

3D CONTROLLER

Lukáš Hrubý

Master Degree Programme (1) FEEC BUT

E-mail: xhruby20@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Marek Bohrn

E-mail: bohrn@feec.vutbr.cz

Abstract: The following article deals with problems of scanning of device position in space, processing of collected data about its position and sending these data to end device. In scope of this work will be created controller which will use accelerometer and magnetometer to scan its actual position in respect to Earth and it will wirelessly send its position to controlled device. Individual components for proposal are chosen based on previous experience and available documentation.

Keywords: Accelerometer, magnetometer, gyroscope, Bluetooth, 3D, controller

1 ÚVOD

Cílem této práce bylo konstrukčně a elektronicky navrhnout prostorový ovladač, který bude na základě informací ze senzoru bezdrátově odesílat údaje o své poloze v prostoru do zobrazovacího, případně ovládaného zařízení. Podobných 3D ovladačů existuje na trhu mnoho, ať už se jedná o prostorové ovladače pro orientaci v programech na úpravu 3D grafiky, pro řízení modelů a hraček, případně samotné senzory v mobilních telefonech a ostatních elektronických zařízeních.

Jedním z prvních ovladačů tohoto typu byl Cyberpuck od společnosti The Forte Technologies, který získal název díky své podobnosti s hokejovým pukem. Tento ovladač umožňoval uživatelům pohyb ve virtuální realitě nebo ve hrách pomocí náklonu vpřed, vzad, doprava, doleva maximálně o 45°. [1]

Sestavený ovladač umožňuje snímat pohyb ve všech těch osách a v jakémkoli úhlu. Je ergonomicky navržený pro použití jak v levé, tak v pravé ruce a byl kladen důraz na jednoduchost používání. Snímání polohy se provádí za pomoci akcelerometru a magnetometru, které jsou integrovány na jednom křemíkovém čipu senzoru LSM9DS0.

2 POPIS ZAŘÍZENÍ

Následující část textu se bude zabývat použitými technologiemi, bezdrátové komunikace a následně zde bude popsán návrh samotného zařízení jak po stránce konstrukční, tak elektronické a softwarové.

2.1 TECHNOLOGIE

MEMS je zkratkou pro Micro Electro Mechanical System, což je technologie, která umožňuje integraci složitých prvků na křemíkový substrát. Firma Freescale vytvořila v roce 2007 zcela novou řadu 3D akcelerometrů, které umožňují měřit zrychlení působící ve třech osách. Tyto akcelerometry se vyznačují především lepšími dynamickými vlastnostmi a nízkou spotřebou při mnohem menších rozměrech než původní komerční senzory. [2]

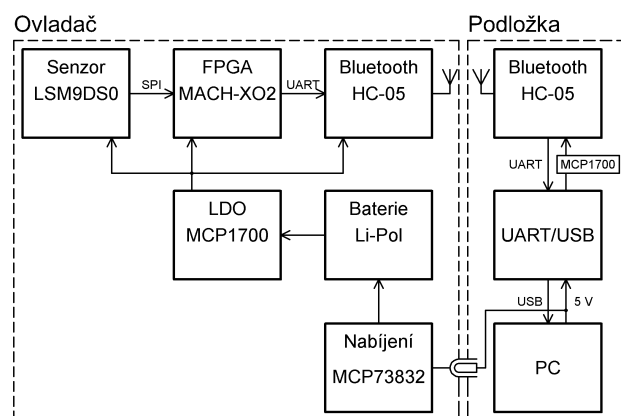
Akcelerometr MEMS snímá pomocí struktury dvou pevných a jedné plovoucí elektrody. Při působení zrychlení se pohyblivá elektroda pohybuje a způsobuje změnu kapacity, která se převede na jednoduše měřitelnou elektrickou veličinu. MEMS gyroskop pracuje

na podobném principu jako akcelerometr. Struktura osciluje na předem známé frekvenci a v případě působení Coriolisovy síly při otáčení senzoru se kapacita kondenzátoru mění. Nejvyužívanější MEMS magnetometry pracují na principu Hallova jevu, kdy se na tenkém kovovém plátku, který je vložen do magnetického pole, měří napětí. [3]

Pro jednoduchou manipulaci s ovladačem je nutno zajistit bezdrátovou komunikaci a samostatné napájení pomocí baterie. K zajištění minimální spotřeby byl zvolen Bluetooth modul, který má sice menší dosah než podobné Wi-Fi moduly, ale tato nevýhoda je výrazně kompenzována jeho spotřebou. Bluetooth komunikaci v dnešní době umožňují téměř všechna komunikační zařízení.

2.2 ELEKTRICKÝ NÁVRH ZAŘÍZENÍ

Celý systém prostorového ovladače se skládá ze dvou hlavních bloků. Samotného ovladače a podložky, která je připojena přes USB k počítači a zároveň umožňuje nabíjení ovladače. Blokové schéma systému je znázorněno na obrázku č.1.



Obrázek 1: Blokové schéma

Hlavním prvkem ovladače je obvod FPGA MACH-XO2-1200, který zpracovává odeslané informace ze senzoru a předává je dále do Bluetooth modulu. Pro napájení obou obvodů jsou v zařízení dva lineární napěťové regulátory, které zajišťují 1,2 V a 3,3 V napájení pro obvod FPGA a HC-05 modulu. Celé zařízení je napájené z Li-Pol baterie s kapacitou 850 mAh, která při plném zatížení (proudu asi 40 mA) vystačí s dostatečnou rezervou na 8 hodin provozu.

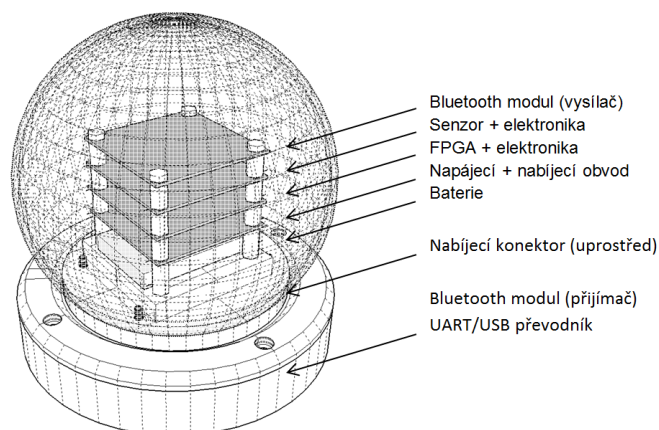
Podložka tvoří přijímač a zároveň slouží jako nabíjecí stanice. Nabíjecí obvod MCP73832 používá CCCV metodu nabíjení, kdy se nejprve nabíjí konstantním proudem a poté konstantním napětím. Maximální nabíjecí proud do baterie je omezen řídicím rezistorem na 300 mA, doba do plného dobití zařízení je tedy asi 2,5 hod. Omezení proudu je především z důvodu tepelných ztrát uvnitř uzavřeného obalu pro zajištění dostatečného odvodu tepla.

V podložce se dále nachází převodník UART rozhraní na USB rozhraní, který předává bezdrátově přijaté informace do koncového zařízení, v tomto případě počítače.

2.3 MECHANICKÝ NÁVRH ZAŘÍZENÍ

Z důvodu zajištění dostatečné ergonomie je celý ovladač navržen ve tvaru koule, která má seříznutou spodní plochu. Tato plocha byla vytvořena hlavně z důvodu jednoduchého sesazení na nabíjecí podložku a dále pak pro zabránění nechtěného pádu při odložení. Díly ovladače byly vytvořeny na 3D tiskárně.

Pro přesné snímání bylo nutno umístit senzor do středu koule. Byla tedy zvolena sestava několika desek plošných spojů nad sebou, které plní jednotlivé funkce. Propojení jednotlivých desek je realizováno pomocí pinových lišt, které jsou umístěny po okrajích. Tyto lišty zajišťují distribuci napájení a komunikačních signálů. Dostatečnou mechanickou pevnost pak celé sestavě dodávají distanční sloupky umístěné v rozích. Viz obrázek č.2.



Obrázek 2: Grafická vizualizace zařízení

2.4 ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH DAT

Počítačem přijatá data jsou programem přepočítána na jednotlivé úhly a následně vykreslena do tří vektorů umístěných do modelu síťované koule. Tento způsob zpracování byl zvolen především pro jednoduchou demonstraci otočení zařízení, jelikož data se předávají v reálném čase, a je tedy vidět, jak vektory přesně opisují natočení ovladače.

3 ZÁVĚR

Vytvořený model prostorového ovladače demonstruje využití akcelerometrických a magnetometrických senzorů. Gyroskop, který je v obvodu LSM9DS0, by bylo možné využít především pro zpřesnění výsledků při prudkých pohybech, ovšem kombinace akcelerometru a magnetometru je dostačující vzhledem k faktu, že pro měření polohy využívají absolutních soustav.

Obnovovací frekvence natočení v grafickém zobrazení je 10 Hz. Tato rychlost je dostatečná pro demonstraci pohybu zařízení, ale pro praktické využití by bylo nutné ji zvýšit. Hlavním limitem této frekvence je především UART rozhraní, které aktuálně komunikuje s rychlostí 38 400 bps. FPGA design zabírá zhruba 25 % dostupných náhledových tabulek, 8 % registrů a jeho maximální frekvence je 160 MHz. Zařízení je schopné určit jeho aktuální natočení s přesností 1°.

Elektroniku v zařízení se podařilo zrealizovat menší, než se původně očekávalo. Je zde tedy možnost zmenšení celého ovladače pro pohodlnější manipulaci a ovládání. V další verzi by byla odstraněna ostrá hrana seříznuté strany koule, která způsobuje nepohodlné uchopení.

REFERENCE

- [1] Cyberpuck VR Game Controller [online] 2006, mindflux.com [cit. 10-12-2015] Dostupné z: <http://www.mindflux.com.au/products/iis/cyber.html>
- [2] Antonín VOJÁČEK - Jak pracují nové 3D MEMS akcelerometry Freescale [online] 2007, hw.cz [cit. 11-12-2015] Dostupné z: <http://vyvoj.hw.cz/soucastky/jak-pracuji-nove-3d-mems-akcelerometry-freescale.html>
- [3] Maria Teresa TODARO, Leonardo SILEO, Massimo De VITTORIO - Magnetic Field Sensors Based on Microelectromechanical Systems (MEMS) Technology [online - PDF] University of Salento, Italy, InTech Europe [cit. 11-12-2015] Dostupné z: <http://cdn.intechopen.com/pdfs/30946.pdf>
- [4] HRUBÝ, L. Prostorový ovladač. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Ústav mikroelektroniky, 2016. 42 s., 12 s. příloh. Vedoucí bakalářské práce Ing. Marek Bohrn, Ph.D..