

Návrh řídicího systému pro Hexapod s Raspberry Pi

Bc. Jakub Hirnšal, Ing. Miroslav Holada, Ph.D.

Abstrakt

Cílem této práce je realizace podvozku se šesti končetinami tzv. Hexapodu a vytvoření ovládacího software s webovým rozhraním a video streamem. Závěrem této práce je robot otestován na různých typech terénu a je zrealizována základní úloha vyhýbání se překážkám s pomocí ultrazvukových senzorů.

Úvod

Úkolem této práce je vytvoření robota s ovládacím softwarem. Přínosem této práce je ovládání robota z webového rozhraní obsahující video stream.

Motivací práce je vytvoření lepší verze robota, než je současná verze na katedře. V práci jsou nejprve popsány základní typy podvozků, poté se práce zaměřuje pouze na kráčivé podvozky se šesti končetinami. Dále je v práci popsána přímá a inverzní úloha robotiky a pohybové algoritmy.

Realizace robota a ovládacího software

V rámci práce byl vytvořen robot ze stavebnice Bioloid Premium, z osmnácti servomotorů Dynamixel AX-12+ a z vyrobených dílů na 3D tiskárně. Ovládací software vychází ze zdrojových kódů pro robota PhantomX.

Robot dále obsahuje: Raspberry Pi, Li-Po baterie s 2600 mAh, převodník USB2Dynamixel a vyrobená napájecí deska.

Na Raspberry byl nainstalován LAMP server. Webové rozhraní bylo napsáno v PHP a javascriptu s použitím jQuery. V rozhraní je možné ovládat robota dvěma joysticky a devíti tlačítky. Data z webového rozhraní jsou ukládána do MySQL databáze, ze které je C++ program čte a naopak. V rozhraní je dále video stream z webové kamery. O tento stream se stará MJPG Streamer.

Pro výpočet souřadnic končetin byly použity tyto vzorce:

$$\gamma = -\text{atan2}(x_1, y_1) \quad (1)$$

$$\gamma_{coxa} = 150^\circ + \gamma \quad (2)$$

$$L_1 = \sqrt{x_1^2 + y_1^2} - L_{coxa} \quad (3)$$

$$L_2 = \sqrt{L_1^2 + z_1^2} \quad (4)$$

$$\alpha = \text{atan2}(z_1, L_1) \quad (5)$$

$$\alpha_2 = \arccos\left(\frac{L_{femur}^2 + L_2^2 - L_{tibia}^2}{2 * L_{femur} * L_2}\right) \quad (6)$$

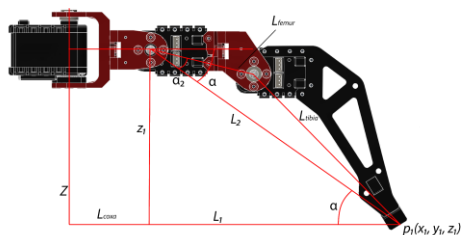
$$\gamma_{femur} = 150 - (\alpha_2 - \alpha + \text{offset}_{femur}) \quad (7)$$

$$\gamma_{tibia} = 150 - \arccos\left(\frac{L_{tibia}^2 + L_{femur}^2 - L_2^2}{2 * L_{femur} * L_{tibia}}\right) + \text{offset}_{tibia} \quad (8)$$

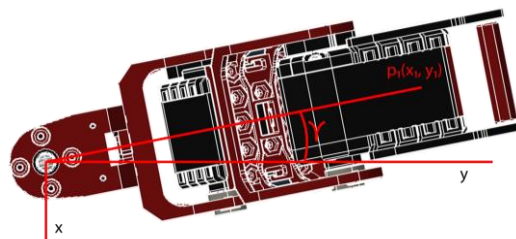


Obrázek 1. Konstrukce robota včetně webové kamery a senzorů.

Rozšířený abstrakt



Obrázek 2. Úhel stehenního a holenního kloubu.



Obrázek 3. Úhel kyčelního kloubu.

Výsledky a diskuze

Robot byl otestován na různých typech terénu: šterku, trávě, písku, kamínků, dlažbě a plovoucí podlaze. Všechny pohybové algoritmy (tripod, wave, ripple) fungovaly na všech typech terénů dobře. Největší problém měl pohyb tripod ve vysoké trávě a všechny typy pohybových algoritmů měly problémy s chůzí na hodně členitém terénu.

Spotřeba energie robota při maximálním využití servomotorů byla naměřena 9,1 Ah a robot by vydržel v provozu 16 minut. Při průměrném využívání by měl vydržet přibližně hodinu.

Pro vytvoření ukázkové úlohy byly použity 4 ultrazvukové senzory HC-SR04 a Arduino MEGA, které komunikuje s Raspberry přes UART. Hlavní program byl ošetřen tak, aby neumožňoval pokračovat směrem, kde byla detekována překážka.

Závěr

Robot typu Hexapod byl úspěšně zrealizován s webovou kamerou a ultrazvukovými senzory. Dále byl vytvořen ovládací software s webovým rozhraním na Raspberry PI.

Testování robota na různých terénech bylo úspěšné, robot si dovedl poradit i s vysokou trávou, pískem i šterkem, bez větších problémů. Překážky robot detekuje do určité vzdálenosti a pod určitým úhlem. Robot dokáže zabránit srážce s překážkou.

Poděkování

Tato práce byla podpořena z projektu Studentské grantové soutěže (SGS) na Technické univerzitě v Liberci v roce 2017.

Reference

- [1] ZÁDA, Václav. Robotika: matematické aspekty analýzy a řízení. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012. ISBN 978-80-7372-882-3.
- [2] MĂNOIU, Olaru Sorin, Mircea NITULESCUR and Viorel STOIAN, "Hexapod robot. Mathematical support for modeling and control," 15th International Conference on System Theory, Control and Computing, Sinaia, 2011, pp. 1-6. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6085694>
- [3] THILDERKVIST, Dan a Sebastian SVENSSON. Motion Control of Hexapod Robot Using Model-Based Design. Department of Automatic Control, 2015. Lund University. ISSN: 0280-5316. Dostupné z: <http://lup.lub.lu.se/student-papers/record/7365764>.