



EFEKTOR PRE PRIEMYSELNÝ ROBOT

Marek VAGAŠ – Vladimír BALÁŽ – Ján SEMJON

Abstract

The article discusses the design of gripper for industrial robot. According to the analysis of human hand, there is a possibility to categorize every type of grip. The concept of gripper will introduce its own possibilities, functionality and fulfillment of required grip tasks. Design is based also on limited requirements, which are determined by the envelope of flange of industrial robot, application and others factors.

Key words

Industrial robot, gripper, minimal gripping force, biomechanical principle

Úvod

Cieľom je navrhnúť trojprstový modulárny uchopovací efektor pre priemyselný robot, ktorý je začlenený do projektu automatizovaného a robotizovaného pracoviska. Vďaka tomuto návrhu vzniká možnosť v čo možno najväčšej miere prispieť ku zvýšeniu modulárnosti pre uchopovanie objektov manipulácie rôznych tvarov. Modulárne uchopovacie efekторы sa stali neoddeliteľnou súčasťou návrhu priemyselných zariadení. Oblasť vývoja automatizovaných a robotizovaných pracovísk nie je výnimkou.

Často sa od efektoru vyžaduje schopnosť spoľahlivo uchopovať predmety, ktoré nie sú usporiadané v zásobníkoch alebo realizovať uchopovanie v bode s presne definovanými priestorovými súradnicami. Tento problém je obvykle riešený pomocou kamerových systémov, ktoré snímajú polohu jednotlivých náhodne orientovaných objektov.

Riadiaci systém robota v nadväznosti nato potom navádza efektor na určené miesto. Spoločnosti zaoberajúce sa problematikou uchopovania efektorov sa snažia vyvinúť efekторы, ktoré by sa svojimi manipulačnými schopnosťami priblížili možnostiam ľudskej ruky (antropomornosť) [9].

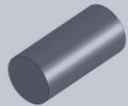
Návrh uchopovacieho efektora

Prvým krokom pri návrhu uchopovacieho efektora je definovanie tvaru, rozmerov a hmotnosti predmetov manipulácie. Na základe analýzy činnosti ruky človeka je možné kategorizovať jednotlivé typy uchopovania.

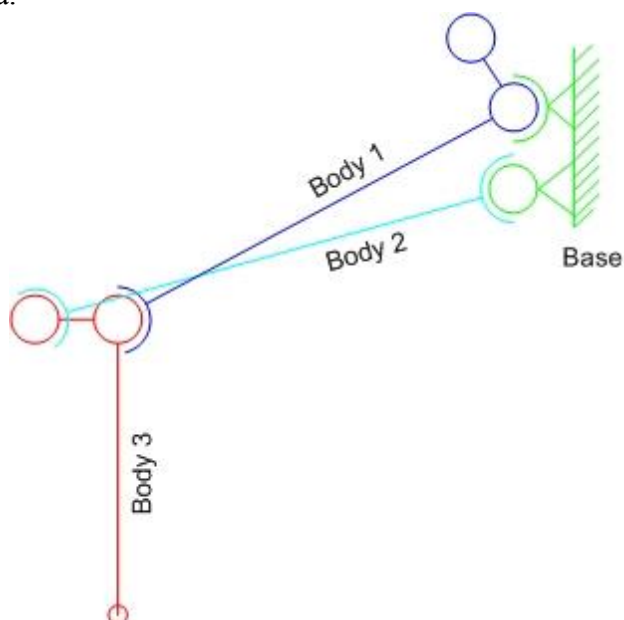
Pre návrh uchopovania na báze biologického systému hornej končatiny človeka je potrebné nahradiť tento biologický systém vhodným technickým riešením. Definovanie predmetu manipulácie (Tab. 1) je daný najmä manipulačnou úlohou, procesom manipulácie, nosnosťou robota či presnosťou polohovania [3].



Tab. 1 Predmet manipulácie

Technické parametre / Tvar	Valec	Hranol	Kocka	Gul'a
Maximálne rozmery [mm]	250 x 80	250 x 80 x 80	80 x 80 x 80	Φ 80
Hmotnosť [kg]	max. 8	max. 8	max. 8	max. 8
				

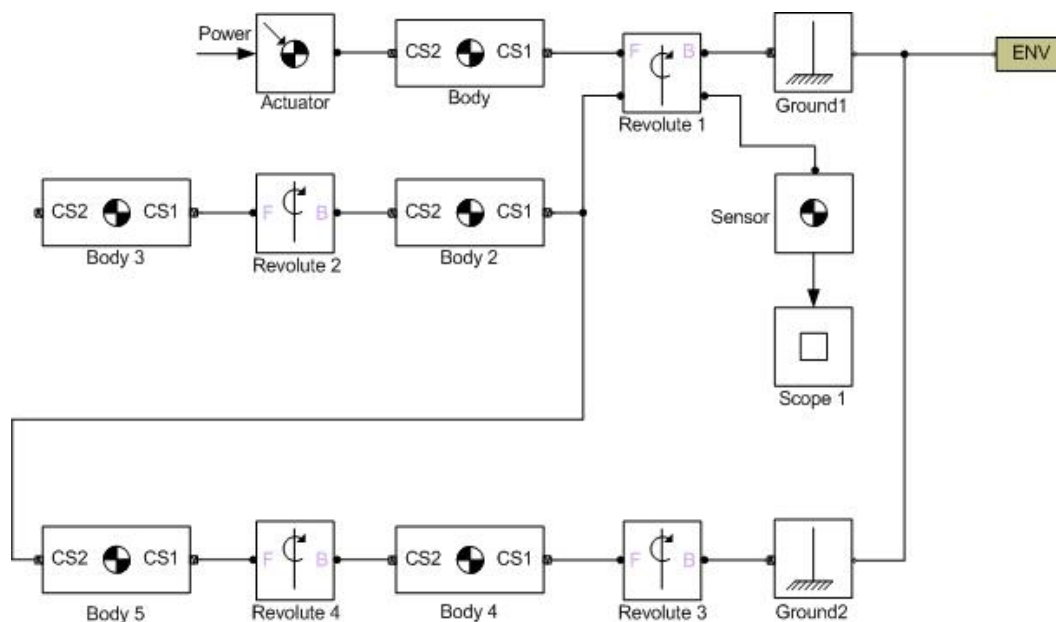
Pre návrh koncového efektora bola navrhnutá kinematická schéma mechanizmu trojčlánkového prsta, obr. 1. Demonštruje spoľahlivé vykonanie súvislých pohybov potrebných pre splnenie požadovanej manipulačnej úlohy. Prst uchopovacieho efektora sa skladá z viacerých článkov, pričom na pohyb postačuje jeden pohon [4]. Výhodou mechanizmu je jednoduchosť konštrukcie a vysoká účinnosť pri relatívne malom počte pohyblivých častí prsta.



Obr. 1 Kinematická schéma mechanizmu trojčlánkového prsta

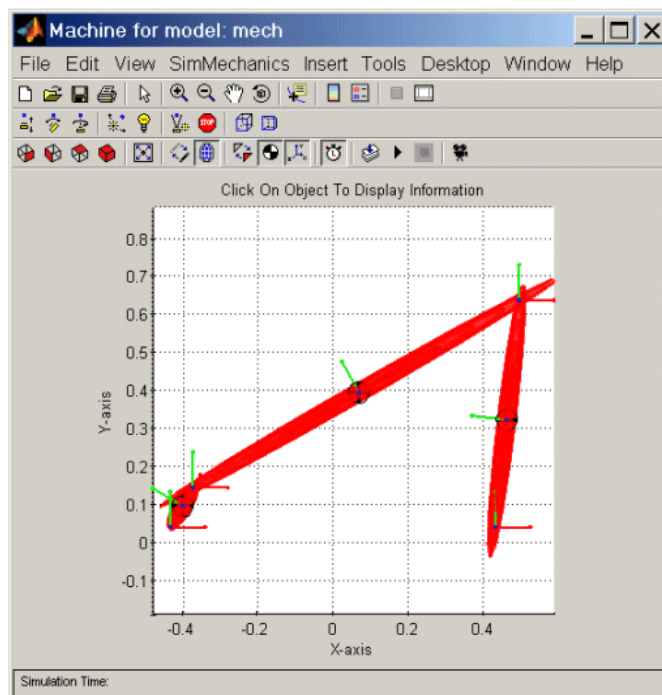
Na základe navrhutej kinematickej schémy mechanizmu prsta uchopovacieho efektora je možné zostaviť simulačný model riadenia pohybu prsta v simulačnom prostredí, napr. v SimMechanics. Zostavenie tohto modelu patrí medzi rýchlejšie no spoľahlivé metódy overenia návrhu pohybu mechanizmu. Ďalším krokom pri návrhu je optimalizácia parametrov (rozmerov, hmotností, rozmiestnenia súčastí prsta atď.).

V tomto kroku je obsiahnutý výber rozmerov a typu pohonu pre zabezpečenie pohybu prsta [7]. Hlavným kritériom pre optimalizáciu procesu návrhu je snaha maximalizovať rozsah pohybu mechanizmu prsta uchopovacieho efektora (rýchlosť, stabilita uchopenia a ďalšie) pomocou vhodného typu konštrukcie či voľbou pohonu, vid' obr. 2. Optimalizácia je realizovaná inovovaným simulačným modelom a implementovaním do simulačného prostredia.



Obr. 2 Simulačný model mechanizmu pohybu prsta uchopovacieho efektora(SimMechanics)

Samotná konverzia návrhu mechanizmu prsta uchopovacieho efektora z CAD programu do SimMechanics je možná a bezproblémová v prípade použitia programu Solid-Works. V tomto prípade CAD translator integrovaný v programe Matlab konvertuje fyzický 3D model na súbor typu xml. Tento súbor je následne importovaný do SimMechanics, podpora CAD softvéru nie je pre tento úkon potrebná. SimMechanics poskytuje transformáciu modelu mechanizmu prsta uchopovacieho efektora v zjednodušenej forme na mechanický systém, podľa obr. 3.



Obr. 3 Vizualizácia mechanického systému pre mechanizmus pohybu prsta uchopovacieho efektora



V nasledujúcich kalkuláciách určíme hodnotu minimálnej uchopovacej sily pre bezpečné držanie predmetu manipulácie o hmotnosti 8 Kg vo vertikálnej polohe. Na základe tohto údaju je možné vybrať vhodný pohon pre prst efektora [8]. Pri výpočtoch sa uvažuje podmienka o pomalom pohybe nezaťaženého efektora.

$$F = \frac{m \times g}{\mu \times n} \quad (1)$$

Kde:

F – Minimálna požadovaná uchopovacia sila [N]

g – gravitačná sila [m/s-2]

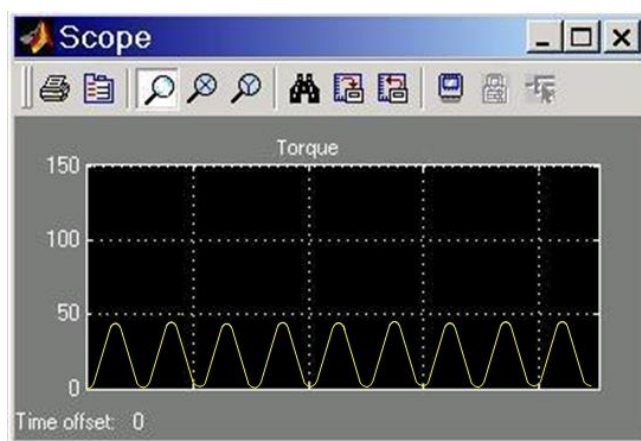
m – hmotnosť predmetu manipulácie [kg]

n – počet prstov uchopovacieho efektora

μ - koeficient trenia medzi uchopovacími čel'ust'ami efektora a predmetom manipulácie.
V našom prípade $\mu=0,7$

$$F = \frac{8 \times 9,81}{0,7 \times 3} = 37,37 \text{ N} \quad (2)$$

Minimálna uchopovacia sila prstu efektora je 37,37N. Následným krokom je určenie potrebného krútiaceho momentu pre pohon prstu efektora. Mechanizmus pohybu prsta bol riešený ako sústava telies zaťažených statickým zaťažením. Riešením týchto rovníc dostaneme hodnotu krútiaceho momentu $M=47,19 \text{ kg.cm}$ pre predmet manipulácie o hmotnosti 8 Kg. Návrh pohonu mechanizmu prsta uvažuje so zaradením servopohonu, ktorý nám poskytne nevyhnutný krútiaci moment (obr. 4) pri súčasnom prispôbení pre upevnenie konštrukcie pohonu na mechanizmus.

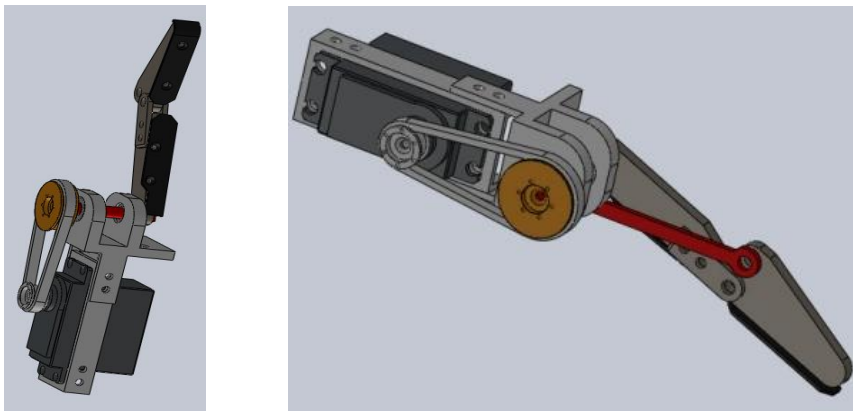


Obr. 4 Servo pohon Vigor

Výber pohonnej jednotky bol realizovaný s ohľadom na rozmery efektora a s prihliadnutím na nosnosť ramena robota (10 Kg). V neposlednom rade je rozmerovo a hmotnostne priaznivejšie ako alternatíva s pneumatickým pohonom. Preto bol vybraný elektrický servopohon Vigor VSD-11AYMB HV s minimálnym krútiacim momentom 50 kg.cm, ktorý pri malých rozmeroch, hmotnostiach a riadení ponúka dostatočný výkon, presnosť a jednoduché ovládanie.

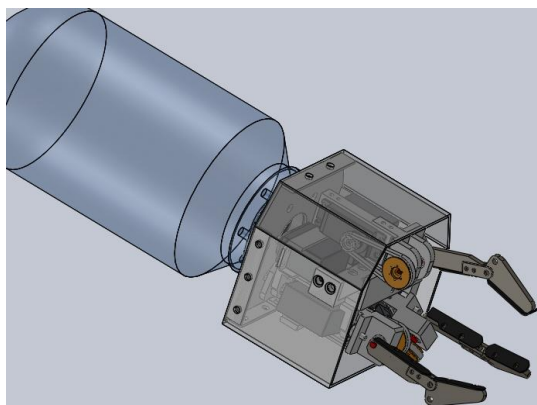


Konštrukčné prevedenie prsta efektora v 3D CAD programe je založené na overení výpočtových simulácií v prostriedkoch Matlab a module Simmechanics. Ako je zvykom pri realizácii takýchto a podobným projektom, na začiatku návrhu sa najprv vyrobí funkčný vzor mechanizmu prsta podľa obr. 5. Ďalším nevyhnutným krokom je potreba pristúpiť ku experimentálnemu overovaniu vlastností mechanizmu a následne ku reálnej výrobe prototypu uchopovacieho efektoru.



Obr. 5 3D Návrh prsta efektoru

Po výrobe mechanických častí prsta efektoru nasleduje ich testovanie pomocou simulačného modelu spôsobom prepojenia aktívneho bloku riadenia cez RS232. Servopohon je riadený jednoduchým obvodom, ktorý komunikuje s počítačom cez RS232. Týmto spôsobom je možné rýchlo overiť vlastnosti mechanickej konštrukcie efektoru (obr. 6) a odladiť menšie nedostatky (vôle v určitých kinematických uzloch apod.) bez potreby pomerne náročného vývoja elektroniky a programovania mikrokontroléra. Až následne je vhodné pristúpiť k vývoju riadiacej elektroniky, ktorá môže mať podstatne širšie vlastnosti a umožňuje spracovanie senzorických informácií.



Obr. 6 3D Návrh uchopovacieho efektoru

Záver

V tomto príspevku bol prezentovaný návrh trojprstového uchopovacieho efektoru pre priemyselný robot s dôrazom na nosnosť robota a rôznym typom uchopovania predmetov manipulácie v interakcii s biomechanickým princípom pohybu ľudskej ruky. Finálnym cieľom návrhu uchopovacieho efektoru je jeho implementácia do automatizovaného a robotizovaného pracoviska a tak prispieť ku zvyšovaniu inteligencie pracovísk takéhoto typu. Pre naplnenie požiadaviek kladených na návrh uchopovacieho efektoru bolo v príspevku potrebné integrovať znalosti viacerých vedných disciplín. Ďalším postupom s ohľadom na



návrh efektora je detailné rozpracovanie technickej dokumentácie, optimalizácia a implementácia do podmienok reálnej prevádzky.

Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: „Aplikovaný výskum systémov inteligentnej manipulácie priemyselných robotov s neorientovanými 3D objektmi“, kód ITMS: 26220220164, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

- [1] Olaru, A., Olaru S., Ciupitu, L. Assisted research of the neural network by back propagation algorithm, OPTIROB 2010 International Conference, Calimanesti, Romania, The RPS Singapore, Book, pp.194-200, 2010. ISBN 978-1-4244-8867-4
- [2] Dan Florin Niculescu, Alexandru Daniel Tufan, Marek Vagaš: Evaluation of Vibratory Behavior and Maintenance For Misalignment of Centrifugal Pumps. In: Incer 2012: International Conference on Innovation and Collaboration in Engineering Research, Bucuresti, 02 - 04, iulie 2012, Politehnica University of Bucharest, 2012 P. 1-4. ISSN 1454-2358
- [3] SKAŘUPA, Jiří – ZELINA, Pavol: Hlavice priemyselných robotov. Ostrava 1993: 100str. ISBN 80-7078-210
- [4] L. Páchniková, R. Jánoš, Ľ. Šidlovská Manufacturing systems suitable for globalized market. In: Applied Mechanics and Materials. Vol. 282 (2013), p. 230-234. - ISSN 1660-9336
- [5] SMRČEK, Juraj – PALKO, Anton – TULEJA, Peter: Robotika uchopovacie efektory. Košice 2007: 248str. ISBN 978-80-8073-961-4
- [6] Staš, Ondrej - Tolnay, Marián - Kravec, Dušan - Bachratý, Michal - Jedinák, Michal: Robotic manipulation system with adaptive effector reflecting different steel plate diffraction analyzed by machine vision algorithms. In: MM Science Journal. - ISSN 1803-1269(P). - Special Edition: Proceedings of the RAAD 2011. 20th International Workshop on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region (RAAD), October 5-7, 2011, Brno, Czech Republic. - , 2011, s. 78-83
- [7] Olaru, A., Oprean, A., Olaru, S., Paune, D. Optimization of the neural network by using the LabVIEW instrumentation, IEEE ICMERA 2010 Proceedings, ISBN 978-1-4244-8867-4, IEEE catalog number CFP1057L-ART, pp.40-44, 2010.
- [8] Ján Semjon, Vladimír Baláž, Marek Vagaš: Robotized cell for spot welding with robot KUKA. In: OPTIROB 2007. Bren Publishing House, p. 215-218. - ISBN 9789736486562
- [9] Vagaš, M., Semjon, J., Hajduk, M., Páchniková, L., Lipčák, M.: The view to the current state of robotics. In: Optirob 2011 : International proceedings of computer science and information technology : International conference on optimalization of the robots and manipulators : Vol. 8, Sinaia- Romania. - Singapore : IACSIT press, 2011 p. 205-209. - ISSN 2010-460X
Tuleja, P., Šidlovská, Ľ., Hajduk, M.: Efector Mechanism with unilateral gripping. In: TIAM - Technologia i automatyzacja montażu. No. 1 (2013), p. 14-20. - ISSN 1230-7661

Kontakt address

Ing. Marek Vagaš, PhD., Technická univerzita Košice, KVTaR SjF, Némcovej 32, 041 87 Košice, tel. 055 602 2625, e-mail: marek.vagas@tuke.sk

Ing. Vladimír Baláž, PhD., Technická univerzita Košice, KVTaR SjF, Némcovej 32, 041 87 Košice, tel. 055 602 2625, e-mail: vladimir.balaz@tuke.sk

Ing. Ján Semjon, PhD., Technická univerzita Košice, KVTaR SjF, Némcovej 32, 041 87 Košice, tel. 055 602 2625, e-mail: jan.semjon@tuke.sk