

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 Bluetooth informaci o poloze vozidla a síle nárazu na server. Na serveru bude spuštěna aplikace, která tyto získané přijaté údaje zobrazí.

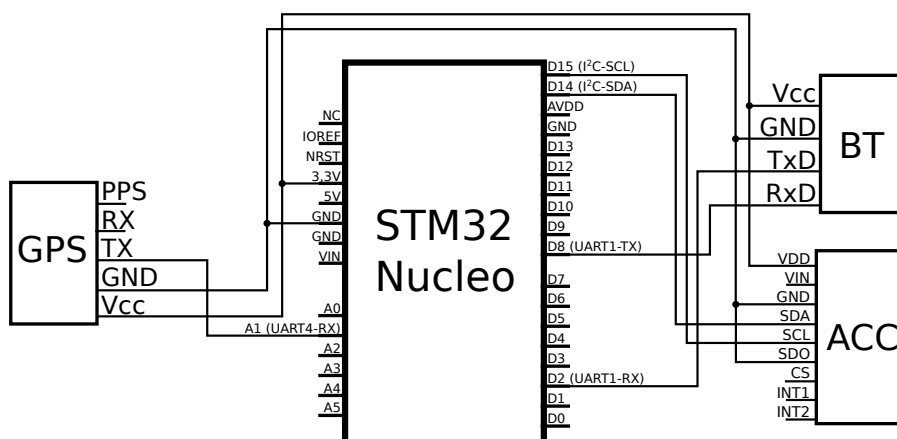
2 Použité zařízení a technologie

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:

```
crash ; [ lat ] ; [ lon ]
```

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

4.3 Získání aktuální hodnoty zrychlení

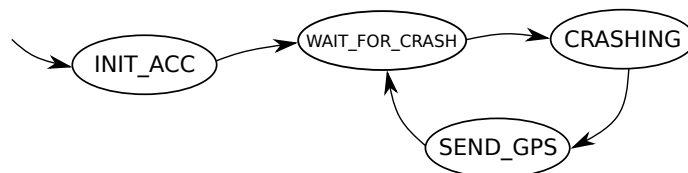
Obdobným způsobem mohou být i vyčteny aktuální hodnoty z akcelerometru. Pro získání těchto hodnot serverová aplikace odešle do černé skříňky zprávu se znakem *a*. Odpovědí bude zpráva ve formátu:

```
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 pro Android

...

7 Autoři

Na řešení projektu se podíleli následující autoři:

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

8 Závěr

Vytvořené řešení plní roli černé skříňky, která v případě detekce nárazu odešle informaci místě události a síle nárazu na server...

TODO

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.