

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta

**Podpora výuky technických předmětů
na středních školách za využití otevřené
robotické platformy**

Diplomová práce

Bc. Tomáš Průcha

Školitel: Mgr. Jiří Pech, Ph.D.

České Budějovice 2015

Bibliografické údaje

PRŮCHA, Tomáš. 2015: *Podpora výuky technických předmětů na středních školách za využití otevřené robotické platformy*. [Support for teaching technical subjects at high schools using an open robotic platform. Mgr. Thesis, in Czech] - 110 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, the Czech Republic.

Abstrakt

Tato diplomová práce pojednává o využití robotických stavebnic středními školami ve výuce technických předmětů. Teoretická část práce popisuje pojmy z oblasti robotiky a pedagogiky. Zabývá se historií, druhy robotů, popisuje jejich součásti a přináší přehled dostupných robotických stavebnic. Dále se zabývá pojetím a přístupy ve výuce, cíli a aktivizačními metodami.

V praktické části jsou shrnuty výsledky výzkumu mezi studenty, absolventy a pedagogy středních škol. Výstupem této práce jsou metodické listy pro výuku technických předmětů, jako jsou např. mikroprocesorová technika či řídicí systémy apod. za využití stavebnice postavené na Raspberry Pi. Vypracované úlohy jsou: Hardwarový Hello World! – LED, bzučák, tlačítko s LED, přerušení (Interrupt), detekce pohybu, sledování černé čáry, klávesnice 4×4, řízení otáček větráčku, řízení směru otáčení DC motoru, ovládání servo motoru, měření vzdálenosti, měření teploty, zobrazování zpráv na LCD displeji, postavení robotického vozítka a získání obrazu z webkamery.

Klíčová slova

Raspberry Pi, robotické stavebnice, metodické listy, výuka na SŠ

Title

Support for teaching technical subjects at high schools using an open robotic platform

Abstract

This diploma thesis deals with the use of robotic kits in teaching technical subject at high schools in the Czech Republic. The theoretical part describes the concepts of robotics and pedagogy. It deals with the history, types of robots, describes its components and provides an overview of the available robotic kits. It also examines the concepts and approaches in teaching, goals and activation methods.

The results of research among students, alumni and teachers of high schools are summarized in the practical part. The outcome of this thesis is methodical instructions for teaching technical subjects, such as microprocessor technology and control systems, etc. using a robotic kit based on the Raspberry Pi. Elaborated tasks are: Hardware Hello World! – LED, buzzer, switcher with LED, interrupt, motion detection, tracking a black line, keypad 4×4, fan speed control, steering the direction of rotation of DC motors, servo motor control, distance measurement, temperature measurement, display messages on the LCD screen, building a robotic rover and image acquisition from a webcam.

Key words

Raspberry Pi, robotic kits, methodical instructions, teaching at high schools

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

České Budějovice, 11. 12. 2015.

.....
Bc. Tomáš Průcha

Poděkování

Na tomto místě chci poděkovat pánům Mgr. Jiřímu Pechovi, Ph.D. a PhDr. Milanu Novákovi, PhD. za jejich podnětné rady a připomínky k mé práci. Můj vděk patří i mým rodičům, kteří mi umožnili celá má studia. Velký dík patří mé přítelkyni Ivě Průkové za podporu a pomoc při psaní závěrečné práce a po celou dobu studijních peripetií. Dále chci poděkovat i respondentům, kteří mi věnovali svůj čas vyplněním dotazníku.

Obsah

1. Úvod	1
2. Cíle práce, hypotézy	3
2.1 Cíle práce	3
2.2 Hypotézy	3
3. Robotika	4
3.1 Robotické milníky	5
3.2 Stacionární roboty	7
3.3 Mobilní roboty	7
3.3.1 Kráčeující roboty	9
3.3.2 Kolové roboty	10
3.4 Pohonný subsystem robotu	12
3.4.1 Stejnoseměrný motor	12
3.4.2 Servo	13
3.5 Senzorický subsystem mobilního robotu	14
3.5.1 Interní senzory	14
3.5.2 Externí senzory	15
3.6 Řídící subsystem	16
3.6.1 Koncepce řídicího systému	16
3.7 Navigace mobilního robotu	18
3.7.1 Globální navigační systémy	19
3.7.2 Relativní navigace	20
3.7.3 Absolutní navigace	21
3.8 Napájení	22
3.9 Řízení mobilních robotů	24
3.10 Perspektivy oboru a rozvoj studia oboru	25
4. Robotické stavebnice	27
4.1 Lego Mindstorms	27
4.2 Merkur	28
4.3 Ostatní robotické stavebnice	29
4.4 Raspberry Pi	31
5. Legislativa středního vzdělávacího systému	32
5.1 Funkce rámcových vzdělávacích programů	33

5.2 Odborné kompetence absolventa.....	34
5.2.1 Gymnázia.....	34
5.2.2 Obor Informační technologie.....	34
5.2.3 Obor Elektrotechnika.....	35
5.2.4 Obor Technické lyceum.....	35
5.3 Školní vzdělávací program	36
6. Didaktika informatiky	37
6.1 Didaktická transformace.....	38
6.2 Digitální učební materiály	38
6.3 Preference učitelů	39
7. Praktické využití aktivizačních metod ve výuce	40
7.1 Pojetí výuky.....	41
7.2 Přístup a vztah učitele k výuce	41
7.3 Zavádění aktivizačních metod na střední škole.....	41
7.4 Cíle aktivizační výuky	42
7.5 Možné problémy se zaváděním aktivizačních metod ve školní výuce na středních školách.....	44
7.5.1 Překážky na straně učitele	44
7.5.2 Překážky u studentů.....	44
7.5.3 Překážky na straně vedení školy.....	44
7.5.4 Překážky materiální a technické povahy	45
7.5.5 Překážky časové a organizační	45
7.5.6 Překážky finanční	45
7.6 Tvorba, přizpůsobování, zavádění a vlastní realizace aktivizačních metod.....	46
7.6.1 Postup při vytváření aktivizační metody	46
7.7 Členění aktivizačních metod	47
7.7.1 Problémové vyučování	48
7.7.3 Metody heuristické, řešení problémů	50
7.8 Praktické rady pro vytváření metodických listů	53
7.8.1 Doporučené náležitosti metodického listu „ušitého na míru“ konkrétní výukové hodině	53
8. Metodika.....	55
8.1 Metody a techniky sběru dat.....	55
8.2 Charakteristika výzkumného souboru	55

9. Vyhodnocení dotazníkového šetření	56
9.1 Vyhodnocení učitelské části dotazníku	56
9.2 Vyhodnocení neučitelské části dotazníku	63
10. Metodické listy	65
10.1 Společné atributy pro vypracované metodické listy	65
10.2 Vypracované metodické listy	67
10.2.1 Hardwarový Hello World! – LED	67
10.2.2 Bzučák	70
10.2.3 Tlačítko s LED	71
10.2.4 Přerušování (Interrupt)	73
10.2.5 Detekce pohybu	75
10.2.6 Sledování černé čáry	77
10.2.7 Klávesnice 4×4	79
10.2.8 Řízení otáček větráčku	81
10.2.9 Řízení směru otáčení DC motoru	84
10.2.10 Ovládání servo motoru	86
10.2.11 Měření vzdálenosti	89
10.2.12 Měření teploty	91
10.2.13 Zobrazování zpráv na LCD displeji	94
10.2.14 Postavení robotického vozítka	96
10.2.15 Získání obrazu z webkamery	103
10.3 Abecední seznam použitých komponent a jejich cena	105
10.4 Další možné komponenty a pracovní úlohy	106
11. Nasazení do škol	108
12. Závěr	109
Seznam obrázků	111
Seznam tabulek a grafů	112
Použité zdroje	113
Přílohy	117
Příloha A	117
Dotazník	117
Příloha B	122
Obsah a struktura CD	122

1. Úvod

Stěžejním tématem této diplomové práce je robotická platforma používaná v rámci výuky technických předmětů na středních školách. Na toto zaměření výuky začíná být kladen důraz z důvodu stále většího použití robotů v praktickém životě. Dnešní děti a mládež se při interakci s technikou omezuje téměř výhradně na uzavřené platformy s grafickými uživatelskými rozhraními, které používají k přehrávání filmů, občasnému psaní domácích úloh v textovém procesoru a hraní her. Dokáží procházet web, odesílat obrázky a video, a někdy dokonce navrhovat webové stránky.

Příliš mnoho počítačových zařízení, s nimiž mládež každodenně interaguje, je natolik uzavřených, že s nimi nelze pracovat jako s kreativním nástrojem – ačkoli informatika je kreativní předmět. Počítače se ale nedokáží naprogramovat samy, proto je potřeba aby mladí lidé zaujímali pracovní místa, na kterých budou techniku stále rozvíjet. O absolventy a studenty technických oborů je tedy na trhu velký zájem. Zároveň těchto studentů ubývá, protože uchazeči o studium mají stále větší zájem o studium s humanitním zaměřením. Volí tuto variantu z důvodu obavy z náročného studia. Řeknou si, proč studovat těžkou techniku, když vystudují něco lehčího a dostanu větší plat. Ovšem nejperspektivnějšími obory jsou, ať už na střední, nebo vysoké škole, právě ty technické.¹

Není o ně ale příliš velký zájem, jak bylo již zmíněno výše. Z toho důvodu ubývá kvalitních techniků a zaměstnavatelé jsou ochotni štědře odměňovat i čerstvé absolventy. Nedostatek specialistů může v budoucnu ohrozit růst českého průmyslu, a firmy se tak stávají téměř závislé na kvalitních absolventech.²

Jedním ze způsobů zvyšování zájmu o technické školy probíhá prostřednictvím firem – budoucích zaměstnavatelů. Tyto firmy pořádají různé akce, soutěže a podporují výuku, aby zaujmuly žáky, kteří se technických předmětů bojí a inspirovali je k studiu právě těchto oborů.³

¹ FAJNOR, Jakub. Proč lidé nestudují techniku? Přečetli si, že právníci berou víc, tvrdí docent Šimek. *Hospodářské Noviny* [online]. 2014-07-09 [cit. 2015-12-01]. Dostupné z: <http://byznys.ihned.cz/c1-62480200-studenti-maly-zajem-technicke-obory-docent-ekonomie-milan-simek>

² PLACHKÝ, Petr. K čemu je studium technických oborů? *Studenta.cz* [online]. 2012-06-05 [cit. 2015-12-01]. Dostupné z: <http://www.studenta.cz/k-cemu-je-studium-technicky-oboru/magazin/article/948>

³ SCHNEPP, Ota. Skupina ČEZ opět podporuje zájem o studium technických oborů, třetí ročník soutěže „Vím proč“ má navíc několik novinek. *ČEZ* [online]. 2015-10-14 [cit. 2015-12-01]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/5225.html>

Z tohoto důvodu je důležitá propagace techniky i na školách. K tomuto účelu slouží i tato diplomová práce, jejímž výstupem jsou metodické listy, které reflektují výukové požadavky a jsou praktickou pomůckou při výuce technických předmětů, jako jsou informatika, robotika, elektronika, mechatronika, programování atp.

Autor si vybral toto téma právě z důvodu jeho aktuálnosti, a protože sám absolvoval technickou střední školu, při jejímž studiu se setkal pouze s výukou automatizace s jednotkami Siemens LOGO!, tvorbou webových stránek a základy procedurálního programování v jazyce C. Zajímalo ho, jaká je nyní situace po pěti a půl letech od maturitní zkoušky na jeho střední škole, na ostatních technických školách a gymnáziích v tuzemsku a dle těchto výsledků vytvořit metodické listy, které by byly využity ke zlepšení výuky.

2. Cíle práce, hypotézy

2.1 Cíle práce

Cíle práce jsou deklarovány zadávacím protokolem. Jedná se o:

1. Popsat základní pojmy výuky na středních školách (SŠ) ve vztahu k technickým předmětům s předpokládaným využitím robotických platforem.
2. Vypracovat rešerši aktuálních informačních zdrojů zaměřených na modulární programovatelné platformy ve výuce a následně zjistit jejich reálné nasazení ve výuce SŠ.
3. Analyzovat potřeby učitelů SŠ pro zlepšení praktické výuky technických předmětů.
4. Vypracovat metodické listy reflektující požadavky učitelů. Sestavit a naprogramovat vzorové pracovní úlohy.
5. V případě zájmu SŠ nasadit platformu s metodickými listy do výuky.

2.2 Hypotézy

Hypotézy byly stanoveny následovně:

- H1: Robotické stavebnice ve výuce nepoužívá ani jedna třetina středoškolských učitelů technických předmětů.
- H2: Učitelé technických předmětů mají zájem o robotickou stavebnici a jí odpovídající metodické listy.
- H3: Finance jsou limitujícím faktorem pro pořízení a zavedení robotické stavebnice do výuky technických předmětů na SŠ pouze u veřejných škol. Nikoli u soukromých.

3. Robotika

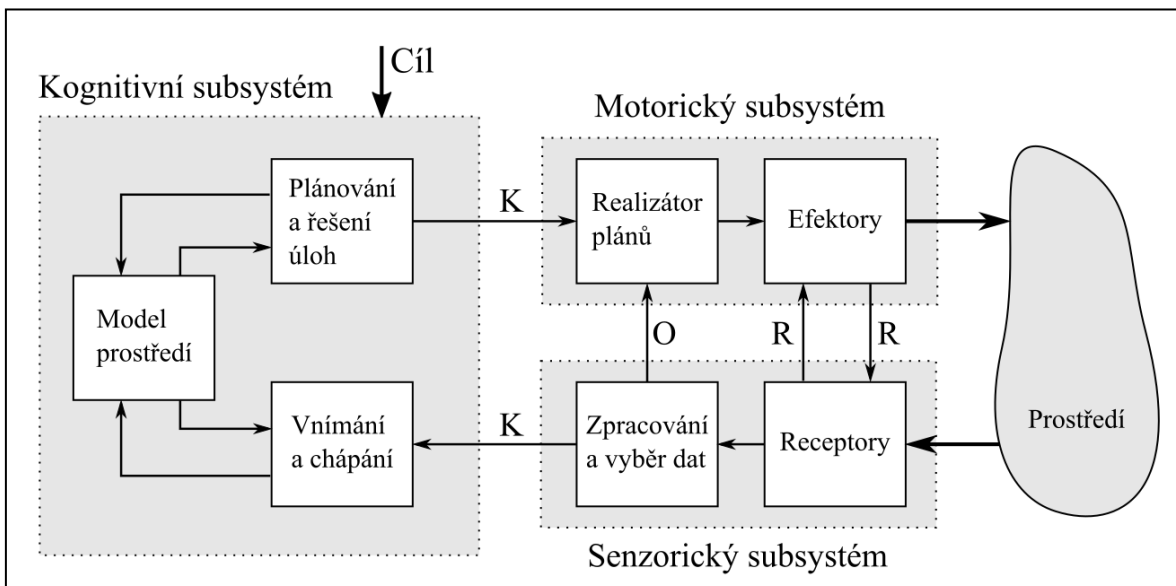
Robotika je obor, který se zabývá studiem a konstrukcí robotů a jim podobných zřízení. Dosud však neexistuje ustálená definice jak oboru tak pojmu robot. Všeobecně je robot chápán jako stroj, který vykonává podobné činnosti jako člověk, především však činnosti pohybové a manipulační. Většinou musí takový stroj získávat informace o prostředí, ve kterém se pohybuje a musí být schopen toto prostředí fyzikálně, především mechanicky, ovlivňovat. Jako příklad mohou sloužit definice

(Encyklopedie Diderot, 2002). *Robot je programovatelný systém, který je schopen orientovaně vnímat a rozpoznávat prostředí, popřípadě manipulovat s předměty a pohybovat se.*

(Merriam-Webster Collegiate Dictionary, 1999). *Robot je: 1. Stroj, který vypadá jako lidská bytost a provádí různé úkony jako člověk např. chůze a řeč. 2. Automaticky řízený mechanismus.*

(Robot Institute of America, 1979). *Robot je programovatelný, multifunkční manipulátor navržený k přemísťování materiálů, nástrojů a dalších specializovaných zařízení pomocí programovatelných pohybů.*

Blokově lze robot popsat následujícím schématem.



Obrázek 1: Blokové schéma robota

Robotika je moderní multidisciplinární obor zahrnující znalosti mechaniky, elektrotechniky, teorie řízení, měřicí techniky, umělé inteligence a celé řady dalších disciplín. Robotika je v současné době nejvíce propojena s oborem automatizace a může být chápána také jako snaha o automatizaci procesů a činností, které až dosud úspěšně vzdorovaly této snaze, jako např. manipulační činnosti.

První zařízení, dnes označovaná jako roboty, jsou zmiňována již v začátcích našeho letopočtu. Slovo robot je však známo od r. 1920 zásluhou bratří Čapků a objevuje se poprvé v jejich hře R.U.R. Celá historie robotiky a zřejmě i její dohledná budoucnost je spojena se snahou vytvořit umělou, pokud možno nebiologickou napodobeninu člověka. Při této snaze však postupně vzniká řada technicky a ekonomicky užitečných zařízení – robotů, které již dnes významně ulehčují člověku život. Mezi ekonomicky nejvýznamnější patří průmyslové roboty.

Průmyslové – stacionární roboty se objevily poprvé v USA v r. 1961 jako roboty Unimate a Versatran. Průmyslové roboty se staly běžným prostředkem automatizace manipulačních operací především v automobilovém průmyslu.

V současné době se však do popředí výzkumu v robotice dostávají roboty mobilní, z nichž některé druhy začínají být rovněž ekonomicky zajímavé.

3.1 Robotické milníky

Tabulka 1: Časový sled: Stručná historie robotů a robotiky

200 př. n. l.	Čínskému císaři byla představena mechanická hudební skupina.
10 – 70 n. l.	Řecký vědec žijící v egyptské Alexandrii Heron Alexandrijský sestrojil řadu automaticky fungujících strojů, z nichž některé byly dokonce programovatelné. Z dnešního hlediska šlo o roboty.
1464 n. l.	Italský umělec a vědec Leonardo da Vinci ve svých 12 letech sestrojil mechanického rytíře.
1801	Francouzský výrobce hedvábí, Joseph Marie Jacquard, sestavil stroj, který dokázal automaticky utkat různé vzory.
1898	Srbsko-americký vynálezce Nikola Tesla předvedl v New Yorku první dálkový ovladač na světě.
1921	Český spisovatel Karel Čapek ve své divadelní hře R.U.R poprvé použil slovo „robot“.
1941	Americký spisovatel sci-fi Isaac Asimov poprvé použil slovo „robotika“ ve své knize Já, robot.

1947	Vynález tranzistoru umožnil výrobu malých, lehkých a pohyblivých počítačů a robotů.
1961	V automobilovém závodě General Motors v New Jersey byl uveden do provozu první průmyslový robot Unimate.
1967	Matematik Seymour Papert z laboratoře umělé inteligence MIT vyvinul pro své studenty jazyk LOGO sloužící k programování robotické želvy.
1986	Společnost Honda zahájila práce na prvním chodícím robotovi nazvaném ASIMO.
1998	LEGO uvedlo na trh MINDSTORMS, programovatelnou robotickou stavebnici vyvinutou ve spolupráci s MIT.
2002	Do prodeje byl uveden první masově vyráběný domácí robot, vysavač Roomba od společnosti iRobot.
2004	Roboti Národního úřadu pro letectví a vesmír (NASA) Spirit a Opportunity zahájili průzkum Marsu.
2010	Společnost Google testovala na kalifornských silnicích samořídící auto, které vyvinul počítačový vědec Sebastian Thrun ze Stanfordovy univerzity.
2011	Počítač společnosti IBM nazvaný Watson porazil dva nejlepší hráče v televizní soutěži Jeopardy! (Riskuj!).
2012	Americké nemocnice začaly u nepohyblivých pacientů využívat robotický exoskelet ReWalk.
2013	Agentury DARPA a Boston Dynamics úspěšně otestovaly chodící roboty, které unesou až 200 kg vojenského vybavení.

4

Isaac Asimov ve své sbírce Já robot (1941) definoval tři robotické zákony:

1. Robot nesmí ublížit člověku nebo svou nečinností dopustit, aby člověku bylo ublíženo.
2. Robot musí uposlechnout příkazů člověka, kromě případů, kdy tyto příkazy jsou v rozporu s prvním zákonem.
3. Robot musí chránit sám sebe před zničením, kromě případů, kdy tato ochrana je v rozporu s prvním nebo druhým zákonem.

Příručka robotiky (56. vydání, 2058 n. 1.)⁵

⁴ CECERI, Kathy. *Roboti: objevte a postavte stroje budoucnosti : 20 projektů*. 1. vyd. V Brně: Computer Press, 2014, 128 s. ISBN 978-80-251-4315-5.

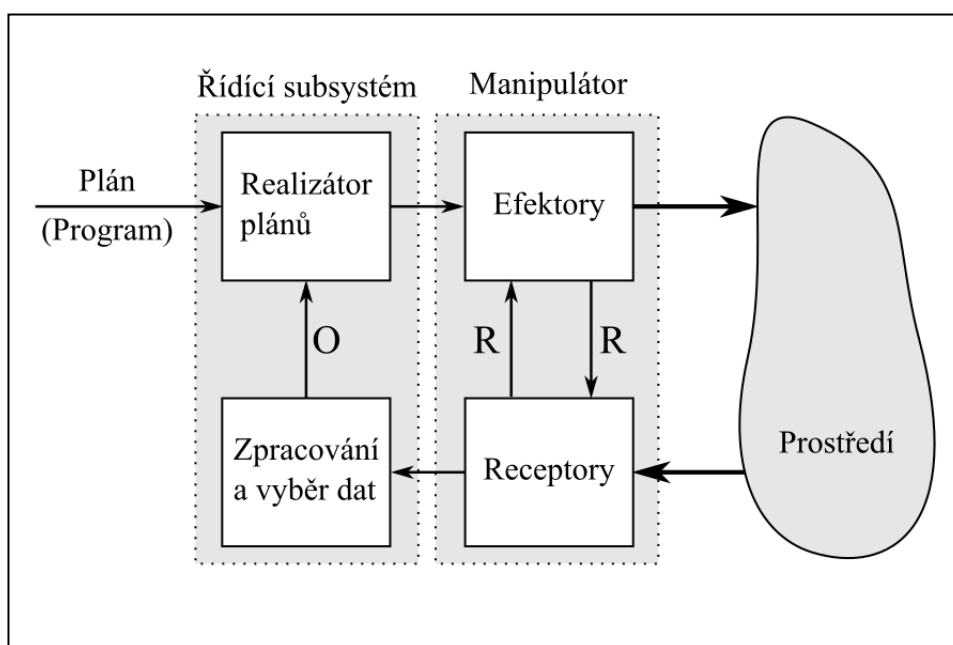
⁵ ASIMOV, Isaac. *Já, robot*. Praha: Odeon, 1981, 247 s.

I přesto, že jsou zákony staré již 75 let, jsou aktuální více než dříve. Pro nadcházející generace robotů by měli využít. Již dnes lze vidět, jak jsou zákony porušovány. Roboty jsou hojně využívány pro vojenské účely a lidem ubližují zcela běžně. Tak si to pánové Čapek a Asimov jistě nepředstavovali.

3.2 Stacionární roboty

Většina průmyslových robotů jsou stacionární roboty. Mechanická část těchto stacionárních robotů – manipulátor, je v převážné míře tvořena otevřeným kinematickým řetězcem, který sestává z kinematických dvojic s jedním stupněm volnosti.

Blokové schéma průmyslového bývá jednodušší, než je obecné schéma na obrázku 1. Průmyslové roboty nejsou vybavovány kognitivním systémem. K jejich řízení postačuje program, který je do stroje vložen na základě znalostí technologie, kterou má robot obsluhovat.



Obrázek 2: Blokové schéma průmyslového robota

Základní problémy, které jsou u takových robotů řešeny z hlediska jejich řízení, jsou problémy jejich modelů a to kinematického a dynamického (kinematiky a dynamiky), problémy plánování dráhy (programování) a samotné problémy automatického řízení robota po naprogramované dráze.

3.3 Mobilní roboty

Mobilní robotika je v současné době představitelem robotiky jako takové. Hlavním rozdílem od robotiky zabývající se stacionárními roboty je zde problém pohybu a orientace

v prostoru, který je mnohem větší než sám robot a je většinou nepozorovatelný z jednoho místa. V mobilní robotice se v plné míře objevuje rozsáhlost a multidisciplinárnost robotiky. Z pohledu použitých subsystémů robotu – mechanického, elektrotechnického, řídicího, pohonného a dalších hovoříme o robotu jako o mechatronickém systému.

Mobilní roboty je možné dělit podle řady kritérií. Mezi základní patří rozdělení na dva typy – autonomní a dálkově řízené. U autonomních robotů se předpokládá schopnost samostatně vykonávat zadanou úlohu. Může se např. jednat o sledování barevné čáry na podlaze a schopnosti reagovat na eventuální překážku – zastavit se, případně se ji vyhnout, vrátit se na značku (čáru) a pokračovat v jízdě, nebo umět se pohybovat v neznámém prostředí, dokázat ho zmapovat, orientovat se pak v něm a dosáhnout např. požadovaného cíle. Dálkově řízené roboty jsou řízeny operátorem, který má – zpravidla vizuální – informaci o pracovním okolí robotu. Ale i takový robot by měl být vybaven určitým stupněm autonomního chování – například při ztrátě komunikace s operátorem by mohl uvolnit prostor a přemístit se, aby někomu/něčemu nepřekážel.

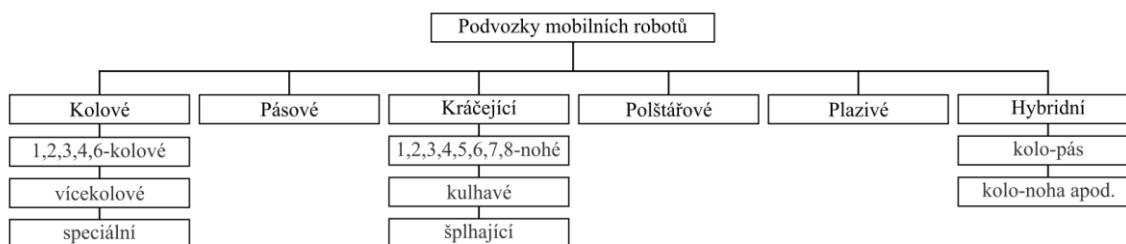
Mezi dálkově řízené patří také teleprezenční řízení. Jedná se o dálkové řízení za pomoci prvků virtuální reality, pomocí které se operátor cítí jako by se nalézal v pracovním prostoru robotu.

Podle prostředí jsou roboty děleny na pozemní (vnitřní/vnější prostředí), vodní, létající, vesmírné a hybridní. V tomto textu jsou diskutovány pouze roboty pozemní.

Pozemní roboty lze dělit podle principu pohybu (lokomoce) na roboty

- a) Kolové
- b) Pásové
- c) Zooidní
- d) Humanitní

Humanoidní roboty se pohybují na stejném principu jako člověk, jde tedy o dvounohé kráčejíci stroje. Do zooidních robotů řadíme roboty, které se pohybují na stejném principu jako zvířata, hmyz, hadi apod. Jde většinou o kráčejíci roboty čtyřnohé, osminohé, roboty pohybující se plazením apod. Do třídy pásových robotů jsou zahrnovány roboty pohybující



Obrázek 3: Rozdělení podvozků mobilních robotů

se na pásových podvozcích a na podvozcích kolopásových. Nejrozšířenější třídou mobilních robotů jsou však roboty kolové, které k pohybu používají soustavy kol a nemají v přírodě analogii.⁶

Mobilní roboty můžeme v současné době nalézt prakticky všude. Člověk je využívá jak v prostorech, kam se dostane sám, tak i tam, kam se dostává obtížně, nebo kam se z nějakých důvodů sám dostat nemůže (nebezpečná prostředí, vesmír atd.). Nejznámějšími a v denním tisku hojně zobrazovanými mobilními roboty jsou vesmírná zařízení například od instituce NASA (Beagle 1 a 2, Spirit, Opportunity a Curiosity působící na Marsu). Mnohá vývojová centra robotiky a příslušné ústavy škol vyvíjejí mobilní roboty. Z těchto center a škol se tyto roboty dostávají nejenom do podniků, ale také do domácností. Nelze opomenout ani na zábavu. Průkopníkem v této oblasti byl robopes Asimo od firmy Sony. Do této kategorie lze také zařadit robotický fotbal, ve kterém jsou české týmy velmi úspěšné i na mezinárodní úrovni.

3.3.1 Kráčející roboty

Kráčející roboty zaujímají významné postavení v oblasti mobilních robotů. Dělí se podle počtu nohou – dvounohé, třínohé, čtyřnohé, šestinohé, atd. Lichý počet nohou (s výjimkou třínohých) se prakticky nevyužívá. Podle tohoto rozdělení je nejrozšířenější šestinohá skupina. K výhodám těchto robotů patří překračování poměrně vysokých překážek, možný pohyb po schodech (nahoru i dolů), možnost pohybu v členitém terénu (překračování prohlubní a příkopů), nastavitelná výška těla (přizpůsobení na nerovný povrch), malé zaboření do povrchu oproti kolovým nebo pásovým systémům, atd. Mezi nevýhody patří: vyšší počet řízených os a tedy i akčních členů (pohony, převody, senzory atd.), složitější řízení, u dvounohých dále potřeba řídit stabilitu, vyšší počet nezávisle řízených stupňů volnosti, malá energetická účinnost, konstrukční složitost, výrobní náročnost atd.

Vysoký počet stupňů volnosti pohybového ústrojí kráčivých robotů poskytuje širokou škálu variant při volbě počtu a tvaru noh robotu. Na základě zvoleného počtu noh a počtu stupňů volnosti každé nohy lze navrhnout i velké množství variant způsobu řízení samostatných noh a následně několikanásobně větší počet strategií řízení chůze robotu. Chůze dále poskytuje mnoho způsobů řešení nestandardních situací, jako je například porucha jedné či více noh. Kráčivé roboty tudíž představují vynikající platformu pro

⁶ HOUŠKA, Pavel. *Distribuovaný systém řízení kráčivého robotu: Distributed control system of the walking robot*. [Brno: VUTIUUM], 2005, 30 s. ISBN 80-214-2929-1.

zkoumání různých inteligentních způsobů řízení využívajících fuzzy množin, neuronových sítí, genetických algoritmů, opakovaně posilovaného učení a jiných.

3.3.2 Kolové roboty

Kolových robotů je mnoho druhů. Tvoří tak nejrozsáhlejší skupinu mobilních robotů. Dva nejčastěji používané podvozky jsou dvoukolový diferenciálně řízený podvozek a tříkolový podvozek. Do obliby se dnes hodně dostávají i čtyř a více kolové podvozky.

Roboty s diferenciálně řízeným podvozkem jsou výrobně velmi jednoduché a jsou používány výhradně v laboratorním a školním prostředí. Tříkolový podvozek je již podobný automobilovým podvozkům. Pro pohyb v terénu jsou používány podvozky automobilového typu nebo podvozky řízené smykem podobně jako pásové podvozky. Modely smykem řízených podvozků jsou značně složité a tyto stroje jsou proto řízeny výhradně manuálně.

Kolo je typickým příkladem lidského vynálezu, který nebyl odpozorován z přírody. Hlavní nevýhodou těchto podvozků je nutnost pohybu pouze po poměrně rovné podložce. Větší kola sice mohou překonávat také drobné překážky (prahy, kabely, atd.), je to však většinou na úkor zvýšení těžiště celého podvozku. Toto omezení je možno obejít například pomocí Weinsteinových kol.

Tříkolový podvozek má oproti čtyřkolovému řadu výhod. Je konstrukčně jednodušší – tři body určují rovinu, nemusíme se tedy starat o rovnoměrné otáčení všech kol, mohou mít nižší hmotnost a lepší navigaci. Nevýhodou je složitější řízení a nižší stabilita.⁷

Kola podvozku mohou být aktivní – hnaná nebo pasivní – vlečná. Z konstrukčního hlediska pak je možno použít různé typy kol – standardní, všesměrové, Weinsteinovy, článkové, MaxWheel a netradiční.

Dalším důležitým parametrem je počet stupňů volnosti jejich pohybu. Běžně používaná jich mají jeden nebo dva. Kola s jedním stupněm volnosti se mohou pouze odvalovat po povrchu podél jedné osy (hřídele). V případě kola s více stupni volnosti se kolo pohybuje kolem dvou os, které mohou být rovnoběžné s povrchem (analogie kuličky mechanické počítačové myši), nebo jedna osa je rovnoběžná a druhá kolmá – např. přední kolo automobilu.

⁷ SOUKUP, Karel. *Řízení všesměrového podvozku mobilního robotu: Control of omni-directional chassis mobile robot : zkrácená verze Ph.D. Thesis*. V Brně: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automatizace a informatiky, 2004, 32 s. ISBN 80-214-2841-4.

Podle počtu kol lze dělit roboty na jednokolové, dvoukolové, tříkolové, čtyřkolové, šestikolové, osmikolové a zvláštní konstrukce. Nejjednodušším typem je tříkolové uspořádání podvozku s diferenčně řízenými koly. Toto uspořádání používá dvě nezávisle poháněná kola a jedno volně otočné nepoháněné směrové kolo vpředu (nebo též druhé v zadní části – aby robot nemohl přepadnout). Výhodou této koncepce je manévrovatelnou – robot je schopen se otáčet na místě kolem osy, dále snadnost řízení – zatačení změnou rychlosti (a případně i směru) otáčení kol. Nevýhodou pak nízká průchodnost terénem. Tento typ podvozku bývá často používán v praxi i v experimentální oblasti.

Často používaným typem podvozku je tzv. Ackermanův podvozek. V případě čtyřkolového uspořádání jde o typ známý u automobilů. U mobilních robotů je nejpoužívanější konfigurace s předními koly řízeně natáčenými a zadními hnanými (s diferenciálem).

U tříkolového uspořádání je možné se setkat s variantami zadní kola hnaná (s diferenciálem) a přední řízeně natáčené, nebo zadní kola volně otočná a přední kolo poháněné a zároveň natáčecí – zde není potřeba diferenciál. Ackermanův podvozek bývá v praxi používán především u větších vozidel. Nevýhodou je jeho neschopnost otáčení na místě.

Zvláštní skupinu pohybových subsystémů tvoří (nejčastěji) tříkolové a čtyřkolové podvozky se všesměrovými koly. Pohybová ústrojí založená na těchto kolech (existuje jich více typů) dovolují robotu se volně pohybovat ve všech směrech a zatačet či rotovat na velmi malém prostoru. Umožňují okamžitou změnu směru s nulovým poloměrem zatačení. Jejich nevýhodou je vyšší cena, daná požadavkem na precizní výrobu, dále pak malá schopnost zdolávání překážek. Z tohoto důvodu najdou uplatnění prakticky jen v aplikacích pro vnitřní prostředí. S jejich praktickým nasazením se lze setkat u vysokozdvíhových nůžkových montážních plošin několika zahraničních výrobců. Například na některých amerických vojenských lodích je pro přepravu a manipulaci s hlavicemi raket používán čtyřkolový robot se všesměrovými koly PANAMA.

Kinematika pásových podvozků je podobná kinematice diferenciálního podvozku popsaného výše. Je možné si představit, že kola jsou pásy rozšířena. Díky tomu se zlepšuje průchodnost terénem a stoupavost. Na druhou stranu je pohyb a zejména otáčení doprovázené smykem více energeticky náročné. Protože při pohybu dochází ke zmiňovanému smyku, nelze prakticky použít „levnou“ odometrii a namísto ní je nutno použít jinou metodu sebelokalizace. Z tohoto důvodu se používá tento druh podvozku převážně pouze pro soustavy s teleoperátorem a pro speciální aplikace. Často bývá

používán u buldozerů a vojenských nosičů (průzkum terénu, odminování, dekontaminace apod.), bezpečnostních složek – průzkum a manipulace s nebezpečnými předměty a také u hasičů – manipulace s nebezpečnými předměty – např. tlakové lahve, tj. pro venkovní prostředí. Ve vnitřním prostředí se uplatňuje pro jízdu do schodů nebo ze schodů.

Výše popsané rozdělení mobilních robotů je pouze orientační bez nároků na úplnost.

3.4 Pohonný subsystém robotu

Pohonný subsystém robotu tvoří součást pohybového subsystému. V oblasti mobilních robotů se nejčastěji používají rotační elektromotory. Pro vyšší výkony se používají elektrohydraulické pohony. Z elektromotorů se z důvodů příznivého poměru výkon/hmotnost používají zejména stejnosměrné komutátorové motory. Jako alternativní pohon v oblasti malých školních mobilních robotů se používají krokové motory (nízká cena, snadné ovládání, není zapotřebí převodovka) a modelářská serva (snadné ovládání, zabudovaná převodovka, polohové řízení).

3.4.1 Stejnosměrný motor

Stejnosměrný motor s permanentním magnetem je často používaným typem motoru v oblasti pohonu mobilních robotů. Mezi jeho výhody patří zejména velice příznivý poměr výkon/hmotnost, relativně snadné řízení otáček, u běžných typů pak také cena a dostupnost, široká nabídka. Mezi nevýhody patří složitější a tedy dražší rychlostní a zejména polohové řízení v porovnání například s krokovým motorem, dále kvůli komutátoru je pak tento motor zdrojem elektromagnetického rušení a také není bezúdržbový (např. v porovnání s krokovým motorem).

Stejnosměrný motor obvykle pracuje na relativně vysokých otáčkách a nízkém momentu, což je pro potřebu pohonů mobilních robotů nevýhodné. Řešením je použití převodovky. Tato převodovka může již být součástí daného motoru. Spolu s převodovkou se motor také může dodávat již se senzorem polohy nebo rychlosti. Výhodou je celková kompaktnost takového pohonu.

Většina stejnosměrných motorů má dva elektrické kontakty. Po připojení jmenovitého napětí (s ohledem na katalogové údaje motoru) na tyto svorky se rotor nezatíženého motoru roztočí a jeho otáčky se ustálí na jmenovitých. Změnou polaritý docílíme změnu smyslu otáček, změnou napětí pak změnu otáček.

3.4.2 Servo

Jako spolehlivé, levné a dostupné polohové jednotky natočení se u malých školních robotů často používají modelářská serva. Standardní typy poskytují krouticí moment kolem 30 Ncm / 4,8 V případně až 40 Ncm / 6 V. Servo obsahuje stejnosměrný motorek, převodovku a s výstupní hřídelí spřažený miniaturní potenciometr použitý jako senzor úhlu natočení pro regulační obvod polohy. U menších a levnějších serv je potenciometr připojen přímo na výstupní hřídel, u serv vyšších kategorií je připojen přes zvláštní převod (tzv. nepřímý náhon), který velmi účinně chrání před přenosem vibrací.

Žádaná hodnota natočení výstupní hřídele je ve formě šířkově modulovaného signálu (s úrovní TTL) s periodou 20 ms (není příliš kritická) a šířkou pulzu v rozmezí od 1 do 2 ms (závisí na typu serva). Šířka pulzu 1 ms odpovídá maximálnímu levému natočení a 2 ms pak maximálnímu pravému natočení výstupní hřídele. Střední poloha hřídele je při šířce pulzu 1,5 ms. Úhel natočení bývá u většiny servomotorů $\pm 90^\circ$. Poloha výstupní hřídele je mimo tento rozsah mechanicky aretována na převodovce.

Na vstup serva periodicky přichází řídicí impuls, který spustí monostabilní klopný obvod, ten vygeneruje impuls o délce odpovídající momentální poloze serva, ale opačné polarity než je vstupní řídicí impuls. Tyto dva impulzy se porovnají a výsledkem je rozdílový impuls, který po zesílení přes můstkový spínač způsobí natočení elektromotoru jedním nebo druhým směrem. Elektromotor přes převodovku otáčí výstupní hřídelí a současně i potenciometrem, který působí jako zpětná vazba polohy do monostabilního klopného obvodu. Směr otáčení je takový, že impuls generovaný monostabilním klopným obvodem se svojí délkou přibližuje délce vstupního řídicího impulsu a až jsou oba impulzy stejně dlouhé, elektromotor se zastaví. Servo dosáhlo polohy, která odpovídá momentálně přijímanému řídicímu impulsu.

Pro ovládání serva je potřeba generovat pulzní signál s periodou 20 ms (50 Hz) a proměnnou šířkou pulzu mezi 1 a 2 milisekundami. Servo lze řídit více způsoby. Tím nejtriviálnějším řešením je generování jednotlivých časových sekvencí prodlevami. Vhodnější je např. řešení běžící na pozadí hlavního programu a využívajícího technických prostředků mikrokontroléru – timeru.

Modelářská serva se často používají jako levné rotační pohonné jednotky malých mobilních robotů. Proto, aby se servo mohlo kontinuálně otáčet v obou směrech, je nutná jeho drobná mechanická úprava spočívající v odstranění mechanického dorazu v převodovce a nahrazení zpětnovazebního senzoru polohy – potenciometru, odporovým děličem. Tento odporový dělič pak simuluje regulační odchylku, kterou se regulátor snaží

natáčením motoru (bezúspěšně) eliminovat. Pro takto upravené servo pak stačí generovat pulzní signál s klasickou periodou 20 ms a šířkou pulzu 1 ms – otáčení na jednu stranu, 2 ms – otáčení na druhou stranu. Pokud na servo nepřivádíme žádný pulzní signál (šířka pulzu je 0 ms), tak se hřídel neotáčí. Mechanická úprava serva je popsána na mnoha internetových stránkách.

3.5 Senzorický subsystém mobilního robotu

Návrh senzorického subsystému je komplexní proces, při němž je nutné zvážit mnoho faktorů zohledňující nejen vlastnosti senzorů, ale také pracovní prostředí robotu, možnost vzájemné interakce senzorů, nároky na výpočtové možnosti řídicího systému atd.

Při návrhu tohoto subsystému je vhodné rozdělit řešení na několik kroků, v nichž jsou postupně řešeny jednotlivé části, se zřetelem na ostatní. Tento subsystém lze rozdělit na dvě základní části: první část tvořenou vlastními senzory a jejich obslužnými zařízeními a druhou část realizující komunikaci mezi jednotlivými subsystémy robotu. Ta je tvořena obvody rozhraní a sběrnicí vytvořenou pomocí různých přenosových médií. Pro mobilní robot je nejvhodnější kombinace elektrických kabelů v rámci robotu (vnitřní sběrnice), a bezdrátová komunikace s nadřazenými systémy.

Senzory lze rozdělit podle vztahu k robotu na interní – měřící parametry robotu a externí – měřící parametry okolí robotu. Použité senzory mohou plnit mnoho funkcí, ovšem z pohledu vlastního robotu jsou významné pouze senzory sloužící k navigaci a diagnostice robotu. Těmito senzory by měl být vybaven každý mobilní robot.

Mezi ty nejjednodušší lze zařadit senzory potřebné pro detekci překážek reprezentované buď dotykovými (taktilní senzory), případně bezdotykovými senzory (typicky IR senzory a sonary). Jejich úkolem je zabránění kolizí s objekty v okolí robotu, případně udržování požadované vzdálenosti od těchto objektů. Jde o úkol lokální navigace, která je při pohybu robotu nadřazena globální. Senzory poskytují v tomto případě řídicímu systému informace o tvaru a rozmístění objektů v okolí robotu.

Ostatní typy senzorů jsou specifikovány podle požadavků konkrétního využití robotu (např. měření teploty, analýza plynů, ...).

3.5.1 Interní senzory

Interní senzory poskytují robotu informace o jeho subsystémech. Pro diagnostické účely je to například stav baterie, monitorování komunikace a kontrola teploty robotu. Pro účely navigace jsou to informace o akčním subsystému, což jsou obvykle poloha a rychlost

jednotlivých pohonů, nebo výstupních členů. Na základě těchto informací je pak schopen řídicí systém pomocí kinematického modelu určit vliv těchto hodnot na pohyb robotu. Tento systém je využitelný pouze u pozemních robotů, kde je zajištěn stálý kontakt s podlahou bez prokluzu. V případě, že tomu tak není, je použití těchto senzorů pro navigaci pouze orientační.

3.5.2 Externí senzory

Slouží k získávání informací o okolí robotu. Podle způsobu měření lze rozlišit dvě základní skupiny senzorů. Jsou to pasivní, vyhodnocující pouze přijaté záření z okolí a aktivní, vyhodnocující vlastní odražené záření. Z hlediska vlastního robotu jsou významné pouze senzory sloužící k jeho navigaci. Ta se dělí na globální a lokální. Úkolem globální navigace je zjištění polohy a orientace robotu vůči použitému globálnímu souřadnému systému. Ve většině případů není hodnota naměřená senzorem přímo polohou a je nutné ji teprve vypočítat.

3.5.2.1 Sonary

Princip měření vzdálenosti k překážce je založen na principu měření doby mezi vysláním akustického signálu a přijetím odraženého akustického signálu – echa. Nejběžnější frekvence akustického signálu jsou hodnoty nad 40 kHz. Takové senzory jsou označovány jako ultrazvukové sonary, případně pouze sonary. Díky relativně nízké rychlosti zvuku (ve vzduchu) je doba mezi vysláním a příjmem signálu výrazně vyšší než u radarových, laserových a také IR senzorů. Proto lze dosáhnout relativně vysoké přesnosti měření i bez extrémních nároků na vyhodnocovací obvody. Díky tomu je jejich cena nízká, ale perioda měření je vyšší (0,1 s). Nevýhodou je i vysoké tlumení ultrazvukového signálu, což omezuje praktický dosah na desítky metrů, běžně do cca 10 m. Vzhledem k poměrně širokému rozptylu tohoto signálu není možno překážku detekovat zcela přesně, co se týče její úhlové pozice. Dále je častým jevem tzv. křížový odraz. Jedná se o zaznamenání odrazu signálu vyslaného jiným senzorem, což znehodnotí vlastní měření. Problém se řeší sériovým měřením těchto senzorů v prodlevách, zaručující utlumení signálu předchozího měření. Omezit tento vliv lze také vhodnou orientací těchto senzorů tak, aby bylo riziko příjmu odraženého signálu co nejnižší a senzory plnily požadovanou funkci. Dalším problémem bývá odraz ultrazvukového signálu, který dopadá na hladký povrch překážky pod ostrým úhlem (nazývá se zrcadlový odraz). V takovém případě se signál odrazí dál směrem od sonaru a zpětně se odrazí až od vzdálenější překážky. Sonarem je pak

detekována vzdálenější překážka. Proto by měla být časová prodleva mezi jednotlivými měřeními větší než prodleva odpovídající maximálnímu dosahu sonaru.

Nezanedbatelný je i vliv teploty vzduchu na rychlost šíření zvuku. Ta je pro teplotu $t = 0\text{ °C}$; $v = 331\text{ m/s}$ a pro $t = 25\text{ °C}$; $v = 343\text{ m/s}$.

Důležitou věcí je také rozvaha o umístění sonarů na robotu. Ta by měla vycházet z předpokládaného nasazení robotu.

3.5.2.2 Modul a senzor pro sledování čáry

Jedním z častých činností autonomního chování je sledování čáry vyznačené na podlaze. Pro toto detekování čáry je použito (zpravidla) trojice IR senzorů tvořených výkonovou IR diodou a IR tranzistorem. Předpokladem pro použití tohoto senzoru je tmavá barva čáry, která pohlcuje infračervené záření a kontrastuje s barvou podlahy.

Na výstupu senzoru je spojitě napětí závislé na intenzitě odraženého infračerveného světla dopadajícího na bázi IR tranzistoru. Toto napětí je měřeno A/D převodníkem, který je součástí modulu pro sledování čáry.

3.6 Řídící subsystém

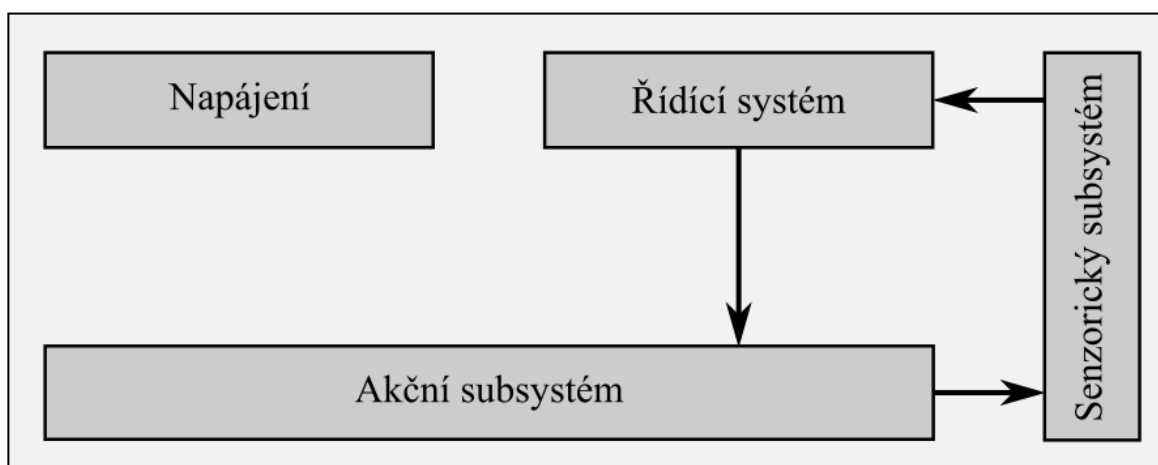
Řídící systém mobilního robotu spolu s programem tvoří mozek daného robotu. Jeho hardwarová část musí být schopna kvalitativně i kvantitativně načíst informace od sensorického subsystému. Program tyto data musí v reálném čase zpracovat a analyzovat a zajistit příslušné reakce akčních členů. Při výběru vhodného typu řídicího systému je potřeba přihlídnout k zamýšlenému použití mobilního robotu. Jedná se o velice širokou množinu, mezi typické patří – zda se jedná o robot pro vnitřní prostředí (indoor) nebo venkovní prostředí (outdoor). Z toho budou dále plynout požadavky na pracovní teplotu, vlhkost, vibrace.

Dalšími požadavky, které ovlivní koncepci řídicího systému, jsou co vše má daný systém řídit: např. včetně kompletního řízení pohonů. To v případě klasických stejnosměrných motorů dále bude vyžadovat čtení dat enkoderů, výpočet regulátorů a generování akční veličiny – to vše poměrně s malou periodou v řádu jednotek milisekund.

3.6.1 Koncepce řídicího systému

Koncepce řídicího systému nemusí být založena pouze na jednom počítači, mikropočítači nebo mikrokontroléru, který musí být schopen výkonnostně pokrýt veškeré požadavky dané aplikace – obrázek 4. Jednotlivé požadované úlohy lze řešit také odděleně – tzv.

distribuovaně. Tyto samostatné systémy – nyní postavené i na méně výkonných systémech (také levnějších) pak řeší pouze omezené specializované úlohy, jako např. závislé řízení pohonů, ovládání senzoru nebo skupiny senzorů včetně vhodného předzpracování jejich dat, zpracování a analýza obrazu a další. Právě v oblasti školních mobilních robotů je koncepce distribuovaných řízení založená na jednoduchých mikrokontrolérech poměrně rozšířená – obrázek 5 zachycuje model dvouúrovňového distribuovaného řídicího systému založeného na mikrokontrolérech (mikropočítačích). Spodní úroveň, také nazývaná technologická, přímo ovládá hardware a je rozdělena do více jednotek. Např. mikrokontroléry #1 a #2 na základě zadání realizují závislé polohové a rychlostní servosmyčky kol, případně také počítají odometrii atd. Horní úroveň je tvořena mikropočítačem výkonnostně schopným analyzovat informace sensorického subsystému a plnit zadané úlohy jako sledování čáry, jízda podél zdi, jízda v koridoru, vyhýbání se překážce, jízda k zadanému cíli, tvorba mapy, lokalizace atd.

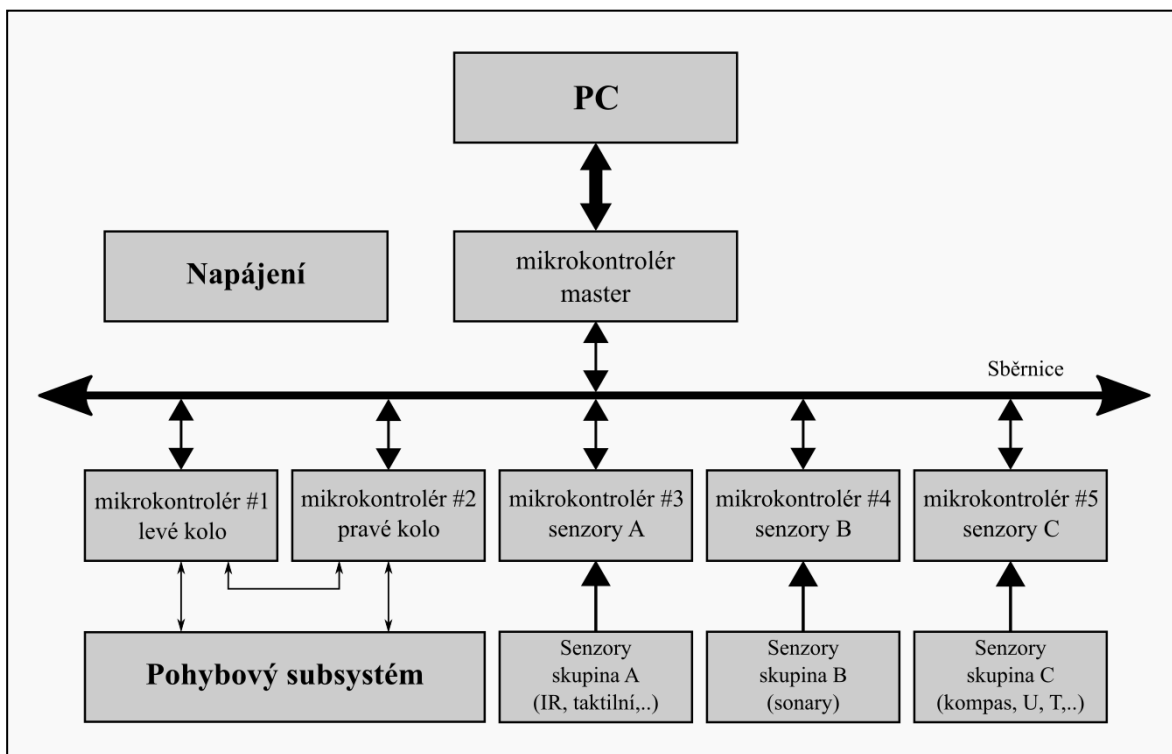


Obrázek 4: Model založený na jednoprosesorovém řídicím systému

Výhodou této koncepce také je, že v etapě vývoje daného zařízení lze na jednotlivých subsystémech pracovat odděleně, případně aplikaci postupně doplňovat o nové subsystémy, nebo stávající subsystémy nahrazovat jinými.

V souvislosti s rozdělením řídicího systému na více částí vyvstává otázka jejich vzájemné komunikace. Zde je možno použít běžná sériová rozhraní – UART, kterými bývají vybaveny v podstatě všechny typy jednotek. U řešení postavených na IPC dále CAN, Ethernet, USB a další.

Koncepci řídicího systému mobilního robotu, který má plnit některé výpočetně náročnější úlohy – např. tvorba map, navigace apod., je možné navrhnout tak, že na robotu je umístěna pouze spodní úroveň řízení a vazba na ni. Řídicí úroveň může být tvořena PC a s robotem může komunikovat bezdrátově. Výhoda tohoto řešení je, že výpočetně náročné úlohy a jejich vývoj a ladění - např. zpracování obrazu, trénování neuronové sítě apod. se



Obrázek 5: Distribuovaný model řízení a sběru dat

provádí na běžném PC (včetně běžných vývojových nástrojů) a není potřeba přistupovat ke kompromisům plynoucím z výhradního použití mikropočítačů (cena, výkon) – ať už při vývoji nebo při finálním nasazení – viz horní část obrázku 5.

3.7 Navigace mobilního robotu

Pokud po mobilním robotu požadujeme byť i nejjednodušší schopnost autonomního chování – např. pohyb zadaným směrem, musí být robot vybaven navigačním subsystémem. Mezi typické úkoly navigace patří poskytnutí informací potřebných k přemístění se z výchozího (aktuálního) do cílového bodu. Úkol je omezen řadou podmínek, z nichž základní je vyhnutí se kolizím s překážkami. Další podmínky mohou být dosažení minima času a také minima ujeté vzdálenosti. Pro určení optimální trajektorie slouží různé plánovací algoritmy řešící pohyb robotu v prostoru a vůči překážkám v jeho okolí. Aby mohl řídicí systém určit vhodnou trajektorii, potřebuje získat od sensorického subsystému adekvátní informace. Jde o polohu a orientaci robotu vůči globálnímu, případně lokálnímu souřadnému systému, a tvar okolí robotu.

Vlastní navigační systém se obvykle dělí na dvě úrovně.

Globální má za úkol dopravit robot z výchozího do cílového bodu, a to např. s ohledem k dosažení optimální trajektorie. Pojem globální souřadný systém není nezbytně nutné chápat jako celosvětový, ale jako souřadný systém zvolený tak, aby obsahoval celý

pracovní prostor robotu, např. místnost. Pro zjednodušení je často orientován shodně s geografickým severem.

Lokální navigace je nadřazena globální a jejím úkolem je zabránit kolizím s okolními objekty a tyto kolize řešit. Lokální navigační systém pracuje obvykle v souřadném systému robotu a zpracovává informace o překážkách v omezené vzdálenosti od robotu. Lze říci, že tato vzdálenost musí být taková, aby poskytla řídicímu systému dostatek času pro spolehlivou identifikaci překážek a určení nekolizní trajektorie s ohledem na fyzické možnosti robotu. Z výše uvedeného je patrné, že podstatný vliv na volbu senzoru nemají pouze jejich vlastnosti, ale také parametry robotu a charakter jeho pracovního okolí.

3.7.1 Globální navigační systémy

Problém globální navigace spočívá v určení polohy a orientace robotu vůči globálnímu souřadnému systému. Po určení této polohy přebírá úkol řídicí systém, který ze získaných hodnot určí optimální trajektorii pohybu. K určení polohy robotu jsou využívány různé metody, které lze podle typu globálního souřadného systému rozdělit na dva typy.

Jde o **relativní navigaci** využívající k určení polohy parametry měřitelné na robotu a bez přímého vztahu k okolí. Počátek globálního souřadného je obvykle shodný s výchozím bodem (pozicí robotu). Řídicí systém pomocí těchto parametrů určuje změnu polohy vůči výchozímu bodu. Problém těchto způsobů navigace spočívá v tom, že většinou bývají zatíženy rostoucí chybou polohy, proto jsou – pokud je to možné – obvykle kombinovány s absolutním systémem navigace.

Absolutní navigace určuje polohu robotu vůči globálnímu souřadnému systému. K tomu jsou využívány referenční body se známou polohou v globálním souřadném systému. Tyto metody pak určují polohu robotu vůči těmto bodům.

Existují dva základní systémy s rozdílným přístupem k měření. Jde o systémy s tzv. volnou a pevnou trajektorií. Systémy s volnou trajektorií umožňují určení polohy ve vymezeném prostoru. Nejčastěji pracují na principu trilaterace nebo triangulace. Systémy s pevnou trajektorií jsou schopny určit polohu pouze na určité předem vytvořené trajektorii. Nejběžnějším je systém sledování stopy – barevná čára na podlaze, indukční smyčka pod podlahou apod. Využívány jsou také systémy navigace pomocí referenčních značek. Tyto značky mohou být umělé – např. barevné značky na zdech, čárové kódy, nebo přirozené – rohy, dveřní zárubně apod.

Pro navigaci robotu je obvykle využíváno několik navigačních systémů, vhodně doplňujících své vlastnosti a omezujících tak chybu určení polohy. Nejběžnější je

kombinace systémů absolutní a relativní navigace. Využívá se zejména proto, že umožňuje částečnou nezávislost na absolutní navigaci a eliminaci náhodných chyb.

3.7.2 Relativní navigace

Tento způsob navigace pracuje na principu měření přírůstků změny polohy a orientace robotu. Změna je vztažena vůči startovnímu bodu, nebo bodu, v němž byla naposledy určena absolutní poloha robotu. Nevýhodou této metody je neustálý růst chyby polohy způsobený přítomností chyby v jednotlivých přírůstcích. Proto je tato metoda samostatně použitelná pouze pro relativně krátké trajektorie v závislosti na přesnosti měření. Ve většině případů je v praxi kombinována se systémy absolutní navigace, sloužícími k omezení této chyby. Výhodou této kombinace je to, že umožňuje relativně velkou nezávislost robotu na absolutním systému navigace a eliminaci náhodných chyb absolutní navigace. Tak lze výrazně zvýšit spolehlivost a přesnost navigace.

Odometrie

Jde o nejběžnější metodu patřící do relativní navigace. Spočívá v tom, že řídicí systém obsahuje kinematický model robotu a pomocí tohoto modelu je schopen určit změnu polohy robotu v závislosti na změně polohy akčních členů – typicky kol. Tato metoda je často využívána pro kolové roboty, u nichž lze zajistit stálý kontakt s podlahou bez prokluzu. V případě, že tomu tak není je použití této navigace zatíženo chybou, což prakticky znemožňuje její použití, nebo omezuje použití na kratší vzdálenosti. V případě kolových robotů představuje jeden z velmi výhodných systémů navigace, a to zejména díky jeho jednoduchosti a nízké pořizovací ceně. Nejčastěji se k tomuto účelu používají inkrementální senzory.

Přesnost této metody závisí při zajištění kontaktu s podlahou zejména na přesnosti kinematického modelu. Jeho přesnost je limitována zejména přesností stanovení rozměrů jednotlivých kol, a to v závislosti na použitém podvozku.

Inertní navigace

Tato metoda pracuje na principu měření zrychlení robotu. K měření se využívá kombinace akcelerometrů pro měření lineárních zrychlení a gyroskopu pro měření úhlových zrychlení. Z nich je následnou dvojitou integrací určena změna polohy robotu. Metoda je zatížena rostoucí chybou polohy, způsobenou systematickou chybou měření použitých senzorů. Problémem jejich použití pro mobilní roboty je oblast nízkých rychlostí, kdy velikost signálu akcelerometru je srovnatelná s jeho reakcí na vibrace způsobené např. najetím na

překážku. Tyto systémy jsou používány i v současné době zejména tam, kde nelze využít stávající systémy absolutní navigace, nebo je požadována možnost nezávislosti na těchto systémech. Pro navigaci mobilních robotů se metoda začala využívat s rozvojem optických gyroskopů, dosahujících vysoké přesnosti.

3.7.3 Absolutní navigace

Základním úkolem absolutní navigace je jednoznačné určení polohy robotu vůči referenčním bodům. K řešení tohoto problému se nejčastěji využívají dvě metody. Metoda trilaterace, definující polohu robotu pomocí vzdálenosti od referenčních bodů. Druhou metodou je triangulace, určující polohu robotu pomocí měření tří úhlů mezi referenčními body a robotem. Ze znalosti polohy těchto bodů v globálním souřadném systému je mobilní robot schopen pomocí naměřených úhlů vypočítat svou polohu.

Tato měření mohou být realizována různými prostředky. Nejčastěji jde o laserové paprsky, elektromagnetické záření, nebo akustické vlny. Triangulační metody mohou pracovat buď s jedním vysílačem umístěným na robotu a několika přijímači umístěnými v pracovním prostředí robotu, nebo naopak – přijímač je umístěn na robotu a aktivní prvky (vysílače) slouží jako majáky. Výhodou druhého způsobu je, že je bezproblémově použitelný pro větší počet robotů, kteří se současně v daném prostoru pohybují.

Druhým úkolem je stanovení orientace robotu. K jejímu měření mohou být využívány systémy sloužící k určení polohy, kombinace těchto systémů s relativní navigací nebo použití samostatného systému pro měření orientace. První přístup je použitelný u metody triangulace díky principu jejího měření. Druhý přístup je charakteristický při trilateraci, ta je totiž schopna určit pouze polohu robotu. Princip měření orientace touto metodou spočívá v tom, že se robot přemístí pomocí metody relativní navigace po dráze, jejíž délka zohledňuje chybu obou systémů navigace. Z rozdílu mezi změnou polohy, určenou těmito systémy navigace, lze stanovit orientaci robotu.

Zásadní nevýhodou této metody je sčítání chyb obou metod a nutnost přemístění robotu, po němž je robot schopen určit orientaci. Proto jsou často využívány speciální systémy k měření orientace. Nejrozšířenější je použití kompasu, který je schopen měřit orientaci robotu vůči zemskému magnetickému poli. Výhodou tohoto systému je jeho dostupnost prakticky na celé planetě, velká spolehlivost a nízké pořizovací náklady. Nevýhodou je citlivost na okolní magnetická pole, která mohou znehodnotit měření. Pro stanovení orientace lze ve vnějším prostředí využít také slunce. Robot potřebuje informace

o aktuálním čase a datu, na základě těchto informací je schopen pomocí matematického modelu určit svou orientaci.

3.8 Napájení

Každé pohyblivé zařízení, tedy i mobilní robot, potřebuje nějaký zdroj energie, ze kterého budou napájeny jeho řídicí a senzorické subsystemy včetně pohybového, kde zpravidla pohybový subsystem má nejvyšší nároky na odběr energie. Mobilní robot můžeme v etapě jeho ožívování napájet z externího stabilizovaného zdroje napětí. Při jeho reálném nasazení pak zpravidla není vhodné, aby byl robot napájen externím zdrojem a s ním spojen vodiči. Robot je tedy nutné napájet z vlastní energetické jednotky. Nejrozšířenějšími zdroji elektrické energie jsou v této oblasti buď primární články (baterie) nebo akumulátory. Mezi nejdůležitější parametry při volbě vhodného typu článku jsou maximální proudová zatížitelnost (důležitá zpravidla z pohledu pohonného subsystemu), velikost vnitřního odporu, rychlost samovybití, životnost, teplotní podmínky okolí, kapacita, u akumulátorů pak dále počet nabíjecích cyklů a existence či neexistence paměťového efektu a v neposlední řadě samozřejmě rozměry a hmotnost.

Baterie (primární články) vytvářejí elektrickou energii nevratnými chemickými reakcemi, proto se mohou použít jen jednou. Tím se liší od akumulátorů (sekundárních článků), které lze nabíjet a vybití opakovaně, podle druhu a provedení až do 1000 cyklů. V této souvislosti je třeba upozornit, že primární články se nesmí dobíjet, protože na to nejsou stavěny, takže výsledkem může být v extrémních případech až exploze baterie.

Na místo primárních článků – zejména vzhledem k jejich ceně se většinou používají obnovitelné zdroje elektrické energie – akumulátory.

Sekundární články (akumulátory) se podobně jako baterie vyrábějí v mnoha druzích, přičemž tvar mají stejný jako jejich klasické protějšky s tím, že zde existují zcela odlišné konstrukce určené například pro laptopy, mobilní telefony a podobně, jejichž tvar je speciálně přizpůsoben zařízení. Pokud jde o druhy materiálů používaných k výrobě a vlastní funkci akumulátorů, pak dominují nikl-kadmiové (NiCd), nikl-metalhydridové (NiMH), lithium-iontové (LiIon) a z automobilů známé klasické olovené akumulátory. Poslední dobou se začínají prosazovat také akumulátory lithium-polymerové (LiPol).

NiMH akumulátory nepoužívají toxických prvků (jako je v případě NiCd kadmium). Tento typ má řadu podobných vlastností jako NiCd akumulátor, ale na rozdíl od něj se má skladovat nabitý. NiMH trpí větším samovybitím, proto poškození z důvodu nadměrného vybití anebo dokonce přepólování je vyšší. Také rychlonabíjení je

choulostivější, hlavně jeho ukončení. NiMH jsou mnohem náročnější na přebíjení a tím i vznikají vedlejší efekty, jako je zvýšení vnitřního tlaku a tím i teploty. Málo se ví, že vzhledem k jejich principu se životnost velmi zkracuje při vyšších teplotách. Uvádí se, že při zvýšení teploty o 10 °C klesá životnost o 20 % a při provozní teplotě 45 °C je jen poloviční. Tyto články také mají menší počet nabíjecích cyklů s porovnáním s NiCd. Rovněž mají o něco nižší maximální proudový odběr. Na rozdíl od NiCd typů mají vyšší kapacitu, běžná je ve velikosti AA kapacita 2,5 Ah. Napětí článku je rovněž 1,2 V.

Mezi akumulátory nové generace patří LiIon. Mají velice příznivou energetickou hustotu, netrpí samovybíjením (cca 10 %/půl roku), nemají paměťový efekt (chovají se spíše jako kondenzátor), nemají typické vybíjecí „koleno“ jako NiCd akumulátory – napětí klesá pomaleji. Na druhou stranu jsou zatím omezeny relativně malými odběrovými proudy a relativně dlouhou dobou nabíjení. V komerčních zařízeních se používají především v mobilních telefonech a přenosných počítačích. Napětí článku se uvádí buď 3,6 V, nebo 3,7 V a závisí na způsobu provedení záporné elektrody. LiIon články mají cca 300 až 500 nabíjecích cyklů (při poklesu kapacity na 80 %). Poměrně vysoká je však zatím jejich cena.

Dalším moderním typem článku je LiPol akumulátor. Akumulátor nemusí být zapouzdřen v kovovém obalu a je tvořen gelem. Díky tomu může mít prakticky libovolný tvar. Napětí článku je 3,7 V. Tyto články s označením HD mají ještě lepší vlastnosti než LiIon – zejména vnitřní odpor a energetickou hustotu a jsou schopné již dodávat i proudy desítek ampér. Existují již typy pro pohon ručního náradí a UPS zdrojů, kde jsou nároky na proud obzvláště velké.

Poměrně málo rozšířené jsou alkalické akumulátory RAM s napětím článku 1,5 V. Jejich výhodou je jejich napětí, čímž mohou nahradit klasické primární články ve stávajících zařízeních. RAM alkalické akumulátory stejně jako klasické alkalické baterie netrpí téměř vůbec samovybíjením a vydrží proto v nabitém stavu 4 až 5 roků, na rozdíl od článků NiCd a NiMH. Dalším kladem je, že netrpí paměťovým efektem. Nevýhodou je nižší počet nabíjecích cyklů. Snášejí vyšší provozní i nabíjecí teploty, což umožňuje i jejich nabíjení na přímém slunci, např. v solárních nabíječkách. Jsou ekologicky nezávadné a je tudíž možné je likvidovat prostým zahozením do odpadkového koše. RAM články nejsou svým principem určeny do zařízení s vysokými trvalými proudovými odběry.⁸

⁸ NOVÁK, Petr. *Mobilní roboty: pohony, senzory, řízení*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2005, 243 s. ISBN 80-730-0141-1.

Orientační porovnání vlastností běžných typů akumulátorů je uvedeno v následující tabulce. Označení SLA odkazuje na bezúdržbový olověný akumulátor a RAM označuje alkalický akumulátor.

Tabulka 2: Porovnání běžných typů akumulátorů

Typ akumulátoru	NiCd	NiMH	SLA	RAM	LiIon	LiPol
Jmenovité napětí [V]	1,2	1,2	2,0	1,5	3,6	3,7
Hustota energie [Wh/l]	140	180	85	380	200	250
Hustota energie [Wh/kg]	39	57	30	?	90	110
Samovybíjení [%/den]	1	1,5	0,1	0,01	0,5	?
Počet nabíjecích cyklů	1000	800	>1000	150	400	?
Rychlonabíjení	15 min	30 min	1 h	?	1 h	?

Krom těchto způsobů se ve speciálních případech pro aplikace s nízkými proudovými odběry používá též napájení z vysokokapacitního kondenzátoru (často nabíjeného z fotočlánků), biologických článků apod. Řada těchto způsobů získávání elektrické energie je předmětem výzkumu (např. mikrobiologické články vyvíjené v laboratoři inteligentních autonomních systémů na univerzitě v Bristolu).⁹

3.9 Řízení mobilních robotů

Automatické řízení mobilních robotů představuje jednu z nejobtížnějších kapitol teorie řízení. Modely pohybu mobilních robotů představují z hlediska teorie řízení, podobně jako stacionární roboty, nelineární dynamické systémy. U všech druhů mobilních robotů se objevuje problém plánování jejich trajektorie v prostředí obsahující překážky. U kolových systémů navíc přistupují problémy s návrhem žádané trajektorie tak, aby byly splněny omezující, neholonomní podmínky jejich pohybu. U kráčejících robotů je kritickým problémem udržení jejich stability. Řídicí systém se musí vyrovnat s jejich tendencí pádu v okamžiku, když se jejich těžiště nachází mimo oblast stability, která je vymezena polygonem určeným polohou noh robota. U těchto typů robotů je tedy řešena problematika jejich statické stability, když jsou v klidu a dynamické stability, když jsou v pohybu. U kolových robotů je naopak důležitá otázka stability sledování trajektorie. Výzkum automatického řízení obou druhů robotů je stále se rozvíjející vědní oblast.

Řízení každého vozidla potřebuje zpětnou vazbu, tedy informaci o velikosti chyby dosažení stanoveného cíle, aby mohla být provedena následná korekce.

⁹ *Porovnání běžných typů akumulátorů* [online]. 2004 [cit. 2015-06-03]. Dostupné z: <http://www.mobil.cz/poradna/baterie/akupack.html>

Bylo by ideální mít takový druh informace, který by dal chybu dosažené polohy přímo v globálních souřadnicích. Tyto globální informace jsme schopni získat například použitím radiových majáků, systémem GPS, kamerovým systémem atd. Tyto systémy jsou však poměrně drahé, a proto se hledají levnější způsoby. Například pro měření aktuální polohy lze použít čidla optických myší.

3.10 Perspektivy oboru a rozvoj studia oboru

Robotika je bezesporu jeden z moderních a vysoce atraktivních oborů vědy a techniky, jak z hlediska zajímavosti výzkumu, tak z hlediska ekonomického. Počty nasazených průmyslových robotů v ekonomicky vyspělých zemích jsou v řádu milionů a nelze si bez nich např. představit automobilový průmysl, který je významnou složkou ekonomiky mnoha zemí.

Perspektivy vývoje ve stacionární robotice jsou v řešení problémů rychlých a pružných robotických systémů, řešení problémů řízení v pracovním prostoru s pomocí vnější, např. optické zpětné vazby. K perspektivním směrům patří také přímé plánování dráhy robota pomocí výkresové dokumentace CAD. Pro průmyslové aplikace bude zajímavý výzkum konstrukce a řízení paralelních kinematických struktur. Významným zaměřením je zvyšování manipulačních schopností robotů, např. konstrukce napodobující lidskou ruku a z toho vyplývající pomoc a pomůcky pro tělesně postižené. S tím je úzce spojen vývoj netradičních pohonů na bázi pneumatických svalů, kovů s tvarovou pamětí apod., které by měly napodobovat lidské svaly lépe než dosavadní pohony.

Na pomezí mezi stacionární a mobilní robotikou je výzkum exoskeletonů – zařízení, které si člověk na sebe obléká a které mnohonásobně zvýší jeho fyzické schopnosti, především sílu. Perspektivní použití exoskeletonů je např. ve zdravotnictví při manipulaci s nepohyblivými pacienty. Významným směrem bude také výzkum dálkového řízení strojů – robotů na principu teleprezence. Roboty řízené tímto principem mohou být významným pomocníkem hasičů a záchranářů. Podobný princip řízení je použitelný pro chirurgické roboty v oblasti tzv. minimálně invazivní chirurgie.

Významnou ekonomickou položku začínají tvořit i mobilní roboty. Jde zejména o tzv. servisní roboty pro pomocné práce v domácnosti (vysavače, travní sekačky apod.), v terénu a pro volný čas (hračky, robozvířata atp.).

Do kategorie servisních robotů jsou započítávány také další typy robotů jako např. roboty pro práce v lesnictví a zemědělství, roboty pro pomoc policii a pyrotechnikům, roboty pro pomoc hasičům apod. Velmi perspektivní se jeví aplikace výsledků mobilní

robotiky v dopravě. Již dnes jsou na silnicích k vidění tzv. inteligentní vozidla, která řidiči poskytují informace o vzdálenosti a rychlosti vozidel v jeho jízdním pruhu, informace o dopravní situaci, pokyny pro parkování či dokonce zaparkování bez řidičova zásahu apod. Tato vozidla též monitorují bdělost řidiče, automaticky řídí vůz v kolonách na dálnici a v budoucnu i rychlou autonomní jízdu po dálnicích.

K dalším pokrokům bude zapotřebí provádět intenzivní výzkum a vývoj v dalších oblastech s robotikou úzce souvisejících, jsou to především umělá inteligence, senzorka, řídicí technika, mechatronika, elektrotechnika, informatika a výpočetní technika.

V pedagogické oblasti je vzhledem k interdisciplinárnosti a budoucnosti robotiky zapotřebí zavést a rozvíjet předměty s robotickým obsahem především na vysokých školách a to na fakultách strojních, elektrotechnických a fakultách počítačových věd. Základní informace o robotice by bylo samozřejmě vhodné poskytnout studentům i na středních školách a doplnit tak vliv sci-fi literatury a sdělovacích prostředků. O toto se právě snaží praktická část tohoto textu.

Slovo robot vzešlo z bývalého Československa. Robotika a výsledky výzkumu s ní spojené mohou přinést naší republice významný hospodářský užitek. Obojí je důvodem k maximální propagaci robotiky na školách.¹⁰

¹⁰ ŠOLC, František. *Robotika, modelování a řízení robotů: Robotics, modelling and control of robots : teze přednášky ke jmenování profesorem v oboru "Technická kybernetika"*. Brno: VUTUM, 2004, 28 s. ISBN 80-214-2618-7.

4. Robotické stavebnice

Významnými učebními pomůckami pro oblast učiva o technice jsou elektrotechnické a robotické stavebnice. V oblasti vzdělávání jsou stavebnice prostředkem přispívajícím především k vytváření a podpoře rozvoje technické gramotnosti, technického myšlení, uživatelských dovedností a technické tvořivosti. Svou úlohu sehrávají rovněž i v oblasti profesní orientace. Též podporují učení aktivní činností, kde tak vytvářejí protiváhu pasivní percepce, právě tak umožňují vnášení herních aktivit od výuky.

Využívání stavebnic na českých školách má svou historii i další budoucnost, jelikož jejich aplikace do výuky je předpokládána v současnosti aktuálním základním kurikulárním dokumentem, tj. Rámcovým vzdělávacím programem.

Jen málokdo si v dnešní době dokáže představit učitele jakéhokoliv předmětu bez učebních pomůcek, odkázaného jen na sebe samého, odkázaného pouze na verbální či neverbální komunikaci. Aplikací učebních pomůcek do výuky je umožněno využívat efektivnějších výukových metod, výuka je poté v mnoha ohledech příznivější jak pro učitele, tak i pro žáka. Je tudíž možné lépe a efektivněji dosahovat učitelem vytyčených a žáky akceptovaných cílů. Žáci nejsou vedeni k pouhé percepci exponovaných poznatků, ale mohou např. díky robotickým stavebnicím experimentovat, cílevědomě zkoumat objekty a manipulovat s předměty.¹¹

Do českých škol se výrazněji prosadily pouze dvě robotické stavebnice. Jedná se o Lego Mindstorms a Merkur. Ostatní stavebnice na školách jen paběrkují. Viz kapitola 9.

4.1 Lego Mindstorms

Pod pojmem Lego Mindstorms se dnes převážně myslí robotická stavebnice s označením EV3. Lego totiž v minulosti již nabízelo řadu stavebnic, např. NTX 2. Ta aktuální nese právě označení EV3. Díky světové popularitě dánské firmy Lego Group jsou její stavebnice, včetně těch robotických, asi jako jediné rozšířeny celosvětově.

Stavební prvky stavebnice jsou přejaty z řady Lego Technic a jsou doplněny o řídicí jednotku, servomotory a senzory. Největší úskalí se nachází v uzavřenosti systému. Řídicí jednotka je kompatibilní pouze s produkty od společnosti Lego. Rozšiřitelnost stavebnice je tak limitována tím, co společnost uzná za vhodné vyrobit a prodat. Další nevýhoda je, že

¹¹ DOSTÁL, Jiří. *Elektrotechnické stavebnice: (teorie a výsledky výzkumu)*. Vyd. 2. Olomouc: Votobia, 2008, 74 s. ISBN 978-80-7220-308-6.

stavebnice je na stavbu až příliš triviální. Jedná se o stavební bloky, které se do sebe pouze zacvakávají, prostě typické Lego. Po studentech tak není vyžadována žádná technická příprava.

Třetí markantní nevýhoda spočívá v programování řídicí jednotky, potažmo celého robota. Programování se provádí pomocí grafických bloků. Akční bloky jsou označeny zeleně, funkční oranžově, sensorové žlutě a operační červeně. Pokročilé bloky jsou pak tmavě modré. Tyto bloky se za sebe řetězí a nastavují se jim parametry jako počet otočení motoru, procentuální výkon motoru atp.

Stavebnice je navržena velice pěkně, ale až příliš jednoduše. Sama společnost ji doporučuje pro děti od 10 let věku. Pro výuku technických předmětů na základní škole ji lze jen doporučit, ale pro středoškoláky nemá valného významu. Pro tuto úroveň vzdělávání je příliš lehká a studenty mnoho nenaučí. Co, jak a proč funguje, se studenty nedozvědí.

Překážka pro základní školy tak může jediná. Cena za jednu robotickou sestavu je totiž enormní. Lego si účtuje 10 499 Kč za jednu krabici se stavebnicí.¹²

4.2 Merkur

Tradiční český výrobce hraček, společnost Merkur Toys, nemá zdaleka takové jméno ve světě jako společnost Lego. O to větší jméno ale má v české kotlině. V portfoliu jejich produktů je i kategorie s názvem Robotika a mechatronika, ve které společnost nabízí své pásové, kolové a kráčeující roboty.

Tyto roboty se svým charakterem naopak hodí hlavně pro střední školy, neboť nejsou tak triviální jako Lego, aby s nimi mohli pracovat i žáci na základní škole. Samotné postavení vozidla či robota vyžaduje manuální zručnost. Stavební prvky jsou z lakované ocele a spojují se šroubky a matickami. Dále chování robota není programováno pomocí grafických bloků, ale vyžaduje znalost procedurálního programování. Roboty jsou postaveny převážně na řídicí jednotce Atmel, která se programuje v jazyce C a čípech PICAXE, které se programují v jazyce BASIC.

Nevýhodou u tohoto výrobce je, že nenabízí žádnou univerzální sestavu obsahující senzory a motory, ale pouze jednoúčelové roboty. Zakoupit tak lze pouze např. kolový podvozek a řídicí jednotkou za 4 864 Kč.¹³

¹² *LEGO: Mindstorms* [online]. 2015 [cit. 2015-10-02]. Dostupné z: <http://www.lego.com/cs-cz/mindstorms/products/31313-mindstorms-ev3>

Roboty Merkur se tak svým charakterem na střední školy hodí podstatně více než Lego stavebnice, ale zase jim chybí potřebná univerzálnost. Cena za robota je nižší, ale že by byla nízká, se říci nedá.

4.3 Ostatní robotické stavebnice

Ostatní stavebnice se do škol téměř neprosadili (viz kapitola 9. Vyhodnocení dotazníkového šetření) a z cenových i jiných důvodů s největší pravděpodobností neprosadí nejspíš ani v budoucnu.

H&S electronic systems (HSES)

HSES jsou elektronické obvody a mechanické komponenty a systémy pro použití v robotice, automatizaci, digitální technice, elektronice i elektrotechnice. Systémy jsou určeny pro výuku, volnočasové aktivity žáků od základní školy až po školu vysokou. Jejich použití je cíleno také do oblasti tvorby elektronických systémů pro průmyslové použití. Systémy, v provedení pro školy a volnočasové aktivity, lze kombinovat s mnoha typy polytechnických stavebnic, především se stavebnicí Merkur (využívá však otvory o průměru 3 mm).

Systém v základní sestavě obsahuje dvě desky reflexních IR čidel s delším dosahem, dvě desky reflexních IR čidel s krátkým dosahem, desku bipolárních spínačů do 1 A, desku dvojitého H-bridge (1,5 A), desku se čtyřmi tlačítky, desku s osmi LED a se čtyřmi LED se společnou katodou, desku s osmi LED a se čtyřmi LED se společnou anodou, desku procesoru s USB modulem a procesorem PICAXE20M2, sadu propojovacích vodičů a plastových svorek, montážní sadu, konstrukční sadu, duralový eloxovaný kruhový podvozek, dvě duralová eloxovaná kola s gumovým kroužkem dva motory s převodovkou a držáky k uchycení na duralový diferenciální podvozek, ostruhové opěrné kolečko podvozku, držák baterií, programovací USB kabel, šroubovák, klíč na distanční sloupky a matky.

Pomocí systému lze sestavit jednoduchý robotický systém, lze ji využít společně se stavebnicí Merkur ke konstrukci různých mechanických systémů řízených procesorem (výťah, lanovka, scanner apod.). Sestavu i její části lze s výhodou využívat v malosériové

¹³ *MERKUR: robotika pro radost, zábavu i poučení* [online]. 2015 [cit. 2015-10-02]. Dostupné z: <http://www.merkurtoys.cz/vyroby/roboticke-a-mechatronicke-sety>

výrobě a výrobě prototypů strojů a zařízení jako jejich řídicí systémy. Běžná cena za tuto robotickou stavebnici činí 4 630 Kč.¹⁴

Dle autorova mínění se jedná o velice vhodnou stavebnici za rozumnou cenu, kterou nelze než doporučit pro výuku na SŠ. Bohužel se z neznámých důvodů na školách prakticky neobjevuje.

MLAB

Modulární systém MLAB je opět český projekt. Vyvíjí ho parta nadšenců ve svém volném čase v duchu Open Hardware. Že se nejedná o ryze komerční řešení, se však projevuje i negativně. Např. na oficiálních stránkách se nedozvíte žádnou cenu ani za jeden produkt. Některé jejich produkty lze zakoupit v obchodu UST Store, ale není jich mnoho. To může potenciální kupce dost odrazovat. Dále zde nenajdete žádnou ucelenou sestavu či stavebnici vhodnou pro výuku na jakémkoli školním stupni.¹⁵ Pro začínající či nezkušené kantory to může být nepřekonatelný problém, aby si z nabídky modulů sestavovali vhodnou didaktickou pomůcku.

Rozšíření tohoto systému do českých středních škol se tak jeví jako vysoce nepravděpodobné.

Zahraniční robotické stavebnice

Americká firma Pitsco vyrábí kovový univerzální konstrukční systém s názvem Tetrrix. Využívá spojení s řídicí jednotkou, servomotory a senzory z Lega NXT. Ceny začínají na 13 000 Kč.

Čínskou napodobeninu stavebnice Tetrrix vyrábí od roku 2011 firma Makeblock. Jedná se o vysoce univerzální kovový konstrukční systém kompatibilní s díly z Lega. Řízení lze řešit různými systémy. Sada pro vytvoření podvozku s pohonem 4 kol stojí v Polsku kolem 5 000 Kč.

Německá firma Fischertechnik vyrábí produkt s názvem ROBO TX, který je až nápadně podobný systému Lego. Je s ním však nekompatibilní. Stejně jako Lego není příliš univerzální a málo rozšiřitelný. Cena výukové sady včetně SW vychází přibližně na 18 000 Kč.

¹⁴ HSES: *H&S electronic systems - robotické systémy* [online]. Brno, 2013 [cit. 2015-10-02]. Dostupné z: <http://hses.cz/>

¹⁵ *MLAB Projekt: Modulární elektronická LABORatoř* [online]. [cit. 2015-10-02]. Dostupné z: <http://www.mlab.cz/>

System podobný řešením od Merkuru lze nalézt u korejského výrobce pod označením RoboRobo. Ten nabízí řadu výukových sad RoboKit 1 až 5 podle úrovně obtížnosti. Jedná se o univerzální systém kombinující plastové, kompozitní a kovové díly a řídicí desku s mikrokontrolérem Atmel – AVR ATmega8. Stejně jako u Merkuru jsou elektrické obvody zcela odkryté, za to ale s dobrou dokumentací. Cena pokročilé sady včetně SW pro programování vyjde na cca 8 000 Kč.

Poslední sestava, která stojí za zmínku, pochází opět z USA. VEX Robotics je pokročilý a propracovaný systém nejen výukových sad. Kombinuje kovové a plastové díly, řídicí jednotku s mikrokontroléry PIC nebo Cortex. Cena za výukovou sadu včetně SW však činí astronomických 26 000 Kč.¹⁶

4.4 Raspberry Pi

Raspberry Pi není robotická stavebnice nýbrž počítač, ale do této kapitoly bylo zařazeno z toho důvodu, že bylo vybráno jako řídicí jednotka navrhované stavebnice.

S počítačem Raspberry Pi lze dělat různé věci – od řízení hardwaru pomocí programovacího jazyka Python přes použití počítače jako mediálního centra až po tvorbu her v jazyce Scratch a zvukových nahrávek v Sonic Pi. Působení zařízení Raspberry Pi spočívá v tom, že se jedná o univerzální počítač nevelkých rozměrů (v kancelářských aplikacích sice může být poněkud pomalejší než standardní PC, ale v jiných aplikacích je může značně předčit). Zvládne tedy cokoli, co dokáže běžný počítač. Kromě toho poskytuje počítač Raspberry Pi široké možnosti v oblasti multimédií a 3D grafiky, takže má potenciál nasazení jako herní platforma.

Fyzické aplikace počítačů – budování systémů se senzory, motory, světly a mikrokontroléry - jsou mnoha případech přehlíženy ve prospěch čistě softwarových projektů, což je škoda, protože jsou mimořádně zábavné. Mnohé zájemce o robotické projekty však odrazují chybějící porty GPIO (General Purpose Input/Output) u domácích počítačů. Počítač Raspberry Pi poskytuje piny GPIO, které jsou připraveny k použití. Obrázek 6¹⁷ zachycuje jejich rozmístění.¹⁸

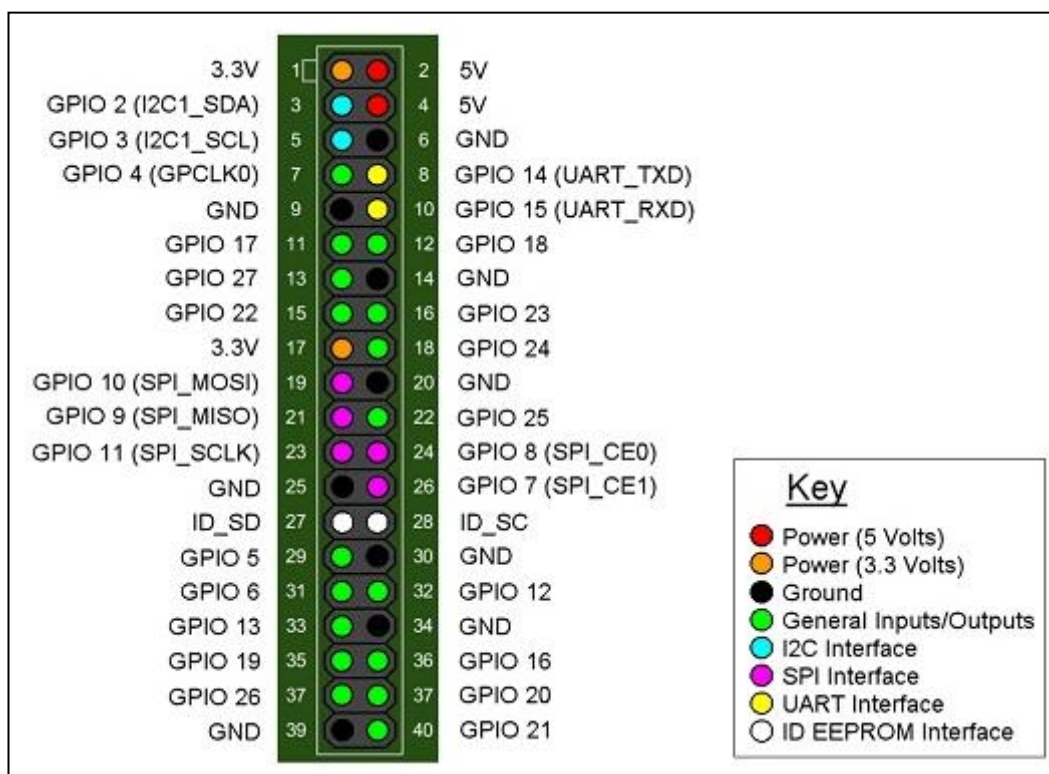
¹⁶ Robotické stavebnice. *Robotika* [online]. Nové Město nad Metují, 2013 [cit. 2015-10-02]. Dostupné z: <http://robowiki.spsnome.cz/Programovani/Stavebnice>

¹⁷ *Introducing the Raspberry Pi*. 2014. Dostupné také z: <http://www.rs-online.com/designspark/electronics/eng/blog/introducing-the-raspberry-pi-b-plus>

¹⁸ UPTON, Eben a Gareth HALFACREE. *Raspberry Pi: uživatelská příručka*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2013, 232 s. ISBN 9788025141168.

Když se pořizovací cena Pi rozpočítá na 3 předměty, které jsou reálné (programování, operační systém Linux, řídicí systémy, databáze, tvorba webových stránek atd.) vyjde pořizovací cena Pi na úsměvných necelých 500 Kč, což je velice příjemná cena i pro školská zařízení. Je však jasné, že počítač za 35 dolarů nemůže splňovat všechna očekávání.

Konkurenční produkt Arduino je sice ještě levnější, ale zdaleka není tak univerzálním nástrojem jako je Raspberry Pi. Pokud si je škola jistá tím, že řídicí jednotku použije pouze v jednom, maximálně dvou předmětech, pak lze místo Raspberry Pi doporučit ke koupi Arduino. Úlohy představené v metodických listech zvládne obsluhovat také, ale bude potřeba je přepsat do jazyka C, neboť nativním a použitým jazykem Raspberry Pi a tedy i metodických listů je Python.



Obrázek 6: Označení GPIO pinů Raspberry Pi 2

5. Legislativa středního vzdělávacího systému

Národní program vzdělávání v České republice a zákon č. 561/2004 Sb. o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon) zavádějí do vzdělávací soustavy nový systém vzdělávacích programů. Kurikulární dokumenty jsou tvořeny na dvou úrovních: státní – v podobě Národního programu vzdělávání a rámcových vzdělávacích programů (RVP) a školní – v podobě školních vzdělávacích programů (ŠVP), podle kterých se uskutečňuje vzdělávání v konkrétní škole. Nový systém tvorby vzdělávacích programů je pouze jedním z článků kurikulární reformy. Dalším je změna vlastního procesu výuky, její modernizace s cílem zlepšit kvalitu vzdělávání a připravenost žáků na život v 21. století.

5.1 Funkce rámcových vzdělávacích programů

RVP pro střední vzdělávání jsou:

- státem vydané pedagogické (kurikulární) dokumenty, které vymezují závazné požadavky na vzdělávání v jednotlivých stupních a oborech vzdělávání, tzn. zejména výsledky vzdělávání, kterých má žák v závěru studia dosáhnout, obsah vzdělávání, základní podmínky realizace vzdělávání a pravidla pro tvorbu školních vzdělávacích programů;
- závaznými dokumenty pro všechny školy poskytující střední odborné vzdělávání, které jsou povinny je respektovat a rozpracovat do svých školních vzdělávacích programů.

RVP pro střední vzdělávání usilují o:

- vytvoření pluralitního vzdělávacího prostředí a podporu pedagogické samostatnosti škol, a proto vymezují pouze požadované výstupy (výsledky vzdělávání) a nezbytné prostředky pro jejich dosažení, zatímco způsob realizace vymezených požadavků ponechávají na školách;
- lepší uplatnění absolventů středního odborného vzdělávání na trhu práce a jejich připravenost dále se vzdělávat, popřípadě se bezproblémově rekvalifikovat, a vést kvalitní osobní i občanský život;
- zvýšení kvality a účinnosti středního odborného vzdělávání.

5.2 Odborné kompetence absolventa

Pro tuto práci jsou relevantní pouze gymnázia, technická lycea a střední odborné školy v oborech Elektrotechnika a Informační technologie. Ostatní obory, jako např. telekomunikace, jsou natolik vzácné, že jim nebude věnována pozornost.

5.2.1 Gymnázia

Vzděláváním na čtyřletých gymnáziích a na vyšším stupni víceletých gymnázií se usiluje o naplnění těchto cílů:

- Vybavit žáky klíčovými kompetencemi na úrovni, kterou předpokládá RVP G;
- Vybavit žáky širokým vzdělanostním základem na úrovni, kterou popisuje RVP G;
- Připravit žáky k celoživotnímu učení, profesnímu, občanskému i osobnímu uplatnění.

Na gymnáziích se robotické stavebnice mohou využívat především pro potřeby výuky algoritmizace a úvodu do programování. Uplatňování algoritmického způsobu myšlení při řešení problémových úloh je jedním z cílů vzdělávací oblasti IT na gymnáziích. Dále mohou stavebnice nalézt uplatnění při výuce fyziky. Konkrétně při měření veličin a při výuce elektromagnetických jevů. Tyto oblasti jsou RVP G vyžadovány. Potenciál robotických stavebnic se může plně rozvinout ve voltelných předmětech, které v RVP nenalezneme.¹⁹

5.2.2 Obor Informační technologie

Na absolventa SOŠ v oboru IT klade RVP mimo jiné tyto odborné kompetence, tzn. aby absolventi:

- Volili vyvážená HW řešení s ohledem na jeho funkci, parametry a vhodnost pro předpokládané použití;
- Kompletovaly a oživovali sestavy včetně periferních zařízení;
- Volili vhodný operační systém s ohledem na jeho předpokládané nasazení;
- Instalovali, konfigurovali a spravovali operační systém včetně jeho pokročilého nastavení dle objektivních potřeb uživatele;
- Instalovali, konfigurovali a spravovali aplikační programové vybavení;
- Algoritmizovali úlohy a tvořili aplikace v některém vývojovém prostředí;

¹⁹ BALADA, Jan. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia: RVP G*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007, 100 s. ISBN 978-80-87000-11-3.

- Realizovali databázová řešení.

Tyto odborné kompetence byly vybrány z toho důvodu, že je možné se je učit ve spojení s robotickou stavebnicí či jen její řídicí jednotkou. Vzdělávání v informačních a komunikačních technologiích je dále vhodné rozšířit podle aktuálních vzdělávacích potřeb, jejichž příčinou mohou být změny na trhu práce, vývoj informačních a komunikačních technologií a specifika oboru, v němž je žák připravován.²⁰

5.2.3 Obor Elektrotechnika

Na absolventa SOŠ v oboru Elektrotechnika klade RVP mimo jiné tyto odborné kompetence, tzn. aby absolventi:²¹

- Četli a vytvářeli elektrotechnická schémata, grafickou dokumentaci desek plošných spojů aj. produkty grafické technické komunikace používané v elektrotechnice;
- Tvořili jednoduché výkresy součástí a sestavení;
- Řešili obvody stejnosměrného proudu;
- Měřili elektrotechnické veličiny.

Jak je z kompetencí vidět, na rozdíl od oboru IT, kdy našla využití především řídicí jednotka, u tohoto oboru naleznou využití především periferie robotické stavebnice.

5.2.4 Obor Technické lyceum

Vzdělávání směřuje k tomu, aby absolventi:²²

- Získali vhled do problematiky technických oborů, měli reálnou představu o obsahu a náročnosti uvažovaného vysokoškolského studia, zejména v technických oborech, a možnostech svého uplatnění po jeho absolvování;
- Ovládali základní metody řešení technických problémů;
- Vytvořili si správný názor a představu o technické proveditelnosti konkrétního záměru;
- Efektivně pracovali s prostředky informačních a komunikačních technologií, ovládali algoritmizaci úloh a základy programování ve vyšším programovacím

²⁰ *Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání Informační technologie*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický, 2008, 85 s. 6 907/2008-23.

²¹ *Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání Elektrotechnika*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický, 2007, 87 s. 12 698/2007-23.

²² *Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání Technické lyceum*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický, 2007, 87 s. 12 698/2007-23.

jazyce, řešili jednodušší programátorské úlohy a tvořili a upravovali webové stránky.

Absolvent technického lycea, který se při studiu na SŠ seznámí s robotickou stavebnicí, bude mít výhodu při studiu na technické vysoké škole, neboť této problematice se pravděpodobně nevyhne.

5.3 Školní vzdělávací program

Školní vzdělávací program (ŠVP) je stěžejním pedagogickým dokumentem školy, na jehož základě škola realizuje vzdělávání v daném oboru vzdělávání. Je povinnou součástí dokumentace školy. Každá škola jej vytváří, aby realizovala požadavky RVP pro daný obor vzdělávání. Tvorba ŠVP je plně v kompetenci ředitele školy, který je odpovědný jak za kvalitu ŠVP, tak za úroveň jeho realizace.²³

Pomocí ŠVP učitelé mohou profilovat svoji školu a tím ji odlišit od jiných škol, formulovat vlastní představy o podobě vzdělávání na své škole, lépe spolupracovat při mezioborovém vzdělávání atd.

Nezbývá tedy než čtenářům (učitelům) doporučit, aby při tvorbě ŠVP pamatovali na možnosti robotických stavebnic, apelovali na své ředitele a zařadili robotické stavebnice do své výuky.

²³ KAŠPAROVÁ, Jana. *Metodika tvorby školních vzdělávacích programů SOŠ a SOU*. 1. upr. vyd. Praha: Národní ústav pro vzdělávání, školské poradenské zařízení a zařízení pro další vzdělávání pedagogických pracovníků, 2012, 120 s. ISBN 978-80-87652-05-3.

6. Didaktika informatiky

Pedagogika jako věda o výchově zkoumá všeobecné zákonitosti výchovy. Výchovu je možno organizovat v různých formách. Nejsoustavnější a nejpropracovanější formou je výchova a vyučování ve škole. Zákonitostmi této činnosti se zabývá věda, která jako teorie vzdělávání a vyučování tvoří složku pedagogiky a nazývá se *didaktika*.

Didaktika, jako teorie vzdělávání a výchovného vyučování zkoumá otázky cílů, obsahu a prostředků vyučování a vzdělávání, vyučovacích principů, metod, organizačních forem a prostředků a vytváří teorii prostředí učebny a školy. Didaktiku proto lze vymezit jako vědní disciplínu zabývající se problematikou vyučování. Vyučování je soustava, cílevědomá a plánovitá činnost pedagoga, jeho jednotlivé aktivity a projevy chování, kterými navozuje, usměrňuje a realizuje poznávací proces a učební aktivitu studujícího.

Didaktika, která stanoví obecné zákonitosti vyučování je označována jako *obecná didaktika*, nebo pouze jako *didaktika*. Dochází-li k speciálnímu zaměření obecné didaktiky na vyučování odborných předmětů, přechází tato disciplína z obecné polohy do polohy zvláštní, která se nazývá *oborová didaktika*.

Oborová didaktika byla definována jako teorie vyučování skupině předmětů jednoho oboru. Jestliže se v procesu zkoumání zaměříme na jeden konkrétní předmět, pak příslušná nauka se nazývá *speciální didaktika*.

Speciální didaktiky jsou velmi často označovány jako *metodiky*. Učitel se musí při výuce zaměřit na dvě základní didaktické otázky:

- a) čemu učit (a čemu se má žák učit) – tzv. obsahová stránka výuky
- b) jak učit (a jak se má žák učit) – tzv. metodická stránka výuky

Didaktika informatiky a výpočetní techniky patří mezi oborové didaktiky a navazuje na poznatky obecné didaktiky, ale rovněž na poznatky získané z oblasti informačních a komunikačních technologií (ICT). Nejedná se tedy o čistou pedagogickou vědní disciplínu, ale jde o obor „hraniční“, integrující v sobě poznatky didaktické, pedagogické i odborné poznatky z oblasti ICT.

Z uvedeného rozboru je patrné, že se didaktika dělí na příslušné dílčí vědní „podobory“, jak naznačuje následující schéma.



Obrázek 7: Struktura didaktiky

Výše uvedené údaje ohledně didaktiky informatiky obdobně platí i pro obor robotiky.

6.1 Didaktická transformace

Didaktická transformace představuje výběr poznatků vědy a jejich zpracování na učivo, tj. na systém vědomostí, dovedností, myšlenkových postupů a operací, osobních vlastností atd., které si má žák osvojit pod vedením učitele.

Výsledkem didaktické transformace jsou základní pedagogické dokumenty, studijní materiály a učební pomůcky. Výsledky didaktické transformace dané vědní disciplíny (informatiky/robotiky) zpracované v pedagogických dokumentech (vzdělávací programy, standardy, kmenové učivo, učebnice,...) jsou následně interpretovány ve vyučování.

6.2 Digitální učební materiály

Pracovní a metodické listy patří společně s prezentacemi a audio a video ukázkami mezi digitální učební materiály. Klíčovou vlastností všech digitálních učebních materiálů je jejich propojení s konkrétními očekávanými výstupy, které jsou jako povinné položky definované ve výše zmiňovaných rámcových vzdělávacích programech.

Ideální digitální učební materiál nenahrazuje samotnou výuku, ale vhodně ji doplňuje a podporuje aktivitu žáků. Digitální učební materiály nabízejí pohled na souvislosti, kladou otázky a vyzývají k činnostem.²⁴

Při tvorbě výukových materiálů určených pro učitele je doporučeno zvažovat vše, co do nich začlenit, také z hlediska reálných podmínek učitelovy práce: Zejména z hlediska času, který má učitel k dispozici pro výklad a procvičování učiva. Ale také z hlediska počtu hodin pro daný předmět týdně a během školního roku (reálný čas výuky je nejméně o 10 – 15 % kratší během roku než čas plánovaný). Zvážit se musí i reálné vybavení škol a učeben pomůckami aj., jež jsou předpokládány pro práci s daným výukovým materiálem.²⁵

6.3 Preference učitelů

V roce 2009 byl proveden výzkum mezi učiteli technických a infromatických předmětů základních škol, jaké funkce učebnic nejvíce preferují. Výsledky byly poněkud překvapující. Preference učitelů technických předmětů se totiž výrazně liší od teoretického modelu. Učitelé jednoznačně upřednostňují funkci cvičební (praktickou), dále potom sebevzdělávací a motivační. Až na čtvrtém místě se nachází funkce informační a na samotném chvostu pak funkce výchovná. Na preferenci pořadí neměl vliv ani věk respondentů, pohlaví, velikost sídla školy, ani primární zaměření respondentů. Též nebyla prokázána existence určitých skupin pedagogů, které by upřednostňovaly jen určité funkce a charakteristiky učebnice.

Tento fakt může být způsoben současnou změnou v přístupu ke vzdělávání v informační společnosti, kdy klasické vzdělávací základní kameny jako jsou např. učitel a učebnice, jsou postupně doplňovány a vytlačovány novými informačními zdroji, jako je např. Internet. Možný je i vliv obsahu učebnic, kdy především oblast informační techniky se vyvíjí doslova mílovými kroky, tudíž vlastní obsah učebnic nutně rychle zastarává.²⁶

Průzkum byl sice proveden mezi učiteli ZŠ, kdežto tato práce se týká vyššího vzdělávacího stupně, SŠ, ale není důvod si myslet, proč by tomu na středoškolské úrovni a o šest let později mělo být nějak výrazněji jinak.

²⁴ *Příručka pro autory DUM*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický. ISSN 1802-4785. Dostupné z: http://www.stary.rvp.cz/soubor/00830-prirucka_pro_autory_dum.pdf

²⁵ PRŮCHA, Jan. *Učebnice: teorie a analýzy edukačního média: příručka pro studenty, učitele, autory učebnic a výzkumné pracovníky*. Brno: Paido, 1998, 148 s. ISBN 80-859-3149-4.

²⁶ WALAT, Wojciech. Preference jednotlivých funkcí učebnic techniky a informatiky u učitelů základních škol. *Trendy ve vzdělávání: Podpora výuky*. Olomouc, 2009, : s. 586 - 589.

7. Praktické využití aktivizačních metod ve výuce

„Lépe se věc naučíme, když ji sami děláme, než když jen posloucháme, nebo se jen díváme.“

Geoffrey Petty (1993)²⁷

Základním cílem posílení aktivizačních metod ve výuce je napomoci odstranit jednu ze slabých stránek českého vzdělávacího systému: při výuce na všech typech středních škol v celé ČR je podle průzkumů (např. výzkumná studie OECD, PISA – Program International for Students Assessment 2003, nebo výzkumná studie OECD – TIMSS – Trends in International Mathematics and Science Studies, 2003²⁸) identifikována nedostatečná schopnost studentů aplikovat získané poznatky v praxi. Znalosti studentů mají spíše encyklopedický charakter neumožňující rozvinutí analytického potenciálu. Výše uvedená skutečnost je způsobena převládajícím statickým stylem předávání znalostí mezi učitelem a žáky.

Aktivizující metody se vymezují jako postupy, které vedou výuku tak, aby se výchovně-vzdělávacích cílů dosahovalo hlavně na základě vlastní učební práce žáků, přičemž důraz se klade na myšlení a řešení problémů.

U aktivizujících metod se také vyzvedává jejich přínos k rozvoji osobnosti žáka se zaměřením na jejich myšlenkovou a charakterovou samostatnost, zodpovědnost a tvořivost. Zejména se zdůrazňuje, že aktivizující metody ve zvýšené míře umožňují poskytovat žákům něco víc než jen odborné informace, že počítají se zájmem žáků, vycházejí vstříc individuálním učebním stylům jednotlivých žáků při respektování úrovně jejich kognitivního rozvoje, že dávají žákům příležitost zčásti ovlivňovat konkrétní cíle výuky, využívat možností individuálního učení, zapojovat se do kooperativního učení a spolupráce atd. Oceňuje se také vliv aktivizujících metod na vytváření příznivého školního klimatu.

Správně vytvořený metodický list tvoří nepostradatelnou pomůcku každého učitele. Dá se přirovnat k receptu z kuchařky a slouží jako návod k realizaci popsané aktivizační metody.

²⁷ PETTY, Geoffrey. *Moderní vyučování*. Vyd. 5. Praha: Portál, 2008, 380 s. ISBN 978-80-7367-427-4.

²⁸ TIMMS. *Ekonom*. 2005, (8): 32-37. ISSN 1213-7693.

7.1 Pojetí výuky

Nelze zapomenout na dril některých gymnaziálních kantorů, kteří ve své výuce využívali jen memorování nesmyslných frází. Studenti pak při zkoušení museli „papouškovat“ nadiktovaná souvětí ze sešitu, opakovat celé věty, nebo dokonce odstavce, které si museli na pokyn učitele podtrhávat v učebnicích. Takováto výuka negativně ovlivní zájem o daný předmět, případně volbu maturitního volitelného předmětu a s tím spojený výběr budoucí pracovní specializace nebo studia na vysoké škole. Dobrý učitel by se tohoto přístupu měl vyvarovat. A naopak svojí erudovaností, ale především přístupem k učivu a k samotným studentům vzbudit zájem o problematiku, kterou vyučuje.

Každý kantor by měl být „nespokojen“ s dosavadním průběhem své učitelské praxe, neustále se vzdělávat a využívat různé formy aktivizačních metod, které obohatí jeho výuku.

Je důležité si uvědomit, že aktivizační metody nemohou plně nahradit klasickou formu výuky, mohou ji pouze oživit, vylepšit a zatraktivnit. A o to jde především.

7.2 Přístup a vztah učitele k výuce

Při zavádění nových metod (a to se netýká pouze výuky, ale také nových pracovních postupů a technik) je vždy nejdůležitější úloha inovátora, který tyto novinky zavádí. Ve škole to bude samozřejmě osoba samotného učitele.

Velice také záleží na přístupu vyučujícího k novinkám, k novým metodám a technice. To je také ovlivněno věkem a délkou jeho praxe. Nejhůře se zavádí novinky a inovace u starších lidí. Avšak zavádění a použití aktivizačních metod zvládne každý učitel. Jen je musí chtít použít. Jde především o změnu stylu výuky, jak se lidově říká, „za zkoušku to vždycky stojí“.

7.3 Zavádění aktivizačních metod na střední škole

Při zavádění aktivizačních metod do výuky na střední škole může být situace složitější. Studenti mohou reagovat velice rozpačitě, když od nich vyučující vyžaduje aktivitu. Studenti dobře znají svého učitele, setkávají se s ním ve škole téměř denně a vědí, co od něj mohou očekávat. Jsou zvyklí na jeho způsob výkladu, zkoušení a vedení hodiny. Nejdříve proto budou zmatení a překvapení, protože zkušenost s aktivizačními metodami výuky pro ně bude představovat něco nového, s čím se v zaběhnutém způsobu výuky ještě nesetkali. Proto vždy záleží na vztahu mezi studenty a učitelem. Jaká je interakce mezi studenty a učitelem, jakou pro studenty představuje autoritu, a to jak po odborné, tak

i profesní stránce. Dále pak bude záviset, zda si jej váží jako člověka (jeho přístup k řešení sporů a konfliktů, organizační schopnosti, serióznost, povaha, charakter).

Na střední škole většina studentů ještě nedokáže objektivně ocenit tyto inovace v podobě aktivizačních metod výuky. Studenti nevnímají práci učitele, jeho přípravu na každou vyučovací hodinu, snahu o lepší vstřebání poznatků, což šetří čas a námahu především jim samotným.

Výsledkem a zároveň cílem aktivizačních metod je změna vztahu mezi učitelem a studenty. Vyučující by neměl mít dominantní roli jako doposud, ale vztah učitel-student by se měl přesunout spíše do oblasti partnerství a vzájemné kooperace. To opět velice prospěje především samotným studentům z hlediska budoucího, reálného (neškolního) prostředí, a získají tak další zkušenost (například v podobě týmové práce, koučování). Z tohoto vztahu také pramení příprava na vysokou školu, kde už budou studenti zcela samostatní a nikdo je nebude takzvaně „vodit za ručičku“ (přednášející nediktují zápisy z hodiny, nekontrolují, zda plní dobrovolné úkoly, sami si doplňují poznatky z doporučené odborné literatury – bude to jen na nich samých a v jejich kompetenci).

A pokud se aktivizační metody stanou trvalou součástí výuky, studenti si na ně pomalu zvyknou. V určité části hodiny dostanou větší prostor pro své seberozvíjení a seberealizaci, protože se aktivně zapojí do vyučovacího procesu. Samozřejmě tento nový přístup ocení především ti studenti, kteří žádali větší prostor pro své názory, argumentaci a myšlenkové pochody.

7.4 Cíle aktivizační výuky

Aktivizační metody zlepšují proces výuky z metodického hlediska a činí vyučování efektivnějším. Hlavním cílem aktivizačních metod je změnit statické monologické metody v dynamickou formu, která vtáhne studenty nenásilným způsobem do problematiky a zvýší tak jejich zájem o probíranou tematiku. Dalším přínosem je změna vztahu mezi učitelem a studenty. Učitel se ve výuce vedené pomocí aktivizačních metod nevzdává své dominantní role ve třídě, pouze dává větší prostor studentům k jejich sebererealizaci a rozvoji. Na tomto místě je vhodné si nejdříve definovat, co se rozumí pod pojmem aktivita a jak se definují aktivizační metody.

Definice aktivity: Aktivitou ve výchovně-vzdělávacím procesu je tedy třeba rozumět zvýšenou, intenzivní činnost žáka, a to jednak na základě vnitřních sklonů, spontánních zájmů, emocionálních pohnutek nebo životních potřeb, jednak na základě uvědomělého

úsilí, jehož cílem je osvojit si příslušné vědomosti, dovednosti, návyky, postoje nebo způsoby chování.²⁹

Definice aktivizujících (aktivizačních) metod: Aktivizující metody jsou postupy, které vedou výuku tak, aby se výchovně-vzdělávacích cílů dosahovalo hlavně na základě vlastní učební práce žáků, přičemž důraz se klade na myšlení a řešení problémů.

Východiskem aktivizačních metod je, že člověk si zapamatuje mnohem více, pokud využije v procesu expozice více smyslových orgánů, nebo dokonce něco zažije a vyzkouší si to sám „na vlastní kůži“. Prožitek je pak mnohem silnější a zanechá hlubší paměťové stopy.

Hlavním východiskem pro zavádění aktivizačních metod do výuky je snaha o změnu přístupu studenta k vyučování. Přeměnit jej z pasivního posluchače v partnera vyučujícího, který se aktivním způsobem bude zapojovat do výuky. Tyto metody vychází z teorií psychologie učení, že člověk se naučí nové poznatky a osvojí si nové vědomosti mnohem lépe a rychleji, pokud si je sám zkusí, tj. bude aktivně zapojen do procesu výuky. Protikladem je pasivní poslech vyučujícího, opakování a memorování nesmyslných frází a faktů bez jakéhokoliv přemýšlení.

I u aktivizačních metod by tedy mělo platit, že primárním cílem je stále zvýšení vědomostí studentů. Role vyučujícího se tedy nemění. On je zodpovědný za dosažení konečných a ověřitelných znalostí u většiny studentů. Mění se pouze forma předávání informací a zapojení studentů do výukového procesu.

Učitel pomocí aktivizačních metod dokáže zprostředkovat pro studenty „nudné a nezajímavé“ téma novým, zajímavým způsobem.

Cílem aktivizačních metod není nahrazení klasického výkladu v podobě frontálního vyučování, ale spíše jeho doplnění. Je nezbytné si uvědomit, že aktivizační metody nelze použít ve všech fázích vyučování. Omezení existuje především ve fázi shrnutí učiva, ucelení a jeho systematizace, které by měl provést sám učitel pomocí klasické monologické metody. Zamezí se tak nepřesnostem a možným zmateným a nejasným výstupům vyučování.

Důraz je kladen na analytické schopnosti, umění vyhledávání potřebných informací, selekce podstatného a respektování ostatních. Velice potřebné pro život je naučit se pracovat v týmu a dokázat navzájem spolupracovat, a to dokonce i s lidmi, které nepovažujeme za své přátele, ale pouze za kolegy a kolegyně. V praxi si je většinou

²⁹ MAŇÁK, Josef. *Rozvoj aktivity, samostatnosti a tvořivosti žáků*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 1998, 134 s. ISBN 80-210-1880-1.

nevybíráme. Tyto lidské schopnosti jsou podle mnohých výzkumů opomíjeny a studenti (to se týká i vysokých škol) nejsou dostatečně připraveni na podmínky firemní praxe.

I přes výše uvedené je však stále prioritou aktivizačních metod tak jako u frontální výuky naučení a zapamatování odborných znalostí, vědomostí a dovedností u studentů.

7.5 Možné problémy se zaváděním aktivizačních metod ve školní výuce na středních školách

Problémy se zaváděním aktivizačních metod lze rozdělit podle následujícího klíče: překážky na straně učitele, překážky u studentů, překážky na straně vedení školy, překážky materiální a technické povahy, překážky časové a organizační nebo překážky finanční. Jednotlivé typy bariér budu dále více rozebrány.

7.5.1 Překážky na straně učitele

Překážek při zavádění aktivizačních metod na straně učitele je celá řada. Jde především o psychologické zábrany k použití nových metod, nedostatek zkušeností s vytvářením podkladů pro realizaci aktivizačních metod a v neposlední řadě o neochotu samotných učitelů zavádět nové didaktické metody do své výuky. Patří sem rovněž nedostatek (nedostupnost) informačních zdrojů v podobě odborné literatury zabývající se tematikou aktivizačních metod výuky. Častou „výmluvou“ je také nedostatek času na přípravu nově pojatých hodin.

7.5.2 Překážky u studentů

Překážky u studentů již byly nastíněny v kapitole číslo 7.3. Jedná se především o reakce studentů v procesu zavádění a aplikace aktivizačních metod, překonávání jejich nechtů a odporu „k něčemu novému – nezvyklému“. Studenti také často mají tendenci chápat aktivizační metody jako úlevu z tradiční formy výuky. Učitelé by tedy vždy měli na začátku zdůraznit, že v konečném důsledku jde bez ohledu na použitou metodu o získání nových znalostí – vědomostí. Vědomosti jsou předávány pouze jinou formou.

7.5.3 Překážky na straně vedení školy

Překážky na straně vedení školy mohou být různé. Od striktního vyžadování klasického průběhu výuky až po neutrální postoj. Vedení školy se ani nemusí zajímat o sám průběh výuky a může se stát, že o aktivizačních metodách nic neví a nikdy o nich neslyšelo. Je však v zájmu celé školy, její prestiže a vyšší konkurenceschopnosti, nové metody výuky

používat a z hlediska vedení aktivně podporovat. Když neexistuje podpora vedení školy, může se dokonce stát, že vyučující zavádějící aktivizační metody do výuky nebude za svůj čas strávený přípravou na rozdíl od svých kolegů používajících dále především frontální formu výuky ohodnocen.

7.5.4 Překážky materiální a technické povahy

Tento druh překážek je pro tuto práci velmi specifický. Co se týká materiálního vybavení, pomůcek a další didaktické techniky, představují ve většině případů z hlediska realizace aktivizačních metod nejmenší překážku. Většina aktivizačních metod vychází z reality vybavení průměrné střední školy a je pro ni též vytvořena. Jejich realizace proto není náročná na pomůcky a speciální vybavení učebny. U aktivizačních metod je důležitý především nápad, myšlenka zpracování a nové, netradiční uchopení probírané látky.

Pro používání níže vypracovaných metodických listů je však potřeba více pomůcek. Tím se běžně užívaným metodám tento přístup vymyká. Metodické listy a pracovní úlohy jsou zaměřené na odborné technické předměty, což například u gymnázií může, co se týče vybavení učeben dělat potíže. Takové vybavení je potřeba pořídit, což z tohoto problému dělá podmnožinu finančních překážek.

7.5.5 Překážky časové a organizační

I překážky z hlediska časové tísně učitele (nedostatek času v hodinách), který se musí držet tematického plánu, mohou mít vliv na proces zavádění aktivizačních metod ve výuce. Ta je totiž obecně mnohem časově náročnější než v případě výuky vedené klasickou frontální metodou. Nezbytný čas k realizaci se u aktivizačních metod velice liší. Některé metody potřebují pouze několik minut, další půl vyučovací hodiny, některé, jako je tomu v tomto případě, celou hodinu. Například simulační hry se dají hrát celý den, nebo dokonce více dnů. S tím je samozřejmě spojeno organizační zabezpečení a omezení v průběhu realizace.

7.5.6 Překážky finanční

Všechny předchozí problémy a překážky, se kterými se při zavádění aktivizačních metod může učitel setkat, spojuje finanční otázka. Týká se jak materiálního a technického zabezpečení, tak i finanční odměny za podporu a zlepšení průběhu výuky. V minulosti i současnosti však již existují omezené možnosti, jak získat např. formou grantu dodatečné prostředky na nákup techniky, materiálu nebo na odměnu za práci při přípravě „nových“ hodin.

7.6 Tvorba, přizpůsobování, zavádění a vlastní realizace aktivizačních metod

Vytváření, úprava a realizace aktivizačních metod, stejně jako výuka pomocí klasické frontální metody, jsou plně v kompetenci učitele. Velice záleží na jeho osobnosti, dosavadních zkušenostech a učitelské praxi, která se projeví v uchopení a realizaci výuky.

Nejjednodušším způsobem použití (zavedení) aktivizačních metod do výuky je pouhé převzetí již vyzkoušených a publikovaných metod. Vždy je však nutná úprava a přizpůsobení metody pro konkrétní podmínky výuky. Metody a příklady mohou být vytvořeny pro účely jiného vyučovacího předmětu, odlišné látky.

O něco náročnější krok představuje převzetí publikované metody, její rozšíření a přetvoření. Vymýšlení zcela nové metodiky, tzv. tvorba „scénářů“ a speciálních pomůcek, je velice náročná, a to jak časově, tak intelektuálně (sběr podkladů, inspirace, didaktická úprava). Na počátku musí být dobrá myšlenka, nápad. To ovlivňuje mnoho faktorů, jako jsou například zkušenosti učitele nebo jeho vlastní přístup a kreativita, které se v případě aktivizačních metod meze nekladou. Důležité je didaktické přizpůsobení praktického jevu nebo metody pro konkrétní potřeby výuky.

Úprava předkládaných listů bude pravděpodobně nutná. Jejich autor má pramalou pedagogickou zkušenost a ani pedagogické vzdělání. Navíc nejsou zcela úzce zaměřené na výuku jednoho předmětu. Je tedy nutné je přizpůsobit na konkrétní výuku požadovaného předmětu, procvičení konkrétních disciplín pomocí vybraných úloh.

7.6.1 Postup při vytváření aktivizační metody

Nejdříve je důležité stanovit a vytyčit si jasný cíl – čeho by se mělo pomocí aktivizační metody dosáhnout, tj. určit výukový, ale také výchovný cíl. Sama aktivizační metoda pak bude tvořit prostředek pro jeho dosažení. Navíc každá kategorie aktivizačních metod je sama o sobě zaměřena určitým směrem.

Při vytváření metody jde především o náplň, jakýsi scénář, příběh, obsah, který bude tvořit podkladový materiál pro realizaci metody. Zde mohou vzniknout dvě varianty – materiál výukový, který bude určen pouze pro učitele (obsahuje zadání, řešení, metodické poznámky), a podkladový upravený materiál, jež dostanou studenti. V tomto případě je vyhotoven první případ, tedy výukový materiál pro učitele.

Pro práci učitele je nezbytný metodický list, který obsahuje stručný popis dané metodiky, její cíl, možnosti využití, pomůcky k realizaci, časové nároky a dále například odkaz na použité zdroje. Metodický list také slouží k uchování metody a jejímu dalšímu

budoucímu použití. Lidé zapomínají, proto je dobré si některé myšlenky a nápady v písemné podobě uchovat. A to se týká především detailů. Metodický list lze označit jako přesný návod, scénář pro realizaci výukové hodiny.

Dále je vhodné nově vytvořenou metodu před použitím nejdříve prodiskutovat s kolegy (zda je to dobrý nápad a jaký mají názor na využití ve výuce). V tomto případě stojí za prodiskutování, které úlohy stojí za to procvičovat, a které naopak zcela vypustit. O jaké prvky je rozšířit či naopak které oželeť. Na různých školách se klade důraz na různé disciplíny. Z diskuze může také vyplynout, že zavádění něčeho podobného je na dané škole zcela zbytečné.

Posledním krokem v procesu tvorby, zavádění a realizace aktivizačních metod může být otázka, zda je možné vyzkoušenou metodou využít jako pro jinou problematiku, nebo dokonce pro jiný výukový předmět. A v jakém rozsahu jsou k tomu nutné úpravy. Ze zkušeností pánů Laciny a Kotrby lze říci, že většina metod má po drobných úpravách potenciál pro využití ve většině oborů (předmětů).

V tomto případě se využití přímo nabízí u předmětů jako mikroprocesorová technika, informační technologie, procedurální programování, číslicová technika, automatizační technika atp.

7.7 Členění aktivizačních metod

Aktivizační metody lze dělit podle různých hledisek. Nejpraktičtější dělení pro potřeby učitele může vypadat následovně:

- podle náročnosti přípravy (času, materiálového vybavení, pomůcek nutných pro realizaci);
- podle časové náročnosti samotného průběhu ve výuce;
- podle zařazení do kategorií (hry, situační, diskusní, inscenační a speciální metody, problémové úlohy);
- podle účelu a cílů použití ve výuce (k diagnostice, opakování, motivaci, jako nové formy výkladu, odreagování).

Dále popsána bude pouze kategorie problémového vyučování, neboť ta byla zvolena jako vhodná metoda pro naše potřeby.

7.7.1 Problémové vyučování

Problémové úlohy tvoří základ všech aktivizačních metod. V každé se řeší určitý problém, který je pomocí aktivizační metody různě pojat, zpracován a řešen. Možností, jak zprostředkovat problém studentům, je více.

7.7.1.1 Postup řešení problémových úloh

Řešení problémových situací ve vyučování neprobíhá samovolně, ale lze je rozdělit do několika postupných fází:³⁰

- Vytvoření problémové situace – vyvolává potřebu řešit problém, problémovou situaci navozuje většinou učitel. Problémové situace mohou ovšem podnítit i spontánně studenti.
- Analýza problémové situace – spočívá v poznání známých a neznámých prvků a závislostí mezi nimi. Ve výuce probíhá analýza většinou studiem a čtením zadání.
- Formulace problému – představuje vrchol předchozí fáze, problém se formuluje nejčastěji pomocí otázky, kterou je vhodné napsat.
- Řešení problému – studenti hledají vazby mezi svými zkušenostmi, znalostmi a vnějšími podmínkami. Hledá se řešení daného problému, odpověď na otázku. To může být provedeno metodou pokus - omyl, nebo na základě intuice, minulé zkušenosti, případně rozumové analýzy.
- Verifikace řešení – v této fázi se ověřuje správnost řešení s cílovými hodnotami a podmínkami řešení. Návrh řešení se porovnává s modely, měřenými hodnotami, zadáním a omezujícími podmínkami.
- Zobecnění řešení problému – zobecnění provádí učitel společně se studenty, řešení se zobecňuje, aby bylo použitelné i pro jiné případy. Po této fázi následuje procvičování a upevňování nových poznatků.

I v tomto případě jsou níže uvedené problémové úlohy specifické. Stanovení a formulace problému jsou jasně dány. Naopak otázky studenti nestanovují žádné. Dále zobecňovat řešení problémů příliš nelze, na to jsou úlohy příliš specifické.

Problémových úloh existuje celá řada a dají se rozlišovat podle mnoha hledisek. Podle způsobu řešení je lze všechny obecně dělit na párové, skupinové a individuální řešení problému.

³⁰ MOŠNA, František a Zdeněk RÁDL. *Problémové vyučování a učení v odborném školství*. Vyd. 1. Praha: RB-PRESS, 1996, 95 s. ISBN 80-902-1660-9.

Metodické listy, které jsou výsledkem této práce, z důvodů obtížnosti úloh, z finančních důvodů a jiných důvodů směřují k partnerské výuce.

Partnerská výuka

Frontální výuka je sice převažující formou vzdělávací práce současné školy, ale v jejím rámci se z logiky edukačního procesu přirozeným způsobem vytvářejí situace, v nichž se prosazuje potřeba individuální práce žáků. Učitelé by měli tyto příležitosti co nejvíce využívat a podle možností rozšiřovat a prohlubovat, poněvadž učební postup má u každého žáka zcela specifický, jedinečný charakter. Výuka by ovšem měla také maximálně zohledňovat výhody práce v malých skupinách, které se vyznačují sociálně-integrativním pracovním stylem. Také hledisko skupinové dynamiky a sociálního učení vede k požadavku, aby se tradiční třída (velká skupina) podle potřeby co nejčastěji členila na menší útvary, v nichž by žáci nacházeli víc možností pro individuální a samostatnou práci.

Samostatná práce jako výuková metoda poskytuje žáku i v běžné frontální výuce řadu možností pro hledání vlastních cest při osvojování učiva a navíc umožňuje využít vlastní učební styl a osobní předpoklady. Samostatná práce ovšem neznamena úplnou absenci pomoci a podpory ze strany učitele, ale naopak vyžaduje cílevědomé a podle potřeb žáka odstupňované podněty. Určitou žádoucí oporu při samostatných učebních aktivitách však žák může najít i u svého souseda. Tak vzniká partnerská spolupráce, párová výuka, práce ve dvojicích.

Partnerskou výukou se rozumí spolupráce žáků při učení v dyadických (dvoučlenných) jednotkách. V rámci frontální výuky partnerská výuka představuje pracovní společenství dvou žáků, usměrňované učitelem, podle jehož instrukcí žáci plní úkoly v souladu s celkovým vyučovacím postupem ve třídě. Práce ve dvojicích poskytuje žákům příležitost k vzájemné pomoci při řešení úkolů.

Práce ve dvojicích se v tradiční, direktivně orientované frontální výuce kupodivu využívá zřídka, ačkoliv jde o metodu, která nevyžaduje žádná náročná opatření ani dovednosti. Výstižně bývá označována jako nevlastní dítě výuky, protože se na ni zapomíná i v případech, kdy by se měla uplatnit: učitelé ji mnohdy vůbec nemají ve svém repertoáru. Vysvětlení lze najít v celkovém převažujícím pojetí výuky, jak v podvědomí učitelů převládá. Jde o koncepci, v níž je žák chápán jako pasivní objekt kultivačního úsilí školy, jako nádoba, kterou má učitel naplnit ušlechtilým obsahem, což lze nejsnadněji provést transmisí, tj. přímým „předáním“ poznatků. V tomto pojetí výuky jakákoliv samostatná práce žáků zdržuje hladký průběh „naplňování“ a pro učitele je zbytečnou komplikací. Také párová nebo skupinová práce je z tohoto pohledu zbytečná.

Podstatou partnerské výuky je vzájemná spolupráce dvou žáků (nejčastěji sousedů v lavici), při níž si žáci vyměňují názory na řešení úloh, srovnávají své postoje, pomáhají si v obtížných situacích, konverzují v cizím jazyce, opravují své chyby, kompenzují své nedostatky atd. Ze strany učitele jde často o nepochopení podstaty a smyslu samostatné, individuální práce žáků, vždyť tradiční výuka spolupráci zakazuje, ba i pronásleduje, poněvadž vnímá žáka jako individuum, jehož výkony se musí co nejčastěji měřit, zařazovat do odpovídající klasifikační škály a kdy spolupráce se ztotožňuje s podvodem, neboť neumožňuje „objektivní“ hodnocení.

Pro partnerskou výuku se osvědčují různé učební aktivity, které vlastně spontánně vyplývají ze susedství dvou žáků:

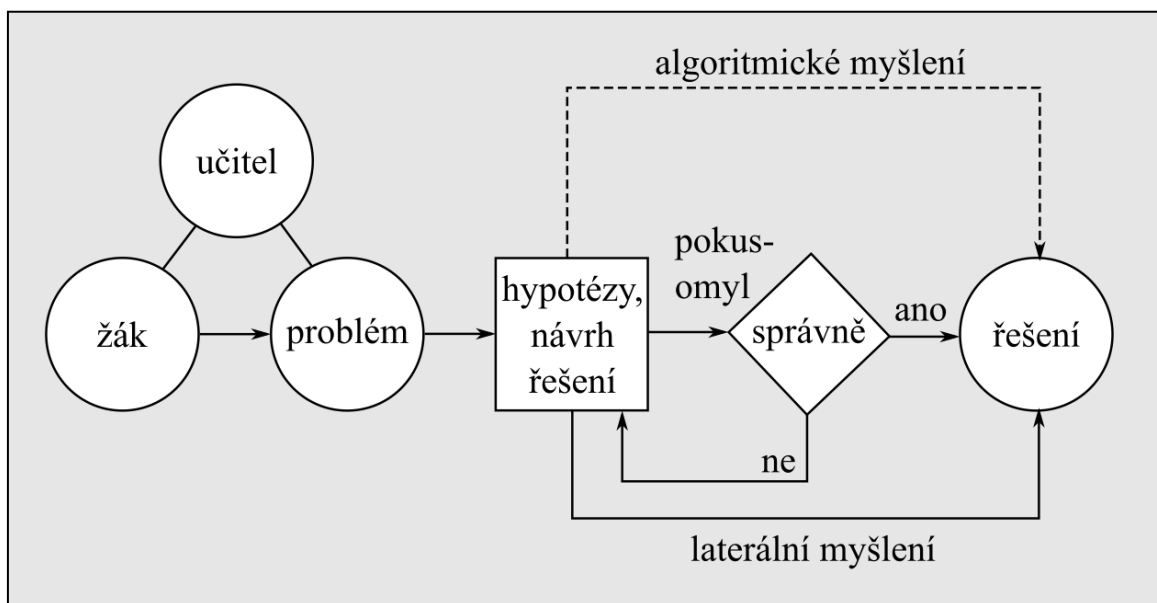
- Společné zpracování některých cvičných úkolů, vyplňování pracovních listů
- Shromáždění informací, údajů, příkladů, materiálů apod.
- Vzájemná spolupráce při zhotovování modelů, kreseb, při přípravě a provádění pokusů, zhotovování výrobků, pořizování audio/video nahrávek
- Partnerský dialog o zadaném problému
- Práce u počítače
- Opakování, procvičování a upevňování učiva
- Kontrola správnosti různých písemných elaborátů a artefaktů, domácích úkolů (např. diktátů, řešení matematických příkladů, úprava výrobků aj.)
- Příprava a formulace otázek pro následný rozhovor nebo diskusi
- Učební hry ve dvojicích, řešení hádanek apod.
- Cizojazyčná konverzace atd.

Párová výuka tvoří nejmenší možnou formu skupinové výuky. Nachází se tak na rozhraní individuální výuky, samostatné práce žáků a skupinové, kooperativní výuky. Čerpá tak výhody obou přístupů a zároveň snižuje dopad negativních vlastností těchto metod výuky.

7.7.3 Metody heuristické, řešení problémů

Heuristika (z řec. heuréka = objevil jsem, našel jsem) je věda zkoumající tvůrčí myšlení, tj. způsob řešení problémů. Jedinci samostatně hledají poznatky, objevují nové souvislosti, a tím si rozvíjejí své myšlení a poznávací procesy a získávají intelektuální dovednosti. Objevování bylo vždy učebním postupem, metodou, kdy mladý jedinec podnikal určité aktivity, aby porozuměl jevům, které ho obklopovaly, a osvojil si potřebné poznatky a dovednosti vedoucí k uspokojení svých potřeb. V současné výuce se úloha heuristických

metod výrazně posiluje, protože společnost klade na školu požadavek rozvíjet aktivní a tvořivé osobnosti. Na rozdíl od tradičních postupů učitel při heuristických metodách sám žákům poznatky přímo nesděljuje, ale vede je k tomu, aby si je sami samostatně osvojovali, přičemž ovšem jim, zejména na začátku, pomáhá, radí a jejich „objevování, řídí a usměrňuje.



Obrázek 8: Metoda objevování (heuristická metoda)

Prostřednictvím heuristických metod se učitel snaží žáky získat pro samostatnou, odpovědnou učební činnost různými technikami, které mají podporovat objevování, pátrání, hledání, jako např. kladením problémových otázek, expozicí různých rozporů a problémů, seznamováním se zajímavými případy a situacemi apod. Tyto strategie a techniky podporující heuristické procesy žáky silně motivují, pomáhají jim osvojovat si potřebné vědomosti a dovednosti, to však neznamená, že mohou zcela nahradit všechny ostatní metody, protože žáci ani z časových důvodů nemohou všechno sami znovu objevovat a prozkoumávat.

Heuristická metoda je časově náročná a kvůli didaktické složitosti vhodná pro zkušené učitele. Nadaní studenti pracují rychleji, učitel je musí brzdít. Vzniká disproportionality mezi studenty. Pro úspěšnou realizaci heuristické metody je velice důležitý správný postup samotného řešení problémů, který následuje.

Učení cestou samostatného objevování představuje neobyčejně významný způsob poznávání a osvojování poznatků, ale pro jeho úspěšnost v podmínkách školy je nezbytné, aby žáci byli vybaveni předběžnými výchozími vědomostmi a dovednostmi a aby cíl, kterého chtějí dosáhnout, jim byl jasný, ale aby byl také přiměřený jejich silám. Hlavním posláním heuristických postupů je podněcovat u žáků samostatné, tvořivé myšlení; k tomu

potřebují zvládnout řadu dovedností a pracovních návyků a úkonů, jako např. vyhledávání, shromažďování, třídění a pořádání dat, údajů a informací, kladení otázek a tvorbu hypotéz, techniku řešení rozporů a problémů atd. Ani při metodě objevování žák nepracuje zcela sám, ale na druhé straně je mu poskytováno hodně prostoru, který se postupně rozšiřuje, aby spoléhal na vlastní síly. Není vždy nutné, aby žák všechny své „objevy“ verbalizoval, protože mnohdy je cennější, aby získal prožitky a chuť poznávat a objevovat.

Za nejefektivnější a nejpropracovanější heuristickou výukovou strategii je považována metoda řešení problémů, problémová výuka, která představuje myšlenkovou variantu učení pokusem a omylem, při níž se subjekt učí ze svých úspěchů, ale také z chyb a nezdarů. Ústřední kategorií této výukové metody je „problém“, jehož vymezení a pojetí určuje též jeho metodické ztvárnění.

Průběh řešení problému se odvíjí ve fázích.

Fáze řešení problému

1. Identifikace problému, tj. jeho postižení, nalezení, vymezení.
2. Analýza problémové situace, proniknutí do struktury problému, odlišení známých a potřebných, dosud neznámých informací.
3. Vytváření hypotéz, domněnek, návrhy řešení.
4. Verifikace hypotéz, vlastní řešení problému.
5. Návrat k dřívějším fázím při neúspěchu řešení.

V praxi našich škol obecné heuristické postupy ani metoda řešení problémů nikterak nepřevažují, spíše se vyskytují zřídka. Hlavním důvodem je zřejmě chybějící dlouhodobá zaměřenost výuky na tyto způsoby práce, ale také nedostatečná připravenost žáků na samostatné a tvůrčí aktivity, což ovšem spolu těsně souvisí. Z četných výzkumů lze vyvodit jednoznačný závěr, že škola se především zaměřuje na hromadění a pamatování informací než na osvojení si schopností vyhledávat důležité informace v textu a dávat vědomosti do souvislostí s vlastními zkušenostmi a potřebami života (zpráva z mezinárodního průzkumu OECD).

Ve výuce matematiky podrobně rozpracoval heuristickou metodu G. Polya a stanovil principy účinného heuristického postupu, které lze aplikovat na veškerou výuku. Jde o princip aktivního učení, motivace a postupnosti (následnosti) jednotlivých fází řešení problému. Žák má ve výuce sám objevovat a hledat řešení úloh, a to na tokové úrovni obtížnosti, které je za daných okolností a podmínek schopen. Výuku je třeba organizovat tak, aby učení přinášelo žáku radostné zážitky a potěšení, přičemž je ovšem nutno postupovat po dílčích krocích od základního seznámení s učivem až k jeho pojmovému

zvládnutí, upevnění myšlenkových operací a k smysluplné aplikaci. Učitelé by měli žákům poskytovat informace a vybavovat je dovednostmi spolu s metodickým návodem k jejich používání. Učitel by také neměl vše vysvětlovat sám, ale měl by nechat žáky hledat vše, co je jim dostupné, přiměřené a odpovídá jejich možnostem.³¹

7.8 Praktické rady pro vytváření metodických listů

Jak již bylo zmíněno, účelem je vytvoření „kuchařky“, která slouží ke kvalitní realizaci výukové hodiny. Vlastní tvorba metodického listu je však také vhodným nástrojem k utřídění myšlenek a uchování nápadů pro další opakování v budoucnosti. Vytvořený metodický list lze rovněž sdílet s kolegy z jiných škol. V podobě, která je uvedena dále, je nejen zdrojem inspirace, ale i skutečného detailního návodu realizace výukové hodiny.

Metodický list může mít dvě podoby, a sice buď obecnou formu popisující možnosti využití aktivizační metody, nebo jde o metodický list „ušitý na míru“ konkrétní výukové hodině v předem daném prostředí, počtu studentů a době realizace (zařazení ve výukovém plánu).

7.8.1 Doporučené náležitosti metodického listu „ušitého na míru“ konkrétní výukové hodině

Zde je uveden vzorový formulář metodického listu pro tvorbu „nové“ výukové hodiny s využitím aktivizačních metod.

Formulář pro přípravu výukové hodiny s využitím aktivizačních metod

1. Název (téma) hodiny
2. Cíle výuky v rámci výukové hodiny.
3. Rámcové zasazení výukové hodiny - ve kterém předmětu, celkový časový rozsah atd.
4. Cílová skupina – pro který ročník, jaký počet studentů, nároky na vstupní znalosti atd.
5. Základní struktura modelové hodiny – rámcový scénář a časové rozvržení v minutách na jednotlivé fáze hodiny.
6. Výklad tématu – podrobné rozpracování obsahové náplně včetně dílčích časových dotací v minutách.
7. Metodika výukové hodiny – forma předání znalostí, použité prameny, podklady pro studenty.

³¹ MAŇÁK, Josef a Vlastimil ŠVEC. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003, 219 s. ISBN 80-731-5039-5.

8. Přehled použitých aktivizačních metod – i způsob vedení cvičení (počty studentů a jejich členění atd.).
9. Pomůcky potřebné k přípravě a realizaci modelové hodiny.
10. Alternativní řešení výukové hodiny, resp. aktivizačních cvičení – příp. obměny či doporučení.
11. Úzká místa modelové hodiny – na co by měl pedagog myslet předem, co se může též přihodit atd.
12. Zakončení hodiny a zpětná vazba – zhodnocení cvičení, shrnutí tématu, reakce studentů, úkoly.
13. Autor výukové hodiny – jméno a škola, kontakt.
14. Datum vytvoření výukové hodiny – důležité pro přehled, jak dlouho je již metoda používána.
15. Krátké shrnutí zkušeností s realizací výukové hodiny s uvedením počtu realizací - dává přehled o tom, jak na základě realizace docházelo k úpravám, vylepšování metodického listu.

Dle tohoto formuláře jsou navrženy vypracovány metodické listy.

8. Metodika

8.1 Metody a techniky sběru dat

V této diplomové práci byla použita metoda kvantitativního výzkumu. Sběr dat pro výzkumnou část práce proběhl prostřednictvím elektronického dotazníku. Dotazník byl, pokud respondent chtěl, anonymní a obsahoval celkem 36 otázek týkajících se tématu. Respondenti ale zdaleka neodpovídali na všech 36 otázkách. Anketa byla silně větvena. Navíc ne všechny otázky byly povinné, tudíž reálný počet zodpovězených otázek byl výrazně nižší.

Otázky byly rozdělené do 3 základních částí: otázky určené učitelům, absolventům a současným studentům. Nejdůležitější a nejobsáhlejší kategorií jsou otázky pro učitele, které mají za cíl získat data pro zodpovězení stanovených hypotéz a vytyčených cílů. Odpovědi studentské a absolventské jsou pak především doplňkové, které přináší pohled na věc z jiného úhlu pohledu. Otázek v těchto kategoriích je výrazně méně.

Otázky v dotazníku byly otevřené, polouzavřené, uzavřené s výběrem jedné možné odpovědi, ale i více možných odpovědí. Dále byla použita také technika škálování a to ve formě jednoduché otázky i ve formě matice.

8.2 Charakteristika výzkumného souboru

Pro potřeby výzkumu v rámci této diplomové práce byli jako výzkumný soubor osloveni středoškolští učitelé, absolventi a studenti středních škol. Elektronický dotazník s průvodním dopisem byl učitelům zasílán na jejich mailu uveřejněné na stránkách jejich školy. Pokud nebyly kontaktní údaje uvedeny, byla sekretářkám poslána žádost o přeposlání dotazníku na vhodné učitele. Školy byly vybírány z veřejně dostupného seznamu středních škol. Takto cílená forma oslovení respondentů měla za výsledek vysokou návratnost dotazníku atakující hranici 15 %.

Studenti a absolventi SŠ byli oslovováni jinou formou. Dotazník byl zveřejněn na mnoha studentských a tematických stránkách sociální sítě Facebook. Dále na profilech vybraných středních škol (studenti) a vysokých škol (absolventi). Odkazy na dotazník byly dále umístěny na komunitních serverech typu Lidé.cz a Spolužáci.cz a na stránkách zaměřených na studijní materiály apod. Z důvodu široké rozmanitosti možných respondentů byl dotazník uvozen dvěma filtračními otázkami, aby se do výzkumného souboru skutečně dostali pouze žadatelé respondentů.

9. Vyhodnocení dotazníkového šetření

Dotazník nebo jeho část vyplnilo celkem 797 respondentů. Z toho 323 učitelů (40,52 %), 172 absolventů (21,58 %) a 218 studentů SŠ (27,35 %). Zbývajících 84 respondentů (10,54 %) se k této otázce nedostalo, neboť nevyhovovali požadovaným kritériím na cílené typy škol. Gymnázia jsou zaznamenána celkem 340 krát (42,66 %), střední školy technicky zaměřené 373 krát (46,80 %) a jinak zaměřené školy, pro jejichž respondenty v tomto místě dotazník končí, 84 krát (10,54 %).

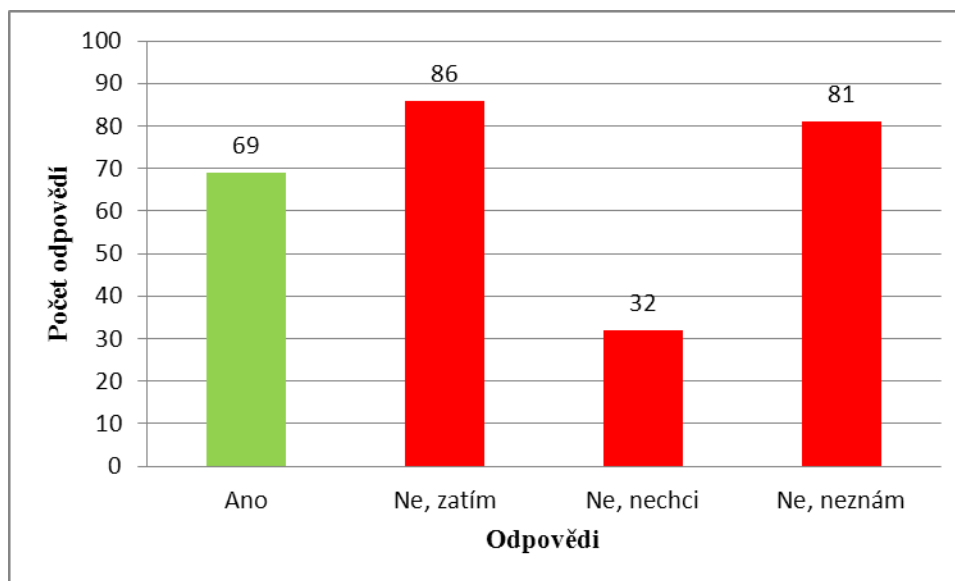
9.1 Vyhodnocení učitelské části dotazníku

Padesát pět učitelů uvedlo, že nevyučují žádný technický předmět. V dotazníku tak dále pokračovalo 268 učitelů především informatických předmětů. Učitelé elektrotechniky a jiných příbuzných technických předmětů tvoří přibližně 19% část.

S robotickou stavebnicí či mikrokontrolérem se setkala převážná část učitelů. Konkrétně 187, kteří se setkali (69,77 %) ku 81, kteří se dosud neseťkali (30,22 %). S velkým náskokem se jedná o sestavu Lego Mindstorms, se kterou se setkalo 113 respondentů. Následuje stavebnice Merkur se 71 odpověďmi. Třetí příčku obsadily mikrokontroléry, se kterými se setkal přibližně každý třetí dotázaný. Ostatní stavebnice jako H&S electronic systems, MLAB, Fischertechnik, Bioloid, ROBO-ROBO znají jen jedinci. Do výuky ale stavebnice či mikrokontroléry zařadilo pouze 69 učitelů (36,89 %). Osmdesát šest kantorů pak v současnosti žádné stavebnice ani mikrokontroléry nepoužívá, ale do budoucna to nevyklučuje (45,99 %). Zbývajících 32 kantorů neplánuje stavebnice používat ani v budoucnu (17,11 %).

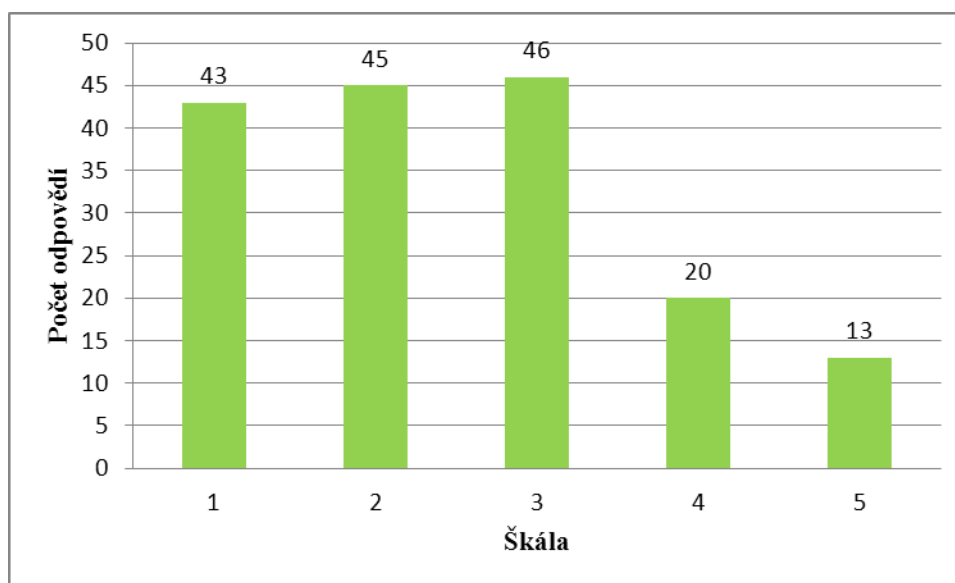
Spojení těchto dvou otázek poskytne odpověď na hypotézu H1. Robotické stavebnice jsou v současné době ve výuce využívány spíše sporadicky. Osmdesát jedna učitelů se s nimi vůbec neseťkalo, tudíž je ani nemohou ve výuce mít nasazené, 86 jich má povědomí, ale dosud je ve výuce neuvítají a 32 o to ani nestojí. Celkem 199 učitelů (74,25 %) robotické stavebnice nepoužívá a jen 69 učitelů (25,74 %) je používá. Hypotéza H1 byla verifikována. Viz následující popisný sloupcový graf 1.

Na následující otázku, jak moc by momentálně učitel/ka uvítal/a možnost zařadit do výuky i praktické ověření teorie pomocí programovatelné modulární platformy, odpovídali respondenti, kteří se dosud s žádnou robotickou stavebnicí neseťkali plus ti, kteří se setkali, ale ve výuce ji zatím nepoužívají, ale do budoucna se tomu nebrání. Jedná se tedy o 167 kantorů, kteří vybírali ze škály 1 až 5, kdy 1 znamená „Velmi bych uvítal/a“ a 5 znamená



Graf 1: Dosavadní užití robotických stavebnic na středních školách

„Vůbec o to nestojím“. Pozitivně odpovědělo 88 kantorů (52,69 %). Čtyřicet šest kantorů neví či je nerozhodných (27,54 %). Zbývajících 33 kantorů o stavebnice momentálně zájem nejeví (19,76 %). Viz graf 2.



Graf 2: Jak moc by kantoři uvítali robotickou stavebnici ve výuce

Klíčová desátá otázka (matice) odpovídá na otázku, o jaké tematické okruhy je mezi kantory zájem. Co má cenu v rámci této práce rozebírat a co nikoli. K matici bylo větvením dotazníku připuštěno zmíněných 167 respondentů. Výsledky reflektuje tabulka uvedená níže. Jen pro doplnění, v závorkách jsou uvedeny příklady komponent, ne přesně definovaný výčet. Respondenti o tom byli informováni.

Tabulka 3: Výsledky matice nabízených okruhů

	Určitě ano	Spíše ano	Nevím	Spíše ne	Určitě ne
Základní elektronické prvky (LED, tlačítko, rezistor)	105	29	19	6	8
Pokročilé el. prvky (displej, klávesnice)	74	53	23	8	9
Senzory, měření veličin (teplota, vzdálenost, osvětlení, infra, reflexní čidlo)	97	37	17	5	11
Ovládání motorů (stejnoseměrný, servo, krokový)	67	51	32	7	10
Spínání velké zátěže (tranzistor, relé)	41	46	52	16	12
Pulzně šířková modulace (otáčky ventilátoru)	46	37	55	16	13
Programování (Python, C)	59	60	31	10	7
LAMP (instalace, konfigurace)	25	44	71	16	11
Převodník (A/D, D/A)	36	41	47	16	11
Zachycení a zpracování obrazu (webkamera, image processing)	45	63	40	9	10
Bezdrátový datový přenos (Wi-Fi, ZigBee, Bluetooth)	39	27	62	23	16
Mikrokontrolér (Raspberry Pi, Arduino, PIC, Atmel)	51	39	53	12	12
Postavení robotického vozítka	56	54	36	8	13

Průměrem bylo zjištěno, které okruhy jsou žádané a které méně. Hodnocení odpovídá tomu školnímu, tzn. čím nižší hodnota, tím lépe. Metodické listy se následně budou věnovat pouze okruhům, které dostaly známku lepší než 2,5.

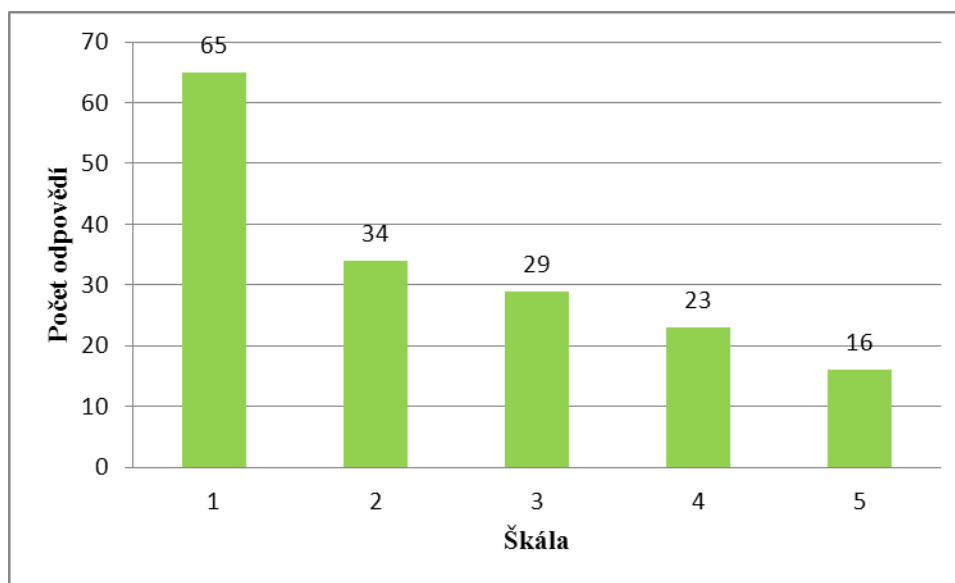
Tabulka 4: Seřazené a ohodnocené okruhy

1.	Základní elektronické prvky (LED, tlačítko, rezistor)	1,700
2.	Senzory, měření veličin (teplota, vzdálenost, osvětlení, infra, reflexní čidlo)	1,778
3.	Pokročilé elektronické prvky (displej, klávesnice)	1,952
4.	Ovládání motorů (stejnoseměrný, servo, krokový)	2,053
5.	Programování (Python, C)	2,077
6.	Postavení robotického vozítka	2,209

7.	Zachycení a zpracování obrazu (webkamera, image processing)	2,257
8.	Mikrokontrolér (Raspberry Pi, Arduino, PIC, Atmel)	2,371
9.	Spínání velké zátěže (tranzistor, relé)	2,473
10.	Pulzně šířková modulace (otáčky ventilátoru)	2,479
11.	LAMP (instalace, konfigurace)	2,664
12.	Bezdrátový datový přenos (Wi-Fi, ZigBee, Bluetooth)	2,700
13.	Převodník (A/D, D/A)	2,712

Zájem o vypracované materiály projevilo celkem 99 učitelů (59,28 %). Z toho 84 na sebe opravdu zanechalo kontakt. Z čehož se dá soudit, že zájem je opravdový a ne jen předstíraný. Dvacet devět (17,36 %) jich je nerozhodných a třicet devět (23,35 %) o metodické listy zájem spíše či vůbec nejví. Z těchto 68 neutrálních a odmítavých postojů také na sebe zanechalo kontakt pouze 10 jedinců.

Učitelé odpovídali opět formou škály 1 až 5, kdy 1 znamená „Velmi uvítal/a“ a 5 zastupuje odpověď „Vůbec o to nestojím“. Z obrázku je zřetelně vidět, že zájem je znatelný, což potvrzuje platnost stanovené hypotézy H2.



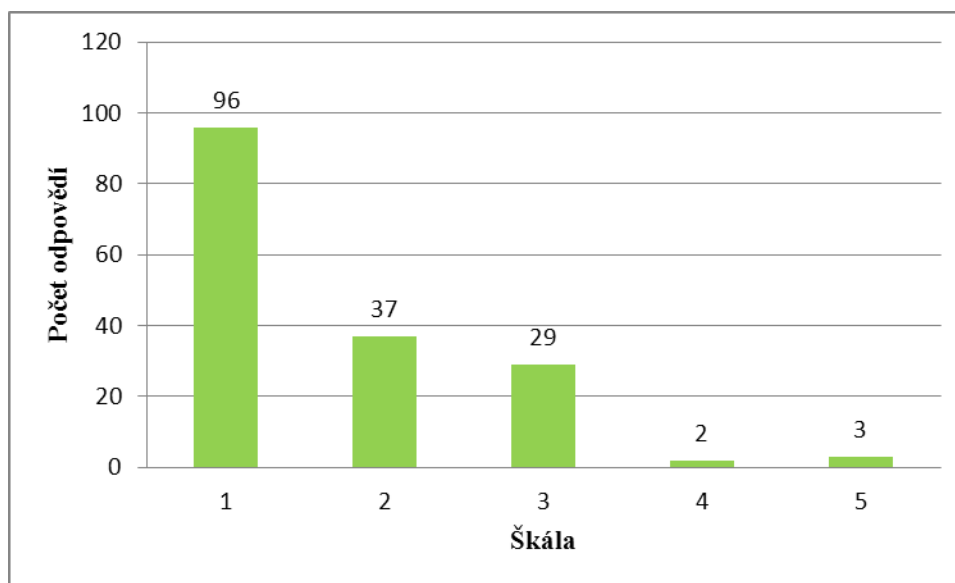
Graf 3: Zájem o vypracované materiály

Tento fakt lze pozorovat i u následující otázky zjišťující zájem o pilotní provoz a případné zaškolení. Kontakty odpovídají respondentům, kteří jevíli zájem i u předchozí otázky. U této otázky lze ale přeci jen pozorovat menší zájem. Největší samostatnou skupinu odpovědí zde tvoří odpověď „Nevím“ s 46 odpověďmi (27,54 %). Skupiny pro a proti jsou pak téměř rovnocenné. Odpověď „Určitě ano“ vybralo 31 učitelů (18,56 %), odpověď „Spíše ano“ 32 učitelů (19,16 %). Odpověď „Spíše ne“ zvolilo 35 kantorů

(20,95 %) a „Určitě ne“ 23 kantorů (13,77 %). Toto vysvětlují a potvrzují další odpovědi týkající se časového plánu a finančních možností.

Na volitelnou otázku, kdy tedy vidí nasazení programovatelné platformy do výuky jako reálné, přišlo 49 odpovědí, které jsou rozmístěné do časového intervalu od září 2016 až do roku 2018.

Hlavním důvodem, proč je nasazení robotických platforem ve výuce na nízkém procentu se jeví cena těchto stavebnic. Devadesát šest kantorů (57,48 %) uvedlo finanční



Graf 4: Cena robotické stavebnice jako limitující faktor

důvody jako vysoce limitující příčinu pro pořízení takovýchto stavebnic. A jako limitující to uvedlo dalších 37 kantorů (22,15 %). Celkem tedy 133 kantorů (79,64 %) uvádí finance jako limitující faktor pro pořízení robotických stavebnic do škol. Pro pouze pět kantorů (2,99 %) nejsou finance omezením. Dvacet devět učitelů (17,36 %) vybralo prostřední možnost, kterou si lze vysvětlit neznalostí finančních možností jejich školy. Cena robotické sestavy není limitující faktor pouze pro naprosté výjimky, což vyvrací hypotézu H3. Cena robotické stavebnice je limitující i pro soukromé střední školy. Bod 1 znamená „Velmi limitující“, bod 5 pak „Cena není limitující faktor“.

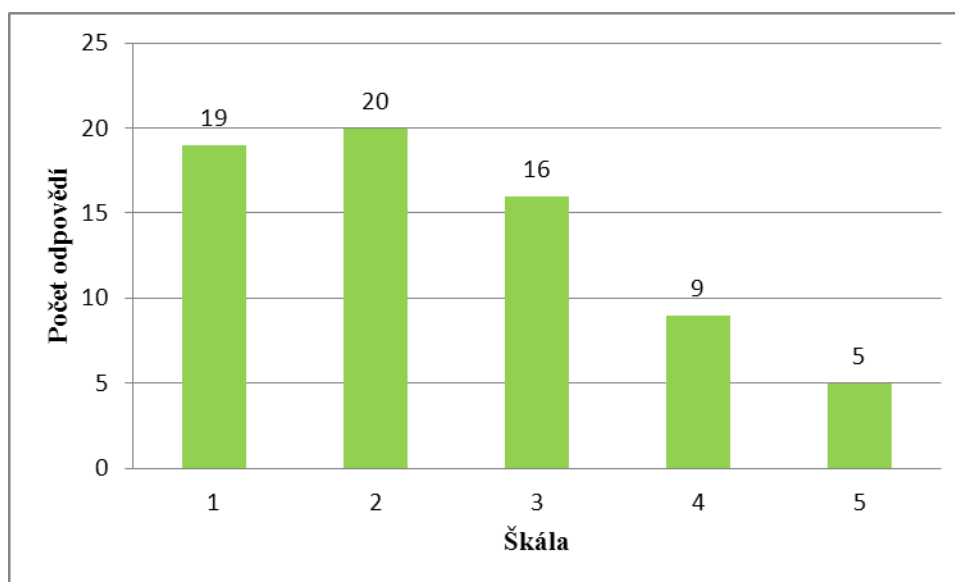
Vzhledem k výše uvedeným cenám za stavebnice se není čemu divit, když jich je do školy potřeba alespoň 15 (dva studenti na jednu sestavu). Každá koruna, o kterou bude otevřená platforma oproštěná od marží a dalších přírážek, se ve výsledku projeví patnácti násobně. Při výběru komponent pro pracovní úlohy musí cena komponent hrát hlavní roli.

Další kritérium pro tvorbu pracovních úloh je hodinová dotace, kterou učitelé mohou či chtějí programovatelné robotické platformě věnovat. Z odpovědí na tuto nepovinnou otázku lze vyčíst, že časové možnosti jsou velmi nízké. Nepravidelně, pouze výjimečně,

např. pár hodin před koncem pololetí může/chce věnovat čas stavebnici 8 dotázaných (7,54 %). Jednu vyučovací hodinu týdně plánuje věnovat stavebnici 33 dotázaných (31,13 %). A alespoň 2 vyučovací hodiny týdně chce strávit výukou se stavebnicí 47 kantorů (44,34 %). Jen výjimečně obsahoval dotazník více než 2 hodiny za týden, proto byly takové možnosti přidruženy do této kategorie. Osmnáct dotázaných nedokázalo odhadnout časové možnosti (16,98 %).

Při tvorbě úloh a obecně metodických listů je na to potřeba brát zřetel a úlohy vytvářet spíše lehké, bez zacházení do detailů, aby za školní rok bylo možné probrat co nejvíce tematických okruhů, o které kantoři projeví svůj zájem. Témat, o která je projevem zájem, je totiž mnoho a času na procvičení je velmi málo. I dvě vyučovací hodiny týdně jsou totiž na procvičení málo. Domácí příprava na výuku s robotickou stavebnicí je znatelně okleštěná oproti předmětům s monologickou výukou a postup je tak pomalejší.

Již zmíněných 69 kantorů, kteří již do výuky robotické stavebnice zapojili, mají s jejich používáním rozporuplné pocity. Spokojeno (známky 1 a 2) je 39 dotázaných (56,52 %). Nespokojeno (známky 4 a 5) udělilo stavebnicím 14 kantorů (20,29 %). Nerozhodných (známka 3) používané stavebnici udělilo zbylých 16 kantorů (23,18 %). Prostor pro možné zlepšení je tedy značný i u této skupiny dotázaných a otevřenou robotickou platformu lze nabídnout i školám, které již nějaké robotické stavebnice používají a chtěly by něco jiného, lepšího.



Graf 5: Spokojenost s užívanými robotickými stavebnicemi

I tato skupina kantorů byla dotázána na hodinovou dotaci. Nepravidelně stavebnici používá 11 kantorů (17,46 %). Přibližně 1 hodinu týdně ji používá 17 kantorů (26,98 %). Dvě a více hodin za týden se stavebnicí věnuje 35 kantorů (55,55 %). Součet kantorů

nedává plný počet dotázaných spadajících do této skupiny, neboť je jednalo o nepovinnou otázku.

Na tomto místě lze porovnat reálná čísla z výuky s robotickými stavebnicemi s odhady učitelů, kteří dosud stavebnice nepoužívají, ale stojí o to. Srovnání uvádí následující tabulka. Tato čísla jsou navíc vypočtena z již poměrně malého vzorku respondentů, tudíž je nelze brát jako reprezentativní vzorek.

Tabulka 5: Porovnání hodinových dotací

Týdenní hodinová dotace	„Roboticky nezkušení“ [%]	„Roboticky zkušení“ [%]
Nepravidelná	9,09	17,46
1 hodina týdně	37,50	26,98
Alespoň 2 hodiny týdně	53,41	55,55

Pracovní úlohy jsou dány možnostmi stavebnice Lego Mindstorms, neboť ve valné většině případů se právě tato stavebnice používá ve výuce dotázaných. Hlavně se jedná o práci se senzory a snímači, výuka základů algoritmizace, využití akčních členů robota, především pak pro jeho pojezd. Obdobné úlohy dělají i vyučující s ostatními typy robotických stavebnic. Největší rozmanitost úloh a jejich obtížnost je vidět v odpovědích učitelů, kteří pracují s Arduino a Raspberry Pi, kteří mají volnou ruku ve své tvorbě a nejsou omezováni krabicovými řešeními. Těchto učitelů je ale bohužel jen minimum.

Otázku týkající se nevýhod používaných stavebnic nelze dost dobře vyhodnotit. Každá odpověď je totiž jiná a značně subjektivní. Navíc s ohledem na cenu je řešení některých nevýhod v současné době nereálné a některé zmíněné nevýhody se budou týkat i níže popsané otevřené platformy. Například přesnost senzorů. Ta je přímo úměrná jejich ceně. Dále je zmíněná malá paměť řídicí jednotky. I zde s kapacitou roste cena. Jako další neduh je zmíněna nedostatečná dokumentace. U čínských komponent, které se z finančních důvodů musí používat je to bohužel smutná, ale běžná praxe. U krabicových řešení jsou učitelé také nespokojeni s malým výberem senzorů či s dobou jejich odezvy. Cílem práce ale není vytvořit dokonalou všeobjímající otevřenou robotickou platformu, nýbrž rozumnou použitelnou stavebnici za co nejnižší cenu. Tudíž se mnoha nedokonalostem nelze vyhnout.

Učitelé, jejichž postoj k zavedení robotických stavebnic do výuky ať již nyní či v budoucnu je striktně odmítavý (32 respondentů), byli dotázáni na důvod, proč je jejich postoj takový, jaký je. Opět se jednalo o otevřenou otázku s širokou škálou odpovědí. Z toho důvodu není nikterak zvlášť vyhodnocena a jsou pouze uvedeny vybrané nejčastější příklady: Nedostatečné časové možnosti, Chybějící finance na pořízení stavebnice,

Charakter a přístup školy k této problematice, Blížící se odchod do důchodu, Přínos pro výuku neodpovídá investici, či „*Nevidím zásadní přínos.*“, „*Myslím si, že to nepatří do výuky na gymnáziu*“.

Finanční otázka se opakuje i u této části respondentů. Při návrhu platformy a výběru komponent bude tedy vždy vybrána nejlevnější komponenta splňující požadovanou funkčnost.

9.2 Vyhodnocení učitelské části dotazníku

Anketa obsahuje otázky i pro příjemce informací ve vzdělávacím procesu, tedy absolventy a studenty. Absolventi zde zaujímají funkci lidí z praxe, kteří mohou posoudit výše zmiňovaný přínos pro výuku a hlavně pro život. Vstupní filtr pro vyplnění ankety je totožný s tím učitelským. Respondent musí být absolventem gymnázia, kterých je 77 (44,76 %) nebo střední školy s technickým zaměřením, kterých je 95 (55,23 %).

Pro zajištění kvality dat mohou v anketě pokračovat pouze absolventi, které od ukončení školy dělí maximálně pět let. Toto omezení bylo zavedeno z důvodu vývoje učebních plánů a možných změn na školách, o kterých již absolvent s vysokou mírou pravděpodobnosti nebude vědět. Toto riziko se zvyšuje s počtem let od opuštění školy. Na druhou stranu je nutné, aby absolvent stihl nasbírat nějaké pracovní zkušenosti a mohl tak posoudit, zda ho škola na praxi připravila. Jako kompromis těchto protichůdných požadavků byla zvolena hranice pěti let od ukončení studia na SŠ.

Tento požadavek nesplnilo 34 respondentů (19,76 %), kteří tak do dalších odpovědí již nezasáhli. Po škole v rozmezí 4 až 5 let má 56 respondentů (32,55 %) a v rozmezí 2 až 3 let 41 respondentů (23,83 %). Dvacet pět respondentů (14,53 %) absolvovalo školu před rokem a 16 jich je zcela čerstvými absolventy SŠ (9,30 %).

Během studií se s robotickou sestavou setkalo pouze 16 absolventů (11,59 %). Bez zkušeností s robotickou platformou prošla středními školami valná většina respondentů, celkem 97 respondentů (70,29 %). Čtrnáct respondentů si již nevzpomnělo (10,14 %). A jedenáct respondentů nevědělo, co to robotická stavebnice či mikrokontrolér vůbec je (7,97 %).

Absolventi se opět výrazně nejčastěji setkali s produktem Lego Mindstorms. Za úkol měli stavebnice oznámkovat jako ve škole. Aritmetickým průměrem odpovědí vyšla nepřilíš lichotivá trojka. Pro účel této práce to je ale opět spíše pozitivní výsledek.

Klíčová absolventská otázka týkající se přínosu pro praxi dopadla následovně: Dvacet dva respondentů by velmi ocenilo, kdyby se stavebnice ve výuce používaly (19,47 %).

Třicet jedna respondentů odpovědělo, že by to asi bylo ku prospěchu (27,43 %). Dvacet šest absolventů označilo odpověď „Nevím, nedokážu říct“ (23,00 %). Devatenáct lidí by to asi neocenovalo (16,81 %), a odpověď, že by to vůbec neocenoval/a označilo 15 absolventů (13,27 %).

Studentských odpovědí dotazník zaznamenal 218. Osmdesát pět (38,99 %) studuje na gymnáziích a 133 (61,01 %) jich studuje na středních školách s technickým zaměřením. Čtyřicet šest studentů navštěvuje čtvrtý ročník (21,10 %), 61 studentů třetí ročník (27,98 %), 69 druhý ročník (31,65 %) a 42 studentů první ročník (19,26 %).

Do styku s robotickou platformou dosud přišlo 34 studentů (15,59 %). Sto jedna zatím nepřišlo (46,33 %). Ostatních 83 studentů neví, co to robotická stavebnice je (38,07 %). A opět se jedná o školami oblíbené Lego Mindstorms, které v odpovědích dominuje. Následuje pak stavebnice Merkur. Současní studenti stavebnice hodnotí o něco lépe než absolventi. Aritmetický průměr ohodnocení stavebnic vychází 2,4.

Studenti, kteří se stavebnicemi ještě nepřišli do styku (především studenti prvních dvou ročníků) by velmi uvítali výuku na robotických stavebnicích. Průměr odpovědí ze škály: velmi uvítal (možnost 1) – vůbec neuvítal (možnost 5) činí 1,3. Očekávání jsou tedy veliká.

10. Metodické listy

Kapitoly o robotice a aktivizačních metodách ve výuce byly do práce umístěny záměrně, aby poskytly potřebné vzdělání související s předkládanými projekty. Čtenářům jsou poskytnuty informace nejen o tom, jak projekty postavit, ale aby také pochopili, proč projekty fungují tak, jak jsou navrženy.

Stavba projektu samotná je zážitek přinášející uspokojení, ale pochopení, proč a jak projekt funguje, je mnohem důležitější. Pokud student vynaloží svůj čas a energii k oživení většiny, nebo dokonce všech projektů v těchto metodických listech, může dosáhnout mnohostranného nárůstu zkušeností s počítačem Raspberry Pi. I autor sám se toho spoustu naučil, když tvořil listy a úlohy. Někdy to šlo velmi dobře, jindy to takový úspěch nebyl. Ale vždy u toho byla radost z experimentování. Albert Einstein jednou řekl: *„Ten, kdo se nikdy nedopustil omylu, nikdy nezkusil nic nového.“*

Složitost úloh od začátku do konce metodických listů narůstá. A stejně by měly narůstat i vaše zkušenosti a důvěra v práci s Linuxem a programovacím jazykem Python. Proto je vhodné držet se uvedeného pořadí. Skočit rovnýma nohama do kteréhokoli z projektů si mohou dovolit zkušení vývojáři, což studenti rozhodně nebývají.

Uvedené programy v jazyce Python asi nejsou vždy napsány v optimálním tvaru, i když jsou pro příslušné projekty plně funkční. Existuje mnoho způsobů, jak vyvinout fungující program. Některé jsou lepší než jiné – nemusí být nutně jen správné nebo špatné. Z toho důvodu jsou programy psány tak, aby byly co nejjednodušší a nejsrozumitelnější.

Všechny projekty lze rozšiřovat, upravovat či kombinovat podle individuálních přání. Je to zaručený způsob, jak dosáhnout lepšího pochopení podstaty a jak zvyšovat svou zručnost. Schopnost experimentovat byla popsána jako jedna z nejdůležitějších vlastností, které zaměstnavatelé požadují od svých zaměstnanců v 21. století.³²

10.1 Společné atributy pro vypracované metodické listy

Cíle výuky v rámci výukové hodiny

Seznámit posluchače s danou problematikou, senzorem, součástíkou, fyzikálním jevem atd.

³² NORRIS, Donald. *Raspberry Pi: projekty*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2015, 264 s. ISBN 9788025143469.

Rámcové zasazení výukové hodiny

Pro všechny úlohy je předpokládáno využití v předmětech, jako jsou mikroprocesorová technika či počítačové řídicí systémy a jim podobné.

Cílová skupina

Vhodnými studenty jsou lidé, kteří mají alespoň elementární povědomí o procedurálním programování. Zároveň tato předmětová oblast je vhodná pro praktickou část maturitní zkoušky. Z toho vyplývá, že vhodné zařazení je od 2. ročníku do 1. pololetí 4. ročníku.

Další vhodné zařazení je v zájmových kroužcích a volitelných předmětech, na kterých se studenti finančně podílí. Zároveň jich je v těchto kroužcích menší počet než v běžné třídě, což příznivě napomáhá řešení finanční náročnosti.

Metodika výukové hodiny

Úvod do problematiky a teorie je podán monologickou formou učitelem. Učitel definuje problém/úkol, jeho možné řešení, promítne schéma zapojení. Pak již studenti pracují ve skupinkách samostatně a kantor zastává již pouze pozici konzultanta. Z metodických listů může učitel snadno vyhotovit podklady pro studenty.

Přehled použitých aktivizačních metod

Jak je již patrné z teoretické části práce, která svým obsahem směřovala právě k těmto metodickým listům, pro výuku se počítá s využitím heuristické metody a párové výuky. V případě nedostatečného počtu zařízení, mohou žáci tvořit skupiny po třech. Pro větší skupiny přestává metoda nabývat na významu. Proto rozdělení, prosím, dodržujte.

Předpoklady pro užití metodických listů

Metodické listy již předpokládají, že kantor a ještě lépe i studenti mají alespoň základní znalosti o následujících pojmech: Nahrání systému Raspbian na kartu SD, konfigurace a základní obsluha Raspberry Pi, připojení k (bezdrátové) síti, správa systému Linux, programování v jazyce Python, rozmístění GPIO pinů, vzdálený přístup přes SSH nebo grafické VNC.

Společné potřebné vybavení pro většinu úloh a jeho cena

Tabulka 6: Nutné komponenty

Položka	Přibližná cena [Kč]
Raspberry Pi 2 Model B	1 039
Paměťová karta Micro SDHC 16 GB	190

USB WiFi adaptér	230
Externí zdroj napětí (micro USB, 1 A)	80
Deska pro nepájené plošné spoje MB-102	100
Sada propojek (40 ks)	45
Cena celkem	1 684

Úzká místa modelové hodiny

Úzkým místem je pravděpodobně časová náročnost, neboť ta je závislá na zdatnosti studentů a nárocích učitele. Proto se na odhadovanou časovou náročnost dané úlohy rozhodně nelze spoléhat.

Literatura

Metodické listy jsou sepsány na základě úloh popsanych v literatuře uvedené v sekci Použité zdroje. Konkrétně se jedná o knihy: [23], [14], [50], [20].

Autor

Autorovy iniciály a škola jsou uvedeny na titulní straně práce.

Datum vytvoření výukové hodiny

K sepsání metodických listů došlo v druhé polovině roku 2015. V současné době (přelom 2015/2016) jsou metodické listy používány jen ojediněle. O něco větší nasazení lze očekávat v druhém pololetí školního roku 2015/16 a především pak v následujícím školním roce 2016/2017.

10.2 Vypracované metodické listy

Uváděné ceny komponent v metodických listech jsou přejaté z internetového obchodu eBay.com a platné k 14. listopadu 2015.

10.2.1 Hardwarový Hello World! – LED

Úloha

Rozsviňte a rozblíkejte LED pomocí Raspberry Pi

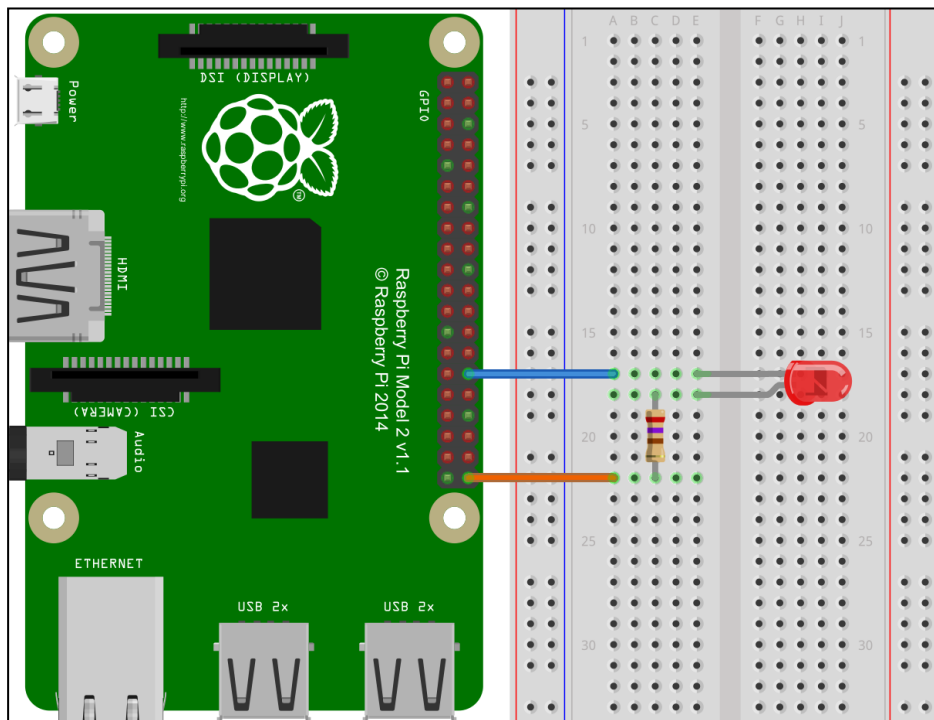
Řešení

Katodu diody připojte na GND pin a anodu přes sériově zapojený rezistor na některý z programovatelných GPIO pinů. Rezistor slouží k omezení protékajícího elektrického proudu. Pro většinu diod bude vhodný rezistor o velikosti 470 Ω či 1 k Ω .

Potřebné vybavení a jeho cena:

- Rezistor vhodné velikosti 1 Kč
- LED 1 Kč

Zapojení ilustruje následující schéma.



Obrázek 9: Připojení LED k Raspberry Pi

Když je LED zapojena, je třeba ji rozsvítit a také zhasnout pomocí následujících příkazů jazyka Python. Pro ovládání pinů je zapotřebí knihovna RPi.GPIO. Konzoli pro zadávání příkazů jazyka Python spusťte v terminálu s administrátorskými oprávněními a zadejte následující příkazy:

```
$ sudo python
>>> import RPi.GPIO as GPIO
>>> GPIO.setmode(GPIO.BCM)
>>> GPIO.setup(21, GPIO.OUT)
>>> GPIO.setup(21, True)
>>> GPIO.setup(21, False)
```

Předposlední příkaz diodu rozsvítí, poslední pak zhasne.

Diskuse

LED diody jsou velmi užitečné, levné, ale je potřeba dávat pozor při jejich zapojování. Pokud jsou připojeny přímo ke zdroji napětí (jako jsou v tomto případě GPIO piny), který poskytuje napětí vyšší jak cca 1,7 V, budou diody odebírat příliš vysoký proud, který může vést až ke zničení samotné LED.

Vždy byste měli zapojovat do série k LED rezistor. Rezistor je umístěn mezi LED a zdroj napětí, což omezuje velikost proudu, který teče přes LED na úroveň, která je bezpečná jak pro LED, tak pro GPIO pin, který obvod ovládá.

GPIO piny Raspberry Pi poskytují pouze 3 až 5 mA podle typu modelu. LED diody se obvykle rozsvítí již při proudu vyšším než 1 mA, ale s vyšším proudem roste jejich jas. Tabulka 7 může sloužit jako vodítko pro výběr správného rezistoru na základě typu LED. Tabulka též znázorňuje přibližný proud, který bude obvodem protékat.

Tabulka 7: Výběr sériových rezistorů pro LED diody a 3,3 V GPIO pin

Typ LED	Rezistor	Proud (mA)
Červená	470 Ω	3,5
Červená	1 k Ω	1,5
Oranžová, žlutá, zelená	470 Ω	2
Oranžová, žlutá, zelená	1 k Ω	1
Modrá, bílá	100 Ω	3
Modrá, bílá	270 Ω	1

Jak je vidět, ve všech případech je bezpečné použít 470 Ω odpor. Pokud používáte modrou nebo bílou LED, můžete sáhnout po nižším odporu.

Pokud byste ruční blikání LED z konzole chtěli provádět automaticky, je příkazy nutné zapsat jako program. Následující příkazy stačí zkopírovat do IDLE či textového editoru a uložit. Program se nachází i na příloženém CD pod názvem *LED.py*.

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time

GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(21, GPIO.OUT)

while (True):
    GPIO.output(21, True)
    time.sleep(0.5)
    GPIO.output(21, False)
    time.sleep(0.5)
```

Nezapomeňte, že program musíte spouštět s administrátorskými oprávněními. Je to z důvodu přístupu k GPIO pinům. Příkaz, kterým program spustíte, tedy bude vypadat následovně:

```
$ sudo python LED.py
```

Přibližná časová náročnost: 60 min

10.2.2 Bzučák

Úloha

Zprovozněte bzučák.

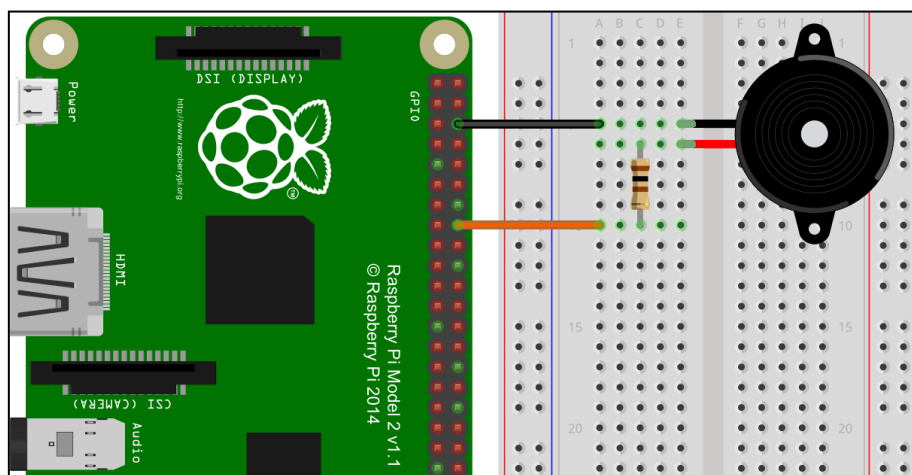
Řešení

Použijte piezoelektrický bzučák a připojte ho na GPIO piny.

Potřebné vybavení a jeho cena:

- Bzučák 5 V 5 Kč
- Rezistor 470 Ω 1 Kč

Většina malých piezo bzučáků bude bezproblémově fungovat dle zapojení na obrázku č. 10. Bzučáky lze připojit přímo na Raspberry Pi. Jejich proudový odběr je velmi nízký. Pokud však chcete používat nějaký větší bzučák, je bezpečné předradit mu odpovídající odpor, např. 470 Ω .



Obrázek 10: Zapojení piezo bzučáku

Zkopírujte následující kód do IDLE nebo textového editoru a uložte jej. Kód je též v příloze na CD uložen pod názvem *piezo.py*.

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time

buzzer_pin = 26
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(buzzer_pin, GPIO.OUT)

def buzz(pitch, duration):
    period = 1.0 / pitch
    delay = period / 2
    cycles = int(duration * pitch)
    for i in range(cycles):
        GPIO.output(buzzer_pin, True)
        time.sleep(delay)
        GPIO.output(buzzer_pin, False)
```

```

        time.sleep(delay)

while True:
    pitch_s = raw_input("Zadejte frekvenci (200 - 2000): ") # Hz
    pitch = float(pitch_s)
    duration_s = raw_input("Zadejte dobu (sec): ")
    duration = float(duration_s)
    buzz(pitch, duration)

```

Když program spustíte, budete dotázáni na frekvenci v hertzech (Hz) a poté na dobu trvání vyluzovaného zvuku ve vteřinách:

```

$ sudo python piezo.py
Zadejte frekvenci (200 - 2000): 555
Zadejte dobu (sec): 5

```

Diskuse

Piezo bzučáky nemají široký rozsah frekvencí a ani kvalita zvuku není příliš valná. Nicméně určitý rozsah frekvencí zvládnou. Frekvence, kterou kód generuje je jen velmi přibližná. Program funguje tak, že jednoduše spíná a vypíná pin 26 a prokládá to krátkým zpožděním mezi změnami stavu. Zpoždění je vypočítáno dle zadané frekvence. Čím vyšší frekvence, tím kratší musí být prodleva.

Přibližná časová náročnost: 60 min

10.2.3 Tlačítko s LED

Úloha

Připojte k Raspberry Pi tlačítko, které když stisknete, rozsvítí LED. Opětovný stisk tlačítka LED zhasne.

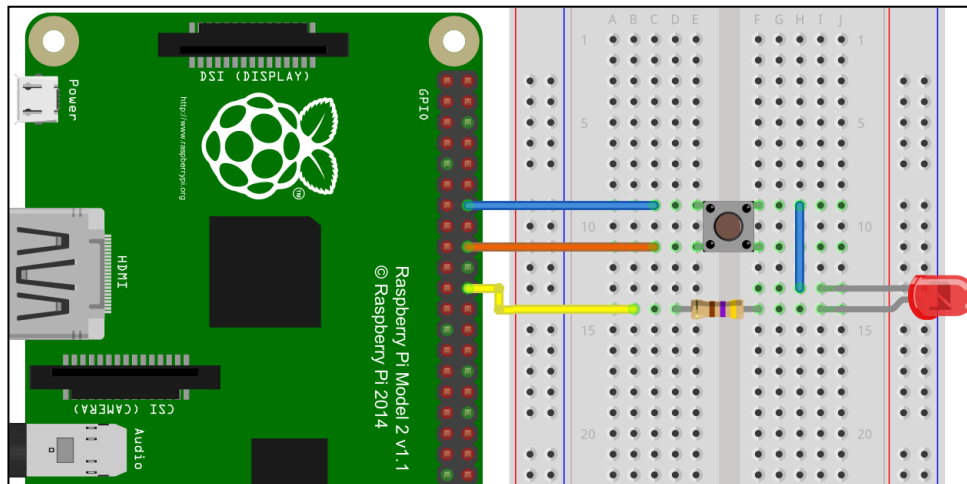
Řešení

Připojte na GPIO piny tlačítko a LED s rezistorem. Pro detekci stisku tlačítka a ovládání LED použijte RPi.GPIO knihovnu.

Potřebné vybavení a jeho cena:

- Tlačítko 1 Kč
- LED 1 Kč
- Rezistor vhodné velikosti 1 Kč

Na schématu jsou komponenty zapojeny.



Obrázek 11: Zapojení tlačítka a LED

Otevřete váš oblíbený textový editor a zkopírujte do něj následující kód. Na přiloženém CD je program uložen po názvem *button.py*. Program rozsvítí, potažmo zhasne LED diodu, když dojde ke stisku tlačítka:

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time

GPIO.setmode(GPIO.BCM)

button = 19
LED = 16
led_state = False

GPIO.setup(button, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_UP)
GPIO.setup(LED, GPIO.OUT)

while True:
    input_state = GPIO.input(button)
    if input_state == False:
        print('Stiskl jste tlacikto.')
        if led_state == False:
            GPIO.output(LED, True)
            print('LED sviti.')
            led_state = True
        else:
            GPIO.output(LED, False)
            print('LED nesviti.')
            led_state = False
        time.sleep(0.2)
```

Program je samozřejmě nutné spustit s administrátorskými oprávněními.

```
$ sudo python button.py
Stiskl jste tlacitko.
LED sviti.
Stiskl jste tlacitko.
LED nesviti.
```

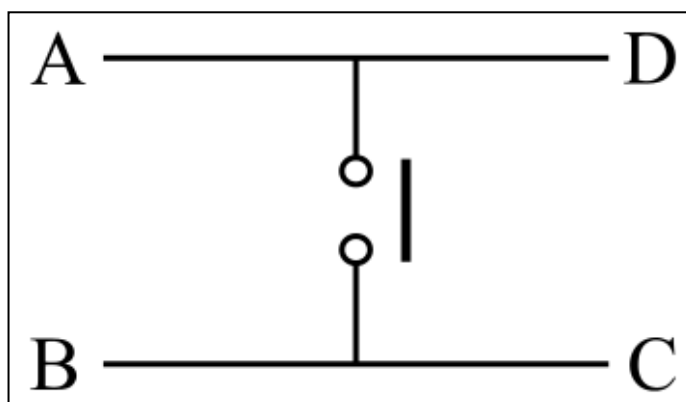
Diskuse

Můžete si všimnout, že tlačítko je zapojeno tak, že při stisknutí propojí pin 19, který je nastaven na vstup, s GND. Vstupní pin je obvykle pomocí volitelného argumentu

`pull_up_down = GPIO.PUD_UP` napájen 3,3 V. To znamená, že když pomocí `GPIO.input` čtete vstupní hodnotu na pinu a stisknete tlačítko, zjištěná hodnota bude `False`. Je to trochu nelogické, ale je to tak.

Každý GPIO pin má softwarově nastavitelné pull-up a pull-down rezistory. Když je pin nastaven na vstup, lze tyto rezistory povolit buď oba, jeden, či žádný pomocí `pull_up_down` parametru v `GPIO.setup`. Pokud je parametr vynechán, není rezistor povolen ani jeden. To má za následek, že na hodnotu pinu se nelze spoléhat. Může být log. 0 i log. 1. Záleží na okolním elektrickém šumu. Pokud je nastaveno `GPIO.PUD_UP`, pull-up rezistor je povolen (log. 1). Pokud `GPIO.PUD_DOWN`, je povolen pull-down rezistor (log. 0).

Dalo by se očekávat, že tlačítka budou mít 2 kontakty, které jsou buď otevřené, nebo zavřené. Některé mají opravdu jen 2, ale většina má kontakty 4. Vnitřně jsou ale kontakty zapojeny tak, že tlačítko opravdu spíná pouze 2 vodiče. Kontakty A-D a B-C jsou spojeny trvale. Viz obrázek č. 12.



Obrázek 12: Vnitřní zapojení tlačítka o 4 vývodech

Přibližná časová náročnost: 45 min

10.2.4 Přerušení (Interrupt)

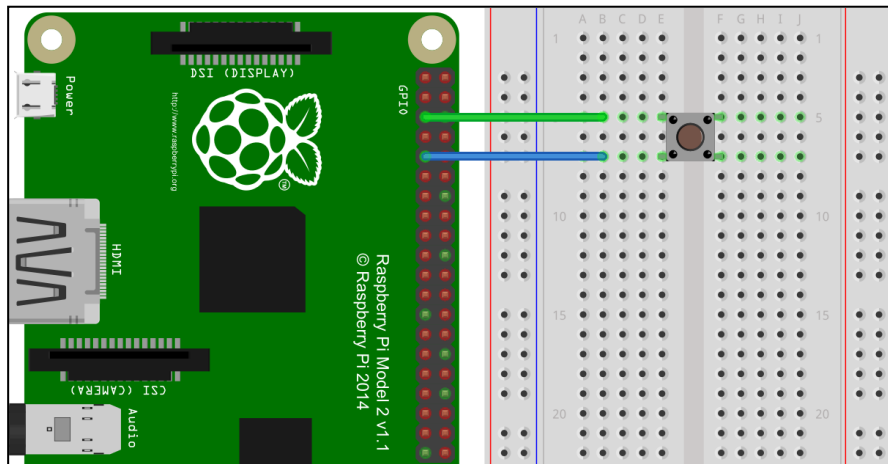
Úloha

Zareagujte na nějakou událost, např. na stisk tlačítka, aniž byste museli neustále kontrolovat vstupní pin, abyste zjistili, zda došlo ke změně jeho stavu.

Řešení

Použijte `add_event_detect()` funkci z `RPi.GPIO` knihovny.

Následující příklad ukazuje, jak můžete zajistit a vykonat obsluhu přerušení, když zmáčknete tlačítko. Zapojte komponenty dle nakresleného schématu. Vystačí si s pouhým tlačítkem a dvěma propojkami.



Obrázek 13: Externí interrupt vyvolaný stiskem tlačítka

Otevřte textový editor a zkopírujte do něj následující kód. Opět je možné kód stáhnout i z příloženého CD. Program se tam jmenuje *interrupt.py*. Tento kód průběžně vypisuje hodnotu proměnné, která se každou vteřinu inkrementuje a zahlásí, pokud dojde ke stisku tlačítka:

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time

GPIO.setmode(GPIO.BCM)

def my_cback(channel):
    print('Externí preruseni.')

GPIO.setup(3, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_UP)
GPIO.add_event_detect(3, GPIO.FALLING, callback=my_cback)

i = 0
while True:
    i = i + 1
    print(i)
    time.sleep(1)
```

Pokud program spustíte s administrátorskými oprávněními a budete mačkat na tlačítko, uvidíte v konzoli podobný výpis jako je zde:

```
$ sudo python interrupt.py
1
2
Externí preruseni.
3
Externí preruseni.
Externí preruseni.
4
Externí preruseni.
```

Diskuse

Stisk tlačítka lze detekovat i prostou nekonečnou smyčkou zjišťující stav GPIO pinu, tak jak je tomu v předchozí úloze. Nevýhodou takového řešení je, že nelze dělat nic jiného, než že se zjišťuje stav vstupního pinu. Druhou nevýhodou je, že pokud by stisk tlačítka byl

příliš rychlý, nemuselo by k jeho zachycení vůbec dojít. V anglické literatuře je tento přístup označován jako *polling*.

Přerušení (interrupt) fungují jinak. Umožňují nám přiřadit funkci ke konkrétnímu pinu tak, že když dojde ke změně stavu pinu, ať už z log. 0 na log. 1 či naopak, dojde ke spuštění funkce (obslužné rutiny přerušení). Tento přístup je použit právě v této úloze. Nejprve se deklaruje funkce s názvem `my_callback()`, která očekává jeden argument. Tento argument určuje vstup, který spustil přerušení. Toto řešení umožňuje použít stejnou funkci pro více přerušení.

V předloženém případě funkce vypíše pouze zprávu, že došlo ke stisku tlačítka. Propojení pinu s obsluhou přerušení provádí tento řádek:

```
GPIO.add_event_detect(3, GPIO.FALLING, callback=my_cback)
```

První parametr určuje pin (3), druhý pak nabývá hodnoty `GPIO.FALLING` či `GPIO.RISING`. Jak již název napovídá, `FALLING` použijeme, když chceme detekovat změnu na pinu z log. 1 na log. 0 (jako je tomu v tomto demonstračním případě) a `RISING` pro detekci opačné změny stavu. Druhý případ by se použil, pokud bychom chtěli detekovat uvolnění stisku tlačítka.

Obslužná rutina nezastaví vykonávání hlavní smyčky programu. Její vykonání bude prováděno samostatně paralelně s vykonáváním hlavního programu.

Levná tlačítka mají často tendenci k zákmitům. To znamená, že přechod mezi stavy 1 – 0 – 1 není takto ideální, ale v reálu vypadá např. takto: 1 – 0 – 1 – 0 – 1. Program v takovém případě zaregistruje 2 stisky tlačítka, byť došlo pouze k jednomu stisku. Pokud ve své výuce budete používat tato levná tlačítka, určitě to ve výstupu programu též zaregistrujete.

Tyto zákmity lze softwarově odfiltrvat. V jiném než takto triviálním použití tlačítka by totiž mohly mít velmi nežádoucí efekt, kdyby bylo opakovaně obsluhováno přerušení, které ve skutečnosti nemělo nastat. Pro eliminaci zákmitů stačí při volání funkce `add_event_detect()` přidat další parametr. Jedná se o hodnotu `bouncetime`, která je zadávána v milisekundách.

```
GPIO.add_event_detect(3, GPIO.FALLING, callback=my_cback, bouncetime=100)
```

Přibližná časová náročnost: 45 min

10.2.5 Detekce pohybu

Úloha

Detekujte pohyb pomocí infračerveného senzoru.

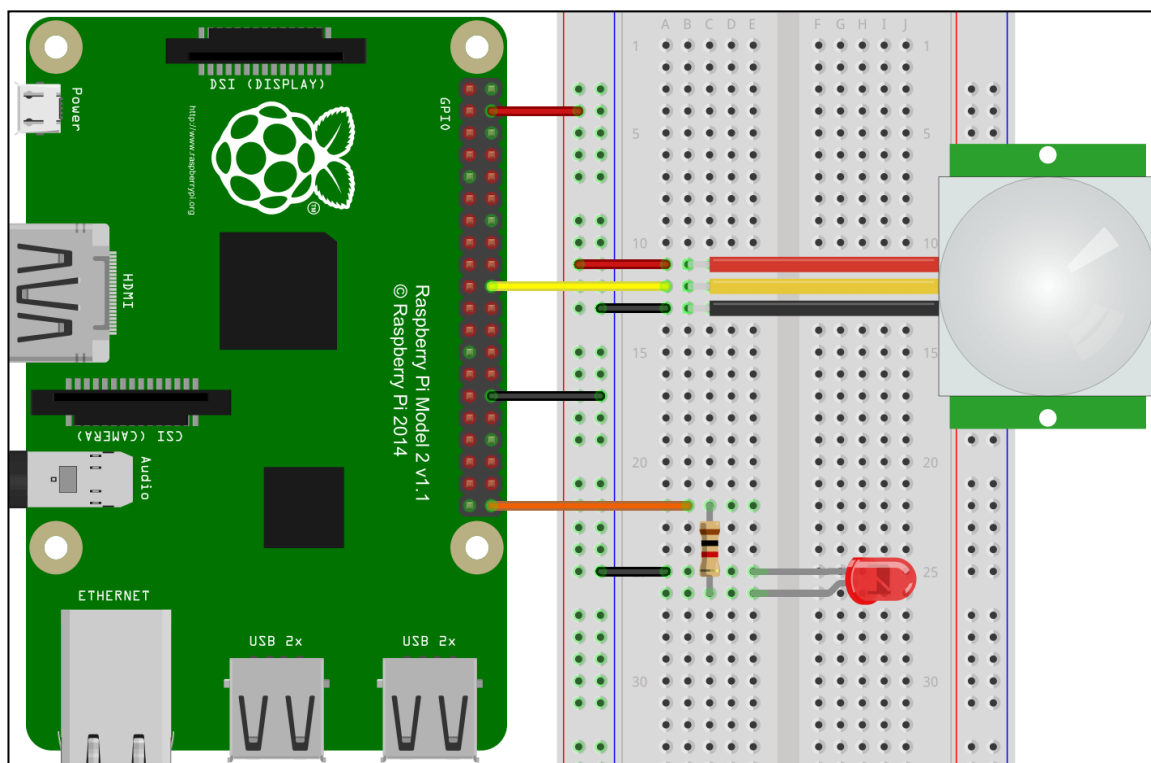
Řešení

Použijte PIR (passive infrared) detektor pohybu.

Potřebné vybavení a jeho cena:

- Mini PIR HC-SR505 45 Kč

Obrázek č. 14 ukazuje možný způsob zapojení senzoru a LED, která signalizuje zaznamenaný pohyb. Použitý senzor je napájen 5 V a jeho výstupní pin poskytuje 3,3 V, tudíž je pro používání s Raspberry Pi ideální.



Obrázek 14: Zapojení PIR detektoru pohybu

Pokud máte v úmyslu používat jiný senzor, zkontrolujte si v katalogovém listu jeho výstupní napětí. Pokud by bylo vyšší, např. 5 V, použijte odporový dělič, jako je tomu v úloze se sonarem, abyste na GPIO pin připojili bezpečných 3,3 V.

Do textového editoru zkopírujte následující kód. Na CD ho naleznete pod názvem *PIR.py*.

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time

GPIO.setmode(GPIO.BCM)
PIR = 20
LED = 21

GPIO.setup(PIR, GPIO.IN)
GPIO.setup(LED, GPIO.OUT)

while True:
    input_state = GPIO.input(PIR)
    if input_state == True:
        print('Zaznamenan pohyb!')
        GPIO.output(LED, True)
```

```
time.sleep(1.8)
GPIO.output(LED, False)
```

Výstup programu se bude kromě LED signalizace promítat i do konzole.

```
$ sudo python PIR.py
Zaznamenan pohyb!
Zaznamenan pohyb!
Zaznamenan pohyb!
```

Diskuse

U modulů, které jsou větších rozměrů, lze pomocí trimru, který je na plošném spoji společně s PIR, nastavit dobu, po kterou má zůstat výstup v log. 1. Používá se to např. u venkovního osvětlení, abyste u domu viděli na cestu a nezakopli. Po několika vteřinách se výstup vrátí do log. 0 a světlo tak samo zhasne.

Přibližná časová náročnost: 45 minut

10.2.6 Sledování černé čáry

Úloha

Detekujte, pod kterým senzorem se nachází černá čára.

Řešení

Použijte tři senzory, které obsahují infračervenou diodu a infračervený tranzistor v jednom pouzdře. Vyrábí je více firem a je tak možné zakoupit např. senzory s označením TCRT5000, CNY70 či QRD1114 a to ve více variantách. Nejlevnější varianta prostého senzoru (4 Kč) však není vhodná. Každý senzor má 4 vývody a každý k sobě potřebuje 1 rezistor. Navíc u takového senzoru nelze regulovat citlivost. Lepší varianta je senzor na plošném spoji (30 Kč), který již má jen 3 piny a obsahuje i trimr, takže lze řídit citlivost.

Existuje však ještě lepší varianta, která je vhodná pro naše potřeby. Na jedné destičce jsou 3 TCRT5000 senzory, které mají 1 společný trimr pro řízení citlivosti. Vyvedených je 5 pinů. Napájení, zem a jeden pin pro každý senzor, který detekuje čáru. Na trhu je k dostání ještě obsáhlejší verze, která obsahuje 5 senzorů a každý z nich má vlastní trimr pro řízení citlivosti (199 Kč). Takový senzor je vhodný, pokud byste chtěli stavět robota, který bude sledovat čáru při jízdě ve vyšší rychlosti.

Potřebné vybavení a jeho cena:

- Tracker Sensor 3CH 99 Kč

Neboť je zatím stavba pojízdného vozítka teprve před námi, bude reakce na detekci čáry pouze výpis do konzole. Do textového editoru zkopírujte následující kód. Na příloženém CD ho naleznete uložený pod názvem *tracker.py*.

```

import RPi.GPIO as GPIO
import time

GPIO.cleanup()
GPIO.setmode(GPIO.BCM)

LEFT = 17
CENTRE = 27
RIGHT = 22

GPIO.setup(LEFT, GPIO.IN)
GPIO.setup(CENTRE, GPIO.IN)
GPIO.setup(RIGHT, GPIO.IN)

def Left():
    print "Cara vlevo. Zatacim doprava."

def Centre():
    print "Cara uprostred. Pokracuji rovne."

def Right():
    print "Cara vpravo. Zatacim doleva."

while True:
    line_left = GPIO.input(LEFT)
    line_centre = GPIO.input(CENTRE)
    line_right = GPIO.input(RIGHT)

    if line_left == 0:
        Right()
        time.sleep(0.5)
    elif line_centre == 0:
        Centre()
        time.sleep(0.5)
    elif line_right == 0:
        Right()
        time.sleep(0.5)
    else:
        print "Nevidim caru. Asi jsem se ztratil :("
        time.sleep(0.5)

```

Po spuštění s administrátorskými právy bude výstup programu do konzole tohoto formátu:

```

$ sudo python tracker.py
Cara vlevo. Zatacim doprava.
Cara uprostred. Pokracuji rovne.
Cara vpravo. Zatacim doleva.
Cara vpravo. Zatacim doleva.
Nevidim caru. Asi jsem se ztratil :(
Nevidim caru. Asi jsem se ztratil :(

```

Diskuse

Tyto senzory mají analogový výstup. Podle barvy podložky se odrazí množství světla, které adekvátně tomu otevře tranzistor. Pakliže ale detekujeme pouze krajní stavy, tedy černá barva a nečerná barva, degradujeme výstup senzoru na digitální, který je však pro tyto potřeby plně dostačující.

Černá barva odráží světlo pouze minimálně. Pokud se tedy objeví pod senzorem, odrazí pouze minimum záření na tranzistor a ten se tak otevře pouze minimálně. Raspberry Pi tak na svém pinu detekuje logickou nulu. Ostatní senzory, které se nad čárou momentálně nacházejí, nebudou, budou mít na svém výstupu log. 1. Proto se v kódu testuje podmínka na nulu, což se může na první pohled jevit nesmyslně.

Reálné využití senzoru si můžete ověřit při stavbě robotického vozítka, které si můžete postavit v rámci předposledního metodického listu s pořadovým číslem 14. Tam již senzor slouží pro reálné navádění vozítka po čáře.

Přibližná časová náročnost: 45 min

10.2.7 Klávesnice 4×4

Úloha

Komunikujte pomocí jednoduché klávesnice s Raspberry Pi.

Řešení

Klávesnice jsou uspořádány do matic, kde každá klávesa vykonává funkci tlačítka na dané souřadnici řádku a sloupce. V našem případě je tedy potřeba 8 volných pinů. Čtyři pro řádky a ten samý počet pro sloupce. Postupně se na jednotlivé sloupce matice posílá log. 1 a čtou se řádky, zda se na nějaký pin dostala. Pokud ano, musela být stisknuta klávesa, která se nachází na souřadnici, kde sloupec je ten, na který jsme vyslali signál a řádek, kde jsme jej obdrželi.

Potřebné vybavení a jeho cena:

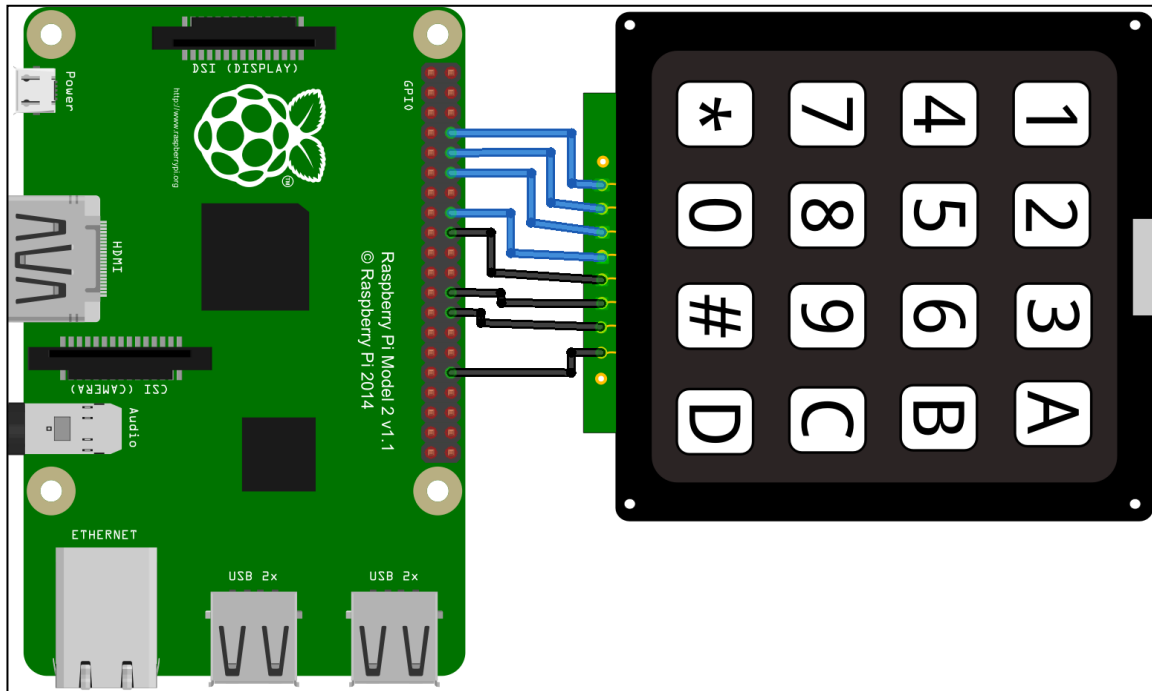
- Klávesnice 4×4 22 Kč

Zapojené je prosté. Viz obrázek 15.

Do textového editoru zkopírujte následující kód. Na přiloženém CD naleznete tento program pojmenovaný *keypad.py*. Předtím než program spustíte, si ověřte, že piny, které jste pro zapojení použili, skutečně odpovídají těm, které jsou v programu užity. Kdyby totiž došlo stiskem tlačítka k propojení dvou pinů, které by zrovna byly nastaveny do log. 1, došlo by velmi pravděpodobně k poškození Raspberry Pi.

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time

GPIO.setmode(GPIO.BCM)
rows = [14, 15, 18, 23]
cols = [24, 8, 7, 12]
keys = [
    ['1', '2', '3', 'A'],
    ['4', '5', '6', 'B'],
    ['7', '8', '9', 'C'],
```



Obrázek 15: Připojení klávesnice 4×4 k Raspberry Pi

```

['*', '0', '#', 'D']]
for row_pin in rows:
    GPIO.setup(row_pin, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_DOWN)

for col_pin in cols:
    GPIO.setup(col_pin, GPIO.OUT)

def get_key():
    key = 0
    for col_num, col_pin in enumerate(cols):
        GPIO.output(col_pin, 1)
        for row_num, row_pin in enumerate(rows):
            if GPIO.input(row_pin):
                key = keys[row_num][col_num]
        GPIO.output(col_pin, 0)
    return key

while True:
    key = get_key()
    if key :
        print(key)
    time.sleep(0.3)

```

Pokud jste klávesnici zapojili správně a spustili program s administrátorskými oprávněními, dostane se Vám při postupném stisku kláves následujícího výpisu programu do konzole. V konzoli bude výpis do jednoho sloupce. Zde se jedná pouze o zkrácení zápisu.

```

$ sudo python keypad.py
1          B          #
2          7          D
3          8
4          9
A          C
5          *
6          0

```


Diskuse

Proměnná `keys` obsahuje mapu kláves pro všechny pozice řádků a sloupců. Pokud máte klávesnici o jiném počtu kláves, či jiném rozmístění kláves, musíte si matici přizpůsobit dle vašich potřeb.

Neboť 8 pinů na obsluhu není málo, je inicializace vstupů a výstupů prováděna ve smyčkách. Celou proceduru zajišťuje funkce `get_key()`. Ta postupně prochází jednotlivé sloupce a posílá na ně log. 1. Vnitřní smyčka pak testuje každý řádek, zda se na něm log. 1 projevila. Pokud žádná klávesa nebyla stisknuta, žádná log. 1 se nepřečte a funkce vrátí výchozí hodnotu, která je 0.

Hlavní smyčka pak nenulovou hodnotu už jen vypíše. Zpoždění opět eliminuje zákmity a delší stisky kláves.

Přibližná časová náročnost: 90 minut

10.2.8 Řízení otáček větráčku

Úloha

Pomocí Raspberry Pi řiďte rychlost otáčení stejnosměrného větráčku.

Řešení

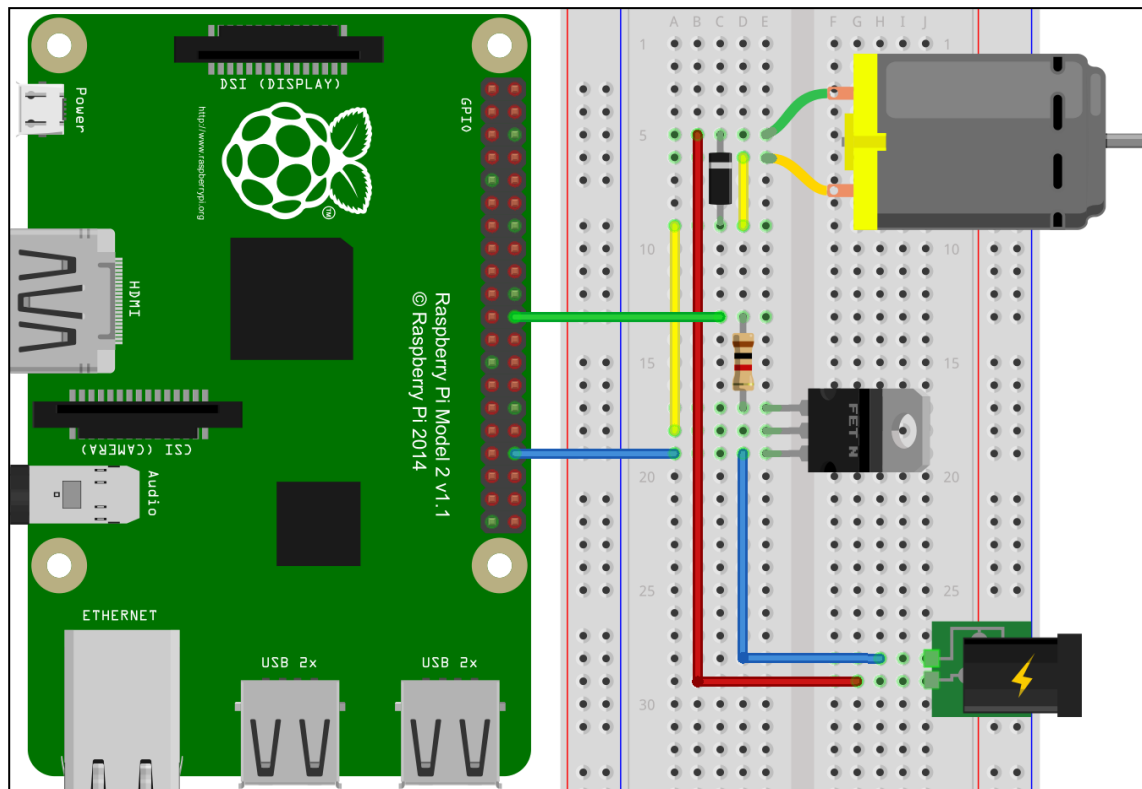
Otáčky stejnosměrného větráčku (motoru) lze řídit pomocí pulzně šířkové modulace (PWM). Neboť Raspberry Pi neposkytuje 12 V napětí, je nutný externí zdroj napětí. Ten je k motoru připojen přes tranzistor, který zde vykonává funkci spínače. Spínání zajišťuje Raspberry Pi, které produkuje PWM signál.

Mezi kontakty DC motoru je vhodné umístit diodu, která zabraňuje napětíovým špičkám poškodit tranzistor potažmo Raspberry Pi. Viz obrázek 16.

Potřebné vybavení a jeho cena:

- Tranzistor NPN 2N3904 1 Kč
- Dioda 1N4001 1 Kč
- Rezistor 1 k Ω 1 Kč
- Větráček z PC (např. 5015S) 40 Kč
- Externí zdroj (12 V) 60 Kč

Otevřete textový editor a zkopírujte do něj následující kód. Na příloženém CD se program jmenuje *fan.py*.



Obrázek 16: Zapojení pro řízení otáček DC motoru

```
import RPi.GPIO as GPIO

fan_pin = 25
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(fan_pin, GPIO.OUT)

pwm_fan = GPIO.PWM(fan_pin, 500)
pwm_fan.start(100)

while True:
    duty_s = raw_input("Zadejte PWM (0 - 100): ")
    duty = int(duty_s)
    pwm_fan.ChangeDutyCycle(duty)
```

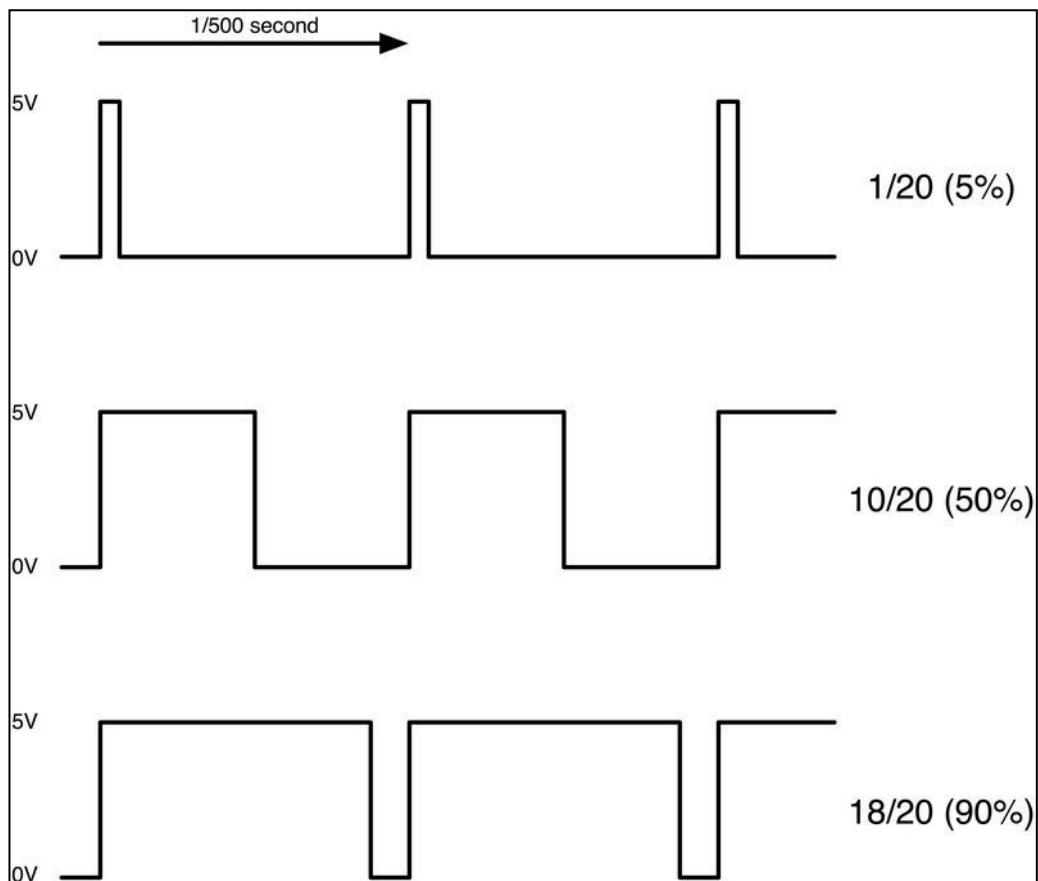
Po spuštění programu s administrátorskými oprávněními, lze zadáváním procentuálního poměru log. 1 k log. 0 upravovat rychlost otáčení větráčku.

```
$ sudo python fan.py
Zadejte PWM (0 - 100): 0
Zadejte PWM (0 - 100): 30
Zadejte PWM (0 - 100): 10
Zadejte PWM (0 - 100): 99
```

Program se ukončí stiskem Ctrl + C.

Diskuse

Pulzně šířková modulace je technika, při které se mění délka impulsů při zachování celkového počtu impulsů za vteřinu. Frekvence (Hz) tak zůstává konstantní. Obrázek 17 ilustuje základní princip PWM.³³



Obrázek 17: Pulzně šířková modulace (PWM)

Frekvence je zadávána jako druhý parametr ve funkci `GPIO.PWM()`. Tento zápis by tedy frekvenci změnil na 50 Hz: `pwm_fan = GPIO.PWM (fan_pin, 50)`. Neboť je PWM v Raspberry Pi řešeno softwarově opětovným zapínáním a vypínáním pinu, jsou nižší frekvence přesnější a stabilnější než vyšší, řádově kiloherzové. Pro řízení otáček motorů či jasu osvětlení je toto řešení dostatečné, ale např. pro práci se zvukem již nikoli. (Ne)presnost frekvencí si můžete ověřit osciloskopem.

Přibližná časová náročnost: 90 min

³³ PWM. *Adafruit Learning System* [online]. 2013, [cit. 2015-09-06]. Dostupné z: <https://learn.adafruit.com/adafruit-raspberry-pi-lesson-9-controlling-a-dc-motor/pwm>

10.2.9 Řízení směru otáčení DC motoru

Úloha

Říďte rychlost i směr otáčení stejnosměrného motoru.

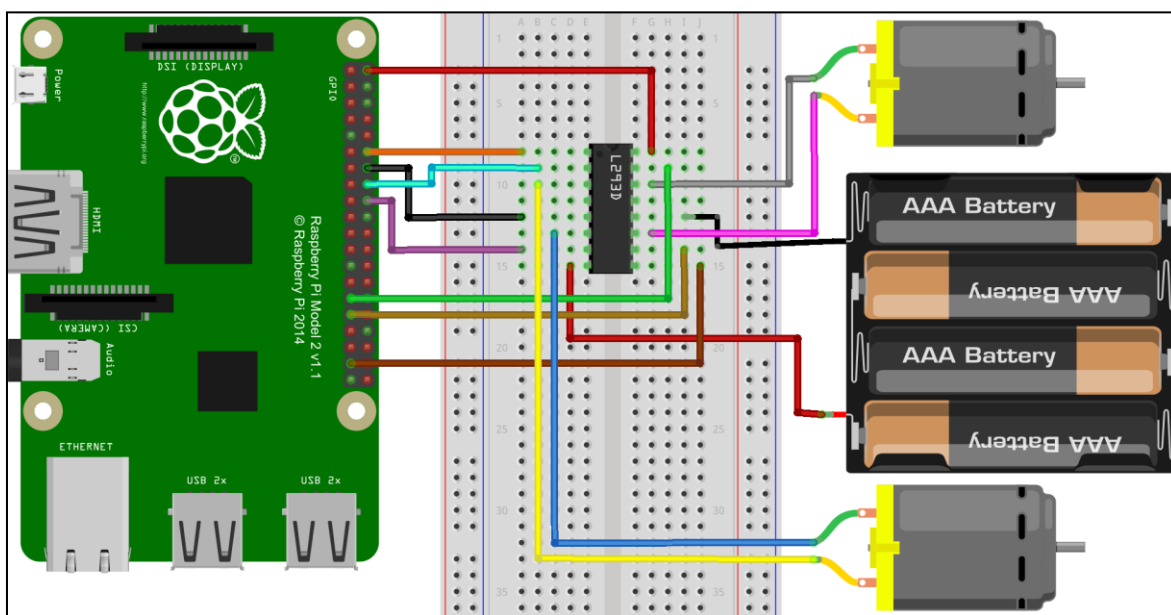
Řešení

Použijte H-můstek L293D nebo L298N. Oba tyto H-můstky jsou schopné ovládat 2 stejnosměrné motory zároveň.

Potřebné vybavení a jeho cena:

- H-můstek L298N 55 Kč
- DC motor R130 30 Kč
- Externí zdroj (5 V, 1 A) či sada akumulátorů (4,8 V) 80 Kč

Na schématu je použit H-můstek ve formě prostého čipu. Běžně se ale dá sehnat plošný spoj s již připevněným čipem na chladiči, neboť čip má ve spojení se silnějšími motory tendenci se velmi zahřívat.



Obrázek 18: Zapojení H-můstku se dvěma stejnosměrnými motory

Pokud byste však přeci jen dali přednost samotnému čipu, dejte pozor při jeho zapojování. Pro správnou orientaci, má v sobě čip malý výřez, který v uvedeném schématu směřuje nahoru.

Funkčnost motoru lze ověřit následujícím programem. Ten od obsluhy očekává vstup složený ze dvou položek. První je směr otáčení. Písmeno *d* pro otáčení dopředu či *z* pro otáčení zpátky. Druhá část vstupu je číslice od 0 do 9. Nula značí zastavený motor, devět motor v plném chodu.

```
$ sudo python H-bridge.py
Zadej d/z 0..9, Napr. d5: d6
Zadej d/z 0..9, Napr. d5: z4
Zadej d/z 0..9, Napr. d5: d9
```

Do textového editoru zkopírujte následující kód. Na příloženém CD se program jmenuje *H-bridge.py*.

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time

enable_pin = 7
in1_pin = 8
in2_pin = 25

GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(enable_pin, GPIO.OUT)
GPIO.setup(in1_pin, GPIO.OUT)
GPIO.setup(in2_pin, GPIO.OUT)

pwm = GPIO.PWM(enable_pin, 500)
pwm.start(0)

def clockwise():
    GPIO.output(in1_pin, True)
    GPIO.output(in2_pin, False)

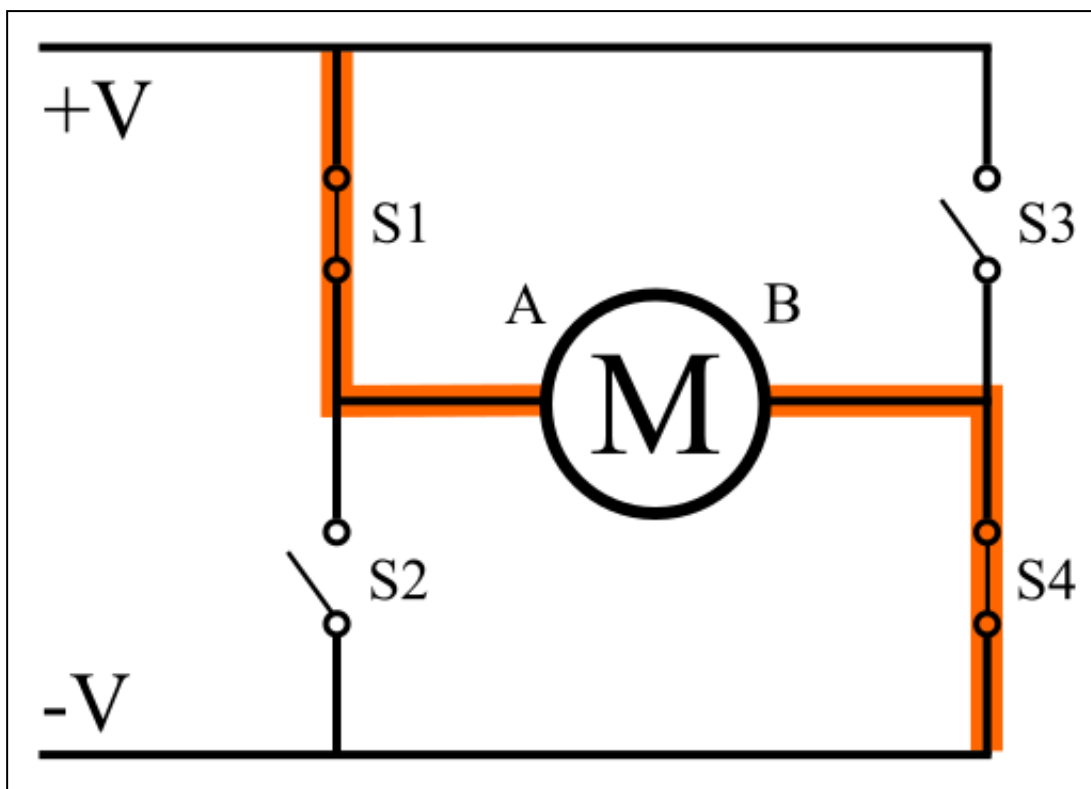
def counter_clockwise():
    GPIO.output(in1_pin, False)
    GPIO.output(in2_pin, True)

while True:
    cmd = raw_input("Zadej d/z 0..9, Napr. d5: ")
    direction = cmd[0]
    if direction == "d":
        clockwise()
    else:
        counter_clockwise()
    speed = int(cmd[1]) * 10
    pwm.ChangeDutyCycle(speed)
```

Diskuse

Pro pochopení funkčnosti programu je nezbytné porozumět tomu, jak funguje H-můstek. Obr. 19 zjednodušeně ukazuje, jak H-můstek funguje při zapojení 1 DC motoru. Změna polarity a tedy i směru otáčení je dána tím, které spínače jsou sepnuty a které rozepnuty.

V nákresu 19 jsou sepnuté spínače S1 a S4. Spínače S2 a S3 jsou rozepnuté. Kontakt motoru A je tak připojen na napětí a kontakt motoru B na zem. Pokud bychom spínače S1 a S4 rozepli a spínače S2 a S3 naopak sepli, došlo by ke změně polarity motoru a tedy i ke směru jeho otáčení.



Obrázek 19: Vnitřní zapojení H-můstku

Z nákresu je též patrné možné úskalí. Pokud by nějakým způsobem došlo k sepnutí spínačů S1 a S2 nebo S3 a S4, nastal by zkrat. Spíše by k tomu mohlo dojít, pokud byste H-můstek ručně reprezentovali tranzistory.

Čipy L293 a L298 mají pro každý z motorů 3 řídicí piny. Pin Enable povoluje nebo zakazuje kanál jako celek. Pomocí tohoto pinu a PWM tak můžeme řídit rychlost otáčení motoru. Input piny (IN1 a IN2) pak slouží k řízení směru otáčení motoru. Viz funkce `clockwise()` a `counter_clockwise()`. Pokud zapneme IN1 a vypneme IN2, motor se otáčí jedním směrem. Když je prohodíme, motor se roztočí opačným směrem.

Přibližná časová náročnost: 90 min

10.2.10 Ovládání servo motoru

Úloha

Ovládejte natočení osy servo motoru.

Řešení

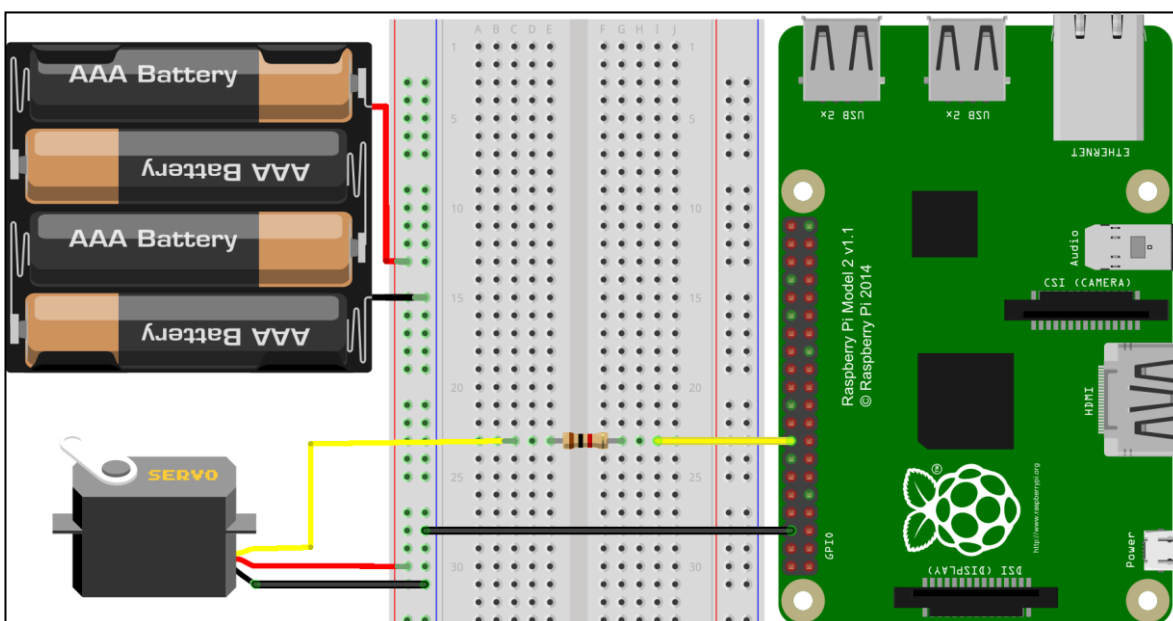
Změna úhlu natočení servo motoru se provádí pomocí pulzně šířkové modulace (PWM), kterou se upravuje šířka řídicího pulsu serva. PWM puls generovaný Raspberry Pi není zcela stabilní a dochází tak u serva k chvění.

Servo by nemělo být napájené přímo z řídicí jednotky, ale z externího napájecího zdroje, neboť při změně směru otáčení osy serva dochází k vysokým proudovým špičkám, které pravděpodobně přetíží mikrokontrolér a dojde tak k jeho selhání.

Potřebné vybavení a jeho cena:

- Servo motor na 5V (Micro Servo 9g SG90) 45 Kč
- Rezistor 1 k Ω 1 Kč
- Externí zdroj (5 V, 1 A) či sada akumulátorů (4,8 V) 80 Kč

Schéma zapojení je následující.



Obrázek 20: Řízení servo motoru

Odpor 1 k Ω zde není nezbytně nutný, ale chrání GPIO pin před nečekaně vysokým proudem v řídicím signálu, který by mohl nastat, pokud by v servu došlo k nějaké závadě. Barevné označení vodičů není směrodatné. Např. u serva SG90, které je použito v našem případě, je barevné značení vodičů následující: hnědý vodič – GND, červený vodič – Vcc, oranžový vodič – PWM.

Servo můžete napájet buďto z laboratorního zdroje či pomocí 4 AA baterií. Nabíjecí baterie poskytují napětí 4.8 V. Alkalické baterie 6 V, což pro většinu serv nebude problém. Pro jistotu si však tyto údaje zkontrolujte v katalogovém listu použitého servo motoru.

Do textového editoru zkopírujte následující kód. Na příloženém CD ho naleznete pod názvem *servo.py*.

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time

servo_pin = 14
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(servo_pin, GPIO.OUT)
```

```

pwm_servo = GPIO.PWM(servo_pin, 100)
pwm_servo.start(5)

while True:
    duty_s = raw_input("Zadejte uhel (0 - 180): ")
    duty = float(duty_s) / 10.0 + 2.5
    pwm_servo.ChangeDutyCycle(duty)

```

Po spuštění s administrátorskými oprávněními budete tázáni na úhel natočení hřídele servo motoru.

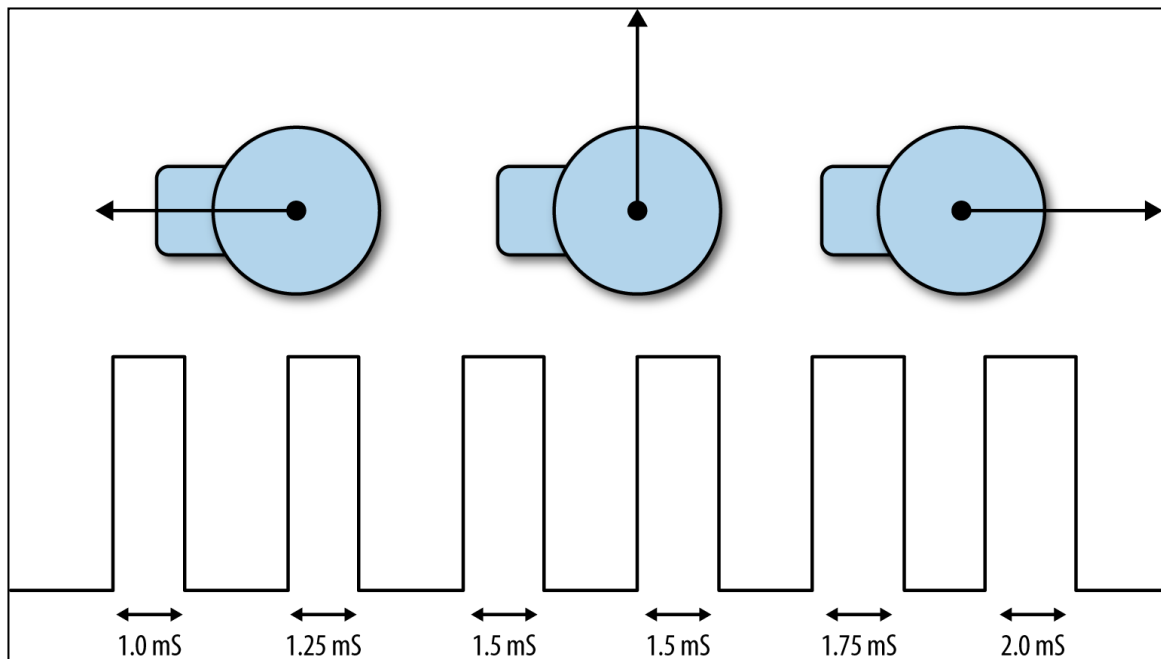
```

$ sudo python servo.py
Zadejte uhel (0 - 180): 50
Zadejte uhel (0 - 180): 90
Zadejte uhel (0 - 180): 165
Zadejte uhel (0 - 180): 5

```

Diskuse

Pohyb servo motorů nebývá zpravidla zcela spojitý. Nemohou se totiž otáčet kolem celé své osy, nýbrž pouze ve výšce 180°. Pozice natočení je dána délkou pulzu, který musí být na servo zasílán minimálně každých 20 milisekund. To odpovídá frekvenci 50 Hz. Pulz, který je v log. 1 po dobu 1 ms, natočí osu serva do úhlu 0°. Log. 1 po dobu 1,5 ms nastaví osu na 90°. Log. 1 po dobu 2 ms má za následek osu v pozici 180°. Viz obrázek 21.³⁴



Obrázek 21: Otáčení osy servo motoru

Ukázkový program pracuje s PWM frekvencí 100 Hz, kdy je tak impuls na servo zasílán každých 10 milisekund. Úhel z rozmezí 0° až 180° je přepočítáván na pro

³⁴ Controlling Servo Motors. *O'Reilly Media, Inc.* [online]. 2013 [cit. 2015-08-30]. Dostupné z: <http://razzpisampler.oreilly.com/ch05.html>

Raspberry srozumitelné rozmezí 0 až 100. To má za následek zkreslení, kdy nejkratší pulzy jsou kratší než 1 ms a nejdelší naopak delší než 2 ms.

Přibližná časová náročnost: 60 min

10.2.11 Měření vzdálenosti

Úloha

Změřte vzdálenost pomocí ultrazvukového dálkoměru.

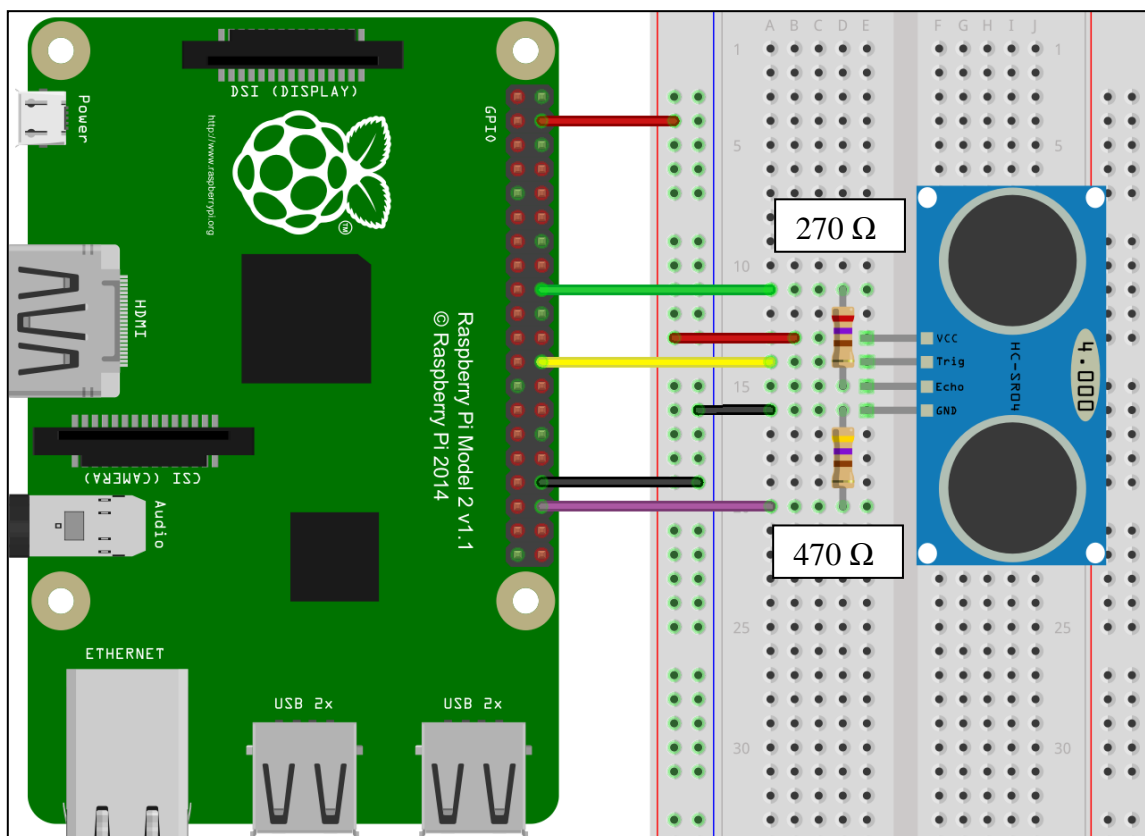
Řešení

Použijte levný dálkoměr HC-SR04. Toto zařízení vyžaduje dva GPIO piny, jeden pro vypuštění ultrazvukového pulsu a druhý pro měření, jak dlouho se echo vrací do sonaru.

Potřebné vybavení a jeho cena:

- Dálkoměr HC-SR04 28 Kč
- Rezistor 470 Ω 1 Kč
- Rezistor 270 Ω 1 Kč

Zapojte komponenty dle uvedeného schématu. Odpory jsou nezbytné pro utlumení výstupu echa dálkoměru z 5 V na 3,3 V.



Obrázek 22: Zapojení dálkoměru HC-SR04

Do textového editoru zkopírujte následující kód. Můžete též použít soubor pojmenovaný *sonar.py* z příloženého CD.

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time

trigger_pin = 8
echo_pin = 24

GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(trigger_pin, GPIO.OUT)
GPIO.setup(echo_pin, GPIO.IN)

def send_trigger_pulse():
    GPIO.output(trigger_pin, True)
    time.sleep(0.0001)
    GPIO.output(trigger_pin, False)

def wait_for_echo(value, timeout):
    count = timeout
    while GPIO.input(echo_pin) != value and count > 0:
        count = count - 1

def get_distance():
    send_trigger_pulse()
    wait_for_echo(True, 10000)
    start = time.time()
    wait_for_echo(False, 10000)
    finish = time.time()
    pulse_len = finish - start
    distance = pulse_len / 0.000058
    return(distance)

while True:
    print("%f cm" % get_distance())
    time.sleep(1)
```

Program je popsán v Diskusi. Pokud program spustíte, měli byste vidět následující výstup.

Změřená vzdálenost bude pochopitelně jiná.

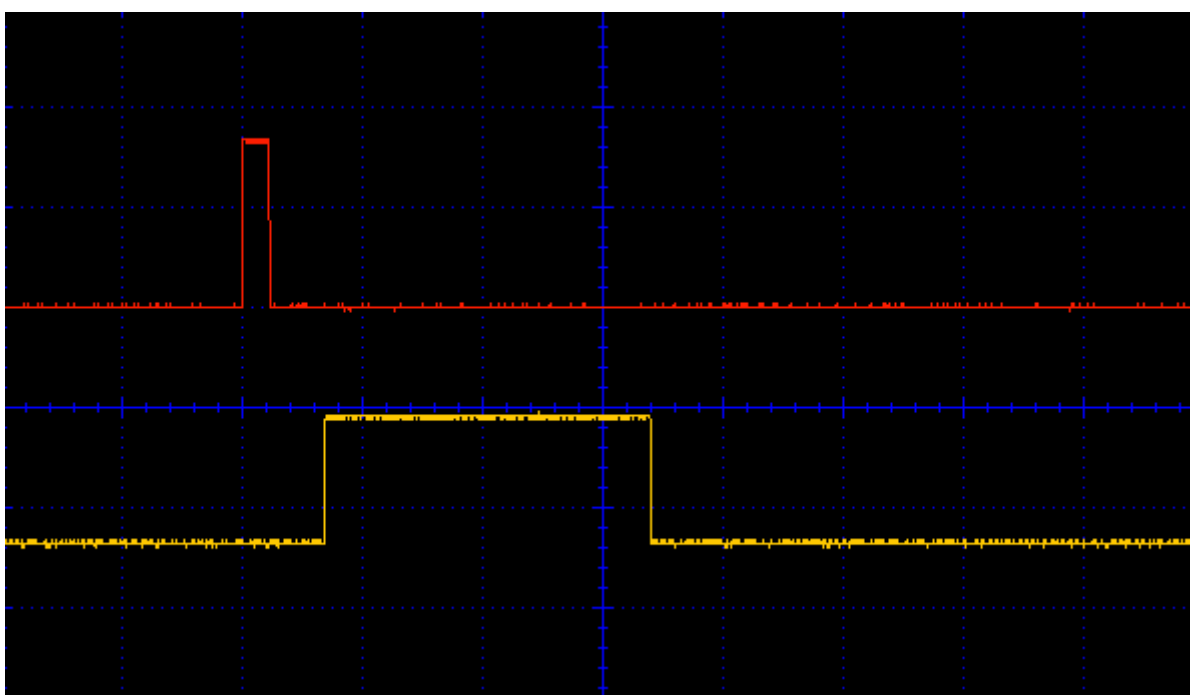
```
$ sudo python sonar.py
35.725791 cm
35.791562 cm
36.136857 cm
36.120415 cm
35.709348 cm
```

Diskuse

I když je na trhu k dispozici řada ultrazvukových dálkoměrů, které jsou svými výstupními vlastnostmi lepší než HC-SR04, byl vybrán právě tento sonar ze dvou důvodů. Prvním je nízká cena a druhým snadná použitelnost. Funguje vysláním ultrazvukového pulsu a následně měří dobu, než je zachyceno echo. Na dálkoměru jsou patrné dva ultrazvukové měniče. Jeden je vysílač a druhý přijímač.

Tento proces je řízen z Raspberry Pi. Rozdíl mezi tímto zařízením a dražšími modely je v tom, že dražší zařízení v sobě obsahují zabudovaný mikrokontrolér, který provádí veškeré měření a poskytuje výsledek přes I²C sběrnici či sériové rozhraní.

Vstup Trig na dálkoměru je připojen na GPIO pin jako výstup a Echo výstup je po snížení napětí z 5 V na bezpečných 3,3 V připojen na GPIO pin jako vstup. Na dalším obrázku je zachycen sonar v provozu pomocí osciloskopu. Horní červená stopa je připojena na Trig a spodní žlutá je připojena na Echo. Trig pin nejprve vyšle krátký signál, po kterém následuje pauza, než změní svůj stav pin Echo. Ten zůstává zapnut po dobu, která je úměrná vzdálenosti překážky od sonaru.



Obrázek 23: Signály Trig a Echo zachycené na osciloskopu

Kód nejprve pomocí funkce `send_trigger_pulse()` generuje vysílací impuls. Následně se čeká, než sepne Echo pin a měří se doba, po kterou je pin zapnutý. Vzdálenost lze již dopočítat, neboť známe dobu echa i přibližnou rychlost zvuku.

Funkce `wait_for_echo()` čeká, dokud Echo pin nezmění svůj stav. To udává první argument. Druhý argument zajišťuje, že program neuvízne v nekonečné smyčce, pokud by Echo pin z jakéhokoliv důvodu nezměnil svůj stav.

Přibližná časová náročnost: 90 min

10.2.12 Měření teploty

Úloha

Změřte teplotu pomocí digitálního senzoru.

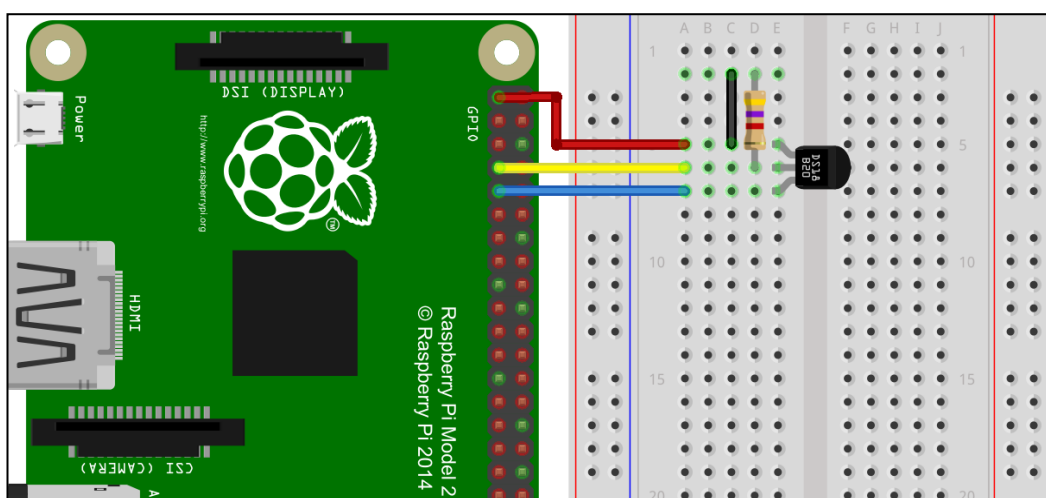
Řešení

Použijte digitální senzor teploty DS18B20. Toto zařízení je přesnější než oblíbený analogový teploměr TMP36 a díky tomu, že přenáší data již v digitální podobě pomocí jednoho pinu, není třeba drahého A/D převodníku. Pro uzavření elektrického okruhu je však potřeba ještě jednoho GPIO pinu.

Potřebné vybavení a jeho cena:

- Teplotní senzor DS18B20 20 Kč
- Rezistor 4,7 k Ω 1 Kč

Komponenty zapojte dle uvedeného schématu. Zde je nutné dodržet zapojení teploměru na pin 4. Ovladač je totiž napsaný pouze pro tento pin.



Obrázek 24: Připojení DS18B20 k Raspberry Pi

Do textového editoru zkopírujte následující kód. Na příloženém CD je program uložen pod názvem *DS18B20.py*.

```
import os, glob, time

os.system('modprobe w1-gpio')
os.system('modprobe w1-therm')

base_dir = '/sys/bus/w1/devices/'
device_folder = glob.glob(base_dir + '28*')[0]
device_file = device_folder + '/w1_slave'

def read_temp_raw():
    f = open(device_file, 'r')
    lines = f.readlines()
    f.close()
    return lines

def read_temp():
    lines = read_temp_raw()
    while lines[0].strip()[-3:] != 'YES':
        time.sleep(0.2)
        lines = read_temp_raw()
    equals_pos = lines[1].find('t=')
    if equals_pos != -1:
```

```
temp_string = lines[1][equals_pos+2:]
temp_c = float(temp_string) / 1000.0
return temp_c
```

```
while True:
    print("Teplota C = %f" % read_temp())
    time.sleep(1)
```

Spuštěný program bude do konzole každou vteřinu vypisovat aktuálně změřenou teplotu.

```
$ sudo python DS18B20.py
Teplota C = 19.287109
Teplota C = 18.642578
Teplota C = 18.964844
Teplota C = 20.253906
```

Diskuse

Na první pohled vypadá program jinak, než jsme byli dosud zvyklí. Rozhraní zařízení je uloženo ve složce `/sys/bus/w1/devices/28*`. Hvězdička reprezentuje zbylou část názvu adresáře, který je různý pro každý senzor. Program předpokládá, že je použit pouze jeden senzor a vnoří se do první složky, která začíná řetězcem 28. V této složce se nachází soubor `w1_slave`, ve kterém je nalezena a přečtena aktuální naměřená teplota.

Senzor posílá řetězec v takovémto formátu:

```
81 01 4b 46 7f ff 0f 10 71 : crc=71 YES
81 01 4b 46 7f ff 0f 10 71 t=24062
```

Zbytek kódu tak má především za úkol odfiltrovat nežádoucí data a vypsat pouze požadovanou informaci o teplotě. Kýžená informace se nachází za výrazem `t=` a je vyjádřena v tisícinách stupňů Celsia. Informace o teplotě je platná, pokud se na konci prvního řádku nachází výraz YES.

Kromě této základní verze lze DS18B20 zakoupit i jako verzi s rezistorem na plošném spoji či variantu, kdy je čidlo zapouzdřené jako robustní a vodotěsná sonda.³⁵

Od lednové aktualizace Raspbianu je navíc nutné provést menší úpravy v systému.

```
$ sudo nano /boot/config.txt
```

Na konec souboru je třeba dopsat:

```
dtoverlay=w1-gpio,gpiopin=4
```

Dále je potřeba spustit ovladače. Proto jsou na začátku skriptu umístěny příkazy `modprobe w1-gpio` a `modprobe w1-therm`.³⁶

Přibližná časová náročnost: 90 min

³⁵ DS18B20 Temperature Sensing. *Adafruit Learning System* [online]. 2013 [cit. 2015-09-09]. Dostupné z: <https://learn.adafruit.com/adafruits-raspberry-pi-lesson-11-ds18b20-temperature-sensing/>

³⁶ Teploměr DS18B20. *Raspberry Pi, Arduino a další elektronika* [online]. 2015 [cit. 2015-09-15]. Dostupné z: <http://www.astromik.org/raspi/15.htm>

10.2.13 Zobrazování zpráv na LCD displeji

Úloha

Zobrazte text na alfanumerickém LCD displeji.

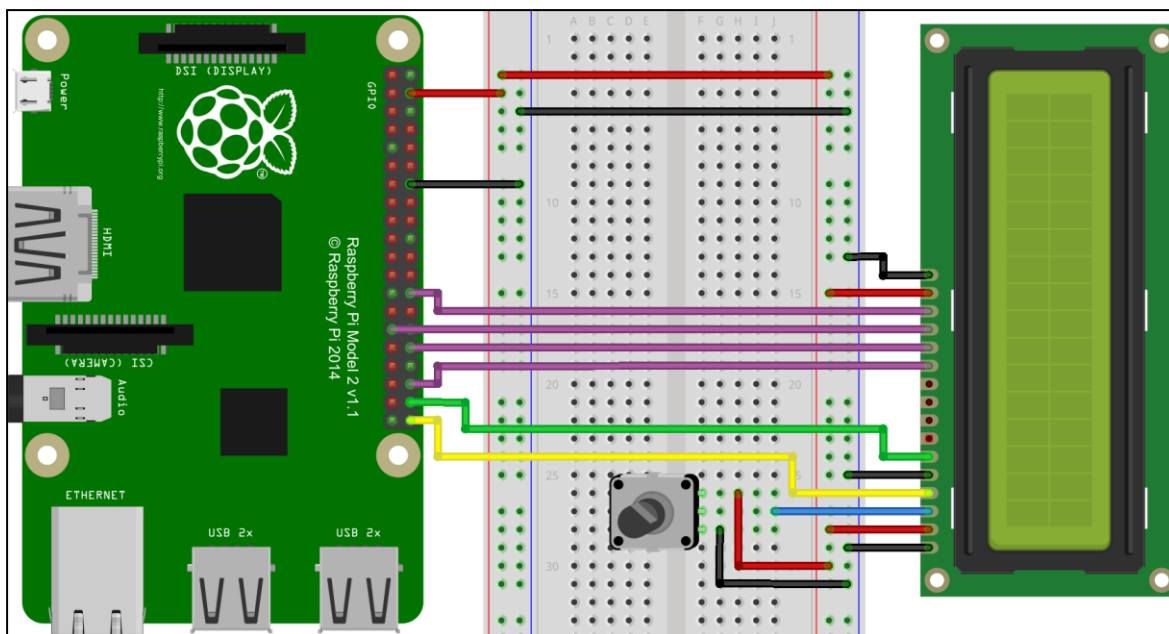
Řešení

Použijte LCD displej s řadičem HD44780 nebo takový, který je s ním kompatibilní a zapojte jej na GPIO konektory dle schématu. Námí použitý LCD modul má celkem 16 pinů, ale 4 z nich vůbec nepoužijeme. Další jsou pak připojeny na potenciometr, takže nezaplníme všechny GPIO piny, jak by se na první pohled mohlo zdát.

Potřebné vybavení a jeho cena:

- 16×2 HD44780 Character LCD Display Module LCM 50 Kč
- Potenciometr 10 k Ω 8 Kč

Obrázek 25 zachycuje možné zapojení displeje. Nutno dodat, že standardně není modul dodáván s připájenými piny. Ty je potřeba přidělat ručně. Pro naše potřeby postačí připájet obyčejné drátky. Potenciometrem se ovládá kontrast displeje. Pokud se Vám tedy bude zdát, že displej nic nezobrazuje, i když by měl, zkuste potenciometrem zatočit. Kontrast totiž lze velmi snadno nastavit do stavu, kdy není absolutně nic vidět.



Obrázek 25: Zapojení LCD modulu

Pro ovládání displeje s řadičem HD44780 je volně dostupná knihovna. A akorát bychom znovu vyráběli kolo, kdybychom ji nepoužili. Nejedná se však o běžnou knihovnu, která by již byla na Raspberry Pi nainstalována. Tuto je třeba nejprve stáhnout. Umístěna je na serveru GitHub a její stažení tak vyžaduje instalaci programu Git.

```
$ sudo apt-get install git
```

Nyní je možné zahájit stahování pomocí příkazu:

```
$ git clone https://github.com/adafruit/Adafruit-Raspberry-Pi-Python-Code.git
```

K požadované knihovně se adresářovou strukturou dostaneme příkazem:

```
$ cd Adafruit-Raspberry-Pi-Python-Code/Adafruit_CharLCD
```

V adresáři je umístěn vzorový program, který na displeji zobrazuje aktuální čas a IP adresu Raspberry Pi. Pro jeho správný běh jsou ale nutné některé změny. Jedná se o piny, které jste pro připojení pravděpodobně použili jiné a pak o síťovou část programu. Pokud totiž nepoužíváte pro komunikaci s Raspberry Pi LAN kabel, ale WiFi adaptér, program by žádnou IP adresu nezjistil a vypisoval by tak pouze aktuální čas.

V souboru *Adafruit_CharLCD.py* vyhledejte následující řádek a zadejte vámi použité piny. Tento zápis odpovídá výše uvedenému schématu zapojení.

```
def __init__(self, pin_rs=21, pin_e=20, pins_db=[16, 12, 5, 7], GPIO=None):
```

Ve vzorovém programu *Adafruit_CharLCD_IPclock_example.py* je třeba vyhledat následující řádek a *eth0*, které odpovídá kabelovému ethernetovému připojení, za *wlan0*, které odpovídá WiFi připojení.

```
cmd = "ip addr show wlan0 | grep inet | awk '{print $2}' | cut -d/ -f1"
```

Když je program přizpůsoben, lze ho spustit příkazem:

```
$ sudo python Adafruit_CharLCD_IPclock_example.py
```

Diskuse

Tyto displeje mohou komunikovat po 4-bitové či po 8-bitové datové sběrnici. Dále vyžadují 3 kontrolní piny. V našem případě jsme chtěli především ušetřit piny, tudíž využíváme 4-bitový přenos. Zapojení odpovídá tabulce 8.

Tabulka 8: Zapojení a význam GPIO a LCD pinů

Piny LCD modulu	GPIO piny	Poznámky
1	GND	0 V
2	+5 V	5 V
3	Nezapojeno	Nastavení kontrastu potenciometrem
4	21	RS: Register select
5	GND	RW: Read/Write (vždy zápis)
6	20	EN: Enable
7-10	Nezapojeno	Pouze pro 8-bitový přenos
11	16	D4: Datový vodič 4
12	12	D5: Datový vodič 5

13	5	D6: Datový vodič 6
14	7	D7: Datový vodič 7
15	+5 V	Podsvícení LED +
16	GND	Podsvícení LED -

Knihovna *Adafruit_CharLCD.py* zajišťuje nastavování pinů a odesílání hodnot z pinů na LCD modul. Dále poskytuje následující funkce, které jsou použity i ve vzorovém programu:

- home() - Nastavení kurzoru na levou herní pozici.
- clear() - Smaže veškerý text z displeje.
- setCursor(column, row) - Nastaví kurzor na zadanou pozici. Od té bude sázen text.
- cursor() - Zviditelní kurzor na displeji.
- noCursor() - Vypne zobrazování kurzoru (výchozí nastavení).
- message(text) - Vypíše text od aktuální pozice kurzoru.

Následující kód ukazuje, jak jednoduché je pomocí knihovny psát na displej.

```
from Adafruit_CharLCD import Adafruit_CharLCD
from time import sleep

lcd = Adafruit_CharLCD()
lcd.begin(16,2)

i = 0

while True:
    lcd.clear()
    lcd.message('Pocitam: ' + str(i))
    sleep(1)
    i = i + 1
```

Tyto LCD moduly jsou vyráběny v mnoha velikostech. Liší se v počtu řádků, sloupců či písmen, které jsou schopné vysázet. Tento LCD displej je označen 16×2, tzn. 2 řádky po 16 znacích. Jiné běžné velikosti jsou 8×1, 16×1, 16×2, 20×2, 20×4.³⁷

Přibližná časová náročnost: 90 min

10.2.14 Postavení robotického vozítka

Úloha

Postavte a zprovozněte jednoduché robotické vozítko.

³⁷ Drive a 16x2 LCD with the Raspberry Pi. *Adafruit Learning System* [online]. 2012 [cit. 2015-09-13]. Dostupné z: <https://learn.adafruit.com/drive-a-16x2-lcd-directly-with-a-raspberry-pi>

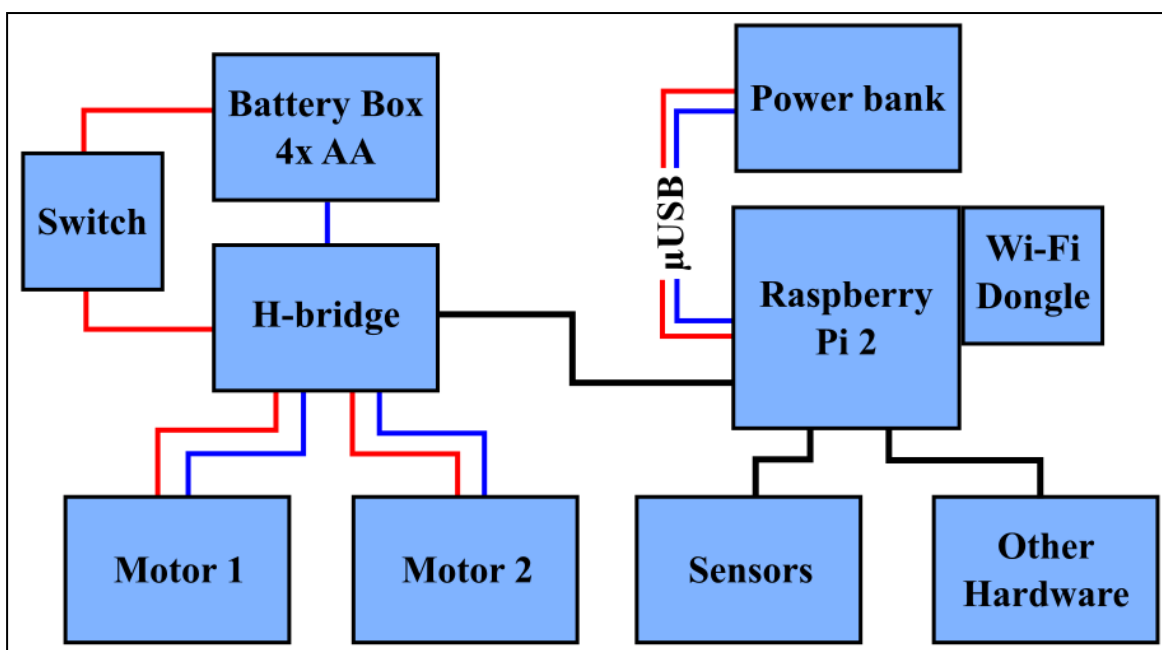
Řešení

Na podvozek rozmístíte komponenty, které na vozítku chcete používat. Pokud se rozhodnete po vozítko, které bude jezdit po čáře, nebo se bude vyhýbat překážkám, můžete se inspirovat vozítkem, které autor pojmenoval Educant.

Potřebné vybavení a jeho cena:

- Podvozek se 2 DC motory a koly a 1 nepoháněným opěrným kolem 290 Kč
- Sada akumulátorů 4 ks 300 Kč
- H-můstek L298N 55 Kč
- Dálkoměr HC-SR04 28 Kč
- Servo SG90 45 Kč
- Power banka 230 Kč
- Tracker Sensor 3CH 99 Kč

Blokové schéma Educanta je následující. Modré a červené spoje jsou pouze vodiče napájecí. Černé vodiče navíc obsahují i vodiče datové.

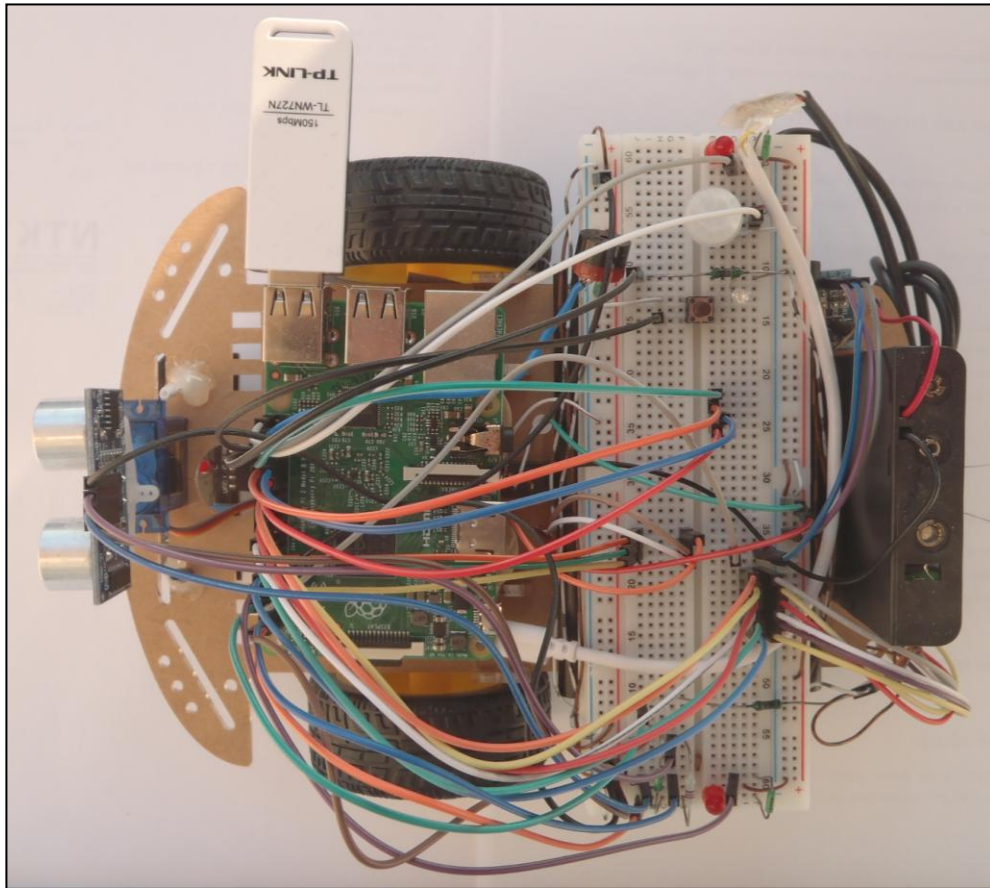


Obrázek 26: Educant - blokové schéma

Fotografie ilustrují rozmístění komponent, jak je zvolil autor. Na detailu shora jsou vyfoceny baterie v boxu pro 4 ks, deska nepřátelých plošných spojů, Raspberry Pi a WiFi adaptér. Na detailu zepředu jsou rozmístěny dálkoměr, servo motor a sensor pro identifikaci čáry. Detail podvozku vozidla zachycuje power banku, H-můstek, DC motory s koly a opět senzor na čáru.

Na příloženém CD naleznete tento kód pod názvem *Educant.py*.

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time
```



Obrázek 27: Educant - pohled shora

```
GPIO.cleanup()

# H-bridge
EnableLeft = 12
LeftForward = 25
LeftBack = 5
EnableRight = 18
RightForward = 24
RightBack = 23

# Servo
servo = 14

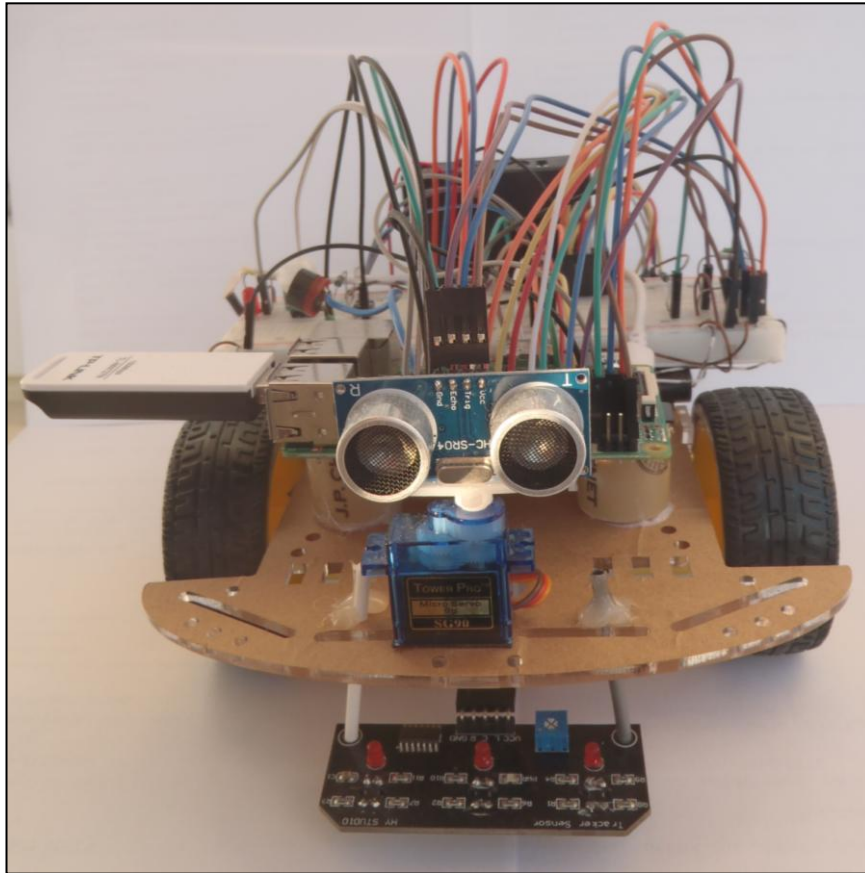
# Sonar
trigger_pin = 3
echo_pin = 2

# Line Tracker
Right = 22
Centre = 27
Left = 17

GPIO.setmode(GPIO.BCM)

speed = 60 #PWM forward
turn = 80 #PWM turning

# Output pins
GPIO.setup(EnableLeft, GPIO.OUT)
GPIO.setup(LeftForward, GPIO.OUT)
```



Obrázek 28: Educant - pohled zepředu

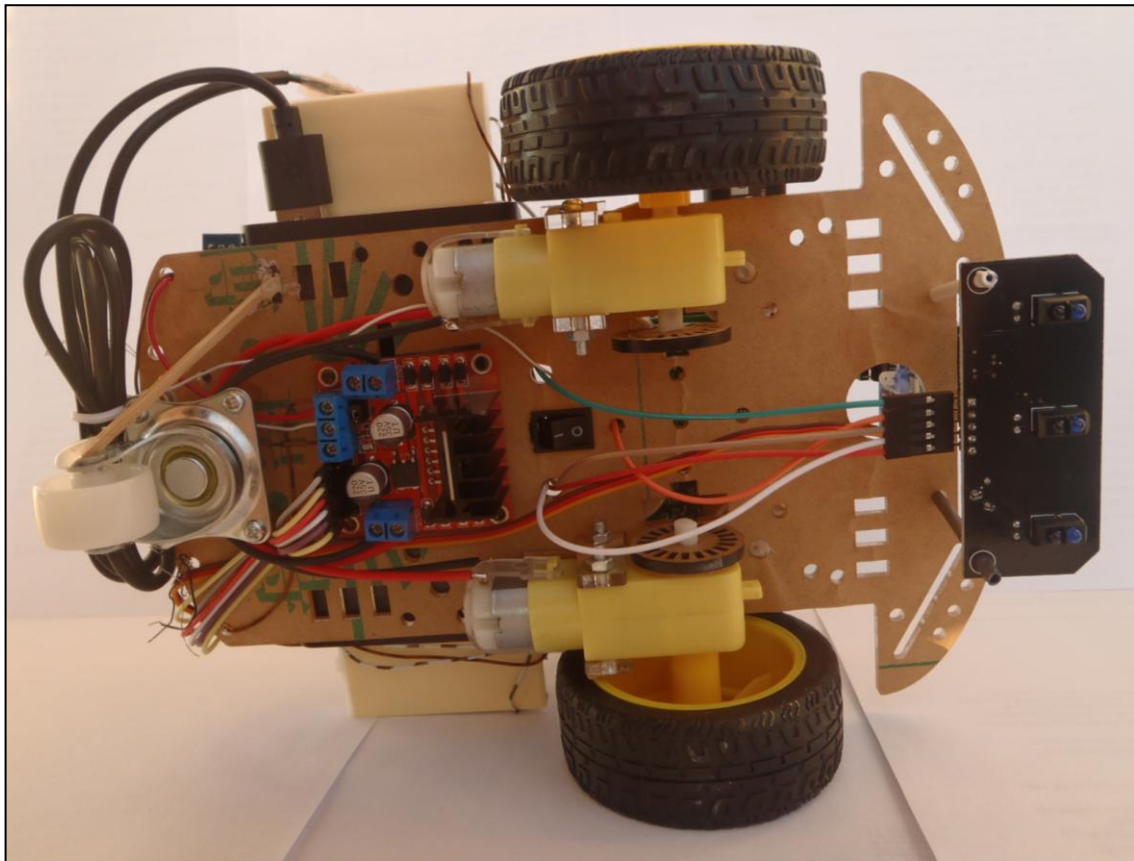
```
GPIO.setup(LeftBack, GPIO.OUT)
GPIO.setup(EnableRight, GPIO.OUT)
GPIO.setup(RightForward, GPIO.OUT)
GPIO.setup(RightBack, GPIO.OUT)
GPIO.setup(trigger_pin, GPIO.OUT)
GPIO.setup(servo, GPIO.OUT)

# Input pins
GPIO.setup(echo_pin, GPIO.IN)
GPIO.setup(Centre, GPIO.IN)
GPIO.setup(Left, GPIO.IN)
GPIO.setup(Right, GPIO.IN)

pwm_left = GPIO.PWM(EnableLeft, 50)
pwm_left.start(50)
pwm_right = GPIO.PWM(EnableRight, 50)
pwm_right.start(50)
pwm_servo = GPIO.PWM(servo, 50)
pwm_servo.start(5.8)

GPIO.output(LeftForward, False)
GPIO.output(LeftBack, False)
GPIO.output(RightForward, False)
GPIO.output(RightBack, False)

# Rover
def GoForward():
    GPIO.output(RightForward, True)
    GPIO.output(LeftForward, True)
    GPIO.output(RightBack, False)
    GPIO.output(LeftBack, False)
```



Obrázek 29: Educant - pohled zespodu

```
print "Forward"

def GoBack():
    GPIO.output(RightForward, False)
    GPIO.output(LeftForward, False)
    GPIO.output(RightBack, True)
    GPIO.output(LeftBack, True)
    print "Back"

def Stop():
    GPIO.output(RightForward, False)
    GPIO.output(LeftForward, False)
    GPIO.output(RightBack, False)
    GPIO.output(LeftBack, False)
    print "Stop"

def TurntoRight():
    GPIO.output(LeftBack, False)
    GPIO.output(LeftForward, True)
    GPIO.output(RightBack, True)
    GPIO.output(RightForward, False)
    print "To Right"

def TurntoLeft():
    GPIO.output(RightBack, False)
    GPIO.output(RightForward, True)
    GPIO.output(LeftBack, True)
    GPIO.output(LeftForward, False)
    print "To Left"

# Sonar
def send_trigger_pulse():
```

```

GPIO.output(trigger_pin, True)
time.sleep(0.0001)
GPIO.output(trigger_pin, False)

def wait_for_echo(value, timeout):
    count = timeout
    while GPIO.input(echo_pin) != value and count > 0:
        count = count - 1

def get_distance():
    send_trigger_pulse()
    wait_for_echo(True, 10000)
    start = time.time()
    wait_for_echo(False, 10000)
    finish = time.time()
    pulse_len = finish - start
    distance = pulse_len / 0.000058
    return(distance)

# Servo
def Servo():
    pwm_servo.ChangeDutyCycle(8.5)
    time.sleep(0.25)
    LSpace = get_distance()
    time.sleep(1)
    pwm_servo.ChangeDutyCycle(3)
    time.sleep(0.3)
    RSpace = get_distance()
    time.sleep(1)
    pwm_servo.ChangeDutyCycle(5.8)
    time.sleep(0.3)
    if LSpace < RSpace:
        return 1
    else:
        return 0

while True:
    #Arena
    if get_distance() > 35:
        pwm_left.ChangeDutyCycle(speed)
        pwm_right.ChangeDutyCycle(speed)
        GoForward()
        time.sleep(0.3)
        twist = 0
    else:
        Stop()
        twist = twist + 1
        pwm_left.ChangeDutyCycle(turn)
        pwm_right.ChangeDutyCycle(turn)
        if twist < 5:
            if Servo():
                TurntoRight()
                time.sleep(0.7)
                Stop()
            else:
                TurntoLeft()
                time.sleep(0.7)
                Stop()
        else:
            GoBack()
            time.sleep(0.2)
            Stop()
            time.sleep(0.5)

```

```

# Line follower
line_left = GPIO.input(Left)
line_right = GPIO.input(Right)

if line_left == 0:
    TurntoRight()
    time.sleep(0.7)
    GoForward()
    time.sleep(0.2)
elif line_right == 0:
    TurntoLeft()
    time.sleep(0.7)
    GoForward()
    time.sleep(0.2)
else:
    GoForward()

```

Diskuse:

Po spuštění programu se bude vozítko chovat prapodivně. Vozítko totiž může jezdit buď po aréně tak, aby nenaráželo do stěn, nebo jezdilo po černé čáře. Oboje narát nelze. Kód pro arénu nebo pro jízdu po čáře je nutné zakomentovat.

Educant se v aréně chová tak, že pokud má před sebou dostatek prostoru, vydá se rovně. Jakmile dojde k překážce, zastaví. V tento moment se kolem sebe rozhlédne. Servo natočí sonar doleva, změří se vzdálenost k překážce. Následně se otočí doprava, změří vzdálenost k překážce a obě hodnoty porovná. Vozítko se otočí do strany, kde bylo změřeno více místa. Po otočení se, se Educant buď rozjede rovně, pokud má dostatek místa, nebo se opakuje rozhlížecí a otáčecí manévr.

Pokud se vozítko někde zasekne, tzn. že není schopné jet vpřed, pokusí se couvnout. PWM periody jsou nastavené rozdílně pro jízdu vpřed a pro zatáčení. Otáčení je více energeticky náročně, a tak je na motory pouštěn vyšší výkon než při prosté jízdě vpřed.

Časové a výkonové (PWM) hodnoty je nutné nastavovat podle stavu baterií, podle typu podložky a zatížení kol. Kola mají např. na koberci a linoleu tendenci prokluzovat. Na dlažbě již tolik ne. To činí potíže především při zatáčení. Pokud byste chtěli kód použít, bude ho pravděpodobně třeba upravit dle vašich podmínek.

Vozítko bylo inspirováno roboty z magazínu MagPi³⁸ a od Tima Coxe³⁹.

Přibližná časová náročnost: 360 min

³⁸ *The MagPi* [online]. 2015, (38) [cit. 2015-10-10]. ISSN 2051-9982. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/magpi-issues/MagPi38.pdf>

³⁹ TIM COX. *Raspberry Pi cookbook for Python programmers: over 50 easy-to-comprehend tailor-made recipes to get the most out of the Raspberry Pi and unleash its huge potential usign Python*. Birmingham: Packt Pub, 2014. ISBN 9781849696623.

10.2.15 Získání obrazu z webkamery

Úloha

Získejte obrazový záznam z webkamery připojené k Raspberry Pi.

Řešení

Připojte kameru do USB portu. Abyste se ujistili, že kamera je připojena, ověřte si její přítomnost příkazem `lsusb`. Pro ověření, že systém kameru skutečně identifikoval jako video zařízení, zadejte příkaz `ls /dev/vid*`. Pokud bude ve výpisu `/dev/video0`, proběhlo připojení v pořádku.

Obraz lze z kamery získat více nástroji. Oblíbeným nástrojem je program `luvcview`. Jeho instalaci zařídíme příkazem `sudo apt-get install luvcview`. Tento program pracuje v grafickém režimu, tzn. při připojení k displeji přes HDMI, či při vzdáleném připojení přes VNC. Když program spustíte, otevře se dialogové okno s video streamem z kamery.⁴⁰

Pokud chcete zůstat u textového režimu a fotky si z Raspberry Pi jen stáhnete a prohlédnete na jiném počítači, lze použít program `fswebcam`. Nainstaluje se příkazem `sudo apt-get install fswebcam`.

Samotný snímek pak pořídíte příkazem:

```
fswebcam -d /dev/video0 -r 320x240 fotka.jpg
```

Pokud nevíte, jaké rozlišení vaše kamera nabízí, lze to snadno zjistit aplikací `uvcdynctrl`. Nainstalujeme ji příkazem `sudo apt-get install uvcdynctrl`. Podporované formáty pak zjistíme příkazem `uvcdynctrl -f`.⁴¹

Diskuse

Tato úloha je uvedena jako poslední, neboť je nejtěžší ne co do obtížnosti úlohy, ale co do sehnání funkční webkamery. Raspberry Pi je totiž velmi náročné, co se týče této komponenty. Seznam kamer, které jsou s Raspberry Pi kompatibilní je relativně strohý.⁴²

⁴⁰ GRIMMETT, Richard. *Raspberry Pi Robotics Essentials*. 1. Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2015, 158 s. ISBN 978-1-78528-484-7.

⁴¹ SJOGLID, Stefan. *Raspberry Pi for secret agents: turn your Raspberry Pi into your very own secret agent toolbox with this set of exciting projects!*. Birmingham, U.K.: Packt Publishing, 2013, 1 online zdroj (iv, 134 p.). ISBN 978-1-84969-578-7.

⁴² RPi USB Webcams. *eLinux* [online]. 2015 [cit. 2015-11-06]. Dostupné z: http://elinux.org/RPi_USB_Webcams

Aktualizace seznamu jsou spíše sporadické. Nakupováním a zkoušením, která kamera tak bude vhodná, se může velice prodražit.

Autor s Raspberry Pi vyzkoušel 3 webkamery a následujícími výsledky:

1. Trust Webcam Live 14382-03

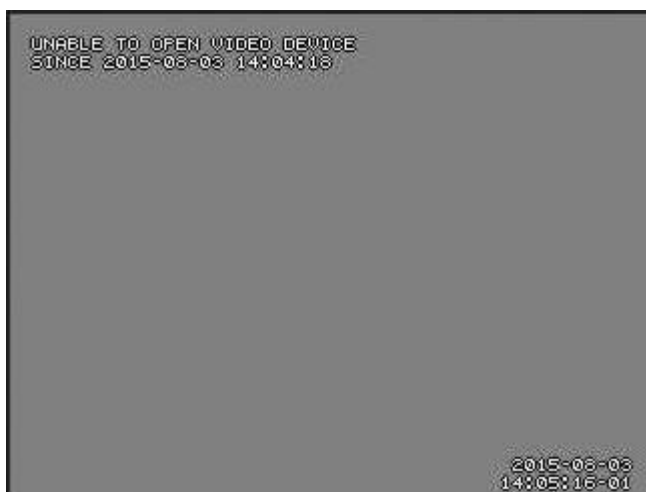
Vstup: 5 V, 500 mA

Tato kamera má větší proudový odběr, než který je Raspberry Pi schopné poskytnout. Kamera tak není ani uvedena do provozu. Není totiž ani identifikována mezi zařízeními připojenými na USB sběrinci.

2. SilverCrest Webcam 1,3 MPx

Model: NO 12021 Vstup: 5 V, 65 mA

Tato kamera již má rozumné proudové nároky, ale pro změnu používá nepodporovaný výstupní barevný formát. Na kameru se tak lze připojit, ale žádný obraz z ní Raspberry Pi nedostane. Viz obrázek č. 30.



Obrázek 30: Nepodporovaný barevný formát kamery

3. Genius FaceCam 321

Cena: 300 Kč

Tato kamera je první, která již poskytuje obraz (rozlišení 640 × 480 px). Bohužel však je to obraz ve velice tristní kvalitě, která je pro účely zpracování obrazu nedostatečná. Zaostření obrazu je totiž prakticky nemožné. Viz obrázek 31.

Hledání levné a zároveň s Raspberry Pi kompatibilní kamery s dostatečnou kvalitou snímků je natolik časově a finančně nákladný proces, že nelze jeho absolvování doporučit. Pokud tedy již nemáte kameru, u níž máte ověřenou funkčnost, raději od úloh spojených s webkamerou upustíte.



Obrázek 31: Snímek z FaceCam 321

Přibližná časová náročnost: 45 min

10.3 Abecední seznam použitých komponent a jejich cena

Navrhovaná otevřená robotická platforma, ze které je možné postavit i robotické vozítko Educant se skládá z těchto komponent:

Dálkoměr HC-SR04	28 Kč
DC motor R130	30 Kč
Dioda 1N4001	1 Kč
Externí zdroj napětí	60 Kč
H-můstek L298N	55 Kč
Klávesnice 4×4	22 Kč
LCD Display Modul LCM 16×2 HD44780	50 Kč
LED	1 Kč
Mini PIR HC-SR05	45 Kč
Piezo bzučák 5 V	5 Kč
Podvozek se 2 DC motory a koly a 1 nepoháněným opěrným kolem	290 Kč
Potenciometr 10 kΩ	8 Kč
Power banka	230 Kč

Raspberry Pi 2 a nutné příslušenství (kap. 10.1)	1684 Kč
Rezistory	4 Kč
Sada akumulátorů 4 ks	300 Kč
Servo motor Micro Servo 9g SG90	45 Kč
Teplotní senzor DS18B20	20 Kč
Tlačítko	1 Kč
Tracker Sensor 3CH	99 Kč
Tranzistor NPN 2N3904	1 Kč
Větráček 12 V 5015S	40 Kč

Cena za otevřenou robotickou stavebnici celkem 3019 Kč

Celková cena použitých komponent, tj. za 1 sadu robotické platformy, ve všech metodických listech kromě webové kamery je 3 019 Kč. Ne všechny komponenty je však nutné kupovat. Pokud se rozhodnete pro stavbu vozítka Educant, nemusíte zvlášť kupovat DC motory, větráček a externí napěťový zdroj. Motory jsou součástí balení s podvozkem. Stejně tak není nutný tranzistor a dioda, lze využít pouze H-můstek. Cena se tak může ještě snížit. K ceně je však potřeba připočítat propojovací spojovací materiál, který je při stavbě vozítka nezbytný.

Webkamera, která poskytne kloudný obraz, se pohybuje v cenové relaci kolem 700 Kč.

10.4 Další možné komponenty a pracovní úlohy

Možnosti použití Raspberry Pi ve výuce, jak již bylo naznačeno v kapitole o výběru právě tohoto počítače, jsou podstatně širší a obsáhlejší než jen ty, které jsou ukázány v těchto metodických listech.

Dalších možných komponent, které lze ve výuce použít je přímo nespočet. Jejich nevýhodou však je, že jsou již dražší. Zde jsou některé příklady komponent a jejich použití: A/D převodník MCP3208, D/A převodník MCP4941, magnetometr HMC5883, měření osvětlení senzorem BH1750, senzorického tlaku senzorem BMP180, zrychlení a rotace senzorem MPU6050, vzdálenosti přesným infračerveným senzorem Sharp 2Y0A02, senzor osvětlení, taktilní senzory dotyku, spínání velké zátěže pomocí relé, řízení krokového motoru, čtení RFID čipů, barevné rozlišení pomocí čidla barev, příjem příkazů z dálkového televizního ovladače pomocí infračerveného čidla, zápis na sedmisegmentový displej, globální lokalizace díky GPS modulu, zpřesnění časově závislých výpočtů

použitím hodin reálného času DS1307, bezdrátový přenos dat, např. změřené teploty díky WiFi modulu ESP8266 a mnoho dalšího.⁴³

Další pracovní úlohy lze tvořit i z již použitých komponent, např: tvorba jednoduché kalkulačky použitím klávesnice 4×4 a LCD displeje 16×2, zapnutí větráčku pro ochlazení teploměru při dosažení stanovené teploty, převod textu na morseovu abecedu a její vysílání bzučákem či generování zvukového a světelného signálu při couvání vozítka. Velice oblíbená úloha je spojení PIR senzoru a webové kamery, které dohromady vytvoří bezpečnostní hlídací prvek.

Raspberry Pi má široké uplatnění i ve výuce ostatních technicky zaměřených předmětů. Kromě výuky programování i v jiných programovacích jazycích než je Python a tvorby Linuxových skriptů, to je např. samotná výuka operačního systému Linux, vývoj pokročilých webových aplikací díky nativní podpoře Linux, Apache, MySQL, PHP či zpracování obrazu či živého streamu získaného z webové kamery pomocí knihovny OpenCV. Dále to mohou být i jednodušší úlohy typu seznámení se vzdáleným grafickým přístupem pomocí VNC. Pro Raspberry je ověřená funkčnost u programů TightVNC a RealVNC, které jsou oba minimálně pro nekomerční užití zdarma.

⁴³ *Raspberry Pi, Arduino a další elektronika* [online]. 2012 [cit. 2015-10-01]. Dostupné z: <http://www.astromik.org/malymenu/menuraspi.htm>

11. Nasazení do škol

Celá tato práce včetně metodických listů byla v elektronické podobě rozeslána všem kantorům, kteří o to v dotazníku projeví zájem a zanechali na sebe kontakt. O osobní zaškolení ani bližší pomoc v době psaní této práce nikdo zájem neprojevil. V bližším styku tak autor byl pouze s jednou budějovickou školou, a to se SPŠ-SE v Českých Budějovicích, kde metodické listy po svých úpravách přejali do výuky informatiky a řídicích systémů Mgr. Krepsovou. Úpravy byly charakteru nahrazení řídicí jednotky místo Raspberry Pi 2 za Arduino Uno. Změny jsou tedy především ve změně programovacího jazyka. Místo programovacího jazyka Python je užít jazyk C.

12. Závěr

V této diplomové práci na téma Podpora výuky technických předmětů na středních školách za využití otevřené robotické platformy bylo vytyčeno pět cílů. Prvním cílem bylo popsat základní pojmy výuky na středních školách ve vztahu k technickým předmětům s předpokládaným využitím robotických platform. Tomuto cíli se věnovaly kapitoly s názvem Legislativa středního vzdělávacího systému a Didaktika informatiky. Popsán je legislativní rámec, kterým se musí střední školy řídit a dále svůj prostor nachází pedagogická část této diplomové práce.

Druhým cílem bylo vypracovat rešerši aktuálních informačních zdrojů zaměřených na modulární programovatelné platformy ve výuce a následně zjistit jejich reálné nasazení ve výuce na SŠ. První část tohoto cíle je popsána v teoretické části práce. Autor zde popisuje obor robotika, jeho historii a následně se zaměřuje na popis robotů, se kterými je možné se v současnosti v praxi setkat. Závěrem této části se zaměřuje na součásti robotů, jaká je budoucnost a perspektiva oboru zabývajícího se roboty a samozřejmě robotické stavebnice vhodné pro výuku technických předmětů na SŠ. Druhou část tohoto cíle, tedy reálné nasazení ve výuce, autor zpracoval vyhodnocením dotazníkového šetření, kdy mezi učiteli technických předmětů zjišťoval, jak na tom v současné době učitelé s robotickými stavebnicemi jsou.

Třetím cílem byla analýza potřeb učitelů SŠ pro zlepšení kvality praktické výuky technických předmětů. K tomuto cíli směřovaly otázky kladené v části dotazníku určeného pro učitele, konkrétně v matici, která zjišťovala, co by vyučující chtěli ve výuce s robotickou platformou procvičovat. Jednalo se o základní i pokročilé elektronické prvky, senzory a měření veličin, ovládání motorů, spínání velké zátěže, pulzně šířková modulace, programování, LAMP, převodníky, zachycení a zpracování obrazu z webkamery, bezdrátový datový přenos, mikrokontrolér a postavení robotického vozítka. Na základě odpovědí autor vypracoval metodické listy, jejichž vypacování si vytyčil jako čtvrtý cíl. Součástí tohoto cíle tedy bylo sestavit a naprogramovat vzorové pracovní úlohy.

V rámci čtvrtého cíle byla též navržena otevřená robotická stavebnice, která je v porovnání se všemi prezentovanými komerčními stavebnicemi jednoznačně nejlevnější. Se stanovenou cenou 3019 Kč má reálný potenciál dostat se do výuky na mnoha školách, které jako bariéru pro zavedení stavebnice do výuky uváděly cenové důvody.

Pátým a posledním cílem bylo v případě zájmu SŠ nasadit platformu s metodickými listy do výuky. Kantoři jeví zájem o nasazení nejdříve až od školního roku 2016/2017, takže jim byla tato práce včetně metodických listů zaslána elektronickou formou. K nasazení do výuky došlo na SPŠ-SE v Českých Budějovicích, kde po drobných úpravách přešli metodické listy do výuky informatiky a řídicích systémů.

Stanovené hypotézy byly vyhodnoceny následovně: Robotické stavebnice dosud ve výuce používá pouze 1 učitel ze 4. Hypotéza H1 tak byla potvrzena. Učitelé mají zájem o zaslání vypracovaných materiálů, tj. metodických listů vypracovaných na otevřené robotické stavebnici. Hypotéza H2 byla také potvrzena. Finance jsou limitující faktor pro pořízení robotických stavebnic pro všechny typy středních škol, včetně těch soukromých. Hypotéza H3 byla vyvrácena.

Mobilní roboty jsou silně se rozvíjející interdisciplinární obor zahrnující konstrukci, pohony, řízení, umělou inteligenci, elektroniku, sensoriku, sběr a analýzu dat, navigaci, komunikaci a další vědní technické disciplíny. Je také zřejmé, že oblast návrhu a vývoje profesionálních mobilních robotů je týmová záležitost.

V poslední době je zřejmý silný nástup mobilních robotů v oblastech servisních činností jako např. v zdravotnictví, stavebnictví, zemědělství, lesnictví, domácnostech, dále při asistenci hendikepovaných osob a také stále častěji v oblastech zábavního průmyslu, volného času a hraček. Např. některé zahraniční i tuzemské technické univerzity již nabízí předměty zaměřené do oblasti mobilních robotů pro zábavu. Nelze také nezmínit jejich používání vojáky, policií, hasiči. Na druhé straně také na celém světě existuje řada poloprofesionálních a amatérských skupin a jednotlivců zabývajících se vývojem mobilních robotů pro oblast zábavy. Existuje např. celá řada soutěží kopané mobilních robotů v několika kategoriích, dále soutěže mobilních robotů určených pro průzkum, vyhledávání předmětů a osob apod. Je potěšitelné, že řady těchto akcí na mezinárodní, evropské i celosvětové úrovni se úspěšně zúčastňují i zástupci z České republiky.

Pro další studium této problematiky lze doporučit Internet, kde je prezentováno obrovské množství relevantních informací. Je to však podmíněno jazykovou vybaveností – angličtinou.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Blokové schéma robota.....	4
Obrázek 2: Blokové schéma průmyslového robota.....	7
Obrázek 3: Rozdělení podvozků mobilních robotů.....	8
Obrázek 4: Model založený na jednoprocessorovém řídicím systému.....	17
Obrázek 5: Distribuovaný model řízení a sběru dat.....	18
Obrázek 6: Označení GPIO pinů Raspberry Pi 2.....	32
Obrázek 7: Struktura didaktiky.....	38
Obrázek 8: Metoda objevování (heuristická metoda).....	51
Obrázek 9: Připojení LED k Raspberry Pi.....	68
Obrázek 10: Zapojení piezo bzučáku.....	70
Obrázek 11: Zapojení tlačítka a LED.....	72
Obrázek 12: Vnitřní zapojení tlačítka o 4 vývodech.....	73
Obrázek 13: Externí interrupt vyvolaný stiskem tlačítka.....	74
Obrázek 14: Zapojení PIR detektoru pohybu.....	76
Obrázek 15: Připojení klávesnice 4×4 k Raspberry Pi.....	80
Obrázek 16: Zapojení pro řízení otáček DC motoru.....	82
Obrázek 17: Pulzně šířková modulace (PWM).....	83
Obrázek 18: Zapojení H-můstku se dvěma stejnosměrnými motory.....	84
Obrázek 19: Vnitřní zapojení H-můstku.....	86
Obrázek 20: Řízení servo motoru.....	87
Obrázek 21: Otáčení osy servo motoru.....	88
Obrázek 22: Zapojení dálkoměru HC-SR04.....	89
Obrázek 23: Signály Trig a Echo zachycené na osciloskopu.....	91
Obrázek 24: Připojení DS18B20 k Raspberry Pi.....	92
Obrázek 25: Zapojení LCD modulu.....	94
Obrázek 26: Educant - blokové schéma.....	97
Obrázek 27: Educant - pohled shora.....	98
Obrázek 28: Educant - pohled zepředu.....	99
Obrázek 29: Educant - pohled zespodu.....	100
Obrázek 30: Nepodporovaný barevný formát kamery.....	104
Obrázek 31: Snímek z FaceCam 321.....	105

Seznam tabulek a grafů

Tabulka 1: Časový sled: Stručná historie robotů a robotiky	5
Tabulka 2: Porovnání běžných typů akumulátorů	24
Tabulka 3: Výsledky matice nabízených okruhů	58
Tabulka 4: Seřazené a ohodnocené okruhy	58
Tabulka 5: Porovnání hodinových dotací	62
Tabulka 6: Nutné komponenty	66
Tabulka 7: Výběr sériových rezistorů pro LED diody a 3,3 V GPIO pin	69
Tabulka 8: Zapojení a význam GPIO a LCD pinů	95
Graf 1: Dosavadní užití robotických stavebnic na středních školách.....	57
Graf 2: Jak moc by kantoři uvítali robotickou stavebnici ve výuce	57
Graf 3: Zájem o vypracované materiály	59
Graf 4: Cena robotické stavebnice jako limitující faktor	60
Graf 5: Spokojenost s užívanými robotickými stavebnicemi	61

Použité zdroje

- [01] ASIMOV, Isaac. *Já, robot*. Praha: Odeon, 1981, 247 s.
- [02] BALADA, Jan. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia: RVP G*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, c2007, 100 s. ISBN 978-80-87000-11-3.
- [03] CECERI, Kathy. *Roboti: objevte a postavte stroje budoucnosti : 20 projektů*. 1. vyd. V Brně: Computer Press, 2014, 128 s. ISBN 978-80-251-4315-5.
- [04] Controlling Servo Motors. *O'Reilly Media, Inc.* [online]. 2013 [cit. 2015-08-30]. Dostupné z: <http://razzpisampler.oreilly.com/ch05.html>
- [05] ČANDÍK, Marek a Štefan CHUDÝ. *Didaktika informatiky*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005, 133 s. ISBN 80-731-8285-8.
- [06] DOSTÁL, Jiří. *Elektrotechnické stavby: (teorie a výsledky výzkumu)*. Vyd. 2. Olomouc: Votobia, 2008, 74 s. ISBN 978-80-7220-308-6.
- [07] Drive a 16x2 LCD with the Raspberry Pi. *Adafruit Learning System* [online]. 2012 [cit. 2015-09-13]. Dostupné z: <https://learn.adafruit.com/drive-a-16x2-lcd-directly-with-a-raspberry-pi>
- [08] DS18B20 Temperature Sensing. *Adafruit Learning System* [online]. 2013 [cit. 2015-09-09]. Dostupné z: <https://learn.adafruit.com/adafruits-raspberry-pi-lesson-11-ds18b20-temperature-sensing/>
- [09] FAJNOR, Jakub. Proč lidé nestudují techniku? Přečetli si, že právníci berou víc, tvrdí docent Šimek. *Hospodářské Noviny* [online]. 2014-07-09 [cit. 2015-12-01]. Dostupné z: <http://byznys.ihned.cz/c1-62480200-studenti-maly-zajem-technicke-obory-docent-ekonomie-milan-simek>
- [10] GRIMMETT, Richard. *Raspberry Pi Robotics Essentials*. 1st ed. Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2015, 158 s. ISBN 978-1-78528-484-7.
- [11] HOUŠKA, Pavel. *Distribuovaný systém řízení kráčivého robotu: Distributed control system of the walking robot*. [Brno: VUTIUUM], 2005, 30 s. ISBN 80-214-2929-1.
- [12] HSES: *H&S electronic systems - robotické systémy* [online]. Brno, 2013 [cit. 2015-10-02]. Dostupné z: <http://hses.cz/>
- [13] *Introducing the Raspberry Pi*. 2014. Dostupné také z: <http://www.rs-online.com/designspark/electronics/eng/blog/introducing-the-raspberry-pi-b-plus>

- [14] KARVINEN, Kimmo a Tero KARVINEN. *Getting started with sensors*. First edition. Sebastopol, CA: Maker Media, 2014, xi, 125 pages. ISBN 1449367089.
- [15] KAŠPAROVÁ, Jana. *Metodika tvorby školních vzdělávacích programů SOŠ a SOU*. 1. upr. vyd. Praha: Národní ústav pro vzdělávání, školské poradenské zařízení a zařízení pro další vzdělávání pedagogických pracovníků, 2012, 120 s. ISBN 978-80-87652-05-3.
- [16] KOTRBA, Tomáš a Lubor LACINA. *Praktické využití aktivizačních metod ve výuce*. Vyd. 1. Brno: Společnost pro odbornou literaturu - Barrister & Principal, 2007, 188 s. ISBN 978-80-87029-12-1.
- [17] *LEGO: Mindstorms* [online]. 2015 [cit. 2015-10-02]. Dostupné z: <http://www.lego.com/cs-cz/mindstorms/products/31313-mindstorms-ev3>
- [18] MAŇÁK, Josef a Vlastimil ŠVEC. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003, 219 s. ISBN 80-731-5039-5.
- [19] MAŇÁK, Josef. *Rozvoj aktivity, samostatnosti a tvořivosti žáků*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 1998, 134 s. ISBN 80-210-1880-1.
- [20] MARGOLIS, Michael. *Arduino cookbook*. 2nd ed. Sebastopol, Calif.: O'Reilly, 2012, 699 p. ISBN 1449313876.
- [21] *MERKUR: robotika pro radost, zábavu i poučení* [online]. 2015 [cit. 2015-10-02]. Dostupné z: <http://www.merkurtoys.cz/vyrobky/roboticke-a-mechatronicke-sety>
- [22] *MLAB Projekt: Modulární elektronická LABORATOŘ* [online]. [cit. 2015-10-02]. Dostupné z: <http://www.mlab.cz/>
- [23] MONK, Simon. *Raspberry Pi Cookbook*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc., 2014, xiv, 393 pages. ISBN 978-144-9365-226.
- [24] MOŠNA, František a Zdeněk RÁDL. *Problémové vyučování a učení v odborném školství*. Vyd. 1. Praha: RB-PRESS, 1996, 95 s. ISBN 80-902-1660-9.
- [25] NORRIS, Donald. *Raspberry Pi: projekty*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2015, 264 s. ISBN 9788025143469.
- [26] NOVÁK, Petr. *Mobilní roboty: pohony, senzory, řízení*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2005, 243 s. ISBN 80-730-0141-1.
- [27] PETTY, Geoffrey. *Moderní vyučování*. Vyd. 5. Praha: Portál, 2008, 380 s. ISBN 978-80-7367-427-4.
- [28] PLACHKÝ, Petr. K čemu je studium technických oborů? *Studenta.cz* [online]. 2012-06-05 [cit. 2015-12-01]. Dostupné z: <http://www.studenta.cz/k-cemu-je-studium-technicky-oboru/magazin/article/948>

- [29] *Porovnání běžných typů akumulátorů* [online]. 2004 [cit. 2015-06-03]. Dostupné z: <http://www.mobil.cz/poradna/baterie/akupack.html>
- [30] PRŮCHA, Jan. *Učebnice: teorie a analýzy edukačního média: příručka pro studenty, učitele, autory učebnic a výzkumné pracovníky*. Brno: Paido, 1998, 148 s. Edice pedagogické literatury. ISBN 80-859-3149-4.
- [31] *Příručka pro autory DUM*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický. ISSN 1802-4785. Dostupné z: http://www.stary.rvp.cz/soubor/00830-prirucka_pro_autory_dum.pdf
- [32] PWM. *Adafruit Learning System* [online]. 2013, [cit. 2015-09-06]. Dostupné z: <https://learn.adafruit.com/adafruit-raspberry-pi-lesson-9-controlling-a-dc-motor/pwm>
- [33] *Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání Elektrotechnika*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický, 2007, 87 s. 12 698/2007-23.
- [34] *Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání Informační technologie*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický, 2008, 85 s. 6 907/2008-23.
- [35] *Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání Technické lyceum*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický, 2007, 87 s. 12 698/2007-23.
- [36] *Raspberry Pi, Arduino a další elektronika* [online]. 2012 [cit. 2015-10-01]. Dostupné z: <http://www.astromik.org/malymenu/menuraspi.htm>
- [37] Robotické stavebnice. *Robotika* [online]. Nové Město nad Metují, 2013 [cit. 2015-10-02]. Dostupné z: <http://robowiki.spsnome.cz/Programovani/Stavebnice>
- [38] RPi USB Webcams. *eLinux* [online]. 2015 [cit. 2015-11-06]. Dostupné z: http://elinux.org/RPi_USB_Webcams
- [39] SHARAN, S. *International encyclopedia of teaching and teacher education: Teaching in Small Groups*. 2nd ed. Oxford: Pergamon, 1995, s. 255-259. ISBN 0-08-042304-3.
- [40] SCHNEPP, Ota. Skupina ČEZ opět podporuje zájem o studium technických oborů, třetí ročník soutěže „Vím proč“ má navíc několik novinek. *ČEZ* [online]. 2015-10-14 [cit. 2015-12-01]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/5225.html>
- [41] SJOGLID, Stefan. *Raspberry Pi for secret agents: turn your Raspberry Pi into your very own secret agent toolbox with this set of exciting projects!*. Birmingham, U.K.: Packt Publishing, 2013, 1 online zdroj (iv, 134 p.). ISBN 978-1-84969-578-7.
- [42] SOUKUP, Karel. *Řízení všesměrového podvozku mobilního robotu: Control of omni-directional chassis mobile robot : zkrácená verze Ph.D. Thesis*. V Brně:

- Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automatizace a informatiky, 2004, 32 s. ISBN 80-214-2841-4.
- [43] ŠOLC, František. *Robotika, modelování a řízení robotů: Robotics, modeling and control of robots : teze přednášky ke jmenování profesorem v oboru "Technická kybernetika"*. Brno: VUTIUM, 2004, 28 s. ISBN 80-214-2618-7.
- [44] Teploměr DS18B20. *Raspberry Pi, Arduino a další elektronika* [online]. 2015 [cit. 2015-09-15]. Dostupné z: <http://www.astromik.org/raspi/15.htm>
- [45] *The MagPi* [online]. 2015, (38) [cit. 2015-10-10]. ISSN 2051-9982. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/magpi-issues/MagPi38.pdf>
- [46] TIM COX. *Raspberry Pi cookbook for Python programmers: over 50 easy-to-comprehend tailor-made recipes to get the most out of the Raspberry Pi and unleash its huge potential usign Python*. Birmingham: Packt Pub, 2014. ISBN 978-1-84969-662-3.
- [47] TIMMS. *Ekonom*. 2005, (8): 32-37. ISSN 1213-7693.
- [48] UPTON, Eben a Gareth HALFACREE. *Raspberry Pi: uživatelská příručka*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2013, 232 s. ISBN 9788025141168.
- [49] WALAT, Wojciech. Preference jednotlivých funkcí učebnic techniky a informatiky u učitelů základních škol. *Trendy ve vzdělávání: Podpora výuky*. Olomouc, 2009, : s. 586 - 589.
- [50] WARREN, John-David. *Arduino robotics*. New York, NY: Apress, c2011, xxiv, 601 s. Technology in action series. ISBN 978-1-4302-3183-7.

Přílohy

Příloha A

Dotazník

1. Na jakém typu střední školy vyučujete, studujete, či jste vystudoval/a? *

- Gymnázium
- SŠ s technicky zaměřeným oborem (elektronika/technika, IT, mechatronika, robotika, automatizace atp.)
- Jinak zaměřená SŠ

Konec dotazníku

2. Jaký je název Vaší školy a město ve kterém se nachází?

3. Jste učitel/ka, absolvent/ka, či student/ka střední školy? *

- Učitel/ka
- Absolvent/ka
- Student/ka

Pokračování otázkou 22

Pokračování otázkou 29

4. Vyučujete odborný technický předmět (elektronika/technika, IT, mechatronika, robotika, automatizace atp.) *

- Ano
- Ne

Konec dotazníku

5. Pokud ano, jaký?

6. Setkal/a jste se již s některou z robotických stavebnic či el. sestavou s mikrokontrolérem? *

- Ano
- Ne

Pokračování otázkou 9

7. Se kterou/ými jste se již setkal/a? *

- Lego Mindstorms
- Merkur
- H&S electronic systems
- MLAB
- Fischertechnik

- Mikrokontrolér + el. obvody
- Jiné: _____

8. Využíváte nějakou robotickou stavebnici či mikrokontrolér ve výuce? *

- Ano, využívám *Pokračování otázkou 17*
- Ne, ale nezavrhuji to do budoucna
- Ne, a do budoucna to ani neplánuji *Pokračování otázkou 21*

9. Jak moc byste momentálně uvítal/a možnost zařadit do výuky i praktické ověření teorie pomocí programovatelné robotické platformy? *

1 2 3 4 5

Velmi uvítal/a Vůbec o to nestojím

10. Co by podle Vás měla platforma umožňovat/procvičovat? *

	Určitě ano	Spíše ano	Nevím	Spíše ne	Určitě ne
Základní el. prvky (LED, tlačítko, rezistor)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pokročilé el. prvky (displej, klávesnice)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Senzory, měření veličin (teplota, vzdálenost, osvětlení, infra, reflexní čidlo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ovládání motorů (stejnoseměrný, servo, krokový)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Spínání velké zátěže (tranzistor, relé)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pulzně šířková modulace (otáčky ventilátoru)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Programování (Python, C)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
LAMP (instalace, konfigurace)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Převodník (A/D, D/A)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zachycení a zpracování obrazu (webkamera, image processing)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bezdrátový datový přenos (Wi-Fi, ZigBee, Bluetooth)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mikrokontrolér (Raspberry Pi, Arduino, PIC, Atmel)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Postavení robotického vozítka	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Máte k seznamu nějaký komentář? Chcete výběr více specifikovat? Chybí Vám v nabídce něco?

12. Máte zájem o zaslání vypracovaných metodických listů? *

1 2 3 4 5

Určitě ano Určitě ne

13. Stál/a byste o pilotní provoz programovatelné robotické platformy na Vaší škole + případné zaškolení? *

1 2 3 4 5

Určitě ano Určitě ne

14. Pokud ne, kdy vidíte nasazení platformy do výuky jako reálné?

15. Jak moc limitující faktor při výběru robotické stavebnice/programovatelné platformy je pro Vás cena? *

1 2 3 4 5

Velmi limitující Cena není limitující faktor

16. Kolik hodin týdně můžete/chcete v rámci předmětu platformě věnovat?

Pokračování otázkou 35

17. A jak moc jste se stavebnicí či mikrokontrolérem spokojen/a? *

1 2 3 4 5

Velmi Vůbec

18. Kolik času týdně průměrně tak věnujete stavebnici/mikrokontroléru ve výuce?

19. Jaké funkce/možnosti robotické stavebnice ve výuce využíváte?

20. Postrádáte nějakou funkci/možnost robotické stavebnice? Jakou?

Pokračování otázkou 35

21. Proč máte k robotickým stavebnicím/mikrokontroléru ve výuce takový negativní postoj a co by ho změnilo?

Pokračování otázkou 35

22. Před kolika lety jste maturoval/a? *

- Letos
- Před rokem
- Před dvěma až třemi lety
- Před čtyřmi až pěti lety
- Před více než pěti lety

Konec dotazníku

23. Setkal/a jste se na Vaší škole s některou z robot. stavebnic či mikrokontrolérem? *

- Ano
- Ne
- Už se nepamatuji
- Nevím, co to je robotická stavebnice/mikrokontrolér

Pokračování otázkou 28

Konec dotazníku

Konec dotazníku

24. O kterou robotickou stavebnici se jednalo? *

- Lego Mindstorms
- Merkur
- H&S electronic systems
- MLAB
- Fischertechnik
- Mikrokontrolér + el. obvody
- Jiné: _____

25. Byl/a jste se stavebnicí spokojen/a? *

1 2 3 4 5

Velmi spokojen/a Zcela nespokojen/a

26. Co byste na stavebnici vytkl/a či naopak vyzdvihl/a?

27. V rámci kterého předmětu se stavebnice/mikrokontrolér používal/a?

Pokračování otázkou 35

28. Když se ohlédnete zpět, jak moc byste uvítal/a doplnění výuky o robotickou stavebnici/programovatelnou modulární platformu? *

- Velmi bych to ocenil/a
- Asi by to bylo ku prospěchu
- Nevím, nedokážu říct, zda by to bylo ku prospěchu
- Asi bych to neocenil/a
- Vůbec bych to neocenil/a. Bylo by to spíše na škodu

Pokračování otázkou 28

29. Kolikátý ročník studia navštěvujete? *

- První
- Druhý
- Třetí
- Čtvrtý

30. Využívá se na Vaší SŠ nějaká robotická stavebnice či mikrokontrolér pro podporu výuky? *

- Ano, již jsme s ní přišli do styku
- Nevím, co to je robotická stavebnice/mikrokontrolér *Pokračování otázkou 35*
- Ne, zatím jsme s ní do styku nepřišli (vím, co je robotická stavebnice/mikrokontrolér) *Pokračování otázkou 34*

31. O kterou robotickou stavebnici se jednalo? *

- Lego Mindstorms
- Merkur
- H&S electronic systems
- MLAB
- Fischertechnik
- Mikrokontrolér + el. obvody
- Jiné: _____

32. V rámci kterého předmětu se stavebnice/mikrokontrolér používal/a?

33. Vyhovovala Vám praktická výuka na robotické stavebnici/mikrokontroléru? *

1 2 3 4 5

Velmi vyhovovala Vůbec nevyhovovala

Pokračování otázkou 35

34. Uvítali byste možnost doplnit výuku o praktické ověření teorie pomocí programovatelné modulární platformy? *

1 2 3 4 5

Ano, velmi Ne, vůbec

35. Podělíte se o Vaše iniciály a kontakt?

36. Chcete na závěr ještě něco sdělit?

Legenda

* Povinná otázka, bez zodpovězení nelze pokračovat dále

- Otázky s jednou možnou odpovědí
- Otázky s více možnými odpověďmi

_____ Textové pole, komentář

Příloha B

Obsah a struktura CD

Literatura – adresář s použitou literaturou v elektronické podobě

Obrázky – adresář s obrázky použitými v práci

Python – adresář se všemi skripty v jazyce Python

Desky.pdf – titulní desky práce

DP-PruchaT.pdf – diplomová práce v elektronické podobě

Readme.txt – obsah a struktura práce