

POSITION SENSOR FOR DYNAMIC VERTICALIZATION

Michaela Hláčiková

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xhlaci01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Oto Janoušek

E-mail: janousek@feec.vutbr.cz

Abstract: Dynamic verticalizer is a device designed for the rehabilitation of patients with lower limbs disabilities. The aim of this study is to construct a motion sensor prototype that controls computer games in the rehabilitation process by moving the patient body.

Keywords: Dynamic verticalizer, position sensor, Arduino Leonardo Pro Micro, MPU-6050, HC-05

1 ÚVOD

Pacienti so zdravotným postihnutím dolných končatín, či dlhodobo ležiaci trpia problémami spôsobenými ich dlhodobou nehybnosťou, pričom sa jedná napríklad o preležaniny alebo ochabnutie svalstva. Vo fyzioterapii sa u tejto skupiny pacientov najčastejšie využíva takzvaná vertikalizácia, čo je postavenie pacienta do polohy v stoji. Vertikalizáciu umožňuje dynamický vertikalizátor. Prístroj umožňuje pacientom náklon tela do všetkých smerov. Cieľom práce je zhotovenie prototypu snímača polohy, ktorý je schopný zaznamenávať polohu pacienta a následne ovládať šípky počítačovej klávesnice, čím umožňuje pacientom ovládanie počítačových terapeutických hier pohybom tela.

2 PROTOTYP SNÍMAČA POLOHY

Prototyp snímača polohy je skonštruovaný z vhodnej vývojovej dosky a komponentov slúžiacich na snímanie pohybu a prenos údajov do počítača. Ako vývojová doska bola použitá doska Arduino a komponenty modul akcelerometra s gyroskopom a Bluetooth modul. Prototyp snímača bol umiestnený na pravej nohe dynamického vertikalizátora.

2.1 KOMPONENTY

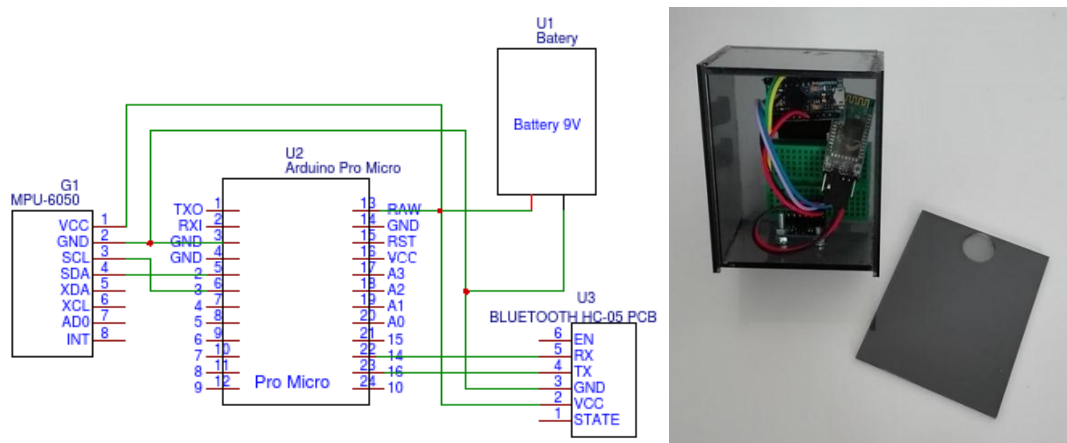
Dôležitým parametrom pri výbere vývojovej dosky bola možnosť ovládania klávesnice PC mikroprocesorom, vďaka čomu bolo následne možné ovládanie počítačovej hry. Z tohto dôvodu bola v práci zvolená doska **Arduino Leonardo Pro Micro**. Ďalším dôvodom jej použitia bola jej cenová dostupnosť a praktickosť. Arduino Leonardo Pro Micro je miniatúrna vývojová doska, na ktorej je umiestnený 8-bitový mikrokontrolér AVR ATmega32u4 taktovaný na kmitočte 16 MHz. Ďalej obsahuje 12 I/O pinov, z čoho 9 pinov je analógových, jedno sériové rozhranie, I2C zbernicu a SPI zbernicu.

Pri práci bol použitý **modul MPU-6050**, pričom sa jedná o trojosí akcelerometer a gyroskop. Tento modul umožňoval zaznamenávanie polohových dát. Rozsah digitalizovaného výstupu bol nastavený na +/- 2 g u akcelerometra, čo znamená, že maximálne zrýchlenie modulu bolo 2g. Rozsah gyroskopu bol nastavený na +/-250°/s, čo odpovedá maximálnej uhlovej rýchlosti 250°/s. Na nehybne stojaceho človeka pôsobí sila 1g. Pri pohyboch vykonávaných na dynamickom vertikalizátore sa táto sila mierne zvýši, ale neprekročí nastavený rozsah. Použitý rozsah bol z hľadiska použitia modulu na zaznamenanie polohy dostačujúci. Citlivosť modulu bola taktiež vyhovujúca. Vzorkovacia

frekvencia zaznamenávania dát bola nastavená na 10 Hz, teda dáta boli zaznamenávané každých 100 ms. [1]

Bluetooth modul HC-05 slúži na bezdrôtový prenos údajov medzi Arduino a ďalším zariadením, ktoré podporuje Bluetooth. V práci bol použitý z dôvodu modernizácie dynamického vertikalizátora. Má dostatočný rozsah pokrytia a zabezpečuje rýchlu komunikáciu medzi zariadeniami s podporou Bluetooth. Modul obsahuje Bluetooth 2.0 a s Arduino komunikuje prostredníctvom sériovej linky s počiatočnou rýchlosťou 9600 baudov. Dosah je obmedzený na 10 metrov vo voľnom priestranstve. [2]

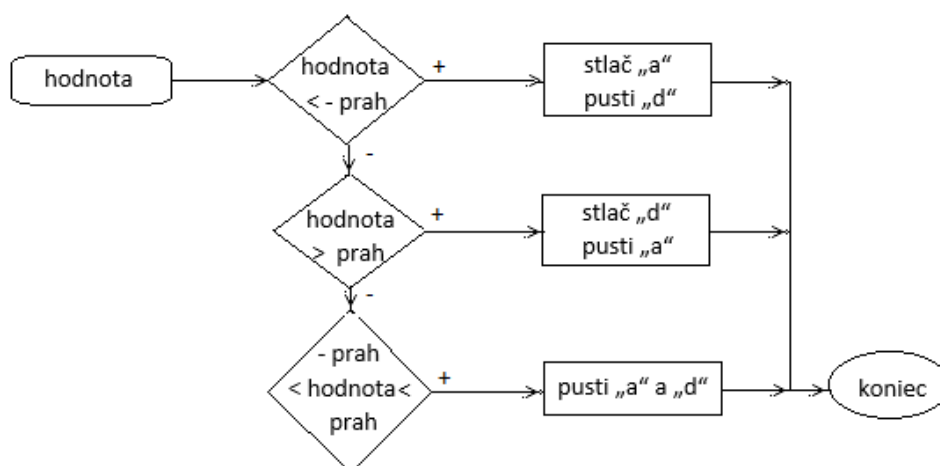
Obrázok 1 vyobrazuje schému zapojenia prototypu snímača polohy a realizáciu prototypu.



Obrázok 1: Vľavo: schéma zapojenia prototypu snímača polohy. Vpravo: realizácia prototypu.

2.2 OVLÁDANIE KLÁVESNICE

Ovládanie klávesových šípok bolo uskutočnené simuláciou v programe Matlab R2017a. Prijímanie, ukladanie a zobrazovanie dát prebieha vďaka doplnku **ArduinoHardware Support**, ktorý umožňuje komunikáciu medzi vývojovou doskou Arduino, jej komponentami a Matlabom. Do Matlabu boli prijímané dáta z akcelerometra a gyroskopu prostredníctvom funkcie Bluetooth, ktorá umožňuje príjem dát z Bluetooth modulu. Dáta boli následne prostredníctvom cyklu *while* vykresľované a ukladané v reálnom čase, pričom sa prepočítavali hodnoty G_y , teda hodnoty z Y-osy gyroskopu na upravené hodnoty v_y , ktoré slúžili na simuláciu stlačenia kláves.



Obrázok 2: Vývojový diagram simulácie stlačenia kláves

Simulácia stlačenia kláves sa v Matlabe uskutočňuje pomocou **jawa.awt.Robot**, čo je emulátor ľudského stlačenia klávesnice virtuálnym robotom. Hra bola ovládaná pomocou klávesy „a“ pri

smere vľavo a pomocou klávesy „d“ pri smere vpravo. Na vyhodnotenie momentu, kedy mala byť stlačená klávesa „a“ a klávesa „d“ bol použitý cyklus podmienok vnorený do spomínaného *while* cyklu, ktorý reprezentuje diagram na obrázku 2. Premenná *hodnota* predstavovala poslednú hodnotu vektoru *vy*, ktorá nadobúdala s každým cyklom získavania dát nové hodnoty. Premenná *prah* bola nastavená na hodnotu 1000, vďaka čomu sa vytvorilo pásmo hodnôt, kedy neboli stláčané žiadne klávesy.

2.3 TERAPEUTICKÉ HRY

Účelom terapeutických hier je spríjemnenie procesu rehabilitácie. Okrem spríjemnenia rehabilitácie pacientov slúžia terapeutické hry aj na kontrolu stavu pacientov. Hra určená na ovládanie dynamickým vertikalizátorom by mala byť jednoduchá na ovládanie, ovládanie by malo byť len v smere vpravo, vľavo, vpred a vzad. Na hranie pomocou skonštruovaného prototypu snímača polohy sú teda vhodné hry, ktoré sa ovládajú stláčaním klávesových šípok, prípadne kláves A, S, D a W. Ovládanie pomocou kláves A, S, D a W využíva hra Cube Dodger, ktorá bola využitá pri práci. Cieľom hry je prejsť pomedzi kociky bez toho, aby sa hráč šípkou dotkol kociek (Obrázok 2). Nastavenia hry umožňujú zvoliť mieru obtiažnosti a rýchlosť pohybu.



Obrázok 3: Vľavo: hranie terapeutickej hry pomocou dynamického vertikalizátora. Vpravo hore: terapeutická hra. Vpravo dole: Detail prototypu snímača polohy umiestneného na vertikalizátore

3 ZÁVER

Prototyp snímača polohy bol skonštruovaný s cieľom modernizácie dynamického vertikalizátora určeného na rehabilitáciu pacientov prostredníctvom hrania terapeutických hier. Po skonštruovaní a naprogramovaní prototypu sa uskutočnilo meranie na desiatich dobrovoľníkoch podľa protokolu merania. Dáta získané z merania budú ďalej spracované a vyhodnotené. Hodnotený bude rozsah, linearita a rýchlosť pohybu dobrovoľníkov, pričom vybrané parametre budú ďalej štatisticky spracované.

REFERENCIE

- [1] InvenSens Inc. *MPU-6000 and MPU-6050 Product Specification Revision 3.4*. [online]. [cit. 2013-8-19]. Dostupné na URL: <<https://www.invensense.com/wp-content/uploads/2015/02/MP>>
- [2] GME. *HC-05 Bluetooth Module*. [online]. [cit. 2017]. Dostupné na URL: <<https://www.gme.cz/data/attachments/dsh.772-148.1.pdf>>