

SEN: Černá skříňka pro automobil

Petr Rusínák (xrusin03), Andrej Hučko (xhucko01)

Říjen 2018

1 Úvod

Cílem tohoto projektu je vytvořit jednoduchou „černou skříňku“ pro automobil, která v případě detekce nárazu odešle prostřednictvím technologie Bluetooth informaci o poloze vozidla a síle nárazu na server. Na serveru je spuštěna aplikace, která tyto získané přijaté údaje zobrazí.

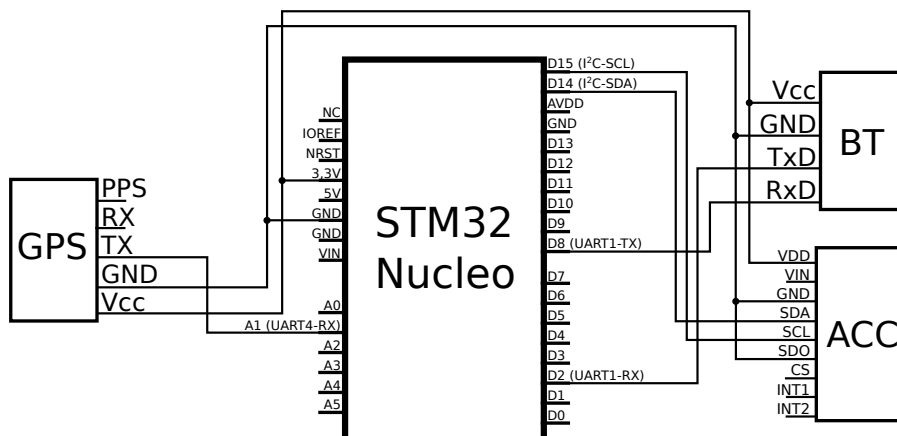
2 Použité zařízení a technologie

Vlastní černá skříňka je realizována kitem STM32 Nucleo 446RE, který složí jako mikrokontrolér, senzory pro zjištění vstupních veličin (zrychlení a poloha) a Bluetooth modulem pro komunikaci se serverem. Konkrétně se jedná o akcelerometr Pololu LSM303D, GPS senzor u-blox NEO 6M a Bluetooth modul Keyestudio Ks0055 HC-06. Ke komunikaci mezi kitem a akcelerometrem se používá rozhraní I2C, zatímco GPS a Bluetooth moduly s kitem komunikují pomocí sériového rozhraní.

Serverová část je řešena jako aplikace pro Android, která může pomocí Bluetooth jednoduše komunikovat s kitem dle zpráv popsanych v kapitole 4.

3 Schéma připojení periférií ke kitu

Na následujícím obrázku je znázorněno schéma zapojení periférií ke kitu STM32 Nucleo. Všechna zařízení jsou napájena napětím 3,3 V a připojena k zemi. Bluetooth modul je připojen pomocí sériové linky na UART1 (piny D2 a D8). Pro obsluhu GPS modulu postačuje pouze jednosměrná komunikace směrem do kitu, stačí tedy připojit výstupní vodič senzoru k vstupnímu pinu UART4 A1. Vodiče akcelerometru SDA a SCL budou připojeny k pinům kitu D14 a D15 a dále je nutné na vstup akcelerometru SDO přivést logickou 0, čímž bude povolena komunikace pomocí I2C.



Obrázek 1: Schéma připojení periferních zařízení

4 Komunikace mezi kitem STM32 Nucleo a serverem

K přenosu informací mezi kitem STM32 Nucleo a serverem se využívá bezdrátová technologie Bluetooth. K úspěšnému navázání spojení je nejprve nutné se prostřednictvím serverové aplikace spárovat a připojit k černé skříňce. Jakmile je spojení vytvořeno, bude černá skříňka automaticky odesílat zprávy o detekovaných nárazech na server (viz podkapitola 4.1). Dále skříňka na vyžádání serveru odešle svoji aktuální polohu (4.2) nebo data z akcelerometru (4.3).

Zprávy zasílané černou skříňkou na server mají vždy délku jednoho řádku a jsou ukončeny bajty CR+LF. Pokyny odesílané serverem do skříňky obsahují vždy jen jeden bajt a neukončují se pomocí CR+LF.

4.1 Zpráva o detekovaném nárazu

Bude-li skříňkou detekován náraz, odešle černá skříňka bez jakéhokoliv vyžádání ze strany serveru následující zprávu na server:

```
crash ; [acc-x] ; [acc-y] ; [acc-z] ; [lat] ; [lon]
```

Kde:

- [acc-x], [acc-y] a [acc-z] jsou informace o síle nárazu v jednotlivých osách získané z akcelerometru. Síla nárazu v každé ose je vyjádřena číslem mezi -32768 a 32767.
- [lat] a [lon] je zeměpisná šířka a délka místa, kde došlo k nárazu, ve formátu [-]DDMMmmmmmm, kde DD jsou stupně, MM jsou minuty a mmmmm jsou stotisíciny minut. Např. hodnota 491394359 znamená 49°13,94359', tj. 49,232393°. Kladná hodnota znamená *north* nebo *east*, záporná hodnota reprezentuje *south* nebo *west*. Údaj DD se může skládat z 1-3 číslic, délka ostatních částí (MM a mmmmm) je pevná. Není-li GPS poloha k dispozici, bude na místě obou složek odeslána hodnota 0.

Příkladem konkrétní zprávy o nárazu odeslané na server může být:

```
crash ; 31054 ; -724 ; 19573 ; 491394363 ; 163523547
```

4.2 Získání aktuální polohy z GPS

Server může dále požádat černou skříňku o odeslání své aktuální polohy bez toho, aby došlo k nárazu. Toto může být použito k ladícím účelům, lokalizaci ztraceného vozidla či k zjištění polohy vozidla po nárazu v případě, že v době nárazu nebyla k dispozici aktuální GPS poloha.

Pro vyžádání aktuální polohy odešle server skříňku zprávu obsahující jediný znak g. Na tento požadavek skříňka odpoví následující zprávou:

```
gps ; [lat] ; [lon]
```

kde význam [lat] a [lon] je totožný jako u zprávy 4.1.

4.3 Získání aktuální hodnoty zrychlení

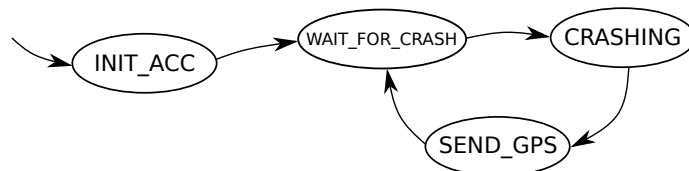
Obdobným způsobem mohou být i vyčteny aktuální hodnoty z akcelerometru. Pro získání těchto hodnot serverová aplikace odešle do černé skříňky zprávu se znakem a. Odpovědí bude zpráva ve formátu:

```
acc ; [acc-x] ; [acc-y] ; [acc-z]
```

kde význam [acc-x], [acc-y] a [acc-z] je totožný jako u zprávy 4.1.

5 Implementace černé skříňky

Logika černé skříňky byla implementována pomocí jednoduchého stavového automatu, který je znázorněn na obrázku 2.



Obrázek 2: Schéma připojení periferních zařízení

Ve výchozím stavu INIT_ACC se pomocí tzv. alive zprávy ověří funkčnost akcelerometru a následně dojde k zapnutí funkce snímání zrychlení, která je ve výchozím stavu akcelerometru po zapnutí vypnutá. Jakmile je akcelerometr inicializován, přejde automat do stavu WAIT_FOR_CRASH.

Ve stavu WAIT_FOR_CRASH se kit periodicky doptává akcelerometru na aktuální hodnotu zrychlení ve všech třech osách. V okamžiku, kdy hodnota zrychlení na ose x nebo y překročí hodnotu 30000 nebo

klesne pod -30000, byl detekován náraz a automat přejde do stavu **CRASHING**. Hodnota 30000 byla zvolena experimentálně. Nutnost detekovat prudkou změnu směru ve směru osy **z** se nepředpokládá.

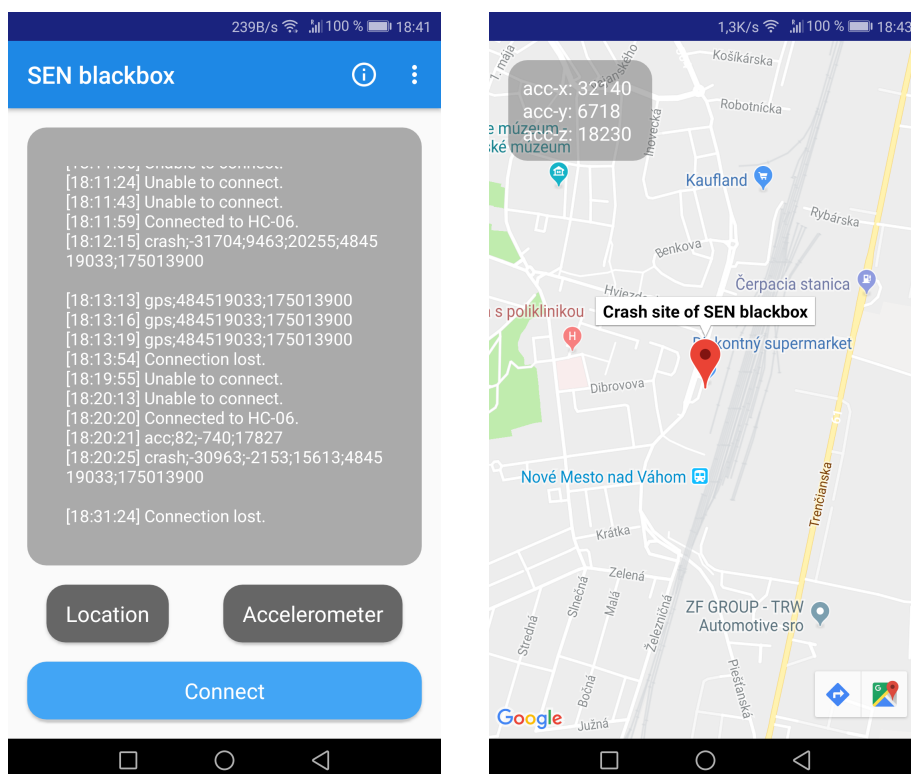
Ve stavu **CRASHING** se kit i nadále periodicky doptává akcelerometru na aktuální zrychlení, aby se ve zprávě odeslané na server nacházela co nejvyšší hodnota zrychlení, která nastala, nikoliv naměřená první hodnota, která překročila prahovou úroveň. V tomto stavu se získané údaje porovnávají s nejvyšší dosud zachycenou hodnotou¹ i s prahovou hodnotou. Při překročení nejvyšší dosud naměřené hodnoty je tato hodnota aktualizována. V okamžiku klesnutí pod prahovou hodnotu automat přejde do stavu **SEND_GPS**.

Ve stavu **SEND_GPS** kit načte aktuální polohu z GPS a odešle zprávu s naměřenou hodnotou zrychlení z minulého kroku a GPS souřadnicí na server. Poté se automat vrátí do stavu **WAIT_FOR_CRASH**.

Implementace požadavků na aktuální GPS souřadnici nebo zrychlení ze serveru je řešena pomocí přerušení. V případě žádosti o zrychlení jsou vráceny data, které byly naposledy získány při čtení dat z akcelerometru ve stavu **WAIT_FOR_CRASH** nebo **CRASHING**. V případě žádosti o GPS jsou data ze senzoru čtena až v okamžiku, kdy jsou vyžádána.

6 Implementace serverové aplikace

Serverová aplikácia je realizovaná pomocou mobilnej aplikácie pre OS Android, jej implementácia je realizovaná v jazyku Java 8. Pripojenie čiernej skrinky ku serveru je realizované pomocou technológie Bluetooth. Pri spustení aplikácie je automaticky skontrolovaná funkčnosť a zapne bluetooth v mobilnom zariadení. Užívateľské rozhranie aplikácie pozostáva z tlačidiel pre pripojenie čiernej skrinky, tlačidlá pre skúšobný mód (odosielajúce príkazy pre získanie aktuálnych GPS súradníc skrinky alebo jej aktuálne hodnoty akcelerometra). Hlavnú časť obrazovky vyplňa informačný panel logujúci vykonané akcie (pripojenie, úspešnosť pripojenia, získanie dát,...). Pri obdržaní „crash“ správy aplikácia nahlási užívateľovi túto udalosť s ponukou na zobrazenie zaznamenaných dát. Zobrazenie GPS súradníc je realizované pomocou Google API.²



Obrázek 3: Serverová aplikácia čiernej skrinky

¹Při porovnání je vždy rozhodující vyšší složka z dvojice ($\text{abs}(x)$, $\text{abs}(y)$) a aktualizuje se vždy celá trojice (x , y , z) současně.

²<https://developers.google.com/maps/documentation/android-sdk/intro>

7 Autoři

Na řešení projektu se podíleli následující autoři:

- Petr Rusínák (xrusin03) – programování kitu STM32 Nucleo, dokumentace
- Andrej Hučko (xhucko01) – vývoj Android aplikace, dokumentácia

8 Závěr

Vytvorené riešenie plní rolu čiernej skrinky, ktotá v prípade detekcie nárazu odošle informáciu o mieste udalosti a sile nárazu pomocou Bluetooth na server, ktorý realizovaný pomocou aplikácie pre Android, teda server môže predstavovať ľubovoľný smartfón. Serverová aplikácia má tiež tzv. debug mód, cez ktorý možno sledovať živé hodnoty GPS modulu a akcelerometra čiernej skrinky.