

Studentská tvůrčí a odborná činnost

STOČ 2011

Automatické obchádzanie s detekciou hrany prekážky

Bc. Dušan Nemeč

Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 042 00, Košice

5. mája 2011

Klíčová slova: Snímač, mobilné zariadenie, infračervený snímač, detekovanie, využite snímačov.

Úlohou mobilného zariadenia je automatické obchádzanie prekážky t.j. autonómne pohybovanie sa v priestore s rôznymi prekážkami bez akéhokoľvek dotyku medzi mobilným zariadením a prekážkou. Na snímanie priestoru pred mobilným zariadením je použitý infračervený snímač, ktorý detekuje objekty pred zariadením v rozsahu 0 – 300 mm. Podľa algoritmu riadenia bol vytvorený program, ktorý posiela mobilnému zariadeniu dáta na obchádzanie prekážky. Program vyhodnocuje úlohy podľa výstupu zo snímača.

Obsah

1.	Úvod.....	4
2	Popis zariadenia a návrh algoritmov obchádzania prekážok	5
2.1	Návrh algoritmu	7
3	Programovacie prostredie C#.....	11
4	Záver	16

1. Úvod

Automatické obchádzanie prekážky mobilným zariadením je autonómne sa pohybovanie zariadenia bez príslušnej obsluhy a za určitých podmienok. Podmienky sú kladené aby medzi prekážkou alebo objektom a mobilným zariadením nenastal kontakt. Tento nepriaznivý stav je odstránený použitím infračerveného snímača, ktorý zabezpečuje detekciu prekážok.

Mobilné zariadenie komunikuje s aplikáciou v počítači. Aplikácia bola vytvorená v programovacom prostredí C#. V tvare zdrojového kódu je vytvorený program na obchádzanie prekážok s úzkou spojitosťou výstupu snímača.

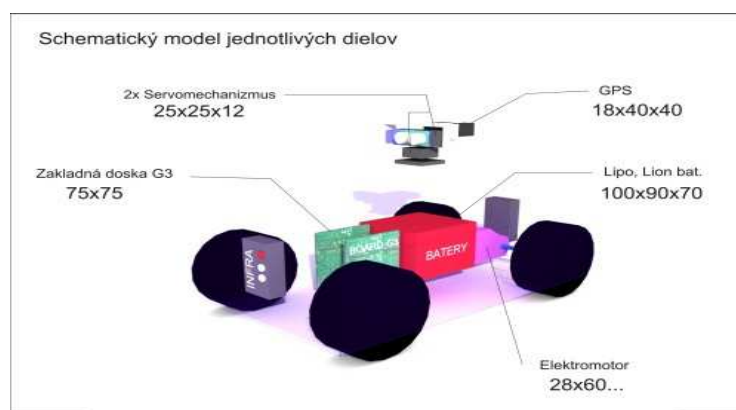
2 Popis zariadenia a návrh algoritmov obchádzania prekážok

Mobilné zariadenie má splňať úlohu obchádzania prekážok v neznámom prostredí. Pohon zabezpečuje elektromotor, ktorý je napojený na prevodovku a tá následne poháňa zadnú nápravu vozidla, na ktorej sú upevnené kolesá. Zariadenie ma dokopy 2 nápravy, len jedna z nich je poháňaná a druhá je ovládaná servomotorom na natáčanie kolies. Ďalšou časťou je riadiaca doska, ktorá dáva povel motoru na pohyb dopredu alebo dozadu, natáčanie kolies a prijíma vstupné informácie od snímačov, ktoré dostali výstupnú informáciu, a systém vyhodnocuje ďalšie kroky ku splneniu úlohy.

Snímače detekujú priestor pred mobilným zariadením a zabezpečujú bezpečný priechod mobilného zariadenia medzi jednou alebo viac prekážkami. Bezpečným chodom mobilného zariadenia je možné definovať ako bezkontaktný prechod cez objekt a následné pokračovanie ďalšou trasou.

Mobilné zariadenie je vybavené prvkami:

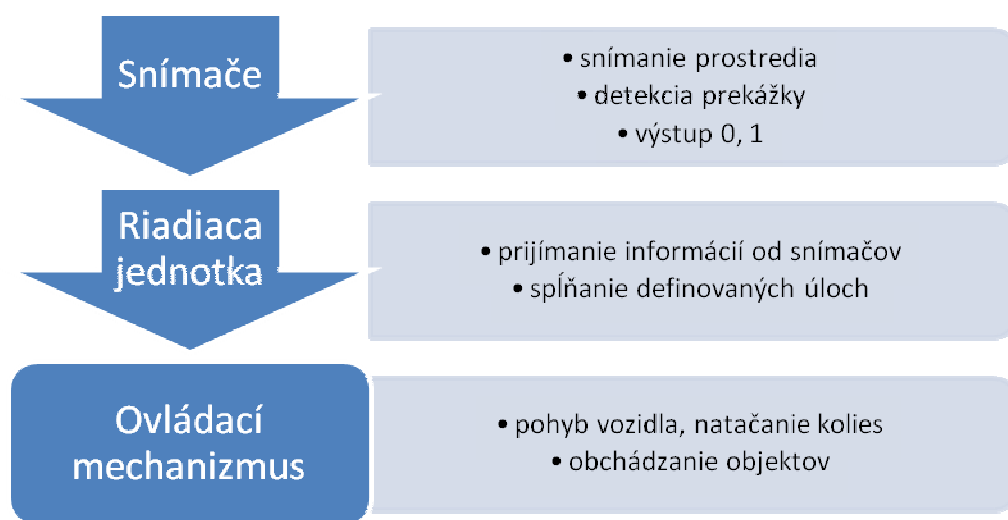
- Poháňacie zariadenie
 - o motor, servomotor na natáčanie kolies,
- Riadiaca jednotka
 - o prijíma informácie od obsluhy a na základe toho sa auto pohybuje
- Snímače
 - o detekujú stav objektov pred mobilným zariadením



Obr. 1 Schematický model dielov

Na obchádzanie prekážok musí byť systém zhotovený po technickej stránke t.j. motor, riadiaca jednotka, snímače, servomotory, batéria atď., ale musí byť zhotovené aj po stránke spĺňajúcej naše úlohy a to je ako bude toto zariadenie fungovať tzv. algoritmus riadenia a vloženie mu „rozumu“ naprogramovanie mobilného zariadenia pre jednotlivé úlohy a ich spĺňanie.

Pri zhotovení algoritmu riadenia sa musí vopred vedieť čo sa bude ovládať, čo sa bude riadiť a čo bude dávať informácie o stave mobilného zariadenia vzhľadom k priestoru.



Obr. 2 Zovšeobecný algoritmus riadenia

Tento algoritmus riadenia dáva informácie o mobilnom zariadení a snímaní objektov, o vyhodnotení danej situácie a pohybe vozidla vzhľadom na vstupné informácie.

Snímače, ktoré sú umiestnené v prednej časti zariadenia, detekujú priestor pred mobilným zariadením v rozsahu 0 až 300mm. Vstupom snímača je detekovanie objektov pred zariadením. Výstup snímača pracuje binárnymi jednotkami t.j. ak nezadetekoval žiadny objekt resp. prekážku na výstupe je 0 a naopak ak na snímač detekuje prekážku na výstupe je 1. Tieto informácie posiela riadiacej jednotke, ktorá spracováva údaje a vyhodnocuje ich prostredníctvom programu a jeho podmienok. Po vyhodnotení posiela signál ovládaciemu mechanizmu. Ten robí úlohy, ktoré sú úzko spojené s obchádzaním prekážky.

Aby dochádzalo ku obchádzaniu, vyhodnocovanie stavu zariadenia v závislosti na snímačoch a pohybe zariadenia, musí byť tento systém naprogramovaný.

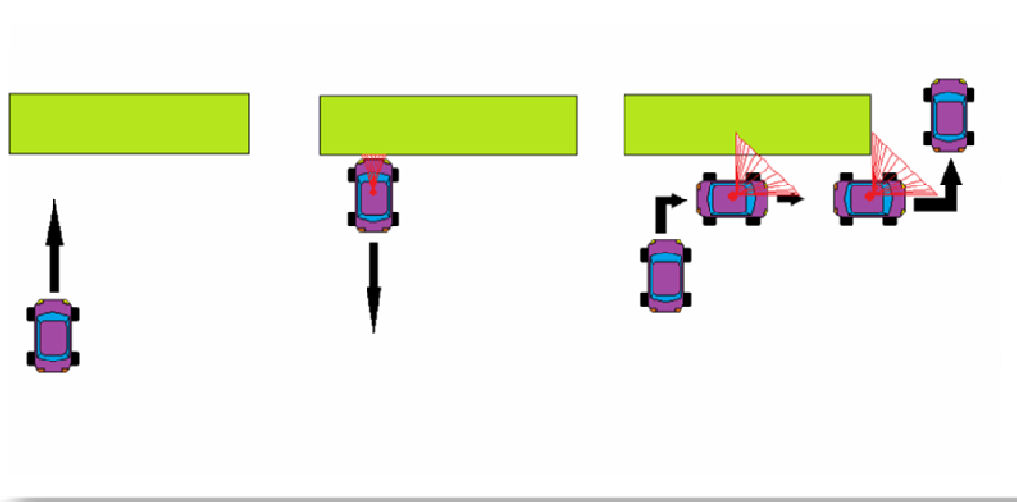
2.1 Návrh algoritmu

Návrh algoritmu riadenia je počítačový návrh celého systému. Podľa algoritmu sa bude program zhotovovať a tým pádom sa bude vozidlo podľa programu aj ovládať.

Algoritmus obchádzania

Pri prvom návrhu bolo obchádzanie vytvorené tak, že mobilné zariadenie pri detekcii prekážky začalo obchádzať prekážku spôsobom zastavenia, cúvania, natočenia kolies a následné obchádzanie. Pri tomto obchádzaní sa mobilné zariadenie posunulo o približne 18 cm do strany. Týmto spôsobom bolo zabezpečené posúvanie mobilného zariadenia na kraj prekážky až bolo dosiahnuté obchádzanie prekážky. Ak by bolo braté do úvahy, že prekážka by bola cca 1 m dlhá, tak by mobilné zariadenie vykonávalo veľa operácií t.j. cúvanie, natočenie kolies atď. a trvalo by to veľmi dlhú dobu. Preto bol vytvorený nový algoritmus riadenia, ktorý by zohľadnil dĺžku prekážky s plynulosťou chodu mobilného zariadenia. Pri tejto inovácii je použité o jeden prvok na viac a to infračervený snímač.

Úlohou tohto systému je autonómne obchádzanie prekážky na prvý krát. Preto je potrebné vytvoriť algoritmus, ktorý by zabezpečil tento chod.

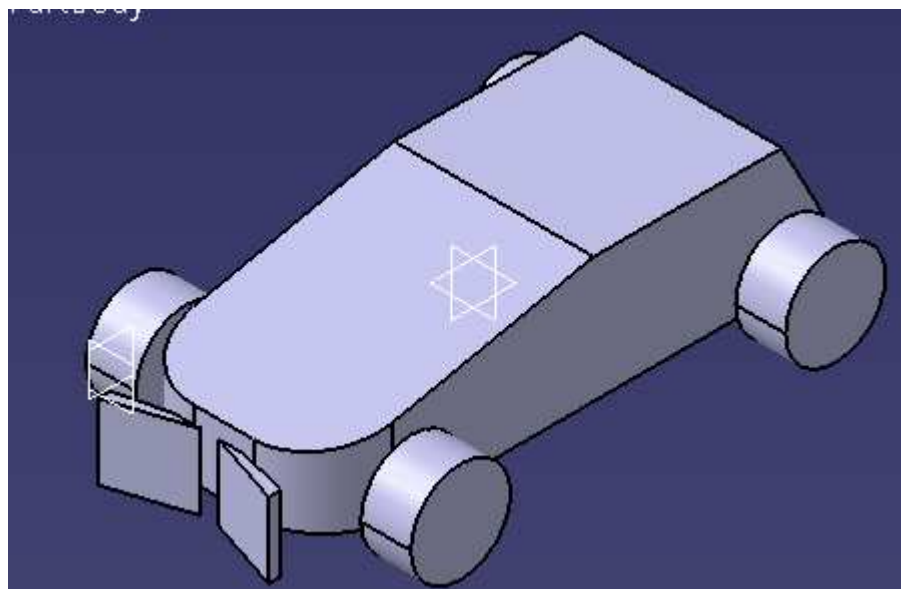


Obr. 3 Spôsob obchádzania prekážky

Tento algoritmus ma obchádzať prekážku tým spôsobom, že mobilné zariadenie bude rovnobežné z prekážkou. Bude detekovať prekážku dovtedy až keď nebude na konci.

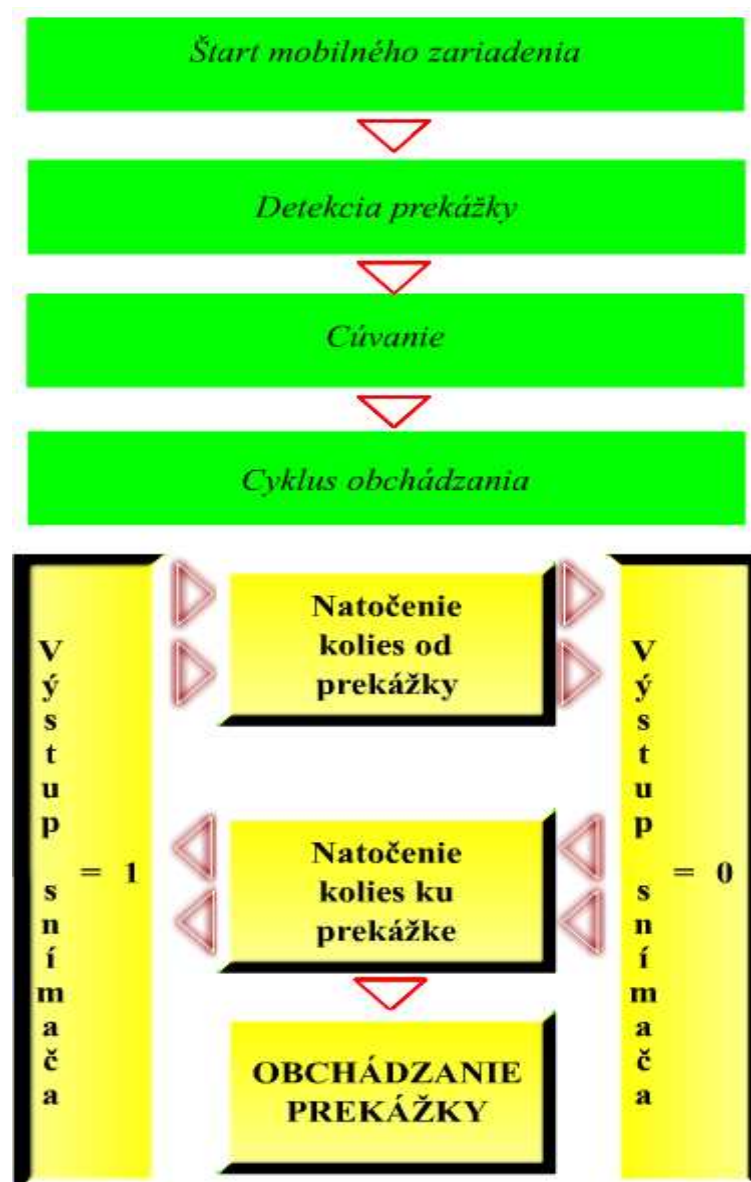
Vyšle signál z vytvoreného programu pre mobilné zariadenia aby vyštartovalo z ustáleného stavu. Toto mobilné zariadenia po vyslaní tohto signálu začnú automatický sa pohybovať bez akéhokoľvek zásahu vonkajšej pomoci. Pri detekcii prekážky, mobilné zariadenie zastaví a prepne motor smerom dozadu. Ak mobilné zariadenia cítne na určitú vzdialenosť od prekážky natočí kolesá do zvolenej strany a vykoná otočenie vozidla tak aby stál rovnobežne s prekážkou. Následne prechádza pozdĺž celej prekážky. Takýmto spôsobom hľadá najvhodnejší priestor na bezpečný priechod okolo prekážky. Po nájdení medzery, mobilné zariadenie vytočí kolesá a začne s obchádzaním. Prejdení tejto prekážky pokračuje ďalej po svojej trase a detekuje priestor pred sebou.

Pri takomto spôsobe obchádzania treba použiť inováciu vzhľadom na infračervené snímače a to ku zvýšeniu počtu týchto snímačov. Vpredu tohto vozidla sa použijú dva snímače vzdialenosti, ktoré bude detekovať prekážky po stranách vozidla. Snímače budú vytočené voči sebe pod najvhodnejším uhlom na detekovanie. Uhol natočenia bude zvolený pri experimentálnom odskúšaní mobilného zariadenia obr. 10.



Obr. 4 Natočenie snímačov vzdialenosti

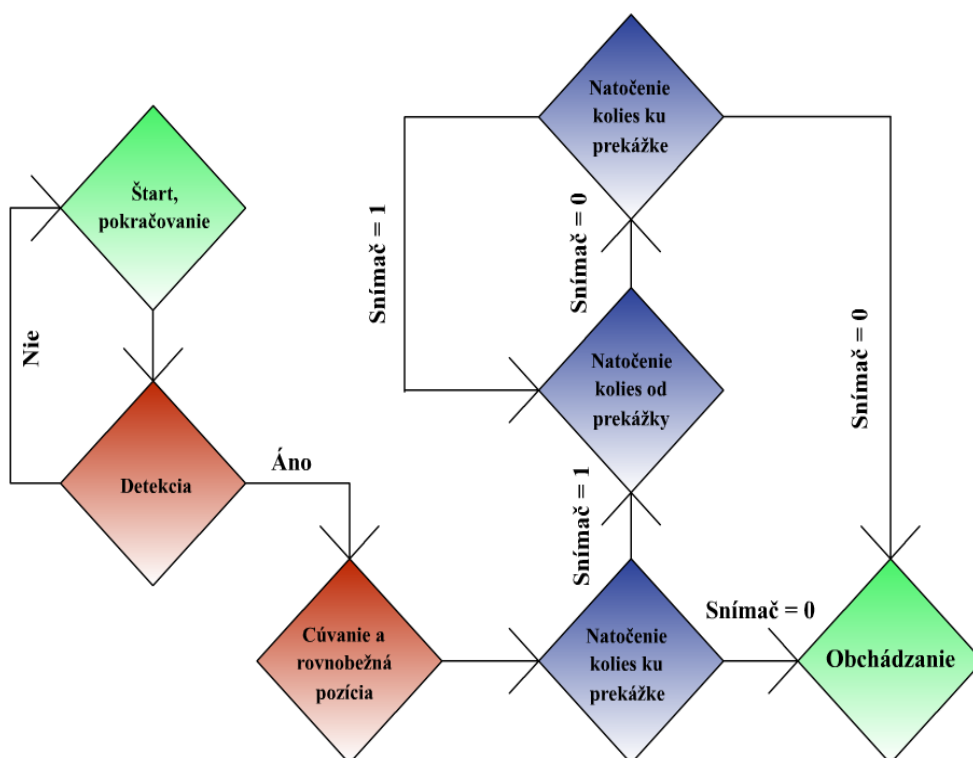
Takéto obchádzanie je efektívnejšie z hľadiska zjednodušenia obchádzania. Jednoduchšie nájde priestor na obchádzanie na rozdiel od prvej varianty obchádzania nakoľko pri tomto obchádzaní sa mobilné zariadenia opakuje neustále cyklus (obr. 10) obchádzania pokým nenájde medzeru pre vozidlo. Napr. prekážka môže byť dlhá 2 m a pri posuve rázvoru kolies mobilného zariadenia by mu trvalo dlhšiu dobu pri nájdení priechodnej medzery, ak sa predpokladá že mobilné zariadenie začne v strede. Pri spôsobe obchádzania B sa šetrí spotreba energie na pohon a prevádzkovanie mobilného zariadenia a tým aj opotrebenie použitých mechanických súčiastok (servomotor, prevodovka, motor atď.).



Obr. 5 Algoritmus riadenia pre spôsob obchádzania

Začiatkový postup pri obchádzaní je rovnako istý ako pri predchádzajúcom spôsobe. Pri detekcii prekážky mobilné zariadenie cúva už z natočenými kolesami. Úlohou zariadenia je dostať sa do takej pozície aby prekážka a auto boli na seba rovnobežné. Ak je mobilné zariadenie takejto pozícii začína hľadať priechod cez, ktorý môže bezpečne prejsť.

Auto blízko prekážky a s natočeným snímačom, detekuje prekážku a na výstupe snímača je 1. Pre auto to znamená natočenie kolies od prekážky. Snímač má dosah približne 300 mm, preto keď sa odkloní od prekážky dostatočne ďaleko a na výstupe snímača bude 0, natočí kolesa opäť k prekážke. Môžu nastať dve situácie. Buď na výstupe bude opäť 1 a natočí kolesá od prekážky a po dostatočnom odklonení zas sa priblíži k nej. Druhá situácia je, ak na výstupe snímača bude 0, tým pádom mobilné zariadenie môže bezpečne prechádzať prekážku.



Obr. 6 Vývojový diagram spôsobu obchádzania

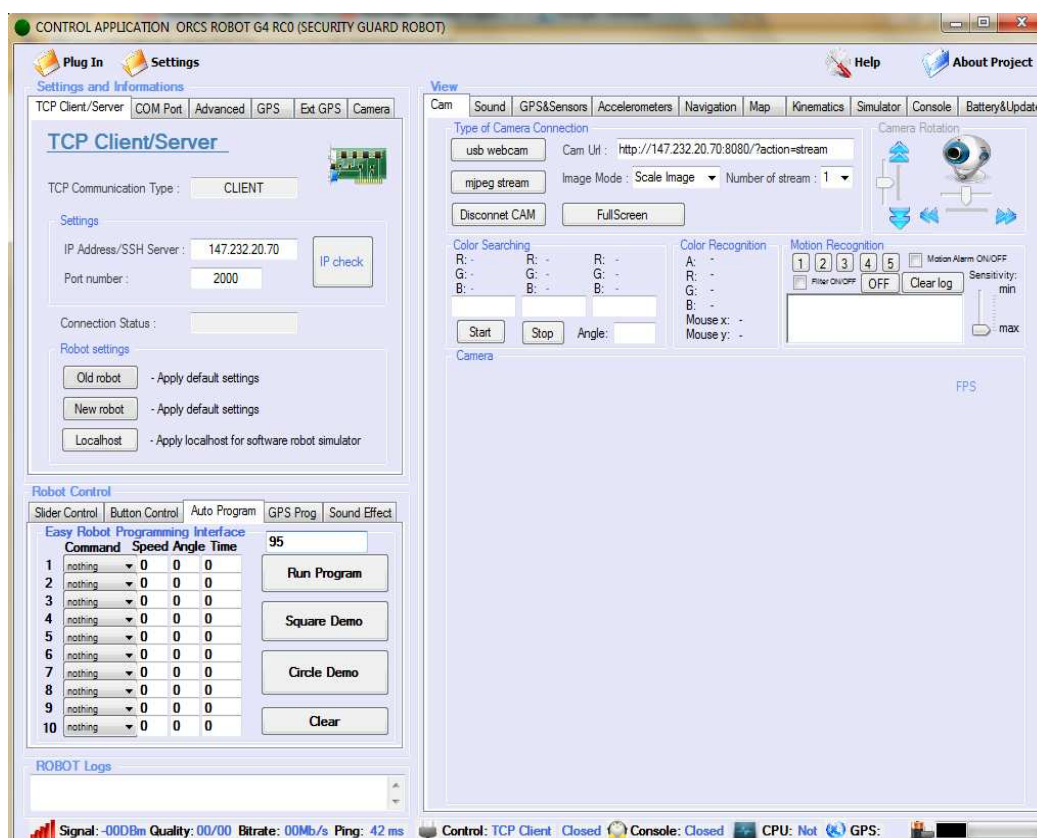
3 Programovacie prostredie C#

Je vysvetlený spôsob obchádzania a navrhnutý algoritmus riadenia. Presné popísanie jednotlivých krokov na bezpečné obchádzanie prekážok.

Ďalším krokom k dosiahnutiu cieľa je vytvorenie programu pre mobilné zariadenie. Program je vytvorený v programovacom prostredí C#.

Pri spustení programu sa otvorí okno s viacerými možnosťami. Po pripojení na mobilné zariadenie sa pod touto aplikáciou vie ovládať celé auto a jeho prvky. Ovládať pohyby auta, natáčanie kolies, pohyby kamerou, pohyb servomotorov, skenovanie ultrazvukovým snímačom, detekovanie infračerveným snímačom a automatický pohyb vozidla na obchádzanie prekážok.

Na obchádzanie je vytvorené tlačítko na, ktoré spúšťa mobilné zariadenia a detekuje priestor pred ním. Ku tlačítku je vytvorený aj interaktívny textový riadok na zadávanie hodnoty pre pohyb mobilného zariadenia.



Obr. 7 Aplikácia pre spustenie obchádzania prekážky

Program bol rozdelený do troch polí. Prvé pole zabezpečovalo štart mobilného zariadenia. V tomto poli bola vložená podmienka na detekciu prekážky

```
//obchadzanie prekazky
public void vlakno()
{
    while (true)
    {
        |
        if (InfraFront == 0)
        {
            SendData (Moves.Motion_Foreward_Backward (xxx) );
            Thread.Sleep (1000) ;

        }
        if (InfraFront==1)
        {

            Thread tr1 = new Thread (obchadzanie) ;
            tr1.Start () ;
            return ;
        }
    }
}
```

Obr. 8 Zdrojový kód na štart mobilného zariadenia a detekcia

V programe bol aplikovaný cyklus while. Tento príkaz opakuje jednotlivé príkazy vo vnútri príkazu while, ktoré spúšťajú mobilné zariadenie priamym smerom. Príkaz If (InfraFront == 0) znamená podmienku ak je na výstupe predného snímača 0, t.j. nenachádza sa žiadna prekážka pred mobilným zariadením, tak mobilné zariadenie môže ísť priamym smerom. Nato aby auto sa spustilo je príkaz SendData(Moves.Motion_Foreward_Backward(xxx));. V zátvorke je premenná xxx, do ktorej je zadávaná hodnota užívateľa. Táto hodnota sa zadáva do interaktívneho textového riadka.

Ďalšou podmienkou je If (InfraFront ==1). Tento príkaz vyjadruje to isté ako pri predchádzajúcej podmienke len s rozdielom, že na výstupe predného snímača je 1 čo znamená detekcia prekážky pred mobilným zariadením. V tejto podmienke je zadané prepnutie do druhého poľa, ktoré zabezpečuje obchádzanie prekážky. Názov v zátvorke udáva názov poľa, ktoré sa ma spustiť.

```
public void obchadzanie()
{
    while (true)
    {

        SendData (Moves.Motion_Foreward_Backward(20));
        Thread.Sleep(500);
        SendData (Moves.Direction_Right_Left(120));
        Thread.Sleep(200);

        SendData (Moves.Motion_Foreward_Backward(63));
        Thread.Sleep(1000);

        SendData (Moves.Direction_Right_Left(20));
        Thread.Sleep(1000);
        SendData (Moves.Motion_Foreward_Backward(90));
        Thread.Sleep(2000);

        SendData (Moves.Motion_Foreward_Backward(63));
        Thread.Sleep(1000);
        SendData (Moves.Direction_Right_Left(120));
        Thread.Sleep(800);
        SendData (Moves.Motion_Foreward_Backward(30));
        Thread.Sleep(700);

        SendData (Moves.Motion_Foreward_Backward(63));
        Thread.Sleep(1000);
        SendData (Moves.Direction_Right_Left(20));
        Thread.Sleep(800);
        SendData (Moves.Motion_Foreward_Backward(90));
        Thread.Sleep(800);

        SendData (Moves.Motion_Foreward_Backward(90));
        Thread.Sleep(1000);
        SendData (Moves.Direction_Right_Left(50));
        Thread.Sleep(1000);

        if (InfraFront == 1)
        {
            Thread tr1 = new Thread(prechadzanie);
            tr1.Start();
        }
        return;
    }
}
```

Obr. 9 Zdrojový kód nastavovania mobilného zariadenia na obchádzanie

Ak je splnená predchádzajúca podmienka pre tento zdrojový kód na obr. 17 je splnenie aj obchádzanie, ktoré je napísane v tomto cykle. Tieto príkazy vyjadrujú natočenie mobilného zariadenia do rovnobežnej polohy s prekážkou.

Príkaz `SendData(Moves.Motion_Foreward_Backward(20));` vyjadruje pohyb mobilného zariadenia buď dopredu alebo dozadu. V tomto prípade ide o cúvanie alebo pohyb dozadu. Číselná hodnota v zátvorke vyjadruje hodnotu rýchlosti a smer.

Hodnota od 0 po 62 vyjadruje pohyb dozadu. Čím je hodnota menšia, tým sa mobilné zariadenie pohybuje rýchlejšie.

Hodnota od 64 po 120 vyjadruje pohyb dopredu. Čím je hodnota v zátvorke väčšia, tým sa auto pohybuje rýchlejšie.

Číselná hodnota 63 vyjadruje zastavenie vozidla.

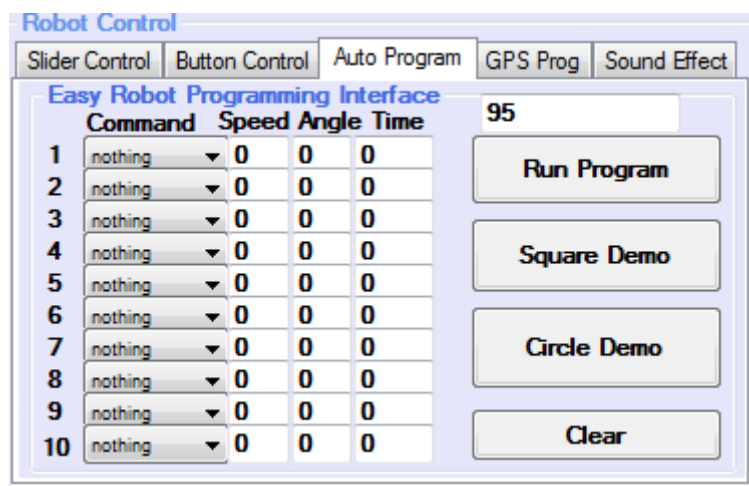
Príkaz na natáčanie kolies `SendData(Moves.Direction_Right_Left(20));` vyjadruje natočenie kolies do ľavej strany. Hodnota v zátvorke od 0 po 49 je natočenie kolies do ľavej strany a od 51 po 120 natočenie kolies do pravej strany. Hodnota 50 sú kolesa priamo.

Ak je mobilné zariadenie rovnobežne s prekážkou tak jeho pohyb pripomína pohyb, ktorý je znázornený na obrázku 27.

```
public void prechadzanie ()
{
    while (true)
    {
        if (InfraFront == 0)
        {
            SendData (Moves.Direction_Right_Left (120) );
            Thread.Sleep (1000) ;
            SendData (Moves.Motion_Foreward_Backward (95) );
            Thread.Sleep (1000) ;
        }
        if (InfraFront == 1)
        {
            SendData (Moves.Direction_Right_Left (20) );
            Thread.Sleep (1000) ;
            SendData (Moves.Motion_Foreward_Backward (95) );
            Thread.Sleep (1000) ;
        }
    }
}
```

Obr. 10 Zdrojový kód prechádzania prekážky

Na výstupe snímača je hodnota 0 je mobilné zariadenie na kraji prekážky a nič mu nebráni k prechádzaniu prekážky.



Obr. 11 Spúšťací panel mobilného zariadenia

Celé spúšťanie automatického riadenia sa vykonáva stlačením tlačidla, ale pred spustením programu je dôležité zadať príslušnú hodnotu, ktorá vyjadruje smer a rýchlosť mobilného zariadenia.

4 Závěr

Úlohou tejto práce bolo vymyslieť automatický pohyb mobilného zariadenia. Prvou činnosťou pre navrhnutie takéhoto systému bolo, ako sa bude mobilné pohybovať voči prekážke a ako ju bude obchádzať. Po splnení tejto úlohy sa mohol zhotovovať algoritmus riadenia a následná implemetácia do programovacieho prostredia C# vo forme zdrojového kódu. Po vytvorení programu začína testovanie mobilného zariadenia a vylepšovanie automatického obchádzanie. Zvolený typ obchádzania bol časovo výhodnejší a to zo stránky šetrenia batérie mobilného zariadenia a samotných súčiastok. Tento spôsob automatického obchádzania prekážky mobilným zariadením sa môže nazvať aj obchádzanie prekážky z hľadáním hrany prekážky.