

VÝHODY PARALELNÍCH ROBOTICKÝCH MANIPULÁTORŮ

David Janouch

¹ ČVUT v Praze Fakulta strojní, d.janouch@seznam.cz

Abstract: Článek srovnává sériové a paralelní manipulátory. Poukazuje na výhody jednotlivých druhů a jejich využití v praxi. Dále pojednává blíže o dvou paralelních mechanismech, které nejsou moc známé a v praxi se v podstatě nepoužívají. Jedná se o Canfield joint a Omni-wrist III.

Keywords: sériové manipulátory, paralelní manipulátory, Omni-wrist III, Canfield joint

1 Úvod

Robotický manipulátor je robot, který dokáže provádět práci, kterou mu zadáme a pro kterou je uzpůsoben. V dnešní automatizaci je velmi často nahrazována lidská práce právě těmito manipulátory. Tyto manipulátory dokáží většinou pracovat efektivněji a bez chyb na rozdíl od člověka, ovšem potřebují vzdělanou obsluhu. Robotické manipulátory můžeme dělit podle různých prvků např. podle míry automatizace, podle odvětví, kde pracují, podle svých schopností nebo třeba podle svého vlastního kinematického modelu. Roboty rozdělíme na dvě skupiny, na které se většinou dělí, podle uspořádání jednotlivých částí, resp. podle kinematického modelu. Jedná se o dvě hlavní skupiny: robotické manipulátory sériové a paralelní.

Sériový manipulátor je v dnešní automatizaci asi nejpoužívanější. V podstatě v každém automatizovaném průmyslu takový manipulátor mají. Sériový manipulátor se vyznačuje tím, že jeho části jsou poskládány do série. Většinou se jedná o robustní stroje. Takovým nejznámějším zástupcem je šestiosý robot, viz obr. 1. Tito roboti se dají použít prakticky kdekoli v automatizaci např. svařování, překládání dílu z pásu na pás, vkládání dílů do frézy a následné vyndávání z frézy na pás apod.

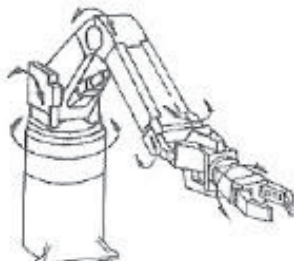


Obrázek 1: Šestiosý robotický manipulátor [1]

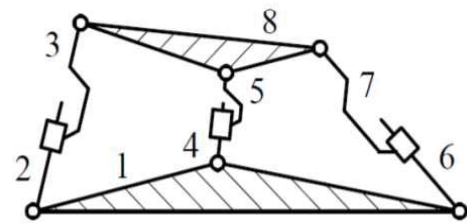
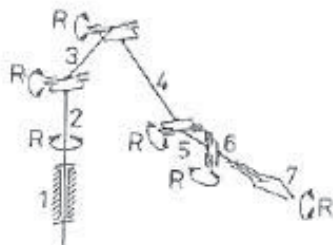
Paralelní manipulátory nejsou moc rozšířené v automatizaci. Vyznačují se tím, že mají většinou dvě základny, které jsou propojeny rameny, viz obr. 3. Většinou se jedná o tripody až hexapody, tedy třínohé až šestinohé manipulátory. Jejich kinematický model je složitý a říditelnost je obtížná. Zástupcem, který se téměř jako jediný rozšířeněji používá v automatizaci je Delta robot, viz obr. 4.

2 Sériové a paralelní mechanizmy – srovnání

Na první pohled je vidět, že sériové stroje nejsou nijak zanedbatelně malé. Čili první velkou nevýhodou je velikost, potažmo hmotnost dílů. Je to hlavně z důvodu, že díly jsou namáhané ve velké míře na ohyb, ovšem hlavní rozdíly jsou v přesnosti. Pokud každý díl v sérii, který zde bude zapojený, bude mít svou nepřesnost a tyto nepřesnosti se sčítají. U sériových robotů mluvíme v přesnosti řádově desetiny milimetrů. Tato úskalí se dají vyřešit právě použitím paralelní kinematiky. V přesnosti polohování jsou tyto stroje přesné na setiny milimetrů, což je řádově lepší a hlavně zanedbatelné. Dále jsou díly namáhány pouze na tah, tlak a vzpěr. Tedy dimenzování prvků je daleko jednodušší a prvky nemusí být tak masivní. Abychom se nebavili jen o kladech, tak je zapotřebí připomenout i velkou nevýhodu, a tou je velká složitost v řízení. Poté singulární body v pracovním prostoru a poměr zástavbového a pracovního prostoru. Ovšem pokud nám tyto dvě negativa nevadí a pokud vyřešíme i složitost řízení, tak nám tyto stroje mohou přinést velké výhody. Například nahradit klasický rotační pohyb, právě paralelním robotickým manipulátorem, který zajisté nebude umět jen tento pohyb.



Obrázek 2: Sériový manipulátor [3]



Obrázek 3: Paralelní manipulátor [3]

Často se používají kompromisy mezi těmito dvěma typy, a ještě častěji se používají sériové stroje. Od paralelních strojů byla obrovská očekávání, která se bohužel nenaplnila. Avšak myslím, že některé využitelné stroje stojí za zmínku. Znovu zde zmíním velmi známého Delta robota viz obr. 4. Nalezl jsem dva skoro neznámé typy mechanismů, kterými se budeme dále podrobněji zabývat.

Obrázek 4: Delta robot [4]



3 Omni-wrist III

První typ je takzvaný Omni-wrist III, viz obr. 5. Jedná se o mechanismus, který dokáže právě nahradit již zmiňovaný rotační pohyb. Tento manipulátor vymyslel a zkonstruoval Mark Rosheim, který si ho samozřejmě nechal i patentovat [6]. Tento manipulátor má dva stupně volnosti. Jeho mechanismus stojí pouze na rotačních vazbách. Vidíme dvě plošiny, které jsou spojeny přes dvě ramena a spojku, která je spojuje. Celkem obsahuje čtyři takto poskládaná ramena. Pohyb Omni-wristu III zajišťují dva lineární aktuátory, které pohybují s horní plošinou nebo se mohou lineární aktuátory nahradit klasickými rotačními krokovými motory.



Obrázek 5: Ideový model Omni-wristu III [5]

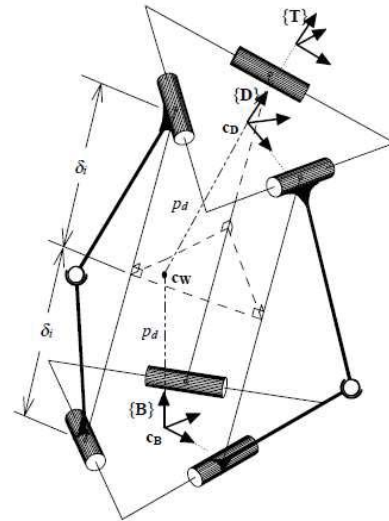
Rozebírat zde kinematiku nemá moc smysl, jelikož není úplně triviální. Za zmínku určitě stojí podobný počín, který vytvořil společně s kolegou Josef Sofka [7]. Jedná se o velmi podobný mechanismu jako je Omni-wrist III. Nazval ho Wide angle gimbal. Přeloženo do češtiny „širokoúhlý kardanový kloub“. Použití je právě v optice, kde hraje roli každá sebemenší odchylka. Dá se také použít jako stabilizační platforma nebo jako sledovací mechanismus. Dle mého názoru by se dal tento mechanismus použít v mnoha odvětvích, ovšem zatím není tak rozšířený a je pravda, že řízení není úplně jednoduché.

4 Canfield joint

Druhým typem, o kterém se budeme bavit a který se mi líbí ještě více, je Canfield Joint. Tento mechanismus rozpracoval ve své disertační práci Stephen Lee Canfield [8]. Tento mechanismus má z pohledu firem velkou výhodu, ačkoli byl chráněn patentem, který však v roce 2016 vypršel. Patent vypršel, protože nebyl zaplacen poplatek a vypadalo to, že se bude mnoho lidí předhánět v tom, jak tento mechanismus využijí. Ovšem očekávání, jako obvykle u těchto paralelních robotů, se nenaplnila. Jediné využití, které se plánovalo bylo pro NASA. Pro polohování motorů a tím pádem řízení ve stavu beztíže. Nenalezl jsem, jestli se toto zařízení skutečně používá anebo to byl jeden z mnoha návrhů, který se neuskutečnil.



Obrázek 6: Model Canfield jointu



Obrázek 7: Kinematický model Canfield jointu [6]

U tohoto mechanismu jsou tři stupně volnosti a skládá se ze tří ramen. Tato ramena mají dvě rotační vazby, které jsou na sebe kolmé a v podstatě nahrazují vazbu sférickou. Je nutné dodat, že pouze s vazbou sférickou by tento mechanismus nefungoval dobře. Opět zde máme dvě platformy, viz obr. 6. Zde se budeme zabývat trochu i kinematikou. Je vidět, že je tento robot symetrický. Symetrie je pro tento mechanismus nutná, aby dokázal napodobit rotační pohyb v 360 stupních. Na obr. 7. můžeme vidět kinematický model, kde je zobrazena rovina symetrie a vzdálenost průsečíku základny a desky jsou shodné a měli by být konstantní právě díky symetrii. Jelikož tento mechanismus má tři stupně volnosti (třetí stupeň volnosti je vytažení a stažení v ose z), tak správným řízením tří krokových motorů nebo třemi lineárními aktuátory funguje podobně jako Omni-wrist III a je schopen napodobovat rotační pohyb. Velkou výhodou je, že vnitřek manipulátoru je volný a při použití krokových motorů v základní rovině nemá velký zástavbový prostor.

5 Závěr

Shrnuto podtrženo, paralelní robotické manipulátory mají velké přednosti, ale také dvě velké nevýhody. První je špatná a složitá říditelnost a kinematika. Tou druhou je velký manipulační prostor.

Je nutné říci, že jsou paralelní mechanismy, které jsou v hojném počtu využívány. Důkazem je Delta robot. Ovšem je také nutné podotknout, že je velké množství mechanismů, které skončily v teoretické podobě nebo maximálně v podobě prototypu a jejich reálné využití je v nedohlednu. V dnešní automatizaci většinou stačí přesnost na desetiny milimetrů a setiny milimetrů jsou moc velký luxus za těžkou práci programátora s nejistým výsledkem. Ovšem v jemné mechanice nebo optice je taková přesnost potřebná. Já shledávám velký plus těchto manipulátorů, že dokáží napodobit téměř jakýkoli pohyb včetně rotačního.

Na závěr bych chtěl podotknout, že trend bude zřejmě stejný a bude velmi převládat použití velkých robustních sériových robotů, jelikož jsou pro naši výrobu dostačující, a také je tyto stroje daleko snazší naprogramovat a řídit.

Literatura

- [1] FUNAC. LR Mate 200iD. URL <<https://www.fanuc.eu/cz/cs/roboty/str%C3%A1nka-filtru-robot%C5%AF/%C5%99adamate/lmate-200-id>>.
- [2] ING. LUDĚK KOHOUT. Roboty a manipulátory - Učební text VOŠ a SPŠ Kutná Hora. URL <http://www.edumat.cz/texty/Roboty_manipulatory.pdf>.

- [3] KOZÁK, T. Paralelní kinematické struktury. URL <http://mech.fsid.cvut.cz/wp-content/uploads/2015/11/BP_Zavrel_Kozak.pdf>.
- [4] OMRON. Delta robot OMRON. URL <<https://industrial.omron.us/en/products/x-delta>>.
- [5] SADEQI, SOHEIL. PARALLEL MANIPULATORS. URL <<http://www.soheil-sadeqi.com/parallelmanip/#orientation-manipulator>>.
- [6] Mark Rosheim. Omni-wrist III. URL <<https://www.anthrobot.com/anth/aboutrosheim.php>>
- [7] Josef Sofka. Wide angle gimbal. URL <<http://sofka.org/>>
- [8] STEPHEN LEE CANFIELD. Development of the Carpal Wrist; a Symmetric, Parallel-Architecture Robotic Wrist. Blacksburg, Virginia, 1997-05-21.



Selected article from

Tento dokument byl publikován ve sborníku

**Nové metody a postupy v oblasti přístrojové
techniky, automatického řízení a informatiky 2019
New Methods and Practices in the Instrumentation,
Automatic Control and Informatics 2019
27. 5. – 29. 5. 2019, Zvíkovské Podhradí**

ISBN 978-80-01-06617-1

Web page of the original document:

<http://iat.fs.cvut.cz/nmp/2019.pdf>

Obsah čísla/individual articles:

<http://iat.fs.cvut.cz/nmp/2019/>

Ústav přístrojové a řídicí techniky, FS ČVUT v Praze, Technická 4, Praha 6