

ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE

FAKULTA RIADENIA A INFORMATIKY

Projekt 3

Distribuovaná sieť inteligentných snímačov

Komunikácia pre kameramanov

Tomáš Klein

Garant: prof. Ing. Juraj Miček, PhD.

Študijný odbor: Počítačové inžinierstvo

Študijná skupina: 5ZF021

Číslo predmetu: 5IP1P3

Žilina, 2019

Obsah

Obsah	2
Úvod.....	3
Analýza riešenia	4
RF komunikácia v pásme ISM.....	5
Riadiaca jednotka	6
Signalizačná jednotka.....	7
Bluetooth modul.....	8
Android aplikácia	9
Záver	10
Odkazy	11

Úvod

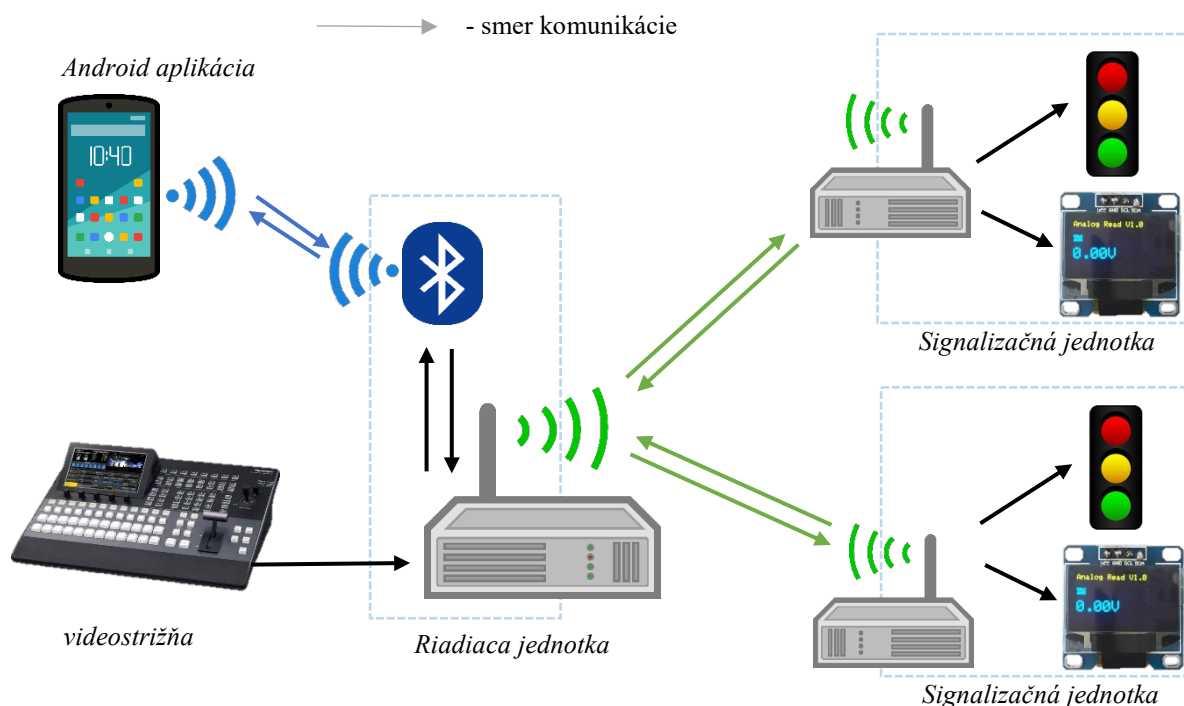
Zadanie našej projektovej výučby rozvíjame už od predmetu Projekt 1. V ňom sme podľa zadania skúmali možnosť komunikácie pomocou ISM pásma, využiteľnú napríklad pri zasielaní dát zo vzdialených senzorov riadiacej jednotke. Ako výsledok prvého projektu sme uviedli funkčný prototyp komunikácie. V druhom projekte sme špecifikovali presné zadanie aplikácie, ktorú by sme chceli využívať s možnosťou preniesť obsah projektovej výučby do zadania diplomovej práce. Ako špecifickú aplikáciu sme nakoniec vybrali zadanie – komunikácia pre kameramanov, kde sme z prvého projektu využili najmä skúsenosti a vedomosti práve ohľadom RF komunikácie, na ktorej je postavený aj náš terajší projekt. Hlavnou myšlienkou a zadaním je vytvoriť komunikačné zariadenie pre organizáciu a koordinovanie práce viacerých kameramanov. Najdôležitejším komunikačným kanálom je svetelná signalizácia, ktorá predáva informácie o aktuálnom stave kamery. Systému bude obsahovať jednu riadiacu jednotu – vysielač a minimálne dve signalizačné jednotky – prijímače. Ako dodatočnú funkcionálnu, by sme chceli pridať možnosť zobrazovania stavu kamier a textových správ na grafickom displeji. Úspešným výsledkom našej projektovej výučby bude možnosť využiť tieto podklady pri vypracovaní diplomovej práce.

Obsah projektu:

- Analýza problému a výber vhodného riešenia,
- výber technických prostriedkov (špecifikácia komunikačného modulu a mikrokontroléra),
- návrh obvodového riešenia,
- návrh programového vybavenia a jeho implementácia,
- testovanie a overenie riešenia.

Analýza riešenia

Ako základnú schému riešenia si môžeme položiť vysielateľ a prijímače komunikujúce obojsmerne v ISM pásme. Frekvencia a rýchlosť komunikácie sa budú odvíjať od vybraného komunikačného modulu. Riadiaca jednotka alebo inak vysielacie zariadenie bude zberať a vyhodnocovať údaje zo zariadenie spravujúceho videosignál posielaný od kameramanov (odborný názov - videostrižňa). Zber bude vykonávať na štandardizovanom porte tohto zariadenia, kde každá kamera má vlastný konektor a nastavením úrovne na danom jednotlivom zariadenie informuje o stave kamery. Riadiaca jednotka takisto bude obsahovať bluetooth modul, ktorý bude komunikovať s Android aplikáciou, ktorá bude mať za úlohu zasielať textové správy kameramanom. Tu implementujeme takisto obojstrannú komunikáciu pre možnosť dodatočného pridania odpovede zo strany kameramanov. Poslednou časťou sú signalizačné jednotky, ktoré prijaté dáta z riadiacej jednotky vyhodnotia a zobrazia. V prípade zmeny alebo obnovy stavu kamier sa rozsvieti príslušná LED a číslo aktívnej kamery sa zobrazí na grafickom displeji. Textové správy budú posielané v dvoch druhoch. Prvým bude preddefinovaná správa, ktorá bude uložená v pamäti signalizačného zariadenia, čo umožní prenášať len identifikátor danej správy, čo má za následok redukciu prevádzky v pásme ISM. Druhý typ správ budú nepripravené správy. V tomto prípade bude prenášaná správa obsahovať celý text, čo môže mať negatívny vplyv na komunikáciu. Implementácia tejto možnosti je ale nutná, pretože nie je možné zadefinovať všetky druhy správ. Celkové vyhotovenie by malo byť čo najjednoduchšie s čo najväčšou možnosťou rozšírenia funkcionality do budúcnosti.



RF komunikácia v pásme ISM

Medzi najvyššími prioritami projektu bolo vybrané komunikačné modulu. Jeho priorita je viazaná najmä na rozhranie, s akým bude komunikovať s mikrokontrolérom. Po analýze viacerých riešení sa nám najviac zapáčili moduly od čínskeho výrobcu CDEbyte. Tento výrobca sa zameriava čisto na priemyselnú výrobu komunikačných modulov s rôznymi frekvenciami, výkonnostnou triedou alebo rozhraním. Veľkou výhodou je unifikovanie rozmerov a rozloženia konektorov pri moduloch s rôznymi špecifikáciami. Výrobca k svojim výrobkom poskytuje aj veľmi kvalitnú dokumentáciu dostupnú na oficiálnej stránke. Po výbere konkrétneho produktu z katalógu je možné si ho objednať cez internetový obchod Ebay. Pre náš projekt sme využili moduly E34 – 2G4H20D, komunikujúce pomocou UART rozhrania. Konkrétna špecifikácia je uvedená v tabuľke pod textom. Medzi veľké výhody týchto modulov je aj dodávaný softvér pre nastavovanie modulov pomocou PC aplikácie, kde pomocou grafického rozhrania si môžeme nakonfigurovať nastavenia, bez nutnosti prepaľovania softvéru v mikrokontroléry.

RF Parameter	Value	Remark
Working frequency	2400~2518 MHz	Default: 2400MHz
Transmitting power	10~20 dBm	Default: 20dBm (About 100mW)
Receiving sensitivity	-102 dBm	Air data rate: 250kbps
Air data rate	250k~2Mbps	Default: 250kbps
Test distance	2500m	In open and clear air, with maximum power, 5dBi antenna gain, height of 2m, air data rate: 250kbps



ISM pásmo – Voľné frekvenčné pásmo vyhradené pre priemyselné, vedecké a medicínske účely

Riadiaca jednotka

Na modul mikrokontroléra riadiacej jednotky sme mali požiadavky na minimálne 3 rozhrania USART (RF komunikácia, Bluetooth modul, servisný kanál), dostatočný počet vstupno-výstupných konektorov (min. 12 konektorov potrebných na zber dát zo videostrižne) a nízke cenové náklady. Ako vyhovujúce riešenie sme vybrali mikrokontrolér Atmel Xmega 128A4U, ktorý spĺňal všetky naše požiadavky (špecifikácia pod textom). Softvér je vyvíjaný v jazyku C s využitím knižníc používaných od výrobcu, poprípade ich úpravou pre naše potreby.

Hlavné činnosti riadiacej jednotky:

- pravidelná kontrola zmeny stavu kamier, prevod do štandardizovaného tvaru, odoslanie dát ku kameramanom
- vysielanie obnovovacieho signálu kameramanom, pre kontrolu funkčnosti riadiacej jednotky z pohľadu kameramanov
- brána medzi Bluetooth a RF komunikáciou

Po zadefinovaní všetkých komponentov, sme navrhli špecializované dosky pre naše zariadenie. Tie obsahovali už zabudované päťice pre RF a Bluetooth komunikačný modul, LED signalizačné diódy, programovací konektor PID, konektor DSUB – 15, pre káblové spojenie s videostrižňou a napájanie pomocou mikro-USB konektora.

Parametrics

Name	Value
Program Memory Type	Flash
Program Memory Size (KB)	128
CPU Speed (MIPS/DMIPS)	32
SRAM Bytes	8
Data EEPROM/HEF (bytes)	2048
Digital Communication Peripherals	5-UART, 7-SPI, 2-I2C
Capture/Compare/PWM Peripherals	16 Input Capture, 16 CCP, 16PWM
Number of Comparators	2
Number of USB Modules	1, Device
Temperature Range (C)	-40 to 85
Operating Voltage Range (V)	1.6 to 3.6
Pin Count	44
Low Power	Yes

Signalizačná jednotka

Táto jednotka má za úlohu prijímať a zobrazovať dáta kameramanom. Pre svetelné zobrazenie dát, využíva svetelné diódy napojené na konektory s možnosťou PWM. Na zobrazovanie dát na displeji sme vybrali OLED displej s rozlíšením 128x64 pixelov a rozhraním I2C. Tento displej býva často využívaný pri prototypových aplikáciách vyvíjaný na platforme Arduino. Ako mikrokontrolér sme vybrali ATmega 328P – AUP, ktorý spĺňa všetky naše požiadavky a máme s ním skúsenosti z viacerých iných projektov. Konkrétne špecifikácie nájdeme pod textom. Ako v prípade riadiacej jednotky sme programovali softvér v jazyku C a využívali sme knižnice od výrobcu. Veľkú úpravu sme ale museli urobiť pri knižnici na zobrazovanie dát na displeji, ktorú sme previali zo stránky GitHub, kde bola prerobená z jazyku C++. Dorobili sme si vlastné funkcie na zobrazovanie nami potrebných dát a takisto zadefinovali nový font vyrobený pomocou programu GLCD Font Creator (odkaz na poslednej stránke). Pri návrhu dosiek plošného spoja sme pridali aj tri tlačidlá, ktoré budú môcť interagovať na prijaté správy. Ďalším vylepšením do budúcnosti je potreba zníženia spotreby zariadenia, pretože to je napájané pomocou micro-USB konektora z batérie kamery, na ktorej je pripevnený, čím znižuje jej výdrž.

Parametrics

Name	Value
Program Memory Type	Flash
Program Memory Size (KB)	32
CPU Speed (MIPS/DMIPS)	20
SRAM Bytes	2,048
Data EEPROM/HEF (bytes)	1024
Digital Communication Peripherals	1-UART, 2-SPI, 1-I2C
Capture/Compare/PWM Peripherals	1 Input Capture, 1 CCP, 6PWM
Timers	2 x 8-bit, 1 x 16-bit
Number of Comparators	1
Temperature Range (C)	-40 to 85
Operating Voltage Range (V)	1.8 to 5.5
Pin Count	32



OLED displej

Bluetooth modul

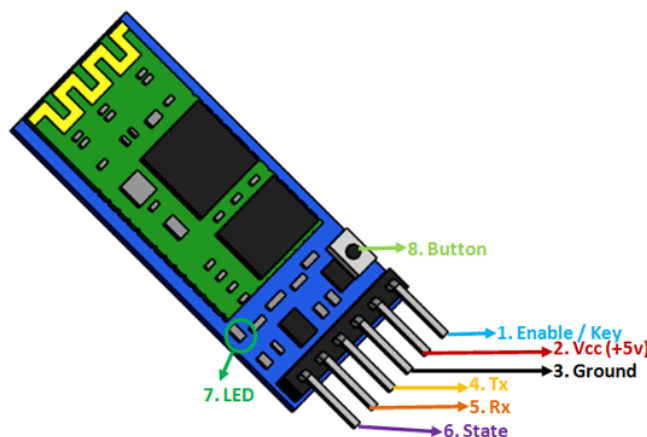
Pre komunikáciu s Android aplikáciou sme využili technológiu Bluetooth, ktorá už je štandardne implementovaná vo väčšine zariadení na trhu. Na pridanie možnosti komunikácie týmto spôsobom riadiacou jednotkou, musíme pripojiť k jednotke Bluetooth modul. Pre naše účely sme si vybrali modul HC-05, ktorý je veľmi často používaný, finančne nenáročný a spoľahlivý. Tento komponent komunikuje s mikrokontrolérom na riadiacej jednotke pomocou UART rozhrania. Takisto obsahuje aj konektor na prepínanie režimu nastavovania alebo prenosu dát a konektor nesúci informácie o pripojení externého zariadenia k Bluetooth modulu. DPS modulu obsahuje tlačidlo reset a informačnú diódu.

Základná konfigurácia modulu:

- názov: *HC-05*
- heslo: *1234*
- základný režim – *prenos dát*
- režimu prenosu dát: *9600, 8, N, 1* (*Baud rate, bity, parita, ukonč. bit*)
- režim nastavovanie: *38400, 8, N, 1*

Technická špecifikácia:

- operatívne napätie: 4 – 6V
- operatívny prúd: 30mA
- dosah: <100m
- splňuje štandard IEEE 802.15.1
- módy: Master, Slave, Master/Slave

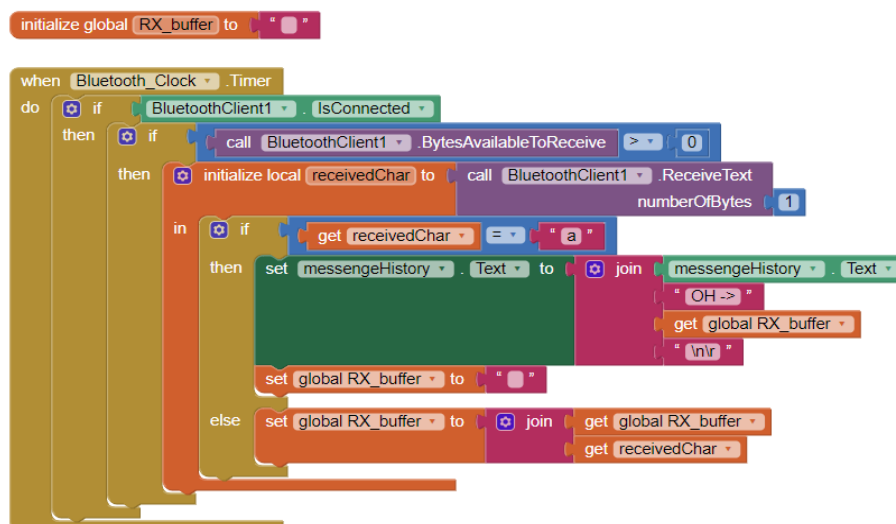


Android aplikácia

Pre odosielanie krátkych textových správ sme si vybrali možnosť vytvorenia Android aplikácie, ktorá v grafickom rozhraní buď vyberie danú správu už z predpripravených alebo napíše novú, ktorú odošle prostredníctvom Bluetooth radiacej jednotke a tá ju roz distribuuje signalizačným jednotkám, teda kameramanom. Počas riešenia projektu, sme nemali veľa času na dlhý vývoj tejto aplikácie a tak sme využili prototypovaciu online aplikáciu MIT APP Inventor namiesto vývojového softvéru Android Studio. Táto aplikácia má výhodu najmä v jednoduchom ovládaní, kde programovanie využíva namiesto písania textového kódu grafické bloky, ktoré do seba logicky zapadajú. Interface jednotlivých komponentov a rôzne riešenia danej problematiky sú skryté za jednoduchú grafiku. Grafické rozhranie aplikácie sa tvorí metódou „drag and drop“ z ponúknutých komponentov. Aplikácia pridáva možnosť vloženia rozšírení tretích strán, ktoré ponúkajú rôzne vylepšenia, oproti pôvodnej aplikácii.

Hlavné výhody a nevýhody využitia MIT APP Inventor:

- + jednoduché rozhranie
- + využívanie komponentov bez nutnosti znalosti ich vnútornej štruktúry
- + rýchla rozšíriteľnosť aplikácie
- niektoré komponenty sú zastaralé a nemajú náhradu
- rozšíriteľnosť aplikácie pomocou Android Studio je oveľa väčšia
- odozva niektorých prvkov je prídlhá



Ukážka programovania pomocou logických blokov – prijímanie dát z Bluetooth klienta

Záver

Projektovú výučbu počas inžinierskeho štúdia hodnotíme veľmi pozitívne. Počas 3 semestrov sme sa oboznámili s rôznymi technológiami a dostali sme príležitosť veľa z nich vysúšať aj v praxi. Naše výsledky z predmetu Projekt 3 by sme ďalej chceli rozvinúť do diplomovej práce, ako bolo na začiatku plánované. Počas semestra sme rozvinuli analyzované riešenia do konkrétnych zariadení. Podarilo sa nám úspešne vytvoriť riadiaci modul a na prototypovej doske, ktorú nám poskytla Katedra technickej kybernetiky, vytvoriť funkčný model signalizačného zariadenia. V čase písania tejto dokumentácie sú DPS potrebné na signalizačný modul už vo výrobe. Takisto sme úspešne vytvorili základnú Android aplikáciu pre overenie funkčnosti zobrazovania správ na grafickom displeji. Do budúcnosti by sme chceli osadiť a dať do prevádzky už finálnu verziu signalizačného modulu, vyriešiť problémy so synchronizovaním odosielania správ, optimalizovanie spotreby jednotlivých častí systému ale najmä vylepšenie funkčnosti Android aplikácie, poprípade prechod na Android Studio.

V závere by sme radi poďakovali vedúcemu našej projektovej výučby prof. Ing. Juraj Miček, PhD., ktorý nám po celý čas poskytoval užitočné vedomosti, informácie ale aj vylepšenia pri riešení rôznej problematiky našej práce.

Odkazy

Technická špecifikácia RF komunikačného modulu CDEbyte E34-2G4H20D:

<http://www.ebyte.com/en/product-view-news.aspx?id=146>

Technická špecifikácia mikrokontroléra Atmel Xmega128A4U:

<https://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATxmega128A4U>

Technická špecifikácia mikrokontroléra Atmel Mega 328p-AUP:

<https://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega328>

Program na vytváranie vlastného písma a grafiky – GLCD Font creator:

<https://www.mikroe.com/glcd-font-creator>

Technická dokumentácia k bluetooth modulu HC-05:

<https://components101.com/wireless/hc-05-bluetooth-module>

Online aplikácie MIT APP Inventor pre vývoj Android aplikácie:

<http://ai2.appinventor.mit.edu>