

# Využití mobilního robotu Sputnik pro výuku robotiky

Robert Paštěka

---

Bakalářská práce  
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
Ústav automatizace a řídicí techniky

Akademický rok: 2022/2023

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Robert Paštěka**  
Osobní číslo: **A20418**  
Studijní program: **B0714A150006 Aplikovaná informatika v průmyslové automatizaci**  
Specializace: **Inteligentní systémy s roboty**  
Forma studia: **Prezenční**  
Téma práce: **Využití mobilního robotu Sputnik pro výuku robotiky**  
Téma práce anglicky: **Using the mobile robot Sputnik for teaching robotics**

### Zásady pro vypracování

1. Proveďte literární rešerši na dané téma.
2. Uveďte popis robotu a prostředky pro komunikaci s okolím.
3. Popište možnosti programování robotu.
4. Vytvořte ukázkové příklady úloh se zaměřením na oblast mobilní robotiky.
5. Vybrané úlohy realizujte na dané robotické platformě.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. CORKE, Peter I. *Robotics, vision and control: fundamental algorithms in Matlab*. Berlin: Springer, 2011, xxiv, 570 s. ISBN 978-3-642-20143-1.
2. KELLY, Alonzo. *Mobile robotics: mathematics, models and methods*. 1st pub. New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2013, xiv, 701 s. ISBN 978-1-107-03115-9.
3. DUDEK, Gregory a Michael JENKIN. *Computational principles of mobile robotics*. Second edition. New York: Cambridge University Press, 2010, xiii, 391 s. ISBN 9780521871570. Dostupné také z: <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy1010/2010020795-t.html>
4. COOK, Gerald. *Mobile robots: navigation, control and remote sensing*. Hoboken: Wiley, [2011], xvi, 307 s. ISBN 9780470630211.
5. *Dr Robot Inc.: WiFi 802.11 robot, Network-based Robot, robotic, robot kit, humanoid robot, OEM solution* [online]. Richmond Hill, Ontario, Canada: Dr Robot, © 2001 – 2022 [cit. 2022-11-18]. Dostupné z: <http://www.drrobot.com/>

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Navrátil, Ph.D.**  
Ústav řízení procesů

Datum zadání bakalářské práce: **16. prosince 2022**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **24. května 2023**

doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D. v.r.  
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc. v.r.  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 12. prosince 2022

### **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;
- 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 připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- 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, dne 19.5.2023

Robert Paštěka, v.r.  
.....

podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Cílem bakalářské práce, je popsat využití mobilního robota Sputnik ve výuce robotiky na FAI UTB ve Zlíně a vytvořit pro tohoto robota laboratorní úlohy. Za tímto účelem bylo vytvořeno 5 ukázkových úloh. Cílem těchto úloh je přiblížit funkce robota studentům. Úlohy jsou zaměřeny na oblast mobilní robotiky a využívá všechny možnosti robota.

Klíčová slova: robotika, mobilní robot, programování, C# (programovací jazyk), Visual Studio, Microsoft .NET Framework 3.5 (software), robot Sputnik

## **ABSTRACT**

The aim of the bachelor's thesis is to describe the use of the mobile robot Sputnik in the teaching of robotics at FAI UTB in Zlín and to create laboratory tasks for this robot. For this purpose, 5 sample jobs have been created. The goal of these tasks is to introduce the robot's functions to the students. The tasks are focused on the field of mobile robotics and use all the capabilities of the robot

Keywords: robotics, mobile robot, robot Sputnik. Programming, C# Visual Studio, .Net Framework 3.5

Děkuji Ing. Petru Navrátilovi, Ph D., za odborné vedení, pevné nervy a cenné rady při psaní mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat UTB za zapůjčení robota. Také bych rád poděkoval rodině a kamarádům za podporu při studiu a trpělivost s tímto spojenou.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 ZÁKLADNÍ POJMY</b> .....	<b>11</b>
1.1 ROBOTIKA .....	11
1.2 ROBOT.....	11
1.3 VYUŽITÍ ROBOTŮ.....	12
1.4 ZÁKONY ROBOTIKY .....	12
<b>2 ROZDĚLENÍ ROBOTŮ</b> .....	<b>13</b>
2.1 ROZDĚLENÍ DLE GENERACE .....	13
2.2 ROZDĚLENÍ DLE POHYBLIVOSTI.....	13
2.3 ROZDĚLENÍ DLE VÍCEÚČELOVOSTI.....	13
<b>3 MOBILNÍ ROBOTY</b> .....	<b>14</b>
3.1 ROZDĚLENÍ.....	14
3.1.1 Dle schopnosti autonomie.....	14
3.1.2 Dle využití.....	14
3.1.3 Dle prostředí.....	15
3.1.4 Dle typu podvozku .....	15
3.1.4.1 Kolové roboty .....	15
3.1.4.2 Pásové podvozky .....	18
3.1.4.3 Krácející roboti .....	19
3.1.4.4 Vodní roboti.....	19
3.1.4.5 Létající roboti.....	20
3.1.4.6 Vesmírní roboti .....	21
<b>4 ROBOT SPUTNIK</b> .....	<b>22</b>
4.1 POPIS ROBOTU .....	22
4.2 KLÍČOVÉ VLASTNOSTI .....	24
4.2.1 Senzory.....	24
4.3 ZPŮSOBY PROGRAMOVÁNÍ .....	26
4.4 NASTAVENÍ WIFI KOMUNIKACE .....	26
4.5 NABÍJENÍ .....	28
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>29</b>
<b>5 PROGRAMOVÁNÍ ROBOTY SPUTNIK</b> .....	<b>30</b>
5.1 OVLÁDÁNÍ POMOCÍ PROGRAMU SPUTNIK CONTROL.....	30
5.1.1 Sputnik Control .....	31
5.2 PROGRAMOVÁNÍ V JAZYCE C# .....	37
5.2.1 Připojení k robotovi.....	37
5.2.2 Ultrazvukové senzory.....	37
5.2.3 Infračervené senzory vzdálenosti .....	38
5.2.4 Senzor přítomnosti člověka .....	39
5.2.5 Senzory motorů .....	39
5.2.6 Senzory baterie.....	40
5.2.7 Ovládání pohybu a hlavy .....	40

5.2.8	Multimediální funkce .....	42
5.3	MICROSOFT VISUAL STUDIO .....	43
<b>6</b>	<b>UKÁZKOVÉ ÚLOHY .....</b>	<b>44</b>
6.1	NÁVOD PRO PŘIPOJENÍ ROBOTA A NAINSTALOVÁNÍ POTŘEBNÉ KNIHOVNY .....	44
6.2	ÚLOHA 1 – OVLÁDÁNÍ POHYBU ROBOTA POMOCÍ GRAFICKÉHO ROZHRANÍ .....	45
6.2.1	Zadání.....	45
6.2.2	Cíl.....	45
6.2.3	Postup.....	46
6.2.4	Návod.....	46
6.3	ÚLOHA 2 – IMPLEMENTACE VÝSTUPŮ ZE SENZORŮ .....	47
6.3.1	Zadání.....	47
6.3.2	Cíl.....	47
6.3.3	Postup.....	47
6.3.4	Návod.....	47
6.4	ÚLOHA 3 – MULTIMEDIÁLNÍ FUNKCE ROBOTA .....	48
6.4.1	Zadání.....	48
6.4.2	Cíl.....	48
6.4.3	Postup.....	48
6.4.4	Návod.....	49
6.5	ÚLOHA 4 – POHYB HLAVY A VYJADŘOVÁNÍ EMOCÍ .....	49
6.5.1	Zadání.....	49
6.5.2	Cíl.....	49
6.5.3	Postup.....	50
6.5.4	Návod.....	50
6.6	ÚLOHA 5 – OVLÁDÁNÍ ROBOTA POMOCÍ JOYSTICKU.....	51
6.6.1	Zadání.....	51
6.6.2	Cíl.....	51
6.6.3	Postup.....	51
6.6.4	Návod.....	51
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>52</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>55</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>56</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>57</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>58</b>



## ÚVOD

Robotika a automatizace v dnešní době pronikají úplně do všech oblastí, které si člověk dokáže představit. V dnešní době již snad každý člověk zaznamenal pojem Průmysl 4.0 nebo čtvrtá průmyslová revoluce. To úzce souvisí s raketově rostoucí výpočetní silou a stále lepším zpracováním dat. Tento trend digitalizace sebou nese spoustu výhod pro majitele továren. V továrnách se staví automatizované pracoviště ať už zcela autonomní nebo kolaborační s člověkem. Tempo, kterým se robotika šíří po světě je nezastavitelné. Průmysloví roboti dokážou nahradit lidskou práci a tím že jsou ve své podstatě neunavitelní zvyšují produkci a snižují náklady na výrobu produktů. Stejně tak i mobilní roboti zažívají dynamický rozvoj. Zájem o ně v posledních letech raketově stoupl. Dnes už téměř v každé domácnosti najdeme nějaký druh mobilního robota ať už se jedná o robotický vysavač nebo dron určený k natáčení nebo focení. Mobilní roboty najdeme dokonce i ve vesmíru jakožto průzkumné sondy, které se prohánějí po povrchu Marsu.

Cílem této práce je přiblížit čtenářům jeden z možných způsobů programování mobilního robota Sputnik a jakým způsobem ho lze využít pro výuku robotiky na UTB FAI.

Pro programování robota sputnik byl zvolen jazyk C#, jelikož robot byl postaven pro programování v tomto jazyce. Úlohy jsou koncipovány tak aby se student naučil programovat robota Sputnik, a zároveň pochopil tento jazyk.

První část práce se věnuje obecnému popisu mobilních robotů a jejich rozdělení podle různých kritérií. Dále také popisu robota Sputnik od popisu jeho senzorů až po možnosti jeho programování.

Druhá část práce je praktického charakteru a klade důraz na využití knihovny při programování a jednotlivé ukázkové úlohy, které lze využít k výuce. Úlohy jsou poskládány od jednodušších po složitější a součástí jsou i postup vypracování a návod k řešení. Ukázkové úlohy jsou vyřešeny a přiloženy na CD, které je součástí bakalářské práce.

Závěr poté hodnotí jednotlivé úlohy a problémy spojené s jejich vypracováním.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 ZÁKLADNÍ POJMY

## 1.1 Robotika

Robotika je odvětví vědy, inženýrství a techniky. Tento obor vznikl sloučením elektroniky, mechaniky a programování. Slouží k vývoji inteligentních strojů, nazývaných roboti. Hlavním účelem robotů je zefektivnění či úplné nahrazení lidské činnosti. Můžeme je využít například při repetitivních činnostech, kde robot dokáže pracovat s daleko větší přesností než člověk nebo také při práci v nebezpečném prostředí, kde by byl ohrožen život člověka. Na začátku 21. století byla naprostá většina robotů využívána v automobilovém průmyslu. Tito roboti byli využíváni ke svařování a skládání různých částí automobilů. V posledních letech s pokrokem v oblasti umělé inteligence a také díky lepší technologii se roboti začali používat nejen v průmyslu, ale také k prozkoumávání různých částí naší planety, ostatních planet sluneční soustavy, ve zdravotnictví a v mnoha dalších oborech. [1] [2] [3]

## 1.2 Robot

Slovo robot pochází z českého jazyka. Konkrétně ze slova robota neboli nucená práce. Poprvé jej použil Karel Čapek ve své hře R.U.R. [1]

Mezinárodní organizace pro standardizaci definuje průmyslové roboty v normě ISO 8373 jako: *automaticky řízený, opětovně programovatelný, víceúčelový manipulátor pro činnost ve třech nebo více osách, který může být buď upevněn na místě, nebo mobilní k užití v průmyslových aplikacích.* [4]

Obecně si pod pojmem robot lze představit stroj, který je navržen pro určitý úkol. Tento úkol je schopen vykonávat samostatně a do jisté míry při tom je schopen komunikovat s okolím a zadavatelem. Robot dokáže vnímat okolní prostředí skrz senzory. [5]

### 1.3 Využití robotů

Roboti mají širokou škálu využití v mnoha oblastech. Některé z hlavních oblastí využití robotů jsou:

1. **Průmysl** – Roboti jsou využíváni v automatizaci výroby. Jsou rychlejší, přesnější a neunaví se na rozdíl od lidských pracovníků. Jsou využíváni hlavně pro svařování, broušení, montáž, lakování a dopravu.
2. **Zdravotnictví** – V dnešní době se roboti využívají dokonce i ve zdravotnictví při chirurgických procedurách, jako je například robotická operace pro odstranění nádorů. Mohou také pomáhat při rehabilitacích.
3. **Věda a výzkum** – V tomto odvětví jsou roboti využíváni jako robotické sondy pro výzkum až už vesmíru nebo i mořského dna. Dále také jako robotické hmyzí modely pro studium biologie.
4. **Armáda** – Mobilní roboti jsou zde využíváni pro odminování, záchranu, průzkum a další účely, které jsou pro lidi příliš nebezpečné.
5. **Vzdělání a zábava** – Roboti jsou také využíváni ve školství pro výuku robotiky. Také se používají pro zábavu v podobě dronů a různých robotických autíček.

### 1.4 Zákony robotiky

Koncept „Tři zákony robotiky“ byl poprvé představen spisovatelem sci-fi Isaacem Asimovem a od té doby se stal základním pravidlem pro všechny roboty v literatuře, filmu a výzkumu robotiky. Tyto zákony zní:

1. *Robot nesmí ublížit člověku, nebo skrze nečinnost způsobit, že by byl člověku ublíženo.*
2. *Robot musí poslouchat rozkazy lidí, pokud tyto rozkazy nejsou v rozporu s prvním zákonem.*
3. *Robot musí chránit svou existenci, pokud tím není narušen první nebo druhý zákon.*

[6]

Tyto pravidla by měly zajistit, že roboti budou sloužit člověku a nebudou představovat nebezpečí pro lidstvo. V praxi je realizace těchto pravidel velmi složitá až nemožná, zejména pokud jde o umělou inteligenci, která se může naučit jednat mimo základní pravidla. Proto je stále více důležitější dávat přednost bezpečnosti před rychlostí vývoje a nezanedbávat otázku etiky při vývoji robotů. [6]

## 2 ROZDĚLENÍ ROBOTŮ

### 2.1 Rozdělení dle generace

- 1. generace robotů –pracuje podle pevných programů
- 2. generace robotů – pracuje podle programů, které dokážou reagovat na vnější podněty. Tyto podněty jsou zprostředkovány pomocí senzorů.
- 3. generace robotů – implementace umělé inteligence. Roboty jsou více samostatné než předchozí generace. [7]

### 2.2 Rozdělení dle pohyblivosti

- Stacionární – roboty nejsou schopny volného pohybu. Toto omezení je dáno především pevně danou dráhou pohybu nebo přívodem napájení. Např. průmyslové roboty
- Mobilní – schopny volného pohybu v prostoru. Můžou plnit funkce stacionárních robotů. Více v dalších kapitolách této práce. [8]

### 2.3 Rozdělení dle víceúčelovosti

- Víceúčelové – neboli univerzální. Takové roboty lze přestavět či modifikovat pro jiný druh úkolu.
- Jednoúčelové – navrženy pouze pro jeden účel, nelze přestavět ani jinak modifikovat.

### 3 MOBILNÍ ROBOTY

Tématem této bakalářské práce je robot sputnik, proto je tato teoretická část zaměřena především na oblast mobilních robotů.

Využívají se v každém typu prostředí naší planety. Využití mobilní robotů není omezené pouze na využití v průmyslu. Využívají se od domácnosti, například robotický vysavač, přes doručování zásilek, až po mapování terénu při zemědělské činnosti.

#### 3.1 Rozdělení

Roboty lze rozdělit podle několika kritérií.

##### 3.1.1 Dle schopnosti autonomy

- Autonomní – schopny výběru vlastní dráhy pohybu, díky zabudovaným senzorům. Operátor zadá požadovaný cíl a robot si sám zvolí cestu. Tato cesta může být např. ta nejrychlejší nebo nejefektivnější z pohledu šetření paliva.
- Dálkově ovládané – tyto roboty vyžadují přímé řízení operátorem. Dokáží však pomocí senzorů posílat operátorovi zpětnou vazbu a tím částečně ovlivnit a zefektivnit svůj pohyb.

##### 3.1.2 Dle využití

Vzhledem k neustálému vývoji mobilních robotů je zde uvedeno pouze několik základních využití.

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

[1]

### 3.1.3 Dle prostředí

Roboty lze také rozdělit dle prostředí ve kterém se pohybují. Jinak bude vypadat robot využitelný pod vodou a jinak robot využitelný na souši. Existují i typy robotů, které jsou využitelné ve více typech prostředí. Tato schopnost přežít ve více typech prostředí přináší jistá omezení. Např. pomalejší pohyb, vyšší cena atd. [1]

- Voda – roboti operující ve vodním prostředí, ať už na hladině nebo pod hladinou. K pohybu využívají vodní trysky, případně lodního šroubu. Využití těchto robotů je spousta vzhledem k tomu, že většina naší planety je pokryta vodou. [1]
- Souš – Většina robotů operujících na souši jsou roboty s nějakým typem podvozku. Existují i roboti kráčejíci, kteří svým pohybem mají připomínat pohyb člověka.
- Vzdušný prostor – V dnešní době velice rozšíření v podobě dronů. Využití v soukromém sektoru i v armádním. [1]
- Vesmír – navrženy pro práci při nízké gravitaci. Typickým příkladem jsou robotické vozítka pro průzkum jiných planet, případně roboti pro údržbu mezinárodní vesmírné stanice. [1]

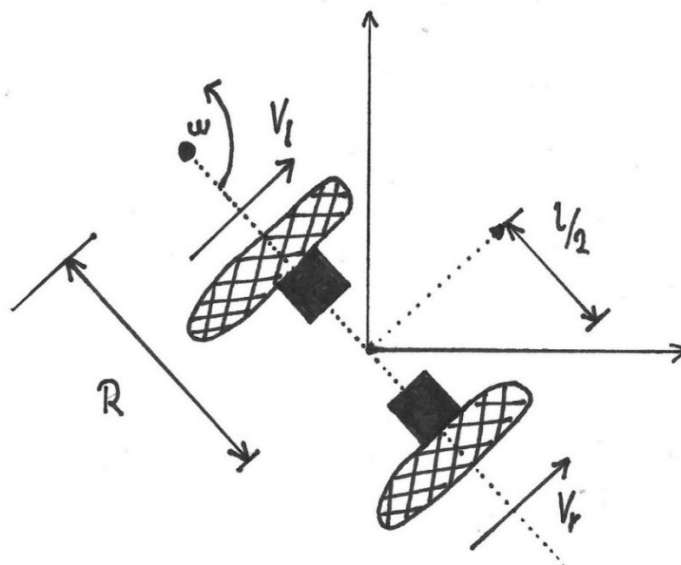
### 3.1.4 Dle typu podvozku

Při návrhu robotů je využíváno několika typů podvozků, případně jejich kombinací ke zefektivnění pohybu daného robota.

#### 3.1.4.1 Kolové roboty

Na souši jde o nejvyužívanější typ podvozku. Kola mohou být hnaná nebo pasivní. Dále dělíme:

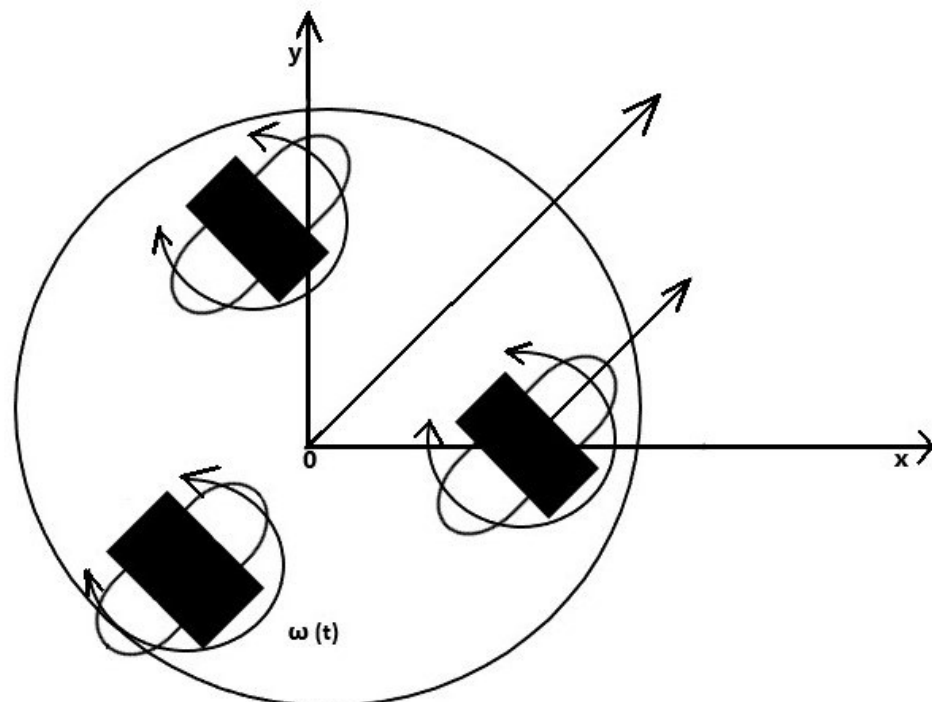
- Diferenciální podvozek – Jde o nejjednodušší typ podvozku. Využíván hlavně pro menší, levnější roboty, kteří jsou určeni pro využití ve vnitřních prostorech. Tento typ podvozku je tvořen dvěma nezávisle hnacími koly a jedním nebo dvěma stabilizačními, podpěrnými body. Výhodou je dobrá manévrovatelnost. Snížením otáček na jednom z motorů lze řídit směr robota. Robot s tímto typem podvozku je schopen se otočit kolem své osy. [1]



Obrázek 1: Diferenciální podvozek [1]

- Synchronní podvozek

Typicky je tvořen třemi kolami. Každé z těchto kol má dva stupně volnosti. Potřebuje dva motory. Jeden pro řízení směru a druhý k řízení rychlosti. Výhody a nevýhody jsou stejné jako u diferenciálního podvozku. [1]

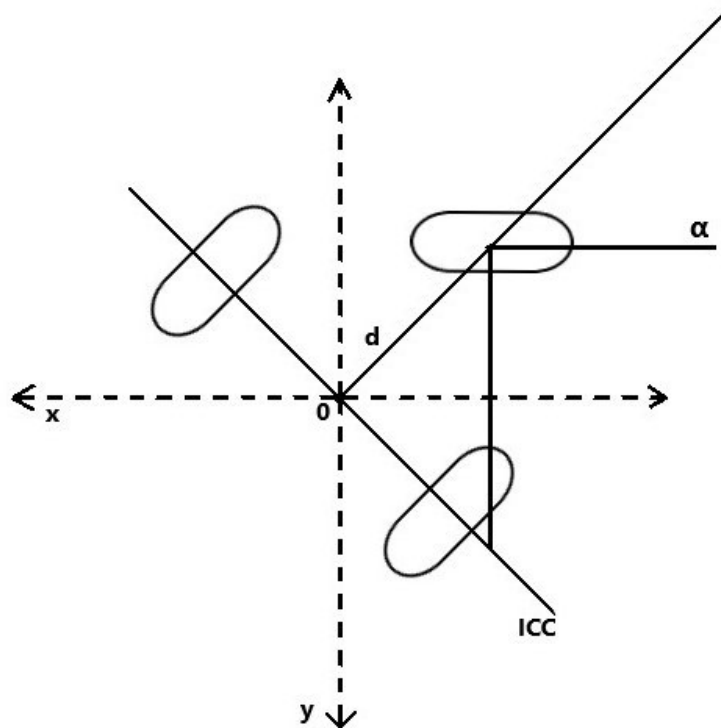


Obrázek 2: Synchronní podvozek [1]



- Trojkolové podvozky

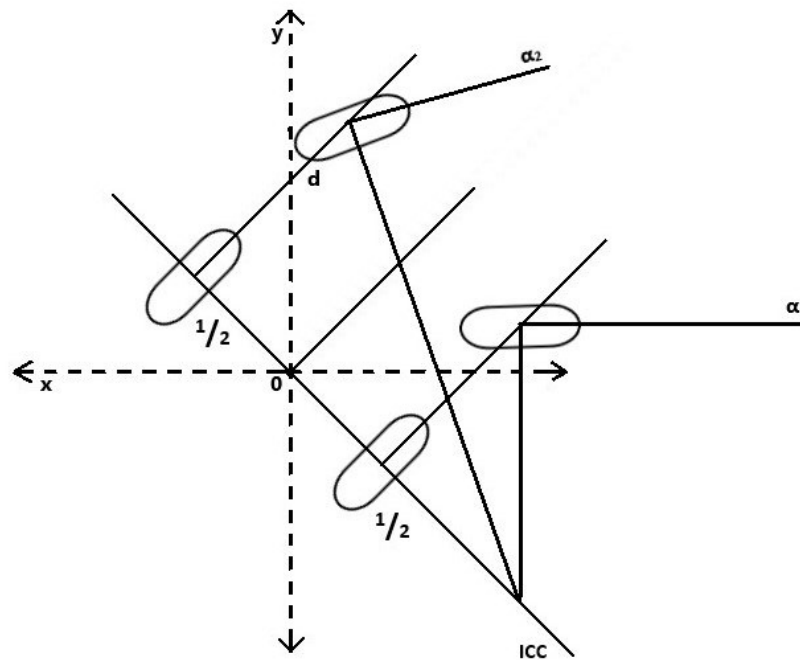
U mobilních robotů jde o nejrozšířenější typ podvozku. Skládá se ze tří kol. Dvě z nich mají jeden stupeň volnosti a jedno má dva stupně volnosti. Tedy dvě kola se starají o pohon a jedno o řízení. [1]



Obrázek 3: Trojkolový podvozek [1]

- Ackermanův podvozek

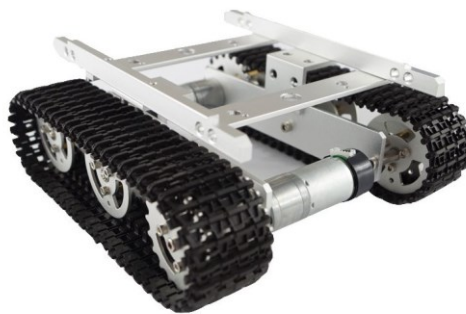
Tento typ podvozku je stejný jako u automobilů. Skládá se ze čtyř kol. Přední dvě slouží k řízení směru, mají tedy dva stupně volnosti. Každé z těchto kol má vlastní zavěšení a tím pádem při zatačení dokáží mít jiný úhel natočení. Zadní dvě mají pouze jeden stupeň volnosti a stejné zavěšení. Tohoto podvozku je využíváno hlavně u větších robotů a v těžším terénu. Nevýhodou je nesnadné otočení na malém prostoru. [1]



Obrázek 4: Ackermanův podvozek [1]

#### 3.1.4.2 Pásové podvozky

Tento typ podvozku je v principu stejný jako diferenciální podvozek zejména u směrového řízení. Pásový využívá více párů kol. Tyto kola na jedné straně jsou spojeny pásem, který je v kontaktu s povrchem a počítá s prokluzem těchto pásů. Vzhledem k tomu, že pásy mají větší styčnou plochu s povrchem dokáže robot s tímto typem podvozku překonat větší nerovnosti a strmější stoupání. V některých případech takto vybavení roboti dokáží vyjet schody. [1]



Obrázek 5: Pásový podvozek [9]

### 3.1.4.3 Kráčející roboti

Hlavní limitace kolových robotů je jejich potřeba být v kontaktu s povrchem po kterém se pohybují. V členitém terénu je pohyb kolových robotů značně obtížný, proto vznikli kráčející roboti. Jejich výhodou je tedy pohyb v náročném terénu. Konstrukce využívající dvě končetiny je inspirována člověkem, konstrukce využívající více končetin zase zvířaty. Nevýhodou této konstrukce je stabilita. Při návrhu kráčejícího robota je nutné udržení stability ve všech pozicích a vyvážení kostry celého robota. [1]

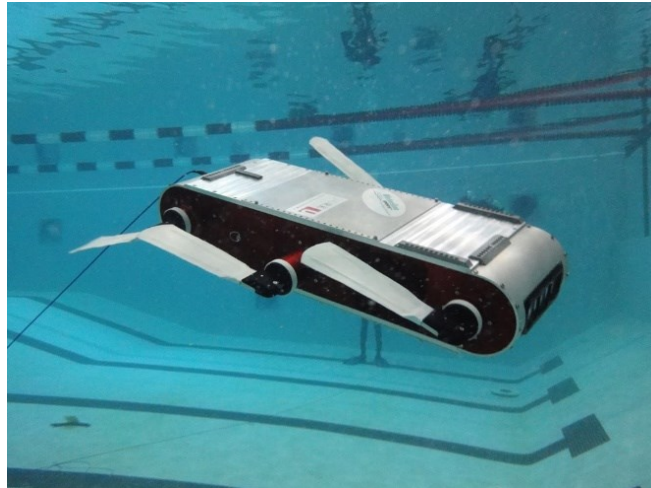


Obrázek 6: Robot SPOT od firmy Boston Dynamics [10]

### 3.1.4.4 Vodní roboti

Ve vodním prostředí je náročné, téměř nemožné dálkově ovládat roboty, kvůli značnému rušení daným prostředím. Z tohoto důvodu je většina robotů ve vodě ovládána přes kabel, který zároveň poskytuje napájení robota a také bezpečnostní pojistku, pokud by došlo k přerušení komunikace. Zároveň orientace těchto robotů v prostředí pomocí kamer je omezená. Kamery fungují pouze do omezené vzdálenosti dané hloubkou a čistotou vody ve které robot operuje.

Existují i roboti, kteří svým pohybem napodobují pohyb ryb. [1]



Obrázek 7: Vodní robot Aqua2 od firmy Adept MobileRobots [11]

### 3.1.4.5 Létající roboti

Na rozdíl od vodních robotů tyto roboti využívají bezdrátové ovládání. Někteří jsou zcela autonomní. Pro lokalizaci ve vzdušném prostoru využívají globální polohovací systém – GPS. Bezpilotní letouny mají široké využití v armádním sektoru např. pro průzkum. Existují i bojové bezpilotní letouny. Díky absenci pilota může takový letoun letět vyšší rychlostí a zvládne větší přetížení při boji.

V komerčním sektoru lze využít autonomních kvadrokoptér pro doručování zásilek. Dálkově ovládané drony lze také využít na natáčení či focení různým kulturních akcí. [1]



Obrázek 8: Dron Mavic 3 classic od firmy DJI [12]

### 3.1.4.6 Vesmírní roboti

Vesmírní roboti jsou využíváni pro průzkum jiných planet. Do této skupiny spadají vesmírné sondy, které zkoumají planetu z oběžné dráhy ale i autonomní vozítka, které se prohánějí po povrchu. Tito roboti vyžadují značnou dávku autonomnosti, protože komunikace s ovládacím střediskem je časově náročná díky velké vzdálenosti mezi robotem a tímto střediskem. Roboti v této kategorii musí být odolní vůči poškození. K napájení těchto robotů je nejčastěji využívána sluneční energie, díky solárním panelům jsou energeticky soběstační. [1]



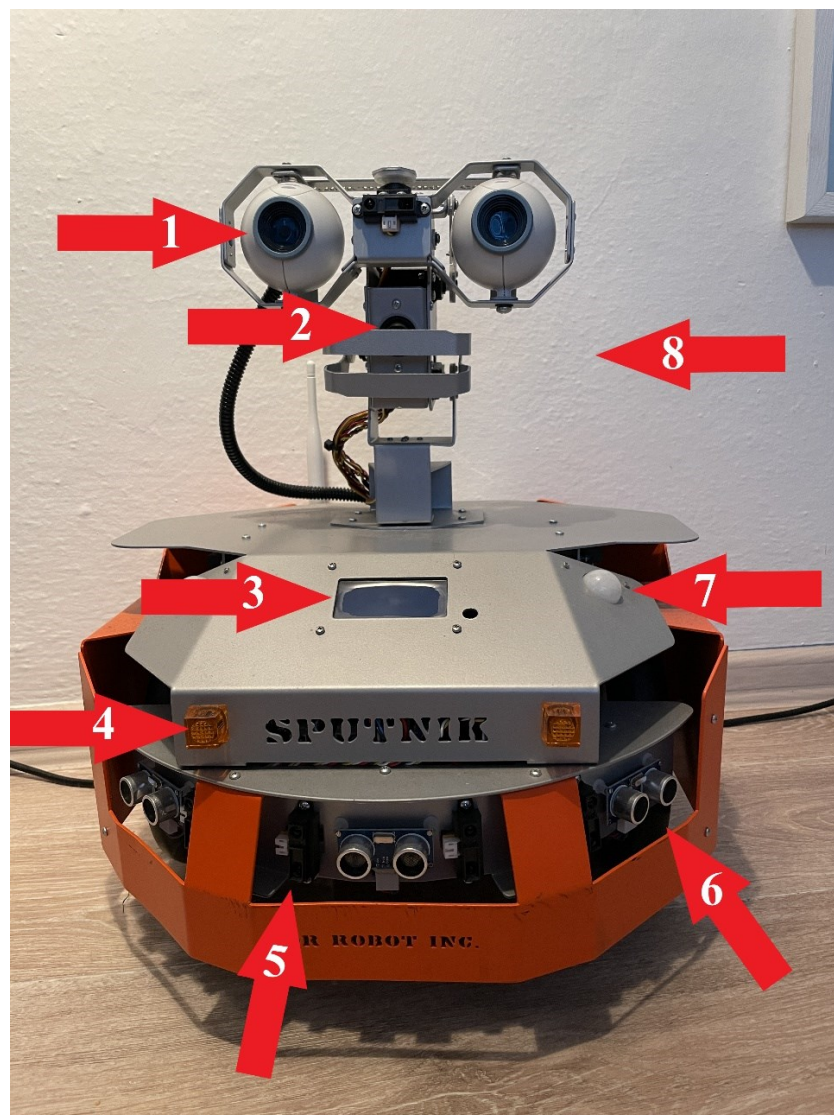
Obrázek 9: Vesmírný robot Curiosity od NASA [13]

## 4 ROBOT SPUTNIK

Hlavním tématem této bakalářské práce je využití mobilního robota Sputnik ve výuce robotiky. V další části je bližší představení tohoto robota. Popis jeho komunikace s okolím, způsob ovládání a způsob programování. Robot je dodáván spolu s ovládacím softwarem, wifi routerem a joystickem.

### 4.1 Popis robotu

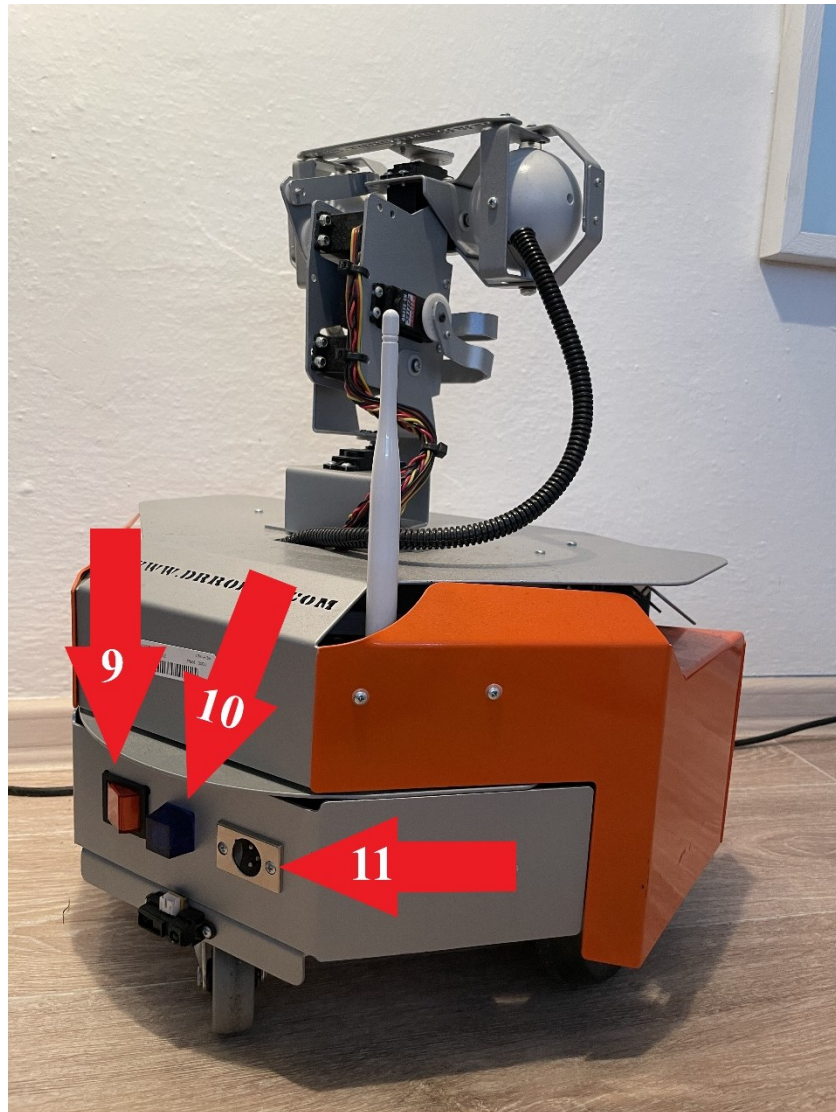
Sputnik je robot od společnosti DrRobot postaven na platformě X80. Využívá klíčových vlastností svých předchůdců. Svými vlastnostmi cílí na náročnější uživatele, ale díky jednoduchosti jeho ovládání si jej dokážou užít nejen nadšenci robotiky, ale je zároveň vhodný i pro výuku robotiky. [14]



Obrázek 10: Robot sputnik zepředu



1. Kamery
2. Reprodukory a mikrofon
3. Grafický LCD display
4. Oranžové světlo značící zapnutí robota
5. Infračervený senzor
6. Ultrazvukový senzor
7. Lidský senzor
8. Pohyblivá hlava



Obrázek 11: Robot Sputnik zezadu

9. Zapínací tlačítko
10. Modré světlo značící nabíjení robota
11. Nabíjecí konektor

## 4.2 Klíčové vlastnosti

Mezi klíčové vlastnosti patří:

- Pohyblivá hlavová část
- Bezdrátové ovládání pomocí Wifi (802.11 b)
- Maximální rychlost 1 m/s
- 128x64 grafický LCD displej
- Schopnost obousměrné audio vizuální komunikace
- Detekce kolizí
- Maximální nosnost 10 kg
- 3hodinová výdrž na jedno nabití

[14]

### 4.2.1 Senzory

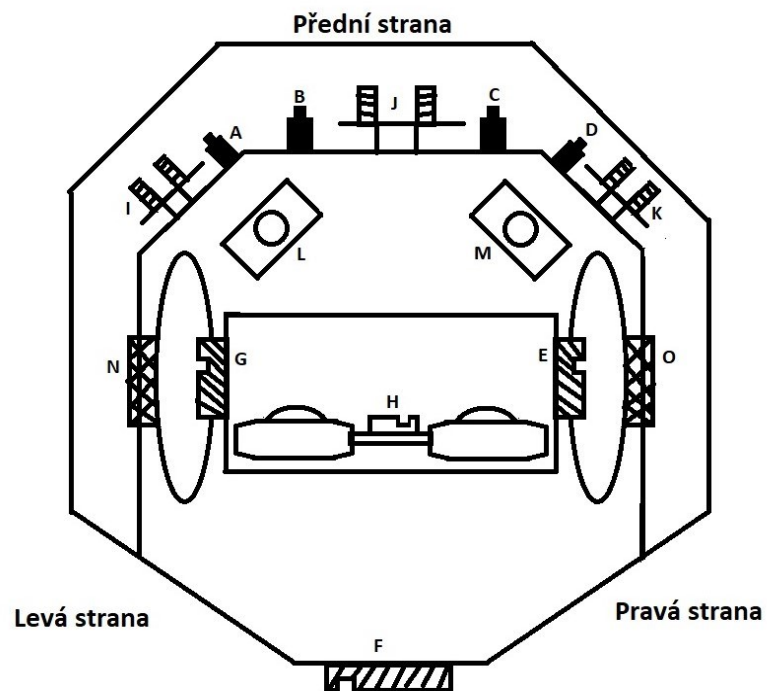
Robot je vybaven několika typy senzorů, které mu umožňují reagovat na své okolí a plnit úkoly. Konkrétně to jsou 3 dvojice ultrazvukových senzorů, 8 infračervených senzorů a 2 senzory pro detekci lidí. [14]

Tabulka 1: seznam senzorů [14]

Senzor	Umístění
Dvojice ultrazvukových senzorů #1	I – vlevo vepředu
Dvojice ultrazvukových senzorů #2	J – uprostřed vepředu
Dvojice ultrazvukových senzorů #3	K – vpravo vepředu
Lidský senzor #1	L – vlevo vepředu
Lidský senzor #2	M – vpravo vepředu
Infračervený senzor vzdálenosti #1	A – uprostřed vlevo
Infračervený senzor vzdálenosti #2	B – uprostřed
Infračervený senzor vzdálenosti #3	C – uprostřed
Infračervený senzor vzdálenosti #4	D – uprostřed vpravo
Infračervený senzor vzdálenosti #5	E – vpravo



Infračervený senzor vzdálenosti #6	F – vzadu
Infračervený senzor vzdálenosti #7	G – vlevo
Infračervený senzor vzdálenosti #8	H – vpředu nahoře
Senzor otáček motoru #1	N – vlevo
Senzor otáček motoru #2	O – vpravo



Obrázek 12: Rozložení senzorů



Obrázek 13: Detail senzorů

### 4.3 Způsoby programování

Robota můžeme programovat několika způsoby, zahrnující:

1. Programování pomocí jazyka C# a .NET Framework – pro programování pomocí tohoto jazyk lze využít například integrovaného vývojového prostředí od společnosti Microsoft – Visual Studio. Pro komunikaci s robotem je využívána knihovna WiRobot SDK, která poskytuje API pro ovládání pohybu robota a získávání dat ze senzorů. [15]
2. Použití aplikace pro ovládání robota od firmy DrRobot, Sputnik Control . Tato aplikace umožňuje ovládání robota pomocí grafického rozhraní bez nutnosti psaní kódu. Robota lze ovládat i pomocí joysticku. Tato aplikace může být použita pro základní ovládání robota nebo vytváření jednodušších programů. [14]

Aplikace dodávaná výrobcem, Sputnik Control, je napsána v jazyce C# za pomoci Visual Studia 2008 a .Net 3.5 framework. Nainstalováním této aplikace z příloženého CD, dojde zároveň k nainstalování potřebných knihoven a dalších potřebných komponent pro tvorbu vlastního kódu. Konkrétně jde o :

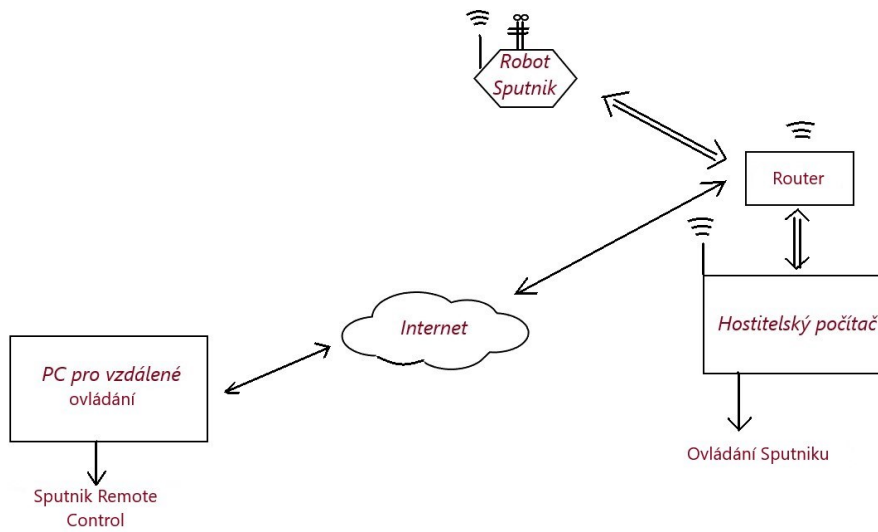
- DRROBOTSentinelCONTROL.OCX
- WiRobotGateway.exe
- DrRobotSensorMapBuilder.dll
- DrRobotP2PSpeedDrive.dll
- DrRobotGPS.dll

[14]

Více o těchto souborech a možnostech programování naleznete v praktické části této práce.

### 4.4 Nastavení Wifi komunikace

Sputnik je robot ovládaný bezdrátově za pomoci wifi. Diagram níže ukazuje typický scénář ovládání robota. Server PC se připojuje k wifi síti buď pomocí drátového připojení nebo bezdrátově. K této síti může být připojen i další PC pomocí internetu se spuštěným programem Sputnik Remote Control a pomocí tohoto PC lze robota ovládat z jakéhokoliv místa na zemi. [14]



Obrázek 14: Typický scénář ovládání

Počítač na kterém je spuštěn program Sputnik Control :

Tabulka 2: PC [14]

<b>Name</b>	Server PC	<b>ID (port)</b>	192.168.0.104
<b>Gateway</b>	192.168.0.200	<b>Subnet Mask</b>	255.255.255.0

Tabulka 3: Parametry routeru dodávaného výrobcem [14]

<b>SSID</b>	dri	<b>Router LAN</b>	192.168.0.200
<b>WEP</b>	128 bits	<b>Login ID</b>	admin
<b>KEY</b>	112233445566778899AABBCCDD	<b>Password</b>	drrobot
<b>Key Type</b>	Open key		

Tabulka 4: Nastavení virtuálního serveru [14]

<b>Virtual server</b>	<b>Port</b>	<b>Protocol</b>	<b>Server IP</b>
Sputnik Remote Control program	7050,7080,7090	TCP/IP	192.168.0.104

## 4.5 Nabíjení

Napájecí konektor je umístěn v zadní části robota. Nabíjení probíhá tak, že nejprve připojíme kabel do robota a následně robota zapneme. Nabíjení trvá přibližně 2 hodiny. Pro zachování ideální kondice baterie je výrobcem doporučeno robota jednou za 14 dní plně nabít i v případě že není pravidelně používán. [14]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

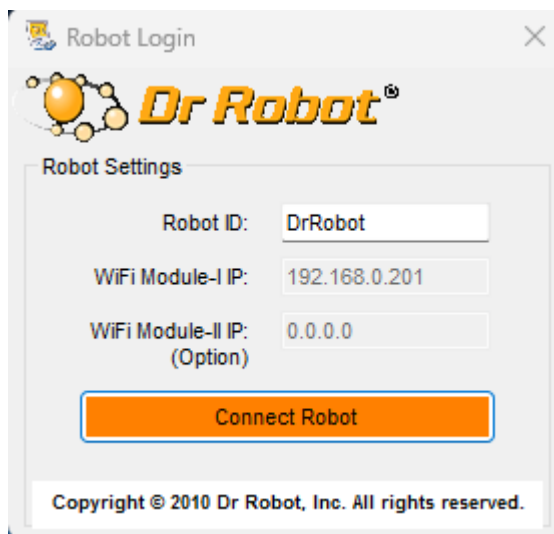
## 5 PROGRAMOVÁNÍ ROBOTA SPUTNIK

V praktické části si blíže ukážeme možnosti ovládání robota. Prvním způsobem je ovládání pomocí přiloženého softwaru od výrobce. Tento program si můžeme nainstalovat z CD od výrobce případně stáhnout na stránkách výrobce. K nainstalování stačí pouze spustit setup.exe ve složce „Sputnik Control Installation“.

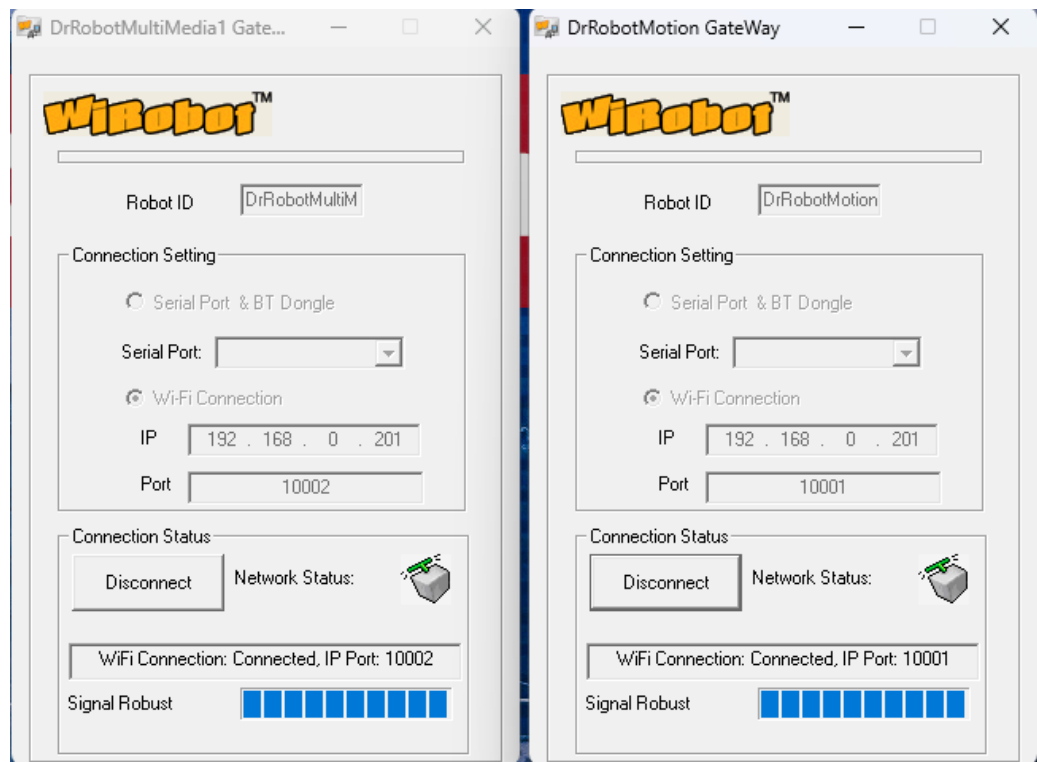
### 5.1 Ovládání pomocí programu Sputnik Control

1. Připojení server PC k bezdrátovému routeru, buď pomocí wifi nebo LAN kabelu.
2. Zapnutí robota přepínačem na jeho zadní straně.
3. Spuštění programu Sputnik Control. Zobrazí se Login okno, kde je potřeba vyplnit požadované údaje a kliknout na „Connect Robot“. (viz. Nastavení Wifi komunikace)  
Po úspěšném zadání požadovaných údajů se otevřou 2 okna DrRobotMotion gateway a DrRobotMultimedia1 gateway. První slouží už podle názvu k ovládání pohybu robota a druhé k ovládání LCD panelu, reproduktorů a mikrofonu.

[14]



Obrázek 15: Login brána



Obrázek 16: WiRobotGateway

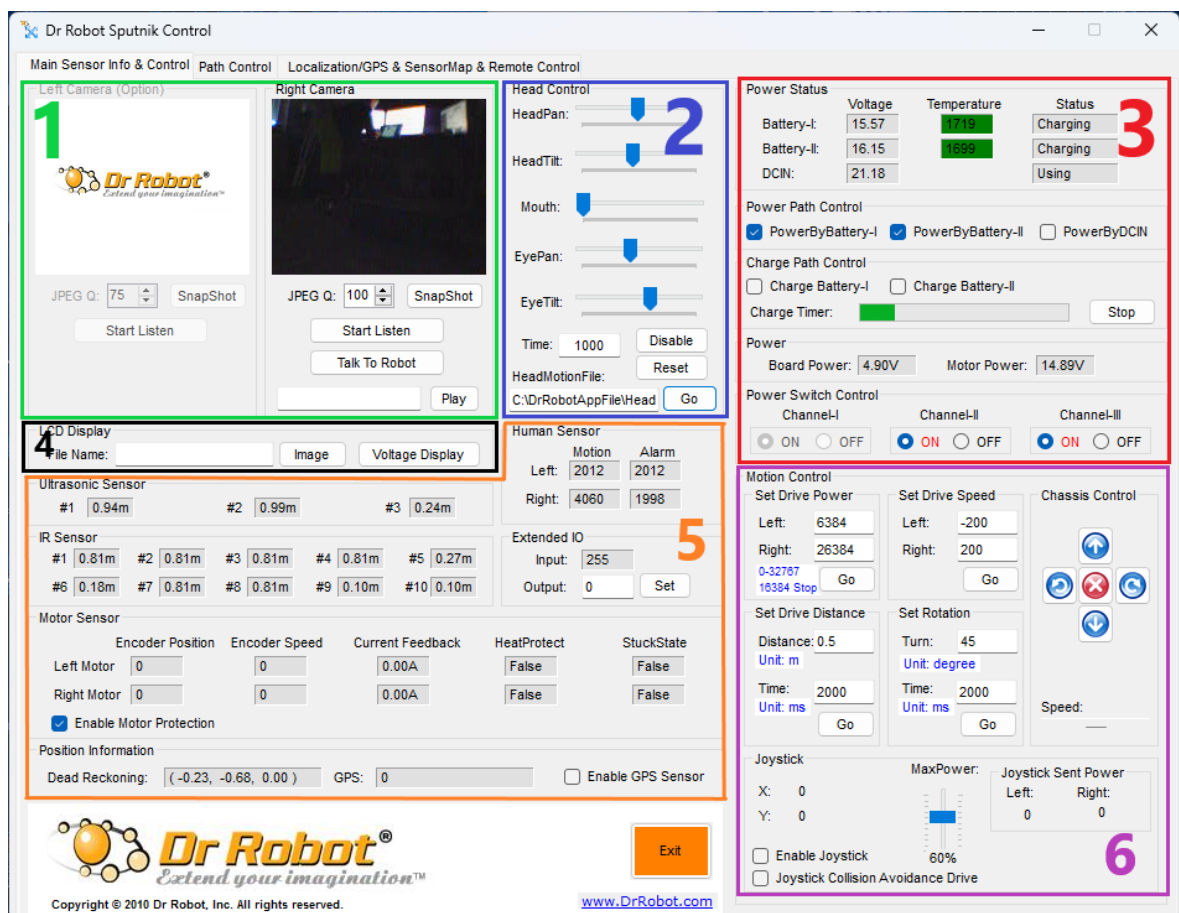
### 5.1.1 Sputnik Control

Po spuštění programu Sputnik Control na nás vyskočí obrazovka znázorněná na obrázku číslo 17. V horní části vidíme 3 záložky: Main Sensor & Control, Path Control, Localization/GPS & Sensor Map & Remote Control. První záložka je taktéž znázorněna na obrázku číslo 17 a vyznačené části jsou popsány níže.

1. První část je zaměřena na zobrazení kamery a ovládání mikrofonu a reproduktoru. Zmáčknutím tlačítka „Start Listen“ lze zapnout mikrofon na robotu a slyšet co se děje v jeho blízkosti. Tlačítko „Talk To Robot“ naopak aktivuje mikrofon na PC a robot přehraje zvuk, který do mikrofonu řekneme. Tlačítkem „Play“ můžeme do robota poslat zvukový soubor ve formátu wav v kvalitě 8k 16bit.
2. Druhá sekce slouží k ovládání pohyblivé hlavy robota. Najdeme zde ovládání náklonu hlavy, ovládání otočení hlavy, ovládání pusy a očí. Ve spodní části této sekce najdeme možnost nahrát předem napsaný program, který vykoná daný pohyb. Součástí instalačního balíčku jsou i předem připravené programy pro ukázkou jako například program pro zívnutí robota, usínání a vyjádření nadšení.
3. Třetí sekce se věnuje nabíjení robota. V horní části můžeme vidět stav baterie. Tyto informace jsou vyjádřeny ve Voltech. Charge Path Control je speciální část pouze

pokud je robot vybaven automatickým nabíjením kdy se zvládne sám připojit na nabíjecí stanici. Bohužel náš robot tuto funkci nemá, a tudíž tuto funkci nevyužijeme.

4. Ve čtvrté části můžeme ovládat LCD display. Můžeme zde přepínat mezi tím, jestli robot bude ukazovat stav baterie ve voltech nebo námi zvolený obrázek ve formátu 128x64.
5. Pátá část se věnuje senzorum a jejich údajům. Většina z těchto údajů je vyjádřena v metrech. Můžeme vidět v jaké vzdálenosti je robot od překážek.
6. Poslední část této obrazovky je věnována ovládání. Ovládat robota můžeme pomocí šipek, které jsou v pravé části a tlačítka stop uprostřed. Ve spodní části můžeme aktivovat ovládání pomocí joysticku a také zvolit libovolnou maximální rychlost robota.



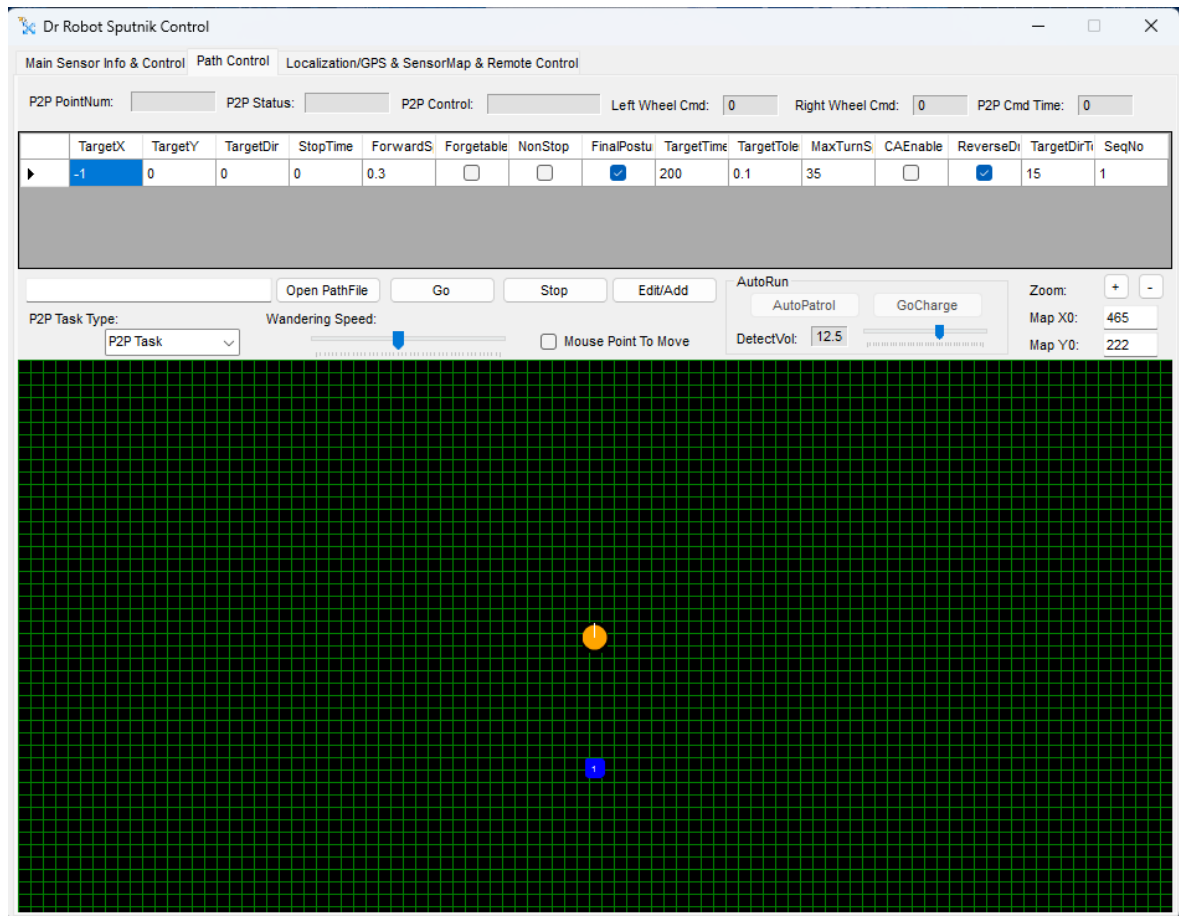
Obrázek 17: Program Sputnik Control - Main Sensor & Control





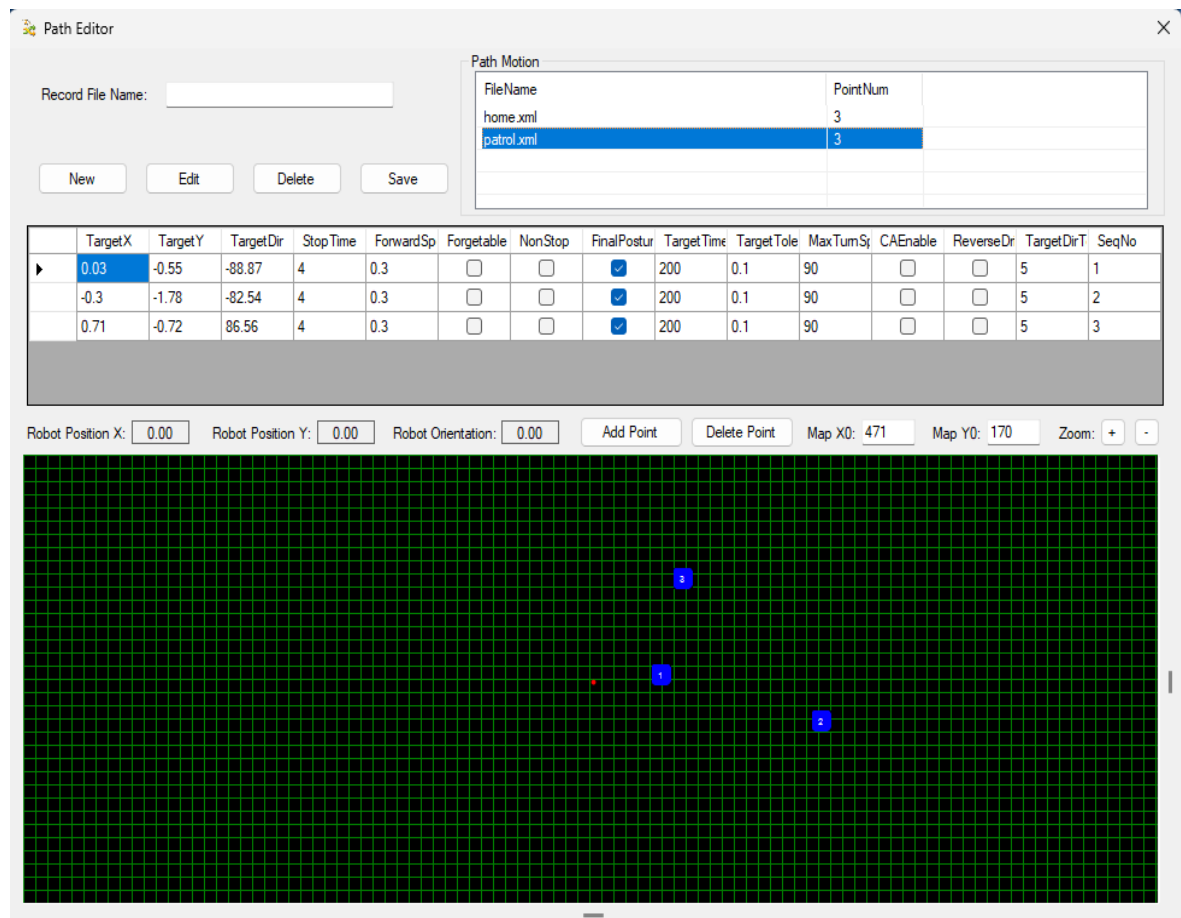
Obrázek 18: Joystick pro ovládání

Jak už bylo zmíněno výše robota lze ovládat i za pomoci joysticku. Ovládání je jednoduché pohybem páky vpřed se robot rozpohybuje vpřed. Lze ovládat i hlavovou část, a to pomocí malého joysticku na vrchní části velké páky. Hlava se ovládá klasicky nahoru dolů a pokud posuneme joystick do strany dojde k otočení hlavové části robota.



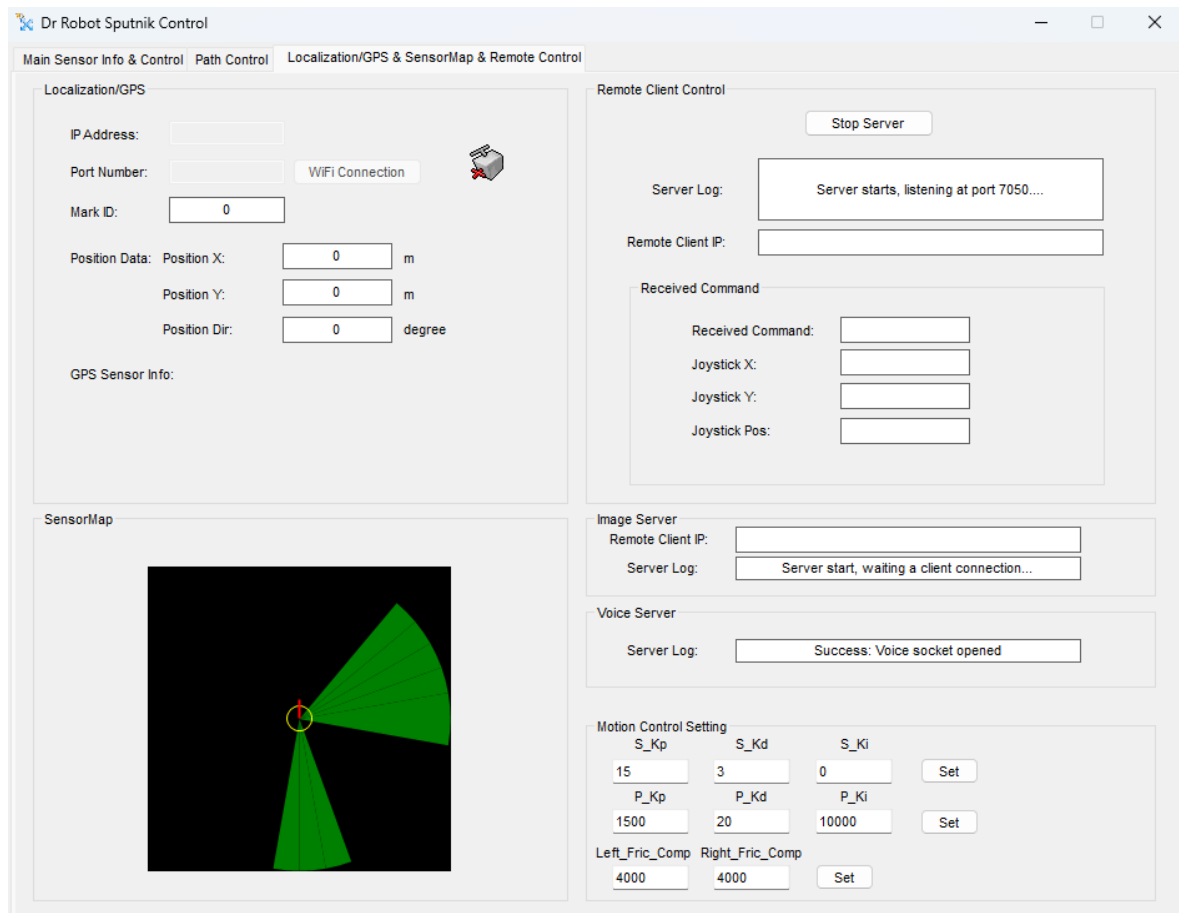
Obrázek 19: Program Sputnik Control – Path Control

Druhá záložka s názvem Path Control se věnuje plánování cesty, kterou chceme, aby robot ujel. Vybrané body lze manuálně upravit v horní části nad mapou. Pomocí tlačítka „Open PathFile“ můžeme otevřít vyskakovací okno kde si můžeme myší naklikat místa neboli pointy, které chceme, aby robot projel. Toto okno znázorňuje obrázek číslo 20. Jeho popis je níže. Další tlačítko „Go“ spouští path file. V P2P Task Type můžeme přepínat způsobem jakým robot bude projíždět pointy. P2P task znamená, že robot bude projíždět body postupně od prvního až do posledního. Zvolením možnosti Wander task vypneme tento způsob pohybu a robot se bude mezi body pohybovat podle sebe. Posuvníkem Wandering Speed můžeme ovládat rychlost robota, kterou se robot bude mezi body pohybovat. Vedle můžeme vybrat možnost „Mouse Point To Move“. Zvolením této možnosti můžeme vytvořit bod na mapě do kterého chceme, aby se robot dostal. Následným kliknutím na tlačítko „Go“ se robot rozpohybuje do tohoto bodu. Mapu si můžeme přiblížit i oddálit podle libosti. V samotné mapě můžeme vidět jednotlivé body cesty pomocí modrých bodů. Žluté kolečko značí samotného robota.



Obrázek 20: Program Sputnik Control – Path Editor

Editáčnı okno Path Editor ukazuje v levé části všechny uložené cesty. Ve středu obrazovky můžeme body vybrané cesty editovat. Můžeme měnit pozici bodu i úhel otočení robota. Ve spodní části je zobrazená mapa, kde vidíme jednotlivé body cesty stejně jako na obrázku číslo 19 s tím rozdílem že tady si můžeme přepínat jednotlivé cesty. Na obrázku číslo 19 vidíme pouze aktuální cestu.



Obrázek 21: Program Sputnik Control - Localization/GPS & Sensor Map & Remote Control

Třetí záložka Localization/GPS & Sensor Map & Remote Control nabízí 2D zobrazení okolí robota za využití dat získaných ze senzorů. Nachází se zde také možnost nastavit GPS senzor, ale tato výbava je také příplatková. Na typu robota zapůjčeném od školy se nenachází. Další část se věnuje vzdálenému ovládní robota.

## 5.2 Programování v jazyce C#

Pro programování robota pomocí jazyku C# se využívá externí knihovny DRROBOTSentinelCONTROL.OCX, která využívá příkazy z WiRobot SDK. Manuál k WiRobotSDK je dostupný na stránkách výrobce DrRobot. WiRobot SDK je součástí WiRobot vývojářského systému. Obsahuje části pro ovládání systémové komunikace, paměti, uživatelského prostředí dále také části pro ovládání audia, videa, sensorových dat a kontrolu pohybu. Programy vyvíjené pomocí WiRobotSDK fungují na PC platformě a s WiRobot Hardwarem komunikují přes wifi nebo drátové připojení. V případě robota Sputnik se využívá bezdrátové komunikace přes wifi. V následující části jsou popsány zásadní funkce pro úspěšné splnění ukázkových úloh. [16]

### 5.2.1 Připojení k robotovi

#### *connectRobot(„RobotID“)*

Tuto funkci je nutné zavolat ve Form1\_Load. Slouží ke spárování s WiRobotGateway. Je nutné mít stejné ID jak v kódu, tak v WiRobotGateway včetně malých a velkých písmenek jinak připojení nebude fungovat.

### 5.2.2 Ultrazvukové senzory

*GetSensorSonarX*...vrátí aktuální vzdálenost mezi daným senzorem a překážkou. Hodnota je v cm.

Parametr: void

Vrácená hodnota typu: short

short GetSensorSonar1();

short GetSensorSonar2();

short GetSensorSonar3();

short GetSensorSonar4();

short GetSensorSonar5();

short GetSensorSonar6();

Tabulka 5: ultrazvukové senzory [16]

Vrácená hodnota	Vzdálenost k překážce
4	0 až 4 cm
4-254	4 až 254 cm
255	255 a více cm

[16]

### 5.2.3 Infračervené senzory vzdálenosti

**GetSensorIRRange**... vrací hodnotu aktuální vzdálenosti mezi senzorem a překážkou. Vrácená hodnota je hodnota AD převodu tudíž je potřeba hodnotu přepočítat, aby odpovídala vzdálenosti v cm pomocí vzorce  $\frac{(hodnota)*3}{4095}$ .

**Parametr:** void

**Vrácená hodnota typu:** short

**short GetSensorIRRange();**

[16]

Tabulka 6: IR senzory [16]

Vrácená hodnota	Vzdálenost k překážce
<=585	80 cm nebo delší
585-3446	80 až 8 cm
=>3446	0 až 8 cm

Tato funkce je funkční pouze pro první senzor pro zbylých 6 je využita následující funkce.

**GetCustomADX**... vrátí stejnou hodnotu jako předchozí funkce a je potřeba ji přepočítat podle vzorce  $\frac{(hodnota)*3}{4095}$ .

**Parametr:** void

**Vrácená hodnota typu:** short

**short GetCustomAD3();**

**short GetCustomAD4();**

```
short GetCustomAD5();
```

```
short GetCustomAD6();
```

```
short GetCustomAD7();
```

```
short GetCustomAD8();
```

[16]

#### 5.2.4 Senzor přítomnosti člověka

***GetSensorHumanAlarmX...*** vrací hodnotu AD převodu v rozmezí 0–4095. Pokud se v blízkosti nenachází člověk vrácená hodnota je okolo 2047 V.

Parametr: void

Vrácená hodnota typu: short

```
short GetSensorHumanAlarm1();
```

```
short GetSensorHumanAlarm2();
```

[16]

***GetSensorHumanMotionX...*** vrací hodnotu AD převodu v rozmezí 0–4095. Pro detekci přítomnosti člověka je potřeba porovnávat hodnotu kdy je člověk přítomen u robota a kdy ne. Tyto hodnoty získáme experimentálně.

Parametr: void

Vrácená hodnota typu: short

```
short GetSensorHumanMotion1();
```

```
short GetSensorHumanMotion2();
```

[16]

#### 5.2.5 Sensory motorů

***GetEncoderPulseX...*** vrací hodnotu pulzu, který indikuje aktuální pozici rotace kola. Vrácená hodnota je v rozmezí 0-32767 a cyklí se.

***GetEncoderSpeedX...*** vrací hodnotu rychlosti rotace kola.

*GetMotorCurrentX...* vrací hodnotu proudu v motoru. Vracená hodnota je hodnotou AD převodu je nutné ji přepočítat pomocí vzorce  $\frac{\text{Hodnota}}{728}$ .

Parametr: void

Vracená hodnota typu: short

short GetEncoderPulse1();

short GetEncoderPulse2 ();

short GetEncoderSpeed1 ();

short GetEncoderSpeed2 ();

short GetMotorCurrent1();

short GetMotorCurrent2();

[16]

### 5.2.6 Senzory baterie

*GetSensorBatteryADX...* vrací aktuální hodnotu baterie ve voltech.

Parametr: void

Vracená hodnota typu: short

short GetSensorBatteryAD1();

short GetSensorBatteryAD1();

[16]

### 5.2.7 Ovládání pohybu a hlavy

*DcMotorVelocityNonTimeCtrAll...* tento příkaz posílá příkaz pro ovládání všech motorů, které robot má nebo může obsahovat. Robot Sputnik obsahuje pouze dva motory a stačí tedy ovládat pouze první dvě cmd hodnoty. Ostatní hodnoty se nastaví na -32768(0x8000). Motory se spustí automaticky po přijetí signálu.

Parametr: short cmd

Vracená hodnota typu: void

void DcMotorVelocityNonTimeCtrAll(cmd1, cmd2, cmd3, cmd4, cmd5, cmd6); [16]



***DcMotorPwmNonTimeCtrAll...*** posílá PWM ovládací příkaz do všech 6 motorů. Příkaz je vyslán okamžitě a není časově podmíněn. Požadovaná šířka pulzu musí být v rozmezí 0–32767(0x7FFF). Pulz v hodnotě 16383 je přesně 50 % a zastaví motor. Hodnoty v rozmezí 16384–32767 roztočí motor po směru hodinových ručiček při pohledu na přední stranu motoru a hodnoty 0–16362 roztočí motor protisměru hodinových ručiček. Pokud nechceme ovládat nějaký z motorů je třeba jej nastavit na hodnotu -32768 (0x8000)

Parametr:                   short cmd1;  
                                  short cmd2;  
                                  short cmd3;  
                                  short cmd4;  
                                  short cmd5;  
                                  short cmd6;

Vracená hodnota typu:    void

void DcMotorPWMLNonTimeCtrAll(cmd1, cmd2, cmd3, cmd4, cmd5, cmd6);

[16]

***DisableDcMotor...*** zastaví motor. Nutné do závorek uvést, který motor má být zastaven. Pro zastavení více motorů je nutné příkaz poslat opakovaně pokaždé s jiným parametrem.

Parametr:                   short

Vracená hodnota typu:    void

void DisableDcMotor();

[16]

***ServoTimeCtr...*** posílá příkaz k pohybu specifickému servomotoru pomocí čísla kanálu. Obsahuje zároveň časovou podmínku pro vykonání pohybu v milisekundách.

Parametr:                   short channel;  
                                  short cmdValue;  
                                  short timePeriod;

Vracená hodnota typu:    void

void ServoTimeCtr(channel, cmdValue, timePeriod); [16]



*PlayAudioFile*... tento příkaz pošle zvukový soubor do robota, který jej přehraje. Soubor musí být ve formátu .wav 8kHz a musí využívat mono kanál. V parametru musí být kompletní cesta k tomuto souboru.

Parametr: LPCTSTR FileName;

Vrácená hodnota typu: void

void PlayAudioFile(LPCTSTR FileName);

[16]

*StopAudioPlay*... tento příkaz zastaví přehrávání zvukového souboru.

Vrácená hodnota typu: void

void StopAudioPlay();

[16]

*LcdDisplayPMS*... zobrazí obrázek na LCD displeji robota. Obrázek musí být ve formátu BMP 128x64 pixelů. V parametru musí být kompletní cesta k tomuto souboru.

Parametr: LPCTSTR FileName;

Vrácená hodnota typu: void

Void LcdDisplayPMS(LPCTSTR bmpFileName);

[16]

### 5.3 Microsoft Visual Studio

Microsoft Visual Studio je program určený k vývoji softwaru. Je to pracovní prostředí, které umožňuje tvorbu kódu a vývoj aplikací v C# a zároveň podporuje .Net Framework 3.5. Z tohoto důvodu je to ideální nástroj pro tvorbu ukázkových úloh v této bakalářské práci. Licence byla poskytnuta UTB v rámci studentského účtu. Bylo použito Visual Studio Community 2019 ve verzi 16.11.26. Dostupné ke stažení z oficiálních stránek microsoftu. [17]

## 6 UKÁZKOVÉ ÚLOHY

Hlavním cílem této bakalářské práce je vytvoření laboratorních úloh vhodných k výuce robotiky na UTB FAI. Po vypracování ukázkových úloh si student osvojí základní ovládání robota pomocí jazyku C#. Úlohy jsou koncipovány jako jedna aplikace, do které se s každou další úlohou přidávají další funkce. V poslední úloze je finální podoba aplikace, které by mělo být dosaženo za určený výukový blok.

### 6.1 Návod pro připojení robota a nainstalování potřebné knihovny

Prvním krokem pro programování úloh pro robota Sputnik je instalace této knihovny. Tuto knihovnu najdeme na stránkách výrobce nebo v příloze této bakalářské práce. Tento návod je také uveden v přiloženém souboru Readme.txt. Samotná instalace je složena z následujících kroků:

- 1) Vložení souboru DRROBOTSentinelCONTROL.OCX do složky  
C:\windows\system32\ a C:\windows\SysWOW64\  
2) Spuštění příkazového řádku a zadání příkazu  
regsvr32 C:\Windows\System32\DRROBOTSentinelCONTROL.OCX  
3) Hotovo

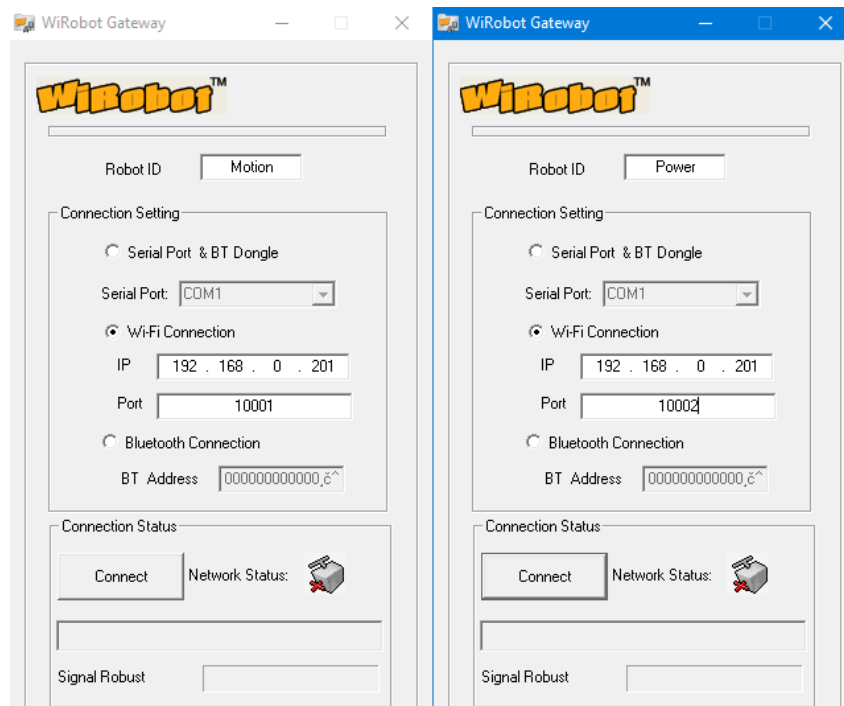
V případě potíží s instalací knihovny spusťte příkazový řádek jako správce.

Dále je potřeba program WiRobotGateway.exe, který je taktéž dodáván spolu s robotem anebo dostupný ze stránek výrobce. Díky tomuto programu je uživatel schopen se připojit k robotovi. Pro připojení:

- 1) Otevřete WiRobotGateway.exe
- 2) Zadejte do RobotID "Motion"
- 3) Zadejte IP adresu "192.186.0.201" a port "10001"

Tyto 3 kroky stačí pro pohyb robota a první úlohu, následné úkoly vyžadují následující kroky:

- 1) Otevřete WiRobotGateway.exe
- 2) Zadejte do RobotID "Power"
- 3) Zadejte IP adresu "192.186.0.201" a port "10002"



Obrázek 22: WiRobotGateway pro ukázkové úlohy

## 6.2 Úloha 1 – Ovládání pohybu robota pomocí grafického rozhraní

### 6.2.1 Zadání

Vytvořte aplikaci pro ovládání pohybu a ovládání pohyblivé hlavy robota Sputnik. Aplikace musí obsahovat následující:

- Grafické rozhraní pro ovládání pohybu robota vpřed, vzad
- Grafické rozhraní pro ovládání otočení robota doprava, doleva
- Posuvník pro ovládání rychlosti robota
- Posuvníky pro ovládání pohybu hlavy robota
- Posuvníky pro ovládání očí a pusy robota

Pro pohyb robota využijte knihovnu DRROBOTSentinelCONTROL.OCX

### 6.2.2 Cíl

Cílem této úlohy je seznámení s robotem Sputnik a základními funkcemi z knihovny DRROBOTSentinelCONTROL.OCX pro jeho pohyb. Student pochopí problematiku volání funkcí z knihovny a nastavení správných hodnot pro pohyb robota anebo pro ovládání jeho hlavy.

### 6.2.3 Postup

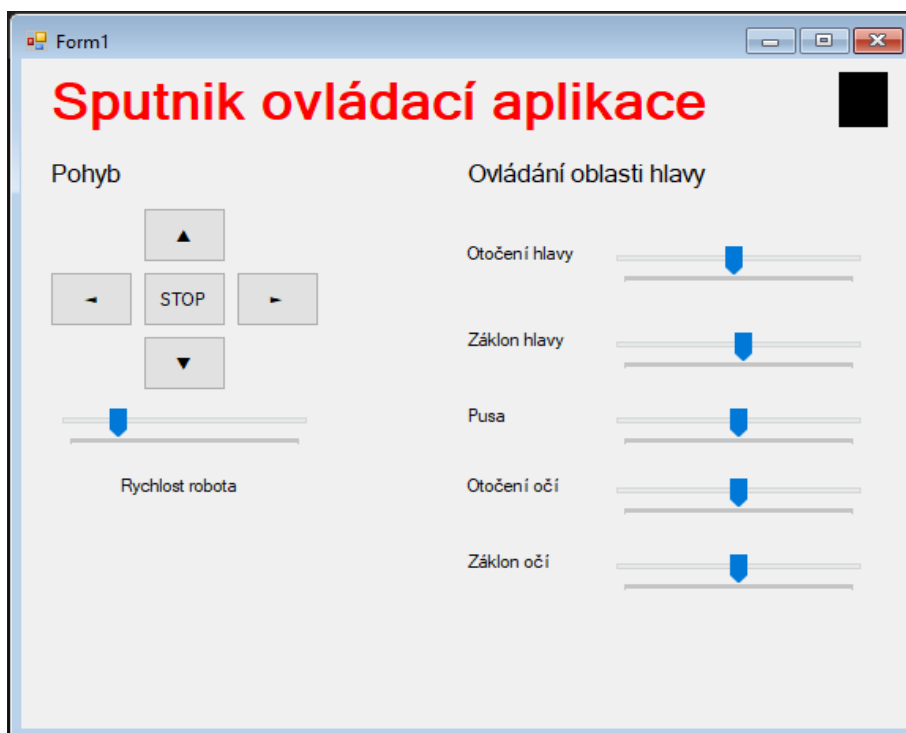
- 1) Vytvořte nový projekt ve Visual Studiu typu Windows Forms v jazyce C#.
- 2) Přidejte knihovnu DRROBOTSentinelCONTROL.OCX do vašeho projektu
- 3) Vytvořte grafické rozhraní pro pohyb a otočení robota
- 4) Přidejte posuvník pro ovládání rychlosti robota
- 5) Přidejte několik dalších posuvníků pro ovládání hlavy, očí a pusy robota
- 6) Inicializujte připojení k robotovi
- 7) Napište kód
- 8) Ověřte funkčnost programu
- 9) Vytvořte protokol obsahující zadání, postup tvorby kódu a závěr

### 6.2.4 Návod

Připojení k robotovi inicializujte ve Form1\_Load.

Při tvorbě kódu využijte funkcí **DcMotorVelocityNonTimeCtrAll**, **ServoTimeCtr**, **DisableDcMotor**.

Při inicializaci připojení k robotovi je potřeba přidat jeho ovládací prvek do grafického návrhu pomocí kliknutí na panel nástrojů -> kliknutím pravým tlačítkem na obecné -> vybrat položky... -> Model COM -> **WiRobot Sentinel ActiveX Module**



Obrázek 23: Ukázka úloha 1

## 6.3 Úloha 2 – Implementace výstupů ze senzorů

### 6.3.1 Zadání

Implementujte do aplikace výstupy ze senzorů a kameru:

- a) Ultrazvukové senzory
- b) Infračervené senzory
- c) Senzory přítomnosti člověka
- d) Senzory motorů
- e) Stav baterie
- f) Kameru

### 6.3.2 Cíl

Cílem této úlohy je seznámení s možnostmi knihovny DRROBOTSentinelCONTROL.OCX ohledně senzorů a získávání dat ze senzorů. Student pochopí, jakým způsobem získat tyto data a jak s nimi pracovat. V neposlední řadě taky pochopí, jak přidat video výstup z robota.

### 6.3.3 Postup

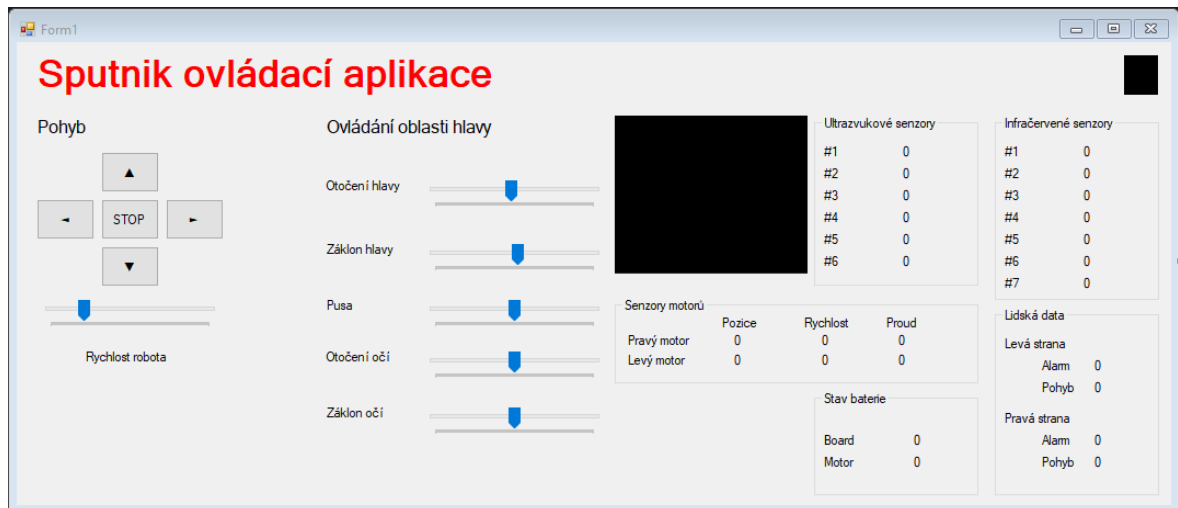
- 1) Přidejte do aplikace výstup z kamery
- 2) Inicializujte kameru
- 3) Vytvořte popisy pro jednotlivé senzory
- 4) Přidejte label pro každý senzor, který se bude přepisovat v reálném čase
- 5) Naprogramujte tyto funkce
- 6) Ověřte funkčnost programu
- 7) Vytvořte protokol obsahující zadání, postup tvorby kódu a závěr

### 6.3.4 Návod

Použijte funkce **GetSensorSonarX**, **GetSensorIRRange**, **GetCustomADX**, **GetSensorHumanAlarmX**, **GetSensorHumanMotionX**, **GetEncoderPulseX**, **GetEncoderSpeedX**, **GetMotorCurrentX**, **GetSensorBatteryADX**, **TakePhoto..** Pro získání dat ze senzorů.

Pro přidání kamery přidejte další **WiRobot Sentinel ActiveX Module**.

V této úloze využijete timer při získávání dat z kamery.



Obrázek 24: Ukázka úloha 2

## 6.4 Úloha 3 – Multimediální funkce robota

### 6.4.1 Zadání

Přidejte do aplikace ovládání pro ostatní multimediální funkce robota.

- Ovládání zvuku
- Ovládání displeje
- Možnost vyfotit fotku z kamery

### 6.4.2 Cíl

Cílem této úlohy je osvojení znalostí ohledně multimediálních funkcí robota Sputnik. Student po zvládnutí této úlohy dokáže implementovat tyto funkce do kódu aplikace. Naučí se pracovat s dialogovými okny v typu aplikace windows forms v jazyce C#.

### 6.4.3 Postup

- Přidejte tlačítko pro přehrání hudby
- Přidejte tlačítko pro zachycení fotky
- Přidejte tlačítko pro ovládání displeje
- Naprogramujte tyto tlačítka
- Ověřte funkčnost programu
- Vytvořte protokol obsahující zadání, postup tvorby kódu a závěr

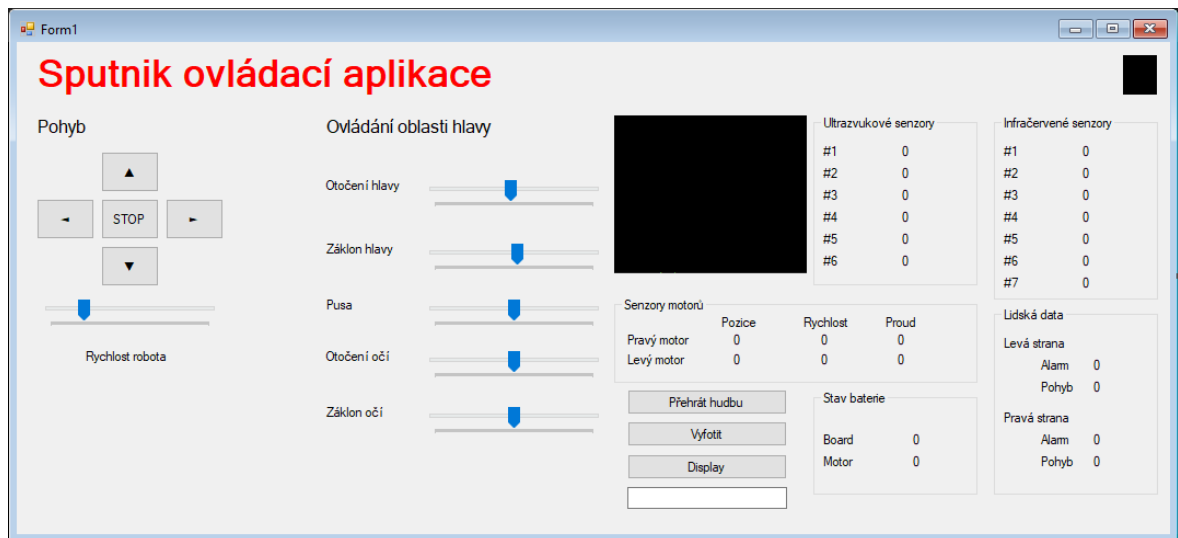


### 6.4.4 Návod

Použijte funkce **SavePhotoAsBMP**, **PlayAudioFile**, **StopAudioPlay**, **LcdDisplayPMS**.

V této úloze využijete funkci **openFileDialog**.

Pro funkci zobrazení fotky na displeji je vhodné zobrazit cestu k souboru v aplikaci a použít ji celou.



Obrázek 25: Ukázka úloha 3

## 6.5 Úloha 4 – Pohyb hlavy a vyjadřování emocí

### 6.5.1 Zadání

Přidejte do aplikace možnosti pro automatické pohyby hlavy a vyjádření emocí.

- Automatické protočení hlavy, očí a pohyb pusy
- Emoci ANO
- Emoci NE
- Emoci ÚNAVA
- Emoci PŘEKVAPENÍ

### 6.5.2 Cíl

Cílem této úlohy je seznámení studenta, jakým způsobem je možné naprogramovat automatický pohyb hlavy a jejích částí. V neposlední řadě také jakým způsobem tohoto dosáhnout za využití knihovny DRROBOTSentinelCONTROL.OCX.

### 6.5.3 Postup

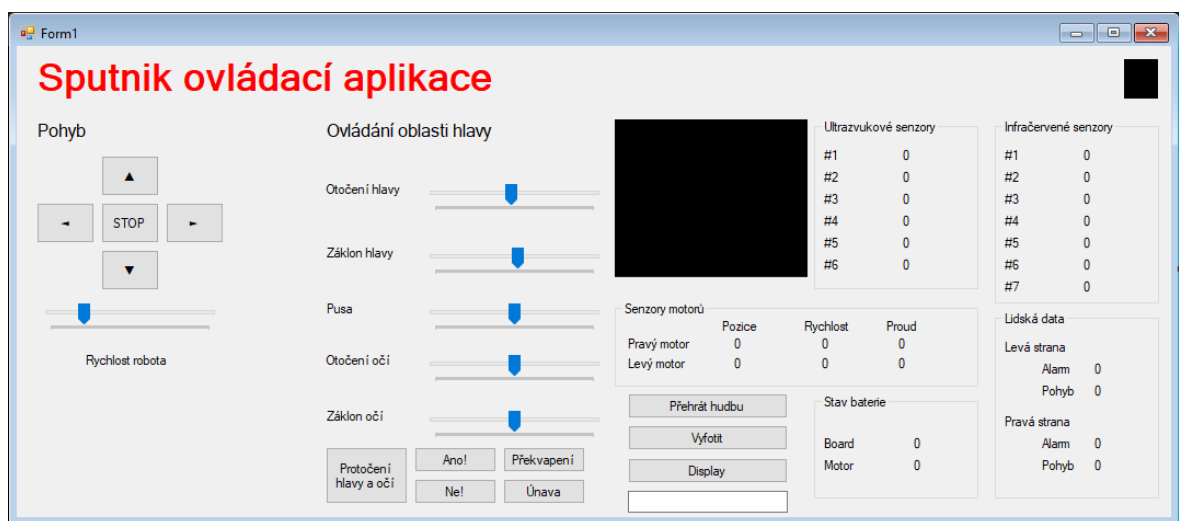
- 1) Vytvořte tlačítka pro požadované funkce ze zadání
- 2) Naprogramujte tyto tlačítka
- 3) Experimentálně zjistěte v jakých polohách je potřeba mít servo motory pro vyjádření daných emocí
- 4) Implementujte do kódu
- 5) Ověřte funkčnost programu
- 6) Vytvořte protokol obsahující zadání, postup tvorby kódu a závěr

### 6.5.4 Návod

Využijte funkci **ServoTimeCtrAll**.

V této úloze je potřeba využít timer.

Je možné použít příkaz **Thread.Sleep**.



Obrázek 26: Ukázka úlohy 4

## 6.6 Úloha 5 – Ovládání robota pomocí JoySticku

### 6.6.1 Zadání

Implementujte do aplikace možnost ovládat robota pomocí joysticku.

### 6.6.2 Cíl

Cílem úlohy je přidání možnosti ovládání robota pomocí joysticku. Zároveň naučit studenty pracovat s DirectX. Student se naučí, jak zvládnout problematiku ovládání robota za pomoci joysticku.

### 6.6.3 Postup

- 1) Přidejte knihovny DirectX a DirectX.DirectInput
- 2) Přidejte tlačítko pro možnost ovládání pomocí joysticku
- 3) Naprogramujte toto tlačítko
- 4) Ověřte funkčnost programu
- 5) Vytvořte protokol obsahující zadání, postup tvorby kódu a závěr

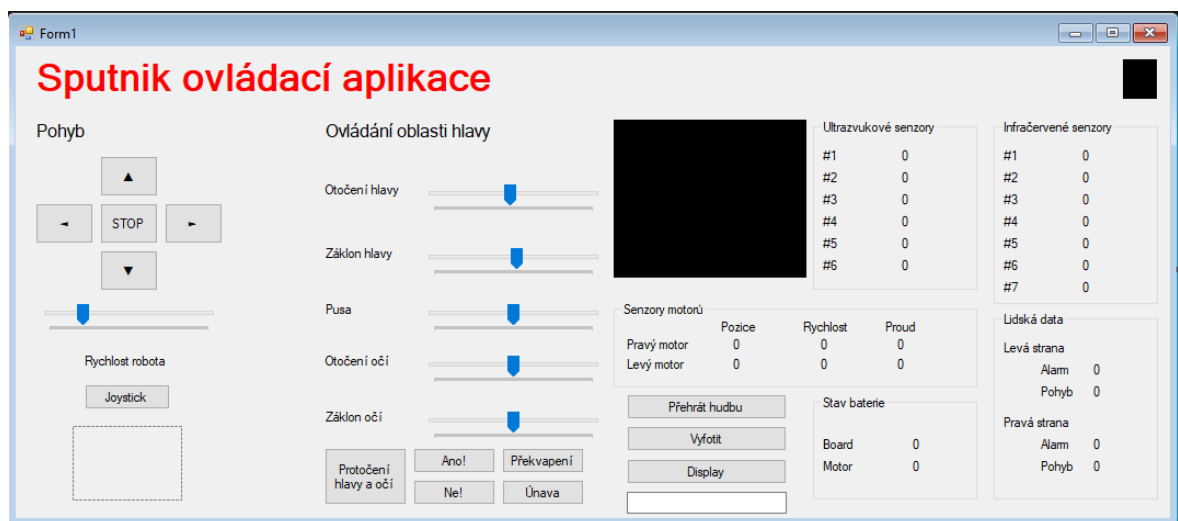
### 6.6.4 Návod

Využijte funkce **DcMotorPwmNonTimeCtrAll**, **DisableDcMotor**.

Je nutné mít nainstalovaný directX.

Je potřeba použít timer.

Využijete Thread.Sleep.



Obrázek 27: Ukázka úloha 5

## ZÁVĚR

Tato práce byla věnována robotu Sputnik a jeho využití ve výuce robotiky. Cílem bylo vytvořit ukázkové úlohy pro využití ve výuce. S cílem představit možnosti programování tohoto robota v jazyce C#. Úlohy byly vytvořeny v programu Visual Studio 2019 za využití .Net Framework 3.5. Toto vývojové prostředí bylo vybráno skrz předchozí zkušenost s programováním v něm a také díky jeho dostupnosti. Programování v tomto prostředí bylo bezplatné, díky studentskému účtu poskytnutého UTB FAI ve spolupráci s Microsoftem.

V teoretické části práce byl čtenářům představen svět mobilní robotiky, základní rozdělení mobilních robotů a popis robota Sputnik.

V praktické části je poté představen dodávaný software od výrobce a také jsou popsány jednotlivé funkce, které jsou využívány v ukázkových úlohách. Dále také protokoly pro jednotlivé úlohy. Tyto úlohy byly navrženy od jednodušší až po složitější. S cílem naučit studenty základní programování v jazyce C# a seznámit se s robotem Sputnik. Vzhledem k tomu, že jsou úlohy koncipovány pro naučení základů programování s tímto robotem, neukazují všechny možnosti robota a nevyžadují složité algoritmy pro programování robota.

Při procesu vytváření těchto úloh jsem se zároveň učil programování v C# a také jaké jsou možnosti robota. První úloha mě naučila, jakým způsobem zvládnout jednoduchý pohyb robota a ovládání jeho hlavy. Ve druhé úloze byly do aplikace přidány data ze senzorů a kameru a tím bylo docíleno základní orientace robota v prostoru a robot takzvaně otevřel oči. Ve třetí úloze jsem si vyzkoušel a osvojil ovládání multimediálních možností robota. Do aplikace bylo přidáno ovládání displeje, možnost přehrání zvukového souboru a možnost vyfotit a uložit fotku. Ve čtvrté úloze byl přidán automatický pohyb hlavy ve smyslu ukázky všech možných poloh hlavy, očí a pusy robota. Dále taky vyjádření ukázkových emocí robota. V poslední úloze byla přidána možnost ovládat robota za pomoci připojeného joysticku. Tato úloha byla nejsložitější z důvodu časové náročnosti a také potřebuje další přídatné knihovny DirectX.

Díky těmto úlohám by studenti měli získat potřebnou dávku zvědavosti a motivace pro pokračování ve studiu robotiky.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] DUDEK, Gregory a Michael JENKIN. *Computational principles of mobile robotics*. First. New York: Cambridge University Press, 2000. ISBN 0521568765 978-0-521-56876-0.
- [2] *ROBOTICS OVERVIEW* [online]. builtin, 2022 [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://builtin.com/robotics>
- [3] *Robotics* [online]. javatpoint [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.javatpoint.com/what-is-robotics>
- [4] VOLNÁ, Eva a Martin KOTYRBA. *Umělá inteligence* [online]. Ostrava, 2013 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: [https://projekty.osu.cz/svp/opory/PrF\\_Volna,Kotyrba\\_Umela-intelig.pdf](https://projekty.osu.cz/svp/opory/PrF_Volna,Kotyrba_Umela-intelig.pdf). Studijní opora. Ostravská univerzita v Ostravě.
- [5] MIEKISCH, Jiří. *Robotika* [online]. Opava, 2012 [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: [https://www.sspu-opava.cz/static/UserFiles/File/\\_sablonu/AUT\\_IV/VY\\_32\\_INOVACE\\_E-15-20.pdf](https://www.sspu-opava.cz/static/UserFiles/File/_sablonu/AUT_IV/VY_32_INOVACE_E-15-20.pdf). Střední škola průmyslová a umělecká Opava.
- [6] WARWICK, Kevin. Asimovy zákony robotiky. *Vesmír* [online]. 1999, 1999(78) [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/1999/cislo-3/asimovovy-zakony-robotiky.html>
- [7] *Základní pojmy robotiky* [online]. robowiki, 2013 [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <http://robowiki.spsnome.cz/Programovani/Roboti>
- [8] *Robot* [online]. oneindustry, 2019 [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.oneindustry.cz/lexikon/robot/>
- [9] Pásový podvozek. In: *Drátek* [online]. [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://dratek.cz/photos/produkty/d/1/1646.jpg?m=1651825028>

- [10] Robot SPOT. In: *Boston Dynamics* [online]. [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://www.bostondynamics.com/sites/default/files/2021-10/spot-explorerer-web-sm.png>
- [11] Aqua2. In: *Robots* [online]. [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://robots.ieee.org/robots/aqua/Photos/SD/aqua-photo1-full.jpg>
- [12] Mavic 3. In: *DJI* [online]. [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://stormsendl.djicdn.com/tpc/uploads/carousel/image/af06e456c234671d3ac890c4c7c7950f@origin.jpg>
- [13] Curiosity. In: *NASA* [online]. [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: [https://mars.nasa.gov/system/feature\\_items/images/6037\\_msl\\_banner.jpg](https://mars.nasa.gov/system/feature_items/images/6037_msl_banner.jpg)
- [14] Sputnik Quick Start Guide. In: *DrRobot* [online]. 2023 [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: [http://www.drrobot.com/products/item\\_downloads/Sputnik\\_2.pdf](http://www.drrobot.com/products/item_downloads/Sputnik_2.pdf)
- [15] C# Advance Sample Program General Function Introduction. In: *DrRobot* [online]. 2023 [cit. 2023-05-08]. Dostupné z: [http://www.drrobot.com/products/item\\_downloads/Dr\\_Robot\\_C\\_Sharp\\_Advanced\\_Sample\\_Program\\_Introduction.pdf](http://www.drrobot.com/products/item_downloads/Dr_Robot_C_Sharp_Advanced_Sample_Program_Introduction.pdf)
- [16] WiRobot ADK Application Programming Interface (API) Reference Manual. In: *DrRobot* [online]. 2023 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: [http://www.drrobot.com/products/item\\_downloads/i90\\_2.pdf](http://www.drrobot.com/products/item_downloads/i90_2.pdf)
- [17] *MS Visual Studio* [online]. 2023 [cit. 2023-05-10]. Dostupné z: <https://visualstudio.microsoft.com/cs/>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

UTB	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
FAI	Fakulta aplikované informatiky
GPS	Global positioning system
NASA	National Aeronautics and Space Administration
WIFI	Wireless Fidelity
LCD	Liquid crystal display
m/s	Metr za sekundu
Kg	kilogram
C#	C-Sharp
SDK	Software development kit
PC	Personal computer
AD	Analogově-digitální převod

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1: Diferenciální podvozek [1] .....	16
Obrázek 2: Synchronní podvozek [1] .....	16
Obrázek 3: Trojkolový podvozek [1].....	17
Obrázek 4: Ackermanův podvozek[1].....	18
Obrázek 5: Pásový podvozek [9] .....	18
Obrázek 6: Robot SPOT od firmy Boston Dynamics [10] .....	19
Obrázek 7: Vodní robot Aqua2 od firmy Adept MobileRobots [11] .....	20
Obrázek 8: Dron Mavic 3 classic od firmy DJI [12] .....	20
Obrázek 9: Vesmírný robot Curiosity od NASA [13] .....	21
Obrázek 10: Robot sputnik zepředu.....	22
Obrázek 11: Robot Sputnik zezadu .....	23
Obrázek 12: Rozložení senzorů .....	25
Obrázek 13: Detail senzorů.....	25
Obrázek 14: Typický scénář ovládání .....	27
Obrázek 15: Login brána .....	30
Obrázek 16: WiRobotGateway .....	31
Obrázek 17: Program Sputnik Control - Main Sensor & Control .....	32
Obrázek 18: Joystick pro ovládání.....	33
Obrázek 19: Program Sputnik Control – Path Control.....	34
Obrázek 20: Program Sputnik Control – Path Editor .....	35
Obrázek 21: Program Sputnik Control - Localization/GPS & Sensor Map & Remote Control.....	36
Obrázek 22: WiRobotGateway pro ukázkové úlohy .....	45
Obrázek 23: Ukázka úloha 1 .....	46
Obrázek 24: Ukázka úloha 2.....	48
Obrázek 25: Ukázka úloha 3.....	49
Obrázek 26: Ukázka úlohy 4 .....	50
Obrázek 27: Ukázka úloha 5.....	51



**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: seznam senzorů [14] .....	24
Tabulka 2: PC [14].....	27
Tabulka 3: Parametry routeru dodávaného výrobcem [14] .....	27
Tabulka 4: Nastavení virtuálního serveru [14] .....	27
Tabulka 5: ultrazvukové senzory [16] .....	38
Tabulka 6: IR senzory [16] .....	38

## SEZNAM PŘÍLOH

P I    Obsah přiloženého CD

## **PŘÍLOHA P I: OBSAH PŘILOŽENÉHO CD**

- Fulltext.pdf
- ulohy
  - Uloha\_01\_pohyb
    - Uloha\_01\_pohyb.sln
  - Uloha\_02\_senzory
    - Uloha\_02\_senzory.sln
  - Uloha\_03\_multimedia
    - Uloha\_03\_multimedia.sln
  - Uloha\_04\_emoce
    - Uloha\_04\_emoce.sln
  - Uloha\_05\_joystick
    - Uloha\_05\_joystick.sln
  - DRROBOTSentinelCONTROL.OCX
  - happy8k.wav
  - Readme.txt
  - WiRobotGateway.exe