
Vývoj a modely edukatívnych robotov

Mária Szivósová¹

Abstrakt

Technológie sa v súčasnosti stávajú čoraz sofistikovanejšie, čo má za následok nové možnosti učenia sa. Najlepší možný spôsob učenia je učenie sa hrou. V príspevku sa zameriavame na vybrané modely edukatívnych robotov a ich možností vo výučbe. Edukatívne roboty neslúžia len pre nadšencov, ktorí sa chcú dozvedieť viac o programovaní, robotike a umelej inteligencii, ale ponúka skvelý priestor aj pre študentov.

Kľúčové slová

edukatívne roboty, vývoj edukatívnych robotov, modely edukatívnych robotov, COVID-19, pandémia

Abstract

Technologies are becoming increasingly sophisticated today, resulting in new learning opportunities. The best possible way of learning is learning through play. In the article we focus on selected models of educational robots and their possibilities in teaching. Educational robots not only serve enthusiasts who want to learn more about programming, robotics and artificial intelligence, but also offer a great space for students.

Key words

educational robots, development of educational robots, educational robots models, Covid-19, pandemic

JEL classification

I 20

1 Úvod

V minulosti bolo slovo robot spojené najmä so žánrom science-fiction, keďže bolo pre bežného človeka nepredstaviteľné, predstaviť si niečo také, ako súčasť svojho života. No v dnešnej dobe pandémie ochorenia COVID-19 spôsobovaného vírusom SARS-CoV-2, ktorá určuje spôsob života na celom svete, môžeme vidieť, že roboty sa čím ďalej tým viac stávajú zaužívanými, či už v podnikoch, pri procese výroby, v domácnosti, pri bežnom upratovaní (vysávače Roomba), v doprave, kde sú využívané samo jazdiace autá, alebo pri vzdelávaní, pri ktorom napomáhajú edukatívne roboty.

Edukatívne roboty poskytujú deťom v materských a základných školách, no i študentom stredných a vysokých škôl prijateľné podmienky na vzdelávanie sa v oblasti robotiky a programovania. Manipulácia s edukatívnymi robotmi je jednoduchá a hravá, takže to je pre deti oveľa pochopiteľnejšie ako učenie sa formou len teórie. Škála využívania edukatívnych robotov je rozsiahla a sú využívané v školách i mimo nich. V posledných dvoch desaťročiach sa začali roboty čím ďalej, tým viac používať vo vzdelávacom systéme. Aj keď vedci zdôraznili učebný potenciál robotiky, pomalé tempo ich zavádzania je čiastočne odôvodnené nákladmi na súpravy a rôznymi prioritami škôl v prístupe k technológiám. Nedávno sa znížili náklady na súpravy, zatiaľ čo sa zvýšilo ich vybavenie a dostupnosť podporného hardvéru a softvéru. Môžeme konštatovať, že roboty sú viac dostupné ako v minulosti.

¹ Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra aplikovanej informatiky, Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava, maria.szivosova@euba.sk.

2 Vývoj edukatívnych robotov

Predchodcovia robotov, ktorými sú samoobslužné stroje alebo automaty, sa objavujú už pred 3 500 rokmi. Patria k nim napríklad vodné hodiny. Za vznik moderných samoobslužných strojov môže francúzsky vynálezca Jacques de Vaucanson, ktorý v polovici 18. storočia vytvoril „canard mécanique“ (mechanickú kačicu). Vaucansonova kačica a ďalšie mechanické humanoidné vynálezy podnietili vývoj generácie podobných automatov. Zatiaľ čo týmto prvotným mechanickým vynálezom zjavne chýbali kľúčové zložky paradigmy a to cítenie-myslenie-konanie, predsa predstavovali túžbu a vývoj strojových umelých organizmov. William Gray Walter pravdepodobne vyvinul prvého robota schopného paradigmy vycíť-mysli-konaj v roku 1948. Walter vyvinul malých robotov, ktorých nazýval korytnačky, ktoré disponovali schopnosťou reagovať na svetlo. Medzi komponenty týchto korytnačiek patria elektromotory, snímač nárazov a hlavne dve vákuové trubice používané ako spínacie prvky, ktoré robotovi dávali schopnosť reagovať na údaje snímača svetiel (Barker, 2012).

V 60. až 80. rokoch výskumníci sa zamerali nielen na roboty, ktoré pomáhali pri práci v továrňach, ale aj mimo nich. Robili ich mobilnými. V súvislosti s tým sa do popredia dostáva umelá inteligencia (AI). Roboty ako Shakey z laboratória Stanford Research Institute Artificial Intelligence Lab (SAIL) a Stanford CART sa pri dosiahnutí mobility vo veľkej miere spoliehali na počítačové programovanie. V polovici 80. rokov začali vedci vrátane Rodneyho Brooksa, zakladateľa iRobot, skúmať robotiku založenú na správaní (BBR), ktorá sa menej spoliehala na predprogramovaný výpočtový počítačový model a viac na snímače, ktoré by mohli priamo prenášať informácie motorom alebo akčným členom. Model BBR nám poskytuje modernú definíciu robota pomocou paradigmy cítenia-myslenia-konania.

Koncom 60. rokov začal Seymour Papert z laboratória umelej inteligencie MIT skúmať možnosť použitia robotickej korytnačky pripojenej k počítaču na výučbu programovania u detí. Jeho práca na MIT viedla k vývoju malých programovateľných „tehličiek“, ktoré obsahovali procesor, vstupy pre snímače a výstupy pre chod motorov. Okrem toho Papert a laboratórium MIT vytvorili programovateľné stavebné bloky Logo. V roku 1998 spoločnosť LEGO vydala svoju robotickú súpravu RCX Mindstorm a programovací kód RCX na použitie vo vzdelávaní. Aj keď bola stavebnica LEGO komerčne úspešná, nebol to prvý vzdelávací robot. (Barker, 2012)

Robot Hero-1, vyvinutý spoločnosťou Heathkit Educational Systems, bol prvým vzdelávacím robotom a bol predávaný ako súprava na začiatku 80. rokov. Dnes je k dispozícii mnoho ďalších robotických súprav a typy a rozmanitosť týchto súprav sa rýchlo rozširuje.

3 Edukatívna robotika

Edukatívna robotika má svoje korene v teórii konštrukcionizmu. Teória konštrukcionizmu sa stala realitou prostredníctvom Logo, počítačového programovacieho jazyka pre deti, ktorý sa stal základom pre vývoj programovateľnej tehly pre LEGO Mindstorms. Teóriu konštrukcionizmu vyvinul Seymour Papert, študent Jeana Piageta. Papert pri vývoji svojej konštrukčnej teórie vychádzal z Piagetovej konštruktivistickéj teórie. Teória konštruktivizmu zdôrazňuje, že: „Znalosti nie sú komoditou, ktorá sa má prenášať. Nejde ani o informácie, ktoré sa majú doručiť z jedného konca, kódovať, uložiť a znova použiť na druhom konci. Namiesto toho sú vedomosti skúsenosťami v tom zmysle, že sa aktívne budujú a rekonštruujú prostredníctvom priamej interakcie s prostredím“ (Khine, 2017).

Deti si prostredníctvom aktívnej interakcie so svetom neustále budujú nové vedomosti, zatiaľ čo sa snažia ich pochopiť. Jednoduché alebo priame inštrukcie obsahujúce fakty a vedomosti si deti nezapamätajú, keďže si tieto vedomosti nevytvárajú samé. Odporúča sa, aby bolo budovanie vedomostí u detí podporované manipuláciou s objektmi ktoré im pomôžu myslieť. Piaget vysvetľuje, že učenie zahŕňa vytváranie nových znalostí z predchádzajúcich znalostí manipuláciou s objektmi a pozorovaním ich správania (Khine, 2017).

Edukatívna robotika, alebo robotika vo vzdelaní je fráza široko spojená s využívaním robotiky ako vzdelávacieho nástroja pri vyučovaní. Tento prístup sa úzko spája s konceptom tzv. gamifikácie vo vzdelávaní. Je to snaha o vnesenie hravých prvkov do výučby, ktoré pôsobia motivujúco a robia výučbový proces zábavnejším (Jurík, 2016). Populárny záujem o robotiku sa za ostatných niekoľko rokov ohromujúco zvýšil nielen v bežnej domácnosti, ale ešte viac vo vzdelávacej komunite. Robotická technológia, ktorá bola kedysi prístupná iba odborníkom a vedcom, je čoraz prístupnejšia pre učiteľov a študentov všetkých vekových skupín. Veľká ponuka materiálov, týkajúcich sa robotiky viedla k ich rýchlemu rozšíreniu v ročníkoch prvého stupňa základných škôl, hlavne pri mimoškolských aktivitách v robotike. Na vzdelávacích činnostiach v oblasti robotiky sa teraz zúčastňujú ešte oveľa mladší študenti ako v minulých rokoch. Študenti predškolského veku a deti v materských škôlkach teraz používajú robotické nástroje, ako sú KIBO od spoločnosti KinderLab Robotics, Dash and Dot od spoločnosti Wonder Workshop a BeeBot od spoločnosti Terrapin Software (Khine, 2017).

Cena robotických súprav bola v minulosti jedným z faktorov, ktoré bránili implementácii robotiky do učební. Cena robotických komponentov sa však v posledných rokoch stáva dostupnejšou. Arduino a Raspberry Pi sú ľahko použiteľné riadiace dosky / mikropočítače pre študentov druhého stupňa základných škôl a stredných škôl. Arduino UNO Rev 3, jedna zo sérií Arduino, stojí 25 dolárov. Nadácia Raspberry Pi predstavila na konci roka 2015 Raspberry Pi ZERO iba za 5 dolárov. Jeho najnovšia verzia, Raspberry Pi 3, je dostupná za 35 dolárov.

4 Modely edukatívnych robotov

K dostupným modelom edukatívnych robotov patrí:

Thymio II

Thymio II je malý 10 centimetrový mobilný robot určený pre deti. École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) vyvinula svoju koncepciu v spolupráci s dizajnérmi z École Cantonal d'Arts de Lausanne (écal). Projekt využil výhody jednoduchej štruktúry Aseba, ktorú na EPFL vyvinul Dr. Stéphane Magnenat, spolu s Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH). Obe, Aseba aj Thymio II sú naďalej zdokonaľované, vďaka spoločnému úsiliu spoločností ETH, EPFL a Mobsya (združenie zodpovedné za výrobu a distribúciu produktu Thymio II). Robot má predprogramované správanie pre začiatočníkov a pokročilejší používatelia ho môžu programovať prostredníctvom jazyka Visual Programming Language (VPL) alebo bežnejšieho skriptovacieho jazyka.

Predprogramované správanie zahŕňa napríklad vyhýbanie sa prekážkam, nasledovanie čiar, reakcia na voľný pád alebo otrasy, atď. Okrem množiny predprogramovaných správání prevádzkuje Thymio aj Aseba Virtual Machine, ktorý dokáže prijímať kód používateľa. Aseba ponúka tri programovacie rozhrania: textové na priame zadávanie skriptov Aseba, rozhranie Blockly, kde je kód reprezentovaný grafickými blokmi, a VPL, vizuálny programovací jazyk, ktorý je prístupnejší pre začiatočníkov, a to aj pre tých, ktorí zatiaľ nedokážu čítať. VPL umožňuje používateľom programovať priradovaním kariet, ktoré predstavujú udalosti, ku kartám, predstavujúcim akcie, ktoré sa vykonajú. Aj keď tento grafický jazyk poskytuje viac možností ako predprogramované správanie, v porovnaní so skriptovacím jazykom Aseba má stále obmedzenia. Vďaka jazyku Aseba môžu používatelia vykonávať aj pokročilejšie programovanie. Tento softvér je open-source a je k dispozícii pre rôzne platformy: Linux, Windows a Mac OS. Jedinečnou vlastnosťou týchto prostredí je vzájomné prepojenie. Vďaka tomu môže používateľ programovať s VPL a potom sledovať zodpovedajúci textový skript. (Riedo, 2013)

Na svojom povrchu a na kolesách má upevnenia, ktoré sú kompatibilné s LEGO, aby sa mohlo umožniť budovanie a rozvíjanie tvorivosti. Thymio má veľmi neutrálny vzhľad; celé biele a s veľmi čistým, ale funkčným tvarom, vďaka čomu je Thymio vysoko neutrálny z hľadiska pohlavia a veku.

Aby bolo programovanie zaujímavé, Thymio II má zabudovanú širokú škálu senzorov a akčných členov:

- infračervené snímače priblíženia, vpredu, vzadu a pod robotom,
- 3-osový akcelerometer,
- 5 kapacitných dotykových tlačidiel,
- infračervený prijímač na diaľkové ovládanie,
- mikrofón,
- slot na kartu micro-SD,
- teplotný senzor,
- dva motory na jednosmerný prúd,
- reproduktor,
- 39 LED diód umiestnených po celom robotovi.

Táto sada komponentov, aj keď je obmedzená, aby sa dodržala nízka cena, umožňuje mnoho zaujímavých experimentov. Tento robot sa v súčasnosti predáva za menej ako 100 CHF (približne 90 €). Hardvér Thymio II je otváraťelný, na povzbudenie používateľov, aby sa učili a skúmali, ako veci fungujú. Začalo ho používať niekoľko škôl v regióne EPFL a mnoho ľudí si ho získalo aj pre svoju osobnú potrebu. Do roku 2013 bolo vyrobených a predaných viac ako 2 000 kusov (Riedo, 2013).

Obr. 1: Thymio II



zdroj: <https://www.robot-advance.com/EN/art-thymio-1194.htm>

Lego Mindstorms EV3

Lego Mindstorms je robotická súprava vytvorená spoločnosťou Lego pre deti vo veku nad 10 rokov. Je zameraná na to, aby si študenti osvojili programovanie, základný dizajn a robotické princípy. Roboty pripevnené k tehľám v sade sú programované pomocou Robotic Invention System-RIS, čo je vizuálny softvérový jazyk, alebo pomocou softvéru RoboLab, ktorý sa potom ovláda načítaním do LEGO RCX programovateľnej tehly pomocou kábla USB alebo infračerveného žiarenia. Tehla EV3 nahradila RCX od roku 2013. Táto tehla má štyri porty pre motor, jeden slot pre mikro SD kartu, USB slot a operačný systém Linux. Ďalej je v systéme viac tlačidiel, ktoré majú obrazovku LCD vo väčšej veľkosti a vyššom rozlíšení. V programovacích rozhraniach EV3 je viac programovacích nástrojov.

LEGO Mindstorms bola integrovaná do učebných osnov na mnohých vysokých školách po celom svete vrátane MIT, Brown University, University of Maryland, Tufts University, University of Aarhus v Dánsku, University of Utrecht v Holandsko, Trinity College v Dubline v Írsku a University of Manchester vo Veľkej Británii. Pre ročníky prvého stupňa je väčšina robotických aktivít mimo učebných plánov (t. j. súčasťou mimo školských aktivít a letných kempov) (Korkmaz, 2016).

Robotické systémy Lego pozostávajú z kociek Lego, programovacieho jazyka, mikroprocesora, koliesok a trecích prevodov. Logo navyše vyvinulo programovací jazyk, ktorý dokáže pracovať v spolupráci s Lego kockami. Vizualný programovací jazyk založený na

systeme Lego sa za tie roky pretransformoval na RoboLab. Programovanie sa považovalo za nudnú a opakujúcu sa činnosť pre veľa ľudí z dôvodu nedostatku motivácie, nevhodných vyučovacích metód a nízkej interakcie, no vďaka používaniu vývojových diagramov namiesto písaného textu sa z neho stal ucelený a zábavný predmet. Preto sa senzory, motory, lego kocky a programovateľné kocky stali základom Lego Mindstorms (Chevalier et al., 2016).

Softvér Mindstorms EV3 bol vyvinutý spoločnosťou National Instruments, tvorcami vývojového prostredia LabVIEW. Jazyk EV3 je založený na svojom vlastnom programovacom jazyku vizuálneho toku údajov s názvom G. Spoločnosť National Instruments vyvinula aj programovací jazyk NXT-G pre predchádzajúcu generáciu LEGO Mindstorms NXT.

Obr. 2: LEGO Mindstorms EV3



Zdroj: lego.com , from <https://www.lego.com/en-us/product/lego-mindstorms-ev3-31313>

Dash & Dot

Oproti predchádzajúcim modelom, Dash & Dot sú dva roboty a ich dizajn je viac zameraný na to, aby bol veľmi pekne vyzerajúcou hračkou pre deti vo veku od 5 do 15 rokov. Technicky majú tieto systémy obmedzenú sadu senzorov, ale vykazujú pôsobivé správanie a atraktívnym spôsobom kombinujú zvukové, pohybové a svetelné efekty. Na tablete sa môže dieťa pohrať s veľkou skupinou atraktívnych preddefinovaných spôsobov správania.

Roboty Dash and Dot, ktoré sú vyrábané spoločnosťou Wonder Workshop obsahujú mobilné aplikácie pre robota Dash a robota Dot. Existujú štyri druhy mobilných aplikácií dostupné pre týchto robotov: Go, Path, Blockly a Xylo. Go je mobilná aplikácia pre Android a iOS, ktorá interaguje s oboma robotmi, vďaka nej je možné voľne pohybovať robotom, meniť farbu LED robotov a prehrávať zvuk. Path je mobilná aplikácia pre iOS, ktorá funguje iba s robotom Dash. Dash sa pohybuje podľa nakreslených ciest na obrazovke. Xylo je mobilná aplikácia pre iOS, ktorá pracuje s robotom Dash a doplnkom Xylophone for Dash. Táto aplikácia slúži na zostavovanie jednoduchej hudby. Blockly je mobilná aplikácia založená na iOS, ktorá umožňuje naprogramovať Dash a Dot spojením kódu, ktorý je v tvare puzzle. Blockly je pre deti nad 8 rokov, ale ostatné Xylo, Go and Path sú pre deti nad 5 rokov (Benedettelli, 2014).

Dash má zabudovanú širokú škálu senzorov a akčných členov:

- užívateľom programovateľné LED a tlačidlá,
- IR prijímače + vysielače,
- potenciometre + duálne motory,
- 3 snímače priblíženia,
- real-time bluetooth,
- 3x mikrofóny + reproduktory,
- 3 procesory + spojenie senzorov,
- 2 poháňané kolesá.

Obr. 3: Dash



zdroj: <https://www.makewonder.com/robots/dash-creativity-kit/>

Obr. 4:Dot



zdroj: <https://www.makewonder.com/robots/dot-creativity-kit/>

6 Záver

Záverom môžeme konštatovať, že v dnešnej dobe pandémie ochorenia COVID-19 spôsobovaného vírusom SARS-CoV-2, ktorá určuje a ovplyvňuje spôsob života na celom svete, roboty sa čím ďalej, tým viac stávajú bežnou súčasťou našich životov. V podnikoch, pri procese výroby, v domácnostiach, pri bežnom upratovaní, v doprave, kde sú využívané samo jazdiace autá, alebo pri vzdelávaní, pri ktorom napomáhajú edukatívne roboty.

V príspevku sme sa venovali histórii, vývoju a vybraným modelom edukatívnych robotov, ktoré nás veľmi zaujali, nakoľko tieto roboty nepredstavujú len hračky pre deti, ale je to seriózný programovateľný systém, ktorý umožňuje vzdelávanie v oblasti programovania a oslovuje tým obrovskú masu ľudí a tiež možno prebudí záujem študentov o odvetvie robotiky v budúcnosti.

Literatúra

- [1] Barker, B. S. (2012). *Robots in K-12 Education: A New Technology for Learning*. Hershey: IGI Global, 406.
- [2] Benedettelli, D. (2014). *The LEGO Mindstorms EV3 Laboratory*. San Francisco: No Starch Press, c., 436.
- [3] Besari, A., Sukaridhoto, S., Wibowo, I., Berlian, M. H., Akbar, M., Yohanie, F., & Bayu, K. (2016). Preliminary design of interactive visual mobile programming on educational robot ADROIT V1. 2016 International Electronics Symposium (IES). doi:10.1109/ELECSYM.2016.7861057.
- [4] Chevalier, M., Riedo, F., & Mondada, F. (2016). Pedagogical Uses of Thymio II: How Do Teachers Perceive Educational Robots in Formal Education? *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 23(2), 16-23. doi:10.1109/MRA.2016.2535080.
- [5] Jurík, P. (2016). Rozvíjajúce sa trendy a budúcnosť e-learningu. *Ekonomika a Informatika*, 14(2), 59-67.
- [6] Khine, M. S. (2017). *Robotics in STEM Education: Redesigning the Learning Experience*. Springer International Publishing AG.
- [7] Korkmaz, Ö. (2016). The Effect of Lego Mindstorms Ev3 Based Design Activities on Students' Attitudes towards Learning Computer Programming, Self-Efficacy Beliefs and Levels of Academic Achievement. *Baltic Journal Modern Computing*, 4(4), 994-1007.
- [8] Riedo, F., Chevalier, M., Magnenat, S., & Mondada, F. (2013). Thymio II, a robot that grows wiser with children. *2013 IEEE Workshop on Advanced Robotics and Its Social Impacts (ARSO)*, 187-193. doi:https://doi.org/10.3929/ethz-a-010007928.