

Studentská tvůrčí a odborná činnost

STOČ 2011

Mapovanie prostredia mobilným zariadením a analýza ideálnej trajektórie

Bc. Lubomír ŠIMŠÍK

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

5. mája 2011

Klíčová slova: Snímač, mobilné zariadenie, ultrazvukový snímač, skenovanie, využite snímačov.

Cieľom tejto práce je automatizované skenovanie prostredia s využitím ultrazvukového snímača a vyhľadanie cesty pre mobilné zariadenie. Bol vytvorený komunikačný protokol pre komunikáciu ultrazvukového snímača a následne algoritmus na skenovanie prostredia a vyhľadávanie priechodnej cesty v mape prostredia. Algoritmus bol následne vypracovaný vo vývojovom prostredí C#. Vytvorená aplikácia nám dáva grafický výstup neznámeho prostredia a takisto priechodnej cesty a uhol o ktorý je potrebné natočiť kolesá mobilného zariadenia aby autonómne našiel vhodnú cestu a presunul sa na úroveň medzery medzi prekážkami. Výstupom práce je rozšírenie mobilného zariadenia o funkcie, ktoré budú využité pre inteligentný autonómny pohyb mobilného zariadenia.

Obsah

1.	Úvod.....	4
2.	Analýza súčasných systémov na skenovanie prostredia.....	5
2.1	Simultánna lokalizácia a mapovanie.....	5
3.	Snímače.....	5
3.1	Ultrazvukový snímač	6
4.	Algoritmus pre skenovanie prostredia	8
4.1	Algoritmus	9
5.	Systém na skenovanie prostredia	10
5.1	Zapojenie systému na skenovanie prostredia.....	10
6.	Vývoj aplikácie	10
6.1	C#.....	11
6.2	Ukážka zdrojového kódu aplikácie.....	11
7.	Implementácia.....	13
8.	Záver	15

Úvod

Snímače sú dôležitým prvkom pre snímanie objektov. Využitie snímačov v tejto práci je na obchádzanie prekážok a na skenovanie prostredia. Na obchádzanie prekážok sa používajú infračervené snímače a na skenovanie prostredia je použitý ultrazvukový snímač. Bola k tomu vytvorená aplikácia v programovacom prostredí C#, ktorá bola aplikovaná do mobilného zariadenia. Mobilné zariadenie vyhodnocuje informácie zo snímačov a na základe toho vykonáva požadované úlohy.

Analýza súčasných systémov na skenovanie prostredia

Dôležitou úlohou pri lokálnej navigácii mobilných zariadení je vytvorenie mapy v 2D zobrazení. Táto mapa napomáha sa lepšie orientovať v priestore a na jej základe je možné vytvoriť autonómny pohyb z jednej pozície do druhej za kratší čas a s menšou pravdepodobnosťou nejakej kolízie. Na vytvorenie presnej mapy samozrejme musíme poznať aj presnú pozíciu mobilného zariadenia. Existuje veľa dostupných technológií pre lokalizáciu robotov, vrátane GPS, aktívne/pasívne majáky, meranie rýchlosti (Dead Reckoning), akcelerometre, atd. V každom prípade so zlepšovaním presnosti vzrastajú náklady na drahý hardvér a je potrebný taktiež vysoký výpočtový výkon. Kľúčom k dosiahnutiu úspešnej lokalizácie je použiť lacné a široko dostupné senzory. V súčasnosti sa rýchlo rozvíjajú hlavne algoritmy pre simultánnu lokalizáciu a mapovanie.

Simultánna lokalizácia a mapovanie

SLAM je používaná robotmi a samoriadiacimi vozidlami pri vytváraní máp v neznámom prostredí (bez predchádzajúcej znalosti) alebo pri aktualizácii mapy v známom prostredí (predchádzajúca znalosť danej mapy) a zároveň na zaznamenávanie svojej momentálnej polohy.

Snímače

Snímač prevádza informáciu z fyzikálnej oblasti meranej veličiny do inej fyzikálnej oblasti, najčastejšie na elektrický signál alebo na elektrický parameter. Existuje samozrejme množstvo meracích prístrojov s iným ako elektrickým výstupom (ihlový ukazovateľ, hladina kvapaliny). Okrem toho existujú meracie prístroje založené výlučne na mechanickom, pneumatickom alebo hydraulickom princípe. Dobre známym príkladom je napríklad vlasový vlhkomer, sklený teplomer, barometer a podobne. V tomto module sa takýmto zariadeniam venujeme iba okrajovo. Hlavná časť sa zaoberá (elektronickými) snímačmi – zariadeniami, ktoré prevádzajú meranú veličinu na elektrickú veličinu. V súčasnosti sa snímače používajú prakticky vo všetkých druhoch priemyselných výrobkov a systémov.

Niekoľko príkladov:

- spotrebná elektronika,

- výrobky pre domácnosť,
- dopravné prostriedky, automobily,
- spracovateľský priemysel,
- priemyselná výroba,
- poľnohospodárstvo a potravinárstvo,
- lekárske prístroje.

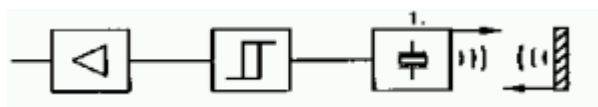
Ultrazvukový snímač

Ultrazvukom nazývame mechanické kmitanie s frekvenciou vyššou ako 20 kHz. Správa sa podobne ako iné vlnenie. Keď ultrazvuková vlna narazí na predmet, resp. na rozhranie, na ktorom sa menia vlastnosti prostredia, časť jej energie sa odrazí, časť prechádza predmetom a časť sa v ňom pohltí. Najviac ak sa takýto predmet relatívne pohybuje vzhľadom na zdroj ultrazvukových kmitov, dochádza k posunu frekvencie odrazenej vlny (uplatňuje sa Dopplerov jav). Tieto vlastnosti interakcie zdroja ultrazvuku a prostredia, resp. objektu sa využívajú pri meraní fyzikálnych veličín. Najčastejšie ide o:

- detekciu prítomnosti,
- meranie vzdialenosti resp. posunutia predmetov,
- meranie rozmerov objektov a hrúbky vrstiev,
- meranie fyzikálnych veličín založených na rýchlosti pohybu predmetov, častíc, resp. prostredia.

Veličinou, ktorá sa v ultrazvukových systémoch najčastejšie meria, je doba šírenia sa ultrazvukovej vlny. Doba šírenia sa ultrazvukovej vlny predstavuje časový interval, ktorý (zvuková) vlna potrebuje na prekonanie vzdialenosti od zdroja do detektora zvuku, priamo alebo nepriamo cez odrazovú plochu. Meraná doba šírenia je priamo úmerná vzdialenosti prekonanej vlnou.

Má za úlohu zabezpečiť detekovanie prekážky na vzdialenosť od 3 cm až 4 m (v závislosti od konkrétneho typu senzora). Bežný ultrazvukový senzor obsahuje niekoľko za sebou zapojených blokov elektrických obvodov, ktoré pracujú v postupnosti, ako je zobrazené na obrázkoch.

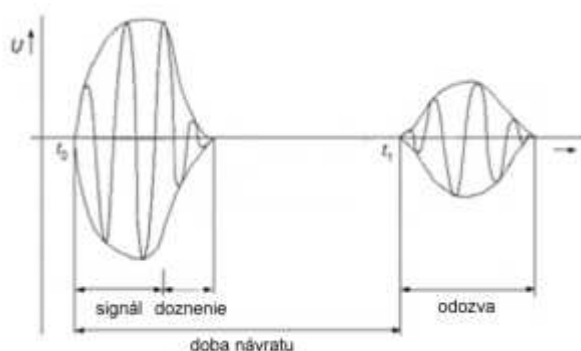


Obr. 1 Schéma ultrazvukového snímača

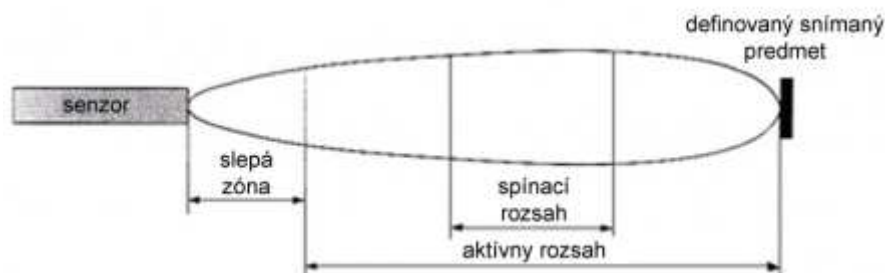


Obr. 2 Ultrazvukový snímač

Výstup tohto snímača tvoria impulzy s dĺžkou trvania log. 1 0,1 až 25 ms, podľa ktorých vieme v akej vzdialenosti je detekovaný objekt. Ten by mal byť privedený na špeciálny vstup mikrokontrolera a po spracovaní by sa dáta mali odosielať priamo do aplikácie bežiacej na PC. Program aplikácie by dáta spracoval a rozhodol by sa ako by bolo možné daný objekt, ktorý by bránil v pohybe obísť už v predstihu.



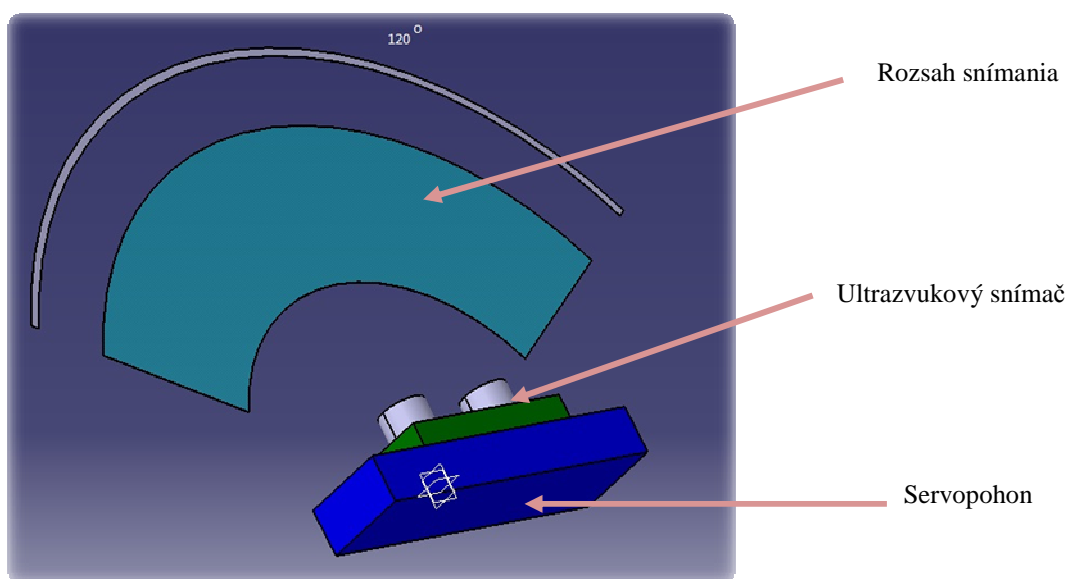
Obr. 3 Princíp ultrazvukovej detekcie objektu vyslaním signálu a detekcie odrazenej odozvy



Obr. 4 Definícia základného dosahu ultrazvukového snímača

Algoritmus pre skenovanie prostredia

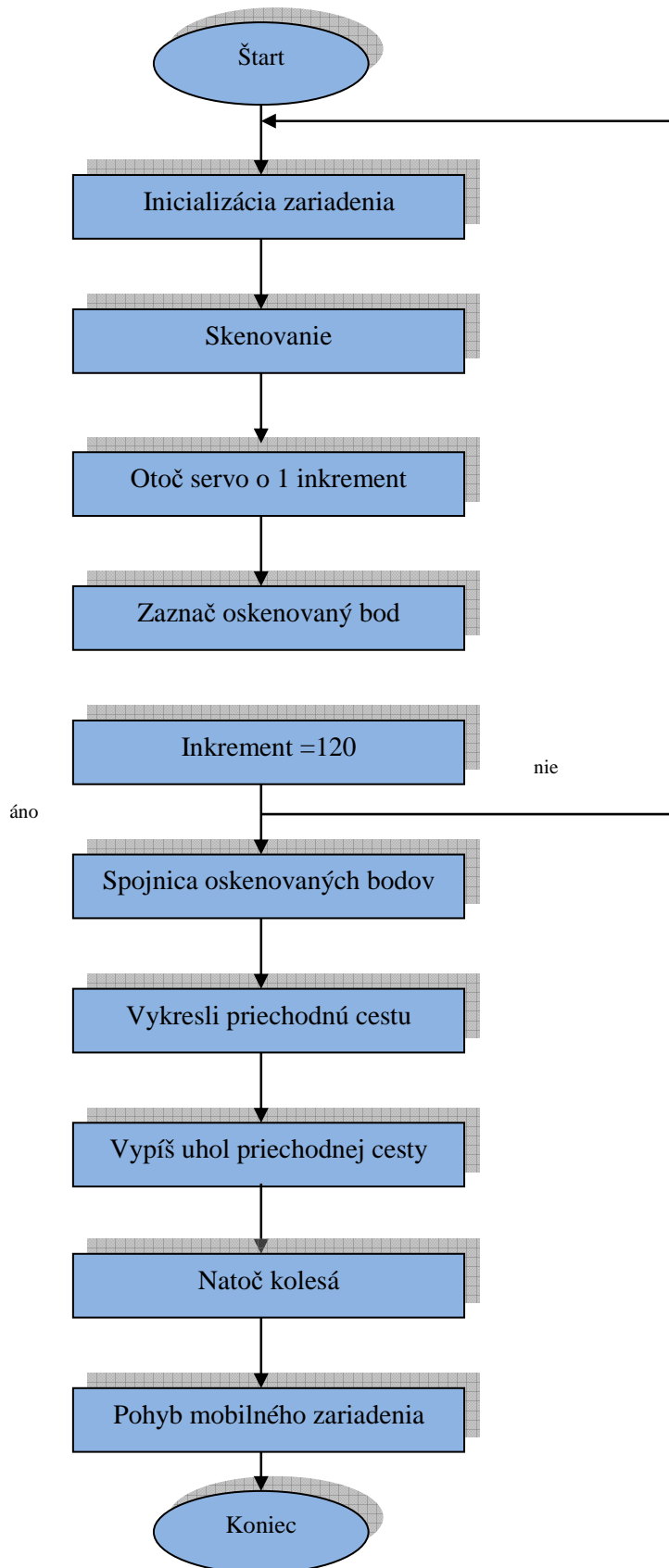
Algoritmus je navrhnutý tak, že na manipulačný modul je umiestnený ultrazvukový snímač. Manipulačný modul je osadený na servopohone otočnom o 120° , ktorý je súčasťou mobilného podvozku. Snímač sníma rozsah 120° po každých 5° pred mobilným zariadením.



Obr. 5 Model skenovania variantač.1

Aplikácia je schopná na základe algoritmu a komunikáciou s mobilným zariadením oskenovať prostredie pred ultrazvukovým snímačom a vykresliť ho na obrazovku PC ďalej táto aplikácia vykreslí spojnicu zachytených bodov a vykreslí aj priechodnú cestu pre mobilné zariadenie a nachádza sa v nej ešte textové pole v ktorom sa nám po vykreslení priechodnej cesty zobrazí uhol o ktorí je potrebné natočiť kolesá aby sa po vydaní signálu na pohyb dopredu mobilné zariadenie vyhlo prekážkam ktoré boli vyobrazené na obrazovke PC po oskenovaní prostredia.

Algoritmus



Obr. 6 Algoritmus na skenovanie prostredia

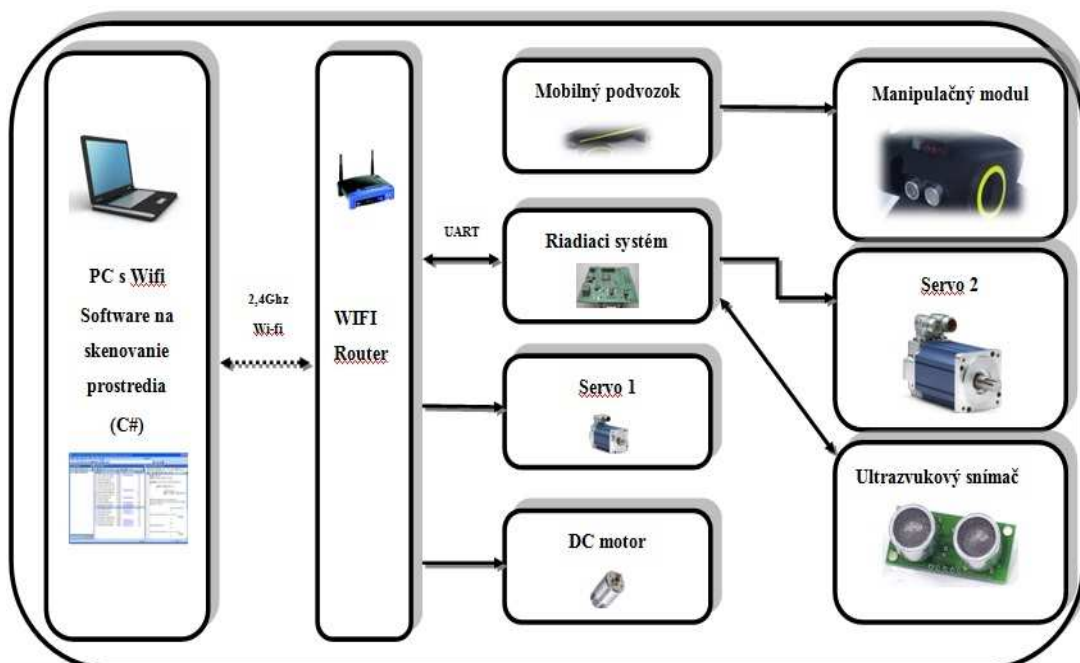
System na skenovanie prostredia

Zapojenie systému na skenovanie prostredia

Hlavné časti systému na skenovanie prostredia:

- Ultrazvukový snímač
- Riadiaca doska
- Wifi AP Router s TCP Serverom
- PC – s riadiacou desktopovou aplikáciou

Ultrazvukový snímač je umiestnený na manipulačnom module uchytený jedným servomotorom tak, aby sa modul mohol pohybovať v horizontálnej polohe. Snímač je pripojený na riadiacu dosku a taktiež na Wifi AP Router s TCP Serverom. Riadiaca doska je tiež pripojená k Wifi AP Routeru s TCP Serverom, ktorí komunikuje s PC v ktorom je obsiahnutá vytvorená desktopová aplikácia na skenovanie prostredia mobilným zariadením.



Obr. 6 Schéma riadiaceho systému pre automatizované skenovanie prostredia

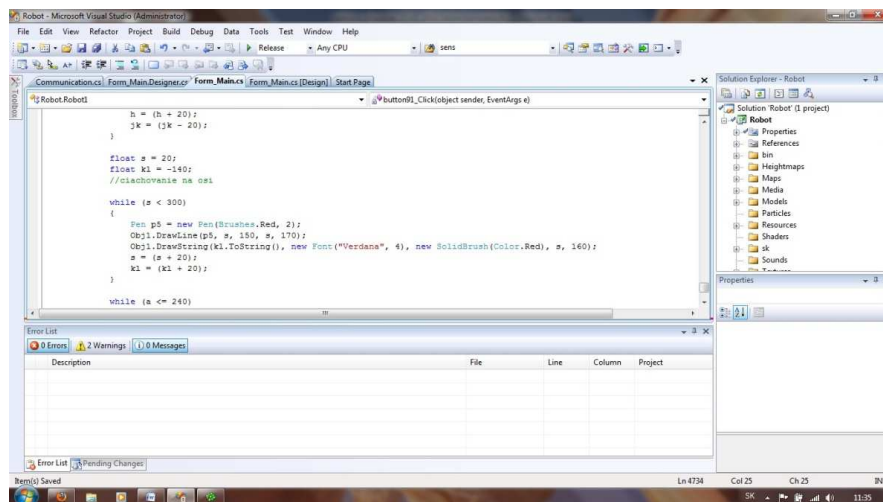
Vývoj aplikácie

Na vytváranie aplikácie som sa rozhodol pre programovací jazyk C#, poznáme mnoho programovacích jazykov ako Borland Delphi, C++ , Java, Visual Basic rozhodujúcu úlohu pre

výber programovacieho jazyka zohrávalo hlavne to, že C# je voľne dostupný je súčasťou balíka od firmy Microsoft a to Microsoft Visual studio 2008, takisto je nenáročný a vhodný aj pre začiatočníkov.

C#

C# (v angličtine si-sharp) je objektovo - orientovaný programovací jazyk vyvinutý spoločnosťou Microsoft ako časť ich iniciatívy .NET. Microsoft si za základ pre nový jazyk C# zobral C++ a jazyk Java. C# bolo navrhované s úmyslom vyvážiť silu jazyka C++ a tú spojiť s možnosťou rýchleho programovania "rapid application development", ktoré ponúkali jazyky ako napríklad Visual Basic, Delphi.



Obr. 7 Ukážka aplikácie C#

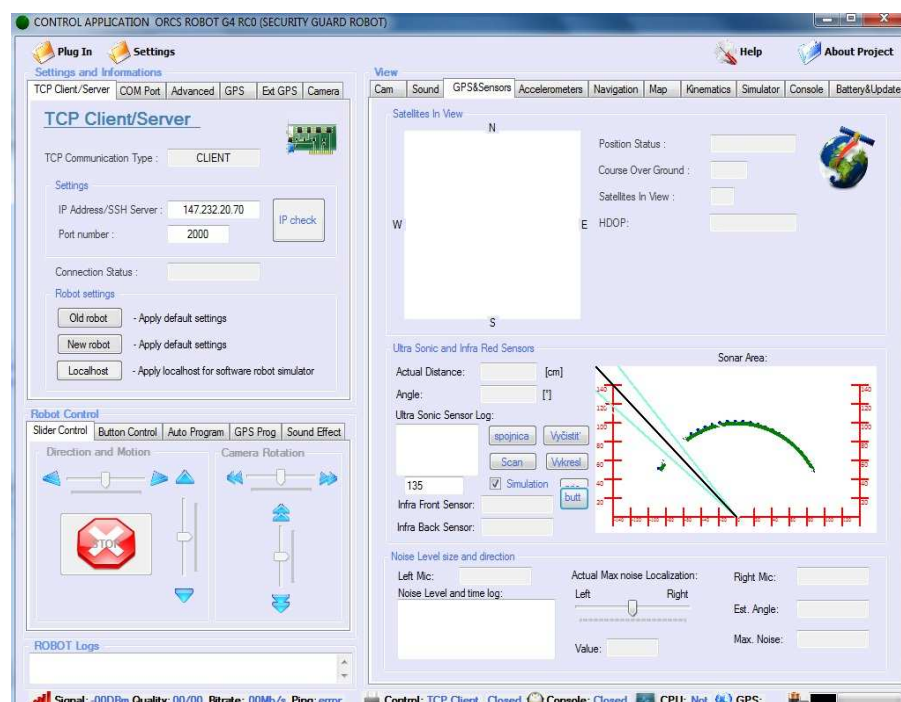
Ukážka zdrojového kódu aplikácie

```
while (a <= 240)
{
    Thread.Sleep(1);
    //vypocet sinusu prepona a protilahla strana
    xultra = Math.Sin(a * (Math.PI / 180));
    yultra = Math.Cos(a * (Math.PI / 180));

    if (checkBoxSim.Checked == false)
    {
        yultra = (yultra * UltraSonic);
        xultra = (xultra * UltraSonic);
    }
    else
```

```
{  
    yultra = (yultra * bultr[ultrainc]);  
    xultra = (xultra * bultr[ultrainc]);  
    ultrainc = ultrainc + 1;  
}
```

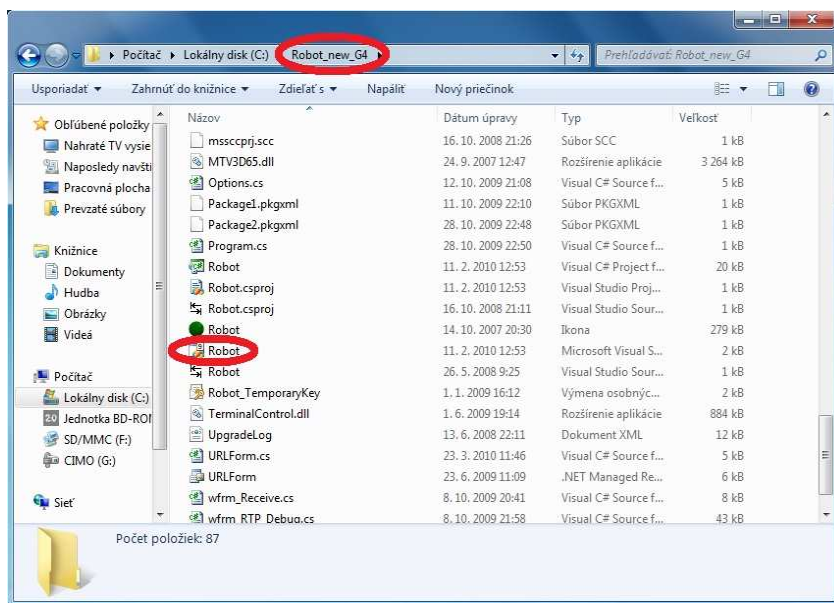
Zdrojový kód, ktorý vidíme je hlavnou slučkou pri výpočte súradníc skenovaného prostredia. Aby sme vedeli vytvoriť mapu neznámeho prostredia musia byť informácie o vzdialenosti mobilného zariadenia od prekážky prerátané do súradného systému vývojového prostredia. Po vyrátaní súradnice sa nám vykreslí bod na mape prostredia, ktorý predstavuje vzdialenosť mobilného zariadenia od prekážky. Po vykreslení bodu je ďalšou úlohou otočenie servopohonu o 5° po natočení sa nám cyklus opakuje kým nedosiahne hodnotu natočenia 120°. Na mape sú vykreslené zoskenované body ktoré nasledujúcim stlačením tlačidla Spojnica vytvoria spojnicu oskenovaných bodov a tá nám slúži ako skompletizovanie mapy prostredia aby prostredie na mape čo najbližšie odrážalo skutočné skenované prostredie. Ďalej je to z už s existujúcej mapy prostredia vyhľadať cestu ktorou by bolo schopné mobilné zariadenie prejsť a vykresliť ju. Po vykreslení tejto cesty sa nám v aplikácii zobrazí aj uhol o ktorý je potrebné natočiť kolesá mobilného zariadenia aby bolo schopné nasmerovať sa na vyhľadanú cestu. Mobilné zariadenie dostane príkaz na natočenie kolies a ďalší príkaz, ktorý pošle zariadenie smerom dopredu. Výsledkom je nasmerovanie a pohyb mobilného zariadenia do cesty ktorá je pre mobilné zariadenie priechodná.



Obr. 8 Ukážka vytvorenej aplikácie

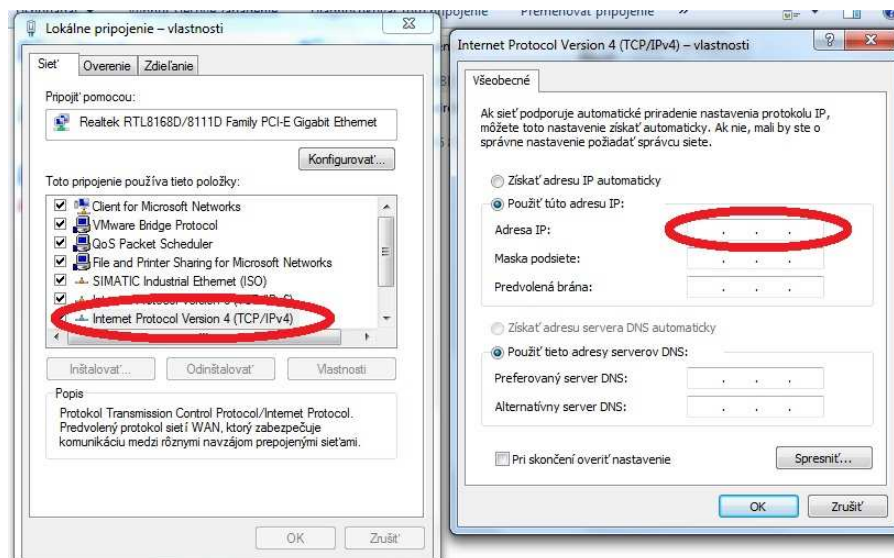
Implementácia

K implementácii vytvorenej aplikácie potrebujeme PC do ktorého skopírujeme vytvorenú aplikáciu. PC musí byť vybavený Wifi sieťovou kartou operačným systémom Windows XP alebo vyššie verzie Windows.



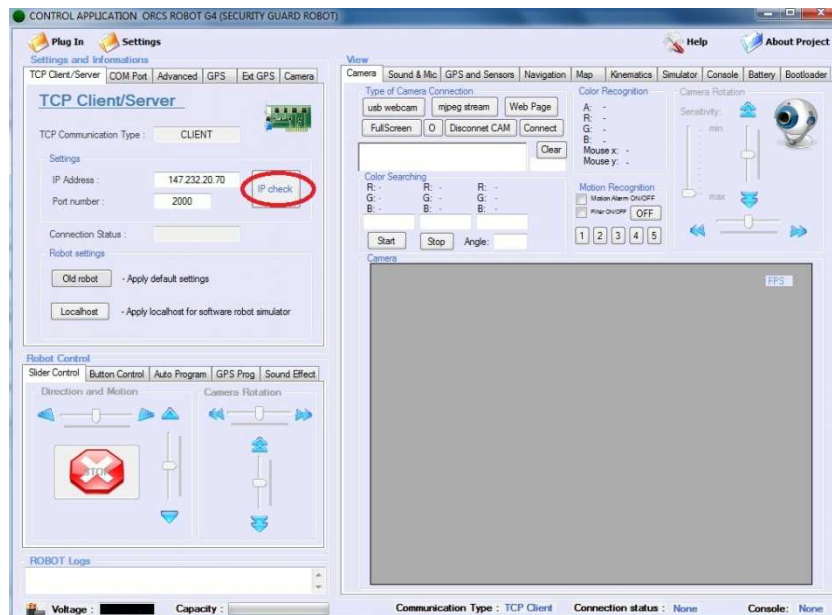
Obr. 9 Spustenie vytvorenej aplikácia

Ďalším krokom je prepojenie Pc k wifi routru pripojenie nastavíme po kliknutí na ovládací panel pokračujeme rozkliknutím ikony centrum sietí po rozkliknutí na ľavej strane vyberieme Zmeniť nastavenie adaptéra, vyberieme sieťový adaptér Wifi klikneme naňho pravým tlačítkom myši a vyberieme vlastnosti. Ďalší postup je na priloženom obrázku obr. 24, a nastavíme ip adresu robota 147.232.20.70 a port na hodnotu 2000.



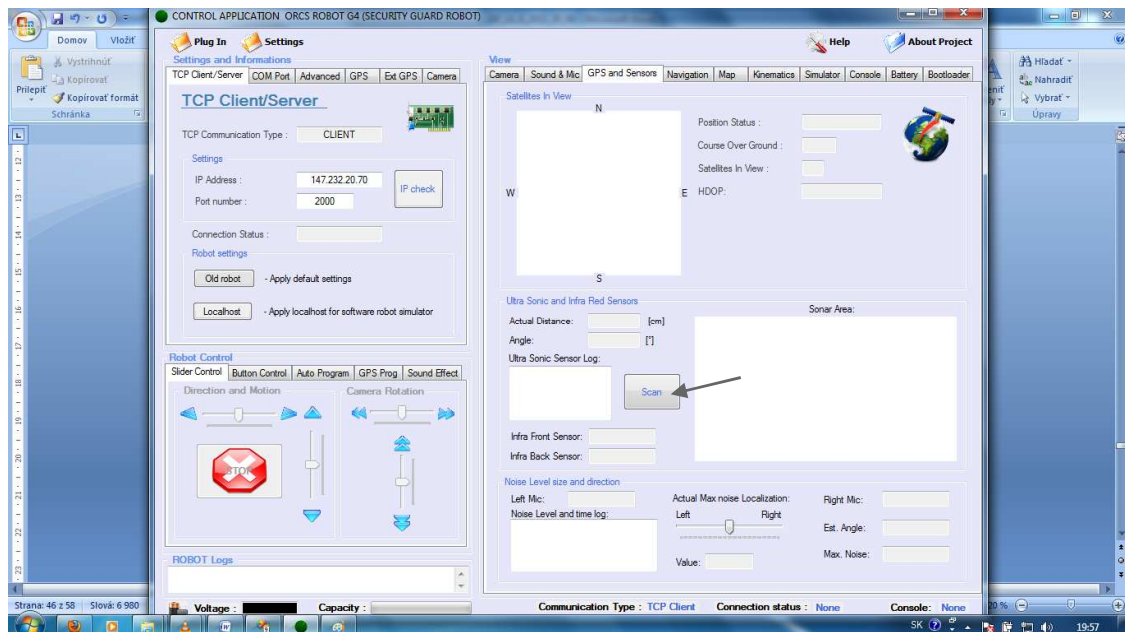
Obr. 10 Nastavenie IP adresy PC

Po správnom nastavení TCP/IP protokolu spustíme aplikáciu mobilného zariadenia a po kliknutí na tlačidlo IP Check sa PC pripojí na samotné mobilné zariadenie.



Obr. 11 Pripojenie sa k mobilnému zariadeniu

Ak pripojenie prebehlo úspešne preklikáme sa na pravej strane aplikácie v okne wiew na lištu GPS and Sensors a môžeme spustiť automatizované skenovanie prostredia kliknutím na tlačidlo Scan.



Obr. 12 Štart Skenovania prostredia

Po skenovaní prostredia sa nám v Pictureboxe Sonar area vykreslí mapa neznámeho prostredia. Čo bolo cieľom tejto práce.

Záver

Cieľom tejto práce bolo navrhnúť algoritmus na automatizované skenovanie prostredia a analýzu vhodnej trajektórie pre mobilné zariadenie. V práci bol vytvorený algoritmus pre mapovanie prostredia vytvorená aplikácia na skenovanie prostredia a jej implementácia do mobilného zariadenia ktorého výstupom je vykreslenie mapy neznámeho prostredia. Analýza vhodnej trajektórie je vyriešená taktiež kde po vykreslení mapy neznámeho prostredia je aplikácia simulačne schopná nájsť vhodnú trajektóriu a vypísať uhol o ktorý je potrebné natočiť kolesá mobilného zariadenie.