|  |  |
| --- | --- |
| **TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH**  **FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY** | |
| **NÁZOV PRÁCE**  **Diplomová práca** | |
|  | |
| **2020 Košice** | **Martin Tovarňák, Bc.** |
| **TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH**  **FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY** | |
| **NÁZOV PRÁCE**  **Diplomová práca** | |
|  | |
| Študijný program: | Špecializácia |
| Študijný odbor: | Číslo a názov odboru (pozri zadávací list) |
| Školiace pracovisko: | Názov katedry (Skratka katedry) |
| Školiteľ: | Titul Meno Priezvisko, Titul |
| Konzultant: | Titul Meno1 Priezvisko1, Titul  Titul Meno2 Priezvisko2, Titul |
|  | |
| **2020 Košice** | **Meno Priezvisko, tituly** |

**Abstrakt v SJ**

Abstrakt v slovenčine (referát) je povinnou súčasťou každej práce. Je výstižnou krátkou charakteristikou obsahu dokumentu. Abstrakt býva informatívny a zachováva tematické a štýlové vlastnosti práce. Nevyjadruje hodnotiace stanovisko autora. Obsahuje údaje o cieľoch práce, metódach, výsledkoch a záveroch. Text abstraktu sa píše ako jeden odstavec. Abstrakt neobsahuje odkazy na samotný text práce. Mal by mať rozsah asi 250 slov, nemal by presiahnuť jednu stranu. Pri štylizácii sa používajú celé vety, slovesá v činnom rode a tretej osobe. Používa sa odborná terminológia, menej zvyčajné termíny, skratky a symboly sa pri prvom výskyte v texte definujú.

**Kľúčové slova v SJ**

Kľúčové slovo1, kľúčové slovo2, kľúčové slovo3, kľúčové slovo4,...

Kľúčové slová sú slová, ktoré úzko definujú tému práce a pomocou nich je možné jednoduchšie vyhľadať prácu podľa jej odborného významu.

**Abstrakt v AJ**

Text abstraktu v svetovom jazyku je potrebný pre integráciu do medzinárodných informačných systémov (napr. The Network Digital Library of Theses and Dissertations). Ak nie je možné jazykovú verziu umiestniť na jednej strane so slovenským abstraktom, je potrebné umiestniť ju na samostatnú stranu (cudzojazyčný abstrakt nemožno deliť a uvádzať na dvoch stranách).

**Kľúčové slova v AJ**

Key word 1, Key word 2, Key word 3, Key word 4,...

**Zadanie práce**

Túto stranu nahraďte naskenovaným zadávacím listom.

Odporúčame skenovať na 200-300 DPI, Odtiene sivej

! v jednej vytlačenej ZP musí byť vložený originál zadávacieho listu !

**Čestné vyhlásenie**

Vyhlasujem, že som celú dizertačnú prácu vypracoval/a samostatne s použitím uvedenej odbornej literatúry.

Košice, 16. februára 2020 ..........................................

vlastnoručný podpis

**Poďakovanie**

Na tomto mieste môže byť vyjadrenie poďakovania napr. vedúcemu práce resp. konzultantom za pripomienky a odbornú pomoc pri vypracovaní práce. Nie je zvykom ďakovať za rutinnú kontrolu, menšiu spoluprácu alebo všeobecné rady. Vyjadrenie poďakovania v prípade využitia inej práce sa uskutočňuje formou citácie na konci hlavného textu práce a odkazy na citáciu sa musia uviesť aj na zodpovedajúcich miestach v texte.

**Obsah**

[Zoznam obrázkov 9](#_Toc32778016)

[Zoznam tabuliek 10](#_Toc32778017)

[Zoznam symbolov a skratiek 11](#_Toc32778018)

[Úvod 12](#_Toc32778019)

[1. Formulácia úlohy a cieľ práce 13](#_Toc32778020)

[2. Učenie 14](#_Toc32778021)

[2.1. Koncept ľudského učenia 14](#_Toc32778022)

[2.2. Typy učenia 15](#_Toc32778023)

[2.3. Faktory ovplyvňujúce učenie 16](#_Toc32778024)

[2.3.1. Motivácia 17](#_Toc32778025)

[2.3.2. Koncentrácia 17](#_Toc32778026)

[2.3.3. Pamäť 17](#_Toc32778027)

[2.3.4. Inteligencia 18](#_Toc32778028)

[2.4. Efektívnosť pedagogického prístupu 18](#_Toc32778029)

[2.5. Inteligentné vzdelávacie systémy 19](#_Toc32778030)

[3. Umelá inteligencia 21](#_Toc32778031)

[3.1. Definícia umelej inteligencie 21](#_Toc32778032)

[3.2. Algoritmy UI 22](#_Toc32778033)

[3.2.1. Expertné systémy 22](#_Toc32778034)

[3.2.2. Teória učenia strojov 24](#_Toc32778035)

[3.2.3. Neurónové siete 25](#_Toc32778036)

[3.3. Vplyv umelej inteligencie na oblasť vzdelania 26](#_Toc32778037)

[4. Aplikácia inteligentných tútorských systémov v praxi 29](#_Toc32778038)

[4.1. Komponenty inteligentných vzdelávacích systémov 29](#_Toc32778039)

[4.1.1. Znalostný model 29](#_Toc32778040)

[4.1.2. Model študenta 30](#_Toc32778041)

[4.1.3. Vzdelávací model 30](#_Toc32778042)

[4.1.4. Používateľské rozhranie 31](#_Toc32778043)

[4.2. E-Teacher 31](#_Toc32778044)

[4.2.1. Popis agenta 32](#_Toc32778045)

[4.2.2. Profil študenta 34](#_Toc32778046)

[4.2.3. Model správania študentov 34](#_Toc32778047)

[4.2.4. Experimenty a výsledky 36](#_Toc32778048)

[5. Reinforcement learning 38](#_Toc32778049)

[5.1. Model reinforcement learning 38](#_Toc32778050)

[5.2. Markov rozhodovací model 39](#_Toc32778051)

[5.3. Hodnotová funkcia 39](#_Toc32778052)

[Literatúry 40](#_Toc32778053)

[Prílohy 46](#_Toc32778054)

Zoznam obrázkov

[Obr. 1 Komponenty učenia [4] 14](#_Toc32535392)

[Obr. 2 Hlavé komponenty všeobecného systému UI [10] 21](#_Toc32535393)

[Obr. 3 Architektúra a komponenty expertného systému [16] 23](#_Toc32535394)

[Obr. 4 Štruktúra neurónu [10] 25](#_Toc32535395)

[Obr. 5 Komponenty tútorského systému [17] 28](#_Toc32535396)

[Obr. 6 Pohľad na fungovanie agenta eTeacher [21] 31](#_Toc32535397)

[Obr. 7 Bayesová sieť použitá na detekciu učebného štýlu [21] 34](#_Toc32535398)

[Obr. 8 Obrázok grafického CD média 41](#_Toc32535399)

Zoznam tabuliek

[Tab. 1 Typy algoritmov strojového učenia [13] 24](#_Toc32535382)

[Tab. 2 Kategorizácia študentov na základe štýlu učenia [21] 32](#_Toc32535383)

Zoznam symbolov a skratiek

Tento zoznam je nepovinný. Vypĺňa sa len v prípade značiek a symbolov, ktoré nie sú štandardami a nepatria do SI sústavy veličín.

SI Systeme International

SDHC Secure Digital High Capacity

Úvod

Úvod stručne a jasne

* vyjadruje stav poznania alebo praxe v danej oblasti, ktorá je predmetom práce,
* zdôvodní aktuálnosť témy,
* nastolí problémy, ktoré chce vyriešiť,
* vysvetlí účel a ciele práce,
* opíše použité metódy a postup riešenia,
* uvedie vzťah práce k ďalším prácam v danej oblasti, spresní informačné zdroje a pramene, ktoré najviac využíval (a ktoré uvedie v zozname použitej literatúry),
* zdôvodní význam riešenia problematiky,
* načrtne stručný obsah kapitol.

V úvode nie je potrebné opakovať to, čo je uvedené v abstrakte. Nie je vhodné podrobne opisovať metódy, experimentálne výsledky, ani opakovať to, čo je uvedené v závere. Aj keď je úvod umiestnený na začiatku, jeho konečná verzia sa píše až po dokončení celej práce.

1. Formulácia úlohy a cieľ práce

V tejto časti sa rozvedie spôsob, akým budú riešené úlohy a tézy, formulované v zadaní práce resp. v zadávacom liste. Uvedie tiež prehľad podmienok riešenia. Ak formulácia úlohy nie je potrebná, uvedie sa iný názov tejto kapitoly (Názov kapitoly 1) podľa riešenej problematiky.

Študent by sa mal detailne vyjadriť k jednotlivým bodov na zadávaciemu listu, rozobrať to, čo sa chápe pod jednotlivými bodmi a opísať spôsob dosiahnutia výsledku.

Nemá to byť teoretický rozbor problematiky a ani analýza súčasného stavu. Mal by stručne opísať, čo konkrétne sa od týchto bodov a od tejto práce očakáva.

1. Učenie

V tejto kapitole si predstavíme definíciu učenia, vrátane jeho základných konceptov a techník, vychádzajúcich z psychologického hľadiska. Existuje viacero spôsobov a techník učenia, ktoré vyslovilo a zaviedlo mnoho autorov. Niektoré využívajú študenti viac, niektoré menej.

Spomenieme si základné rozdelenie typov učenia, známe metódy a štýly, ktoré sa v praxi najčastejšie využívajú. Obsah tejto kapitoly bude zahŕňať aj základné princípy učenia sa s porozumením a nadobudnutím nových vedomostí či znalostí. Poukážeme na základné techniky vyučovania a motiváciu, ktorá je jedným z kľúčových faktorov úspechu pri výučbe.

Učenie patrí medzi procesy, ktoré nie sú vôbec jednoduché. Ak sa pokúšame niečo naučiť, musíme sa zamyslieť nad dvomi základnými vecami:

* Čo sa chceme naučiť
* Výber správneho a efektívneho procesu učenia sa
  1. Koncept ľudského učenia

Všetci vieme, že mozog človeka patrí medzi orgány, ktoré sú nesmierne zložité a stále sčasti záhadné. Proces ľudského učenia [1] je základnou funkciou mozgu a chápe sa rôznymi spôsobmi. Proces učenia začína okamihom, kedy sa narodíme, a trvá počas celého nášho životného cyklu.

Počas veľkej časti predchádzajúceho storočia bol pojem učenie najintenzívnejšie študovanou témou v oblasti psychológie. Dnes sa otázkami na túto problematiku zaoberajú všetky oblasti psychológie [2].

Väčšina charakteristík ľudského učenia vychádza z definície, že učenie je získavanie vedomostí prostredníctvom praxe, odbornej prípravy a zážitku. Tento process sa vyznačuje objavovaním a porozumením okolitého sveta. Formuje činy a myšlienky každého človeka, a tak vytvára schopnosť porozumieť ľudskému správaniu a rozvoju.

Teória učenia [3] vychádza z popisu, ako študenti absorbujú, spracúvajú a udržiavajú vedomosti v procese fázy učenia. Pri získavaní a udržiavaní nadobudnutých vedomostí hrajú dôležitú úlohu kognitívne, emocionálne a enviromentálne vplyvy, od ktorých závisí zachovanie týchto vedomostí a zručností.

Nasledujúci obrázok poukazuje na základné komponenty učenia, ktoré patria medzi nevyhnutnú súčasť tohto procesu.

Obr. 1 Komponenty učenia [4]

Najčastejšie kladenou otázkou v oblasti učenia je výber najvýhodnejšej metódy na spracovanie získaných informácií. Vzdelávacie inštitúcie, organizácie a učitelia vo všetkých oblastiach neustále kladú otázky na vyriešenie tejto problematiky:

* Kedy sa človek učí
* Čo motivuje človeka k učeniu
* Čo učenie človeka ovplyvňuje
  1. Typy učenia

Učenie v sebe zahŕňa vykonávanie fyzických alebo duševných činností. Fyzická aktivita je výsledkom činnosti svalov, kostí a pod. Duševné zahŕňajú jednoduché, komplexné alebo vyššie mentálne činnosti.

Existuje niekoľko typov učenia [4], akými dokážeme nadobudnúť novú vedomosť. Typ učenia je pojem, ktorý slúži na označenie spôsobu učenia. Pri získavaní vedomostí nám pomáhajú viaceré metódy, ktoré môžeme v mnohých prípadoch aj kombinovať. Hlavným cieľom je, aby sa študent dokázal čo najefektívnejšie naučiť nové vedomosti, za čo najkratší čas, a aby táto novonadobudnutá vedomosť bola dlhodobo zapamätaná.

Na základe druhu zapojenej činnosti rozlišujeme typy učenia:

* Motorické učenie
* Verbálne učenie
* Diskriminačné učenie
* Kognitívne učenie
* Senzorické

1. *Motorické učenie*: Toto učenie charakterizuje zmena, ktorá je výsledkom praxe alebo novej skúsenosti v schopnosti reagovať v našom každodennom živote. Zahŕňa širokú oblasť ľudskej činnosti a zohráva veľmi dôležitú úlohu vo vývinovom procese človeka.

2. *Verbálne učenie*: V mnohých prípadoch označované ako pamäťové učenie. Patrí medzi druh učenia, v ktorom sa pracuje so slovným materiálom. Ide o vytváranie, zapamätanie si spojení – asociácií, pričom sa nevychádza z logickej súvislosti.

3. *Diskriminačné učenie*: Pojem diskriminačné učenie sa vzťahuje na vytváranie asociácií medzi rôznymi stimulmi (podnetmi) a zodpovedajúcimi výsledkami alebo správaním. Výsledkom sú rôzne reakcie na základe rôznych podnetov.

4. *Kognitívne učenie:* Kognitívne učenie charakterizuje mentálne procesy vyššieho rádu, ako napríklad: premýšľanie, rozhodovanie, zovšeobecnenie, inteligencia a pod. Zaoberá sa učením pojmov, princípov, riešením problémov rôzneho druhu. Tento druh učenia iniciuje procesy nazývané abstrakcia, ktoré zvyšujú schopnosť rozpoznávania vecí okolo nás.

5. *Senzorické učenie*: Tento typ učenia je charakterizovaný zmyslovým vnímaním vecí, ktoré majú primárne zachytiť a spracovať zmyslové orgány. Do tejto kategórie spadajú typy učenia, ktoré sa v praxi najčastejšie využívajú:

* Vizuálny (učebný materiál v obrazovej, grafickej podobe)
* Auditívny (aurálny, sluchový učebný štýl)
* Kinestetický (pohybový, prostredníctom fyzických aktivít)
  1. Faktory ovplyvňujúce učenie

Okrem skúmania rôznych učebných teórií si v tejto časti spomenieme aj jednu z veľmi dôležitých súčastí procesu učenia, ktorá sa zaoberá hlavnými faktormi ovplyvňujúcimi učenie [5]. Existuje mnoho faktorov, ktoré sa podieľajú na vývoji učenia každého žiaka/študenta.

Rozoznávame preto dva druhy hlavných kategórií faktorov ovplyvňujúcich učenie, ktoré môžeme zvážiť pri rozvoji výučby. Patria tu faktory z interného aj z externého prostredia [6]:

* Motivácia
* Koncentrácia
* Pamäť
* Inteligencia
  + 1. Motivácia

Motivácia patrí medzi jednu z hlavných  podmienok správneho učenia a vedie ľudí k tomu, aby sa správali určitým spôsobom, vybrali si ciele a volili si prostriedky na ich realizáciu. Ľudské správanie je vedome alebo nevedome zamerané na dosiahnutie nejakého cieľa a vyznačuje sa určitou intenzitou a trvaním v čase.

Formy motivácie:

* Radosť a záujem
* Odmena
* Odmena primeranou samochválou

Pri rozvoji učenia sa treba vyhýbať negatívnym motivačným stimulom ako je strach, stres, napomenutia atď..

* + 1. Koncentrácia

Dôležitú úlohu v procese učenia zohráva koncetrácia, pozornosť. Ide o spôsobilosť, zamerať naše mentálne (alebo fyzické) schopnosti na danú problematiku a ignorovať to, čo nás vyrušuje. Jej najväčším rušiteľom sú podnety z okolia, ktoré nás rozptyľujú. Je charakterizovaná prísnou voľbou záujmov a spočíva na obmedzení sa na podstatu veci. Koncentrácia patrí medzi faktor, ktorého ak jedinec nie je schopný, mal by ju získať cvičením. V jednotlivých fázach a vývoji učenia jednotlivca je potrebné naučiť sa selektovať dôležité informácie od nepodstatných, a tak eliminovať rušivé podnety.

* + 1. Pamäť

Ďalším dôležitým a nevyhnutným faktorom ovplyvňujúcim proces učenia je pamäť. Podobne ako pri spomínanej koncentrácii je potrebný tréning a venovanie dostatočnej pozornosti pre skvalitňovanie a zefektívnenie rozvoja učenia.

Pamäť ľudského jedinca funguje súčasne v troch rovinách:

* Ultra-krátkodobá pamäť: Premieňa zmyslové vnemy do energetického poľa a udržiava ich v intervale od 30 sekúnd do 5 minút. Informácia je preverená ešte predtým ako je zatriedená do veľkého mozgu. Pokiaľ je zatriedená ako nepríjemná môže byť zdržaná a prerušená.
* Krátkodobá pamäť: Uskladňuje všetky informácie potrebné pre porozumenie zmyslu. Dovoľuje nám napríklad čítanie. Je veľmi poruchová a nové vnemy sa rýchlo prekrývajú staršími informáciami.
* Dlhodobá pamäť: Ide o informácie, ktoré prešli všetkými inštanciami, má neohraničenú schopnosť vnímania, no počet informácií, ktoré sa môžu uskladňovať k danému časovému bodu nie je veľký. Ak si chceme niečo zapamätať musíme to urobiť v prvých desiatich minútach aby sme zachovali informácie v dlhodobej pamäti.
  + 1. Inteligencia

Inteligencia patrí medzi interný faktor ovlpyvňujúci ľudské učenie, ktorý prichádza zvnútra každého jednotlivca. Ide o schopnosť získavať a následne aplikovať nadobudnuté vedomosti alebo schopnosti. Základ inteligencie je pevne stanovený pri narodení, z toho vyplýva, že ak je študent logicky inteligentný, bude schopný rýchlejšie nadobúdať nové vedomosti. Tento faktor je ale možné zlepšiť trénovaním, a to výberom vhodnej aktivity.

* 1. Efektívnosť pedagogického prístupu

Efektívna výučba dnešných pedagógov [7] by mala spočívať v prvom rade v skutočnom záujme svojich študentov, ktorý súvisí s rozvojom dôveryhodných spoločenstiev v triedach. Rovnako dôležité je zabezpečenie, aby ich triedy mali silný záujem a dostatočnú motiváciu pre určitý druh učebného zamerania, ktoré by mali študenti v praxi dosiahnuť, ale na základe realistických očakávaní pedagógov.

Každému študentovi, ktorý sa má za cieľ niečo naučiť, by malo byť umožnené harmonické prostredie vytvorené pedagógmi. V takomto prostredí majú možnosť myslieť, otvorene komunikovať, uvažovať, klásť otázky a kritizovať problematiku, s ktorou sa stretávajú. Takýmto prístupom sa zlepšujú vzťahy v triedach, ktoré sú nevyhnutným zdrojom neustáleho rozvoja ich schopností a identít.

Pedagógovia, ktorí sa skutočne zaujímajú o vývoj a neustále zlepšovanie schopností svojich študentov, sa im venujú, vymýšlajú kreatívne aktivity pre ich rozvoj, vyvolávajú ich k rôznym cvičeniam na hodinách a snažia sa podporovať vzájomnú spoluprácu. Prostredníctvom špeciálnych praktík by mali dokázať ovlpyvniť a optimalizovať spôsob, akým študenti riešia daný problém a nasmerovať ich vhodnou metódou k správnemu riešeniu.

Existuje mnoho druhov učebného zamerania, s ktorými sa môžu študenti stretnúť vo vzdelávacích inštitúciách alebo školách. V dôsledku toho je potrebné optimalizovať plánovanie vyučovania a nastaviť systém výučby tak, aby bol čo najefektívnejší pre pochopenie študentov.

Niekedy je potrebné prerozdelenie študentov do niekoľkých párov alebo menších skupín, aby si mohli vymienať nápady a učiť sa spolu s ostatnými. Takáto organizácia môže vyvolať emocionálnu a praktickú podporu, ktorú študenti potrebujú. Niekedy je vhodnejšie, ak sa podieľajú na zmysluplných diskusiách, do ktorých sa aktívne zapájajú všetci študenti v rámci triedy. Takýto spôsob diskusie vedie k vysvetleniu riešení ostatným spolužiakom, k povzbudzovaniu študentov, vzájomnému počúvaniu a rešpektu. Výsledkom je prijímanie a hodnotenie rôznych stanovísk a zapojenie sa do výmeny názorov a prespektív.

V predošlej kapitole sme si spomenuli inteligenciu ako faktor ovpyvňujúci učenie, ktorý zohráva dôležitú úlohu pri učení. Každý študent má inú úroveň inteligencie, preto je zložité u pedagóga nájsť vhodnú cestu, ktorou by vysvetlil danú problematiku.

Existujú druhy učebných okruhov, v ktorých je ťažké pochopiť nový koncept alebo vyriešiť danú problematiku, v prípade, že sú rozptyľovaní názormi ostatných. V tomto prípade by mali pedagógovia zabezpečiť, aby všetci študenti dostali príležitosť myslieť a pracovať individuálne a potichu.

Ďalším častým problémom v oblasti vzdelávania je, že pedagóg sa nestíha venovať individuálne každému študentovi na hodine a posúdiť, do akej miery ovláda danú problematiku. Týka sa to najmä oblasti matematiky, kde sa vyučujúci usiluje nájsť vhodnú metódu, ktorej by porozumel každý študent. V mnohých prípadoch je to namáhavé, pretože vačšina študentov má nedostatky v iných okruhoch.

Odpoveďou pre niektoré vyššie spomenuté problémy môže byť zavedenie inteligentných systémov do oblasti vzdelávania.

* 1. Inteligentné vzdelávacie systémy

Inteligentné vzdelávacie systémy [8] boli zavedené na to, aby sa zamerali na vyučovanie induviduálne, na každého študenta osobitne, alebo aby napomáhali pedagógom pri ich vyučovacích hodinách. Takýmto prístupom je možné docieliť vzdelanie na takú úroveň, kde sa študent bude učiť vo väčšine prípadov iba tú problematiku, ktorú potrebuje pre pochopenie. Systém mu bude venovať toľko času, koľko bude potrebné pre získanie chýbajúcich vedomostí.

V školách a mnohých vzdelávacích inštitúciách, kde sa vyučuje niekoľko desiatok predmetov, je niekedy problém odhadnúť, ktorý študent má aké poznatky z určitého vyučovacieho predmetu (dejepis, zemepis, matematika, anglický jazyk a pod…). V mnohých prípadoch pedagóg vyučuje tému, ktorá je niektorým študentom blízka, iným na druhej strane neznáma.

K zefektívneniu a optimalizácii vzdelávacieho procesu by prispel istý druh inteligentného vzdelávacieho systému, ktorý by mal za úlohu zistiť, čo daný študent neovláda, v ktorých okruhoch ma problémy, a tak ho oboznámiť s novou informáciou a naučiť nové vedomosti.

Inteligentný systém by v sebe zahŕňal softvér s prvkami umelej inteligencie, ktorý by sledoval prácu študentov vo forme testu, upravoval spätnú väzbu a poskytoval rady. Zhromažďovaním informácií o výkone konkrétneho študenta by dokázal urobiť vyhodnotenia o slabých a silných stránkach a poskytnúť učiaci sa proces pre daného študenta.

1. Umelá inteligencia

Táto kapitola našej práce bude pozostávať so zavedením technológie umelá inteligencia (skratka UI) a jej základnými konceptami. Popíšeme si metódy a techniky súvisiace s umelou inteligenciou. Poukážeme aj na aplikácie z praxe, ktoré tieto prvky využívajú, a tak slúžia ako učiaci asistent v oblasti škôl a vzdelávacích inštitúcii, a napomáhajú tak študentom k efektívnejšiemu získavaniu informácií a nových poznatkov.

Dnes môžu pedagógovia prednášať napr. o matematike na základných školách bez pomoci strojov. So zavedením umelej inteligencie do vzdelávacích inštitúcií, môžu počítače čoskoro zvládnuť niektoré z týchto úloh. Výsledkom bude, že v oblasti vzdelávania dôjde k mnohým zmenám. Táto kapitola poskytne aj spôsoby, ako koncept umelej inteligencie vo vzdelávaní môže napomôcť k jeho zlepšeniu.

* 1. Definícia umelej inteligencie

UI patrí medzi odvetvie informatiky [9], ktoré sa zaoberá skonštruovaním ,,inteligentných” strojov (počítačov), schopných pracovať a reagovať ako ľudský mozog. Typickými príkladmi sú programy (on-line platformy) alebo autonómne roboty, ktoré v sebe tieto prvky zahŕňajú. Na základe možností, ktoré so sebou UI prináša , dokážu stroje spracovávať údaje, vzory a modely, aby mohli vnímať, uvažovať, plánovať a riešiť problémy spojené s predpovedaním budúcich odpovedí a nájsť vhodné riešenia.

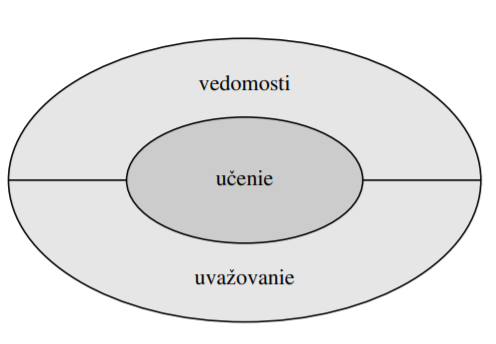
Cieľom systémov umelej inteligencie je zhotoviť takú kombináciu algoritmov a metód, pomocou ktorých bude schopný stroj vyriešiť taký druh problematiky, ktorú by vyriešil iba človek s dostatočnými skúsenosťami.

Takýto systém musí spĺňať tri nasledujúce požiadavky [10], ktoré spolu súvisia a navzájom sa dopĺňajú:

* Dokázať uložiť znalosti
* Premeniť a aplikovať nadobudnuté znalosti do riešenia konkrétneho problému – proces uvažovania
* Získavať nové znalosti – proces učenia

Existujú dva hlavné typy prístupov, ktorými sa dajú vyjadriť pohľady umelej inteligencie:

1. *Klasické prístupy*: zahŕňajú symbolickú reprezentáciu znalostí a ich sekvenčné spracovanie. Dokážu riešit problémy spojené so spracovaním prirodzeného jazyka alebo plánovanie procesov. Existujú však typy problémov, kedy klasická (symbolická) umelá inteligencia nestačí.
2. *Moderné prístupy*: Tento prístup popisuje systém umelej inteligencie ako dynamický. Sú založené na neurónových sieťach a komplexnejších algoritmoch. Sú vhodné v oblastiach poznávania vzorov, simulácie pamäte a pod.



Obr. 2 Hlavé komponenty všeobecného systému UI [10]

* 1. Algoritmy UI

Pre riešenie problémov umelej inteligencie sa experimentuje s rôznymi algoritmami, metódami a ich kombináciami ako:

* Expertné systémy – expert systems
* Teória učenia strojov – machine learning
* Neurónové siete – neural networks
  + 1. Expertné systémy

Expertné systémy [14] [15] patria medzi jedno z najvýznamnejších odvetví umelej inteligencie. Vyznačujú sa svojimi špecifickými teoretickými základmi a sú významné hlavne pre svoju praktickú uplatniteľnosť.

Problematika expertných systémov sa zameriava na počítačové programy, ktoré dostatočne presvedčivo pripomínajú prirodzenú ľudskú inteligenciu. Ich hlavným cieľom je využiť vhodne uložené skúsenosti ľudských odborníkov (znalcov) pre danú špecifickú aplikačnú oblasť. Systémy tak dokážu nájsť riešenia na problémy, ktoré by boli prostredníctvom bežných postupov a algoritmov ťažko dosiahnuteľné, pretože klasické systémy pracujú iba na základe vopred definovaného algoritmu, kde dochádza k jednoduchej transformácií vstupných dát na výstupné.

Počítač pomocou vykonávacieho systému (inferenčného mechanizmu) ,,uvažuje“ a odvodzuje konkrétne závery pre danú problematiku. V skutočnosti, výhodou expertných systémov je, že dokážu ponúknuť neskúsenému používateľovi vhodné riešenie, keď nie je k dispozícii ľudský expert alebo znalec.

Veľkou výhodou týchto expertných systémov je ľahká modifikovateľnosť – na rozdiel od jednoduchých systémov stačí vykonať zmeny v báze znalostí. Medzi ďalšie výhody patrí schopnosť riešiť komplexnú problematiku, dostupnosť expertíz – ich trvalosť a opakovateľnosť, trénovací nástroj pre začiatočníkov alebo uchovanie vedomostí ľudských expertov odchádzajúcich z organizácie.

Architektúra expertných systémov je založená na základe troch hlavných komponentov tvoriacich systém, a to:

1. Báza faktov
2. Báza znalostí
3. Riadiaci (inferenčný mechanizmus)

*1. Báza faktov* (báza údajov) charakterizuje užívateľské rozhranie. V tejto časti prebieha spracovanie vstupov od užívateľa, otázky a výsledky.

2. *Báza znalostí* obsahuje znalosti zo špecifickej oblasti, potrebné na vyriešenie problému. Zahrňuje aj pravidlá, ktorými sa expertný systém riadi.

Reprezentácia znalostí môže prebiehať v nasledujúcich podobách:

* Matematická logika
* Pravidlá
* Rozhodovacie stromy
* Sémantické siete
* Objekty
* Rámce a scenáre

3. *Inferenčný mechanizmus* navrhuje odporúčané riešenie problému prostredníctvom pravidiel v báze znalostí a získaných dát od užívateľa. Súčasťou tohto mechanizmu je aj vysvetľovací mechanizmus, ktorý odôvodňuje uvažovanie systému pri riešení danej problematiky v jednotlivých krokoch, a tým umožňuje kontrolovať expertný systém a v prípade potreby ho zlepšovať.

Obrázok, na ktorom je snímka obrazovky

Automaticky generovaný popis

Obr. 3 Architektúra a komponenty expertného systému [16]

* + 1. Teória učenia strojov

Teória učenia [11] alebo termín machine learning (ML) predstavuje skupinu algoritmov, ktoré analyzujú údaje a učia sa od nich, aby mohli na základe istej situácie adekvátne reagovať na rôzne vstupné hodnoty. Strojové učenie umožňuje systému automaticky sa učiť bez toho, aby bol vyslovene naprogramovaný. Ide o dynamický proces, ktorý nevyžaduje zásahy človeka, aby vykonal určité zmeny. Tým je menej závislý od ľudských expertov. Hlavným cieľom tohto prístupu je porozumenie údajom, ktorým sú v istom zmysle vystavené a prispôsobujú ich do vhodných modelov. Algoritmy strojového učenia sú spojené s prvkami matematickej štatistiky, s metódami štatistickej analýzy a hĺbkovou analýzou dát (*Data mining*). Tieto algoritmy poskytujú systému odhad, ktorý je založený na presnosti a výpočtoch.

Algoritmy [13] strojového učenia môžu vykonávať tri základné úlohy:

* Klasifikáciu
* Regresiu
* Zhlukovanie

Na základe stupňa kontroly [12] rozlišujeme dva typy učenia, a to:

1. *Kontrolované učenie (učenie sa s učiteľom)*: Tento typ učenia sa riadi spätnou väzbou o úspešnosti učenia. To znamená, že pre každý príklad z trénovacej množiny je vopred priradená trieda. Inými slovami, pre každý vstup poznáme vopred definovaný výstup.
2. *Nekontrolované učenie (učenie bez učiteľa)*: V tomto prípade neexistuje žiadna spätná väzba o úpešnosti učenia (bez špecifikácie triedy). Príklady sa iba zoskupujú do jednotlivých zhlukov podľa definovaného kritéria, ktorým je vo väčšine prípadov podobnosť.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Klasifikačná úloha | Sekvenčná úloha |
| Kontrolované učenie – s učiteľom | Kontrolovaná klasifikácia | Učenie učňov |
| Nekontrolované učenie – bez učiteľa | Zhlukovanie | Učenie pomocou odmeny a trestu |

Tab. 1 Typy algoritmov strojového učenia [13]

* + 1. Neurónové siete

Prístup neurónových sietí [10] vznikol inšpiráciou biologických systémov, ktoré patria do jednej zo skupín algoritmov pre strojové učenie a sú často využívané v oblasti UI. Dnešným trendom a trendom budúcnosti je masívny paralelizmus vo výpočtoch, ktorý má prioritne za cieľ, modelovať správanie ľudského mozgu. Tým, že ľudský mozog obsahuje priemerne neurónov, vytvorenie jeho umelej podoby so všetkými vlastnosťami je doposiaľ nezrealizovateľné. V praxi už však dokážeme odsilumovať a implementovať niektoré z funkcií ľudského myslenia.

Neurónovú sieť môžeme definovať ako masívny pararelný procesor, ktorý dokáže uložiť znalosti z experimentov, a ďalej ich aplikovať. Základnou vlastnosťou je fakt, že neurónová sieť je univerzálnym aproximátorom funkcií.

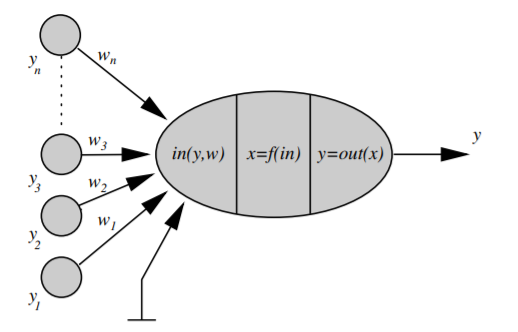
Napodobňuje ľudský mozog v dvoch aspektoch:

* Poznatky nadobúda počas učenia
* Znalosti sú uložené v medzineurónových spojeniach (synaptických váhach)

Parametre tejto siete (medzineurónové spojenia) sa menia na základe definovaných pravidiel, čo predstavuje proces učenia. Ide o adaptáciu, kde po skončení procesu nadobudne neurónová sieť znalosť.

Základnou jednotkou neurónovej siete je neurón, ktorý má nasledovné vlastnosti:

* Vstup do neurónu
* Prah neurónu
* Aktivačná funkcia neurónu
* Výstupná funkcia neurónu
* Synaptické váhy – spájajú neuróny



Obr. 4 Štruktúra neurónu [10]

* 1. Vplyv umelej inteligencie na oblasť vzdelania

Systémy s prvkami umelej inteligencie by mohli znamenať veľký prínos a posun v školách a vzdelávacích inštitúciách. Tento princíp by znamenal vyriešenie problému, najmä čo sa týka personalizovaného vzdelávania. Zavedenie takýchto systémov by predstavovalo individuálny prístup k jednotlivým študentom tried. Vďaka umelej inteligencii by bolo možné maximalizovať pokrok a rozvoj študenta v istej problematike, a tiež odhadnúť predpoklady pre rast jeho budúcej kariéry.

Umelá inteligencia dokáže vyhodnocovať, na čo sa daný študent v budúcnosti hodí, a podľa toho bude v určitom predmete posúvať hranice jeho možností, aby sa stále zlepšoval. V praxi sa môže napríklad stať, že študenti v rovnakej triede budú dostávať odlišné domáce úlohy, ale aj previerky, či testy.

Technologické nástroje môžu spĺňať funkciu virtuálnych asistentov učiteľov, a pomáhať im pri práci, ako je kontrola testov, známkovanie alebo zadania.

Takáto automatizácia v oblasti vzdelania umožní aj vyučujúcim viacej času na činnosti, ktoré ich na povolaní zaujímajú najviac. Odborníci v tejto oblasti zavádzajú nasledujúce body [9] vychádzajúce z pozitívnych vplyvov technológií s umelou inteligenciou, ktoré môžu prispieť k problematike zlepšenia v oblasti školstva a vzdelania, a to:

* Priebežné hodnotenie študentov - skúsenosti študentov sa v procese učenia sledujú v reálnom čase - dôsledkom toho je presný odhad nadobudnutých vedomostí v čase
* Úprava kurzov do istej miery
* Inteligentné vzdelávacie systémy umožňujú aj dištančné vzdelávanie – najmä kvôli vysokému rastu mobilných technológií
* Nové spôsoby interakcie s informáciami – navrhovanie učebných materiálov na základe doterajších priaznivých a nepriaznivých výsledkov
* Spätná väzba v procese vzdelávania – sledovanie priebehu vzdelávania, ktoré predstavuje automatickú klasifikáciu a ponúka podporu a prispôsobené odporúčania
* Rozšírené možnosti pre študentov navzájom komunikovať a spolupracovať
* Väčšie množstvo času venovaného študentmi na vzdelávanie – umelá inteligencia dokáže prispôsobiť cvičenia tak, aby bola forma učenia viac zmysluplnejšia a zaujímavejšia.
* Zavedenie prvkov virtuálnej reality – interaktívne prostredie na povzbudzovanie študentov, aby sa aktívne zapájali do učebných materiálov – dôsledkom je priamy pozitívny vplyv na proces učenia
* Varovanie z hľadiska školskej dochádzky – systém s podporou umelej inteligencie môže zhromažďovať údaje o školskej dochádzke študentov a rýchlo varovať školy o tých, ktorým hrozí predčasné ukončenie.
* Vzdelanie prístupné odkiaľkoľvek a kedykoľvek
* Autonómia študentov
* Efektívnejší administratívny manažment
* Umelá inteligencia dokáže do určitej miery odhaliť náladu študentov, čo môže napomôcť k prispôsobeniu a tvorbe nových vyučovacích postupov
* Riešenie etických otázok
* Zhromažďovanie, uchovávanie a bezpečnosť údajov užívateľov – technológia dokáže zachytiť dáta, analyzovať ich a vytvárať portfólio užitočných informácií z veľkého množstva získaných dát
* Zavedenie humanoidných robotov – aj keď nikdy nenahradia skutočných učiteľov, ale pomôžu im asistovať vykonávaním zložitých a časovo náročných úloh.

1. Aplikácia inteligentných tútorských systémov v praxi

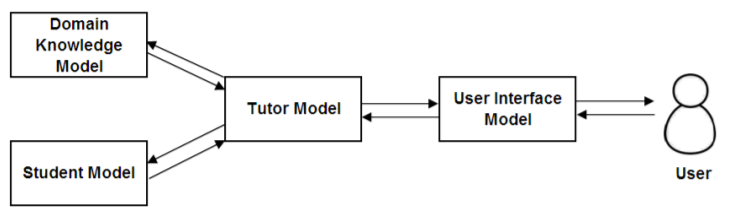
Cieľom tejto kapitoly je poukázať na základné komponenty a fungovanie inteligetných vzdelávacích systémov v praxi. Všetky tieto systémy majú rovnaký cieľ, a to podporovať vzdelanie študentov. Odborníci v tejto oblasti zistili, že vzdelávanie je jedna z najnáročnejších oblastí, v ktorých sa umelá inteligencia uplatňuje.

Inteligentné tútorské systémy vznikli v dôsledku toho, že vedci umelej inteligencie videli solídny základ, na ktorom by bolo vhodné postaviť tieto systémy a poskytovať tak efektívnu výučbu pre každého študenta. Ako bolo spomenuté, zámerom týchto systémov je prevziať aspoň sčasti úlohu pedagógov, a zamerať sa prioritne na individuálne vyučovanie, ktoré je podľa mnohých odborných článkov dvakrát tak efektívne ako skupinové.

* 1. Komponenty inteligentných vzdelávacích systémov

Inteligentné tútorské systémy sa zvyčajne skladajú z niekoľkých rôznych častí, z ktorých každá je charakterizovaná samostatnou úlohou. Základná architektúra týchto technológií je pozostáva z nasledujúcich komponentov [17], ktoré spolu navzájom komunikujú:

* Znalostný model
* Model študenta
* Vzdelávací model
* Používateľské rozhranie



Obr. 5 Komponenty tútorského systému [17]

* + 1. Znalostný model

Znalostný model, tiež známy pod pojmom expertné znalosti, obsahuje pojmy, pravidlá a stratégie, ktoré majú za úlohu riešiť problémy v oblasti, ktorú je potrebné sa naučiť. Tento model slúži ako zdroj vyučovacích vedomostí alebo ako modul, ktorý hodnotí stav vedomostí študenta (používateľa).

Keďže reprezentácia znalostí v ľudských hlavách a počítačoch je rozdielna, takýto opis vedomostí sa môže javiť ako veľmi zložitá úloha. Súčasťou tútorského systému musí byť expertný modul, špecifický pre určitú doménu, pre správnosť riešenia problémov.

* + 1. Model študenta

Tento typ modelu sa považuje za centrálny modul inteligentného tútorského systému. Ukladá informácie o správaní jednotlivých študentov, ktoré sú charakteristické pre každého študenta individuálne.

Model študenta tvoria funkcie, ktoré súvisia s vykonávaním určitých úloh:

* Sledovanie správania používateľa a vytváranie kognitívnych a afektívnych reprezentácií vedomostí
* Zhromažďovanie implicitných a explicitných údajov o študentoch
* Využitie nahromadených dát o študentoch na ohodnotenie vedomostného stavu každého študenta
* Schopnosť určiť úroveň vedomostí študenta na základe vedomostného stavu oproti stavu odborných znalostí
  + 1. Vzdelávací model

Tento komponent inteligentného systému predstavuje učiteľa, ktorý komunikuje so znalostným a študentským modelom. Jeho hlavnou úlohou je rozhodovanie o vyučovacích stratégiách a činnostiach. Zároveň predstavuje interakciu medzi tútorom a študentom, ktorá prebieha prostredníctvom priateľského užívateľského rozhrania. Hlavným cieľom je viesť interakciu a adaptáciu túrora k používateľovi prostredníctvom údajov v reálnom čase.

Interakcia medzi tútorom a študentom je veľmi dôležitá súčasť vzdelávacieho procesu, pretože je dokázané, že čím je interakcia vyšišia [18], tým je učenie efektívnejšie a dosahuje lepšie výsledky z pohľadu študentov. Z toho vyplýva, že indivudiálny vyučovací proces je kľúčom k úspechu nadobudnutia vedomostí.

Ďalšou dôležitou funkciou k správnemu fungovaniu takéhoto systému je vykonávať funkcie, spojené s podporou študenta počas jeho vzdelávania. Vzdelávací model rozhoduje o tom, kedy a ako pomocť študentovi, a tak ho nasmerovať na správnu odpoveď.

Súčasťou modelu sú algoritmy spojené s prvkami umelej inteligencie, ktoré sledujú kroky študenta v procese riešenia problému, ktorý je potrebné vyriešiť. Algoritmus vačšinou komunikuje s modelom študenta a zaznamenáva posledný vstup k nájdeniu vhodných pravidiel. Každému pravidlu je v procese sledovania znalostí priradená pravdepodobnosť, na základe ktorej sa vyberie výsledná odhadová úroveň každého pravidla, aby systém uskutočnil akciu s vhodným problémom, ktorý bude ďalej predložený používateľovi.

* + 1. Používateľské rozhranie

V procese tvorby inteligentného tútorského systému je jeho nevyhnutnou súčasťou užívateľské rozhranie [19], prostredníctvom ktorého dochádza k priamej interakcii medzi užívateľom a samotným systémom.

Dizajn a architektúra užívateľského rozhrania rozhoduje o jednoduchosti a pohodlí používania aplikácie. Je potrebné klásť dôraz na elementy, ktoré sú podstatné pre zefektívnenie užívateľského prostredia.

Jeho cieľom je zabezpečiť čo najjednoduchšie a najefektívnejšie používanie, ktoré vedie k splneniu požadovaných úloh bez toho, aby sa užívateľ musel zaoberať aplikáciou ako takou. Proces tvorby užívateľského rozhrania musí vytvoriť rovnováhu medzi technickou funkcionalitou a vizuálnymi elementmi. Výsledkom by mal byť systém, ktorý je nie len funkčný, ale aj jednoducho a logicky použiteľný pre užívateľov aplikácie.

Princípy užívateľského rozhrania [20]:

* Konzistencia – usporiadanosť elementov v užívateľskom prostredí, ktoré vedie k lepšej orientácií
* Jednoduchosť – ľahko pochopiteľné prostredie
* Estetické vnímanie – priateľský a estetický dizajn užívateľského rozhrania vedie k zvýšeniu príťažlivosti užívateľa
* Tolerancia chýb – napomáhanie užívateľom aby nerobili chyby (varovná správa, správa o vykonaní akcie, pomocná správa)
* Predstavivosť – ponúkanie dodatočných informácií pre zlepšenie prehľadnosti (symbol načítavania)
  1. E-Teacher

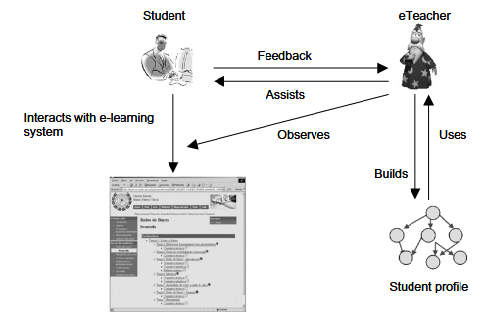
V druhej kapitole tejto práce sme si spomenuli, akými spôsobmi a štýlmi je možné aplikovať spôsob učenia a kontrolovať tento proces. Odvodili sme napríklad, že niektorí študenti uprednostňujú abstraktné materiály, zatiaľ čo iný pokladajú za vhodný výber konkrétne materiály. U každého študenta sa líši ich prístup k učeniu: niektorí študujú vytrvalo, iní nie sú dostatočné motivovaní a vzdávajú sa. Niektorí spracovávajú informácie reflexívne, iný aktívne. V dôsledku toho je potrebné, aby inteligentné vzdelávacie systémy brali ohľad na preferencie a zručnosti každého študenta za pomoci technologických agentov, ktorých hlavnou úlohou je učiť sa záujmom, preferenciám, návykom študentov, a poskytovať tak dostatočnú podporu prostredníctvom aplikácie, spojenej s priateľským užívateľským rozhraním.

Príkladom inteligentného tútorského systému, ktorý sa zaoberá vyššie uvedenou problematikou je aplikácia *eTeacher* [21], ktorú si bližšie popíšeme v nasledujúcich bodoch. Ide o aplikáciou s prvkami umelej inteligencie.

* + 1. Popis agenta

V tejto kapitole našej práce si zavedieme a popíšeme príklad fungovania aplikácie inteligentného systému s agentom *eTeacher,* ktorý poskytuje personalizované odporúčania na základe profilu študentov. Profil študenta je charakterizovaný najmä štýlom učenia, a závisí od výkonu daného študenta vo webovom kurze. Systém klasifikuje študentov do jednotlivých tried, podľa toho akým spôsobom, a ako študenti spracovávajú jednotlivé informácie. Na základe výsledkov zatriedenia bude tento systém schopný poskytnúť materiály, a vhodne zvoliť učebný štýl, ktorý vyhovuje študentovi. Spomínaný prístup dokáže výrazne zlepšiť a zefektívniť oblasť vzdelávania.

Na vyhodnotenie učebného štýlu študenta používa agent *eTeacher* Bayesovský model. Bayesovské siete umožňujú agentovi modelovať kvantitatívne a kvalitatívne informácie o správaní sa študentov. Ak si predstavíme príklad, že sa študent zapája do diskusie na fórach, program *eTeacher* dokáže vyvodiť, že používateľ sa zameriava na spracovanie informácií aktívne, nie reflexne.



Obr. 6 Pohľad na fungovanie agenta eTeacher [21]

Výsledkom je teda odvodenie vhodného učebného štýlu na základe pozorovania určitých vlastností správania používateľa ako napríklad:

* Typ preferovaného materiálu na čítanie
* Vykonané cvičenia
* Účasť na fórach
* Diskusie
* Výsledky testov
* Aktuálna etapa v kurze

Model systému kategorizuje študenta do nasledujúcich skupín (podľa toho, aký učiaci štýl uprednostňuje).

|  |  |
| --- | --- |
| Skupina študentov na základe štýlu učenia | **Čo daná skupina študentov uprednostňuje** |
| Intuitívna | Sustredenie sa na princípy a teórie |
| Senzitívna | Zameranie sa na fakty, údaje a experimenty |
| Globálna | intuitívne kroky, bez vysvetlenia ako prišli k riešeniu |
| Sekvenčná | proces lineárneho uvažovania s čiastočnými krokmi |
| Vizuálna | obrázky, schémy, grafy, filmy |
| Verbálna | čítanie alebo počúvanie |
| Aktívna | riešenie problému v aktívnom prostredí, kolektívna práca |
| Reflexná | príležitosť sa zamyslieť, samostatná práca |

Tab. 2 Kategorizácia študentov na základe štýlu učenia [21]

Používateľ môže poskytnúť agentovi spätnú väzbu. Ak príjme návrhy agenta, prejavuje sa za kladnú, naopak, ak používateľ odmietne pomoc agenta, hovoríme o zápornej spätnej väzbe. Systém *eTeacher* zohľadňuje tieto informácie o spätnej väzbe od jednotlivých študentoch, ktoré spracuje a rozhodne o ďalšej akcii.

Navrhovaný agent bol súčasťou experimentu s vyučovaním odboru systémového inžinierstva, kde študenti absolvovali kurz umelej inteligencie. V tejto problematike dokázal agent poskytnúť jednotlivým používateľom odporúčania súvisiace s typom materiálu na čítanie, vykonávaním cvičení a pod. Analýza spätnej väzby používateľov systému priniesla chvályhodné výsledky.

* + 1. Profil študenta

Keďže profil študenta [21] zahŕňa model učebného štýlu, ktorý ho charakterizuje, boli zavedené štyri skupiny dimenzií, podľa ktorých systém zaraďuje jednotlivých študentov v procese učenia a spracovania informácie, a to:

* Vnímanie
* Vstup
* Spracovávanie
* Uvažovanie

Dimenziou vnímania sú označované typy informácií, ktoré študent v procese učenia uprednostňuje. Vzhľadom na preferovaný učebný štýl môže voliť zmyslové (externé – zrak, sluch) alebo intuitívne (interné – predpovede, tušenie).

Vstupná dimenzia definuje senzorický kanál, na základe ktorého spracováva používateľ externé informácie najefektívnejšie. Patria sem vizuálne obrázky, grafy, ukážky alebo audiozáznamy, zvuky a pod.

Dimenzia spracovania informácií udáva spôsob, ktorým študent uprednostňuje spracovanie informácií. Jedným typom študenta môže byť aktívny, ktorý sa aktívne zapája do kolektívnej diskusie alebo fyzickej aktivity. Naopak druhým typom je riešenie danej problematiky introspekciou – zamýšľaním sa samostatne.

Štvrtou dimenziou je uvažovanie používateľa. Spôsob uvažovania môže byť globálny (všeobecný pohľad na problematiku) alebo sekvenčný (v sústavných krokoch).

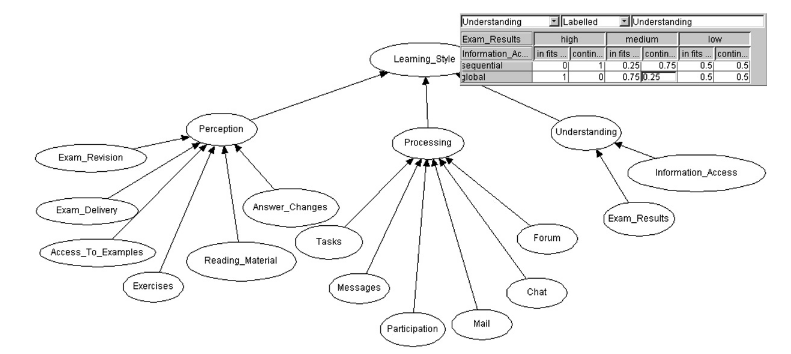
* + 1. Model správania študentov

Modelovanie správania sa študentov prebieha prostredníctvom Bayesových sietí, ktoré poskytujú *eTeacher*-u modelovanie kvantitatívnych aj kvalitatívnych informácií o štýloch učenia každého študenta. Pomocou tejto siete je možné vyjadriť neisté vzťahy medzi záujmovými premennými v doméne. Ide o acyklický graf, ktorý je charakterizovaný rozdelením pravdepodobnosti znázorňujúci uzly (premenné) a pravdepodobnostnú závislosť (koreláciu) medzi uzlami.

Každému uzlu Bayesovej siete zodpovedá pravdepodobnosť možných stavov prislúchajúcich na kombinácie stavov ich rodičov. Výsledky týchto pravdepodobností sú uložené v tzv. tabuľke podmienených pravdepodobností.

Spomínané premenné reprezentujú v našom agentovi dimenzie štýlov učenia a vychádzajú zo vzájomnej interakcie medzi systémom vzdelávania a samotným používateľom. Táto informácia sa získava prostredníctvom analýzy údajov zaznamenaných od študenta. Napríklad na to, aby sa zistilo, či študent uprednostňuje prácu v skupinách alebo samostatne prebieha analýza na základe toho, či študent začína diskusiu, odpovedá na správu alebo len sleduje správy od ostatných používateľov. V tejto fáze je potrebné sledovať aj frekvenciu účasti. Systém navyše zaznamenáva aj účasť každého študenta na skupinovej aktivite. V dimenzii pochopenia je systém schopný odhadnúť ako priebežne študent prechádza lekciami a koľko času im venuje. Vo fáze skúšania dokáže na základe výsledkov zhodnotiť jeho štýl porozumenia.

Závislosť medzi štýlmi učenia a správaním je zakódovaná v Bayesovom modeli pomocou prepojení, ktoré prechádzajú od uzlov reprezentujúcich správanie študentov k uzlom reprezentujúcim dimenzie učebného štýlu.



Obr. 7 Bayesová sieť použitá na detekciu učebného štýlu [21]

* + 1. Experimenty a výsledky

Vyhodnotenie výkonu agenta *eTeacher* spočívalo v asistencii 42 študentov systémového inžinierstva, pričom sa hodnotilo jeho správanie. Agent využíval Bayesovské siete na vytvorenie profilu každého študenta. Úlohou študentov bolo absolvovať kurz umelej inteligencie prostredníctvom systému e-vzdelávania. Podmienkou kurzu bolo absolvovanie individuálnej skúšky, počas ktorej sa vykonávala aj skupinová aktivita. *Eteacher* poskytoval personalizovanú pomoc počas celého trvania kurzu a zisťoval výsledky vzhľadom na dimenzie učebného štýlu.

V procese kurzu sa brali do úvahy všetky spomenuté dimenzie výnimkou vstupu. Dimenzia vstupu nebola začlenená do študentského profilu z dôvodu, že *eTeacher* nedokázal ešte rozlíšiť študenta, ktorému vyhovuje skôr verbálny alebo vizuálny spôsob.

Študentom bolo predložených niekoľko otázok na danú tému, pričom majú možnosť získať prístup aj k iným voliteľným príkladom. Systém tieto cvičenia automaticky sledoval. V rámci kurzu neboli povinné žiadne jednotky a na čítanie danej témy neboli potrebné žiadne predchádzajúce jednotky. Na konci kurzu musia študenti predložiť záverečnú skúšku. Všetok materiál sa poskytuje študentom prostredníctvom e-learningového systému. Agent *eTeacher* používa informácie obsiahnuté v profile študenta a na základe aktuálneho stavu v kurze navrhuje postupy.

|  |  |
| --- | --- |
| Dimenzia | Pozorované správanie |
| Vnímanie | Čas venovaný prevereniu skúšky |
| Čas, ktorý má študent na dokončenie a odovzdanie skúšky |
| Počet zmien v odpovediach |
| Preferovaný typ čítaného materiálu (abstraktný, konkrétny) |
| Počet vykonaných cvičení a prečítaných príkladov |
| Spracovanie | Účasť na fórach |
| Používanie chatových a poštových aplikácií |
| Účasť na spoločenských úlohách |
| Porozumenie | Vzor prístupu k informáciám |
| Výsledky skúšky |

Tab. 3 Pozorovanie správania študenta agentom eTeacher [21]

Systém je schopný ponúkať užívateľovi aj odporúčania. Ak si predstavíme senzitívneho študenta, ktorý študuje konkrétnu tému a systém zistí, že číta teoretické materiály, navrhne mu materiály, ktoré súvisia so zameraním sa na fakty, údaje a experimenty. Študent teda dokáže lepšie zachytiť takúto konkrétnu informáciu na rozdiel od abstraktnej, a napredovať lepšie v procese učenia.

V prípade ak agent zistí, že skupina intuitívnych študentov nedosahuje dobré výsledky, ponúkne im teoretické materiály, ktoré si vie lepšie predstaviť, čo vedie k zlepšeniu jeho výkonu.

Ak agent *eTeacher* zistí, že sekvenčná skupina študentov študuje danú tému bez toho, aby študovali inú tému, ktorá je pred aktuálnou témou v učebných osnovách. Agent potom odporúča študentom prečítať si tému, ktorú ešte nečítali, pretože je pravdepodobné, že budú potrebovať jej obsah pre aktuálnu jednotku. Ak však *eTeacher* zistí, že globálny študent začal študovať tému bez toho, aby si prečítal zhrnutie témy alebo úvod, agent mu odporúča, aby si tieto texty prečítal pred pokračovaním v danej téme. Globálni študenti majú tendenciu pochopiť najskôr všeobecnú myšlienku predmetu a potom zachytia podrobnosti o ostatných častiach predmetu.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Dimenzia | Zaradenie študenta | Odporúčanie |
| Vnímanie | Aktívny | Odporúčam, zúčastniť sa na diskusnom fóre ohľadom témy X |
| Odporúčam ti zúčastniť sa na chate ohľadom témy X |
| Reflexívny | Odporúčam zamyslieť sa nad témou X |
| Odporúčam zamyslieť sa nad témou X, predtým ako sa pripojíš k členom skupinového zadania |
| Spracovanie | Senzitívny | Odporúčam ti robiť viac cvičení z problematiky X |
| Odporúčam ti viac študovať tému X |
| Intuitívny | Odporúčam ti prečítať si teoretické vysvetlenia k téme X |
| Porozumenie | Sekvenčný | Odporúčam študovať tému X pred témou Y |
| Globálny | Odporúčam prečítanie úvodu a zhrnutia tejto témy X |

Tab. 4 Príklady odporúčaní systému [21]

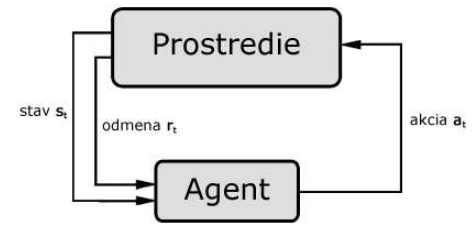
Experimentami sa zistilo, že 84% študentov patrilo do skupiny senzitívnych, 16% intuitívnych, 81% reflexívnych, 19% aktívnych. 70% študentov patrilo medzi globálnych a 30% patrilo do skupiny sekvenčných. Pri analýze profilov študentov sa dospelo k záveru, že agent poskytol 854 asistenčných akcií užívateľom. Následne bola analyzovaná spätná väzba študentov, kde 83% poskytlo pozitívnu spätnú väzbu a 17% negatívnu.

1. Reinforcement learning

Cieľom tejto kapitoly je poskytnúť prehľad o princípoch podoblasti strojového učenia – reinforcement learning. Ide o prístup, ktorý symbolizuje najprirodzenejší spôsob učenia, akým je učenie sa zo skúseností. Hlavným zdrojom informácií je interakcia s prostredím. Či sa učíme napríklad chodiť alebo šoférovať auto, nachádzame sa v istom prostredí, ktoré sledujeme. Ak vykonáme v prostredí nejakú akciu, dostaneme spätnú reakciu. Algoritmus reinforcement learning simuluje práve tento spôsob učenia.

Reinforcement learning [22] predstavuje učenie sa na základe odmeny a trestu. Odmena je reprezentovaná v podobe numerickej hodnoty, a hovorí o tom, nakoľko vhodná bola vykonaná akcia v určitom stave. Od ostatných paradigmov učenia, ako je učenie sa s učiteľom, sa rozlišuje v tom, že nemá trénovaciu množinu dát (k vstupu nemá výstup). Hovoríme o ohodnocovacej spätnej väzbe.

* 1. Model reinforcement learning



Obr. 8 Základný model reinforcement learningu [22]

Model reinforcement learningu predstavuje agenta v prostredí, ktorý v čase *t* vníma okolitý stav prostredia , na základe ktorého sa rozhodne vykonať akciu . Vykonaním akcie zmení stav prostredia a nadobudne určitý druh odmeny .

Hlavným cieľom tohto algoritmu je naučiť agenta optimálnu stratégiu (policy) π: S -> A. Optimálnou stratégiou sa rozumie prechod cez jednotlivé stavy prostredia tak, aby celková suma odmien agenta dosahovala čo najvyššiu hodnotu. To znamená, že v každom stave prostredia bude vybratá najvhodnejšia akcia, ktorá bude viesť k posilneniu celkovej odmeny. Táto stratégia môže byť deterministická: A = π(S) alebo stochastická: A ~ π(A/). Učenie prebieha princípom pokus a omyl.

* 1. Markov rozhodovací model

Tento proces je dôležitou vlastnosťou reinforcement learningu. V každom časovom okamihu sa agent pohybuje v určitom stave *S* a môže si zvoliť ľubovoľnú akciu *A*, ktorá je v danom stave dostupná.

V prípade Markovho rozhodovacieho procesu platí, že pravdepodobnosť prechodu medzi jednotlivými stavmi prostredia závisí len od súčasného stavu, kde sa aktuálne agent nachádza, a od zvolenej akcie.

Je definovaný ako usporiadaná štvorica (*S*,*A*,*R*,*T*), kde:

* *S* je množina všetkých stavov
* *A*je množina akcií
* *R* je odmeňovacia funkcia
* *T* je prechodová funkcia

Markov rozhodovací proces predstavuje teda sériu stavov, v ktorých sa agent musí rozhodnúť, akú akciu vykonať, pričom berie do úvahy stav, v ktorom sa nachádza. Ak je množina stavov konečná, hovoríme o konečnom rozhodovacom procese. Väčšina aplikačných oblastí reinforcement learningu pracuje s konečným počtom stavov a akcií, čo vedie k nájdeniu optimálnej stratégie.

* 1. Hodnotová funkcia

Algoritmy reinforcement learningu sú postavené na hľadaní hodnotovej funkcie (value function), ktorá hovorí o vhodnosti výskytu agenta v určitom stave. Vhodnosť sa meria prostredníctvom veľkosti odmeny, ktorú agent obdrží ak začína v istom stave.

Veľkosť odmeny závisí od vykonaných akcií agenta v prostredí. Z toho dôvodu sa hodnotová funkcia definuje vzhľadom na nejakú stratégiu π. Vyjadruje hodnotu očakávanej odmeny, ktorú dostaneme sledovaním stratégie π, ak začneme v stave *S*vykonaním akcie *A*.

Celková odmena je tak daná funkciou postupnosti jednotlivých okamžitých odmien cez stavy, ktorými náš agent prešiel. Môžeme ju zapísať ako sumu odmien a to:

(1)

kde *t* je posledný časový krok.

Literatúry

1. Lena H. McCain. An Explanation of Learning Theories and Their Application in the Classroom: A Critical Perspective. [Online] A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Bachelor of Arts in Social Sciences with a Specialization in Psychology at Shimer College. April 2013.
2. Ane Qvortrup, Merete Wiberg, Gerd Christensen & Mikala Hansbøl. On the Definition of Learning. [Online] University Press of Southern Denmark 2016.
3. Knud Illeris. How We Learn - Learning and non-learning in school and beyond. This English edition published 2007 by Routledge 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon, OX14 4RN.
4. Dr.William Dharmaraj. CENTRE FOR DISTANCE EDUCATION - LEARNING AND TEACHING. BHARATHIDASAN UNIVERSITY TIRUCHIRAPPALLI – 620 024 - B.Ed. I YEAR.
5. Aouta Ghania. An Analysis of Some Internal and External Factors Influencing Learners’ Success in EFL The case of third year LMD students at Biskra University. Academic year: 2012/ 2013.
6. Peter Farbiak. Grafický výukový systém. Vysoké učení technické v Brne – Fakulta informačných technológií – ústav počítačové grafiky a multimédií. Bakalárska práca 2009 – Brno.
7. Glenda Anthony and Margaret Walshaw. Effective pedagogy in mathematics – International academy of education.
8. Valerie J. Shute and Diego Zapata-Rivera. EDUCATIONAL MEASUREMENT AND INTELLIGENT SYSTEMS. Florida State University, Tallahassee, FL 32306-4453. July 2007.
9. Thierry Karsenti. Artificial intelligence in education: The urgent need to prepare teachers for tomorrow’s schools. Université de Montréal (Canada) – 2019.
10. Peter Sinčák. Neurónové siete Inžiniersky prístup (1. diel). Katedra kybernetiky a umelej inteligencie Elektrotechnická fakulta Technická Univerzita Košice. 22. júla 1996.
11. Shai Shalev-Shwartz and Shai Ben-David. Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms. Cambridge University Press. Published 2014.
12. Ing. Kristína Machová, CSc. Strojové učenie Princípy a algoritmy. Katedra kybernetiky a umelej inteligencie Fakulta elektrotechniky a informatiky Technická univerzita v Košiciach. 2002.
13. Kristína Machová. Strojové učenie v systémoch spracovania informácií. Katedra kybernetiky a umelej inteligencie Fakulta elektrotechniky a informatiky Technická univerzita v Košiciach. Košice, 2010
14. Ladislav Kočiš. Expertné systémy. Slovenská technická univerzita, Fakulta informatiky a informačných technológií. Bratislava.
15. Jane Greenberg Cohen. An overview of expert systems. Division of Computing and Information Science September, 1983.
16. Buchanan, B.G., Smith, R.G. : Fundamentals of Expert Systems.  [online]. Annual Review of Computer Science Vol. 3: 23-58. 1988. [cit. 2009-10-06]. Dostupné na internete: <<http://media.wiley.com/product_data/excerpt/18/04712933/0471293318.pdf>>
17. Peter Lach. INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS: MEASURING STUDENT EFFORT DURING ASSESSMENT. A Thesis Submitted to the Faculty of Graduate Studies and Research In Partial Fulfilment of the Requirements For the Degree of Masters of Science in Computer Science University of Regina. August, 2013.
18. VanLehn, K., The Intercation Plateau: Answer-Based Tutoring Step-Based Tutoring Natural Tutoring. LNCS, vol. 5091, Springer, (2008).
19. Andrina Granič. Technology in Use: The Importance of Good Interface Design. University of Split, Faculty of Science, Department of Computer Science Ruđera Boškovića 33, 21000 Split, Croatia.
20. Radovan Nieslanik. Adaptívne užívateľské rozhranie v smartphóne. BAKALÁRSKA PRÁCA - Brno, jar 2014.
21. Silvia Schiaffino, Patricio Garcia, Analia Amandi. eTeacher: Providing personalized assistance to e-learning students. 22 May 2008.
22. Bc. Peter Jurčo. REINFORCEMENT LEARNING V ROBOTIKE. Diplomová práca. Bratislava 2011.

Prílohy

Príloha A: CD médium – diplomová práca v elektronickej podobe, prílohy v elektronickej podobe. CD je spravidla grafické s logom univerzity a fakulty. Pozri . Tieto CD robia v Univerzitnej knižnici TUKE.

Príloha B: Používateľská príručka

Príloha C: Systémová príručka

Táto časť diplomovej práce je povinná a obsahuje zoznam všetkých príloh vrátané elektronických nosičov. Názvy príloh v zozname musia byt’ zhodné s názvami uvedenými na príslušných prílohách. Tlačené prílohy majú na prvej strane identifikačné údaje – informácie zhodné s titulnou stranou diplomovej práce doplnené o názov príslušnej prílohy (Systémová príručka, Používateľská príručka). Identifikačné údaje sú aj na priložených diskoch alebo disketách. Ak je médií viac, sú označené aj číselne v tvare I/N, kde I je poradové číslo a N je celkový počet daných médií.

Každá príloha začína na novej strane a je označená samostatným písmenom (Príloha A, Príloha B, ...). Číslovanie strán príloh nadväzuje na číslovanie strán v hlavnom texte.



Obr. 9 Obrázok grafického CD média