

## UMĚLÁ INTELIGENCE V MEDICÍNĚ A ETIKA

Jan Hendl

### Anotace

Umělá inteligence (UI) zahrnuje oblasti jako strojové učení (ML), pravidly určené rozhodování, zpracování přirozeného jazyka a robotiku. Potencionální využití má snad ve všech oblastech medicíny. Umělá inteligence může hrát roli v diagnostice, v klinickém rozhodování a personalizované medicíně. Aplikace umělé inteligence a robotiky se uplatňují také při rozšiřování fyzických možností člověka.

Nicméně, zmíněné nové technologie kladou před nás i etické otázky, na které se hledají odpovědi, protože v možnostech prostředků UI je ohrožení preferencí, bezpečnosti a soukromí pacientů. Příspěvek pojedná základní body této diskuse. Diskuse o etických otázkách aplikací UI má vést k tomu, aby lékaři, další ošetřující personál a pacienti více rozuměli těmto aspektům UI. Získané poznatky mají umožnit realisticky odhadnout, co UI může nebo nemůže vykonat v procesu péče o pacienta.

### Klíčová slova

umělá inteligence, etika, diagnostické a rozhodovací systémy v medicíně

### 1 Úvod

Definice umělé inteligence (UI) znamená obecné vymezení pro stroje, které reagují na vnější impulsy (nová data) a modifikují své své chování, aby maximalizovaly nějaký výkonnostní index. V praxi se vytváření aplikací UI opírá především o dovednosti z matematiky, statistiku logiky a programování počítačů. Výkonnostní index může představovat minimalizaci rozdílu mezi predikcí, modelem problému a učebními daty. Jiná definice říká, že UI systém je systém, který v dané situaci vybírá to nejlepší řešení. Takové systémy již dnes například filtrují spamy, rozhodují, s čím se setkáme na sociálních médiích a poskytují právní rady.

Obrázek 1 ukazuje jednoduchou klasifikaci UI systémů. Rozlišujeme dvě hlavní UI kategorie: systémy založené na učení se z dat (ML) a systémy zcela programované lidmi (symbolická UI). S tím, jak se zlepšují UI systémy při třídění dat, vyhledávání konfigurací a provádění predikcí, setkáváme se s těmito technologiemi také v medicíně [1].

Prevence, včasné odhalení nemoci a volba terapie jsou oblastí, kde systémy UI mohou nalézt široké uplatnění a přispět k tomu, že lidem se v budoucnu dostane lepší a individuálnější medicínské péče ekonomicky a v kratší době.

Souhra člověka a stroje skrývá při péči o pacienta velký potenciál: například ošetřující personál se opírá o vyhodnocení obrazových systémů, které je založeno na UI, pomocí propojených dat ze sítí se dospívá k specifickým návrhům pro prevenci

nebo diagnózu, UI podporované zachycení řeči může usnadnit dokumentaci a prodloužit čas potřebný pro péči o pacienta. Lidé v pokročilém věku mohou být obslouženi asistenty-roboty a UI ortopedickými technologiemi.

AI systémy jsou stále sofistikovanější. Lze si například představit potřebu takových systémů v oblasti intenzivní péče, kde je rychlá odpověď nutná při uvážení stovek vstupních parametrů. Pacienti jsou obvykle hodnoceni pomocí skórovacích indexů, které zachycují vážnost stavu a předpovídají pravděpodobnost úmrtí. Nezachycují však individuálnost poruchy mezi odděleními, nemocnicemi a oblastmi. UI mohou svými algoritmy překonat tato omezení a zlepšit rozhodovací proces [2].

Nejenom nemocní budou profitovat z UI aplikací. Mobilní aplikace a wearables poskytují zdravým i nemocným možnosti vyhodnocovat a podporovat vlastní zdraví. Na tomto základě mohou uživatelé modifikovat svůj všední život nebo identifikovat symptomy nemoci. Místo léčení nemoci se těžištěm stává předcházení nemoci.

Pro všechny sektory zdravotnictví platí, že cílem UI aplikací je usnadnit a podporovat práci lékařského a ošetřovatelského personálu. Technologické inovace mají být užitečné pro pacienty a osoby vyžadující ošetřovatelskou péči.

Aby systémy UI ve zdravotnictví působily spolehlivě a k užitku lidí je nutné vytvořit určité předpoklady pro jejich bezpečné a spolehlivé fungování. Také je nutné řešit s tím související etické problémy.

### 2 Přehled otázek bezpečnosti a kvality nasazení UI v medicíně

Amodei et al. [3] navrhli typologii možných problémů prostředků UI v oblasti kvality a bezpečí. Uvažují ve své práci spojitě učící se a autonomní systémy. V tomto odstavci podáváme stručný popis této typologie. Amodei et al. rozdělili problémy na krátkodobé, střednědobé a dlouhodobé. .

#### Krátkodobé důsledky

##### Posun v rozložení dat

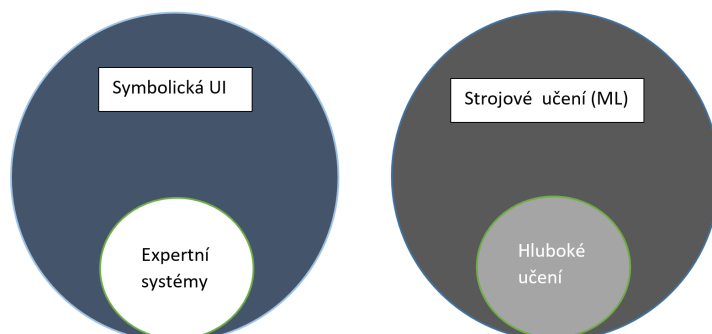
Existuje rozdíl mezi populací, pomocí které se UI nástroj učí a populací, u které má UI nástroj být nasazen. K posunu rozložení dat může také dojít působením času.

##### Necitlivost k dopadům

Systém provádí predikci, která nebere v úvahu rozdílný efekt falešně pozitivních a falešně negativních rozhodnutí v daném klinickém kontextu.

##### Rozhodování formou „černé skříňky“

Predikce systémem nelze pochopit na základě jím užitých logiky. Transparentnost systému je omezená. Jeho fungování lze posuzovat pouze na základě kvality konečného rozhodnutí.



Obrázek 1 – Klasifikace systémů umělé inteligence (UI)

### Nebezpečí špatného rozhodnutí u nejistého případu

Systém produkuje predikci i v situaci, kdy má nedostatek informací k provedení bezpečné predikce.

#### Střednědobé důsledky

##### Automatické uspokojení

Systému se přičítá větší důležitost a váha, aniž by se uvážila jeho problematičnost.

##### Posilování zastaralých postupů

Systém je trénován na historických datech, které podporují dříve existující praxi, neadaptuje se na nový vývoj a náhlé změny praxe.

##### Sebenaplňující se proocvtví

Systém nepřímo posiluje výskyt stavu, který má detekovat.

#### Dlouhodobé důsledky

##### Vedlejší negativní efekty

Systém funguje pro omezenou škálu problémů a nebere v úvahu širší kontext, což má nebezpečné důsledky.

##### Získání odměny za dosažení nesprávného cíle

Systém uvažuje pouze zástupnou proměnnou, aniž by mu šlo o správný cíl, reaguje neočekávaně bez snahy vyřešit skutečný problém.

##### Nebezpečná explorační

Systém zkouší zásahy, které mohou být nebezpečné.

##### Nesplnitelné monitorování

Pro fungování systému je zapotřebí příliš dlouhá doba monitorování a příliš podrobné informace k dosažení rozhodnutí.

Jako příklady uvádíme dále standardní požadavky při vývoji a aplikaci UI systémů pro první tři krátkodobé důsledky.

#### Posun v rozložení dat

- Systém je testován v různých místech a u různých populací.
- Trénovací data pochází od očekávané populace.
  - Je zaručena spolehlivost správné identifikace případu.
  - Identifikace případu je relevantní klinické situaci a očekávané praxi.
  - Systém je aplikován v tom samém diagnostickém kontextu.
- Pravidelné provádění kontroly systému, aby se předešlo driftu v čase.

#### Necitlivost k dopadům

- Systém upravuje své chování podle očekávaných dopadů.
- Systém identifikuje případ, který neumí zpracovat.

#### Rozhodování pomocí „černé skřínky“

- Predikce systémem jsou interpretovatelné.
- Systém uvádí spolehlivost predikce.
- Predikce systému jsou tak spolehlivé, aby bylo možné se vyhnout automatickému zkruslení.

### 3 Etické otázky

Budoucnost využívání UI v medicíně je určována vyřešením mnoha etických otázek, které by měly být probrány v odbor-

ných kruzích a také veřejností [4]. Kritická diskuse etických problémů a společenské přijatelnosti je nutnou podmínkou pro nasazení postupů založených na UI. Pouze efektivní ochrana soukromí dat a dodržení společenských norem a hodnot garantuje důvěru lidí v UI a jejich souhlas.

Vždy budou nastávat rozporuplné situace a na některé otázky v současné době neexistuje odpověď, protože nejsou známy všechny projevy a efekty systémů založených na UI. Proto je nutné průběžné hodnocení nové techniky. V diskusi mají spolupracovat zástupci vědy, ekonomiky, firem, farmakologického průmyslu, zdravotnické techniky a svazů pacientů a přispět tak k lidsky důstojnému využívání UI technologií.

Mezi hlavní problémové okruhy řadíme:

- Zajištění rámcových podmínek pro ochranu dat, což vyžaduje vytvoření pravidel pro anonymizaci, právo na přerušování spolupráce. Analogicky k dárcovství orgánů by se mělo dbát na dobrovolnost a autonomii, aby vlastní zdraví nebylo zapláceno ze strany pacienta citlivými daty. Zákodníci stojí před úkolem navrhnout koncepty ochrany dat a nastavení právních, sociálních a etických standardů, které budou na úrovni pokroku UI.
- Právní rámec musí vyvážit medicínské perspektivy a přednosti a ochranu osobních práv. Vzniká otázka: je povinnost vždy nasadit UI, pokud je zvýšená pravděpodobnost lepší diagnózy?
- Vytvoření předpokladů, aby rozhodování UI systémů bylo pro všechny uživatele srozumitelné: Komplexita mnoha UI systémů nese riziko menší transparentnosti. Musí se zohlednit i potřeby pacientů se speciálními potřebami, imigrantů a osob s psychickými obtížemi.
- Garance autonomie lidí: Kritická rozhodnutí musí nakonec provádět medicínský a ošetřující personál. UI systémy mají kritické rozhodovací procesy pouze podporovat.
- Je nutné reflektovat a diskutovat efekty UI systémů na společenské chápání zdraví, nemoci a obrazu člověka. Explicitně je nutné uvažovat různé systémy založené na skórech.
- Je nutné diskutovat na základě vědecké evidence šance a rizika UI systémů ve zdravotnictví, přičemž budou mít zastoupení představy, zájmy a výhrady všech rozhodujících složek společnosti.
- Navržené nové standardy UI interakcí mezi strojem a člověkem nemohou zaostát za dosavadními etickými zásadami.
- Uživatelé se musí podílet na vývoji UI technologií: v současné době vznikají technologie bez uvážení potřeb potenciálních uživatelů.

Americká medicínská asociace (AMA) sestavila katalog akcí na podporu UI [5]. V dokumentech AMA se alternativně nazývá UI (AI, Artificial intelligence) augmented intelligence (AI). AMA (report 41) se bude snažit:

- Využívat svůj vliv v oblasti digitálního zdraví a v ostatních prioritních oblastech zlepšování výsledků péče o pacienta a profesionálního uspokojení lékařů tím, že pomůže nastavit priority UI v péči o zdraví.
- Identifikovat příležitosti integrovat perspektivu lékařů do vývoje, validace a implementace UI v sektoru zdravotnictví.
- Podporovat vývoj návrhů vysoce kvalitní, klinicky validované péče pomocí UI systémů, aby:
  - UI systémy byly navrženy a vyhodnocovány pro lékaře a další zdravotnický personál s cílem zachovat nejlepší praxi zaměřenou na pacienta,
  - UI systémy byly transparentní,
  - UI systémy odpovídaly standardům reproduciibility,
  - AMA identifikovala a organizovala kroky ke změně upřednostňování UI péče u různých sociálních vrstev pacientů,

- AMA chránila soukromí pacientů.
- Podporovat vzdělávání pacientů, lékařů, studentů medicíny a ostatního zdravotnického personálu a administrativy s cílem většího pochopení kladných stránek UI i jejich omezení v péči o pacienta.
- Zkoumat právní implikace UI.

#### 4 Doporučení mezinárodního a národního charakteru

Evropská komise ve svém sdělení evropskému parlamentu, evropské radě, evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a výboru regionů předložila v roce 2018 „Koordinovaný plán v oblasti umělé inteligence“ [6]. Ten kromě jiného zdůrazňuje, že „Umělá inteligence (UI) nám může pomoci řešit některé z největších světových problémů. Díky ní mohou lékaři zlepšit diagnostiku a vyvinout terapie pro nemoci, pro které dosud žádná léčba neexistuje ... Umělá inteligence mění svět jako kdysi parní stroj nebo elektřina“. Dále říká „Unie hodlá rozvíjet důvěryhodnou UI založenou na etických a společenských hodnotách vycházejících z její Listiny základních práv.“ (viz dokument [7])

Jak uvádí výše zmíněné sdělení za umělou inteligenci se považují systémy vykazující inteligentní chování v podobě vyhodnocování svého okolí a následného rozhodování či vykonávání kroků – s určitou mírou autonomie – k dosažení konkrétních cílů. Systémy využívající technologii umělé inteligence mohou být čistě softwarové, které působí jen ve virtuálním světě (např. hlasovní asistenti, programy na analýzu snímků, vyhledávače, systémy rozpoznávání hlasu a obličeje), nebo mohou být zabudovány do technického vybavení (např. pokročilí roboti, autonomní vozidla, drony a různé formy využití internetu věcí). Umělou inteligenci využíváme každodenně, např. k překladům z různých jazyků, vytváření titulků u videí nebo blokování emailového spamu. Mnoho technologií UI potřebuje ke zlepšení své výkonnosti data. Jakmile budou dosahovat dobrých výsledků, mohou pomoci zlepšit a zautomatizovat rozhodování v této oblasti.

Evropská rada pro výzkum financovala více než 150 špičkových projektů v oblasti UI realizovaných předními evropskými výzkumnými pracovníky v oblastech, jako je hluboké učení, neuronové sítě, predikce, strojový překlad, zpracování přirozeného jazyka, počítačové vidění, robotika, umělí agenti a lékařské zobrazovací metody, jakož i správa a normy.

V programu Beta 2 iniciovaném vládou České republiky byl zpracován autorským týmem Technologického centra Akademie věd ČR, Českého vysokého učení technického v Praze a Ústavu státního práva Akademie věd ČR v roce 2018 obsáhlý dokument [8] s názvem „Výzkum potenciálu rozvoje umělé inteligence v České republice, Analýza právně-etických aspektů rozvoje umělé inteligence a jejich aplikací v ČR“, který pojednává etické problémy spojené s umělou inteligencí. V dokumentu se zdůrazňuje, že oblast etického vývoje umělé inteligence nabývá stále více na důležitosti. Tyto systémy podle dokumentu mohou sloužit jak prospěšným, tak i škodlivým účelům. Proto je této oblasti věnována na celosvětové úrovni největší pozornost.

Významná je široce inkluzivní aktivita s názvem Health technology assessment (HTA) [9, 10]. HTA znamená systematické hodnocení vlastností, účinku a důsledků zdravotnických technologií (léky, lékařské přístroje, zdravotnické prostředky, diagnostické a terapeutické metody, organizace zdravotnictví). Jde o hodnocení vlastností a účinků, které se zabývá přímými i nepřímými účinky těchto technologií a také jejich nepřímými a nezájemnými důsledky a jeho cílem je zejména poskytování informací pro rozhodování o zdravotnických technologiích.

- Popisuje důkazy nebo nedostatek důkazů o přínosu a ceně zdravotních intervencí
- Syntetizuje zjištění ze zdravotnických výzkumů o efektivitě různých zdravotních intervencí

- Hodnotí ekonomické důsledky a analyzuje náklady a nákladovou efektivitu
- Vyhodnocuje sociální a etické důsledky šíření a využití zdravotnických technologií a také jejich organizační důsledky
- Pomáhá identifikovat nejlepší postupy ve zdravotní péči a tím zvyšuje bezpečnost, zlepšuje kvalitu a šetří náklady.

#### 5 Závěr

Umělá inteligence je pro oblast péče o zdraví příslibem do budoucna. Aplikace nástrojů a systémů podporovaných UI sahá od přesnější analýzy zobrazovacích dat až po rozsáhlé systémy s miliony záznamů od pacientů, které umožňují například efektivní a rychlá rozhodnutí, jak přistupovat ke stavu pacienta. Je však důležité porozumět fungování UI systémů a chápat jejich omezení.

UI je částí mnoha nových nástrojů, které pomáhají klinikům přesněji detekovat a diagnostikovat choroby v ohraničených kontextech (např. diabetická retinopatie a srdeční nepravidelnost). Tyto diagnostické nástroje využívají algoritmy UI, které umožňují i nespécialistovi detekovat a diagnostikovat i vzácné poruchy, které by bylo možné přehlédnout.

Existují však také možnosti nasazení UI technik v péči o zdraví ve velkých systémech, které archivují miliony záznamů o pacientech, generovaných mnoha přístroji pro monitorování. Predikují pak, který pacient se ocitne v bezprostředním nebezpečí zhoršení zdraví.

UI technologie již dnes poskytují benefity zdravotnickému systému, ale musíme kriticky posuzovat UI technologie s cílem jejich odpovědného vývoje a nasazení. Objevují se důležité právní a etické otázky v oblasti nasazení UI prostředků ve zdravotnictví. Dosavadní diskuse v tomto směru vedly k několika předběžným závěrům:

- Bezpečnostní prvky musí být zabudovány přímo do UI technologií. Technologie musí být spolehlivé a bezpečné.
- UI technologie musí zaručovat ochranu soukromí a bezpečí.
- Doporučení nebo rozhodování pomocí UI má být transparentní pro lidi, které se na UI prostředky spoléhají.
- UI technologie mají být přístupné pro každého, kdo vstoupí do zdravotnického systému.
- Protože se jedná mnohdy o učící se systémy je nutné, aby tyto technologie byly také schopné rozpoznat zcela nová nebezpečí a vhodně na ně reagovat.

#### Literatura

- [1.] Rigby, M.J.: *Ethical Dimensions of Using Artificial Intelligence in Health Care*. *AMA Journal of Ethics*, 2019, Vol. 21 (2): 119–197.
- [2.] Lovejoy et al. *Artificial intelligence in the intensive care unit*. *Critical Care*, 2019, Vol. 23(7).
- [3.] Amodei D, Olah C, Steinhardt J. *Concrete problems in AI safety*. arXiv [cs.AI]. 06565, 2016.
- [4.] Fenech, M., Strukelj, N., Buston, O: *Ethical, social, and political challenges of artificial intelligence in health*. *FutureAdvocacy* ([www.futureadvocacy.org](http://www.futureadvocacy.org)) 2018.
- [5.] *AMA: Report 41 of AMA Board of Trustees: Augmented intelligence in health care*.
- [6.] COM(2018) 795, final ANNEX
- [7.] <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication-on/28e1c485-476a-11e8-be1d-01aa175ed71a1/language-en>
- [8.] *Program Beta 2: Analýza právně-etických aspektů rozvoje umělé inteligence a jejich aplikací v ČR 2018*.
- [9.] <http://htaglossary.net> (společný projekt INAHTA a HTAI)
- [10.] [http://www.sst.dk/publ/Publ2007/MTV/Litteraturstudie/A\\_review\\_of\\_HTAs.pdf](http://www.sst.dk/publ/Publ2007/MTV/Litteraturstudie/A_review_of_HTAs.pdf)

**Kontakt:**

**prof. Jan Hendl**  
FSV UK – katedra sociologie  
U Kříže 8 a 10  
e-mail: [jan.hendl@fsv.cuni.cz](mailto:jan.hendl@fsv.cuni.cz)