
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií

Studijní program: N2612–Elektrotechnika a informatika

Studijní obor: 3902T005–Automatické řízení a inženýrská informatika

Systém řízení preference MHD na světelných signalizacích

Control system of preference for traffic signal system

Diplomová práce

Autor: **Bc. Lukáš Srsen**

Vedoucí práce: doc. Ing. Libor Tůma, CSc.

Konzultant: Ing. Michal Menkina

V Liberci 30. 4. 2010

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci 30.4.2010

Bc. Lukáš Srsen

Poděkování

Rád bych poděkoval především firmě NTD group a.s. se sídlem v Ústí nad Labem, která mi umožnila diplomovou práci vypracovat. Jmenovité poděkování patří panu Ing. Longinovi, Ing. Slejškovi, Ing. Francouzovi a panu Janákovi, za poskytnuté rady a materiály potřebné k vypracování diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat vedoucímu práce Doc. Ing. Liborovi Tůmovi, CSc. a konzultantovi Ing. Michalovi Menkinovi, za metodické a pedagogické vedení při sepsání práce. V neposlední řadě svým rodičům, kteří mě ve studiu a psaní této práce nemalou měrou podporovali.

Abstrakt

Náplní práce je seznámení se s problematikou preference městské hromadné dopravy a souvisejících pojmů. Je prakticky zaměřena na tvorbu řídicí aplikace v grafickém vývojovém prostředí LabVIEW. Systém preference je tvořen vyhodnocovací jednotkou ve vozidle městské hromadné dopravy, řídicí aplikací, řadiči na světelných signalizačních zařízeních a přenosovými medii. V práci jsou jednotlivé části popsány. Dále se práce zabývá budoucností vývoje systému preference a využití alternativních druhů spojení.

Klíčová slova: preference, LabVIEW, světelné signalizační zařízení, Google Earth

Abstract

The thesis provides comprehensive information on the preferences of urban public transport and the related terminology. The thesis is focused on the development of a practical control application in LabVIEW (graphical development environment). The preference system consists of an evaluation unit installed in the vehicle of urban public transport, a control application, light signaling controllers and transmission media. The individual parts of the preference system are described in the thesis. The thesis also deals with the future of the preference system and the use of alternative types of connections between individual parts of the system.

Keywords: preference, LabVIEW, light signaling, Google Earth

Obsah

Úvod	9
Kapitola 1 - Systém preference vozidel MHD v Ústí nad Labem	10
1.1 Využití stávajících prostředků.....	10
1.1.1 Radiová síť Dopravního podniku města Ústí nad Labem	11
1.1.2 Datový telegram	12
1.2 Využití globálního pozičního systému.....	12
1.2.1 Stanovení toleranční oblasti preferenčních bodů	13
1.2.2 Umístění preferenčních bodů	15
1.3 Světelné signalizační zařízení	17
1.3.1 Vývoj SSZ	17
1.3.2 Řadič a signální plán	18
1.4 Řídicí aplikace.....	18
Kapitola 2 - Popis rozšíření řídicí aplikace.....	19
2.1 Blokový diagram.....	19
2.1.1 UDP smyčka.....	20
2.1.2 ŘÍDÍČÍ smyčka	21
2.1.3 Smyčky SSZ.....	22
2.1.4 Smyčka MENU	24
2.1.5 Logování dat do databáze.....	25
2.2 Přední panel.....	26

Kapitola 3 - Vizualizace v Google Earth	29
3.1 Google Earth	29
3.1.1 KML formát	30
3.2 KML smyčka.....	30
3.3 KML blok na předním panelu	31
3.4 Přídavná aplikace	32
Kapitola 4 - Budoucí vývoj.....	34
4.1 Zabezpečení řídicí aplikace.....	34
4.1.1 Stručné shrnutí vlastností TCP protokolu	35
4.1.2 Stručné shrnutí vlastností UDP protokolu.....	35
4.2 Náhradní spojení místo bezdrátové sítě Dopravního podniku	36
4.2.1 Wi-fi	37
4.2.2 Bluetooth	37
4.2.3 Bezdrátové technologie provozované na volných pásmech.....	38
4.3 Vizualizace pomocí mapy na předním panelu	39
Závěr	41
Literatura.....	42
Seznam Příloh.....	43

Úvod

Tématem diplomové práce je řízení preference vozidel městské hromadné dopravy (dále jen MHD) na křižovatkách s řízeným provozem pomocí světelného signalizačního zařízení. Problematika preference je v dnešní době, kdy dochází k masivnímu nárůstu počtu silničních vozidel, velmi aktuální. Pomocí preference je možné výrazně zkrátit časové ztráty a zajistit plynulý pohyb vozidel MHD. Města tím zvyšují kvalitu poskytovaných služeb.

Projekt systému preference vozidel MHD v Ústí nad Labem je stále ve vývojové fázi. Všechny řešené okruhy dané problematiky by mohly být v budoucnu dále propracovány. Diplomová práce se zabývá jednou z možností využití pro systém řízení preference vozidel MHD. Ostatní prvky systému preference jsou popsány z hlediska celkového přehledu a pro lepší objasnění celé problematiky.

Diplomová práce popisuje a navrhuje systém preference pro vozidla MHD, funkčnost systému a jeho jednotlivých prvků. Podrobněji rozebírá a popisuje problematiku přesnosti globálního pozičního systému (dále GPS), který je využíván pro zjištění aktuálních poloh vozidel MHD na jednotlivých trasách. Velmi detailně se věnuje řídicí aplikaci pro systém preference vozidel MHD. Její podstatná část osvětluje nutné rozšíření řídicí aplikace pro řízení více světelných signalizačních zařízení a pro zápis podstatných parametrů do příslušných databází.

Je zde popsána praktická realizace možné vizualizace systému preference vozidel MHD, která je v daném případě nadstavbou řídicí aplikace. Vzhledem k rozsahu zobrazování informací na předním panelu řídicí aplikace je pro vizualizaci využíváno mapového podkladu města Ústí nad Labem.

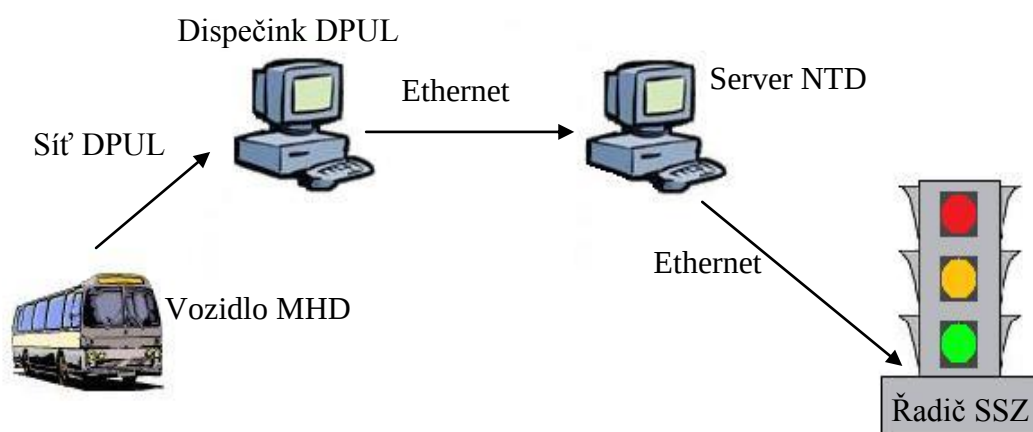
Práce navrhuje možný směr budoucího vývoje. Dále se zaměřuje na možnosti náhrady za stávající řešení přenosu informace z jedoucích vozidel MHD, při které by bylo možné využít jiných bezdrátových metod pro přenos dat.

Kapitola 1 - Systém preference vozidel MHD v Ústí nad Labem

V Ústí nad Labem je nyní využíván systém preference pro vozidla integrovaného záchranného sboru. Jedná se o systém, který je postaven na systému stacionárních majáků s IR vysílačem. Tyto stacionární majáky jsou umístěny v určitých vzdálenostech v preferovaných směrech před každou světelnou signalizací. Jejich úkolem je neustálé vysílání uložených dat. Data jsou zpracována IR přijímači umístěnými ve vozidlech integrovaného záchranného sboru. Na základě těchto dat jsou pomocí radiové sítě vysílány požadavky pro spuštění preference v daném směru. Tento systém preference je poměrně značně nákladný a ve výsledku ne vždy spolehlivý, proto bylo rozhodnuto pro preferenci vozidel MHD použít systém založený na GPS.

1.1 Využití stávajících prostředků

Při realizaci takto velkých projektů, jako je preference vozidel MHD, je důležité nezapomínat na možnost využití stávajících prostředků. V každém směru to vede k ušetření nákladů při samotném vývoji celého systému. Prvním hlediskem je funkčnost. Je jasné, že to co funguje nyní, bude s největší pravděpodobností fungovat i nadále. Druhým významným hlediskem je ušetření nákladů při využití stávajících komponent.

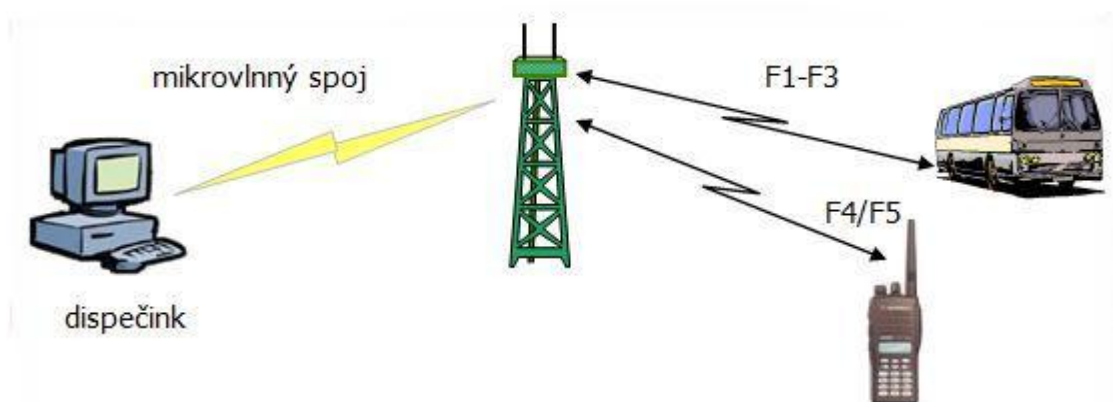


Obr. 1.1 Propojení jednotlivých částí systému preference MHD

Pro systém preference v Ústí nad Labem se nabízelo jasné řešení využití stávající radiové sítě, kterou používá Dopravní podnik města Ústí nad Labem (dále DPUL), pro monitorování svých vozidel. Z vozidla MHD je preferenční telegram odeslán do dispečerského centra DPUL a odtud se dále informace předávají pomocí internetu do centra firmy NTD group a.s., která je v Ústí nad Labem správcem světelných signalizačních zařízení. Z centra NTD group a.s. jsou preferovány jednotlivé světelné signalizační zařízení. O celém propojení vypovídá obrázek 1.1 *Propojení jednotlivých částí preference MHD.*

1.1.1 Radiová síť Dopravního podniku města Ústí nad Labem

Radiová síť je spletena ze tří simplexních kmitočtů a jednoho duplexního. Z obrázku 1.2 *Schéma radiové sítě* je patrné, že simplexní kmitočty jsou použity na komunikaci s vozidlem MHD. Duplexní kmitočet využívají přenosné radiostanice mobilních pracovníků DPUL. Pro účely preference je využíváno dvou simplexních kmitočtů, které předávají datové telegramy.



Obr. 1.2 Schéma radiové sítě

Důležitým prvkem je radiostanice ve vozidle MHD. Jedná se o radiostanici GM 380 v provedení DATABOX doplněnou datovým modulem IF2. Radiostanice využívá kombinovanou (VHF+GPS) anténu GPSD s anténním svodem. Dále je radiostanice spojena s palubním počítačem, ze kterého získává informační údaje o aktuální lince a řidiči. Pro systém preference je k radiostanici připojen preferenční modul. Preferenční modul je naprogramovatelný ARM procesor, který ve vteřinových intervalech (GPS je snímána s frekvencí 1Hz) vypočítává shodu aktuální polohy s polohou preferenčních

bodů. Preferenční body jsou do modulu nahrány pomocí textového souboru. Při vyhodnocení shody vyšle modul radiostanici pokyn k odeslání preferenčního telegramu. Program je popsán pomocí vývojového diagramu v příloze A. I když jeho tvorba nebyla předmětem diplomové práce, čtenáře více zasvěťí do funkčnosti systému preference jako celku.

1.1.2 Datový telegram

V základním dělení můžeme rozdělit odchozí datové telegramy na dva typy. První typ telegramu je vysílán vždy při vyjetí na určenou trasu. Udává údaje o lince, řidiči a službě. Druhým typem je telegram, který je vysílán, pokud je vozidlo v provozu. Telegram obsahuje důvod odeslání, údaje o lince a aktuální polohu. Důvod odeslání je rozlišovací byte, který umožňuje rozpoznat dění na trase. Prvním důvodem je zastavení vozidla v zastávce. Druhým důvodem je vypršení časového intervalu (automatické vyslání po 1 min.). Další tři důvody, které jsou pro potřeby systému preference nejdůležitější, jsou: projetí přihlašovacího bodu, projetí pomocného přihlašovacího bodu a projetí odhlašovacího bodu.

1.2 Využití globálního pozičního systému

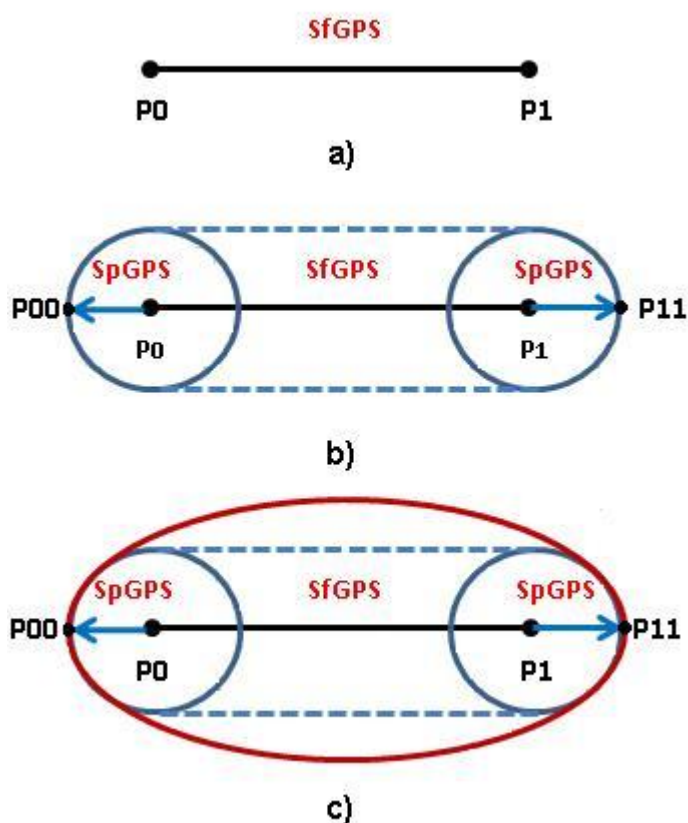
Globální poziční systém ve zkratce GPS, je v dnešní době bezesporu jedním z nejužitečnějších systémů, který je provozován lidmi. Mnozí z nás ho vědomě využívají při jízdě v automobilu, pro usnadnění dosažení cíle cesty. Někteří ho však využívají a ani o tom nevědí. A to je případ i preferencích, založených na globálním pozičním systému. V některých českých městech už proběhly mnohé pokusy i samotné realizace. Časté upozornění je, že systém není příliš spolehlivý v zastavěných částí měst. Většinou se ztrácí signál GPS a vozidla nejsou v preferenčních místech zaznamenána a nedochází k přihlášení do systému preference. Pro co nejlepší začátek je vhodné si stanovit strategii na odzkoušení síly signálu GPS v preferenčních místech.

Jako nejvhodnější přístup je zvoleno postupné proměřování, kdy se v určitých krocích dopravujeme k přehledným a použitelným výsledkům. V prvním kroku je vhodné proměřit všechny preferenční místa v různých časech, zda je signál GPS vůbec dostupný. Pokud ano, je dalším krokem proměření signálu vůči pevnému bodu, nejlépe geodeticky zaměřenému. Toto měření je dobré provádět podle předem stanoveného časového plánu. Z tohoto kroku dostaneme výsledky použitelné pro první odhad

přihlašovacích oblastí u preferenčních bodů. Posledním krokem, který je dobré provést, je ověřit schopnost zaměření z plynule jedoucího vozidla.

1.2.1 Stanovení toleranční oblasti preferenčních bodů

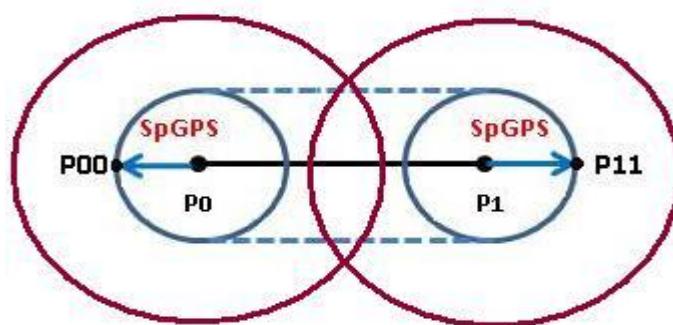
Hlavním kritériem pro stanovení toleranční oblasti je zachycení co největšího počtu projetých vozidel. V ideálním případě není vůbec nutné toleranční oblast preferenčního bodu stanovovat. Měření je spojitě v čase a prostorově zcela přesné. Není žádné zpoždění při přenosu informace.



Obr. 1.3 Stanovení toleranční oblasti

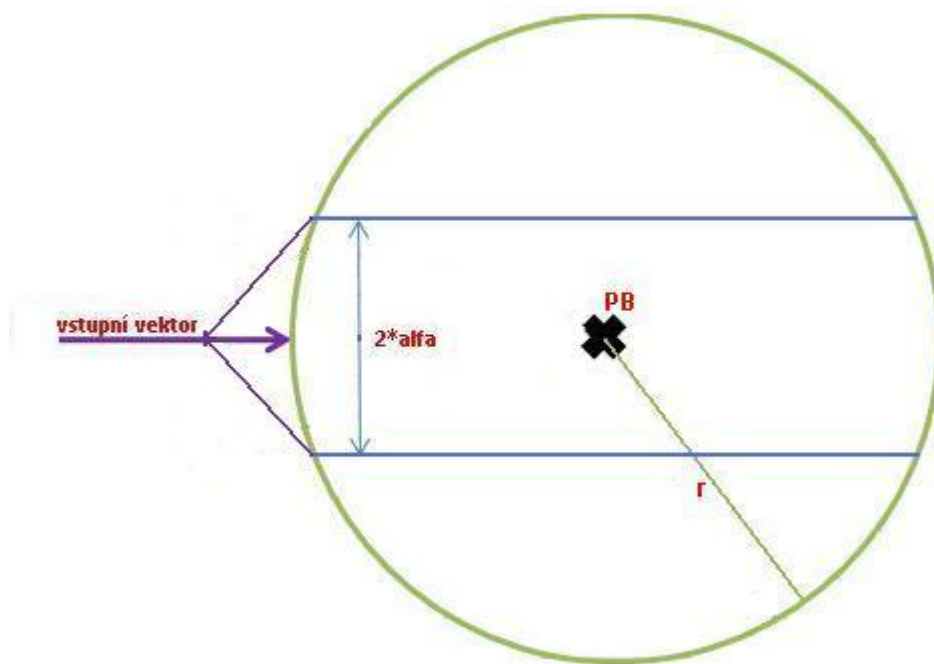
Reálný stav je jiný. Jak bylo zmíněno, měření signálu GPS je nespojité s frekvencí 1Hz. Pokud to převedeme do vzdálenosti a uvažujeme o plynule jedoucím vozidle v obci (max. 50km/h) je výsledná odchylka $S_{fGPS} = 14m$. Globální poziční systém je nejen nespojitý, ale v prostoru také ne zcela přesný. Tuto odchylku můžeme přibližně stanovit $S_{pGPS} = 5m$.

Nyní můžeme přikročit ke stanovení toleranční plochy preferenčního bodu. Nejprve si nastíníme stanovení vlivem nespojitosti měření. Pokud nedochází k žádné chybě měření, je i z obrázku 1.3a patrné, že se jedná o přímku mezi dvěma body P0 a P1. Vzdálenost mezi body P0 a P1 je rovna S_{fGPS} . Když přidáme vliv nepřesnosti měření signálu GPS, vznikne plocha popsaná na obrázku 1.3b. Celková délka přihlašovací plochy je součtem $S_{fGPS} + 2*S_{pGPS} = 24m$. Nejlepší aproximací výsledného tvaru toleranční oblasti je elipsa s ohnisky v bodech P0 a P1.



Obr. 1.4 Efekt velkých nepřesností GPS

I když již máme stanovenou toleranční plochu pro zachycení 100% projetých vozidel, je nezbytné ještě určité zpřesnění. Z výše popsaného postupu není zcela patrné, že při zvětšování nepřesnosti GPS nad určitou mez. Dojde k efektu potlačení vzdálenosti mezi body P0 a P1, která je odvozena od rychlosti pohybujícího se vozidla. Dalším faktorem, který je třeba vždy zohlednit při určení toleranční oblasti je rychlost vozidla v dané oblasti. Se zmenšující se rychlostí se nám zkracuje rychlost vzdálenost P0 a P1.



Obr. 1.5 Programové řešení toleranční oblasti

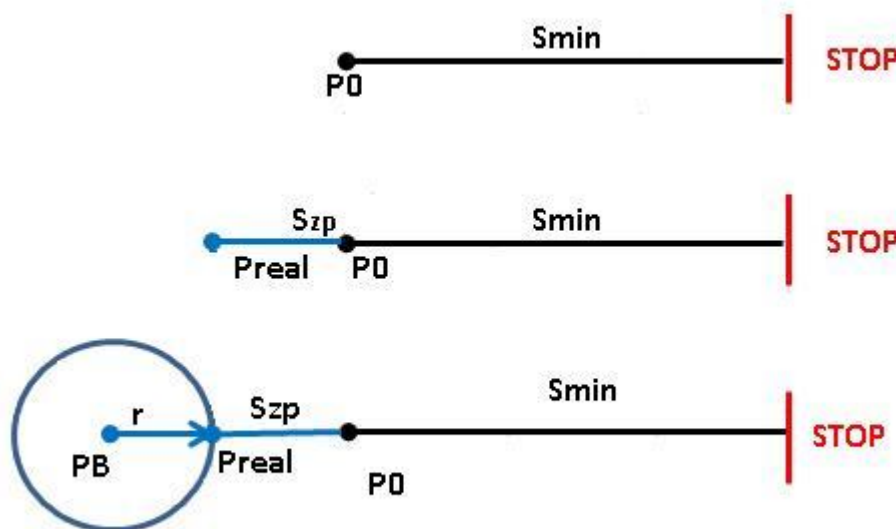
Pro praktické účely je vhodné celou plochu pojmout jako kružnici se středem v preferenčním bodě PB a poloměrem rovným polovině velikosti toleranční plochy tj. po zaokrouhlení $r = 15\text{m}$. Pro určení správné vstupní pozice do toleranční plochy je využit vektor, který je součástí parametrů GPS. Vektor je vyjádřen ve stupních s tolerancí alfa. Tyto hodnoty je možné měnit pro každý preferenční bod pomocí parametrů, které jsou ve formě textového souboru nahrány do preferenčního modulu.

1.2.2 Umístění preferenčních bodů

Preferenční body můžeme rozdělit do tří skupin. První skupinou jsou body odhlašovací. Tyto body volíme nejlépe do středu křižovatek tak, aby pokryly co největší prostor. Pokud to není u jednotlivých křižovatek z hlediska jejich realizace možné, snažíme se body umístit na výjezdovou větev dané křižovatky a to tak, abychom zabránili možnému křížení s jinými typy bodů (nesmíme zapomínat na toleranční oblast). Body odhlašovací nevyužívají parametrů spojených s vektorem směru.

Dalším typem bodů jsou body přihlašovací. U těchto bodů musíme umístění volit tak, aby vozidlo MHD mělo dostatečný čas k dojetí ke STOP čáře dané křižovatky a plynule touto křižovatkou projelo. Pokud budeme uvažovat plynulou jízdu obcí (max.

50km/h), je minimální vzdálenost $S_{\min}$ vztažená ke STOP čáře dána dobou, kterou potřebuje řadič daného světelného signalizačního zařízení k bezpečnému přetočení do preferovaného směru. Pokud je doba přetočení řadiče do preferovaného směru maximálně 10s, je vzdálenost po jednoduchém výpočtu $S_{\min} = 140\text{m}$. Ke skutečné vzdálenosti je nutné však připočíst zpoždění přenosu informace, které je maximálně 2s ($S_{zp} = 28\text{m}$) a poloměr toleranční kružnice r . Skutečná dráha je tedy rovna $S_{\text{skut}} = 140 + 28 + 15 = 183\text{m}$.



Obr. 1.6 Umístění pref. bodu od STOP čáry

Posledním typem preferenčních bodů jsou pomocné přihlašovací body. Zavedení pomocných bodů plyne z umístění zastávky v těsné blízkosti křižovatky. Vozidlo MHD, které vyjede ze zastávky, se nestačí včas do systému přihlásit (vzdálenost je menší než S_{skut}). Proto jsou v takových případech zvoleny pomocné přihlašovací body. Využívají stejných vstupních parametrů jako body přihlašovací, liší se pouze funkcí. Pomocné přihlašovací body neposkytují preferenční výzvu, ale pouze řídicí aplikaci informují k ohlídání výjezdu vozidla ze zastávky v těsné blízkosti křižovatky. Tento prvek je nutně zaveden z důvodu očíslování různých zastávek stejným číslem. Pomocné přihlašovací body slouží k ohlídání směru, ze kterého vozidlo MHD přijíždí.

1.3 Světelné signalizační zařízení

Světelné signalizační zařízení (zkráceně SSZ) je obvyklý odborný název pro soustavu zařízení určených k řízení provozu na pozemních komunikacích pomocí světelných signálů. SSZ se používají zejména na křižovatkách pozemních komunikací nebo tramvajových drah a v místech jejich vzájemného styku (přejezd, vyústění, odbočení), v místech přechodu pro chodce nebo přejezdů pro cyklisty přes pozemní komunikaci nebo tramvajovou dráhu, v zúžených místech nebo jízdnicích pruzích se střídavým provozem, k vytváření časového ostrůvku, ale i v jiných místech. Speciální signály se používají například k výjezdu hasičských vozidel nebo k zabezpečení železničních přejezdů.

1.3.1 Vývoj SSZ

Z počátku se používaly mechanické SSZ a to výhradně v železniční dopravě. Postupem doby se ojediněle objevovaly i elektrické SSZ. Od roku 1911 se dražší SSZ začali objevovat i v Praze, avšak pouze pro řízení jednokolejek.

Historie vypovídá, že první elektrickou světelnou signalizaci v Evropě vybudovali v Berlíně. Šlo o 8,5 metrů vysokou pětibokou věž s kabinou v horní části. Nad kabinou byly umístěny vodorovně barevné světelné signály, které byly manuálně ovládány z kabiny. U nás se doprava začala řídit roku 1919 a to zprvu strážníkem uprostřed křižovatky. První SSZ v Praze bylo vyrobeno v roce 1927 společností ČKD Praha a sloužilo k řízení křižovatky u dnešního Masarykova nádraží. Kolem roku 1967 byly dodány do Prahy první moderní kusy SSZ od firmy Signalbau Huber z Mnichova. Postupně byly zaváděny nové symboly pro každé rameno křižovatky zvlášť až do podoby, kterou známe i dnes.

V rámci legislativních procesů bylo nutné vytvořit jednotné metody a normy pro provoz na pozemních komunikacích. Proto od 1. ledna 1967 vzešla v platnosti nová vyhláška, která upravovala provoz na pozemních komunikacích a poprvé zavedla směrové světelné signály a speciální signály pro chodce. Dnes upravují provoz na pozemních komunikacích, včetně provozu SSZ, vyhlášky převzaté z evropských norem.

1.3.2 Řadič a signální plán

Ústředním členem světelné signalizace je řadič, který je řešen jako multiprocesorové zařízení se dvěma řídícími počítači a několika dalšími inteligentními moduly sběru a přenosu dat. Pro systém preference v Ústí nad Labem je do řadiče přiváděn preferenční signál pomocí dálkově (ethernet) ovládaného spínacího relé QUIDO od firmy Papouch s.r.o..

V řadiči je nahraný program, který je sestaven na základě signálního plánu. Signální plán je speciální pro každou křižovatku. Je sestaven na základě technických předpisů a norem. U starších řadičů se používají pevné cykly střídání signálních fází. U novějších typů řadičů je možné dynamické řízení, pomocí aktivní i pasivní detekce. Dynamické řízení umožňuje plynulé prodloužení či přepnutí cyklů podle potřeby aktuálního provozu.

1.4 Řídící aplikace

Poslední nepopsanou částí systému preference je řídící aplikace. První verze řídící aplikace byla vytvořena před rokem a testována na vybraném světelném signalizačním zařízení v Ústí nad Labem v ulici Sociální péče a ulici Mezní. Aplikace doznala od té doby významných změn včetně rozšíření na více světelných signalizačních zařízení. Více o změnách v následující kapitole Popis rozšíření řídící aplikace. Aplikace je tvořena v grafickém vývojovém prostředí LabVIEW od firmy National Instruments.

Podstatnou úlohou řídící aplikace je zpracování příchozích telegramů, které jsou do centra firmy NTD group a.s. posílány po ethernetu prostřednictvím protokolu UDP. Aplikace má za úkol telegramy roztrždit podle typu a důvodu odeslání. O tento úkol se stará smyčka UDP, podrobně popsána v podkapitole 2.1.1 Smyčka UDP. Z důvodu odeslání pak plyne, která činnost je aktuálně požadována. Důvody odeslání a typy telegramů jsou popsány v podkapitole 1.1.2 Datový telegram.

Kapitola 2 - Popis rozšíření řídicí aplikace

Jak bylo řečeno výše, řídicí aplikace prošla mnohým vývojem a rozšířením. Druhá kapitola se věnuje podrobně rozšíření na řízení více SSZ a umožnění zápisu důležitých informací do databází. Pro lepší pochopení jsou v kapitole popsány i ostatní funkce, které řídicí aplikace vykonává. Zvláště zápis do databází je použit téměř ve všech smyčkách.

Jak je uživatelům LabVIEW známo, je program v grafickém vývojovém prostředí sestavován v blokovém diagramu. K nejúčinnějším a nejprehlednějším dělením blokového diagramu jsou použity smyčky nebo bloky jednotlivých příkazů, které se vykonávají naráz v jednom kroku. Pomocí tohoto dělení si i v diplomové práci popíšeme tvořený program. Pro základní pochopení techniky programování v grafickém vývojovém prostředí LabVIEW poslouží literatura „Začínáme s LabVIEW“ [2].

2.1 Blokový diagram

U rozsáhlých aplikací, jakým bezesporu je i řízení preference, je nutné dbát na plynulou návaznost a nezávislost jednotlivých bloků a smyček. Propojení jednotlivých smyček je proto vždy řešeno tak, aby byl právě tento princip zachován. Nejčastěji je přistupováno k použití lokálních proměnných, které zaručují neovlivňující propojení. Je však nutné říci, že je nezbytné mít jasnou představu o tom, co bude proměnná v té dané chvíli ve smyčce ovládat nebo naopak, co se bude do ní zapisovat. Již dopředu tak předejdeme nakupení zbytečných chyb, ze kterých plynou nedefinované stavy.

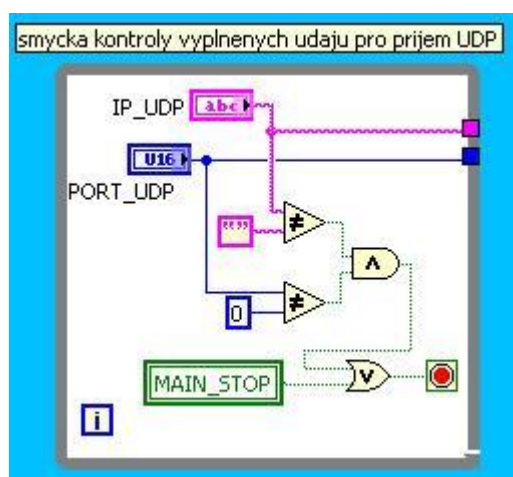
Blokový diagram řídicí aplikace je odstartován inicializačním blokem. V této části aplikace jsou nastaveny všechny potřebné proměnné na výchozí hodnotu. Dále jsou zde zkontrolovány správně vyplněné vstupní soubory. V první kontrolní smyčce je ověřena cesta k DNS souboru. Tento soubor obsahuje vyplněné vstupní údaje, umožňující zápis do databáze. Další kontrolní smyčkou je zde načten a prověřen textový soubor s údaji preferenčních bodů. Tento soubor je stejný jako u přídatných modulů připojených k radiostanici.

Po skončení inicializačního bloku jsou pomocí signálních propojení přeneseny náležité informace do potřebných smyček a zároveň se přechází k smyčce ověřovací. Ta je v aplikaci použita zatím pouze neformálně, stále se pohybujeme v rámci testování

systemu. Slouží k otestování spolehlivosti zabezpečení přístupu nepovolaných osob do aplikace. Současně s touto smyčkou jsou vykonávány i ostatní smyčky. Celý program je ukončen při stisku tlačítka `main_stop`, umístěného v nejmenší smyčce se stejným názvem.

2.1.1 UDP smyčka

UDP smyčka je určena k navázání komunikace a přijmutí dat. V první části smyčky jsou nejdříve kontrolovány údaje potřebné k otevření komunikace. Pokud jsou dané údaje vyplněny, je přikročeno k otevření spojení - naslouchání.. Následně je vyvolán blok obstarávající čtení telegramů z UDP portu. Do bloku vstupují informace spojené s přenosem a hodnota, udávající, jak dlouho se má ve stavu čtení setrvat. Tato hodnota je závislá na aktuálním čase resp. hodině. Z důvodů, že přes den se pohybuje více vozidel než přes noc, je měněna i doba čekání na vstupní informace. Tímto způsobem se eliminuje počet vznikajících chyb, kdy přes noc nechodí telegramy tak často a zároveň je během dne rychle odhalena chyba, při neobdržení telegramu. Pokud se na daném portu žádná data neobjeví, je po vypršení časového limitu vyvolána chyba a celý proces se opakuje. Chyby jsou načítány a zobrazovány ve vizualizaci. Tato smyčka na chybu nikdy nekončí, obsluha je o chybě pouze informována. Pokud se chyby opakují, je potřeba zkontrolovat vyplněné vstupní údaje a aplikaci restartovat.



Obr. 2.1 Kontrolní část UDP smyčky

Naopak, pokud se podaří spojení navázat, přikročí se k načtení telegramu, který je následně pomocí subVI roztříděn. SubVI, neboli podprogram v LabVIEW, využívá předem jasně stanoveného rámce, který se nemění. Roztříděná data jsou uložena v datovém typu cluster. Tento datový typ je pro práci s takovými daty velmi výhodný. Je to vlastně pole, do kterého lze uložit různé datové typy. Roztříděný telegram v clusteru je dále předáván pomocí zásobníku do ŘÍDÍČÍ smyčky. Tento proces se neustále s novým telegramem opakuje. Konec je vyvolán buď jakoukoliv chybou nebo tlačítkem main_stop, které ukončuje i chod UDP smyčky.

2.1.2 ŘÍDÍČÍ smyčka

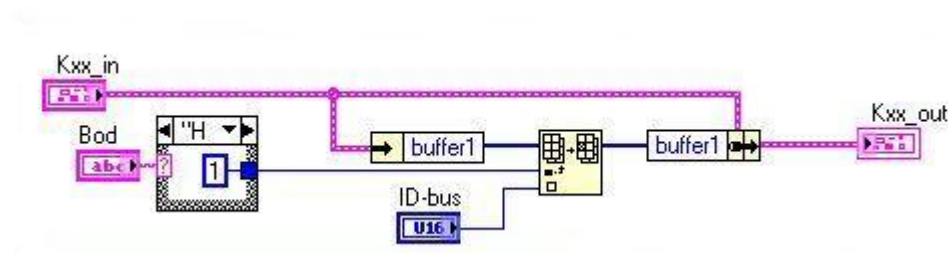
ŘÍDÍČÍ smyčka dosáhla za poslední rok významných změn. Hlavní změnou je systém vyhodnocení preference postavený na GPS. Vzhledem k této skutečnosti je zcela jasné, že aplikace musí v sobě obsahovat definované preferenční body, aby byla schopna vůbec preferenci přidělovat. Tyto informace jsou zkontrolovány a roztříděny v inicializačním bloku a do smyčky přeneseny v podobě pole.

V prvním kroku dochází k eliminaci důvodu odeslání hodnoty 1. Tento důvod je pro systém preference nepotřebný a s takto označeným telegramem není už potřeba dále pracovat. Při jiném důvodu odeslání je telegram uložený v cluster rozložen na jednotlivé složky. Dále se porovná pomocí subVI GPS pozice s polem preferenčních bodů. Výsledkem, který z porovnání dostaneme, je označení příslušného světelného signalizačního zařízení a příkaz, jakou operaci je nutné provést. Pokud není indikována žádná shoda, jsou výstupní signály prázdné.

V dalším kroku, se podle ostatních důvodu odeslání vykonávají jednotlivé operace. Při důvodu odeslání s hodnotou rovnou 50 je indikován požadavek na získání preference. O to se stará subVI login_cast.vi, jeho blokové schéma je v příloze A. Aplikace dále vyhodnocuje, jestli je možné v daném směru preferenci přidělit okamžitě nebo je preferován kolizní směr. V takovém případě zařadí vozidlo do fronty daného světelného signalizačního zařízení. Pokud by nastala situace, že vozidlo žádá preferenci ve směru, ve kterém je preference již přidělena, je přepsáno identifikační číslo vozidla, které smí preferenci v daném směru ukončit. Aby nedocházelo k zahlcení pouze jednoho preferenčního směru daného světelného signalizačního zařízení, je v řídicí

aplikaci provedeno opatření umožňující prodloužit preferenci pouze třikrát za sebou. Tento úkol už přebírá smyčka daného světelného signalizačního zařízení.

Pokud má důvod odeslání hodnotu rovnou 51, je požadováno tzv. pomocné přihlášení, viz podkapitola 1.2.2.. Toto přihlášení znamená pro řídící aplikaci zařazení vozidla do fronty, kde čeká, dokud nebude nahlášen průjezd požadovanou zastávkou. Průjezd zastávkou je ohlášen důvodem odeslání s hodnotou rovnou 0. Při shodě identifikačního čísla vozidla ve frontě a v zastávce, je postup totožný jako při žádosti přímé preference.



Obr. 2.2 Blokové schéma help_bod.vi

Posledním důvod odeslání je odhlášení. Tento důvod odeslání má hodnotu rovnou 52. Po jeho přijetí je zkontrolováno identifikační číslo vozidla, a pokud je ve shodě s posledním žádajícím vozidlem, je preference v daném směru ukončena. Funkci tohoto postupu zastává subVI Logout_cast.VI (příloha B).

Smyčka je ukončena seskupením dat pro zobrazení a zálohování. Její činnost je ukončena v případě prázdného zásobníku a zároveň při stisknutí tlačítka main_stop.

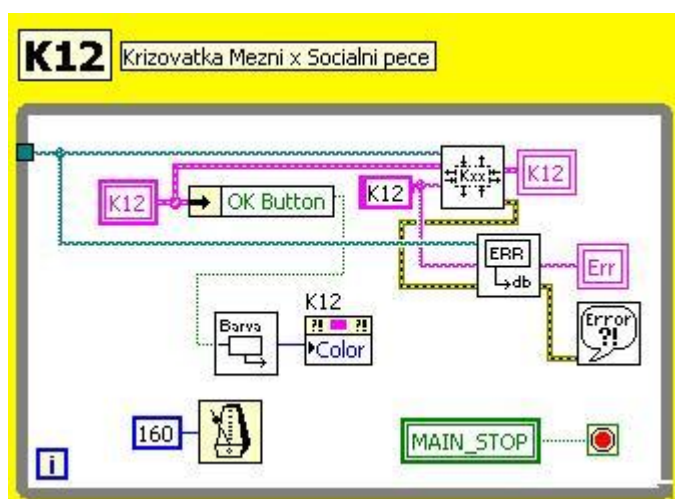
2.1.3 Smyčky SSZ

Tato část řídící aplikace byla od základu přepracována. V dřívějších verzích byla pouze jedna smyčka, která řídila jedno světelné signalizační zařízení. Její sestavení bylo tvořeno přesně na dané požadavky konkrétní křižovatky.

Nyní je tato část řešena obecněji. I když je nadále zachován předešlý status, kdy na jedno světelné signalizační zařízení připadá jedna nezávislá smyčka, je v ní obsaženo obecné subVI. Smyček je celkem devět. Jejich spouštění probíhá po skupinách. Jedna skupina obsahuje vždy 3 smyčky, které mají nastavený shodný čas. Struktura těchto

smyček je naprosto stejná. Jedinou odlišností je jiná vstupní proměnná typu cluster, která je přiřazena vždy k jednomu světelnému signalizačnímu zařízení.

Funkčnost smyček začíná vždy stejným způsobem. Po startu aplikace jsou smyčky střídavě spouštěny a vykonávány jednotlivé části smyček. Nejprve v každé smyčce je z dané proměnné typu cluster vyčten stav tlačítka a na základě jeho hodnoty, je na front panelu nastavena barva dané proměnné typu cluster. Červenou barvou rozumíme, že je preference na daném světelném signalizačním zařízení vypnuta. Naopak zelená barva označuje preferenci za aktivní. Signál dále prostupuje do subVI, které je psané obecně pro všechny světelné signalizační zařízení.



Obr. 2.3 Smyčka světelného signalizačního zařízení K12

Prvním krokem v subVI (blokový diagram v příloze C) je otestování zapnuté nebo vypnuté preference na daném světelném signalizačním zařízení. Pokud je stav preference v režimu aktivní, je přikročeno k odvysílání požadavku na dané světelné signalizační zařízení. Poté je vyvoláno ověření přijaté zprávy. Pokud ověření nepřijde, je vyslání opakováno tolikrát, kolik je hodnota proměnné pocet_ACK v proměnné typu cluster. Pokud vše proběhne v pořádku, je na řadě blok k ohlídání přetečení časového otevření jednoho směru a fronty směru druhého. Pokud by nepřišlo odhlášení posledního vozidla, které žádalo na daném světelném signalizačním zařízení o preferenci, je v aplikaci zakotveno automatické odhlášení po čase, který je nastaven v proměnné WDT v proměnné typu cluster. Na dále je kontrolována fronta druhého

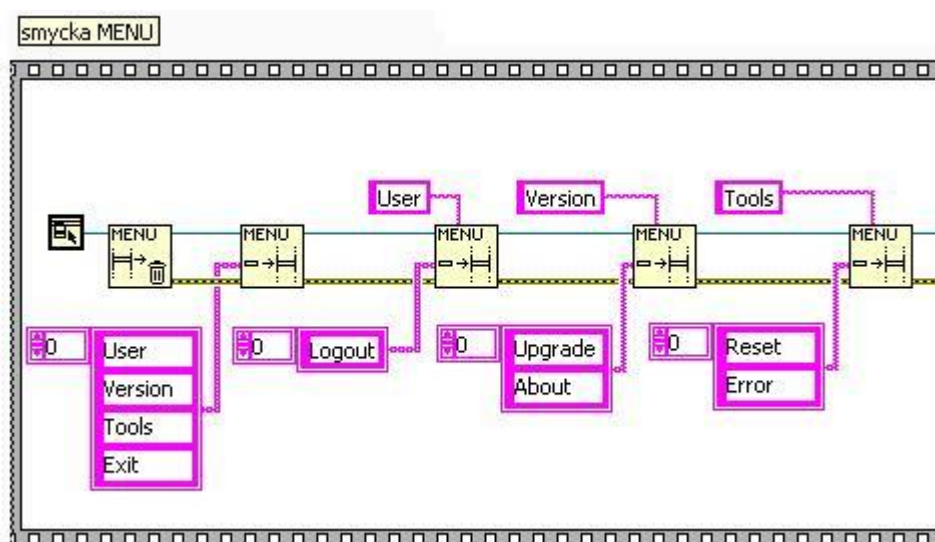
směru, jestli v ní nečeká vozidlo. Pokud ano, je toto vozidlo v příštím cyklu smyčky preferováno. Tento blok příkazů se neustále opakuje.

Při vypnuté preferenci, je důležité ohlídat všechny možné stavy, které mohou nastat i při zapnutém stavu. Je to proto, že je kladen požadavek, aby aplikace pracovala a zobrazovala veškerá data, aniž by byl ovlivněn provoz na daném světelném signalizačním zařízení. Jinými slovy, aplikace je pro pozorovatele v normálním provozu, akorát s tím rozdílem, že preference není aktivně vykonávána.

Posledním krokem ve smyčkách je uložení nových parametrů do proměnné typu cluster a zápisu vzniklých chyb, pokud k nim během procesu došlo.

2.1.4 Smyčka MENU

Tato smyčka je v aplikaci úplně nová. Je zavedena z důvodu otestování vlastností LabVIEW spojených s danou funkcí. Smyčka vytvoří menu v horní liště podle přednastaveného rámce. Jednotlivé položky se pak vykonají po kliknutí na příslušný požadavek. Je možné do takového menu schovat akce pro vyvolání předešlých chyb či prověřit, kdo kdy byl k aplikaci přihlášen. Vše samozřejmě za předpokladu archivace takových údajů. Je možné do menu zahrnout i položku na vypnutí celé aplikace či jen položku vyvolávající reset, předem povolených proměnných.



Obr. 2.4 Část smyčky MENU

2.1.5 Logování dat do databáze

Důležitým prvkem u takto rozsáhlých systémů je i logování dat, se kterými se pracuje. Záznamy můžou sloužit k jednak k možnému dohledání chyb, ale i například k vedení statistik projetí určitým preferenčním směrem nebo celou křížovatkou. Je pouze na nás, k čemu tyto zachycená data použijeme.

Dříve byla všechna data zapisována do textových souborů. Toto opatření vedlo ke zbytečným obtížím při práci s daty. Celkové vyhodnocení si žádalo data nejprve přepsat či vložit do jiných formátů, ve kterých bylo umožněno provádět různé statistické operace. Pro lepší a snadnější práci s daty je nyní vybrán zápis logovaných dat do databáze. Pomocí driveru ODBC je LabVIEW schopno do databáze zapisovat. K účelu zápisu a přístupu vůbec je vytvořen DNS soubor, ve kterém jsou nahrány potřebné vstupní údaje, které jsou pro vytvoření spojení nutné. Údaje jsou dále přenášeny signálem do všech smyček, které mají v sobě obsaženy bloky určené pro zápis do databáze.

První subVI, které umožňuje zápis do databáze, je vloženo ve smyčce pro příjem dat. Data do `log_to_mysql.vi` (příloha D) vstupují v podobě proměnné typu cluster a proměnné typu boolean. Typ boolean je vložen pro povolení či zakázání zápisu dat. V proměnné typu cluster jsou uloženy rozkódována data z příjmu. Po splnění podmínky zápisu jsou data rozložena na jednotlivé dílčí proměnné, které jsou dále přetypovány na textové řetězce. Poté je z dat sestaven dlouhý textový řetězec, který je uvozen příkazem `insert`. Tento příkaz slouží k umožnění zápisu dat do databáze. Dále je vyvoláno spojení s databází a údaje jsou zapsány. Nakonec je spojení ukončeno a ve výstupní proměnné typu boolean, je indikováno, zda byla data správně zapsána.

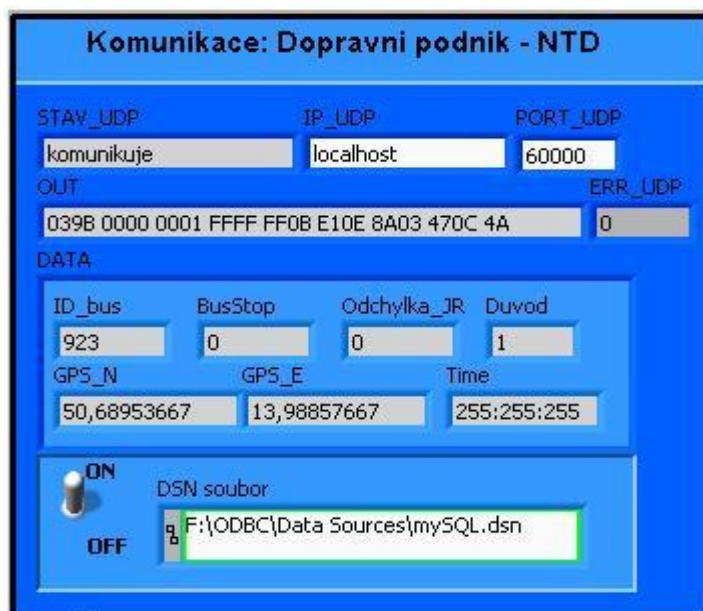
Totožné subVI je použito i v následující řídicí smyčce. Pomocí `rlog_to_mysql.vi` (příloha E) jsou zapisována data, která ovlivnila řízení preference. SubVI má totožnou strukturu jako subVI popsané v předešlém odstavci. Opět jsou vstupními daty dvě proměnné, jedna typu cluster a druhá typu boolean. Typ boolean je použit na povolení zápisu. První příkazy jsou vykonány po splnění povolovací podmínky zápisu. Opět je proměnná typu cluster rozložena na jednotlivé složky a ty jsou dále přetypovány na textové řetězce. Z textových řetězců je složen hlavní řetězec, který je uvozen stejně jako v předešlém případě příkazem `insert`. Dále je otevřeno spojení s databází a data jsou

zapsána. Po skončení spojení je opět do výstupní proměnné typu boolean uložen výsledek operace.

V posledním případě jsou do databáze zapisovány i vzniklé chyby. Jedinou výjimkou jsou chyby vzniklé právě při spojení s databází. Tyto chyby jsou ihned zobrazeny obsluze na displeji, aby mohli být odstraněny co nejrychleji. Ostatní chyby jsou pomocí subVI, které je vždy umístěno na konci dané smyčky, chybové clustery jsou rozloženy a jednotlivé složky jsou přetypovány na textové řetězce. Opětovně je z nich složen celkový řetězec, který začíná příkazovým slovem insert. Po zapsání do databáze je do výstupní proměnné typu string. Tyto údaje jsou zobrazeny na předním panelu.

2.2 Přední panel

Druhou plochou, která se v grafickém vývojovém prostředí LabVIEW vyskytuje, je přední panel. Na předním panelu jsou uspořádány ukazatele a zapisovače jednotlivých proměnných. Přední panel je zobrazen uživateli aplikace. Jeho důležitou vlastností je přehlednost a jednoduchost. Sama obsluha musí mít jednoznačný přehled co se právě v aplikaci děje.



Obr. 2.5 Část UDP na předním panelu

Aplikace pro systém preference má přední panel rozložen do jednotlivých částí. První skupinou zobrazených proměnných jsou ty, co mají za úkol zobrazovat a umožňovat nastavení týkající se příjmu telegramů (obr. 2.5). Tato oblast je vyznačena modrou barvou. Uživatel zde může nastavit adresu a port, ze kterého se budou číst příchozí telegramy. Dále je zde nutné uvést adresu k DNS souboru a umožnit či zakázat zapisování do databáze. Proměnné, do kterých je možno zapisovat, jsou označeny bílou barvou. Ostatní proměnné slouží k zobrazování dat. Jejich výplň je šedá. Můžeme sledovat v jakém stavu je právě komunikace nebo jednotlivé složky proměnné typu cluster. Je zde i vyvedena chybová proměnná, informující o počtu chyb při přijetí.

Směrem doprava od UDP bloku je zobrazen blok, který se váže k smyčce řídicí. Důležitou proměnou je adresovací řádek. V tomto řádku je uložena adresa k řídicímu textovému souboru. Bez této vyplněné proměnné se aplikace nerozeběhne. Dále je zde zobrazena proměnná typu cluster. Jednotlivými složky proměnné typu cluster jsou hodnoty, které ovlivnily řízení preference. Tento blok je vybarven zelenou barvou.

The image shows a vertical control panel for a device labeled 'K12'. The panel has a red background. At the top, the label 'K12' is displayed. Below it, there are several input fields and status indicators:

- IP:** A text field containing '192.168.7.250'.
- STAV:** A label with two sub-labels, 'bus' and 'N', each followed by a text field containing '0'.
- MSG:** A text field containing an empty string.
- WDT:** A label with two sub-labels, 'Timer' and '60', each followed by a text field containing '0'.
- ACK_pocet:** A label with a text field containing '3' and a green circular indicator labeled 'ACK'.
- buf:** A label with two sub-labels, 'buf' and 'buf1', each followed by a 3x1 grid of text fields, all containing '0'.
- aktivace:** A green button at the bottom of the panel.

Obr. 2.6 Cluster světelného signalizačního zařízení K12

Pod zeleným blokem jsou umístěny clustery jednotlivých světelných signalizačních zařízení. Všechny bloky mají stejnou strukturu. Při vypnuté preferenci

mají jednotlivé clustery barvu červenou, naopak při zapnuté preferenci jsou zbarveny do zelena. Jednotlivé složky proměnné typu cluster obsahují důležitá sdělení a hodnoty pro řízení preference na jednotlivých světelných signalizačních zařízeních. První složkou proměnné typu cluster je IP adresa dálkově ovládaného relé, které přijímá příkazy a převádí je na preferenční pulsy, které vstupují do jednotlivých řadičů na daných světelných signalizačních zařízeních. Pak jsou ukazatele dílčích složek. Ukazatele jsou odděleny šedou barvou. Najdeme v nich ukazatel stavu daného světelného signalizačního zařízení, proměnnou bus, která obsahuje identifikační číslo posledního preferovaného vozidla, dále ukazatel na hodnotu timer, důležitou při přetečení maximálního povoleného preferenčního času. V neposlední řadě dva zásobníky. První sloužící pro čekací frontu, druhý zásobník pro ohlídání projetí zastávky. Ovládacími prvky jsou proměnná WDT, která určují maximální preferenční čas v sekundách. Dalším prvkem je počet opakování vyslání preferenční zprávy na dálkově ovládané relé. A posledním prvkem je tlačítko, které vypíná a zapíná preferenci na jednotlivých světelných signalizačních zařízeních.

Na předním panelu je ještě umístěno ukončovací tlačítko celé aplikace. Tlačítko je zbarveno do červena a při zapnutém stavu přechází do oranžové barvy. Aplikace potřebuje určitý čas na ukončení. Tento čas je právě signalizován oranžovou barvou ukončovacího tlačítka a nápisem „APLIKACE BUDE ZASTAVENA, CEKEJTE!!!“. Poslední pole obsahuje textový řádek, kde je zobrazována poslední vzniklá chyba. Oblast je trvale vybarvena oranžovou barvou.



Obr. 2.7 Přední panel řídicí aplikace

Kapitola 3 - Vizualizace v Google Earth

Dlouhými diskuzemi byla provázena podoba vizualizace. Jasným hlavním tématem byl druh podání celkové vizualizace. Při hledání způsobu, jakým co nejjednodušeji a nejpřehledněji zobrazit data pro běžné uživatele či jen pro potencionální zákazníky. Málokdo se uspokojí pohledem na přední panel hlavní aplikace a řekne, že je spokojen s odvedenou prací. I když je přední panel aplikace pro systém preference tvořen přehledně, neškoleným osobám nic neříká. Z tohoto důvodu bylo hledáno řešení, které by oslovilo a dokázalo daleko více osvětlit, jakým způsobem daná preference funguje.

Od dávných věků je nejlepším nástrojem pro pochopení kresba. Každý vynálezce si nejprve nakreslil či jen načrtl svůj zamýšlený výtvar. Pro člověka je to nejpřijatelnější forma pro pochopení dané problematiky. Je možno velmi rychle porozumět významu a obsahu sdělení.

Pro účely systému preference je využíváno mapy města Ústí nad Labem. Každého možná napadne otázka zaměřená na téma, proč právě mapa. Odpověď je velmi jednoduchá. Mapa velmi výstižně obrazově pokrývá celé město a je to nejjednodušší a nejpřehlednější nástroj k popsání plochy. Čímž je splněná základní podmínka vizualizace dat technologického procesu.

Ve fázi testování systému preference je zvolen následující popsání postup vizualizace. Pro zacházení s mapovými podklady je využívána aplikace Google Earth. Data do aplikace Google Earth jsou předávána prostřednictvím souborů s příponou kml.

3.1 Google Earth

Aplikace Google Earth je v provozu od roku 2004 pod záštitou portálu Google. Dříve byla aplikace publikována firmou Keyhole, Inc. s názvem Earth Viewer. Jedná se v podstatě o virtuální globus. Software umožňuje prohlížet Zemi jako ze satelitu. Umožňuje naklonění a přiblížení, někdy i ve velkém rozlišení (zejména online, kdy si program nahrává další detaily). Má řadu příznivců po celém světě.

Mezi jeho hlavní rysy patří zobrazování velkých měst ve 3D režimu, přidávání různě definovaných vrstev. Pro dané vrstvy je vždy společný význam několika bodů na

zemském povrchu (např. obrázky krajiny – National Geographic). V našem případě nejpodstatnější podpora geografického datového formátu Keyhole Markup Language (KML).

3.1.1 KML formát

Keyhole Markup Language (KML) je aplikací metajazyka XML. Primárně je určeno pro publikaci, distribuci geografických dat (geodat). Ke dni 16. 4. 2008 se stal KML ve verzi 2.2 standardem Open Geospatial Consortium (OGC).

Geografické prvky standardu KML (bod, linie, plocha, aj.) využívají pro lokalizaci souřadnicový systém WGS84 ve tvaru celých stupňů. Výšky vztažných bodů prvků nejsou povinné ($h = 0\text{m}$) a pokud jsou uvedeny tak je jejich vztažný systém EGM96.

KML formát využívá i vlastního jazyka. Dokumentaci k tomuto tématu najdete na stránkách portálu Google. Dokumentace obsahuje i jednoduché aplikace pro začátky k lepšímu pochopení tématu. Následující ukázka kódu směřuje na objekt Technické univerzity v Liberci, konkrétně na budovu A, kde sídlí Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií.

```
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<kml xmlns='http://www.opengis.net/kml/2.2'>
  <Placemark>
    <name>FM</name>
    <description>Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových
studii</description>
    <Point>
      <coordinates>15.071799,50.772803,0</coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
</kml>
```

3.2 KML smyčka

Smyčka je umístěna v blokovém diagramu hlavní aplikace. Je spouštěna vždy s periodou 30 sekund. Je řízena proměnnou typu boolean. Proměnná je ve výchozím stavu aplikace nastavena na hodnotu nepravda. Na hodnotu pravda přechází po zadání

rozšiřovacího klíče do hlavní aplikace. Při tomto stavu vykazuje smyčka aktivitu a vytváří soubor s příponou KML, který je možno dále využít v aplikaci Google Earth.

Soubor se vytváří pomocí vloženého subVI, jehož vstupem je proměnná typu cluster. Dále do subVI vstupuje informační soubor s parametry pro spojení s databází. V subVI je proměnná cluster rozložena na jednotlivé složky, které jsou nadále zpracovány a vyhodnoceny. Složky mohou obsahovat data, podle kterých se vybere požadovaný výběr z databáze. Je tedy možné si do mapy nechat vykreslit pouze určitou linku v určitý den. Dále je sestavena hlavička souboru podle jazyka KML a zapsána do současně otevřeného souboru. Následně je vyvoláno spojení s databází a v cyklu jsou z ní údaje postupně načítány a transformovány do formy jazyka KML. Vždy po načtení a převedení jednoho řádku databáze jsou údaje zapsány do souboru. Cyklus je vždy ukončen při načtení konce databáze. Po dokončení cyklu je spojení s databází ukončeno a soubor s příponou KML uzavřen. Celý blokový diagram je v příloze F.

Výstupem je tedy samotný soubor, který je dostupný v příslušné složce. Do této složky si aplikace Google Earth v daných intervalech pro soubor sáhne a jeho obsah vykreslí pomocí globálního pozičního systému jednotlivé body do mapy. V mapě jsou jednotlivé preferenční body zobrazovány pomocí ikony autobusu. Ikony jsou barevně rozlišeny pro lepší orientaci a přehlednost. Při přihlášení je ikona zbarvena zeleně, modře pak pokud se jedná o pomocné přihlášení. Červená barva náleží ikonám pro odhlášení a v neposlední řadě je použita barva černá pro všechny ostatní případy, kdy nebyl přesně rozpoznán typ preferenčního bodu, nebo se jednalo o zastavení vozidla v zastávce. Kontrolním výstupem je počet zpracovaných řádků databáze.

3.3 KML blok na předním panelu

Na předním panelu se blok KML objeví po zadání rozšiřovacího klíče. Rozšiřovací klíč se zadává pomocí položky Upgrade v záložce Version v horní liště menu. Obsluze bude zpřístupněna jak možnost zadávat jednotlivé podmínky pro zobrazení, tak i zpětná kontrola, kolik řádků se z databáze skutečně načetlo.

Blok KML je zobrazován pod blokem proměnných týkající se příjmu dat. Je odlišen fialovou barvou. Zadávací pole jsou opět vybarvena bíle. Pole zobrazovací jsou šedá. Pro lepší orientaci jsou zobrazeny vždy jen ty složky proměnné typu cluster, u kterých je zaškrtnuta podmínka.



Obr. 3.2 KML blok na předním panelu

3.4 Přídavná aplikace

Součástí balíku rozšíření pro práci s KML soubory je i aplikace txt2ge (blokový diagram je v příloze G) pro převod textového řídicího souboru. Jejím úkolem je vytvořit soubor s příponou KML, který bude nadále využíván aplikací Google Earth. V souboru jsou zaneseny souřadnice přihlašovacích bodů a přibližně vyznačena kruhová přihlašovací oblast. Úmyslně je použité slovo přibližně, jak již bylo řečeno v podkapitole 1.2.1, kruh není přesnou přihlašovací oblastí, nýbrž jen jeho část, která je dána vstupním úhlem.

Vstupními daty aplikace jsou adresa řídicího souboru, adresa pro uložení vzniklého souboru s příponou KML a název pro vzniklý soubor. V prvním kroku aplikace ohlídá vyplněné pole pro jméno souboru. Pokud ho uživatel nevyplní, je přiřazen název „nový“. Přípona KML se vytváří automaticky za libovolným názvem. Ve stejné fázi pak probíhá sestavení hlavičky jazyka KML, která je pak do souboru zapsána. Na úvod je načten řídicí textový soubor a pomocí vložených subVI dále zpracován pro další použití.

V následujícím kroku se vykoná vnější cyklus for, který je spouštěn tolikrát, kolik je preferenčních bodů v řídicím textovém souboru. V cyklu se zpracovávají hlavičky jednotlivých preferenčních bodů podle struktury jazyka KML. Ke každému

typu bodu je přiřazena určitá barva. Přihlašovací bod je označen zelenou, pomocný přihlašovací bod je modrý, odhlašovací bod je zbarven do červena a v poslední řadě je pro případ nerozpoznání výchozí barva černá. V cyklu je vložen další cyklus for. Vnitřní cyklus proběhne v počtu 36 spuštění. Vnitřní cyklus má za úkol vypočítat postupně 36 pomocných bodů, které po spojení dají tvar kruhu. Pomocí matematických funkcí a vhodně zvolených konstant dostaneme potřebné pomocné GPS souřadnice, které se poté upraví na textový tvar. Po skončení vnitřního cyklu je sestavena hlavička přihlašovací oblasti podle struktury jazyka KML.

Po skončení vnějšího cyklu jsou veškerá data zapsána do souboru KML, který je v dalším kroku uzavřen. Výstupní kontrolou je chybový cluster, do kterého se zapisují jednotlivě vzniklé chyby.



The screenshot shows a graphical user interface for creating a KML file. It features three input fields: 'Name kml file' (empty), 'Path' (containing 'C:\' with a folder icon), and 'GPS path' (empty with a location pin icon). A prominent green 'START' button is located below these fields. Below the input area, a text box contains the following explanation in Czech:

První řadek je určen pro vložení jména tvoreného souboru. Ve druhém radku je vybrána složka, kde bude tvoreny soubor umisten. Třetí řadek slouzi pro zobrazení cesty k vybranému řidicimu souboru. Po stistku tlačítka start je automaticky vytvořen KML soubor dle parametru jazyka KML. Soubor KML je mozne otevrit v aplikace Google Earth.

Obr. 3.3 Přední panel přídatné aplikace

Kapitola 4 - Budoucí vývoj

U takto velkých systémů, jakým je i řízení preference vozidel městské hromadné dopravy na světelných signalizačních zařízeních, je nezbytné dbát na jeho zdokonalování či hledání jiných možných alternativ za různá spojení při jejich výpadku.

Je zcela jasné, že systém je vždy vyvíjen pro potřeby a přání zákazníka, ale určitou měrou je dobré z hlediska ekonomického, pokusit se vyvinout takový obecný produkt, který bude modulární a po menších úpravách bude moci být nasazen bez ohledu na místo či počet řízených objektů, v našem případě počtu světelných signalizačních zařízení.

V následujících podkapitolách se pokusíme najít ve třech základních oblastech preference možnost, jak systém zdokonalit či upravit pro možnost obecnějšího použití nejen na území města Ústí nad Labem, ale i v jiných lokalitách.

4.1 Zabezpečení řídicí aplikace

Jednou z částí systému preference a v této práci hlavním předmětem zkoumání je řídicí aplikace. Jak bylo již několikrát zmíněno, prošla mnohými úpravami a zdokonaleními pro plynulejší a bezchybnější provoz. Nyní je však otázkou pokusit se aplikaci také zabezpečit.

Určitým zdokonalením musí projít systém přihlašování uživatelů do aplikace. Je vhodné mít správu uživatelů a příslušných hesel uloženou v databázi, se kterou by byly zadané údaje porovnány. Dalším faktorem by bylo uložení přihlášení, odhlášení a zaznamenání veškerých zásahů opět do databáze. Tento úkon by umožnil dopátrání možných vzniklých chyb systému, při zadání nesprávných údajů.

Nedílnou součástí aplikace jsou také komunikační kanály. Slabým místem je bezesporu přenos telegramů z dispečerského centra Dopravního podniku města Ústí nad Labem do centra firmy NTD group a.s.. Určitě by bylo vhodné zabezpečit data zasílaná prostřednictvím UDP protokolu. Jednou z mnoha úprav by byl přechod na protokol TCP a šifrování dat. I když je protokol TCP více náročný na režii, jeho výhodou je spolehlivost doručených dat. Hlavní rozdíly obou protokolů jsou popsány v následující

podkapitole. Protokol TCP je využíván pro spojení s dálkově ovládaným relé, které vysílá preferenční pulsy do řadiče na daném světelném signalizačním zařízení.

4.1.1 Stručné shrnutí vlastností TCP protokolu

TCP je spojově orientovaný protokol. Spojení může otevřít klient nebo server a pak mohou už být posílána jakákoliv data oběma směry. Charakteristické vlastnosti TCP protokolu jsou:

- spolehlivost – TCP používá potvrzování o přijetí, opětovné posílání a překročení časového limitu. Pokud se jakákoliv data ztratí po cestě, server si je opětovně vyžádá. U TCP nejsou žádná ztracená data, jen pokud několikrát po sobě vyprší časový limit, tak je celé spojení ukončeno.
- zachování pořadí – Pokud pakety dorazí ve špatném pořadí, TCP vrstva příjemce se postará o to, aby se některá data pozdržela a finálně je předala správně seřazená.
- vyšší režie – TCP protokol potřebuje např. tři pakety pro otevření spojení, umožňuje to však zaručit spolehlivost celého spojení.

4.1.2 Stručné shrnutí vlastností UDP protokolu

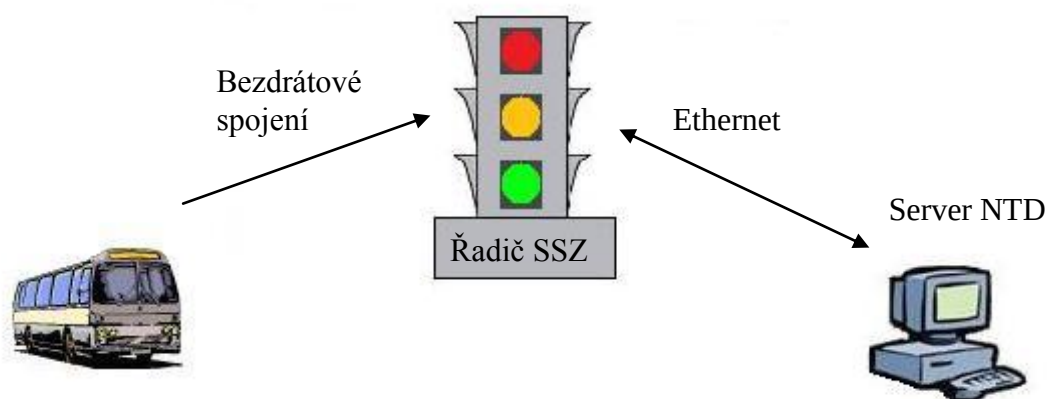
UDP je jednodušší protokol založený na odesílání nezávislých zpráv. Charakteristika protokolu:

- bez záruky – Protokol neumožňuje ověřit, jestli data došla zamýšlenému příjemci. Datagram se může po cestě ztratit. UDP nemá žádné potvrzování, preposílání, ani časové limity. V případě potřeby musí uvedené problémy řešit vyšší vrstva.
- nezachovává pořadí – Při odeslání dvou zpráv jednomu příjemci nelze předvídat, v jakém pořadí budou doručeny.
- jednoduchost – Nižší režie než u TCP (není zde řazení, žádné sledování spojení atd.).

4.2 Náhradní spojení místo bezdrátové sítě Dopravního podniku

Využití bezdrátové sítě Dopravního podniku města Ústí nad Labem je velice specifické pro daný systém. Při nasazení nebo využívání systému preference jinou organizací by nastala otázka, jakou cestou přenést data z jedoucích vozidel na světelné signalizační zařízení při využití globálního pozičního systému.

Jasnou cestou je v tomto případě použití bezdrátových technologií. V dnešní době jsou bezdrátové technologie na vysoké úrovni a jejich funkce a vlastnosti jsou nadále zdokonalovány. Důležitým rozhodnutím je zvolení vhodné bezdrátové technologie. Důležitým parametrem je rychlost navázání spojení, musíme mít na paměti, že data jsou přenášena z jedoucího vozidla pohybujícího se rychlostí až 50 kilometrů za hodinu. Dalším faktorem je vliv rušení v městských aglomeracích. V dnešním světě je provozováno hodně typů bezdrátových technologií a to jak na licenčních pásmech, tak i na pásmech volně přístupných. Právě pásma volně přístupná jsou využívána v běžném životě lidí. Nejpoužívanějšími bezdrátovými technologiemi jsou bezpochyby standard 802.11, známý pod zkratkou Wi-fi, a standard 802.15.1, pojmenovaný po dánském králi, Bluetooth. Vlastnosti jednotlivých bezdrátových technologií jsou popsány v [3],[4].



Obr. 4.1 Ukázka možného náhradního spojení vozidla se SZZ

4.2.1 Wi-fi

V dnešní době velmi rozšířené bezdrátové spojení zejména v oblasti IT. Jednak pro spojení více počítačů do lokální sítě, tak i pro připojení do sítě Internet v rámci rozsáhlých lokalit a tzv. hotspotů. K rozšíření této bezdrátové technologie prospělo bezesporu použití bezlicenčního pásma na nosné frekvenci 2,4 nebo 5 GHz, což má na druhou stranu neblahý důsledek na bezpečnost přenosu dat a významný vliv na zarušení frekvenčního spektra. Pro přenos se používá metoda DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum). DSSS vysílač přeměňuje tok dat (bitu) na tok symbolů, kde každý symbol reprezentuje skupinu jednoho či více bitu. Za použití modulační techniky QPSK (Quadrature Phase Shift Keying), vysílač moduluje nebo násobí každý symbol pseudonáhodnou šumovou sekvencí. Tato operace uměle zvětšuje použitou šířku pásma v závislosti na délce sekvence. DSSS dělí pásmo na 14 kanálů po 22 MHz, které se částečně překrývají (pouze tři z nich se nepřekrývají vůbec).

V systému preference je vhodné použít tzv. infrastrukturní síť. Kdy ke každému světelnému signalizačnímu zařízení přísluší jeden přístupový bod, který přijímá signál vycházející s blížících se vozidel. Wi-fi umožňuje přenos na vzdálenosti stovek metrů i kilometrů, v závislosti na použité anténě. Z důvodu možného narušení bezpečnosti je vhodné také použít zvýšeného zabezpečení, např. šifrováním přenášených telegramů.

Důležité je podotknout, že autorizace adaptéru, podporující bezdrátovou technologii Wi-fi, do sítě je často velmi zdoluhavá a v našem případě je i několik sekund rozdíl desítek metrů v ujeté vzdálenosti vozidla.

4.2.2 Bluetooth

Nejznámější bezdrátová technologie v prostředí mobilních telefonů. Často spojená s bezdrátovými sluchátky a tzv. handsfree sadami, umožňující volání bez nutnosti držet mobilní telefon. V oblasti průmyslu se prosazuje až v dnešní době, kdy se dosáhlo řady zlepšení. Zejména dosahu přenosu signálu. V prvních verzích umožňovala technologie bluetooth dosah okolo jednotek metrů. Nyní s kvalitní aktivní anténou je možno přenést signál v přímé viditelnosti na vzdálenost až jeden kilometr.

Nejčastěji používaný v průmyslových modulech je Bluetooth 2.0 EDR či 2.1 EDR (Enhanced Data – Rate), kde se používá nová modulace $\pi/4$ DQPSK. Ta zvyšuje

datovou propustnost až na 6Mbit/s. Je použito tzv. bezlicenční pásmo 2,4GHz (přesněji 2,402 – 2,480 GHz), často označované ISM (industrial, scientific and medical). K přenosu využívá metody FHSS (Frequency-hopping spread spectrum). Během jedné sekundy dojde k šestnáctistým skokům (přeladění) mezi 79 frekvencemi s rozestupem 1MHz. Je zde myšleno i na ztrátu vyslané informace. Pokud dojde ke ztrátě informace během přenosu, je odeslána znovu, ale na jiné frekvenci.

Na konci roku 2009 byl představen i Bluetooth 4.0, který by měl mít datovou rychlost okolo jednoho megabitu za sekundu. Hlavní cestou bude nízkoeenergetické zatížení. Očekává se výdrž s jednou knoflíkovou baterií okolo jednoho roku. Díky implementování 24 bitového CRC kontrolního součtu, bude protější strana schopna kód opravit a odpadne tak nutnost opakovaného vyslání.

Princip sítě je podobný jako u Wi-fi. I když Bluetooth spadá pod kategorii PAN (personal area network), umožňuje vytvořit různé topologie sítě. U systému preference je vhodné použití modulů s nastavením master, které budou součástí světelných signalizačních zařízení, a modulů s nastavením slave, které budou umístěny ve vozidlech. Zařízení budou mezi sebou navzájem spárované, to umožní rychlé navázání spojení. Opět by bylo vhodné telegramy nějakým způsobem šifrovat, aby nebylo možné přenos určitým způsobem zneužít, i když zcela tato možnost nemůže být nikdy u bezdrátových technologií vyloučena.

4.2.3 Bezdrátové technologie provozované na volných pásmech

Pro průmyslové použití existuje celá řada dalších prvků využívajících nejrůznějších komunikačních protokolů, většinou vyvinutých přímo výrobcem daných modulů. Hlavním rozdílem oproti modulům využívajících bezdrátovou technologii Wi-fi či Bluetooth je využití jiných bezlicenčních pásem nejčastěji 433MHz nebo 868MHz popřípadě 915MHz.

Na trhu je celá řada firem, které se zabývají výrobou modulů pro různé bezdrátové technologie. Nejznámější bezdrátovou technologií vytvořenou speciálně pro průmyslové prostředí je ZigBee. Je dán standardem 802.15.4. Další bezdrátovou technologií je Wawenis. Byl vyvinut francouzskou firmou Coronis Systems. Většinou se používá pro bezdrátové spojení s různými typy čidel, ale umožňuje i spojení více bodové. Firma si vyvinula vlastní komunikační protokol.

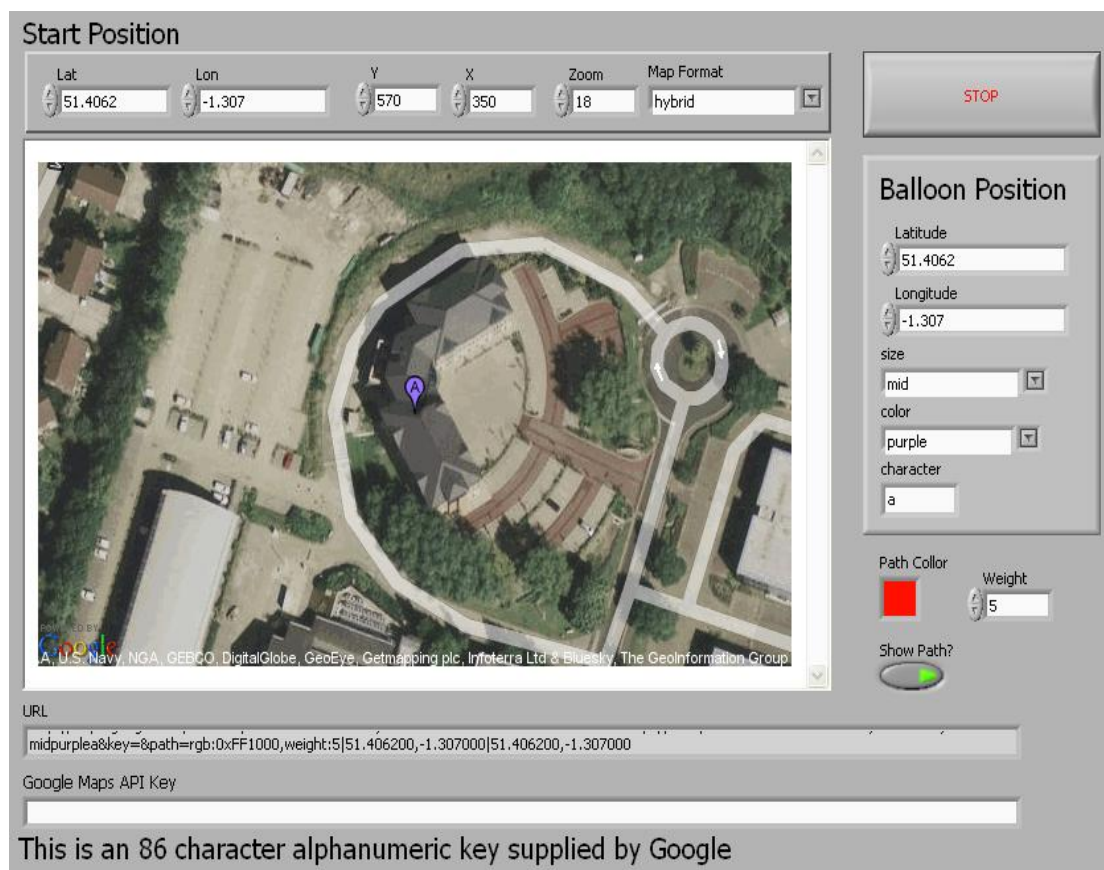
Je pouze na našich požadavcích, které moduly a od jaké firmy si zvolíme. Na trhu jich je spousta a jejich výběr je podmíněn mnoha faktory. Nejdůležitější otázkou zůstává: „Jakou frekvenci chceme použít?“. Následující související otázkou je: „Na jakou vzdálenost budeme komunikovat?“. Zvláště druhá otázka v sobě skrývá mnoho záležitostí z hlediska předepsaných možných výkonů vysílačů a délkou antén.

4.3 Vizualizace pomocí mapy na předním panelu

I ve třetí oblasti systému preference ve vizualizaci je další vývoj nevyhnutelný. Hlavním úkolem do budoucna bude sjednotit zobrazení mapových podkladů a předního panelu řídicí aplikace. Sjednocení těchto různých částí přinese dokonalejší a přehlednější vizualizaci. Nejenže zvedne hodnotu celého systému, ale hlavně umožní k vizualizaci používat jednotné vývojové prostředí.

Jednou z cest by bylo implementovat mapu města Ústí nad Labem do předního panelu řídicí aplikace. Operátor by měl dokonalý přehled nejen o vnitřních stavech zobrazených pomocí klasických metod, které LabVIEW nabízí, ale i s využitím pokročilých technik programování i aktuální náhled, kde přesně se vozidlo nachází.

K uplatnění této možnosti je nutné prostudovat dokumentaci k LabVIEW. Zejména oblast pro práci s mapovými podklady a jejich možnou implementaci na přední panel řídicí aplikace. Nejvíce informací je dostupných na internetových stránkách firmy National Instruments v sekci NI Developer Zone. Zde také najdeme nejvhodnější způsob, kterým je možno dostat mapové podklady na přední panel. Možností je využití mapových podkladů pomocí Google maps API. Ukázku použití na předním panelu v LabVIEW je na obrázku 4.2.



Obr. 4.2 Ukázka předního panelu s Google Maps

Závěr

Téma diplomové práce vzniklo ve spolupráci s firmou NTD group a.s. se sídlem v Ústí nad Labem (dále jen NTD) s cílem doplnit funkční model řídicí aplikace systému preference vozidel MHD na území města Ústí nad Labem. Firma NTD je správcem světelných signalizačních zařízení ve městě, proto se problematikou preference MHD zabývá.

V první kapitole bylo vysvětleno a popsáno několik důležitých prvků, které tvoří systém preference vozidel MHD v Ústí nad Labem. Velká část kapitoly byla věnována problematice globálního pozičního systému, na kterém je systém preference vozidel MHD v Ústí nad Labem postaven. Z výsledků kapitoly bylo odvozeno možné řešení pro následující fáze vývoje modelu systému preference vozidel MHD.

Ve druhé kapitole bylo řešeno hlavní téma diplomové práce – rozšíření řídicí aplikace systému preference vozidel MHD. V práci jsou popsány možné změny, které se podařilo velice úspěšně v praxi ověřit. Činnost aplikace se ukázala jako plynulá a časově ne příliš náročná. Byly zde velmi stručně popsány veškeré smyčky řídicí aplikace, které jsou pro její chod důležité. K lepšímu pochopení byly přidány časté ilustrace blokového diagramu a v neposlední řadě i náhled na přední panel řídicí aplikace.

Dalším úkolem bylo vytvoření jedné možné formy vizualizace pro uživatele systému. Tento krok se podařilo realizovat pomocí spojení aplikace Google Earth a LabVIEW. Navržená podoba vizualizace systému preference vozidel MHD byla kladně ohodnocena lidmi, kteří do systému preference MHD nevidí jako programátoři a nedokázali se rychle orientovat v předním panelu řídicí aplikace.

V poslední kapitole diplomové práce byly navrženy různé varianty bezdrátového přenosu informací z jedoucích vozidel MHD. Dále zde bylo popsáno několik různých typů zabezpečení samotné řídicí aplikace a přenosu informací mezi servery podniku zajišťujícím MHD a správcem systému preference.

Literatura

- [1] VLACH, Jaroslav. *Řízení a Vizualizace technologických procesů*. Libor Kubica; Viktorie Vlachová. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 1999. 160 s. ISBN 80-86056-66-X.
- [2] VLACH, Jaroslav, HAVLÍČEK, Josef, VLACH, Martin. *Začínáme s LabVIEW*. Technická redaktorka Iveta Kubicová; ilustrovala Viktorie Vlachová; vedoucí redakce a DTP Hana Züglerová. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2008. 248 s. ISBN 978-80-7300-245-9.
- [3] KOCOUREK, Petr, NOVÁK, Jiří. *Přenos informace*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2006. 164 s. ISBN 80-01-02892-5.
- [4] *Wikipedie : otevřená encyklopedie* [online]. 2009 [cit. 2009-12-12]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org>.
- [5] *National Instruments* [online]. c2008 [cit. 2009-12-10]. Dostupný z WWW: <http://www.ni.com>.
- [6] materiály firmy NTD group a.s.

Seznam Příloh

Příloha A – blokový diagram Login_cast.vi	44
Příloha B – blokový diagram Logout_cast.vi	45
Příloha C – blokový diagram quido_Kxx.vi	46
Příloha D – blokový diagram log_to_mysql.vi	47
Příloha E – blokový diagram rlog_to_mysql.vi	48
Příloha F – blokový diagram prevod_db_kml.vi	49
Příloha G – blokový diagram txt2ge.vi	50

Příloha A – blokový diagram Login_cast.vi

Příloha B – blokový diagram Logout_cast.vi

Příloha C – blokový diagram quido_Kxx.vi

Příloha D – blokový diagram log_to_mysql.vi

Příloha E – blokový diagram rlog_to_mysql.vi

Příloha F – blokový diagram prevod_db_kml.vi

Příloha G – blokový diagram txt2ge.vi