

**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE  
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY**

**TÍMOVÝ PROJEKT ISTROBOT 2015  
TÍM STRTIT**

Študijný program: Robotika  
Školiace pracovisko: Ústav riadenia a priemyselnej informatiky  
Školiteľ: Ing. Richard Balogh, PhD.

**Bratislava 2015**

**Tomáš Strmeň  
Róbert Titka**

## Z A D A N I E

### TÍMOVÉHO PROJEKTU

**Študijný odbor:** 5.2.14 Automatizácia  
**Študijný program:** Robotika  
**Miesto vypracovania tímového projektu:** Ústav robotiky a kybernetiky

**Názov tímového projektu :**

**ISTROBOT 2015**

**Zadanie tímového projektu:**

Navrhnite, zostrojte a naprogramujte mobilný robot pre súťaž Istrobot 2015 (kategória Ketchup House). Okrem štandardnej súťažnej úlohy má robot byť schopný premiestniť v sklade konzervy na presne definované pozície a má kooperovať s druhým robotom.

**Úlohy:**

- naštudovať pravidlá a navrhnúť vhodné technické i programové prostriedky riešiace daný problém, vykonať úvodnú analýzu uvedených problematik
- navrhnúť prípadné úpravy dodanej platformy (na základe analýzy dostupných zariadení a pravidiel).
- navrhnúť vhodný riadiaci a senzorový systém buď s použitím existujúcich komponentov, alebo doplnených.
- navrhnúť algoritmy riadenia a na základe pripomienok v oponentskom konaní dielo zrealizovať a zúčastniť sa v letnom semestri univerzitného kola súťaže (apríl!).

**Literatúra:**

1. Pravidlá súťaže na <http://www.robotika.sk/contest>
2. Holland: Designing Autonomous Mobile Robots. Elsevier, 2004
3. Nehmzow: Mobile Robotics. Springer, 2003

**Termín odovzdania tímového projektu:** 10.01.2015

**Vedúci tímového projektu:**

Ing. Richard Balogh, PhD.

V Bratislave, 24. septembra 2014

  
prof. Ing. Peter HUBINSKY, PhD.

garant študijného programu

# Obsah

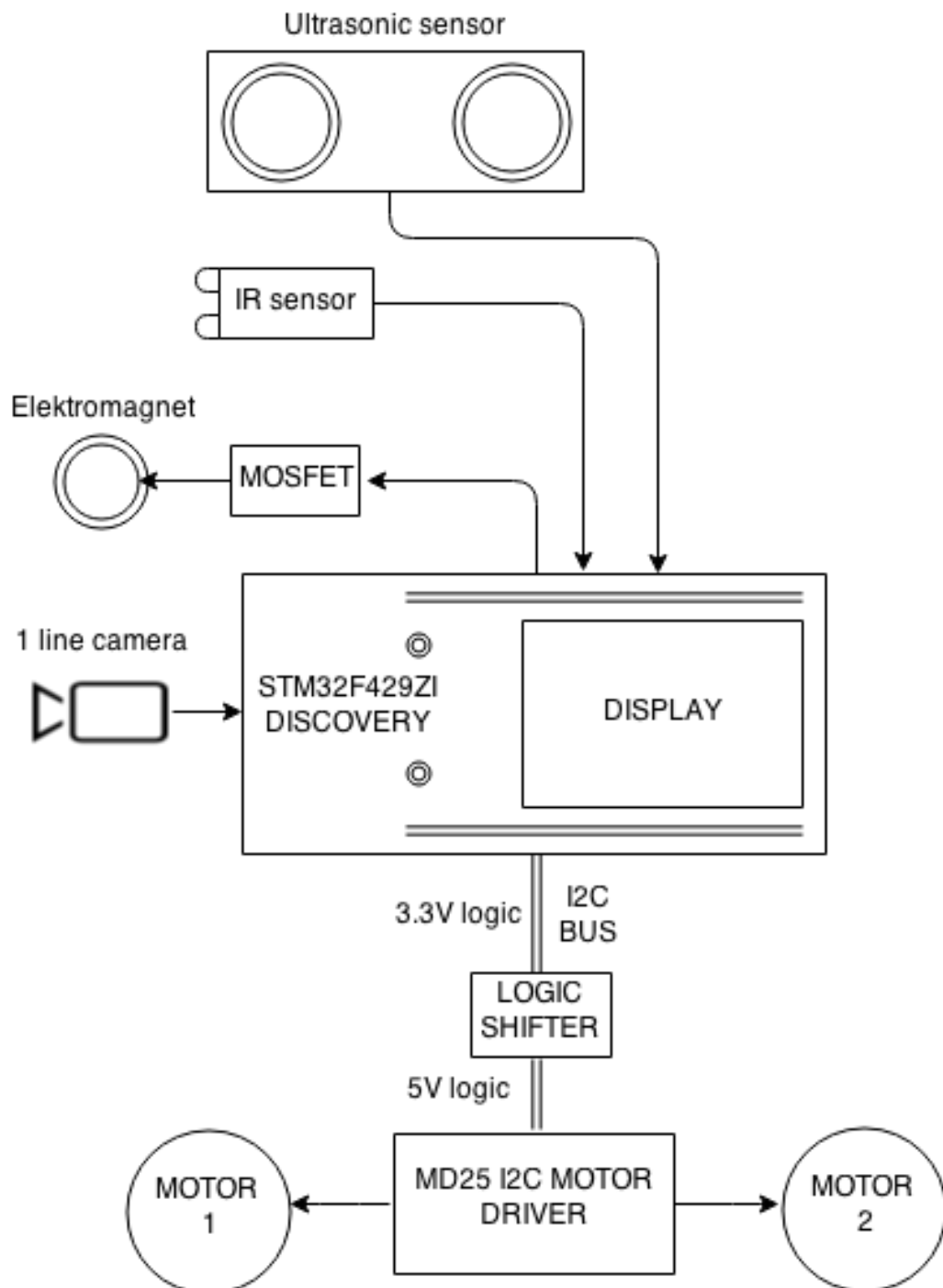
<b>Úvod</b>	<b>4</b>
<b>Bloková schéma</b>	<b>5</b>
<b>Zápisnica</b>	<b>6</b>
1.1 Október.....	6
1.1.1 Týždeň č. 1 .....	6
1.1.2 Týždeň č. 2 .....	7
1.1.3 Týždeň č. 3 .....	8
1.1.4 Týždeň č. 4 .....	10
1.2 November .....	12
1.2.1 Týždeň č. 5 .....	12
1.2.2 Týždeň č. 6 .....	13
1.2.3 Týždeň č. 7 .....	15
1.2.4 Týždeň č. 8 .....	16
1.3 December .....	18
1.3.1 Týždeň č. 9 .....	18
1.3.2 Týždeň č. 10 .....	19
1.3.3 Týždeň č. 11 .....	21
<b>Záver</b>	<b>22</b>

# Úvod

V dnešnej dobe je veľký dopyt po ľuďoch s vedomosťami v obore robotiky a riadenia. Tímový projekt sme si zvolili s primárnym cieľom naučiť sa niečo nové a rozšíriť svoje obzory v odbore robotiky. Aj preto sme zvolili ako základ projektu pre nás dovedy neznámu architektúru STM32F4. Vybrali sme si vývojový kit STM32F429ZI – DISCOVERY s taktom 180MHz, ktorý disponuje dotykovým displejom a MEMS senzorom.

## Bloková schéma

Táto bloková schéma priebežne vykryštalizovala v priebehu vývoja robota, do aktuálnej podoby, je veľmi pravdepodobné že sa do súťaže ešte zmení.



# Zápisnica

V tejto kapitole sa dočítate o histórii vývoja nášho robota od samého počiatku až do aktuálnej podoby.

## 1.1 Október

### 1.1.1 Týždeň č. 1

Dátum: 6.10.2014

Čas: 17:00 – 22:00

Zúčastnení: Róbert Titka, Tomáš Strmeň

Zápis zhotovil: Tomáš Strmeň

Stanovené úlohy:

1. Vymyslieť ako sa bude robot pohybovať.
2. Podat' viacero návrhov ako bude robot hľadať plechovku v priestore a ako sa bude pohybovať.

Na prvom stretnutí sme prekonzultovali aké bude vedenie v našom tíme a kto bude mať ktoré funkcie. Začali sme aj rozmýšľať ako bude celé zariadenie vyzerat', pričom sme načrtli pár obrázkov.

## 1.1.2 Týždeň č. 2

Dátum: 13.10.2014

Čas: 16:00 – 22:00

Zúčastnení: Róbert Titka, Tomáš Strmeň

Zápis zhotovil: Tomáš Strmeň

Zhodnotenie splnenia stanovených úloh:

### 1. Vymyslieť ako sa bude robot pohybovať.

Podalo sa viacero možností, ako by sa mohol robot pohybovať, aby to bolo čo možno najlepšie, s ohľadom na rozmery pracovnej plochy a s ohľadom na funkcionálnosť robota.

Prvý návrh bol robot s dvoma aktívnymi kolesami a s jedným pasívnym. Tento návrh bol zrušený kvôli nedostatočnej stabilite.

Druhý návrh bola quadkoptéra. Tento návrh bol taktiež zrušený, kvôli nedostatočnej presnosti vyhľadávania, kvôli zložitosti ovládania a kvôli zložitej konštrukcii, keďže sme boli obmedzení rozmermi.

Posledný návrh bol klasický 4 kolesový robustný podvozok, ktorý bol nakoniec schválený.

### 2. Podat' viacero návrhov ako bude robot hľadať plechovku v priestore a ako sa bude pohybovať.

Prvotný návrh bol ultrazvuk, ktorým by sme rovno zisťovali vzdialenosť plechoviek. Tento návrh bol zamietnutý, kvôli nepresnosti určenia o čo sa jedná keď senzor niečo nájde.

Ďalší návrh bolo infračervený senzor, ktorý bol zamietnutý kvôli nejasnému monitoringu na väčšie vzdialenosti.

Posledný návrh bola kamera. Tento návrh prešiel kvôli konceptu vyhľadávania červeného objektu v pracovnom priestore, ktorý predložil bakalár Titka.

Všetky úlohy stanovené na predchádzajúcom stretnutí boli vyriešené podľa očakávania.

Na stretnutí sme zhodnocovali zadané úlohy a dohadovali sa na konštrukčnom vyhotovení celého robota. Prehľadávali sme stránky ako napríklad „hobbyking.com“, kde sme hľadali najmä podvozky motory a podobné doplnky.

Stanovené úlohy:

1. Premyslieť, aké súčasti bude robot pre svoju funkcionálnosť potrebovať.
2. Premyslieť si vzhľad stránky.

### 1.1.3 Týždeň č. 3

Dátum: 20.10.2014

Čas: 16:00 – 22:00

Zúčastnení: Róbert Titka, Tomáš Strmeň

Zápis zhotovil: Tomáš Strmeň

Zhodnotenie splnenia stanovených úloh:

1. Premyslieť, aké súčasti bude robot pre svoju funkcionálnosť potrebovať.

Zo stránky „hobbyking.com“ sme si vybrali niektoré časti ktoré sa nám pozdávali za použiteľné a rozhodovali sme sa, ktoré aj objednáme. Toto sú niektoré z častí, ktoré sme hodnotili ako použiteľné pre náš projekt:

[http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/\\_44605\\_DG012\\_BV\\_Basic\\_Version\\_4WD\\_Multi\\_Chassis\\_Kit\\_With\\_Four\\_Rubber\\_Wheels.html](http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/_44605_DG012_BV_Basic_Version_4WD_Multi_Chassis_Kit_With_Four_Rubber_Wheels.html)

[http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/\\_26252\\_Aluminum\\_4WD\\_Robot\\_Chassis\\_Gold\\_KIT\\_.html](http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/_26252_Aluminum_4WD_Robot_Chassis_Gold_KIT_.html)

[http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/\\_26274\\_Rover\\_5\\_Tracked\\_Robot\\_Chassis.html](http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/_26274_Rover_5_Tracked_Robot_Chassis.html)

Na Ebay-i sme taktiež našli nejaké súčasti, ktoré sme považovali za použiteľné:

[http://www.ebay.com/itm/CMOS-Camera-Module-OV7670-Display-Active-Size-640X480-SCCB-Compatible-I2C-3-6-m-/261109004343?pt=LH\\_DefaultDomain\\_0&hash=item3ccb4f3837](http://www.ebay.com/itm/CMOS-Camera-Module-OV7670-Display-Active-Size-640X480-SCCB-Compatible-I2C-3-6-m-/261109004343?pt=LH_DefaultDomain_0&hash=item3ccb4f3837)

Túto kameru sme rovno aj objednali.





Objednaný kamerový modul OV7670.

2. Premyslieť si výzor stránky.

Boli predstavené viaceré návrhy výzorov stránky, ktorá sa hneď pomaly začala aj vytvárať. Webová adresa stránky <http://strtit.tym.sk/>.

Všetky úlohy stanovené na predchádzajúcom stretnutí boli vyriešené podľa očakávania.

Na stretnutí padol návrh pásového podvozku, ktorý bol obhajovaný výbornou trakciou. Zhodnotili sme, že potrebujeme vývojový kit, ktorým sa to bude celé riadiť. Po dlhej diskusii sme našli jeden vývojový kit, ktorý má aj displej pre uľahčenie programovania, alebo pre rôzne výpisy. Tento kit bol STM32F429Zi-Discovery a hneď sme ho aj objednali.



Objednaný vývojový kit STM32F429Zi – Discovery.

Stanovené úlohy:

1. Skúsiť nájsť iný spôsob získania pásového podvozku ako kúpenia.
2. Nájsť príklady pre prácu s STM32F429Zi-Discovery a jeho katalógový list.

#### 1.1.4 Týždeň č. 4

Dátum: 27.10.2014

Čas: 16:00 – 22:00

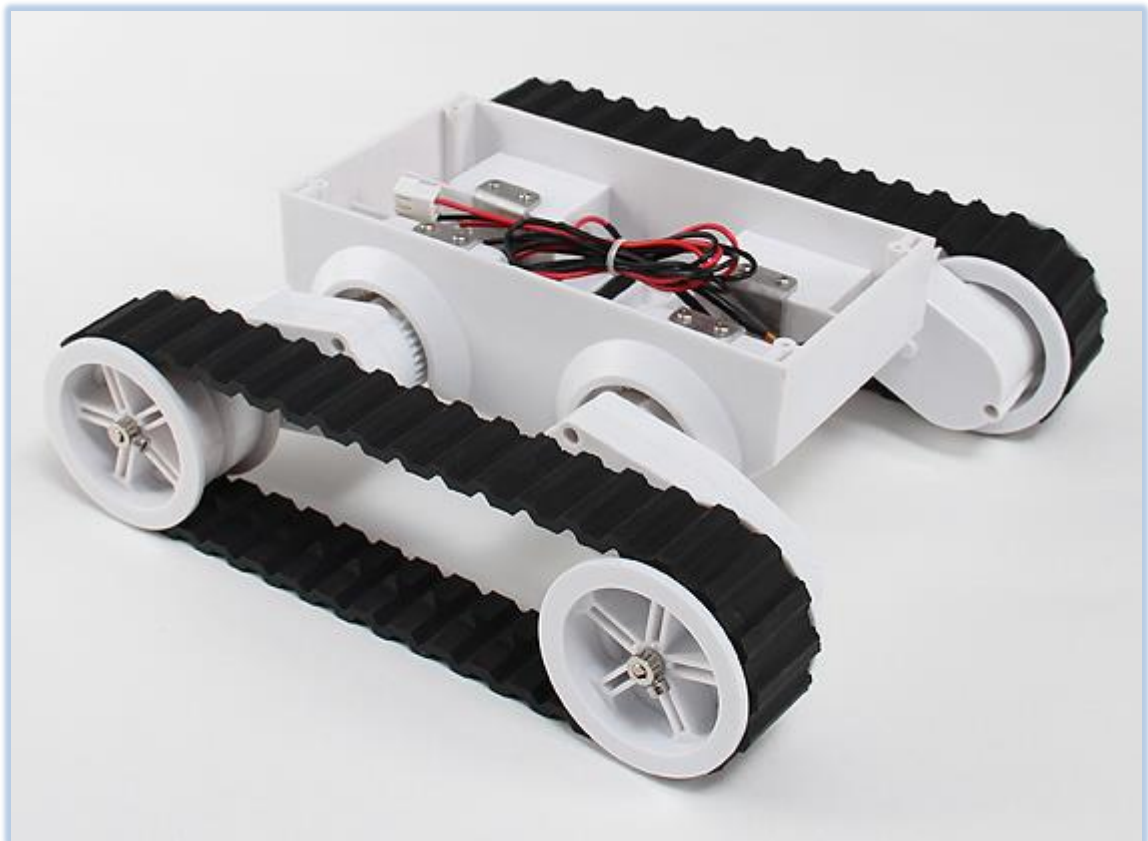
Zúčastnení: Róbert Titka, Tomáš Strmeň

Zápis zhotovil: Tomáš Strmeň

Zhodnotenie splnenia stanovených úloh:

1. Skúsiť nájsť iný spôsob získania pásového podvozku ako kúpenia.

Našli sme iný spôsob získania podvozku, a to zapožičanie si pásového podvozku od zamestnancom fakulty FEI STU. Bol to presne ten istý podvozok na akom sme sa zhodli, že by bol najlepší.



Podvozok Rover 5.

2. Nájsť príklady pre prácu s STM32F429Zi-Discovery a jeho katalógový list.

Pre prácu s týmto typom kitu sme našli príklady na stránke:

<http://www.emblocks.org/web/downloads-main/examples/file/10-stm32f429i-disco?tmpl=component>

Na stránke výrobcu STM sme našli katalógový list daného kitu.

Všetky úlohy stanovené na predchádzajúcom stretnutí boli vyriešené podľa očakávania.

Na fakulte FEI STU sme si zapožičali pásový podvozok, driver pre motory aj lítiový akumulátor. Prezerali sme si príklady programovania v tejto platforme a dohadovali sa na ďalšom postupe. Tešíme sa z pásového podvozku.

Stanovené úlohy:

1. Preštudovať dokumentáciu pre driver MD25.
2. Naštudovať datasheet pre kamerový modul OV7670.

## 1.2 November

### 1.2.1 Týždeň č. 5

Dátum: 3.11.2014

Čas: 16:00 – 22:00

Zúčastnení: Róbert Titka, Tomáš Strmeň

Zápis zhotovil: Tomáš Strmeň

Zhodnotenie splnenia stanovených úloh:

1. Preštudovať dokumentácie pre driver.

Oboznámili sme sa s komunikáciou s driverom prostredníctvom zbernice I2C a našťudovali sme si registre do ktorých budeme zapisovať a čítať z nich.

2. Našťudovať datasheet pre kamerový modul OV7670.

Oboznámili sme sa s nastaveniami kamerového modulu OV7670 prostredníctvom I2C a čítaním dát cez DCMI rozhranie na vývojovom kite.

Všetky úlohy stanovené na predchádzajúcom stretnutí boli vyriešené podľa očakávania.

Vývojový kit STM32F429Zi-Discovery dorazil a mohli sme ho začať spoznávať. Oboznámili sme sa programovaním vývojového kitu v prostredí Atollic TrueStudio a na jednoduchých príkladoch sme si overili správnu funkčnosť tohto kitu.

Stanovené úlohy:

1. Vytvoriť plošný spoj pre prepojenie vývojového kitu, motorového driveru a podvozku.
2. Lepšie sa oboznámiť s DCMI rozhraním.

## 1.2.2 Týždeň č. 6

Dátum: 10.11.2014

Čas: 16:00 – 22:00

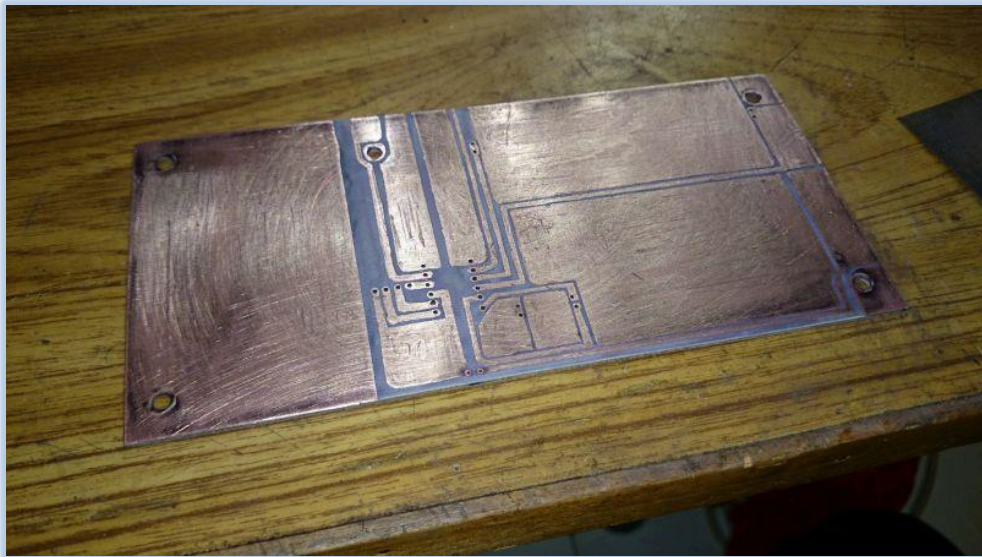
Zúčastnení: Róbert Titka, Tomáš Strmeň

Zápis zhotovil: Tomáš Strmeň

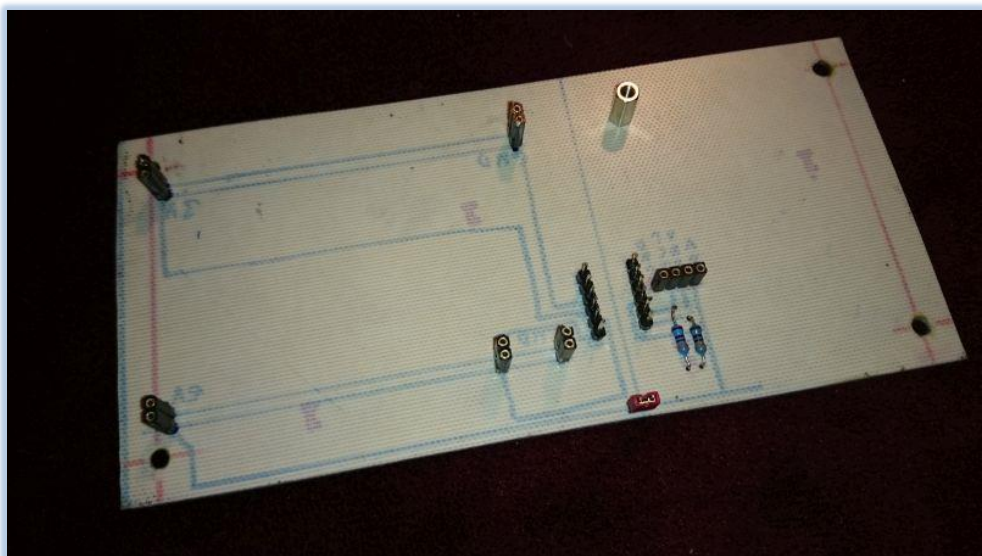
Zhodnotenie splnenia stanovených úloh:

1. Vytvoriť plošný spoj pre prepojenie vývojového kitu, motorového driveru a podvozku.

Plošný spoj bol navrhnutý, následne vyleptaný a boli naň napájkované potrebné komponenty.



Vyleptaný plošný spoj.



Osadený plošný spoj.



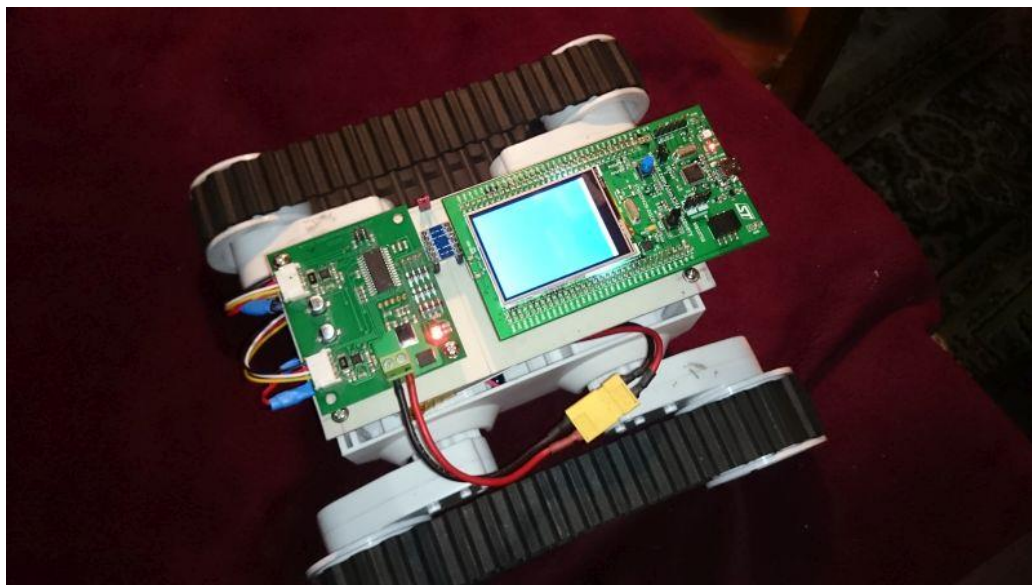
2. Lepšie sa oboznámiť s DCMI rozhraním.

Dôkladnejšie sme preštudovali materiály k DCMI rozhraniu a začali sme s jeho porgramovaním.

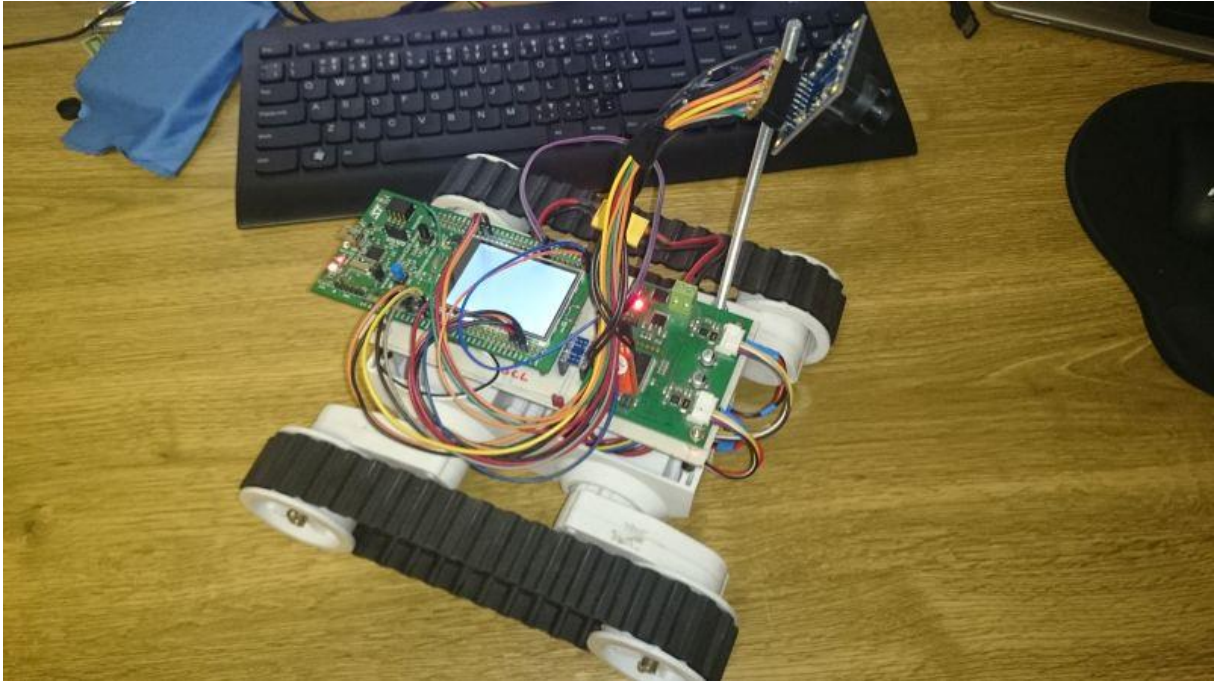
Všetky úlohy stanovené na predchádzajúcom stretnutí boli vyriešené podľa očakávania. Prišla nám kamera OV7670 objednaná z EBAY-u. Kameru sme zapojili na plošný spoj a začali sme s jej konfiguráciou. Motorový driver sme taktiež pripojili ku plošnému spoju a aj ku motorom. Plošný spoj sme prepojili s vývojovým kitom a následne konfigurovali GPIO porty pre komunikáciu so zariadeniami.



Osadenie vývojového kitu STM32F429Zi – Discovery a motorového driveru MD25 na plošný spoj.



Osadenie plošného spoja na podvozok a pripojenie motorov a batérie.



Osadenie kamery na podvozok s vývojovým kitom, a zapojenie kamery na kit.

Stanovené úlohy:

1. Oživenie podbitej lítiovej batérie.
2. Vytvorenie knižnice pre ovládanie podvozku a kamery.

### 1.2.3 Týždeň č. 7

Dátum: 17.11.2014

Čas: 16:00 – 22:00

Zúčastnení: Róbert Titka, Tomáš Strmeň

Zápis zhotovil: Tomáš Strmeň

Zhodnotenie splnenia stanovených úloh:

1. Oživenie podbitej lítiovej batérie.

Po presnejšej diagnostike sme zistili, že jeden z troch článkoch lítiovej batérie je podbitý pod kritické napätie. Tento jeden článok sa nám podarilo oživiť.

2. Vytvorenie knižnice pre ovládanie podvozku a kamery.

Bola vytvorená knižnica pre ovládanie podvozku motorovým driverom po zbernici I2C. Bola vytvorená knižnica pre nastavovanie a komunikáciu kamerového modulu OV7670.

Všetky úlohy stanovené na predchádzajúcom stretnutí boli vyriešené podľa očakávania.

Po oživení batérie sme rozbehli motory a tým sme si mohli aj vyskúšať správnosť vytvorenej knižnice pre ich ovládanie. Vytvorili sme knižnicu pre konfiguráciu kamery OV7670, cez ktorú sme nastavili všetky potrebné parametre podľa datasheetu. Kamera nám aj tak nechcela komunikovať podľa očakávania. Nastavili sme DCMI rozhranie podľa návodu, ale DCMI rozhranie nám nechce generovať nami očakávané prerušenia.

Stanovené úlohy:

1. Nájsť riešenie problému s DCMI.
2. Rozbehnutie USART-u pre komunikáciu s počítačom.

## 1.2.4 Týždeň č. 8

Dátum: 24.11.2014

Čas: 16:00 – 22:00

Zúčastnení: Róbert Titka, Tomáš Strmeň

Zápis zhotovil: Tomáš Strmeň

Zhodnotenie splnenia stanovených úloh:

1. Nájsť riešenie problému s DCMI.

Odhalili sme problém v kóde a prerušenia začali fungovať.

2. Rozbehnutie USART-u pre komunikáciu s počítačom.

USART bol správne nastavený a otestovaný bol pri komunikácii s počítačom.

Všetky úlohy stanovené na predchádzajúcom stretnutí boli vyriešené podľa očakávania.

Zistili sme že z kamery nám idú nezmyselné dáta a snažili sme sa to na opraviť. Dohodli sme sa na uchyťávaním plechovky elektromagnetom a začali sme riešiť pripojenie tohto elektromagnetu. Premýšľali sme aj nad rôznymi uchyteniami kamery a elektromagnetu na podvozku.





Zakúpené elektromagnety.

Stanovené úlohy:

1. Opraviť výstup z kamery.
2. Pripojiť elektromagnet ku kitu.
3. Oboznámiť sa s prácou s displejom.

## 1.3 December

### 1.3.1 Týždeň č. 9

Dátum: 1.12.2014

Čas: 16:00 – 22:00

Zúčastnení: Róbert Titka, Tomáš Strmeň

Zápis zhotovil: Tomáš Strmeň

Zhodnotenie splnenia stanovených úloh:

1. Opraviť výstup z kamery.

Kamera nám aj pri iných nastaveniach stále dáva nezmyselné dáta. Vypožičali sme druhú kameru rovnakého typu, ale výsledok je rovnaký.

2. Pripojiť elektromagnet ku kitu.

Vytvorili sme jednoduché zapojenie s MOSFET-om pre ovládanie elektromagnetu.

3. Oboznámiť sa s prácou s displejom.

Na jednoduchých príkladoch nájdených na internete sme sa naučili pracovať s displejom, vykresľovať naň rôzne veci a písať písmená a premenné.

Všetky úlohy stanovené na predchádzajúcom stretnutí boli vyriešené podľa očakávania.

Aj napriek veľkej snahe sa nám nedarí dostať z kamery relevantné dáta. Po týchto neúspechoch s kamerovým modulom OV7670 zvažujeme výmenu kamery za inú. Zvažujeme použitie jednoriadkovej analógovej kamery. Elektromagnet je teraz prepojený s kitom a je zapínateľný jedným pinom kitu.

Stanovené úlohy:

1. Nakonfigurovanie ADC prevodníka pre dáta z novej kamery.
2. Navrhnuť logiku prechádzania pracovného priestoru a návratu na štartovaciu čiaru.

### 1.3.2 Týždeň č. 10

Dátum: 8.12.2014

Čas: 16:00 – 22:00

Zúčastnení: Róbert Titka, Tomáš Strmeň

Zápis zhotovil: Tomáš Strmeň

Zhodnotenie splnenia stanovených úloh:

1. Nakonfigurovanie ADC prevodníka pre dáta z novej kamery.

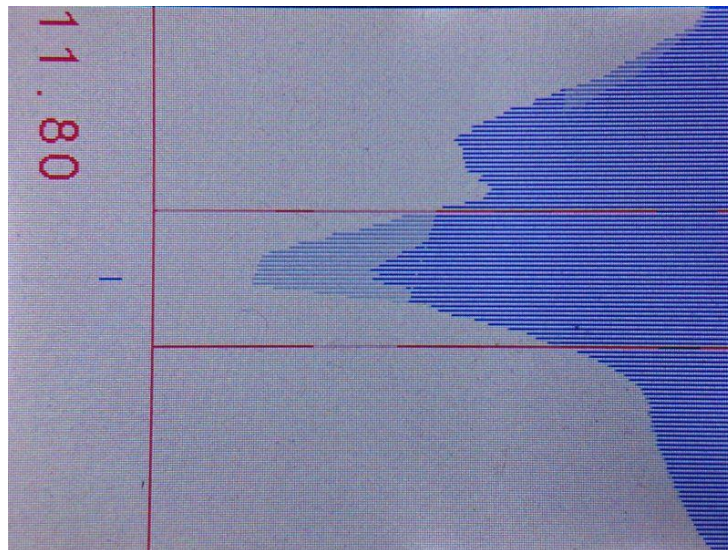
ADC prevodník bol správne nakonfigurovaný a na jednoriadkovej kamere bola vyskúšaná jeho správnosť.

2. Navrhnuť logiku prechádzania pracovného priestoru a návratu na štartovaciu čiaru.

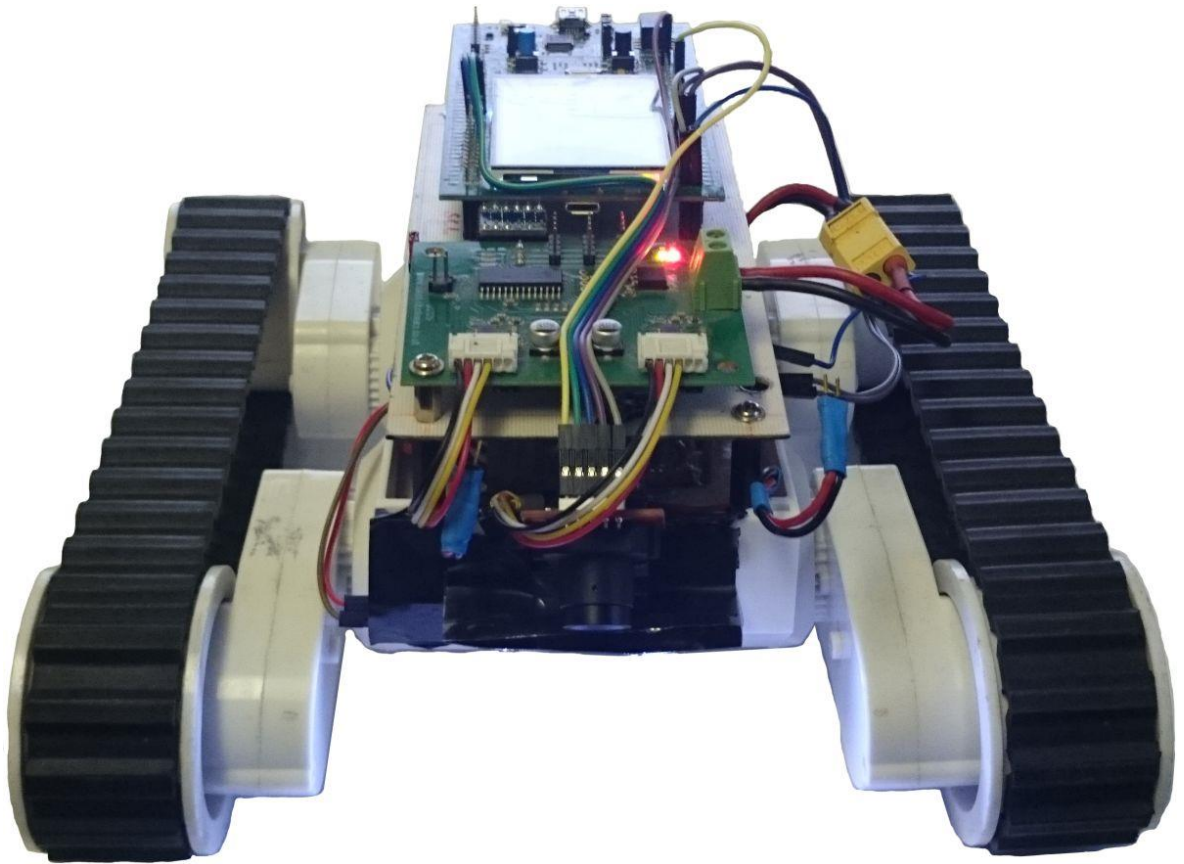
Boli navrhnuté viaceré spôsoby prechádzania pracovného priestoru, z ktorých sa prísny triedením vybral najrýchlejší a najspoľahlivejší.

Všetky úlohy stanovené na predchádzajúcom stretnutí boli vyriešené podľa očakávania.

Kamerový modul OV7670 bol vymenený za jednoriadkovú kameru. Bol nakonfigurovaný ADC prevodník pre evaluáciu získaných dát z novej kamery. Jasový profil scény pod kamerou sme vykresľovali na displej. Zhodli sme sa na tom, že vyradenie ultrazvuku ako prostriedku na detekciu plechovky nie je až taký nezmysel.



Na displej vykreslený jasový profil získaný z kamery.



Robot s jednoriadkovou kamerou

Stanovené úlohy:

1. Vymyslieť vhodný algoritmus pre stopovanie čiary.
2. Zapojiť ultrazvuk a otestovať jeho funkčnosť.

### 1.3.3 Týždeň č. 11

Dátum: 15.12.2014

Čas: 16:00 – 22:00

Zúčastnení: Róbert Titka, Tomáš Strmeň

Zápis zhotovil: Tomáš Strmeň

Zhodnotenie splnenia stanovených úloh:

1. Vymyslieť vhodný algoritmus pre stopovanie čiary.

Pre stopovanie čiary bola určená jednoriadková kamera. Algoritmus stopovania čiary bol navrhnutý a otestovaný len pre rovnú čiaru.

2. Zapojiť ultrazvuk a otestovať jeho funkčnosť.

Ultrazvuk bol pripojený na vývojový kit a otestovaný pre správne určovanie vzdialenosti.

Všetky úlohy stanovené na predchádzajúcom stretnutí boli vyriešené podľa očakávania.

Overili sme si správnu funkčnosť priamočiareho stopára, zapojeného s ultrazvukom, a tým sme mohli určiť v priestore prekážky. Zvažujeme nový lepší spôsob kontroly polohy robota v priestore. Týmto týždňom končí semester, ale nekončí naša práca na robotovi.

## **Záver**

Pri práci na tomto projekte sme sa naučili pracovať v tíme a vytvárať konštruktívnu kritiku. Naučili sme sa veľa o programovaní mikropočítačov STM32F4, o práci s jeho perifériami, rôznymi modulmi a vytvorili sme webovú stránku <http://strtit.tym.sk/>. Síce robot ešte nie je pripravený na súťaž a semester už skončil, to ale neznamená že skončila aj naša práca na ňom. Týmto sa chceme poďakovať Ing. Richardovi Baloghovi PhD. za jeho odbornú pomoc na našom projekte.