahu do osnov, zejména pokud by to vyžadovalo zvýšení času ve škole. Vyučování studentů, jak efektivně využívat UI v jejich studiích a budoucí lékařské praxi, by nevyžadovalo pouze dodatečný čas během pre-klinické fáze, ale také aby samotní učitelé byli dostatečně obeznámeni s předmětem, aby jej pak mohli vyučovat a to je zatím ve většině případů nereálné.

4 Nedostatky

4.1 Zkreslení

Jedním z nejzávažnějších nedostatků je možnost, že algoritmy UI mohou zkreslovat výsledky a zvětšovat zdravotní nerovnosti. Jeden z takových případů pochází z výzkumu, kdy byl algoritmus používán k odhadu funkce ledvin, kde ale afroameričtí pacienti dostávali nižší skóre rizika než bylo skutečností, což vedlo k delšímu čekání na transplantaci ledviny. Zkreslení se může vyskytnout v datech (nedostatečné velikosti vzorků pro určité skupiny pacientů, chybějící data pacientů, chybné předpoklady lidí atd.), při vývoji modelu, nasazení a způsobu, jakým s ním klinici interagují.

4.2 Ochrana dat a soukromí

Další vážnou výzvou je ochrana osobních údajů pacientů. Aktuálně nejsou současné zákony dostatečné k ochraně individuálních zdravotnických údajů pacientů. Klinické údaje shromažďované roboty mohou být hackovány a zneužívány pro škodlivé účely. Muselo by se zajistit, aby jakýkoli UI nástroj zpracovávající informace pacientů dodržoval nařízení HIPAA a GDPR. Výzvy s cloud-based platformami zahrnují obavy o krádež dat, ačkoli například společnost Arterys implementovala bezpečnostní opatření, kde pouze nemocnice a lékař znají totožnost pacienta.

5 Budoucnost

Budoucnost UI v medicíně je velice slibná. Vědecký pokrok bude pravděpodobně pokračovat v rozvoji stále sofistikovanějších a lepších UI systémů. Konkrétně pak v přesnosti diagnostiky, personalizované medicíny a prediktivním modelování. Zejména se očekává, že se personalizovaná medicína bude dále rozvíjet za pomoci více dat o zdravotním stavu jednotlivců na obecné i genomické úrovni kombinovány s psychosociálními a sociologickými faktory pro komplexní pochopení a léčbu nemocí na míru.

Klíčovou oblastí vývoje bude určitě zdokonalení přesnosti diagnostiky především v raných fázích nemocí; rozšíření přístupu ke kvalitní zdravotní péči v zemích s nízkými příjmy; zajištění bezpečnosti dat a dodržování právních norem; řešení problému zdravotních nesrovnalostí způsobených zkreslením UI; zvýšení transparentnosti a vysvětlitelnosti UI modelů; integrace UI do lékařského vzdělání; další rozvoj a zdokonalování telemedicínských platform a AI nástrojů s příslušným klinickým dohledem.

Očekává se, že UI bude nadále doplňovat, nikoli nahrazovat práci lékařů. Spolupráce lékařů a algoritmů bude nejspíš nejlepším modelem, kde UI přebírá rutinní analytické úkoly a prochází obrovské množství dat, zatímco lékaři se zaměřují na kritické rozhodování, komunikaci s pacienty a komplexní diagnosticko-terapeutické posudky.

6 Závěr

V medicíně není již nějakou dobu UI pouze vzdálenou budoucností. Od svých počátků s ELIZOU a INTERNIST-1 v 70. letech 20. století, přes revoluci v oblasti DL a moderních jazykových modelů, až po dnešní klinické využití v diagnostice rakoviny, neurodegenerativních onemocnění a mentálního zdraví. UI se stává neodmyslitelnou součástí zdravotnictví. Její aplikace v radiologii, endoskopii, kardiologii a psychiatrii již úspěšně zachraňuje lidské životy.

K výrazně rychlejší adaptaci a využití UI přispěla mimo jiné i COVID-19 pandemie, kdy se UI v různých formách stala slibným nástrojem pro zajištění péče bez potřeby návštěvy ordinace. Integrace UI do medicíny otevírá nové možnosti právě pro vzdálené diagnostické a léčebné procedury, což zvyšuje dostupnost zdravotnické péče pro pacienty v marginalizovaných komunitách a osoby se zdravotním postižením.

Budoucnost UI v medicíně vypadá velmi slibně, ale je stále zapotřebí opatrnosti. V následujících letech bude hlavní najít balanc mezi technologickým pokrokem a odpovědností vůči pacientům a jejich zdravím. Integrace UI do lékařské praxe bude obrovsky přínosná jak pro lékaře tak i pro pacienty pokud bude prováděna opatrně a s rozumem. Systémy UI budou hrát stále větší a větší roli, ale jen pokud budou správně regulovány. Jen poté bude možné dosáhnout plného potenciálu ve zlepšování zdraví a kvality života všech lidí.

Reference

- [1] Hirani, R., Noruzi, K., Khuram, H., Hussaini, A. S., Aifuwa, E. I., Ely, K. E., Lewis, J. M., Gabr, A. E., Smiley, A., Tiwari, R. K. a Etienne, M. Artificial intelligence and healthcare: A journey through history, present innovations, and future possibilities. *Life*, 2024, roč. 14, č. 5, s. 557. DOI: 10.3390/life14050557. Dostupné z: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11122160/>.
- [2] Gong, D. a kol. Artificial intelligence in lower gastrointestinal endoscopy: the new frontier. *Gastrointestinal Endoscopy*, 2020, roč. 91, č. 5, s. 1161-1173.e2. DOI: 10.1016/j.gie.2020.01.019. Dostupné z: [https://www.giejournal.org/article/S0016-5107\(20\)34466-7/fulltext](https://www.giejournal.org/article/S0016-5107(20)34466-7/fulltext).
- [3] UK Biobank Research Team. AI spots dementia early by analysing brain scans and movement patterns. UK Biobank [online]. 2025 [cit. 2025-11-22]. Dostupné z: <https://www.ukbiobank.ac.uk/research-stories/ai-spots-dementia-early-by-analysing-brain-scans-and-movement-patterns/>.
- [4] Google Research & DeepMind. Med-PaLM 2. 2023 [cit. 2025-11-22]. Dostupné z: <https://sites.research.google/med-palm/>.
- [5] Singhal, K., Azizi, S., Tu, T. et al. Large language models encode clinical knowledge. *Nature* 620, 172–180 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06291-2>