

Umělá inteligence jako téma výuky na gymnáziu

Daniel Lessner

Katedra software a výuky informatiky, MFF UK

Malostranské nám. 25

118 00 Praha 1

Česká republika

lessner@ksvi.mff.cuni.cz

ABSTRAKT

V rámci hledání obsahu výuky informatiky pro základní a střední školy je na místě se dívat i mimo tradiční oblasti (jako jsou např. algoritmizace, programování, reprezentace informací). Jinak bychom mohli přijít o témata, o nichž by měl v rámci všeobecného vzdělání každý vědět, přestože třeba nepatří do úvodních kurzů na vysokých školách.

Jedním z takových témat je umělá inteligence. V odborném vzdělání je pojímána převážně z technického hlediska, studenti se učí, jak řešit problémy pomocí moderních technik. To pro jednotlivce mimo obor není příliš zajímavé. Na druhé straně se jeví jako podstatné dostat ve škole šanci zamyslet se nad možnostmi dalšího vývoje umělé inteligence a jeho důsledcích, a to na základě faktů, nikoliv vědecko-fantastické umělecké tvorby.

V příspěvku navrhneme a zdůvodníme vzdělávací cíle pro téma umělé inteligence na úrovni gymnázia. Dále ukážeme souvislosti s učivem informatiky i stávajících vzdělávacích oblastí. Na konci příspěvku naznačíme možné pojetí umělé inteligence ve výuce prostřednictvím několika příkladů konkrétních aktivit.

ABSTRACT

We propose to go beyond traditional areas (such as algorithms, programming, information representation) when defining the curricula for elementary and grammar school computer science. We could miss a topic, with which everyone should be familiar, even though it does not belong into an introductory computer science course.

One such topic is artificial intelligence. Universities approach it mostly from the technical point of view, students learn to solve problems using contemporary techniques. That is not very interesting from individuals outside the field. However it seems beneficial to get the chance at school to contemplate the possibilities of future developments of artificial intelligence and its consequences, and to do it based on facts instead of sci-fi production.

In this paper we propose the educational goals for artificial intelligence in general secondary education. We show the connections with the more traditional computer science content and other educational areas. Finally we describe a few particular educational activities to show the feasibility of artificial intelligence in general education.

Klíčová slova

Informatika na gymnáziu, didaktika informatiky, umělá inteligence, informatické myšlení, Turingův test, evoluční algoritmus.

Keywords

Computer science at grammar schools, secondary education, computer science education, artificial intelligence, computational thinking, Turing test, evolutionary algorithm.

1 ÚVOD

Pro výuku informatiky jako oboru ve všeobecném vzdělávání po boku např. matematiky a fyziky typicky uvažujeme témata jako reprezentace informací, algoritmizace či programování. Učivo takové školní informatiky je poměrně jasné a otázka je spíš jak jej strukturovat a do jaké jít hloubky.

Kromě těchto tradičních a vcelku jednoznačných témat ale má smysl hledat i témata další a zkoumat, jestli mají ve výuce své místo. Jedním z takových témat je umělá inteligence [1]. Její studium na vysokoškolské úrovni zpravidla předpokládá, že budou absolventi nějaký systém s umělou inteligencí implementovat. To by ukazovalo na to, že téma do všeobecného vzdělání nepatří.

V tomto příspěvku ukážeme, že by takový závěr byl chybný. Zařazení tematiky umělé inteligence do výuky umožňuje naplňovat relevantní vzdělávací cíle co se týče klíčových kompetencí, všeobecného rozhledu i budoucího pracovního života. Alternativou je, že se žáci s touto tematikou ve škole vůbec nesetkají a názor si vytvoří na základě snadno dostupných, ale zavádějících zdrojů.

Přiblížíme nyní kontext, v jakém má smysl se s umělou inteligencí seznamovat. Mají-li žáci zaujímat rozumné postoje, musí předem chápat některé informatické pojmy a souvislosti.

Předpokládáme, že rozumí pojmu informace a zpracování informací (ať už strojovému nebo ne). Dále by měli znát (pokud možno na základě praktické zkušenosti) vlastnosti algoritmů, příklady základních algoritmů a umět porovnávat a posuzovat efektivitu různých algoritmů (např. na úrovni vznikající učebnice [2]).

K úvahám o limitech umělé inteligence je na místě znát limity algoritmů – jak co se týče neřešitelných úloh (např. problém zastavení) tak i co se týče prakticky neřešitelných úloh (např. problém obchodního cestujícího).

K úvahám o rozhodování se hodí rozumět konceptu stavového prostoru a jeho procházení.

K úvahám o rozpoznávání umělé inteligence je vhodné rozlišovat různé druhy „stejnosti“, neboli chápat, že se dvě struktury mohou vnitřně lišit, ale zvnějšku se projevovat zcela stejným způsobem. Je tedy nutno rozlišovat, co ve které situaci rozlišujeme podle

jakých vlastností. Příkladem jsou různé zápisy stejné číselné hodnoty, isomorfní grafy, různé algoritmy řešící stejný problém, různé programy implementující stejný algoritmus apod. V umělé inteligenci má velký význam situace, kdy se dva systémy chovají neodlišitelně, přesto jsou vnitřně zcela odlišné.

K pochopení rychlosti vývoje informačních technologií je nutné znát charakteristiky exponenciálního růstu, ať už z matematiky, z informatiky (např. ze složitosti) nebo z jiného předmětu.

Dále ukážeme některé souvislosti s jinými vzdělávacími oblastmi. Při usuzování o vývoji technologií a jejich vlivu na společnost se jistě uplatní znalosti historie. Úvahy o pojmech jako myšlení, intelligence, tvořivost, vědomí a další podpoří znalosti psychologie, popř. filozofie. Také je užitečné mít povědomí o základech etiky.

Práci s evolučními algoritmy (popř. umělými neuronovými sítěmi) značně usnadní příslušné znalosti z biologie.

Vidíme, že umělá intelligence nabízí zajímavé souvislosti jak s učivem informatiky, tak i s dalšími vzdělávacími oblastmi.

2 UMĚLÁ INTEIGENCE V EXISTUJÍCÍCH DOKUMENTECH Rámcový vzdělávací program

V první řadě se podívejme, jestli pro zařazení tématu umělé intelligence najdeme oporu Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia (RVP, [3]). Jako první k prozkoumání se pochopitelně nabízí vzdělávací oblast Informatika a informační a komunikační technologie. V její charakteristice se dočteme mj. o „*pochopení významu informačních systémů ve společnosti*“, v cílovém zaměření o „*porozumění základním pojmům a metodám informatiky jako vědního oboru a k jeho uplatnění v ostatních vědních oborech a profesích*“, mezi očekávané výstupy patří orientace „*v možnostech uplatnění ICT v různých oblastech*“. Umělou inteligenci v těchto útržcích lze hledat, zdá se ovšem nepravděpodobné, že by to tvůrci RVP očekávali.

V Občanském a společenskovědním základu najdeme výstupy „*rozliší hlavní filozofické směry, uvede jejich klíčové představitele a porovná řešení základních filozofických otázek*“ a zejména „*zhodnotí význam vědeckého poznání, techniky a nových technologií pro praktický život i možná rizika jejich zneužití*“. Tady sice autoři pravděpodobně také neměli na mysli souvislosti s umělou inteligencí, bez jejího zařazení do výuky lze ale uvedených výstupů dosáhnout jen neúplně.

V oblasti Svět práce podle očekávání najdeme výstupy a učivo související s profesními volbami, což samozřejmě musí zahrnovat i povědomí o probíhající a očekávané vývoji i na poli technologií. I kdybychom z nějakého důvodu odmítli ostatní důvody pro zařazení umělé intelligence do výuky, je nutné dát žákům šanci pochopit proměny pracovního trhu a tak se s nimi vyrovnat.

Stejně jako u informatiky jako takové, pevnější oporu pro zařazení umělé intelligence nalezneme na úrovni klíčových kompetencí [3, 4]. Získat informace o tak rychle se vyvíjející oblasti, jakou je umělá intelligence, vyžaduje práci se zdroji a odlišování faktů, logických důsledků, názorů a pustých spekulací. To vše v situaci, kdy už některá fakta jsou těžko uvěřitelná a tím spíš jejich možné důsledky. Kritická práce se zdroji je součástí kompetence k učení. Rozlišování argumentů věcných a falešných je zařazeno do kompetence komunikativní. Do kompetence k řešení problémů je řazena kritická interpretace získaných poznatků a zjištění a

jejich ověřování, nacházení argumentů a důkazů pro svá tvrzení, formulace a obhajoba podložených závěrů.

Další součástí kompetence k řešení problémů je volba vhodné metody, resp. nástroje. K tomu je potřebné povědomí o tom, co dnešní nástroje umí, a co asi tak očekávat v době po dokončení studia. Při úvahách o budoucím vývoji žák jistě „*zvažuje možné klady a zápory jednotlivých variant řešení, včetně posouzení jejich rizik a důsledků*.“

Přinejmenším v souvislosti s předpokládanými změnami na trhu práce a charakteristikou úloh vhodných pro člověka nebo naopak pro stroj musí žák rozpoznat, „*zda je aktuální problém podobný dříve známým problémům*“ a určit, „*v čem se problémy liší a v čem se shodují*.“

Další podporu najdeme v kompetenci občanské („*o chodu společnosti a civilizace uvažuje z hlediska udržitelnosti života*“).

O životě a práci v měnícím se světě hovoří popis kompetence sociální a personální („*přizpůsobuje se měnícím se životním a pracovním podmínkám a podle svých schopností a možností je aktivně a tvořivě ovlivňuje*“) i kompetence k podnikavosti: „*cílevědomě, zodpovědně a s ohledem na své potřeby, osobní předpoklady a možnosti se rozhoduje o dalším vzdělávání a budoucím profesním zaměření*“, resp. „*při rozhodování o své profesi uvažuje o své práci v dlouhodobějším horizontu (uvažuje o možnostech profese do budoucna, o různých faktorech, které budou jeho práci ovlivňovat, o tom, jak se v práci bude realizovat)*“, a dále „*vyhodnocuje, jak dalece se pro něj profese hodí a nakolik on se hodí pro ni*“ a „*umí zformulovat, jaké aspekty budoucího zaměstnání jsou pro něj nejdůležitější*“, a nakonec „*vítá a podporuje inovace*.“ Uvedené citace nepotřebují dalšího komentáře.

V RVP jsme tedy oporu pro umělou inteligenci našli především na úrovni klíčových kompetencí, výslovně se o ní ovšem nehovoří a autoři RVP při tvorbě kurikula umělou inteligenci patrně neuvažovali.

Informační gramotnost v projektu NIQUES

Podívejme se ještě pro srovnání na podrobnější, ale především mladší a modernější dokument, specifikaci informační gramotnosti sestavenou v rámci projektu NIQUES [5]. Obsahuje indikátor „*Vývoj technologií a společnosti*“, který již zrychlující se vývoj technologií a umělou inteligenci a důsledky pro společnost výslovně uvádí. Materiál NIQUES pracuje s několika úrovněmi dosažení informační gramotnosti, od vstupu na základní školu až po ukončení střední školy. V rámci indikátoru Vývoj technologií a společnosti tak žáci postupují od zkoumání vlivu technologického vývoje v minulosti, přes získání přehledu o odhadech vývoje na trhu práce až po porozumění principu zrychlování vývoje a vyhodnocování souvisejících příležitostí a rizik.

Materiál uvádí i konkrétní příklady, které dobře ilustrují, jak si autoři představují zvládnutí tématu v deváté třídě základní školy:

1. Žák odvodí a vysvětlí, proč:

- *postupně roste vzdálenost, na kterou lidé dovedou navazovat a udržovat přátelství;*
- *souvislost svobodného přístupu k informacím a politického zřízení;*
- *souvislost vývoje technologií a stěhování obyvatel do měst nebo naopak na venkov;*

- *jak se vlivem technologií změnila práce lékařů, krejčích, architektů, prodáváčů, novinářů...*

2. *Žák jmenuje zaniklé, neohrožené a nové profese a určí jejich společné znaky (v rámci dané skupiny).*

Informatické myšlení

Posledním zdrojem, který prozkoumáme v tomto článku, je informatické myšlení [6, 7], které je pro výuku informatiky v České republice o to významnější, že byl jeho rozvoj zařazen mezi priority vládní Strategie digitálního vzdělávání do roku 2020 [8].

Jeanette Wing do svého vymezení v [9] zahrnuje mj. schopnosti „pochopit, které aspekty problému jsou řešitelné strojově“ a „porozumět možnostem a omezením informatických prostředků,“ což základní povědomí o umělé inteligenci samozřejmě zahrnuje.

V definici podle International Society for Technology in Education (ISTE) a Computer Science Teachers Association (CSTA) [10, 11] opět najdeme nutnost hledání efektivních řešení, což může zahrnovat využití metod umělé inteligence (resp. v případě laika žádost o pomoc s takovým úkolem). Důležitou součástí informatického myšlení podle této definice jsou další předpoklady, zejména sebejistota tváří v tvář složitosti, vytrvalost při řešení obtížného problému, a schopnost vypořádat se s otevřenými problémy. To jsou některé z těch předpokladů, které mohou žákům pomoci zachovat si užitečnost i v době vyspělejší umělé inteligence.

Obecnější formulace britské Královské společnosti pak zmiňuje „informatické aspekty světa kolem nás“ a „využití informatických prostředků k porozumění a uvažování o přirozených i umělých systémech a procesech“ [12] což tedy zahrne i hlubší otázky umělé (a přirozené) inteligence.

Ačkoliv se jednotlivá publikovaná vymezení informatického myšlení vzájemně liší, lze konstatovat, že čím jsou konkrétnější, tím spíše v nich lze oporu pro zahrnutí umělé inteligence najít (jakkoliv se tomu netradiční posledně uvedené vymezení [12] vymyká). Zároveň je znát, že tím směrem autoři pravděpodobně neuvažují a drží se v rovině použití (současných a přiměřeně jednoduchých) přístupů informatiky k řešení problémů

3 CÍLE VÝUKY UMĚLÉ INTELIGENCE

V této kapitole navrhneme vzdělávací cíle, které se vztahují k umělé inteligenci. Vesměs se jedná o znalosti, v kontrastu s jinak v informatice obvyklejšími činnostními cíli. Podstatné zde nicméně není zapamatování jednotlivých informací. Jedná se konečně často o odhady, které se v budoucnosti mohou změnit. Podstatnější je, že si žáci uvědomí existenci a závažnost celé problematiky a navýknou si o ní uvažovat kriticky. Rozliší, kdy pracují s fakty, kdy s logickými úvahami a kdy s úvahami plynoucími z osobních přesvědčení a názorů. Na základě takových úvah nakonec budou činit závažná životní rozhodnutí. Protože lze očekávat, že ke změnám bude docházet velmi rychle, je na místě udělat si kvalifikovaný názor v předstihu.

Žáci by měli znát základní pojmy, hlavní názorové proudy a související argumenty a důsledky. Měli by umět zformulovat nějaké vymezení umělé inteligence a také vysvětlit, proč je to vymezení problematické. Rozliší umělou inteligenci slabou a silnou. Mnohé důležité aspekty umělé inteligence dobře ilustruje Turingův test [13]. Žáci by měli pochopit jeho princip, co říká (a co neříká), jaké má slabiny a omezení.

Dále je nutno rozpoznat a odbourat intuitivní miskoncepty, např. "stroj je nanejvýš tak inteligentní, jako jeho tvůrce". Další část výuky by proto měla představit nějakou přírodou inspirovanou metodu, např. evoluční algoritmy [14].

Cílem je ukázat, že příroda je cenný inspirační zdroj pro řešení obtížných problémů a zejména problematizovat zažitou (a při výuce algoritmizace či programování posílenou) zásadu, že počítač dělá jen to, co mu nařídíme: počítač řeší daný problém, aniž by bylo nutno výslovně popsat, jak má postupovat. Žáci na přiměřené úrovni porozumí principu fungování evolučních algoritmů a roli jednotlivých operátorů. Při úvahách o chování evolučních algoritmů se naučí pracovat s odpovídajícími pojmy včetně explorační a exploatační a jak se tyto přenášejí mimo oblast optimalizace, např. do oblasti vlastního učení.

Alternativně je možné použít umělé neuronové sítě [15], na nichž lze ilustrovat obdobné jevy: fungování sítí je odvozeno z přírody, síť se samostatně učí řešit komplexní úlohy a přizpůsobují se novým podmínkám, aniž bychom jejich chování mohli přímo kontrolovat.

S umělou inteligencí souvisí množství filozofických otázek, jež jistě patří do povědomí žáka gymnázia, a v souvislosti s umělou inteligencí se jim beztak nelze vyhnout. Asi nejprůchoďejší je otázka, v čem se principiálně (nehlédě na současný stav techniky) liší stroj a člověk, resp. co nás činí lidmi. Podobně se lze ptát, jak se mají stroje a lidé ke zvířatům a co tvoří kvalitativní rozdíl mezi nimi. Vnucuje se otázka, zda je možné umělou inteligenci sestrojít. Pokud ne, tak proč, co je to, co stroji chybí a člověku nikoliv. Pokud umělou inteligenci sestrojít lze, můžeme se ptát, jak ji poznáme. Jinými slovy se lze ptát, jak se jednou postavíme každý sám i jako společnost k pozitivnímu výsledku Turingova testu anebo do jaké míry přijímáme princip totožnosti nerozlišitelného. Pro řešení uvedených otázek je na místě rozmyslet, co je vůbec inteligence a myšlení, a také co přesně je tvořivost, porozumění jazyku a světu, vědomí, svobodná vůle, život. Je pravděpodobné, že se v pedagogickém sboru většiny škol najde pro tyto otázky kvalifikovanější pracovník než vyučující informatiky.

Odhady budoucího vývoje technologií a jeho vlivu na lidstvo je vhodné ukotvit znalostí vývoje a vlivu dosavadního. Žáci by měli umět určit klíčové technologie, které ovlivnily fungování společnosti (nemusí jít nutně jen o technologie informační a výpočetní). Stejně tak by měli mít základní přehled v dění současném. Mimo příkladů samotných tak zjistí, že umělá inteligence je seriózní obor lidské činnosti. Žáci by si dále měli být vědomi toho, že vývoj v informatice je exponenciální a co to znamená pro jejich život. Zároveň by měli (nejlépe z předchozí výuky) znát principiální limity informatiky, které nebudou překonány přinejmenším dokud nezměníme fyzikální principy, na jejichž základě počítače pracují.

Prakticky přímo nejvyužitelnější oblast z umělé inteligence se týká očekávaných změn na pracovním trhu. Na základě zkoumání minulých a současných změn, znalosti základů informatiky (a dalších oborů) a logického odvozování by žáci měli obecně charakterizovat oblasti, ve kterých je účelnější uplatnit stroje, oblasti, ve kterých si alespoň v dohledné době lépe poradí lidé, a případně oblasti, kde se nejvíce vyplatí spolupráce. Takové úvahy mohou žákům pomoci vhodně nasměrovat jejich další studium.

Na místě je i pohled do vzdálenější budoucnosti. Je málo důvodů domnívat se, že by snad postupem času neměly vzniknout systémy, které inteligenci na lidské úrovni přinejmenším

v přijatelné kvalitě předstírají. Jejich kvalita navíc patrně bude dále stoupat, není důvod, aby se zastavila někde poblíž úrovně člověka. Žáci se seznámí s pojmem technologické singularity a nejdůležitějšími pozitivními i negativními představami o tom, jak bude vypadat společnost a svět, až strojová inteligence přesáhne schopnosti jednotlivého člověka, resp. lidstva jako celku. S tím souvisí úvahy o tom, jak lze takový vývoj ovlivnit, nebo jak se na něj alespoň připravit.

4 NÁMĚTY DO VÝUKY

Na závěr příspěvku uvedeme několik příkladů aktivit, které lze využít při výuce problematiky umělé inteligence diskutované v předchozích částech. Nejprve ale několik slov k použitým metodám. Ty se na první pohled značně vymykají tomu, na co jsme ve výuce informatiky zvyklí. Je to dáno tím, že se vymykají stanovené cíle. Ty svým charakterem odpovídají mnohem více humanitním oborům. Nesměřujeme k osvojení žádných algoritmů, vesměs se snažíme žáky „jen“ přimět k přemýšlení o získaných informacích a k vyvození důsledků.

Reflexe vývoje

Jedním z obecnějších cílů výuky umělé inteligence je korekce žákovských postojů. Je proto na místě zjišťovat, jestli došlo k nějakému rozdílu. Je to zajímavé i pro samotné žáky. Nabízí se vyplnit dotazník s otázkami pokrývající základní otázky o umělé inteligenci jak v teoretické, tak v praktické rovině. V dotazníku je třeba zdůraznit, že jde o sběr názorů žáků za účelem srovnání toho, co si žáci myslí, nikoliv hodnocení toho, co ví.

K pěkné možnosti vizualizace vede model Ivana M. Havla z [16]. Sleduje názor na budoucí úspěch ve vývoji umělé inteligence (podaří se nebo ne) a zároveň názor na prospěšnost očekávaného výsledku pro lidstvo. Extrémními polohami jsou optimismus (silná umělá inteligence bude pro lidstvo přínosem), pesimismus (silná umělá inteligence bude pro lidstvo hrozbou) a skepticismus (silné umělé inteligence nedosáhneme). Tyto polohy v Havlově modelu vymezují vrcholy rovnostranného trojúhelníka. Polohy mezi nimi potom představují postoje s různou mírou jistoty.

Jeden bod v trojúhelníku není příliš zajímavý, sesbírání bodů pro celou třídu ale může poskytnout pěkný přehled. Nezáleží na tom, jestli se realizuje křídou na tabuli, špendlíky na nástěnce či elektronicky.

Aby bylo možné hovořit o sledování vývoje v žákovských postojích, je nutno je zjistit před započítáním výuky a porovnat je s těmi, které zjistíme po jejich skončení. Zatímco prvotní postoje jsou určeny spíše intuitivními představami a populární kulturou, výsledné postoje by měly být ovlivněny úvahami založenými na faktech.

Evoluční algoritmy

K seznámení s principem fungování evolučních algoritmů může kromě řešení konkrétní úlohy s předpřipravenou implementací posloužit jednoduchý applet Manna Mouse [17].

Vyvíjející se jedinci jsou prostě body určené svými souřadnicemi. Uživatel jim myší sype "krmení", které zvyšuje fitness a nastavuje parametry jako počet jedinců a pravděpodobnost mutace. Žáci si tak mohou na vlastní kůži vyzkoušet, jak se systém vyvíjí a jak se body stahují ke krmení. Navíc jsou k dispozici dvě plochy vedle sebe, takže lze porovnávat chování systému při různých hodnotách parametrů. Vypnutí mutací např. může způsobit, že některá potrava nikdy nebude nalezena.

Pozornější žáci si mohou všimnout dalších zajímavostí, které prohloubí jejich porozumění evolučním algoritmům. Ostatní žáky lze správným směrem navést vhodně zadaným úkolem, např. „shromáždí co nejvíce jedinců na co nejmenší ploše.“ Díky průběžné vizualizaci pak např. vyjde najevo, že se body shlukují do obdélníků o polovině, čtvrtině, osmině atd. délky strany. Někdy dojde k tomu, že body zaplní každý druhý takový obdélník. To je jev hodný pozornosti, jehož vysvětlení je zároveň žákům dostupné. Stačí si uvědomit, že genetický kód bodů, tedy jejich souřadnice v rovině, jsou patrně celá čísla ve dvojkové soustavě, a jak se při takovémto kódování projeví náhodná mutace jednoho bitu. Podobné úvahy žákům mimo jiné ukazují nevýhodu přírodou inspirovaných přístupů: nevíme a obtížně zjišťujeme, co se děje uvnitř a proč se chovají, jak se chovají.

Především ale žáci zjistí, že vyvíjející se jedinci účinně vyhledávají krmení, aniž by k tomu byli explicitně naprogramováni. Sice platí, že počítač dělá právě to, k čemu byl naprogramován, ale není vyloučeno, že toto naprogramování vede k nějaké užitečné činnosti, které přitom plně nerozumíme a která se může v čase měnit. Tím spíš, když si žáci uvědomí, že i samotné programy jsou poslušnosti nul a jedniček a lze je nechat vyvíjet v rámci evolučního algoritmu.

Co je vlastně inteligence?

Jako úvodní aktivita dobře poslouží úkol rozdělit na inteligentní rozličné předměty, bytosti či stroje, skutečné i imaginární: kámen, strom, delfín, Sherlock Holmes, pračka, Terminátor, atp. [18].

Rychle se ukáže, že inteligence je kontinuum a odpovídat ano nebo ne nemá ve většině případů dobrý smysl. Při snaze svá rozhodnutí zdůvodnit žáci odhalí různé zástupné a pomocné znaky, které s inteligencí nějak souvisí (rozhraní se světem a schopnost komunikace, paměť, učení, tvořivost...). Posoudí, které z nich jsou postačující a které nutné. Poukaz na problematičnost definice inteligence je umožní přesnější úvahy o inteligenci umělé.

Turingův test

Bez Turingova testu si lze výuku umělé inteligence na gymnáziu představit jen těžko. Není na místě námitka, že jeho vliv na výzkum i aplikace umělé inteligence je ve skutečnosti spíše okrajový. Na gymnáziu sledujeme jiné cíle, než např. ve vysokoškolském studiu oboru umělé inteligence. Turingův test výborně ilustruje principiální aspekty látky, se kterými by se žák gymnázia měl seznámit.

Zůstat u teoretického popisu testu je škoda, zejména v době, kdy už chatboty fungují dostatečně dobře na to, aby v krátkém anglickém rozhovoru české žáky zmátly. Není tedy velký problém nějakou variantu testu v rámci výuky v počítačové učebně zorganizovat. Dva žáci se posadí na místa, kde ostatní nemohou dobře sledovat jejich činnost. Připojí se k připravené chatové službě. Druhou osobou v chatu je vyučující, který oba dva vedle sebe zároveň promítá všem ostatním žákům. Jeden ze dvou dobrovolníků vymýšlí a píše vlastní odpovědi, druhý působí jako prostředník a vkládá odpovědi vygenerované připraveným chatbotem.

Žáci mají za úkol odhalit, ve kterém okně odpovídá člověk a ve kterém stroj. Pokládají otázky (anglicky), které učitel posílá dvěma „testovaným“ žákům. Nejříve je vhodné začít konverzačními otázkami. Až se všichni seznámí se způsobem komunikace, je čas na otázky, které mají za cíl odhalit stroj. Hra pochopitelně vyžaduje stanovení několika pravidel. Např.

nebudeme pokládat osobní otázky, které známého spolužáka snadno odhalí. Alternativou je požádat jej, aby předstíral jinou, neznámou osobu. Další pravidla přirozeně vyplynou z konkrétního technického řešení a uspořádání ve třídě. Vyplatí se ustavit systém kladení otázek (např. určit pořadí žáků), aby nedocházelo k prodávám. Ve chvíli, kdy zřetelně převáží jeden názor na to, ve kterém ze dvou oken odpovídá stroj, se obrátíme na dva vybrané dobrovolníky, abychom odhad ověřili.

I takový vcelku banální zážitek je bohatým zdrojem zajímavých otázek.

- Čím se chatbot prozradil?
- Co je pro něj obtížné? Co zvládá dobře?
- Lze takovou technologii nějak prakticky využít?
- Je test fér? Co kdyby nehledali stroj ve dvojici člověk-stroj, ale rozhodovali o jediném konverzačním partnerovi?
- Je test spolehlivý, dá při opakování stejný výsledek? Jak záleží na kvalifikaci rozhodčího? Jak na vybraném člověku?
- Jak by test vylepšili?
- Prohlásili by žáci o stroji, který testem prošel, že je inteligentní? Může být inteligentnější, než jeho tvůrce? Co když jej sestavil tým?
- Na jaké další otázky by případně musel umět odpovědět? Existují otázky, na které by správnou odpověď dávat neměl?
- Musí všechno inteligentní umět konverzovat? Je všechno, co umí konverzovat, inteligentní?
- Co když testem projde stroj, který „ve skutečnosti“ nebude inteligentní, ale bude to dost dobře předstírat?
- Jak učitel ve výuce pozná, zda žák nepředstírá a látce skutečně rozumí?

Žáci jsou nicméně po prvním testu naladěni na další průzkum. Test můžeme zopakovat s dalšími žáky v různých rolích, zorganizovat několik menších paralelních testů, nebo prostě nechat žáky samostatně vést rozhovor pouze s chatbotem. Až se konverzací nasytí, budou připravenější uvažovat o hlubších otázkách a souvislostech. K tomu pomůže i zařazení prvku, který dále znejistí jejich odhady, např. nechat oba vybrané žáky odpovídat za sebe a ostatní žáky odhadovat, který odpovídá víc jako stroj, nebo naopak, nechat za oba žáky mluvit stroj a sledovat, kterému bude přisouzena lidskost. V některých případech diskusi usnadní uvedení souvisejících myšlenkových experimentů jako jsou filozofické zombie nebo čínský pokoj.

Oba dva dobře ilustrují, co nám Turingův test říká. Nelze dost dobře rozhodovat o tom, jestli stroj „opravdu“ myslí. Rozhodující je jeho chování. a pokud je věrohodné, nemá z praktického hlediska význam jej odlišovat. Přestože tedy lze argumentovat, že z filozofického hlediska není „opravdová“ umělá inteligence možná, z praktického hlediska na tom často nezáleží. V situaci, kdy stroj odvede práci aspoň stejně dobře jako člověk, totiž dáme stroji přednost, nehledě na to, že práci člověka „jen imituje“.

Na odlišení věrohodného předstírání začne záležet ve chvíli, kdy se diskuse přesune od inteligence k vědomí a životu a do popředí se dostanou otázky etické (a vzdělávací oblast Člověk a společnost).

Práce s konkrétními příklady

Příkladů aplikací a nejrůznějších zajímavostí, které žákům problematiku nějakým způsobem přiblíží, je obrovské množství, téměř jistě víc, než kolik dovolí časová dotace výuky. Je

na učiteli, aby vybral nejužitečnější témata a našel co možná nejefektivnější způsob organizace práce.

Osvědčenou možností je zpracování zdrojů k jednotlivým tématům v menších skupinkách, které potom hlavní body svého tématu představí ostatním skupinkám. Zadání lze zpřesnit doplněním konkrétních otázek (např. ve smyslu jak by mohl vypadat další úspěšný vývoj v dané oblasti), na které mají žáci najít nebo odhadnout odpovědi. Jde-li o otázky otevřené, je na místě nechat žáky ostatních skupin o výsledky kriticky posoudit a případně prodiskutovat a přehodnotit. Další možností je nechat žáky o jednotlivých tématech uvažovat v podobě esejů. Práce se nicméně principiálně neliší od studia jiných nejednoznačných témat, což by na gymnáziu nemělo být neobvyklé. Patrně je nutno počítat s tím, že žádný žák v rámci výuky neobsáhne všechna navržená témata.

Témata mohou rozvíjet předchozí látku. Na Turingův test přímo navazují CAPTCHA (Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart) a služby (vč. lidských) na jejich prolamování. Mnozí žáci netuší, za jak obrovským podílem síťové komunikace stojí nejrůznější automaty.

Variantou Turingova testu prošla Hatsune Miku, syntetická popová hvězda, vystupující jako hologram na vyprodaných koncertech. Souvislost s Turingovým testem najdeme i v tématu stále realističtějších sexuálních pomůcek. To se může jevit jako okrajové téma, dopady ale mohou být obrovské.

Klasickou oblastí umělé inteligence jsou deskové hry jako šachy či go. Poučný je mj. vývoj názoru, že k úspěšné hře v šachy je třeba skutečná inteligence, který vzal za své nejpozději v den, kdy počítač porazil světového velmistra (průměrní hráči už v té době byli léta bez šance). Další užitečné úvahy se týkají způsobu, jak vůbec algoritmy pro deskové hry fungují a důvodů, proč jsou pro stroje některé hry o mnoho těžší než jiné.

Dalším herním úspěchem umělé inteligence je vítězství systému Watson v televizní hře „Jeopardy!“. Za zmínku stojí jednak proto, že narušuje tradiční představu o tom, že počítače nemohou dobře rozumět přirozenému jazyku a jednak pro jeho následné praktické využití pro automatické sledování zpráv o klinických studiích a navrhování individualizované terapie pro onkologické pacienty. S tím tematicky souvisí také systémy pro automatickou diagnostiku.

Zajímavé téma k úvahám je paradox daný tím, že výkon informačních technologií roste, s ním i efektivita práce (aspoň v to všeobecně věříme), tomuto růstu ale neodpovídá růst ekonomiky.

S tím souvisí otázky o podobě a fungování společnosti v případě, že většinu práce skutečně zastanou stroje. K jakým systémovým změnám může dojít, jak může fungovat ekonomika v situaci, kdy většina lidí není nijak přímočaře užitečná, ale zároveň je všeho relativní dostatek? To je jistě obtížná problematika, na které se ovšem dobře tříbí argumentační dovednosti žáků a vede diskuse. V té je třeba opustit intuitivní předpoklady dané zkušeností z minulosti (např. „dosud moderní technologie vždy způsobily vznik nových a výše kvalifikovaných zaměstnání, takže tomu tak bude i v budoucnu“) a místo toho vyhledávat pro své tvrzení podpůrná data.

Poněkud znepokojujícím tématem je vojenství a moderní vedení války. Poukázat lze dále na mnoho jednotlivostí, jako jsou roboti stavějící cihlové zdi mnohonásobně rychleji než lidský dělník (popř. 3D tiskárna stavějící dům) či humanoidní roboty, kteří mají za úkol dělat společnost pacientům v japonských nemocnicích.

Zásadní kapitolou jsou autonomní automobily. Jsou ukázkou obtížnosti odhadu budoucího vývoje (auto bez řidiče v běžném provozu se dlouho zdálo být nemožným). Zároveň umožňují rozmyslet změny našeho přístupu k automobilům a celého automobilového přístupu, způsobené schopností automobilů jezdit bez řidiče. V neposlední řadě se na automobilech snáze než na jiných tématech ukazují typické etické otázky. Např. je nutno řešit, kdo ponese zodpovědnost za škody, které auto způsobí. Lze také uvažovat, jak má autonomní automobil řešit situace, kdy bude muset volit např. mezi nárazem do chodců nebo do zdi, čímž ale ohrozí posádku automobilu. V této souvislosti je dobré připomenout, že nehlédáme řešení dokonalé, skvělý výsledek je nalezení lepšího než současného řešení. V neposlední řadě je zde pak otázka bezpečnosti provozu. Už nyní mají autonomní automobily méně nehod, než průměrný řidič. Jako neetické se v takové situaci jeví automobil řídit ručně, jakkoliv to může vzbuzovat nedůvěru. Otázka potom je, jak bude vypadat provoz v situaci, kdy takových automobilů bude na silnici většina.

Naopak poněkud abstraktnějším tématem je automatické obchodování na finančních trzích, jehož objem již také mnohde přesahuje objem transakcí realizovaných lidmi. Přítomnost robotů na burze má přitom nezanedbatelný vliv na její fungování.

Dále lze mezi témata zařadit i moderní technologie, která se umělé inteligence a informatiky netýkají přímo, jako jsou technické vylepšování lidských organismů nebo nanotechnologie.

Uvedené náměty jsou jednoduché, žáci se zpravidla nesetkají s příliš technickými detaily implementace systémů umělé inteligence. Nicméně pokud je k dispozici dostatek času a žáci mají potřebný zájem a schopnosti, není problém se pustit hlouběji a nechat je implementovat (či upravit) např. vlastního chatbota, umělou inteligenci pro nějakou deskovou či počítačovou hru, evoluční algoritmus pro řešení vlastního problému.

5 ZÁVĚR

V článku jsme ukázali, proč je užitečné zařadit do gymnaziální výuky tematiku umělé inteligence. Kromě lepšího porozumění okolnímu světu a jeho dalšímu vývoji patří mezi důvody i docela obyčejné kariérní rozhodování. Umělá inteligence tedy téma důležité v životě žáků, informaticky hluboké a zároveň informatiku přesahující.

Navrhli jsme cíle takové výuky a uvedli ukázky několika výukových aktivit, aby bylo zřejmé, že je tematika umělé inteligence pro žáky gymnázií zajímavá a na odpovídající úrovni dobře zvládnutelná.

6 BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

- [1] LAŽANSKÝ, Jiří, Vladimír MAŘÍK a Olga ŠTĚPÁNKOVÁ. *Umělá inteligence 1*. Praha: Academia, 2000. ISBN 80-200-0496-3.
- [2] LESSNER, Daniel. *Informatika pro každého* [online]. 2015 [vid. 5. únor 2015]. Dostupné z: <http://ksvi.mff.cuni.cz/ucebnice>
- [3] *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. ISBN 978-80-87000-11-3.
- [4] ŠLEJŠKOVÁ, E. *Klíčové kompetence na gymnáziu*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2008. ISBN 9788087000205.
- [5] *Příloha č. 5: Soubor indikátorů dosažené úrovně informační gramotnosti* [online]. Praha: Česká školní inspekce. 2015. Dostupné z: http://www.niqes.cz/Niqes/media/Testovani/KE_STA%5c%bdEN%3%8d/V%3%bdstupy_KA1/IG/Priloha-c-5.xls
- [6] LESSNER, Daniel. Analýza významu pojmu „Computational Thinking“. *Journal of Technology and Information Education*. 2014, roč. 6, č. 1, s. 71–88.
- [7] SELBY, Cynthia C a John WOOLLARD. *Computational Thinking: The Developing Definition* [online]. B.m.: University of Southampton (E-prints). 2013. Dostupné z: http://eprints.soton.ac.uk/356481/7/Selby_Woollard_bg_soton_eprints.pdf
- [8] *Strategie digitálních o vzdělávání do roku 2020* [online]. 2014. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/file/34429/>
- [9] WING, Jeannette M. *Computational Thinking: What and Why?* [online]. 2010. Dostupné z: <https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/papers/TheLinkWing.pdf>
- [10] *Operational Definition of Computational Thinking for K-12 Education* [online]. B.m.: International Society for Technology in Education (ISTE) and the Computer Science Teachers Association (CSTA). 2011. Dostupné z: <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CompThinkingFlyer.pdf>
- [11] STEPHENSON, Chris a Valerie BARR. Defining Computational Thinking for K-12. *CSTA Voice*. 2011, roč. 7, č. 2, s. 3–4.
- [12] FURBER, Steve. *Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools* [online]. 2012. Dostupné z: http://royalsociety.org/uploadedFiles/Royal_Society_Content/education/policy/computing-in-schools/2012-01-12-Computing-in-Schools.pdf
- [13] TURING, Alan M. Computing machinery and intelligence. *Mind* [online]. 1950, roč. 59, č. 236, s. 433–460. Dostupné z: <http://www.loebner.net/Prizef/TuringArticle.html>
- [14] LAŽANSKÝ, Jiří. Evoluční výpočetní techniky. In: Jiří LAŽANSKÝ, Vladimír MAŘÍK a Olga ŠTĚPÁNKOVÁ, ed. *Umělá inteligence 3*. Praha: Academia, 2001, s. 117–160. ISBN 80-200-0472-6.
- [15] HOŘEJŠ, Jiří. Neuronové sítě. In: Jiří LAŽANSKÝ, Vladimír MAŘÍK a Olga ŠTĚPÁNKOVÁ, ed. *Umělá*

intelligence 1. Praha: Academia, 2000, s. 217–241. ISBN 80-200-0496-3.

- [16] HAVEL, Ivan M. A po nás podoba. In: Jiří LAŽANSKÝ, Vladimír MAŘÍK a Olga ŠTĚPÁNKOVÁ, ed. *Umělá intelligence 5*. Praha: Academia, 2007, s. 29–42. ISBN 978-80-200-1470-2.
- [17] MILLER, Mark S. a Terry STANLEY. *Manna Mouse: Exploratory Fitness Landscaping* [online]. Dostupné z: <http://www.caplet.com/MannaMouse.html>
- [18] KEEGAN, Mathew, Roger D. BOYLE a Hannah M. DEE. Turi: chatbot software for schools in the Turing centenary. In: *WiPSCE '12 Proceedings of the 7th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*. New York, New York, USA: ACM Press, 2012, s. 153–154.