

VYUŽITIE FIR FILTRA PRI ZÍSKANÍ INFORMÁCIE O NÁKLONNE POMOCO MEMS AKCELEROMETRU

Branislav Thursk, Vladimír Pavlík

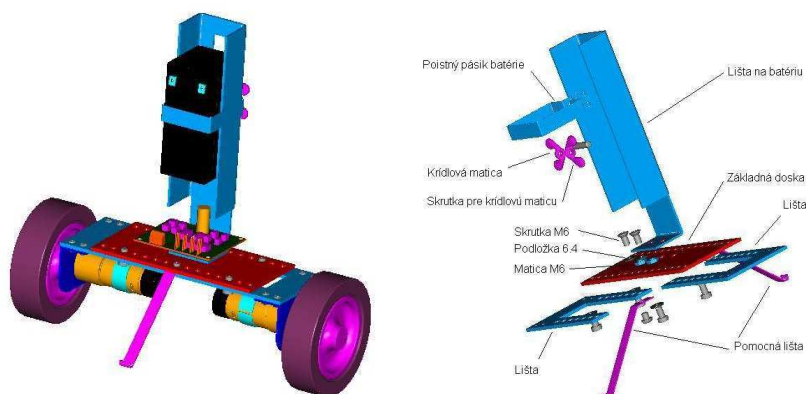
Fakulta mechatroniky TnUAD, Študentská 1, 911 50 Trenčín Slovakia, thursky@tnuni.sk

Abstract

Príspevok sa zameriava na spracovanie získanej informácie o naklonení robota z MEMS akcelerometra ADXRS150EB. Keďže pri pohybe robota vznikajú vibrácie, ktoré spôsobujú rušenie signálu zo samotného snímača a tým znemožňujú správne vypočítanie uhla naklonenia plošiny. Na to aby sme vôbec mohli zistiť sklon plošiny robota sa využíva zemská gravitácia. Tá nie je všade rovnaká a takisto napájacie napätie senzora, ktoré vplyva na výsledný výstupný signál sa môže meniť. Preto je potrebné akcelerometer kalibrovať a taktiež odfiltrovať vstupné signály od poruchy. Na výpočet uhla naklonenia sa využíva nielen absolútna hodnota gravitačného zrýchlenia, ale aj okamžitý priemet jeho zložiek do osí senzora. Následne sa pomocou trigonometrických funkcií vypočíta uhol naklonenia, čo vedie výrazom obsahujúcim funkciu *sínus* alebo *kosínus*. Tieto funkcie sú nelineárne a neumožňujú dostatočnú presnosť výpočtu v celom svojom rozsahu. Z toho dôvodu je potrebné uhol počítať v jednotlivých intervaloch podľa tej funkcie (*sínus* alebo *kosínus*), ktorá dáva lepšie rozlíšenie. Inak povedané väčšiu zmenu hodnoty napätia na jednotkovú zmenu uhla.

1 Uvod

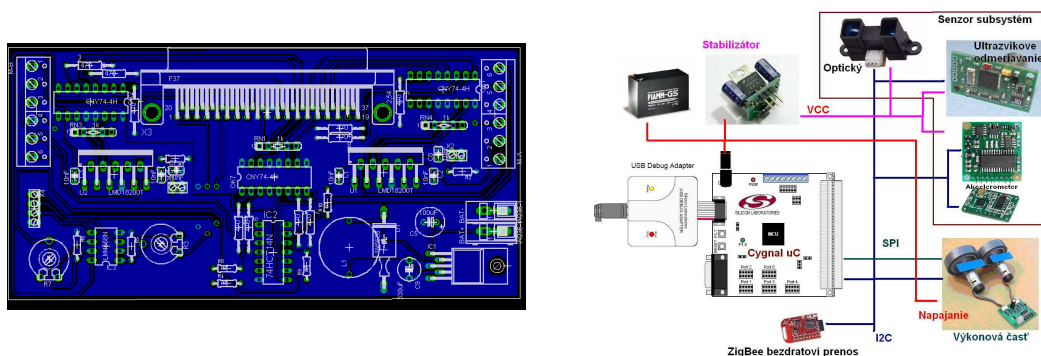
Meranie naklonenia ktorému sa venuje tento príspevok tvorí subsystém potrebný pre ovládanie mobilného robota nazývaného Segway. Jeho mechanická konštrukcia je znázornená na obr.č.1. Konštrukcia je realizovaná tak, aby umožňovala aj ďalšiu prípadnú úpravu dynamiky robota. To znamená zmenu ťažiska. Konštrukcia umožňuje umiestnenie výkonového, riadiaceho a sensorického subsystému priamo na telo robota.



Obr.č.1: Mechanický systém robota

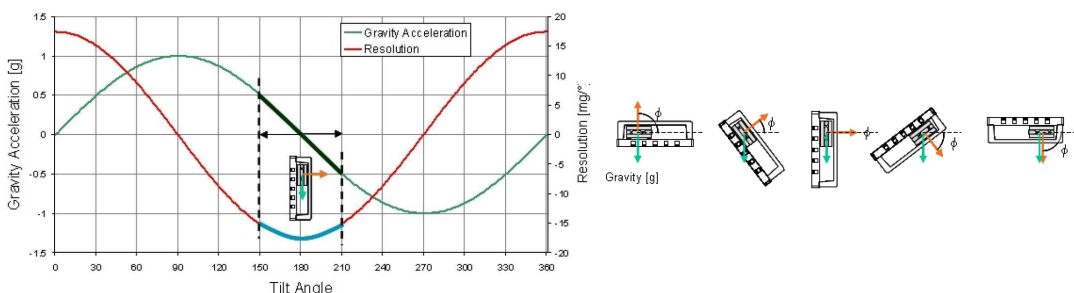
Elektrický subsystém je vytvorený a navrhnutý tak, aby ho bolo možné pripojiť aj ku riadiacim kartám Humusoft MF 624. A ovládať ho pomocou Matlab-Simulink xPC-Target. Výkonové koncové budiče LMD18200 pre budenie DC motorov sú galvanicky oddelené od riadiaceho subsystému. Napájanie je z Ni-MH akumulátorovej batérie 12V 1,2Ah (FG20121A), z ktorej sa pomocou spínaného zdroja vytvára napätie pre riadiacu časť obvodom LM2575. Doska výkonovej časti je zrealizovaná v prostredí EAGLE v14.3 a ukázaná na obr.č.2.

Riadiaci a senzorický subsystém s prepojením na výkonovú časť je znázornený blokovo na obr.č.2. Ako je vidieť z blokovej schémy ide o systém, ktorý je možné ďalej rozširovať. Pohonný a senzorický subsystém je s riadiacim systémom prepojený sériovým komunikačným rozhraním I2C alebo SPI. Čo jednoducho umožní rozšíriť systém o ďalšie prípadne senzory. Takáto štruktúra tiež umožňuje zabezpečiť niektoré úlohy riadenia pri výpadku časti systému. Napríklad udržať robot v priamej polohe a na mieste, čo je najdôležitejšia podmienka funkčnosti systému aj pri prípadnom výpadku optického odmeriavania s kompasom na orientáciu v priestore. Robot je ďalej možné rozšíriť o CCD kameru na rozpoznávanie prostredia v ktorom sa nachádza.



Obr.č.2: Bloková schéma riadiaceho systému

Matematický model robota je dobre popísaný v dostupnej literatúre [1],[2]. Preto sa ním v tejto práci nebudem bližšie zaoberať. Príspevok sa v tejto etape riešenia zameriava na spracovanie získanej informácie o naklonení robota z MEMS akcelerometra. Keďže pri pohybe robota vznikajú vibrácie, ktoré spôsobujú rušenie signálu zo samotného snímača a tým znemožňujú správne vypočítanie uhla naklonenia plošiny. Na to aby sme vôbec mohli zistiť sklon plošiny robota sa využíva zemská gravitácia. Ta nie je všade rovnaká a takisto napájacie napätia senzora, ktoré vplýva na výsledný výstupný signál sa môže meniť. Preto je potrebné akcelerometer kalibrovat'. Na výpočet uhla naklonenia sa využíva nielen absolútna hodnota gravitačného zrýchlenia, ale aj okamžitý priemet jeho zložiek do osí senzora. Následne sa pomocou trigonometrických funkcií vypočíta uhol naklonenia. To vedie k použitiu funkcií sínus a kosínus, preto je potrebné uhol počítat' z intervalov, v ktorých dávajú funkcie lepšie rozlíšenie. Pre lepšie pochopenie vid'. Obr.č.3.



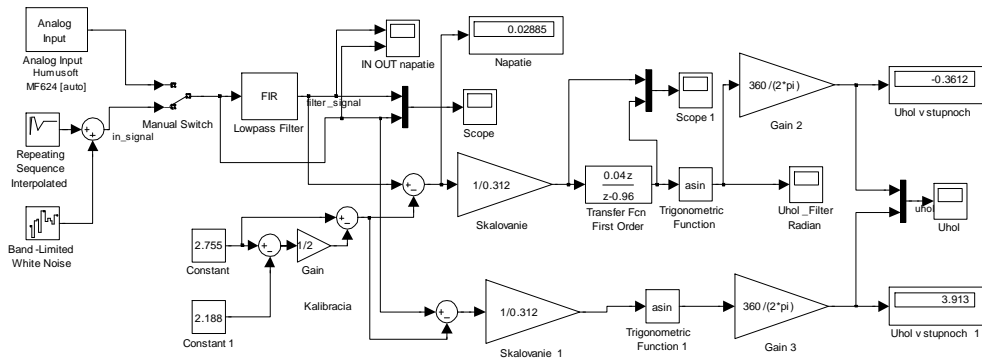
Obr.č.3: Zaškálované napätie zodpovedajúce nakloneniu senzora.

2 Implementácia v Matlab-Simulink

Pri spracovávaní signálu je použitý číslicový filter typu FIR a na potlačenie vibrácií diskretná prenosová funkcia prvého rádu. Blokovo schéma výpočtu uhla naklonenia spolu s filtráciou signálu je znázornená na obr.č.4. FIR filtre patria medzi tzv. dopredané filtre, ktoré obsahujú iba dopredné väzby (nemá spätné väzby). Tým je zabezpečená odolnosť filtra proti zakmitaniu a aj jeho veľká robustnosť. FIR filter je možné popísať vs'ahom:

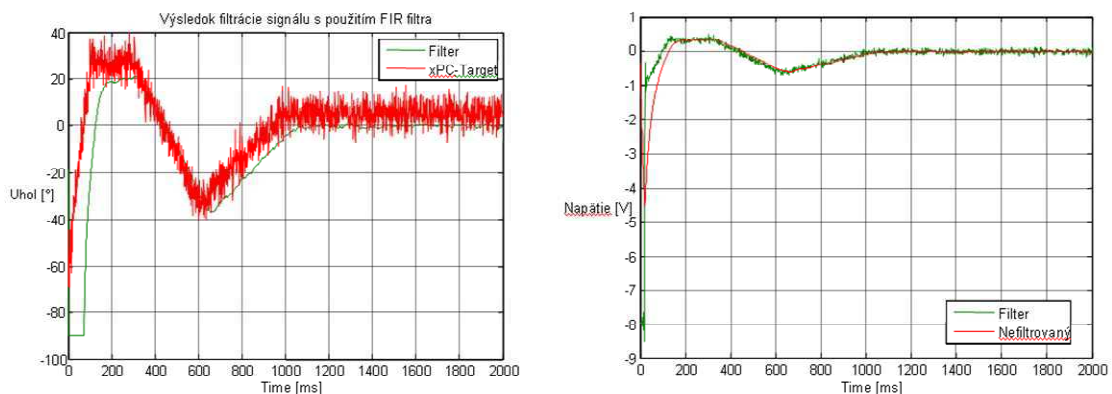
$$y(k) = \sum_{n=0}^N a(n) \cdot x(k-n) \quad (1)$$

Pri návrhu filtra sa hľadajú koeficienty $a(n)$. Voľbou rádu filtra spolu s koeficientmi sa určuje strmosť prechodu prenosovej amplitúdovo frekvenčnej charakteristiky medzi priepustným a nepriepustným pásmom. Na samotné určenie koeficientov je v *Matlabe* pripravený sprievodca. Nájde ho aj v blokoch používaných v *Simulinku*.



Obr.č.4: Schéma na výpočet uhla naklonenia plošiny

Na vytvorenej simulačnej schéme v prostredí *Matlab-Simulink* bol zrealizovaný experimentálny model výpočtu uhla naklonenia plošiny, tak ako na teoretickom signály s bielim šumom aj priamo na MEMS akcelerometry pripojenom pomocou xPC-Target. Zistené výsledky ukazujú obr.č.5.



Obr.č.5: Priebeh zmeny uhla naklonenia plošiny v čase

Ako je vidieť z uvedených obrázkov bez použitia filtrácie by vzniknutá chyba odmeriavania uhla naklonenia bola okolo 3° čo je neprípustné. Po odfiltrovaní a odstránení záchvevov sme dosiahli presnosť na menej ako 1° za cenu oneskorenia. Počiatočné oneskorenie signálu s FIR filtra je spôsobené jeho samotnou konštrukciou keďže pracuje s dopredanými signálmi.

3 Záver

Spracovanie uhla náklonu robota je dôležitá informácia, bez ktorej by nebolo možné zabezpečiť jeho zvislú polohu. Správnosť spracovania spomenutej veličiny vo veľkej miere ovplyvňuje celkovú reguláciu, ktorej sa v tomto článku nevenujeme. Príspevok ma za snahu ukazať mechatronický prístup pri tvorbe robota. Mobilný robot je bezpochybný systém, ktorý si vyžaduje pri samotnej tvorbe a návrhu mechatronický prístup. Teda pri samotnej tvorbe systému je potrebné dobre poznať dynamiku zariadenia a podľa nej navrhnuť optimálny

riadiaci systém s cieľom dosiahnuť želané vlastnosti systému. Práca vytvára určitú metodiku pri tvorbe mechatronického systému, ktorú bude možné prezentovať nie len po teoretickej ale aj praktickej stránke. Čoho výsledkom je spomínaný fyzikálny model s riadeným koordinovaným pohybom. Robot umožňuje pri cenovej nenáročnosti, ďalej projekt rozširovať po softvérovej stránke, a tak ho rozšíriť o úlohy inteligentného plánovania pohybu v teréne.

4 Literatura

- [1] BARKER, DOWLING, MODRA, TOOTELL, BROVN. *Son of Edgar*. The University of Adelaide, 2006. 275 strán.
- [2] MASÁR I., IVANOV I. *Aplikácie reálneho času v programovom prostredku Matlab/Simulink*. STU Bratislava, 2001. 196 strán. ISBN 80-277-1601-4