

Výuková pomůcka pro předmět mikropočítače – mobilní robot

Teaching Aid for Microcontrollers Course – Mobile Robot

Antonín Šidla



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Antonín ŠIDLA
Osobní číslo: A10181
Studijní program: B3902 Inženýrská informatika
Studijní obor: Informační a řídicí technologie
Forma studia: kombinovaná

Téma práce: Výuková pomůcka pro předmět mikropočítače –
mobilní robot

Zásady pro vypracování:

1. Prostudujte existující konstrukce jednoduchých mobilních robotů a zpracujte literární rešerši na toto téma.
2. Navrhněte konstrukci robota vhodného pro výuku programování mikropočítačů.
3. Zhotovte prototyp robota, včetně základního programového vybavení pro demonstraci jeho funkčnosti.
4. Vytvořte vzorové zadání studentské úlohy pro vytvořeného robota.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. PINKER, Jiří. Mikroprocesory a mikropočítače. Praha: BEN – technická literatura, 2004. ISBN 80-730-0110-1.
2. NOVÁK, Petr. Mobilní roboty – pohony, senzory, řízení, Praha: BEN – technická literatura, 2005. ISBN/EAN 80-7300-141-1 / 9788073001414.
3. MANN, Burkhard. C pro mikrokontroléry: ANSI-C, kompilátory C, spojovací programy – linkery, práce s ATMEL AVR a MSC-51, příklady programování v jazyce C, nástroje pro programování, tipy a triky. Praha: BEN, 2003. ISBN 80-730-0077-6.
4. ŠOLC, František a Luděk ŽALUD. Robotika, Brno, VUE FEKT, 2002.
5. ARDUINO. Arduino Home Page [online]. 2013 [cit. 2013-01-15]. Dostupné z: <http://www.arduino.cc>

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Dolinay, Ph.D.

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce:

24. února 2013

Termín odevzdání bakalářské práce:


14. června 2013

Ve Zlíně dne 24. února 2013



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan




prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Práce se zabývá návrhem a konstrukcí jednoduchého mobilního robota použitelného pro výukové účely. V teoretické části je popsáno využití a rozdělení robotů dle různých hledisek. Důraz je kladen na práci s mobilními roboty jako učebními pomůckami při studiu programování mikropočítačů. V praktické části této práce je ukázka sestavení mobilního robota na bázi open-source platformy Arduino. Cílem celé práce je umožnit studentům praktické a zábavné vyzkoušení ovládání a naprogramování mobilního robota a pochopit vzájemnou vazbu mezi elektronickými a mechanickými díly.

Klíčová slova: mobilní robot, mikropočítač, ovládání, senzor, Arduino, pohon, detekce překážky, mechanická konstrukce, diferenciální podvozek, programování

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the design and construction of a primitive robot usable for educational purposes. In the theoretical part the use and division of robots is described from various perspectives. The emphasis is placed on the work with mobile robots in the role of educational instrument for students of microcomputers programming. In the practical part of this thesis there is an illustration of mobile robot assemblage on the basis of open-source platform Arduino. The goal of this thesis is to enable students to try to control and programme mobile robot in a practical and entertaining way and to understand the mutual relation between electronic and mechanical parts.

Keywords: mobile robot, microcontroller, control, sensor, Arduino, driving, obstacle detection, mechanical design, differential chasis, programming

Poděkování, motto

Chtěl bych poděkovat panu Ing. Janu Dolinayovi za vedení, směřování a pomoc při tvorbě této práce a také za jeho trpělivost, komunikativnost a velkou ochotu.

Chci také poděkovat mojí přítelkyni za psychickou podporu a poradenství při vyrábění mého robota. Taktéž chci poděkovat mým rodičům, sourozencům a vůbec příbuzným.

Chci také poděkovat všem, kteří mne všemožně podporovali a měli pochopení ve chvílích, kdy jsem se chtěl vzdělávat a psát tuhle práci či konstruovat robota.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 ROBOT - DEFINICE	12
1.1 ROBOTIKA	12
1.2 ROBOT.....	12
1.3 PRINCIP	13
1.4 VYUŽITÍ MOBILNÍCH ROBOTŮ	13
2 ROZDĚLENÍ ROBOTŮ.....	16
2.1 ROZDĚLENÍ DLE POHYBLIVOSTI.....	16
2.1.1 Stacionární.....	16
2.1.2 Mobilní.....	16
2.2 ROZDĚLENÍ DLE VÍCEÚČELNOSTI.....	16
2.3 ROZDĚLENÍ DLE GENERACÍ VÝVOJE.....	17
2.4 ROZDĚLENÍ MOBILNÍCH ROBOTŮ DLE AUTONOMITY	17
2.5 ROZDĚLENÍ DLE ZPŮSOBU VYUŽITÍ.....	17
2.6 DALŠÍ KATEGORIE	18
3 OPERAČNÍ PROSTŘEDÍ	19
3.1 ROZDĚLENÍ PODLE DRUHU PROSTŘEDÍ	19
3.2 VENKOVNÍ PROSTŘEDÍ.....	19
3.3 VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ	20
4 DRUHY PODVOZKŮ	21
4.1 KOLOVÉ PODVOZKY	21
4.1.1 Diferenciální podvozek	21
4.1.2 Synchronní podvozek.....	21
4.1.3 Ackermanův	22
4.1.4 Všesměrové	22
4.2 PÁSOVÉ PODVOZKY	23
4.3 KRÁČEJÍCÍ ROBOTI.....	23
4.4 LÉTAJÍCÍ A VODNÍ ROBOTI	23
5 EFEKTORY.....	24
5.1 STEJNOSMĚRNÝ A STŘÁDAVÝ MOTOR	24
5.2 KROKOVÝ MOTOR	25
5.3 SERVOMOTORY	27
6 SENZORY.....	28
7 ŘÍDÍCÍ PODSYSTÉM.....	31
8 ARDUINO	33
8.1 POPIS ARDUINO UNO	33
8.2 POPIS PRÁCE S ARDUINO	34
8.2.1 Instalace.....	34
8.2.2 Nastavení.....	35
8.2.3 Popis vývojového prostředí.....	35

8.2.4	Programovací jazyk pro Arduino	36
II	PRAKTICKÁ ČÁST	37
9	TECHNICKÁ REALIZACE.....	38
9.1	HLAVNÍ POPIS.....	38
9.2	MECHANICKÁ KONSTRUKCE.....	38
9.3	POHON A KOLA	40
9.3.1	Hnací motory.....	40
9.3.2	Servomotor	41
9.3.3	Hnací a stabilizační kola	42
9.4	OVLÁDÁNÍ MOTORU	43
9.4.1	Popis modulu řízení a ovládání motorů	43
9.4.2	Způsob ovládání	44
9.5	NAPÁJENÍ	45
9.6	MIKROPOČÍTAČ	45
9.7	SENZORY	46
9.7.1	Ultrazvukový dálkoměr SRF05.....	46
9.7.2	Infrasenzor TCRT5000	47
9.7.3	Dotykové senzory.....	49
10	VZOROVÝ ÚKOL.....	50
10.1	ZADÁNÍ	50
10.2	ŘEŠENÍ	50
10.3	SCHÉMA ZAPOJENÍ.....	51
10.4	POPIS VÝSLEDNÉHO PROGRAMU	52
10.5	DALŠÍ MOŽNOSTI.....	57
	ZÁVĚR	58
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	60
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	62
	SEZNAM OBRÁZKŮ	64
	SEZNAM TABULEK.....	65
	SEZNAM PŘÍLOH.....	66

ÚVOD

Je nemožné stanovit přesný čas, kdy se člověk stal rozumným a uvažujícím tvorem. Tvorem, který se vyjímá a liší od ostatních živočichů na této planetě nejen fyzikální, ale hlavně psychickou stavbou. Nejen že není možné určit čas, stejně tak není možné zjistit příčiny a důvody vzniku člověka, tak jak se sami vnímáme dnes. Ať už se přikláníme k té či oné teorii a filozofii, můžeme s určitostí konstatovat, že tento vývoj byl postupný a probíhal v několika tisíciletích až do dnešní doby. Velký vliv na člověka měl pokrok techniky v čase. Technika a člověk dospívají současně ruku v ruce. Představme si člověka, jak využívá pazourek, kladkostroj, tiskařský lis, parní stroj, automobil, počítač, vesmírnou družici... Člověk se snaží vymýšlet činnosti, které mu usnadňují život. Snaží se zjednodušovat věci, které pro něho jsou rutinou, námahou, nepříjemností, anebo jsou nezábavné. Paradoxně by se dalo říci, že hlavním motivem této činnosti je lidská lenost.

Lidská práce je nahrazována stroji a to zejména tam, kde je výkon práce pro člověka nebezpečný, namáhavý a nebo tam, kde například výrobní proces vyžaduje neustálý dozor, efektivitu, přesnost a kontrolu. Dnešní stroje jsou, na rozdíl od prehistorie průmyslu, převážně elektrické – elektrické hnací jednotky, ovládání, řízení. S postupnou miniaturizací elektronických součástek vznikají nové možnosti. Elektronické součástky a celé obvody jsou nahrazovány integrovanými obvody. Realizace funkce za pomoci elektronických součástek na velkém plošném spoji je nahrazována levnějšími a softwarovými funkcemi za využití mikropočítačů. Mikroprocesory, neboli mikropočítače jsou nenáročné na přestavbu, mají univerzálnější využití, jsou méně poruchové než sestavy elektronických komponent, mají maximální variabilitu. Mikroprocesory jsou dnes obsaženy ve většině přístrojů, jak v průmyslu, tak i v domácnostech a jsou vedle samotných PC a PLC dalším možným prvkem pro ovládání, řízení a regulaci. A právě prvky umělé inteligence – čidla a senzory, umožňují tedy nejen ovládání, ale hlavně řízení a do určité míry i samostatné uvažování strojů, autonomnost a vlastní rozhodování. Robot je obvykle vybaven a řízen mikropočítačem, smyslovými senzory, pohony. Jeho pohyby a využití všech prvků je naprogramováno člověkem. Program uložený v paměti mikropočítače je snadno upravitelný a umožňuje robota přeprogramovat.

Pod pojmem robot si většina z nás vybaví nejčastěji stroj, velice blízký vzhledu člověka. Právě tahle zdánlivě dětinská představa nám dává kupodivu odpověď, ikdyž ne zcela, na otázku co to robot je, jaký by měl být a jaké by měl mít vlastnosti. Konstruktor robota zde

hraje roli stvořitele, který vytváří tyto stroje s vlastnostmi a funkcemi, které mají lidstvu pomáhat a sloužit. Od robota je nejvíce očekáváno, že dle požadované funkce a určení, bude plnit příkazy sám a bude při plnění těchto úkolů uvažovat jako člověk. Tedy přemýšlet, jak nejlépe, nejefektivněji a nenáročně vykonat požadovanou činnost, jak se nejlépe dostat z určitého místa do svého cíle, neohrozit bezpečnost jak svoji, tak i ostatních, zabránit sebedestrukci apod.

Průmysloví a mobilní roboti se i přes svoji poměrně vysokou cenu, stále více objevují okolo nás a ovlivňují člověka a okolní svět.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ROBOT – DEFINICE

1.1 Robotika

Robotika je moderní interdisciplinární obor zabývající se návrhy, konstrukcemi, stavbami robotů. Zahrnuje v sobě prvky mechaniky, automatizace, řízení, ovládání, regulace, elektroniky, kinematiky, programování, algoritmizace, fyziky, ale například i designu. Součinná kombinace těchto oborů se nazývá mechatronika. Protože robotika proniká do různých oblastí lidské činnosti, je také nutná znalost prostředí a vzájemného působení. Je zjevné, že díky takto rozsáhlému a širokému oboru, jako robotika bezesporu je, se při návrhu a konstrukci robotů ve většině případů jedná především o týmovou spolupráci.

Robotika je velmi blízká kybernetice, která se zabývá obecnými principy řízení, přenosu informací ve strojích živých organismech a společenstvích. Robotika je často dávána do souvislostí s pojmy jako fuzzy logika, genetické programování, neuronové sítě, umělá inteligence.[1]

1.2 Robot

Robot je stroj vyrobený za účelem provedení nějaké funkce. Stroj zkonstruovaný člověkem, stejně tak jako jiné stroje a spotřebiče přičemž není zcela ostrá hranice přechodu stroj-robot. Čím se tedy roboti odlišují od například běžných spotřebičů v domácnosti? Je to určitá míra inteligence a samostatnosti rozhodování, vnímání okolí, interakce s prostředím. Roboti jsou schopni, díky hardwarovému a softwarovému vybavení, provádět a vykonávat svůj zadaný úkol zcela samostatně. Jsou schopni se samostatně rozhodovat na základě člověkem předem stanoveného a naprogramovaného algoritmu.

Robot je, jak bylo zmíněno, dílo několika samostatných oborů a celý systém robota je tvořen vzájemným propojením dílčích částí, subsystémů. Jako tři nejhlavnější podsystémy uvažujeme

- Pohonný
- Řídící
- Senzorický

Jednotlivé a dílčí subsystémy vytvářejí celkový systém svým vzájemným propojením a koordinací.[2] O těchto hlavních podsystémech je zmíněno v dalších kapitolách této práce.

1.3 Princip

Princip funkce robota spočívá ve zpracování informací získaných ze senzorů. Informace o okolí, vzdálenostech a jiných zjištěných fyzikálních veličinách jsou dále předávány řídicímu subsystému. Řídicí subsystém je v drtivé většině mobilních robotů tvořen počítačem nebo ještě častěji mikropočítačem. Tento elektronický obvod zjištěné informace vyhodnocuje. Mikropočítač pracuje na základě naprogramovaných instrukcí a algoritmů, tedy člověkem daným a stanoveným postupem. Po zpracování dat získaných ze senzorů, předá tento řídicí elektronický obvod příkazy efektorům. Efektorem může být nejen pohonný podsystem, ale může se jednat i o LED diodu, pohyb ramene, reproduktor. U mobilního robota je tento podsystem pochopitelně nejdůležitějším ze skupiny efektorů.

Práce se bude zabývat především principem, rozdělením, a činnostmi mobilních robotů. Mobilní robot je stroj řízený naprogramovaným počítačem a zkonstruovaný za určitým účelem. Robot je ke své autonomní činnosti vybaven různými a vzájemně propojenými snímacími a pohonnými prvky. Přívlastek mobilní značí, že robot má určitou míru volnosti a pohybu.

1.4 Využití mobilních robotů

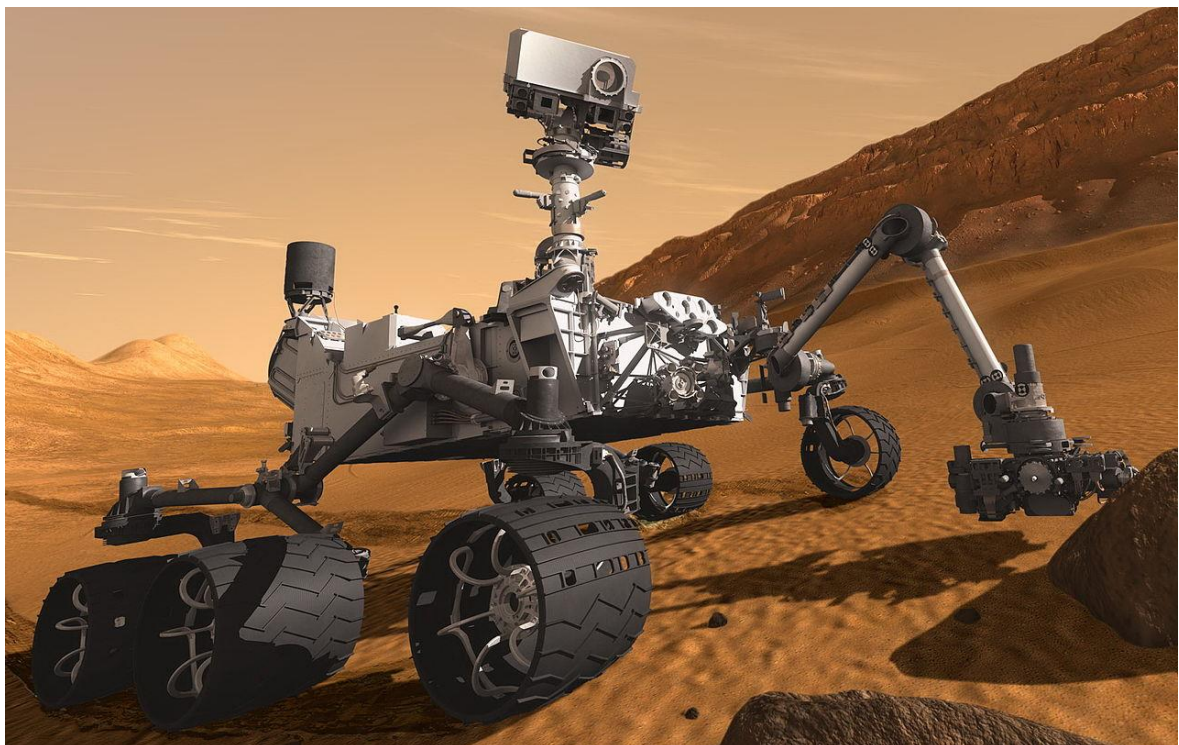
V současnosti jsou roboti s úspěchem nasazováni do výrobních procesů. Snaží se lidem usnadnit práci buď fyzicky náročnou, namáhavou nebo v čase a prostoru nezvládnutelnou, v prostorech nebezpečných pro osoby a jejich delšího setrvávání jako je například velký hluk, vysoká teplota, nebezpečné plyny a další.

V automobilovém průmyslu se uplatňuje robotika jako různé asistenční služby usnadňující řízení vozidla. GPS navigace, udržování odstupu od vozidla, sledování krajnice. Automobilky provádějí pokusy s řízením dopravy, kdy je při jízdě v koloně na dálnicích řízen jen první automobil a ostatní reagují dodržováním odstupu.

- Geologický průzkum - nasazení ke zkoumání těžko přístupných a nebezpečných oblastí jako je mořské dno a hlubinné oblasti oceánu, jícny sopek
- Vesmír – využití robota při průzkumu povrchu planet
- Armáda, policie – bezpilotní letouny, špionážní letadélka, průzkum nebezpečných předmětů a výbušnin, odstranění min, přenos materiálu
- Záchranářství – záchrana lidí při katastrofách a živelných pohromách, prohledávání trosek

- Manipulace - rozvoz polotovarů a výrobků v továrnách, rozvoz dokumentů, rozdávání reklamních letáků
- Úklidové práce – vysavače, travní sekačky, úklid velkých prostor
- Zábava – jsou vyráběny stavebnice a hračky, konají se různé soutěže a přehlídky robotů (robotický fotbal, sumo)
- Zdravotnictví – operace na dálku, robotický laparoskop
- Průmysl – svařování, lakování, manipulace, paletizace, zdraví nebezpečné prostředí[3]
- Kontrola – měření pomocí kamer, laseru, čidel

Mobilní roboty můžeme využít v různých podmínkách a pro člověka neznámých prostředích, kterým může být vzdálený vesmír a nebo pro člověka prozatím nedostupná planeta Mars. Roboti Curiosity a Opportunity zastávají funkci průzkumníka s chemickou a geologickou laboratoří (Obr.1).[4]



Obr. 1 – Robot Curiosity, vizualizace [4]

Robot LS3, kterého vyvinula společnost Boston Dynamics, testuje americká armáda (Obr. 2). Využití najde obzvláště při přemísťování těžkých břemen a materiálu i v těžko přístupných terénech. Robot je čtyřnohý a pohonnou jednotkou je benzínový motor.[5]



Obr. 2 – Robot LS3 sloužící pro přenos materiálu

Mobilní roboti, či jen systémy na bázi mobilních robotů, nachází svoje uplatnění i ve zdravotnictví, opoře těla, při rekonvalescenci apod. Příkladem jsou U3-X, Bodyweight Support Exoskeleton, Walking Assist v porovnání s robotem ASIMO od společnosti Honda (Obr. 4). Obdobné skelety jako například RB3D Hercule, Raytheon XOS 2 a Lockheed Martin HULC jsou testovány ve vojenství.



Obr. 3 - Ukázka skeletonů a robotů společnosti Honda

2 ROZDĚLENÍ ROBOTŮ

Rozdělení robotů do různých kategorií je závislé na mnoha okolnostech. Jedná se například o způsoby využití, prostředí, pro které je určen apod. Mezi různými kategoriemi robotů jsou prvky univerzality minimalizovány, přičemž různé funkce a využití se vzájemně prolínají. Každá konstrukce robota je unikátní a výjimečná. Jinak se bude chovat stroj určený do bytových či krytých prostor a jiné vlastnosti bude vyžadovat stroj určený pro pohyb ve vodě.

2.1 Rozdělení dle pohyblivosti

Nejdůležitější stromovou kategorií je rozdělení dle mobility robotů. Pokud není vysloveně uvedeno jinak, jsou v této práci kategorie rozdělení společné pro oba tyto hlavní druhy. Samotná hybnost a volnost manipulačních ramen je dělena podle mechanických stupňů volnosti.

2.1.1 Stacionární

Stacionární robot nemá možnost volného a samostatného přesunu. Pohyb celého robota v prostoru je značně omezen buď přívodem napájení nebo vymezenou dráhou. U těchto robotů je mobilita, až na výjimky, považována za nežádoucí.

2.1.2 Mobilní

Mobilní roboti se mohou přemisťovat po různých drahách. Je to tedy takový robot, který je schopen se sám přesunout v prostoru. Tato funkce je od nich přímo vyžadována. Je víceméně jednou z hlavních funkcí a je uskutečňována za pomoci určitého druhu podvozku. Navíc mohou také plnit funkci stacionárního robota.

2.2 Rozdělení dle víceúčelnosti

- Jednoúčelové - navrženy jen pro určitou činnost. Jsou vyrobeny bez možnosti přestavby na jiný druh práce a funkce
- Víceúčelové, univerzální - snadno přizpůsobitelné novým technologiím, drahám, prostředí, rozměrům výrobku

2.3 Rozdělení dle generací vývoje

- 1. generace robotů pracuje na základě pevných programů
- 2. generace robotů pracuje na základě programů reagujících na podněty senzorů, vybaveny zpětnovazebními prvky
- 3. generace robotů využívající prvky umělé inteligence, fuzzy logiky, rozpoznávání řeči, hloubky hlasu apod.

2.4 Rozdělení mobilních robotů dle autonomy

Jednou z mnoha kritérií dělení mobilních robotů je rozdělení na dva typy – autonomní a dálkově ovládané [6]

- Autonomní - schopnost samostatného řízení robota. Stroj tohoto typu vykonává svoji činnost nezávisle na přímém řízení člověkem. Sám rozhoduje o tom jakým způsobem, jakou cestou a postupem cíle dosáhne.
- Dálkově ovládané - vyžadují přímé řízení a ovládání člověkem s větším či menším využitím senzorických prvků. Pracují podle pokynů operátora. Ovládání takového teleoperativního robota lze provádět dvojí způsobem. Jednak vizuální kontrolou na dálku a nebo za pomoci simulace skutečného světa, virtuální reality. Ta operátorovi umožňuje lépe si integrovat se simulovaným prostředím a získávat tak zpětnou vazbu o prováděné činnosti.

2.5 Rozdělení dle způsobu využití

Dělení dle způsobu využití je mnoho. Pro různé obory lidské činnosti existují různé roboti.

- Manipulační
- Dopravní
- Měřicí
- Záchranářské
- Vojenské
- Průzkumové

2.6 Další kategorie

Roboty můžeme klasifikovat do dalších kategorií a upřesnit jejich zařazení podle sestrojení a umístění elektronických a mechanických prvků v jednotlivých subsystémech. Tedy například podle způsobu a druhu pohonu, napájení, použitého podvozku, množství a typů senzorů, způsobu navigace, orientace v prostoru a také podle použití mikropočítače.

3 OPERAČNÍ PROSTŘEDÍ

Roboti jsou různého využití a způsobu určení. Konstrukce a tvar záleží na osobní fantazii. Podvozek, nosný rám, by měl zajišťovat tuhost a pevnost robota jako celku. Měl by být vyvážený, stabilní, odolný a přizpůsobený vlivům prostředí, pro které je určen. Jiný podvozek, kola, pneumatiky, nohy, povrch, materiál a zpracování bude využito pro stavbu robota určeného do krytých prostor a jiný do náročného venkovního terénu, ve kterém musí odolávat, mnohdy až drsným, klimatickým podmínkám. Mechanické části a elektronické součástky musí být pro svoji správnou činnost a životnost jištěny proti prašnosti, vlhkosti, vibracím, změnám teplot, elektromagnetickému rušení a jinému negativnímu působení. Neméně důležitý je výkon pohonného subsystému. Dimenzování hnacích jednotek musí být koncipováno s ohledem na převýšení operačního prostoru a rychlosti pohybu.

3.1 Rozdělení mobilních robotů podle druhu prostředí

Mobilní roboti jsou rozděleny do kategorií podle prostředí ve kterém se vyskytují a pro které jsou určeny [7]

- Souš
- Voda
- Vzdušný prostor
- Vnější a vnitřní prostory
- Vesmír

Nabízí se také možnost kombinací těchto variant prostředí. Obojživelní mobilní roboti nejsou žádnou zvláštností. Je pochopitelně logické při stavbě takového robota počítat s omezeními či naopak rozšiřujícími funkcemi.

3.2 Venkovní prostředí

Venkovní prostředí je odlišné v různých částech Zeměkoule a podnebných pásích. Povrch a jeho přilnavost se v čase mění se změnou počasí, nadmořské výšky a ročního období. Tyto faktory mají značný omezující účinek při orientaci v prostoru a mohou v něm negativně ovlivnit jeho chování. Příkladem mohou být zkreslená data vzdáleností při

hustém sněžení, prokluz kol, dezorientace při špatné kalibraci čidel v lesním prostředí. Při úvahách nad konstrukcí a programovým vybavením je důležité se zabývat otázkou, vůči jakým vlivům bude muset být mobilní robot rezistentní a odolný.

3.3 Vnitřní prostředí

Vnitřní prostředí je daleko příznivější pro práci mobilního robota. Odchytky od celoročního průměru měřených veličin jsou menší než ve venkovním prostředí. U robotů pracujících ve vnitřním prostředí je většinou jasně vymezen akční rádius. Robot tak plní svoje úkoly v nějaké budově, která je přizpůsobena k jeho bezproblémovému chodu odstraněním překážek. Není například potřebné se zabývat otázkou nadměrného převýšení, které by nebyl schopen zdolat. Složitější situace s ovládáním a překonáváním nástrah je u robotů, které jsou určeny pro nasazení ve stísněných a netypických podmínkách jako jsou například kanalizace, stěny budov apod.

4 DRUHY PODVOZKŮ

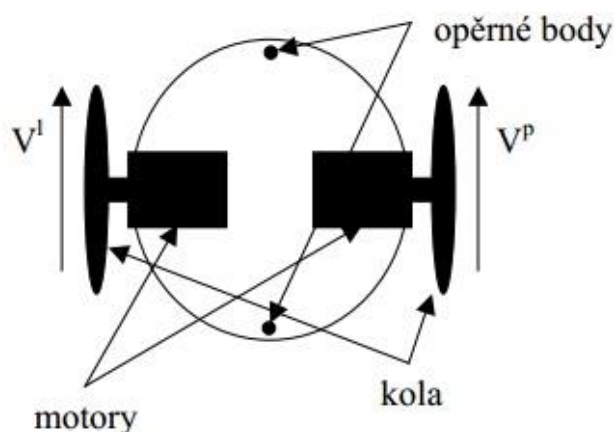
Při stavbě a návrhu mobilních robotů je využíváno popsanych druhů konstrukcí, ale také jejich kombinací.

4.1 Kolové podvozky

Na pevném povrchu jsou nejvíce používány **kolové podvozky**. Kola pak mohou být aktivní – hnací a nebo pasivní – hnaná.[7] Běžně se využívá jeden až dva stupně volnosti. Kolo s jedním stupněm volnosti se otáčí kolem jedné osy.

4.1.1 Diferenciální podvozek

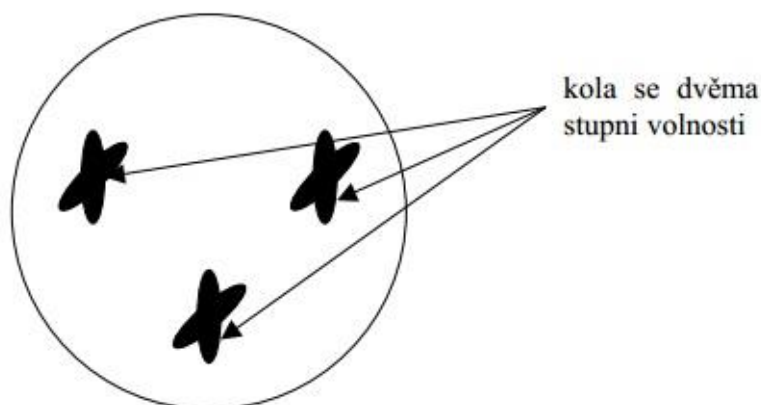
Určen pro provoz především v krytých budovách neboť robot této konstrukce nedokáže zdolávat vysoké překážky. Podvozek je ponejvíce tvořen dvěma hnacími koly a jedním nebo dvěma stabilizačními, podpěrnými body. Výhodou je dobrá manévrovatelnost, protože robot je schopen se otočit kolem své vlastní osy.[8]



Obr. 4 – Diferenciální podvozek

4.1.2 Synchronní podvozek

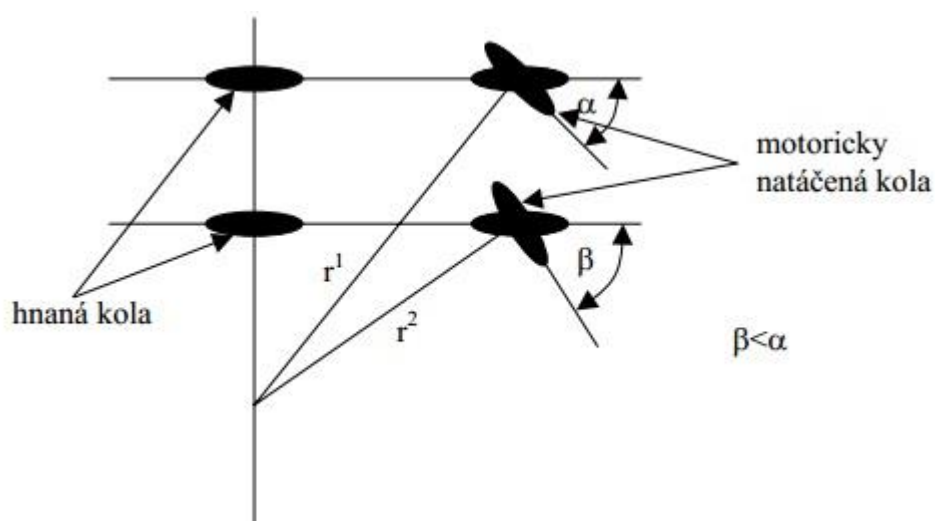
Kola u tohoto typu podvozku mají každý dva stupně volnosti. Všechna se otáčí stejným směrem při zatačení. Pro směrové řízení je potřebný ještě jeden motor. Konstrukčně se dá převodovat a upravit tak, že jeden motor řídí rychlost a druhý směr. Výhody a nevýhody synchronního podvozku jsou stejné jako u diferencijního.



Obr. 5– Synchronní podvozek

4.1.3 Ackermanův podvozek

Podvozek tohoto typu je použit u automobilů. V robotice jsou role řízení a pohonu rozděleny tak, že je jedna náprava hnaná a druhá se stará o řízení směru. Používá se hlavně pro venkovní prostředí, v těžším terénu, u větších robotů. Nevýhodou je nesnadné otáčení v místech s nedostatečnou plochou.[7]



Obr. 6 – Ackermanův podvozek

4.1.4 Všesměrové podvozky

Pohyb ve všech osách obstarávají složená nebo všesměrová kola. Princip je takový, že kola mají na svém obvodu umístěny válečky či menší kolečka. Výhodou je všesměrovost pohybu, nevýhodou nemožnost využití v těžším terénu.[7]

4.2 Pásové podvozky

Kinematika pásových podvozků je obdobná kinematice u diferenciálních podvozků. Při pohybu, zejména při směrovém řízení, se ale na rozdíl od zmíněného podvozku počítá s prokluzem pásů, které tvoří větší kontaktní plochu s povrchem. To umožňuje daleko lepší prostupnost terénem a zdolávání větších nerovností.[6]

4.3 Kráčejíci roboti

Konstrukce kráčejších robotů je inspirována samotnou přírodou a jsou oblíbené pro svoji atraktivnost. Dvounohé konstrukce napodobují chůzi člověka a vícenohé zase zvířat a hmyzu. Při jejich řízení je však nutná dostatečná stabilizace a vyvážení celé kostry. U robotů těchto typů je na pohybových končetinách vyžadováno minimálně dvou stupňů volnosti, aby došlo ke zvednutí a položení nohy a otočení ve směru chůze.

Kráčejíci roboti s výhodou překonávají složité a komplikované terény a mají větší průchodnost terénem než stroje s kolovým a pásovým podvozkem.

Kráčejíci roboty můžeme dále rozdělit do kategorií jako šplhající, plazivé, skákající, kulhající a hybridní. [7]

4.4 Létaající a vodní roboti

Ve vzdušném se používají **létaající roboti**. Jsou to především bezpilotní letouny, ale jako létajícího robota můžeme považovat i běžný letoun s pilotem. Ať už jako teleoperovaný (ovládaný) robot, a nebo i při předání bezpilotního řízení.

Robotické ponorky a lodě jsou určeny pro **vodní prostředí**. Pohonný subsystém je tvoří stejné prvky jako u klasických konvenčních plavidel, ale vyskytují se i netradiční projekty vodních robotů, které napodobují pohyb ryb.

5 EFEKTORY

Efektor je akční člen, jenž na základě naprogramovaných příkazů zareaguje na změnu stavu, prostředí a jiných veličin. Zajišťují aktivitu a práci v prostoru. Efektor je výkonný subsystém průmyslového nebo mobilního robota.[3] Je jím motor pohánějící kolo způsobující hybnost, přesun manipulačního ramene, zvukový signál aj.

Každá ovládaná pohybová osa robota potřebuje svůj vlastní pohon zajišťující mobilnost, tedy přesun v prostoru, ovládání rychlosti a dobřd'ování a přesné polohování. Nejvíce využívaným druhem pohonu v oblasti mobilních robotů je elektromotor. Tato podmínka platí pro oblast malých robotů. Pro větší roboty, kde je vyžadován potřebný výkon se používá kombinace elektrohydrauliky a nebo spalovacích motorů. Pohonný agregát může být napojen přímo na hnanou hřídel, případně se využívá spojek. Pro mechanickou regulaci a usměrnění rychlosti se využívá převodů pomocí ozubených kol, klínových a nebo ozubených řemenů, řetězů. Společné pro všechny druhy pohonů je společné to, že se v současné době distribuuje nepřeberné množství variací, konstrukcí a výkonů. Výběr a nasazení určitého typu a druhu pohonu pro robota už záleží na tvůrci mobilního robota, jeho propočtech a úvahách.

5.1 Stejnosměrný a střídavý motor

Nejvhodnějším pohonem pro přemísťování mobilního robota je stejnosměrný točivý elektromotor (dále jen DC motor) s permanentním magnetem, napájený stejnosměrným proudem.[3] Výhodou je snadné řízení otáček za pomoci změny statorového či rotorového napětí či pulzním měničem, přijatelná cena a široká škála nabízených produktů. Výhodou je také poměr hmotnost/výkon. Nevýhodou je nemožnost polohování bez použití odečtového zařízení, nutnost údržby a také zdroj elektromagnetického rušení. Často je, díky svým relativně vysokým otáčkám, nabízen motor společně s převodovkou, která pak tvoří s motorem jeden kompaktní blok. Obdobně jako DC motory, jsou v robotice využívány střídavé motory, které oproti stejnosměrným, dosahují větších výkonů. Nevýhodou je pak složitější a komplikovanější řízení.



Obr. 7 - Příklad stejnosměrného motoru

Řízení DC motorů je prováděno většinou pomocí můstkových budičů.

Princip DC motorů – Motor je složen z částí – rotor, stator, komutátor. Komutátor zajišťuje komutaci, tzn. přepínání rozvodu elektrické energie do jednotlivých elektromagnetických cívek na rotoru. Na statoru je umístěn budící obvod tvořený cívkami nebo permanentním magnetem. Magnetické pole rotoru vyvolané elektrickým proudem reaguje s polem statoru. Rotor se působením magnetické síly otáčí. Při otočení se komutátor dotkne dalšího páru lamel a děj se opakuje.

DC a AC motory jsou jedním z nejpoužívanějších druhů pohonných jednotek v mobilních robotech a mají svoje široké uplatnění i v jiných zařízeních.

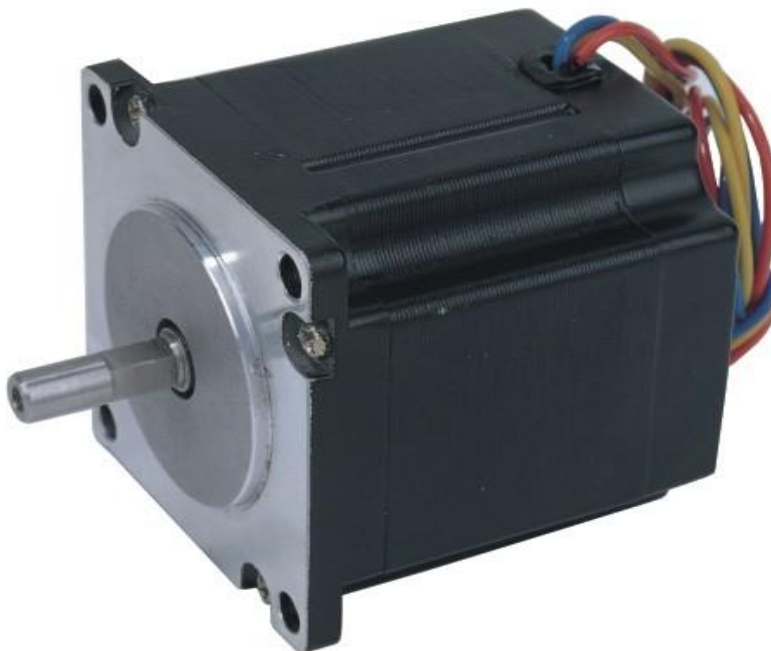
5.2 Krokový motor

Jedná se o synchronní motor. K ovládání krokového motoru je potřebný řídicí obvod. Základní princip krokového motoru je jednoduchý. Proud procházející cívkou statoru vytvoří magnetické pole, které přitáhne opačný pól magnetu rotoru. Vhodným zapojováním cívek dosáhneme vytvoření rotujícího magnetického pole, které otáčí rotorem.[9] Rychlým a postupným přepínáním jednotlivých dvojic cívek se zajistí rotace rotoru.

Motor lze ovládat různými druhy řízení:

- Unipolární
- Bipolární
- Jednofázové
- Dvoufázové
- Řízení s plným krokem
- Řízení s polovičním krokem

Výhodou je přesné polohování a schopnost udržet tuto polohu i přes vnější působení sil.[9] Dalšími výhodami je neopotřebování a bezúdržba mechanických částí. Nevýhodou je trvalý odběr proudu, a to i v případě, že se motor netočí, ztráta kroků při překročení mezní rychlosti. Nepříznivý je poměr krouticího momentu/hmotnost. Jsou používány u malých a lehkých robotů s diferenciálním podvozkem, protože nepotřebují enkodéry a většinou není nutná převodovka. [6]



Obr. 8 – Krokový motor

5.3 Servomotory

Servomotory jsou synchronní motory. Často jsou s integrovanou převodovkou a inkrementálním enkodérem.[6] Hojně se využívají v modelářství, kde je v jednom kompaktním pouzdrů uložena motor, převodovka a řídicí elektronika. Má tři vývody - napájení, zem, řídicí signál. Výhodou je přesné polohování a nastavení polohy rotoru. Snadná je regulace otáček. Servomotory pracují s menšími otáčkami. Nedokáží se bez úprav kontinuálně otáčet a jsou určena pro polohování v rozsahu asi 180°. Další využití je především při řízení poloh ramen, ventilů apod.



Obr. 9 – Servomotor společnosti Hitec, typ HS-422

6 SENZORY

Princip vnímání okolního světa mobilním robotem se dá přirovnat k vnímání okolí člověkem. Stejně jako člověk, tak i robot vnímá své okolí pomocí smyslů a díky nim se orientuje. Míra inteligence robota je tedy také závislá na možnostech jejich využití.

Senzory plní funkci smyslů. Slouží jako zdroj dat pro chování robota, lokalizují ho v prostoru, navigují, jsou účastníky při plánování, reagují na změnu okolí, prostředí a pohyb robota.[10] Pomocí těchto smyslů si robot utváří svůj pohled a názor na svět a získává tak důležité informace o tomto okolí.

Mobilní robot řeší při své činnosti základní otázky typu: kde se právě nachází a kam má namířeno a kudy se vydá.

Při návrhu a volbě senzorického subsystému je nutné, tak jako ostatních subsystémů mobilního robota, dbát na pečlivý výběr těchto senzorů. Mohou být využívány samostatně a nebo v kombinaci dvou či více typů.

Senzory využíváme na detekování pohybu, překážky, vymezení pracovního místa, ale i také k měření vzdáleností, výšky hladiny a jiných veličin.

Dělení senzorů podle způsobu snímání

- **Kontaktní** - nazývané též taktilní. Při tomto způsobu snímání se využívá spínačů a nebo mikrospínačů. Je využito vzájemného dotyku, kontaktu s překážkou. Dotykové senzory mají svoje využití při koncových dorazech a nebo mezních úhlech výkyvu ramen, směrového kormidla či kola. V okamžiku sepnutí dotykového senzoru je většinou pozdě a mobilní robot již kontaktuje překážku tímto nárazem. Při běhu robota v prostoru se bráníme přímému kontaktu s překážkou a tyto dotykové senzory jsou takovým posledním jistícím prvkem.
- **Bezkontaktní** - informují o překážce nebo předmětu v patřičné a bezpečné vzdálenosti. Jedná se o infrsenzory, laserové snímání, ultrazvukové senzory aj. Nedochází ke kontaktu robota a překážky a systém může v patřičném časovém okamžiku a bezpečné vzdálenosti zareagovat.

Rozdělení dle způsobu napájení senzorů

- **Aktivní** potřebují ke svému měření vyslat energii a detekovat její návrat (radar, sonar, lidar, IR senzor)
- **Pasivní** využívají vhodné fyzikální vlastnosti v prostředí (kamera, kompas, akcelerometr)

Měřit veličiny můžeme vně systému a také v jeho okolí

- **Interní** poskytují informace o samotném systému a jeho podsystémech. Snímání teploty akčních členů, měření stavu napájecích baterií, zjištění stavu a polohy servomotoru. Měření polohy je získáváno z měření otáček pohonu kol.
- **Externí** jsou potom všechna ostatní čidla, jež měří vše mimo veličin na robotickém stroji. Využití je obzvláště k navigaci a k prozkoumávání vzdáleností, tvarů, barvy, druhu materiálu.

Dle typu rozdělení a využití senzorů pracujících na různých principech můžeme uvažovat senzory na bázi:

- Ultrazvuk
- Zvuk
- Optické (infračervené, laserové)
- Tlakové
- Mechanické

Rozdělení v závislosti na využití vzdálených prvků:

- Lokální
- Distribuované (GPS – družice je také součástí senzoru)

Senzorický podsystém lze klasifikovat **podle druhu veličiny**, kterou měří:

- Snímač polohy
- Snímač směru

- Snímač rychlosti
- Snímač zrychlení
- Snímač teploty
- Snímač infračerveného záření
- Snímač hluku
- Snímač pro odměřování vzdálenosti
- Kamerové a vizuální snímače
- Snímač čárového kódu
- Snímač otisků prstů
- a další

7 ŘÍDICÍ PODSYSTÉM

Bez nadsázky se dá říci, že počítač je hlavním a nejdůležitějším prvkem celého robota. Propojuje jednotlivé prvky neboli subsystémy do jednoho samostatně pracujícího celku. Ve většině případů se jedná o jednočipové počítače, dále přesněji mikropočítače, které jsou nejčastěji tvořeny integrovaným obvodem se vstupy a výstupy.

Mikropočítač můžeme funkčně rozdělit na několik základních částí. CPU, paměť, paměť dat a periferní obvody.[11] Ve srovnání s běžným počítačem typu PC je upřednostňována odolnost, schopnost nahradit určitou část složitého elektronického obvodu a v neposlední řadě také jeho nízká cena. V současnosti se mikropočítače využívají při řízení a ovládání činnosti nejen robotů, ale také jiných spotřebičů, kde je jejich funkce minimalizována jen na určitou prováděnou činnost. Systémy s tímto typem řízení se nazývají „Embedded“ systémy, neboli vestavěné systémy. Setkáme se s nimi v mobilních telefonech, kalkulačkách, pračkách, automobilech a jinde. V robotice je užití mikropočítačů téměř pravidlem.

Řídicí systém je rozdělen na dvě části – hardwarová a programová část. Úkolem hardwarové části řídicího systému je načíst informace z čidel ze senzorického subsystému. Programová část má za úkol tato data v reálném čase zpracovat, analyzovat a zajistit reakci akčních členů.[7]

Rozdělení řídicích systémů je obsahově nad rámec této práce, neboť existuje obrovské množství vlastností, podle kterých by se daly ŘS posuzovat a dělit. Může se jednat o různé druhy použitých procesorů, pamětí, množství vstupů a výstupů a dalších, neméně podstatných věcí. K řízení mobilních robotů jsou nejčastěji používány:

- Mikropočítače
- Počítače
- Programovatelné automaty

Mikropočítače jsou dodávány samostatně a nebo jako vývojové kity, na kterém je mikropočítač již zabudován v desce na plošném spoji. Již hotové vývojové kity jsou upraveny pro snadné použití a připojení. Výrobci na trhu jednočipových počítačů (Intel, Motorola, Texas Instruments, Philips, Siemens, OKI, NEC, Toshiba, Hitachi, Atmel, Microchip Technology, Freescale...) nabízí velmi široké spektrum konfigurací, lišící se

drobnými změnami v kapacitě paměti, počtu vstupů a výstupů apod.[12] Software je programován pomocí programovacích jazyků. U programování mikropočítačů je často využíván jazyk symbolických instrukcí – assembler. Řady výrobců mikropočítačů nabízí k programování svoje vývojové prostředí, kde lze při programování volit mezi použitím assembleru a jiných přívětivějších programovacích jazyků.

Osobní počítače jsou tvořeny základní deskou s patičí pro CPU, rozšiřujícími sloty a porty pro připojení a programování a jinými periferiemi vzájemně propojených sběrnicí. Programování lze provádět s využitím velkého množství programovacích jazyků určených pro danou platformu. Nevýhodou použití osobních počítačů v mobilních robotech je velmi malá odolnost a nespolehlivost v porovnání s mikropočítači. S výhodou jsou však nasazovány průmyslové personální počítače, jako mechanicky odolné výpočetní a řídicí jednotky.

PLC nachází své využití zejména při řízení v průmyslových oblastech. Jsou to fyzicky odolné jednotky.

8 ARDUINO

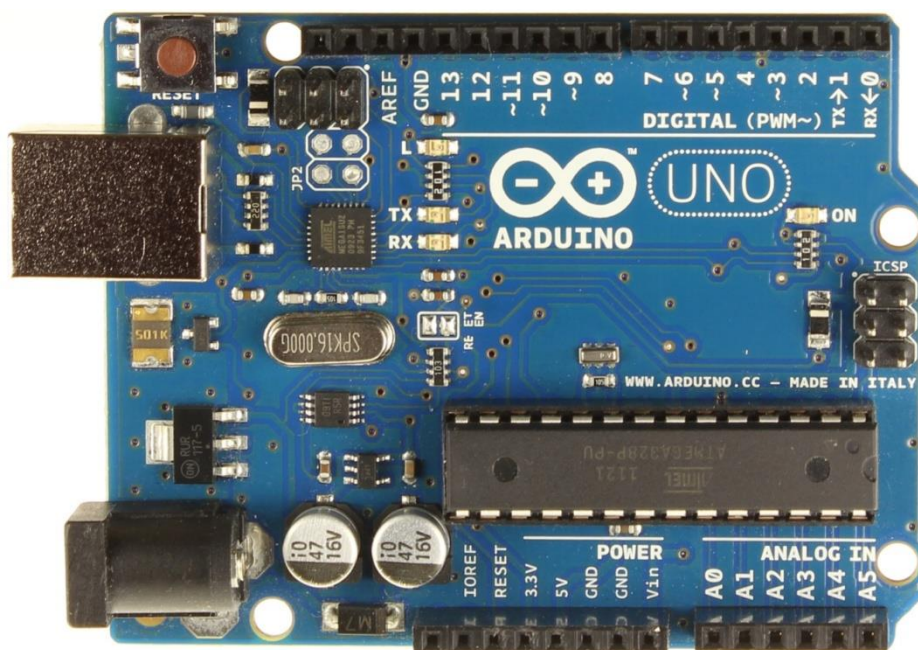
V našem mobilním robotovi je k řízení a ovládání použita vývojová deska Arduino, typ Arduino UNO. Tato vývojová deska obsahuje mikropočítač ATmega328.[13] Obecně je vývojová deska Arduino vyhledávána a nasazována pro svoji univerzálnost, flexibilitu a kompaktnost bez nutnosti výroby vlastních plošných spojů a výroby vlastní konstrukce vývojových desek. Využívá se při stavbě ovládacích a řídicích modulů, v modelářství při konstrukci různých prvků a také, což je podstatné, při ovládání mobilních robotů.

Jelikož je platforma Arduino typu open-source, nabízí společnost také zdrojové kódy a plošné spoje v případě zájmu výroby vlastní konstrukce. Práce s Arduino výrazně usnadňuje tvorbu vlastních projektů využíváním různých doplňků nazývaných Shildy, které rozšiřují schopnosti samotné vývojové desky a při mechanickém zapojení tak mohou tvořit jeden kompaktní celek. Arduino IDE funguje na platformách Windows, Linux a MacOS.

8.1 Popis Arduino UNO [14]

- Mikropočítač
 - Atmel ATmega328
 - 16Mhz Takt
 - 32kB flash paměť (0,5kB zaujímá bootloader)
 - 2kB SRAM paměť
 - 1kB EEPROM paměť
- Architektura Atmel AVR
- Propojitelnost k PC
 - USB
 - RS-232 za použití převodníku úrovní
- Napájení
 - 5V USB
 - 7 – 12V adaptér
- IO piny
 - 14 digitálních
 - 0,1 - sériová linka
 - 2,3 - externí přerušení

- 3,5,6,9,10,11 - PWM
- 10,11,12,13 – SPI (s knihovnou SPI library)
- 4,5 – I2C (s knihovnou Wire library)
- 6 analogových



Obr.10 - Arduino UNO R3, pohled z horní strany[13]

8.2 Popis práce s Arduino

8.2.1 Instalace (OS MS windows 7)

Na webových stránkách je volně ke stažení vývojové prostředí. Po jeho stažení soubor rozbalte a připojte Arduino UNO do portu USB na počítači. Při instalaci dojde zřejmě k výpisu varovného hlášení a informací o tom, že nebyl nalezen ovladač, a nebo že zařízení nebylo správně nainstalováno. Při instalaci zvolte „nevyhledávat, zvolím ovladače k instalaci“. Najděte cestu do rozbaleného souboru arduino x.x.x (x je číslo verze). Zde vyberte složku „drivers“. Nyní by instalace měla proběhnout v pořádku. Arduino UNO bude zobrazeno v „ovladací panelu/systém/správce zařízení“. S připojeným arduinem k počítači ho nyní můžete programovat.

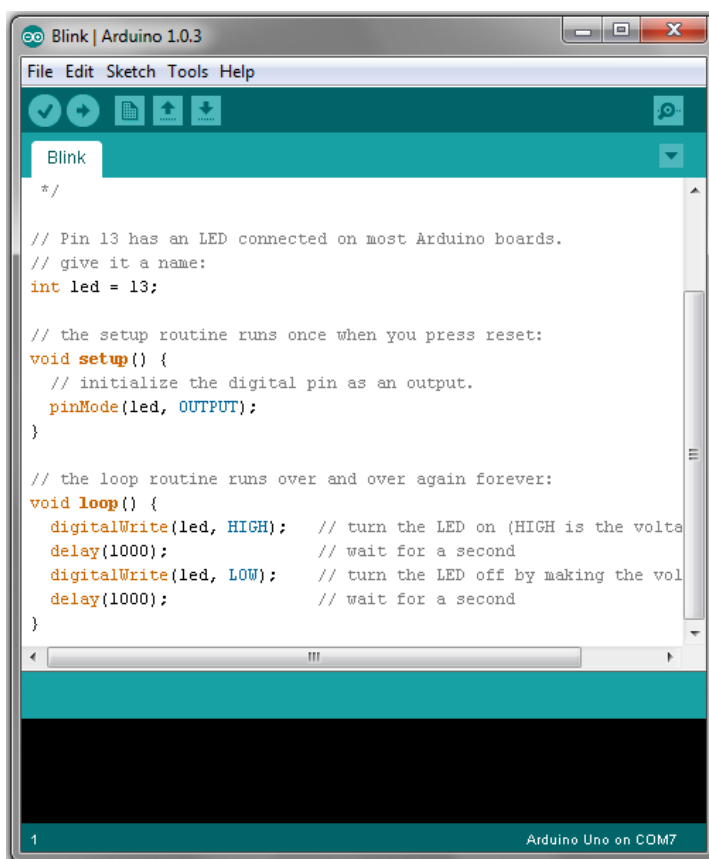
8.2.2 Nastavení

Připojte Arduino UNO za pomoci USB kabelu k počítači. Spustěte vývojové prostředí Arduino IDE. V tomto prostředí se Arduino programuje. Vývojové prostředí je napsáno v programovacím jazyce JAVA. Díky tomu vypadá Arduino IDE vzhledově stejně na různých počítačových platformách.

Před samotnou prací a programováním je nutné IDE nejdříve nastavit a nakonfigurovat. Nastavte použitý typ vývojové desky v záložce Tools/board/váš_typ_desky na liště vývojového prostředí. V našem případě se jedná o vývojovou desku Arduino UNO. Nastavte také port, ke kterému je vývojová deska připojena. Zvolte záložku Tools/Serial Port/vyber_port.

8.2.3 Popis vývojového prostředí

Textový editor vývojového prostředí zvýrazňuje syntaxi u klíčových slov. Vývojové prostředí nabízí jednoduché, strohé avšak přehledné a nutné minimum ke psaní programu (Obr. 11). Samotná práce s IDE je intuitivní. Po nahrání či napsání programu je nutné program zkompileovat a následně přenést do mikropočítače.



Obr.11 - Základní okno vývojového prostředí pro Arduino

Menu nabízí klasické položky pro práci se soubory.

Záložka **File** umožňuje uložení, otevření, otevření výukových lekcí, tisk, nastavení.

Záložka **Edit** slouží pro úpravu textů. Obsahuje funkce pro textový soubor jako je kopírování, vložení, odstranění, hledání, odskok řádku a okomentování příkazu.

Záložka **Sketch** nabízí překlad zdrojového kódu, přístup ke zkompilovanému souboru, přidání souboru a zkratky pro import knihoven.

Nástroj **Tools** ukrývá nastavení portu a vývojové desky. Nabízí monitor sériového rozhraní (komunikace přes sériový port), formátování zdrojového textu, vypálení bootloaderu pomocí programátoru AVR.

Poslední záložkou na liště je záložka **Help**. Zde můžeme hledat pomoc a nápovědu při řešení problémů. Je však nutné mít zajištěné internetové připojení.

Pod popsaným hlavním menu se nachází lišta s ikonkami ukrývající rychlý přístup k funkcím jako je překlad, zastavení operace, nahrání programu do Arduina, otevření nového programu a nebo nahrání již vytvořeného. Zcela na pravé straně této lišty se nachází ikonka zapnutí monitoru sériové linky Serial Monitor.

Ikona šipky směřující dolů na pravé straně nabízí další možnosti. Otevření nové záložky, přejmenování, smazání. V hlavní části Arduino IDE je zobrazen otevřený a nebo právě editovaný zdrojový kód. Ve spodní části vývojového prostředí jsou na černém podkladu zobrazovány hlášení překladače. V patičce okna vývojového prostředí je vlevo zobrazeno číslo řádku v kódu, na kterém se nachází kurzor. Vpravo je uvedena informace k jakému portu je Arduino UNO právě připojeno.

8.2.4 Programovací jazyk pro Arduino

Mikropočítač na desce Arduino je programován pomocí programovacího jazyka Arduino a vývojového prostředí pro Arduino. Základy programovacího jazyka Arduino vychází z programovacího jazyka Wiring. Rozdíly mezi nimi jsou však minimální. Wiring vznikl pro podobný kit jako je Arduino. Vývojové prostředí pro arduino vychází ze základů jazyka Processing. Při návrhu tohoto programovacího jazyka šlo především o lehkost a jednoduchost se zaměřením pro komunitu začínajících programátorů mikropočítačů. Programovací jazyk Arduino je v podstatě programovací jazyk C/C++ rozšířený o knihovny z projektu Wiring.[13]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

9 TECHNICKÁ REALIZACE

9.1 Hlavní popis

Použití robota je eliminováno na laboratorní podmínky – tedy provoz v místnosti čisté, suché, teplotně stabilní. Je uvažován pohyb a plnění úkolů převážně na rovných plochách a nebo plochách s mírným převýšením.

Základní, funkčně nosnou částí robota je podvozková deska. Na tomto podvozku jsou uchyceny a připevněny další mechanické, konstrukční, ovládací a řídicí komponenty. Konstrukčně je robot zařazen do dvoukolových robotů s diferenciálním řízením – dvě aktivní-hnaná a řízená kola a jedno podpěrné, stabilizační kolečko. Řízení, komunikaci mezi jednotlivými prvky a provádění programu obstarává vývojová deska Arduino UNO. Pohon tvoří dva stejnosměrné motory, které pohání dvě přední kola. Zadní kolo je směrové a plní stabilizační funkci. Řízení motorů obstarává řídicí můstek L298N. Komunikaci s okolím a vnímání okolí obstarávají čidla. Dva okruhy napájení pro řídicí a pohonný systém jsou řešeny sériovým zapojením 6ks AA baterií (6x1,5V) a sériovým zapojením 4ks AA baterií (4x1,5V).

Všechny elektronické prvky mobilního robota jsou propojeny na nepájivém kontaktním poli. Výhodou použití tohoto nepájivého pole je snadná přestavba na jiný druh ovládání a řízení robota a využití dodatečně instalovaných senzorů a součástek. Nevýhodou může být nepřehledné zapojení pomocí drátků a nebo případný nevodivý kontakt.

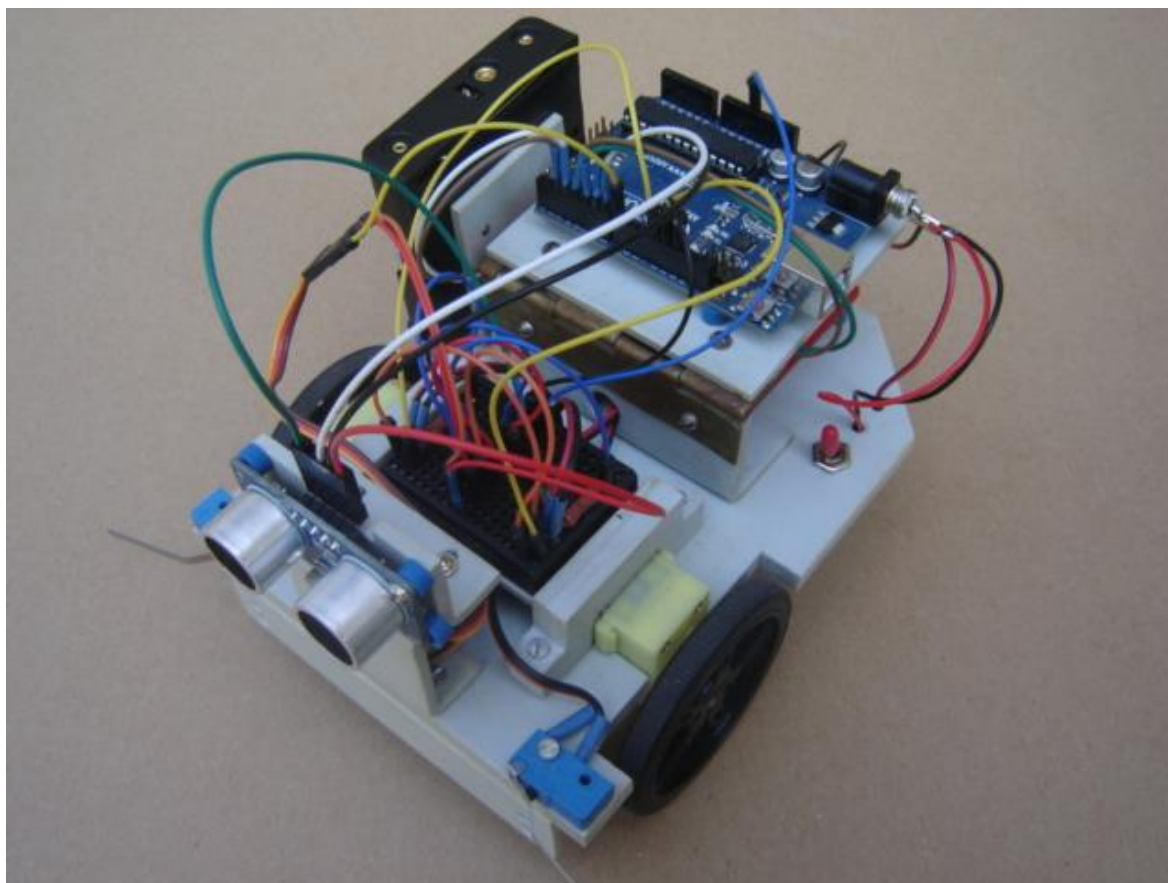
9.2 Mechanická konstrukce

Hlavním konstrukčním a nosným prvkem je podvozek vlastní výroby. Stejně tak jako ostatní nosné díly, je podvozek, hlavní nosná deska a nosné díly jsou vyrobeny z plastu. Při navrhování bylo nutno počítat s jednotlivým rozložením komponent a umístění motorů, kol, senzorů a zdroje napájení.

Rozmístění součástek bylo navrženo a přimontováno takovým způsobem, aby vzájemným dotykem nedocházelo například ke zkratům nebo destrukčním mechanickým dotykům a aby se prvky svojí činností vzájemně negativně neovlivňovaly. Důležitost byla dávana především nerušenému pohybu aktivních kol, ale také rotačnímu a vertikálnímu otáčení zadního stabilizačního, směrového kolečka a servomotoru, jež natáčí ultrazvukovým čidlem.

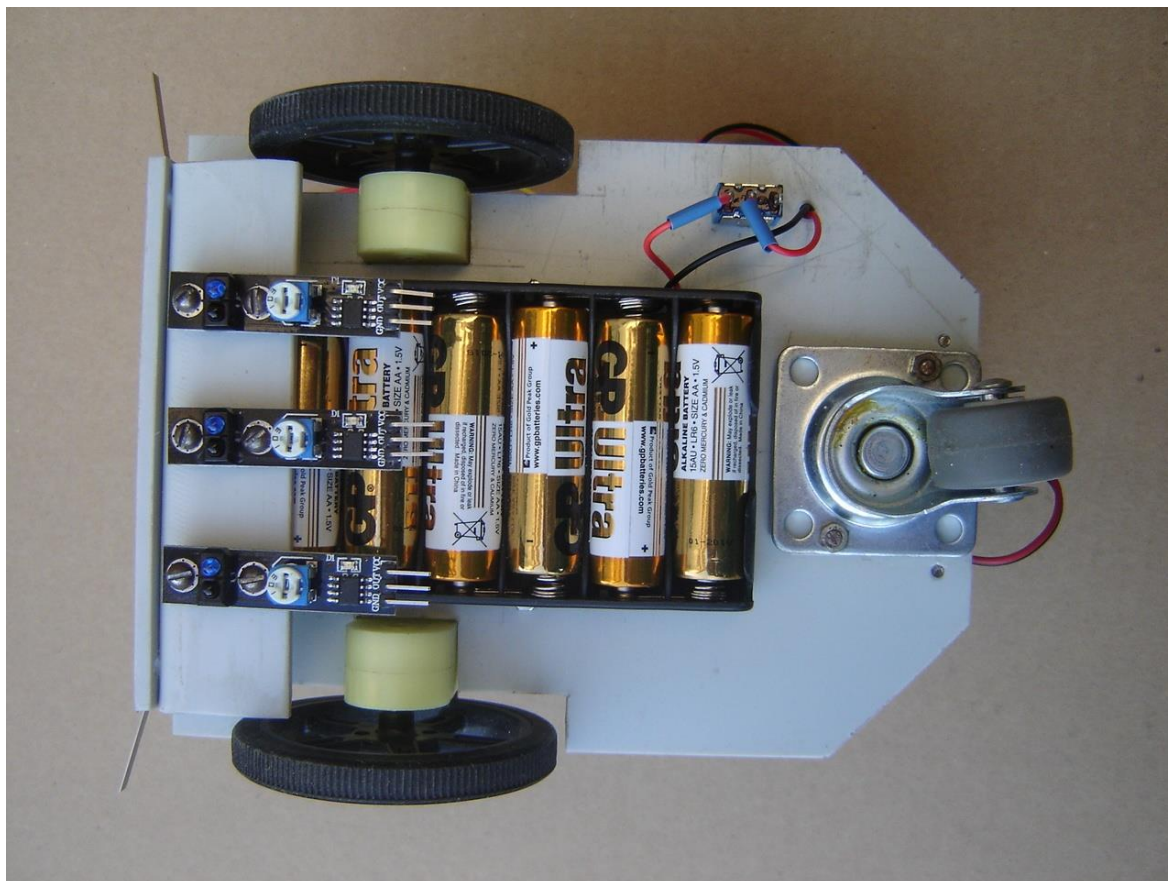
Materiál pro výrobu byl zvolen, aby byl elektricky nevodivý, tvárný, lehce opracovatelný a přitom pevný. Z navrhovaných druhů plastů byl jako nejvíce vhodný materiál PVC, šedé barvy o tloušťce 3mm. PVC lze dobře tvarovat za tepla, lepit, vrtat a jinak mechanicky obrábět.[15]

Všechny díly z tohoto materiálu byly nakresleny rýsovací jehlou na polotovary a následně vyřezány lupenkovou pilkou s přídavkem materiálu pro obrobení. Ostré hrany, nerovnosti řezání byly opracovány ručním pilováním a broušením. Díly, které jsou ohnuty, byly tvarovány po nahřátí horkovzdušnou instalatérskou pistolí. Veškeré šroubové spoje jsou tvořeny šrouby a maticemi M3 případně M2,5. Na obrázku zobrazena konstrukce mobilního robota (Obr. 12).



Obr.12 - Dokončená konstrukce mobilního robota

Zdroj napájení pro Arduino, tři infrasenzory a stabilizační kolečko jsou umístěny na spodní straně podvozku (Obr.13)



Obr.13 - Mobilní robot, pohled zespodu

9.3 Pohon a kola

Řízení a pohyb robota je uskutečňován za pomoci dvou hnacích kol a jednoho stabilizačního kolečka. Chod a zatáčení robota je tedy realizováno dvěma motory. Koordinace běhu obou motorů způsobuje hybnost vpřed, vzad a zatáčení.

9.3.1 Hnací motory

Pohon robota vykonávají dva stejnosměrné motory. Pro jedno hnané kolo jeden hnací motor. Jedná se o modelářský motor společnosti POLOLU typ 1594. Motor tvoří kompaktní plastový blok se svojí převodovkou a je zpřevodován v poměru 180:1. Motorek je doporučován výrobcem pro stavbu malých robotů.[16]

Tab.1 – Motor Pololu 1594, hlavní technické parametry

Výrobce	Pololu
Typ	1594
Rozměry	20x28x37
Hmotnost	19,5 g
Průměr hřídele	3mm, zploštělá
Napájení	3 - 6V; 4,5V nom.
Otáčky bez zatížení	80 ot/min (při 4,5V)
Odběr bez zatížení	80 mA (při 4,5V)
Odběr při 0 ot/min	800mA (při 4,5V)
Kroutící moment	0,21N.m (při 4,5V a 0 ot/min)

9.3.2 Servomotor

Servomotor zabudovaný v přední části mobilního robota slouží k natáčení senzoru a rozhlížení se do stran před samotným odbočením. Jedná se o malý modelářský servomotor společnosti Tower Pro typ SG90.[17]

Ovládání tohoto servomotoru je provedeno přímo z vývojové desky Arduino UNO. Nejdůležitější parametry tohoto servomotoru jsou shrnuty v tabulce (Tab. 2).

Tab.2 – Servomotor Tower Pro SG90,
hlavní technické parametry

Výrobce	Tower Pro
Typ	SG 90
Rozměry	23x12,2x29mm
Hmotnost	9g
Kroutící moment	1,8kg/cm
Operační napětí	4,8V
Operační rychlost	0,1 sec/60°(4,8V)
Pracovní teplota	0°C - 55°C

9.3.3 Hnací a stabilizační kola

Volba poháněných kol se řídila několika aspekty, která ovlivnila jednak volba výrobce motorků a také to, pro jaké účely a v jakém prostředí mobilního robota nasadíme. Výrobce modelářských součástek, společnost Pololu, nabízí k motorkům také kola. Hřídel motorku má průměr 3mm a je zploštělá. V řezu tak tvoří „D“ profil. Tímto je zabráněno rotačnímu skluzu kola na ose motoru.[18]

Ze sortimentu nabízených koleček je tedy zvoleno kolo Pololu 1420.

- Průměr 60mm
- Šířka 8mm
- Pro zploštělý hřídel o průměru 3mm
- Silikonová pneumatika zabraňující prokluzu na různých typech podlahy



Obr.14 - Hnací kola od společnosti Pololu typ 1420

Zadní stabilizační kolečko volně rotuje kolem své osy a otáčí se ve vertikální ose. Zajišťuje tak natáčení zadní části zejména při zatáčení.

Před realizací a zakoupením zmíněných dílů byla však nejdříve řešena rychlost pohybu robota. Byla stanovena optimální rychlost robota pro náš účel – tedy mobilita v místnosti a na rovině.

- Otáčky motoru 80 ot/min (při 4,5V)
- Kola průměr 60mm

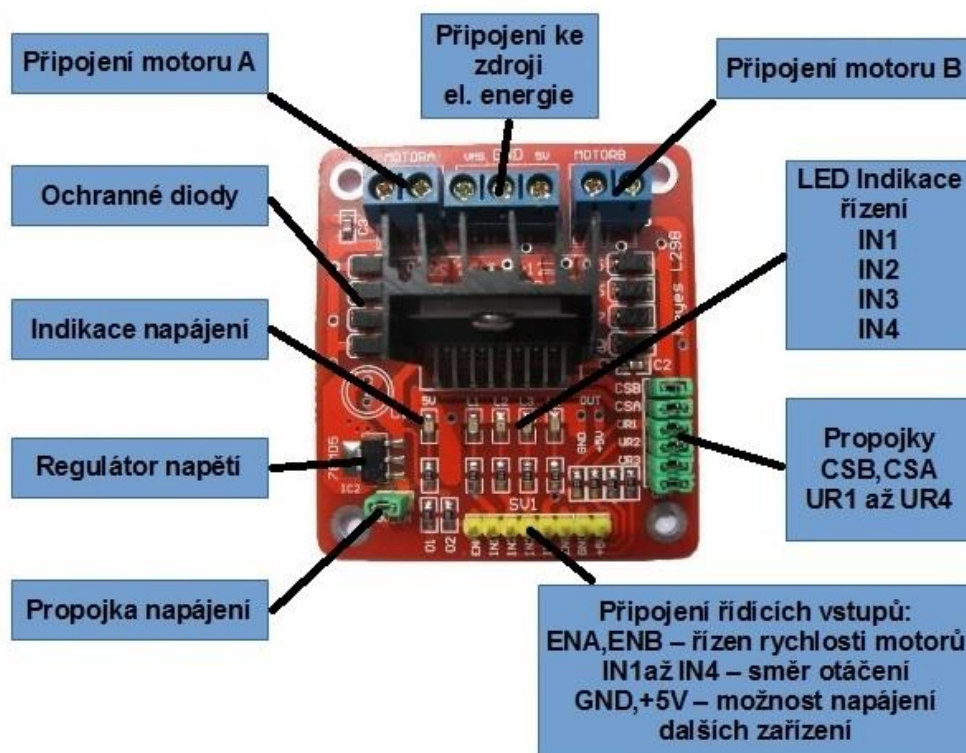
Z těchto parametrů, z otáček motoru a obvodu kola, je vypočítána rychlost robota 15,0796 m/min tj. 0,25m/s. Vzdálenost 1 metr je tedy schopen překonat za 3,9 sec.

9.4 Ovládání motoru

9.4.1 Popis modulu řízení a ovládání motorů

Ovládání a napájení motoru je řešeno za obvodu pro řízení stejnosměrného motoru, můstkovým budičem L298N. Tento se nachází zabudovaný na samostatném plošném spoji jako universální modul „L298N Dual H Bridge DC Motor Driver IC“ se zabudovanými vstupy a výstupy. Slouží pro řízení směru a rychlosti otáčení krokových a nebo stejnosměrných motorů za pomoci pulsně šířkové modulace (PWM).[19]

- Napájení motorů VMS 5 až 35V
- Špičkový proud IO 2A
- Provozní proud 0 až 36mA
- Logická část napájení Vss: 5 až 7V
- Řídicí signál neplatný – (logická 0) -0,3V až 1,5V
- Řídicí signál aktivní – (logická 1) 2,3V až Vss
- Maximální příkon 20W (při teplotě $T = 75^{\circ}\text{C}$)
- Indikace za pomoci LED diod



Obr. 15 – Modul L298N, popis

Základem celého zapojení je výkonný integrovaný obvod L298, což je dvojitý bipolární H-můstek s vestavěnou řídicí logikou. Pro svoji činnost potřebuje dvě napětí. Jedno nestabilizované v rozsahu 5 – 35V pro napájení motorů a druhé 5V pro přenos řídicích impulsů.

9.4.2 Způsob ovládání

ENA, IN1, IN2 slouží k ovládání motoru A. ENB, IN3, IN4 slouží k ovládání motoru B. Možné varianty řízení motoru můstkovým budičem jsou uvedeny v Tabulce 3.

Tab.3 – řízení motorů pomocí můstkového budiče

IN1(IN3)	IN2(IN4)	ENA(ENB)	Funkce
H	L	H	Otáčení vpravo
L	H	H	Otáčení vlevo
H	H	H	Stop
L	L	H	Stop
X	X	L	Motor odpojen

Hodnota v tabulce H značí logickou 1, L značí logickou 0. X je libovolná hodnota. Na vstup ENA a ENB přivádíme místo logické úrovně PWM o určitém kmitočtu. Vstupy IN1 až IN4 a ENA a ENB pracují s napětím v úrovních TTL nebo CMOS. Napětí na těchto vstupech nesmí překročit hodnotu V_{ss} . Při zapojení bez PWM zabírá tento modul 4 výstupní piny mikropočítače. S použitím PWM je to již šest výstupů.

Propojka UR1 – UR4 slouží pro připojení přes rezistory v případě využití menších jízdních schopností. V našem případě tyto propojky nevyužijeme.

CSA a CSB – zde můžeme připojit odpor nebo se připojit na GND propojkou.

Motor A a motor B - připojení napájení motorů.

VMS se připojuje ke zdroji 5V pro napájení motorků. Je-li napětí motorků 7 až 18 V, použijeme propojku 5V_EN a logické napájení je odebíráno z této desky. Není pak tedy potřeba připojit externě napájení 5V. V případě propojení vytváří regulátor 78M05 napětí pro logické řízení. V opačném případě odstraňte propojku 5V_EN zásobující desku napětím 5V pro logické operace.[19]

9.5 Napájení

Přívod elektrického proudu k aktivním prvkům a mikropočítači a výběr zdroje napájení je důležitým krokem ke stabilitě celého systému. Při nesprávných úvahách a propočtech může dojít například ke zkresleným informacím ze senzorů, k nesprávnému napájení hnacích motorků, případně poškození systému celého mobilního robota.

Ve fázi programování je celý konstruovaný systém mobilního robota napájen pomocí USB kabelu napojenou do PC. Pokusy bylo zjištěno, že senzor SRF05 dodává zkreslené informace o vzdálenostech a tedy, že tenhle zdroj napájení elektrickou energií není dostačující. Bylo nutné připojení interního napájení z baterií instalovaných na robotovi.

Zdrojem napětí pro Arduino a senzory je sériové zapojení 6 ks tužkových baterií velikosti AA, každá o jmenovitém napětí 1,5V, uložených v pouzdře ve spodní části podvozku. K bateriím je snadný přístup a jsou snadno vyjmutelné. Díky konstrukci pouzdra, jsou baterie zajištěny proti uvolnění při přenášení a při práci mobilního robota. Celkové napětí je 9V. Přes spínač přivádíme napájení do vývodu na vývojové desce Arduino UNO.

Napájení hnacích motorů a modulu pro řízení motorů je provedeno dodatečným napájením. Toto napájení je tvořeno 4ks baterií AA o jmenovitém napětí 1,5V. Optimální napájení hnacího motorku je 4 až 6V. Celkové napětí dodávané do modulu je 6V.

Ostatní díly jsou již při návrhu zvoleny tak, že elektrické napětí se nemusí dále regulovat a je přiměřené k provozu mobilního robota. Všechny další komponenty jsou napájeny z vývodů 5V z této desky. Páčkovým spínačem (zapnuto/vypnuto) umístěným na zadní levé části podvozku, spouštíme přívod elektrické energie k mobilnímu robotovi.

9.6 Mikropočítač

Hlavním elektronickým prvkem je mikropočítač. Byla zvolena elektronická platforma Arduino UNO. Arduino je modul s rozhraním pro vstupy a výstupy. Tento modul obsahuje mikropočítač. Tato vývojová deska je založena na architektuře mikropočítačů společnosti Atmel AVR. Je vyráběno více druhů a variant Arduina. K prodeji je nabízí italská společnost Smart Projects. Díky open platformě se můžeme setkat s různými klony Arduin od jiných výrobců. Jako doplňky jsou nabízeny různé rozšíření základních desek Arduin. Programování je prováděno připojením k počítači. Rozdíly mezi typy základních desek jsou v použití mikrokontroleru, množství vstupů a výstupů, rozdílné rozměry vývojové desky.

9.7 Senzory

9.7.1 Ultrazvukový dálkoměr SRF05

SRF05 je ultrazvukový dálkoměr. Tento senzor je hojně využíván pro detekci překážek u malých a velkých robotů pro svoje přesné měření a snadné připojení k mikropočítači. Najde využití v případě měření krátkých a dlouhých vzdáleností. Princip je založen na měření doby mezi vysláním ultrazvukového pulsu a přijetím odraženého paprsku. Principem sonaru je vytvořit impuls zvuku a přijmout tento zvuk zpět. Čas od vyslání a přijetí paprsku nám dává vzdálenost od překážky. Ultrazvuk je pro člověka mimo slyšitelný rozsah. Frekvence vysílaného signálu je 40kHz. Výpočet vzdálenosti je vypočten na základě rychlosti zvuku (343m.s^{-1}).



Obr. 16 – senzor SRF05

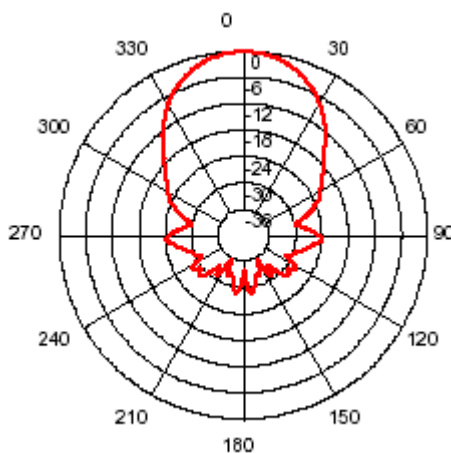
Tab. 4 – Základní parametry senzoru SRF05

Typ	SRF05
Rozměry	43x20x16mm
Frekvence	40 kHz
Vyzařovací úhel	45°
Napájení	5V/30mA
Rozsah	0,03m - 4m
Startovací impuls	min 10μs, TTL
Výstup	impuls délky 0,1 - 25ms

Výhodou je možnost snímání detekce a polohy různých materiálů nezávislých na barvě povrchu, detekce průhledných předmětů, detekce pohybu a posuvu.[20]

Nevýhodou je obtížné zaostřování. Vyslaný signál má poměrně velký rozptyl a šířku čímž je snížena měřená přesnost vzdálenosti detekované překážky. Další nevýhodou může být odraz detekovaného zvukového signálu na hladkém povrchu, kdy je naměřena větší než skutečná vzdálenost. Z toho důvodu je doporučována delší časová prodleva mezi jednotlivými měřeními, než je prodleva shodná s maximálním dosahem sonaru.[20] SRF05 by měl být spouštěn každých 50ms a nebo 20krát za sekundu. Podle výrobce bychom měli počkat každých 50ms před dalším vysláním signálu. Lehce můžeme naprogramovat nedostatečné časové úseky při měření vzdálenějších objektů.

Nevýhodou může být i to, že rychlost zvuku není konstantní a mírně se mění s teplotou a vlhkostí.[21] Omezující může být i tlumení zvukového paprsku s rostoucí vzdáleností od senzoru. (Obr. 17)

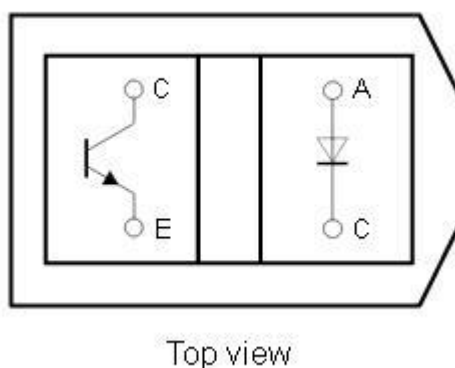


Obr. 17 – SRF05, graf rozptylu zvukového paprsku v prostoru

9.7.2 Infrasezor TCRT5000

Tento senzor je umístěn ve spodní části podvozku a je použit na řízení podle vodící čáry. Jedná se o reflexní optický senzor s tranzistorovým výstupem. Pro jízdu, podle na podlaze nakreslené dráhy, se nejčastěji používá zapojení více senzorů umístěných v přední části robota.

Senzor je tvořen diodou a fototranzistorem (Obr. 18). Dioda stále svítí na vlnové délce asi 950nm. Je-li povrch světlé barvy, paprsek se odráží a tento zachytí fototranzistor, do jehož báze dopadne. V případě černé barvy, kterou může tvořit vodící čára, není paprsek odražen. Informace o přijetí tohoto signálu je předána dál řídicímu subsystému ke zpracování. Tento senzor se využívá například jako koncový spínač, snímač polohy hřídele enkodéru apod. [22]



Obr. 18 - Schematické znázornění
infrasenzoru, pohled shora.

V robotovi jsou použity 3 tyto senzory již připravené na modulech plošných spojů s vyvedenými vstupy a napájením. Tyto moduly jsou kompatibilní pro použití s vývojovou deskou Arduino.

Tab. 5 – Inrasenzor TCRT5000,
hlavní technické parametry

Typ	TCRT5000
Rozměry PCB	10x40x10mm
Pracovní proud	< 10mA
Operační napětí	5V
Max. měřicí vzdálenost	12 mm
Pracovní teplota	0°C - 55°C

9.7.3 Dotykové senzory

Dotykové senzory jsou kontaktní snímače. V konstrukci mobilního robota jsou použity dva páčkové mikrospínače umístěné v přední části robota. Při kontaktu s překážkou je spínač sepnut. Tento impuls je předán dále mikropočítači, který ošetří situaci dle programu.

Vstup vývojové desky je citlivý a reaguje velmi citlivě na rušení statickou elektřinou. Při realizaci zapojení mikrospínačů proto propojíme vstup a GND rezistorem $10\text{k}\Omega$. Tímto propojením získáme skutečnou logickou „0“ (LOW) při rozepnutém tlačítku taktilního senzoru.

10 VZOROVÝ ÚKOL

10.1 Zadání

Vytvořte program pro zkonstruovaného mobilního robota. Realizujte zapojení a propojení jednotlivých prvků. Úkolem mobilního robota je detekce překážek v neznámém prostředí a zabránění kolizí s těmito překážkami. K detekci překážek využijte nainstalovaných senzorů.

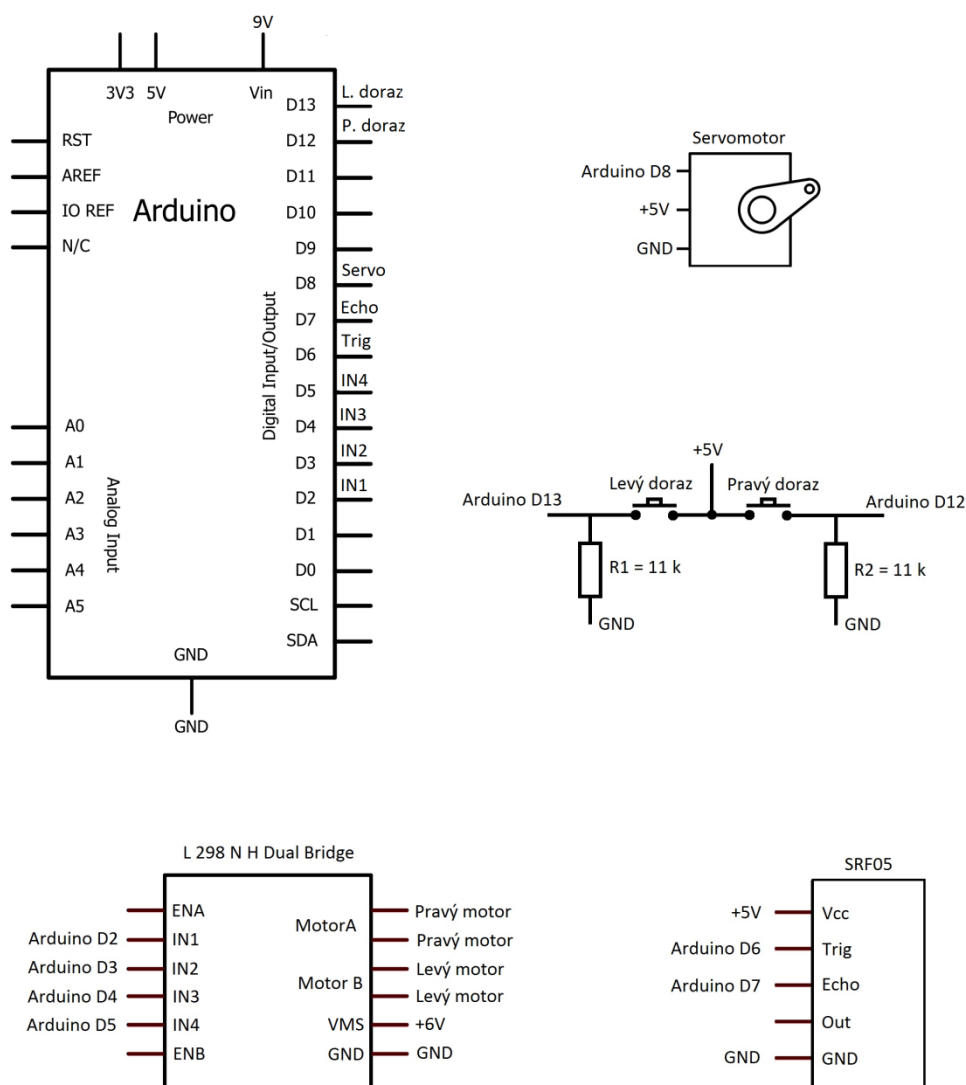
10.2 Řešení

K bezkontaktní detekci překážek využijeme ultrazvukový senzor SRF05. Ve vývojovém prostředí pro Arduino založíme nový program (sketch) s názvem „detekce_prekazek“ příkazem File>New. V programu vytvořeného v programovacím prostředí pro Arduino zajistíme, aby se mobilní robot zastavil s určitou vzdálenostní rezervou před detekovanou překážkou. Dalším krokem je řešení situace při zjištění překážky. Robot by měl pokračovat dál. Můžeme určit, že se vydá některým směrem, případně nejdříve couvne. Využijeme servomotoru, který natáčí v úhlu 180° zmíněným senzorem do stran. Robot tedy zjistí překážku, zastaví, rozhlédne se do stran. V krajních bodech otočení servomotoru provede měření vzdálenosti. Otočí se doprava, změří vzdálenost k nejbližší překážce. Stejný postup provede při otočení doleva. Tyto dvě naměřené hodnoty porovná. Naprogramujeme, aby se vydal tím směrem, kde je riziko kolize s překážkou menší. Robot se vydá tím směrem, kde byla naměřená vzdálenost větší. Můžeme říct, že hledá volné cesty a větší prostory pro svoji další cestu.

První pokusy s řízením dle uvedeného algoritmu fungují, nicméně dochází ke střetu s překážkami nezachycenými ultrazvukovým senzorem. Jedná se o překážky, kdy je příliš velký úhel stěny vzhledem ke směru robota. Odeslaný zvukový signál je od této stěny odražen a není přijat zpět – překážka tak není signalizována. Dalším případem je pozvolný příjezd k překážce a kolize s ní ze strany. Například pohyb podél stěny – senzor měří správně vzdálenost od překážky před sebou a udává hodnoty menší než je stanovená kritická vzdálenost. Postupným a pozvolným přibližováním, například ke stěně, je robot zastaven o levou nebo pravou stranu. Pro tyto případy využijeme impulsů z dotykových snímačů a následné programové ošetření celé situace.

10.3 Schéma zapojení

Propojení senzorů a efektorů s řídicím subsystémem je znázorněno na obrázku. Každá část je znázorněna samostatně a u každého vstupu/výstupu je popiskem nadepsán jeho název a také jeho propojení s jinou součástí. Všechna propojení se uskutečňují pomocí nepájivého pole a drátků s koncovkami upravenými pro zapojení do řídicí jednotky a kontaktního pole. Zapojení vstupů a výstupů musí pochopitelně korespondovat se softwarovou částí (Obr. 19).



Obr. 19 – Zjednodušené schéma zapojení pro program *detekce_prekazek*

10.4 Popis výsledného programu

Robot nejdříve natočí servomotor, na kterém je uložen ultrazvukový senzor, ve směru pohybu robota vpřed. Vyrazí rovnoměrně směrem vpřed. Jakmile detekuje překážku pomocí ultrazvukového senzoru, zastaví, otočí senzorem doprava a změří vzdálenost k nejbližší možné překážce pomocí ultrazvukového senzoru. Naměřenou hodnotu uloží do proměnné „prava“. Otočí senzor servomotorem doleva o 180° a tento krok provede i pro levou stranu. Naměřenou hodnotu uloží do proměnné „leva“. Natočí senzor pomocí servomotoru ve směru jízdy vpřed. Získané hodnoty měření porovná. Robot se pomocí stejnosměrných motorů natočí do směru, kde je vyhodnocena větší vzdálenost k překážce. Vydá se rovnoměrně vpřed. V případě, že dojde ke kontaktu nárazníku s překážkou, program vykoná obslužný algoritmus. Po vykonání této operace se vydá rovnoměrně vpřed ve směru jízdy. Tyto kroky se opakují v nekonečné smyčce. Uvedené zdrojové kódy jsou jen částí výsledného programu.

Funkce pro **otáčení stejnosměrných motorů** vpřed jsou pojmenované PM_FWD a LM_FWD včetně definování pinů na desce Arduino. Na vstup ovládání stejnosměrných motorů směrem vpřed zapíšeme HIGH, neboli logickou „1“. Na vstup směrem vzad zapíšeme logickou „0“. Funkci voláme v hlavním podprogramu. Obdobně vytvoříme další pomocné funkce pro pohyb robota vzad a zastavení. Vzájemně kombinujeme tyto funkce pro požadované přemístění mobilního robota.

```
// Pravý motor - určení výstupů (numerická hodnota značí
//číslo pinu na vývojové desce Arduino UNO)
#define PM1 2
#define PM2 3

// Levý motor - určení výstupů (numerická hodnota značí
//číslo pinu na vývojové desce Arduino UNO)
#define LM1 4
#define LM2 5

void PM_FWD(){ // Pravý motor vpřed
    digitalWrite(PM1, HIGH);
```

```
        digitalWrite(PM2, LOW);  
    }  
    void LM_FWD() { // Levý motor vpřed  
        digitalWrite(LM1, HIGH);  
        digitalWrite(LM2, LOW);  
    }
```

Funkce mereni() sloužící pro **měření vzdáleností pomocí ultrazvukového senzoru SRF05**. Tato funkce je s návratovou hodnotou a vrací nám naměřenou vzdálenost v centimetrech. Proměnná „distance“ slouží pro uložení naměřené vzdálenosti. Na pin „Trig“ na senzoru zapíšeme logickou 0 po dobu 2 μ s. Poté po dobu 10 μ s vyšleme ultrazvukový paprsek a následně na pin „Trig“ zapíšeme opět logickou „0“ čímž vysílání dalšího signálu vypneme. Přivedeme na pin „Echo“ logickou „1“ čímž umožníme příjem od překážky odraženého zvukového signálu.

```
int mereni() {  
    int distance;  
    digitalWrite(TRIGPIN, LOW);  
    delayMicroseconds(2);  
    digitalWrite(TRIGPIN, HIGH);  
    delayMicroseconds(10);  
    digitalWrite(TRIGPIN, LOW);  
    distance = pulseIn(ECHOPIN, HIGH);  
    distance = distance/58;  
    return distance;  
}
```

Počátek programu pracujícího v nekonečné smyčce. Nejdříve se natočí servomotor, na kterém je umístěn ultrazvukový senzor, ve směru jízdy vpřed. Poté proběhne měření vzdáleností k možným překážkám pomocí tohoto senzoru. Je stanoveno, že pokud je vzdálenost větší jak 18cm a nebo menší jak 2 cm k překážce, mobilní robot se jede rovnoměrně vpřed. Pokusy bylo zjištěno, že v některých okamžicích, při měření na větší

vzdálenosti a při zvoleném nastavení ultrazvukového senzoru, dochází k chybám měření na delší vzdálenosti. Mobilní robot detekoval tuto velkou vzdálenost jako překážku. Ve všech jiných případech, kdy je naměřená vzdálenost k překážce mimo stanovené vyjímky, dojde k vykonání cyklu vyhnutí se překážce.

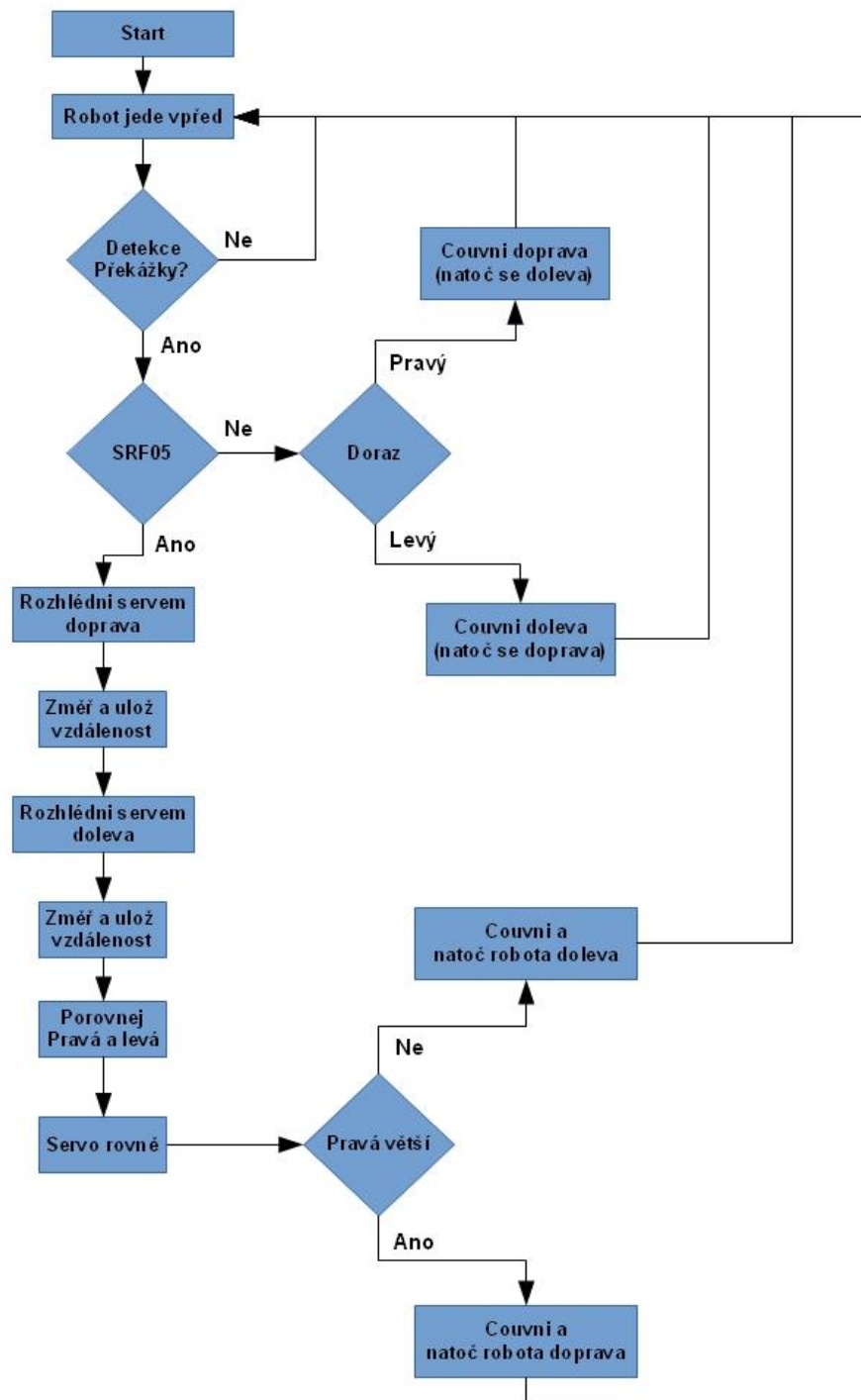
```
void loop () {  
    hlava.write(90); // Natočení senzoru směrem vpřed  
    delay(400); // Časová prodleva 0,4 s  
    // Pokud je vzdálenost větší jak 18, jed' vpřed  
    if((mereni()) > 18) {  
        PM_FWD();  
        LM_FWD();  
    }  
    // Ošetření chyby při měření ve velké vzdálenosti  
    else if ((mereni()) < 2){  
        PM_FWD();  
        LM_FWD();  
    }  
}
```

Porovnání výsledků měření po natočení ultrazvukového snímače vpravo a vlevo. V tomto případě, pokud je větší vzdálenost vlevo, robot couvne po dobu 0,3 s a pravým motorem jede vpřed po dobu 0,5 s. Tím se celý robot natočí doleva.

```
if (leva > prava) {  
    Serial.println("Pojedu doleva");  
    PM_REW();  
    LM_REW();  
    delay(300);  
    PM_FWD();  
    LM_STOP();  
    delay(500);  
}
```

Podmínka v případě **detekce překážky kontaktním snímačem**. V tomto případě se jedná o zachycení předmětu pravým dorazem. Motory se zastaví po určitý čas, poté jedou vzad po určitou dobu. Pravý motor se zastaví dříve než levý motor. Dojde k natočení celého mobilního robota dál od překážky vpravo, tedy natočení celého stroje vlevo.

```
if(digitalRead(Pdoraz) == HIGH) {  
    PM_STOP();  
    LM_STOP();  
    delay(500);  
    PM_REW();  
    LM_REW();  
    delay(400);  
    PM_STOP();  
    delay(750);  
    LM_STOP();  
    delay(500);  
}
```



Obr. 20 – Vývojový diagram programu

10.5 Další možnosti

Při návrhu a stavbě mobilního robota byl ponechán určitý prostor pro rozšíření o další moduly a senzory. Vývojová open-source platforma Arduino je mezi konstruktéry obdobných prací velice rozšířená. Díky tomu existuje obrovské množství připojitelných modulů optimalizovaných pro zapojení k této vývojové desce. Ať už parametrově z pohledu napájení elektrickým proudem, tak i mechanicky. Arduino je vyráběno ve více odlišných variantách. V mobilním robotovi by bylo více vhodné Arduino MEGA obsahující více vstupů a výstupů. U desky Arduino UNO jsme díky tomu omezení množstvím zapojených senzorů a absencí zobrazovací jednotky.

Na robotovi jsou naprogramované vyhýbání překážkám a jejich objíždění. Při změně zapojení lze zkonstruovat mobilního robota, který bude pomocí infrasenzoru sledovat dráhu podle nakreslené čáry na podlaze, nebo se bude zdržovat ve vymezeném prostoru. Program vyhýbání překážek lze společně s jízdou podle čáry zkombinovat. Přidáním dalších senzorů můžeme naprogramovat robota například tak, aby jel souběžně okolo zdi. S úspěchem lze určitě využít spoustu jiných součástek dle možností a vlastního uvážení.

ZÁVĚR

Cílem práce bylo vyrobit mobilního robota, který bude sloužit jako výuková pomůcka pro předmět mikropočítače. V teoretické části byl čtenář uveden do obecného světa robotů a jejich rozdělení do různých kategorií.

V praktické části je zobecněná konstrukce robotů převedena na konkrétní výrobek. Seznámení s jednotlivými částmi a díly je důležité pro pochopení činnosti, možností a rozsahů senzorů a efektorů. V části této práce byl vytvořen mobilní dvoukolový robot vlastní konstrukce, řízený pomocí vývojové desky Arduino UNO. O pohon se starají dva stejnosměrné motory napojené na modul určený pro ovládání krokových a stejnosměrných motorů. Robot je vybaven infračerveným a ultrazvukovým senzorem a kontaktními snímači. Ultrazvukové čidlo je navíc umístěno na otočném rameni osazeném na servomotoru, což je vhodné při skenování a prohledávání okolního prostředí. Zmíněné součástky byly vhodně rozmístěny na mechanické konstrukci mobilního robota. V programovacím jazyce, s využitím knihoven pro Arduino, byl vytvořen program ovládající pohonné a senzorické prvky. Mobilní robot je schopen, díky vazbám mezi programovou, mechanickou a elektronickou částí, rozpoznat překážky, vyhnout se jim, případně zvolit vlastní cestu.

Něco podobného, co člověk koná automaticky a vnímá pomocí svých smyslů, musíme předat robotům, pokud chceme robota nechat samostatně rozhodovat. Výběr součástek, jejich vzájemné propojení, promyšlení vazeb a vše podpořeno softwarovou a nedílnou částí mikropočítače, je oživení neživé hmoty jakoby v částečně živou. Robot, jako by ožíval pod našima rukama a nutil nás dál naše dílo zlepšovat a ještě více oživovat. Všechny operace, od návrhu konstrukce až po programování, jsou ve chvíli, kdy robot vyrazí vpřed, umocněny volností v prostoru, bezproblémovým pohybem a v určité míře i samotným rozhodováním. Hnacím motorem zkoumání a výuky programování mikropočítačů je také touha zdokonalovat programové vybavení těchto robotů. Naučení se programování mikropočítačů, využití elektronických prvků a práce s roboty je přínosem i v jiných strojích, lidských činnostech a odvětvích průmyslu.

CONCLUSION

The purpose of this thesis was to construct a mobile robot that would serve as an educational instrument for course Microcomputers. In the theoretical part the reader was introduced to the general world of robots and their division into various categories.

In the practical part the generalized robot construction was converted into a particular product. The identification of individual parts and fragments is important for understanding the functioning, possibilities and the scopes of sensors and effectors. In this part a mobile two-wheel robot was constructed by the author of the thesis, controlled by the developing panel Arduino UNO. The robot drive is driven by two uniflow engines connected to a module dedicated to control of step and uniflow engines. The robot is equipped with ultrared and ultrasonic sensor and contact scanners. Ultrasonic sensor can also be found on a rotary arm shouldered to servomotor, which is handy when scanning and inspecting the surrounding areas. The components mentioned were properly allocated on the mechanical construction of the mobile robot. In the programming language, using data library for Arduino, a programme controlling driving and sensorial elements was created. The mobile robot is capable to recognize obstacles, get around them and eventually choose its own way, thanks to its relations among programme, mechanic and electronic parts.

Something similar what man performs automatically and perceives through his senses we need to hand over to robots, if we want them to decide on their own. The selection of components, their mutual connection, relations coherence and the remaining parts supported by software and indivisible part of the microcomputer, makes the abiotic substance partially biotic in a way. The robot appears as if it was brought to life under our hands and forces us to improve our work and continue to make it biotic. All operations from the construction design to programming are in the moment when robot plunges amplified by the freedom in the space, smooth motion and in a given way also by autonomous decision making. The driving force of the research and education of programming microcomputers is also the desire to perfect the programme equipment of these robots. Learning how to programme microcomputers, utilising electronic elements and work with robots is a benefit in other machines, human activities and industry branches as well.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Kárník, Ladislav; Knoflíček, Radek; Marcinčin-Novák, Josef. *Mobilní roboty*. Vyd.1. Opava: Márfy Slezsko, 2000, 212 s. ISBN 80-902-7462-5.
- [2] Záda, Václav. *Rozdělení sub-oborů robotiky, učební text*. Liberec, Technická univerzita v Liberci, 2010.
- [3] Skařupa, Jiří. *Průmyslové roboty a manipulátory*. Ostrava, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2007.
- [4] Mars Science Laboratory. *Curiosity Rover*[online]. 2013 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <<http://mars.jpl.nasa.gov/msl/>>.
- [5] Boston Dynamics: Dedicated To The Science Art Of How Things Move. *LS3 - Legged Squad Support Systems*[online]. 2013 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.bostondynamics.com/robot_ls3.html>.
- [6] Šolc, František; Žalud, Luděk. *Robotika*. Brno, VUT FEKT, 2002.
- [7] Novák, Petr. *Mobilní roboty – pohony, senzory, řízení*, Praha: BEN – technická literatura, 2005, 248 s. ISBN/EAN 80-7300-141-1/9788073001414.
- [8] Kárník, Ladislav; *Analýza a syntéza lokomočních ústrojí mobilních servisních robotů*. VŠB-TU Ostrava, 2004. 171 s.
- [9] Robotika. *Krokové motory*[online]. 2013 [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: <http://robotika.cz/articles/steppers/en>.
- [10] Štěpán, Petr. *Mobilní robotika – Senzory a plánování*[online]. 2011 [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: <<http://cw.felk.cvut.cz/lib/exe/fetch.php/courses/a3m33mkr/c-space.pdf>>.
- [11] Pinker, Jiří. *Mikroprocesory a mikropočítače*. Vyd. 1. Praha: BEN – Technická literatura, 2004. 160 s. ISBN/EAN 80-7300-110-1/9788073001100.
- [12] Jednočipové mikropočítače. *Jednočipové počítače*[online]. 2013 [cit. 2013-05-22]. Dostupné z: <http://lucy.troja.mff.cuni.cz/~tichy/elektronika/kap9/jednocpoc.html>.
- [13] Arduino. *Arduino Home Page* [online]. 2013 [cit. 2013-05-25]. Dostupné z: <http://www.arduino.cc/>.
- [14] Arduino UNO – CzechDUINO. *Arduino UNO*[online]. 2013 [cit. 2013-05-25]. Dostupné z: <http://www.czechduino.cz/?17,arduino-uno>.
- [15] Průmyslové plasty. *PVC, PP, PMMA, ABS*[online]. 2013 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <<http://www.eppplasty.cz/prumplast.php#fyz>>.

- [16] Pololu. *Pololu 180:1 Mini Plastic Gearmotor*[online]. 2013[cit.2013-05-05].
Dostupné z: <<http://www.pololu.com/catalog/product/1594>>.
- [17] Tower Pro. *Tower Pro Shopping*[online]. 2013 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z:
<<http://www.towerpro.com.tw/viewitem1.asp?sn=584&area=50&cat=159>>.
- [18] Pololu. *Pololu Wheel 60x8mm pair – Black*[online]. 2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné
z: <<http://www.pololu.com/catalog/product/1420>>.
- [19] Electrodragon. *L 298N Stepper Motor Driver Controller Board For Arduin*[online].
2013 [cit.2013-05-05].
Dostupné z: <<http://www.electrodragon.com/?product=l298n-stepper-motor-driver-controller-board-for-arduino#>>.
- [20] Automatizace. *Ultrazvukové senzory přiblížení*[online]. 2013 [cit. 2013-05-10].
Dostupné z: <<http://automatizace.hw.cz/clanek/2005110201>>.
- [21] Robot-electronics. *SRF05 Technical Documentation*[online]. 2013 [cit. 2013-05-10].
Dostupné z: <<http://www.robot-electronics.co.uk/htm/srf05tech.htm>>.
- [22] Vishay. *TCRT500.pdf*[online]. 2013 [cit. 2013-05-10]. Dostupné z:
<<http://www.vishay.com/docs/83760/tcrt5000.pdf>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

°C	Stupeň celsia
Ω	Ohm, jednotka elektrického odporu
μ s	microsekunda
A	Amper
AA	Rozměr baterií (size AA)
AVR	Označení mikročipů společnosti Atmel
C/C++	Název programovacího jazyka
cm	centimetr
CMOS	Complementary Metal–Oxide–Semiconductor - technologie pro integrované obvody
CPU	Central Processing Unit – procesor
DC	direct current – stejnosměrný proud (AC alternate current - střídavý proud)
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
GND	Uzemění
GPS	Global Positioning System
I	elektrický proud
I ² C	Inter-Integrated Circuit - sériová sběrnice
IDE	Integrated development
IR	Infra red
Java	Název programovacího jazyka
kB	kilobyte
kg	kilogram
kHz	Kilohertz
LED	Light Emmiting diode
m	metr

M3(M2,5)	Metrický závit
mA	miliamper
MHz	Megahertz
mm	milimetr
N	Newton
nom	nominální
ot/min	otáčky za minutu
PC	Personal computer - osobní počítač
PLC	Programmable Logic Controller - Programovatelný logický automat
PVC	Polyvinylchlorid
PWM	Pulse Width Modulation - Pulsně šířková modulace
RS-232	sériový port, standart
ŘS	Řídicí systém
sec.	sekunda
SPI	Seriál Peripheral Interface
SRAM	Static Random Access Memory - statická paměť
T	Teplota
TTL	transistor-transistor-logic - tranzistorově-tranzistorová logika
U	elektrické napětí
USB	Universal Serial Bus
V	Volt
W	Watt - jednotka příkonu
Wiring	Název programovacího jazyka

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 – Robot Curiosity, vizualizace	14
Obr. 2 – Robot LS3 sloužící pro přenos materiálu	15
Obr. 3 - Ukázka skeletonů a robotů společnosti Honda	15
Obr. 4 – Diferenciální podvozek.....	21
Obr. 5 – Synchronní podvozek	22
Obr. 6 – Ackermanův podvozek	22
Obr. 7 - Příklad stejnosměrného motoru.....	25
Obr. 8 – Krokový motor	26
Obr. 9 – Servomotor společnosti Hitec, Typ HS-422	27
Obr. 10 – Arduino R3, pohled z horní strany	34
Obr. 11 – Základní okno vývojového prostředí pro Arduino	35
Obr. 12 – Dokončená konstrukce mobilního robota.....	39
Obr. 13 – Mobilní robot, pohled zespodu	40
Obr. 14 – Hnací kola společnosti Pololu typ 1420	42
Obr. 15 – Modul L298N, popisek.....	43
Obr. 16 – Senzor SRF05	46
Obr. 17 – SRF05, graf rozptylu zvukového signálu v prostoru.....	47
Obr. 18 – Schematické znázornění infrasonozru, pohled shora.....	48
Obr. 19 – Zjednodušené schéma zapojení pro program <i>detekce_prekazek</i>	51
Obr. 20 – Vývojový diagram programu.....	56

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 – Motor Pololu 1594, hlavní technické parametry	41
Tab. 2 – Servomotor Tower pro SG90, hlavní technické parametry	41
Tab. 3 – Řízení motorů pomocí můstkového budiče	44
Tab. 4 – Základní parametry senzoru SFR05	46
Tab. 5 – Infrasezor TCRT500, hlavní technické parametry	48

SEZNAM PŘÍLOH

PI Bakalářská práce v elektronické podobě na CD, zdrojový kód programu „detekce_prekazek.ino“ ve formátu souboru určeného pro vývojové prostředí Arduino a „detekce_prekazek.txt“