

MODEL OF BIPEDAL WALKING ROBOT

Jan Čermák

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT E-mail: xcerma32@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Petr Vyroubal

E-mail: vyroubal@feec.vutbr.cz

Abstract: The purpose of this thesis is to construct a two-legged walking robot. This robot will be able to walk forward independently, following a given trajectory without any human assistance. The whole thesis includes the design of the robot construction, its modelling, the theory related to printing the robot with a 3D printer and finally, the programming of the robot's walk.

Keywords: Model, Robot, Servomotor, Arduino

1 ÚVOD

Hlavním cílem práce bylo navrhnout, následně vytvořit a řídit reálný model dvounohého kráčejícího robota, jenž by simuloval opravdovou chůzi jako člověk. Tedy aby dokázal ohýbat nohu do více směrů, dokázal ji vytočit, natáhnout a tak dále. K tomu je potřeba vytvořit model robota, který by toto umožnil, co se týká stability i možnosti dalšího rozvíjení, a byl soběstačný vykonávat chůzi vpřed po ose bez zásahu člověka.

Model robota byl vytvořen v 3D modelářském programu SolidWorks, k tisku dílů byla použita 3D tiskárna s technologií FDM (Fused Deposition Modeling) a použitý materiál je PLA (Polyactid Acid), jenž je bioplast vyráběný z rostlin.

K pohybu jsou použity servomotory MEX - 645BB MG Digital ovládané pomocí platformy Arduino.

2 NÁVRH

Před samotnou tvorbou projektu bylo nutné promyslet, jakou bude mít výsledný model reálnou podobu, aby bylo možné ho následně naprogramovat k předpokládané trajektorii chůze. Po výběru návrhu modelu mohlo přijít na řadu samotné modelování modelu robota v 3D modelářském programu.

Při modelování bylo nutné brát v potaz přesné parametry zakoupených součástí. Po dokončení celého modelu přišel na řadu tisk.

2.1 VÝBĚR NÁVRHU

Při výběru návrhu modelu robota byla inspirace v podobě dolních končetin člověka jasnou volbou, jelikož toto uzpůsobení je, mimo jiné, k zadanému pohybu přímo uzpůsobeno.

Před modelováním mechanické konstrukce přišlo na řadu teoretické rozebírání reálného sestavení této konstrukce, u které se zjišťovalo především v kolika kloubech a pak v kolika osách je daný kloub potřeba ohýbat. Na základě těchto zjištění byl zakoupen následný počet servomotorů, ložisek a šroubů k upevnění v ose hřídele servomotoru.

2.2 MECHANICKÁ KONSTRUKCE

Při konečném návrhu mechanické konstrukce pro modelování bylo nutno vymyslet konstrukci, schopnou ohýbat se ve všech potřebných osách, bez destruktivního zatížení na součásti konstrukce.

Robot je tvořen dvěma nohama, jenž jsou každá uchycena v pánvi, na které bude umístěna řídicí deska robota.

Po zvolení mechanického návrhu byla konstrukce uchycení servomotorů, a volba rozměrů nohou inspirována diplomovou prací, jenž byla na obdobné téma a mohla poskytnout podklady pro hrubou konstrukci robota. Hrubá konstrukce musela být následně upravována ve více ohledech z důvodu přizpůsobení výroby na 3D tisku, použitém materiálu, typu servomotorů a použité řídicí jednotce. Tudíž použité návrhy dílů z této práce sloužily pouze jako orientační podklad pro uchycení servomotorů a hrubou konstrukci bez větších detailů.[1]

Obě nohy se skládají ze sněžnice, umožňující stabilní opěrný bod pro danou nohu a celé těžiště robota při přenášení váhy z jedné nohy na druhou při chůzi. Velikost chodidla ovšem neomezuje v pohybu.

Chodidlo je přimontováno k holeni pomocí spojení dvou servomotorů, jenž tvoří hlezenní kloub a každý servomotoru zajišťuje pohyb ve své ose X, nebo Y. Stehno je k holeni připojeno pomocí dalšího servomotoru s pákou, který zajišťuje jediný možný pohyb v ose Y kolenního kloubu. Následuje uchycení v pánvi - to je tvořeno třemi servomotory, z toho dva umožňují pohyb kyčelního kloubu v osách X a Y, poslední vytváří rotační pohyb tohoto kloubu.

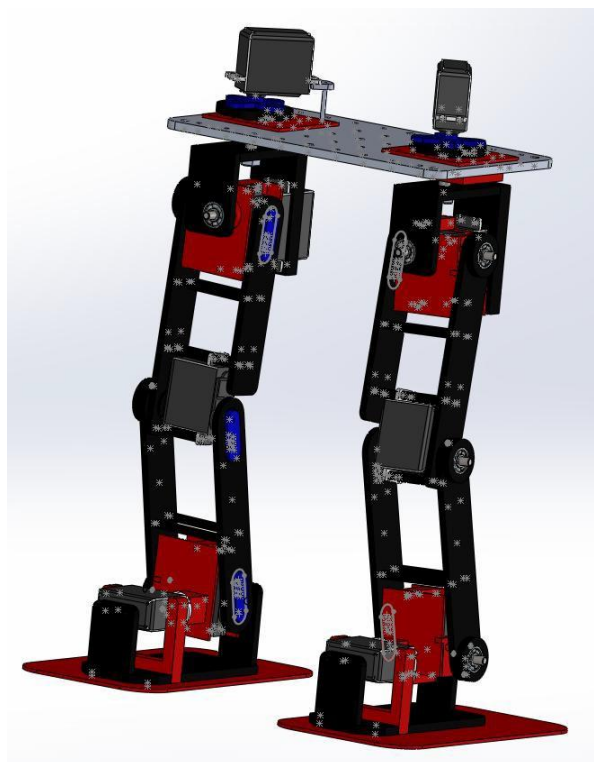
Všechny servomotory jsou modelářské typu MEX - 645BB MG Digital, s rozměry 39,9x19,8x37,6 mm (délka x šířka x výška), rychlostí 0,14 sec/60° a tahem 11Kg/cm při vstupním napětí 6V. Tento servomotor také disponuje kvalitnější kovovou převodovkou s kuličkovými ložisky a váhou cca 41,9g.

Z důvodu použití jednostranného servomotoru, je u servomotorů přímo spojujících chodidlo – holeň - stehno - pánev, hřidel přimontována v páce, jenž je zapuštěná a pevně uchycená v noze, z druhé strany nám šroub vedený v ose hřídele spolu s ložiskem pevně upevněným v další části nohy kompenzuje oboustranný servomotor a zabraňuje namáhání pouze strany nohy s hřideli.

2.3 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Všechny servomotory, až na pánevní svislý, jsou uchyceny hřideli k páce, k osovému uchycení jsou použita ložiska pevně ukotvená v modelu a spojená pomocí šestihranného šroubu se závitem M5, jenž má hlavičku upevněnou v modelu v ose hřídele daného servomotoru a vsunut do soustředného ložiska. Tím je zajištěno rozložení tlaku nejenom na stranu hřídele servomotoru, ale i na opačnou stranu, čímž zabraňuje vylamování servomotoru, popřípadě hřídele. [1]

K spojení součástí tvořících stehenní a holenní část, byly použity distanční sloupky s vysunutým závitem délky 49 mm (bez závitu), dalšími distančními sloupky délky 16,5 mm a 30 mm je připevněn servomotor 3. Pro ukotvení servomotoru tvořící rotační pohyb v kyčli byly použity distanční sloupky délky 19,5 mm. Sněžnice a pánev byly vytvořeny z hliníku, pánev hlavně z důvodu velikosti dílu a tlaku, který bude působit uprostřed při přenášení váhy a celkovém pohybu. Při možnosti vytvořit díl ze dvou dílů PLA pomocí 3D tisku a následném spojení by hrozilo rozlomení, kterému jsme tímto zamezili ze začátku konstrukce (viz obrázek 1).



Obrázek 1:3D SolidWorks model robota

3 ZÁVĚR

Výsledkem tohoto projektu je vytištěný fyzický model robota vytvořený v 3D programu a vytištěný na 3D tiskárně. Model je plně mechanicky pohyblivý, nachystaný pro následné přidání řídicí elektroniky. Model je stále možno upravovat a doladřovat pro následující komponenty díky použitému materiálu.

Model robota v 3D programu byl několikrát poupraven před výsledným tiskem. K úpravám docházelo především v oblasti pák servomotorů. Jejich upevnění bylo vyřešeno zapuštěním dané páky přímo do částí modelu tak, aby se točivý moment servomotoru, přenášel co nejlépe na samotný díl robota bez zbytečné ztráty síly, nebo její omezování. Dále pak v zapuštění šroubu do modelu u zadní strany servomotoru, což vytvořilo osové uchycení s hřídelí servomotoru.

Propojení celé elektroniky a programování přes zvolenou řídicí desku je předmětem aktuální práce na modelu v rámci bakalářské práce. Tato elektronika bude pohybovat celým modelem robota a uvádět ho do určeného pohybu. Pomocí této elektroniky bude robot plně soběstačný a dokáže vykonávat naprogramovaný pohyb bez pomoci člověka.

REFERENCE

- [1] Marek Peca. *Kráčející robot* [online]. Praha, 2008 [cit. 2016-12-01]. Dostupné z: https://rtime.felk.cvut.cz/~pecam1/spejbl_dp.pdf. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí práce Michal Sojka.