

Všesměrová kola

Luboš Augustin

Faculty of Mechanical Engineering, Brno University of Technology
Institute of Automation and Computer Science
Technická 2896/2, Brno 616 69, Czech Republic
229278@vutbr.cz

Abstract: *Tato semestrální práce se zabývá řešerší technologií všesměrových kol, které nacházejí uplatnění v oblasti mobilní robotiky. Konkrétně jsou popsány dva hlavní typy všesměrových kol, kterými jsou Stanfordská konstrukce a kola typu Illanator.*

Keywords: *Všesměrová kola, kola Illanator, Stanfordská kola, mobilní robotika, Mecanum kola, Švédská kola*

1 Úvod

Všesměrová kola jsou speciálním typem inovativních kol, které nacházejí své uplatnění zejména v mobilní robotice a v oblastech, kde je zapotřebí zlepšení manipulace s objekty. Specifickou vlastností všesměrových kol je, že na rozdíl od konvenčně využívaných kol, disponuje kolo valivými elementy po jeho obvodu. Právě použitím těchto kol je možné dosáhnout toho, že lokomoční ústrojí bude mít tři stupně volnosti v rovině.

Takto konstruované podvozky umožňují jízdu v přímém směru, ale i okamžité změny pohybu, tedy zatáčení na nulovém poloměru okolo svislé osy těžiště lokomočního ústrojí (Fig. 1). Hlavní nevýhodou všesměrových kol je požadovaná výrobní přesnost, nižší účinnost a vyšší riziko poruch.[9]



Figure 1: Znázornění směrů pohybů všesměrového kola[8]

2 Konstrukce všesměrových kol

Z hlediska konstrukce se rozdělují všesměrová kola na Stanfordská kola a kola typu Illanator (Fig. 2).[9]



Figure 2: Stanfordské kolo a kolo Illanor[4]

2.1 Stanfordská kola

Stanfordská všesměrová kola mají valivé elementy ve tvaru soudečku, přičemž jejich uchycení je konstruováno tak, aby obvodová křivka celého kola byla co nejvíce kruhovitá. Nedá se však zcela zamezit, že na přechodu mezi jednotlivými elementy se obvodová křivka stává přímkou. Příмка jako přechod mezi soudečky představuje významnou nevýhodu. Tento problém je řešen umístěním dvou řad valivých prvků vedle sebe. Takto konstruované kolo umožňuje základní dva pohyby. Primárním pohybem je odvalování kola kolem vlastní osy a sekundárním je odvalování po tangent díky valivým prvkům. Jednou z nejčastějších aplikací Stanfordských kol je tříkolové lokomoční ústrojí, přičemž každé kolo má svůj vlastní pohon. Výsledný směr pohybu se pak skládá z jednotlivých vektorů rychlostí kol (Fig. 3, Fig. 4). [9]

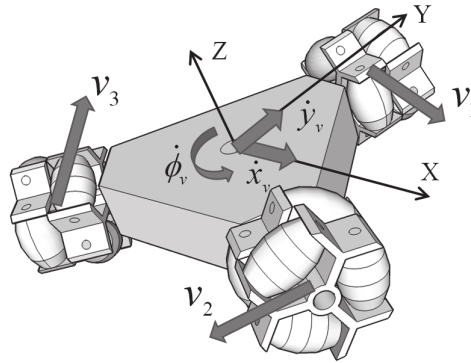


Figure 3: Stanfordská kola, znázornění vektorů rychlosti a stupňů volnosti tříkolého lokomočního strojí [7]

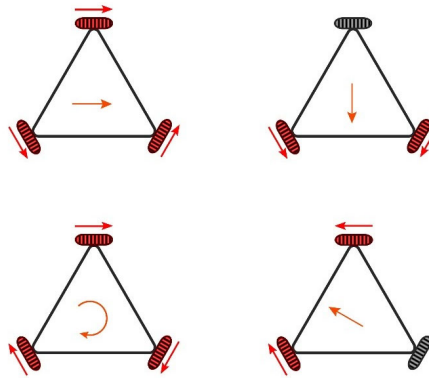


Figure 4: Stanfordská kola, znázornění pohybu tříkolého lokomočního strojí v závislosti na rotaci kol [6]

Valivé elementy lze rozdělit na základní dva typy, a to na dělené a celistvé. Tvar náboje je závislý na typu použitého prvku. Při větších zátěžích způsobených vahou lokomočního ústrojí se používají kluzná nebo valivá ložiska k uchycení valivých prvků. Náboj může být navržen jako jeden celek, nebo mohou být úchyty pro valivé prvky upevněny po obvodu náboje pomocí šroubů. Mezi nevýhody se řadí nepojízdnost celého lokomočního ústrojí při zadření jednoho valivého prvku. Další špatnou vlastností je vznikající chvění celé soustavy při jejím otáčení, které je způsobeno nespojitostí obvodové křivky kol. K nedostatkům se řadí i obtížný přejezd přes překážky, které jsou rovnoběžné s osou rotace. Tato vlastnost je způsobena zejména malými průměry valivých elementů. [9]

2.2 Kola Illanor

Kola typu Illanator jsou také známá také pod názvy Mecanum a Švédská kola, protože tento typ kol vynalezl švédský inženýr Bengt Erland Ilon během své práce ve švédské firmě Mecanum AB [1]. Změnou oproti Stanfordské konstrukci je, že soudečkovité valivé elementy svírají s osou náboje úhel o velikosti 45° . Tímto konstrukčním uložením valivých elementů se docílí zdokonalení kruhovitosti obvodové křivky kola na vnějším obvodu. Tato téměř dokonalá kruhovitosť kola je důležitá k tomu, aby nevznikaly vibrace a chvění jako u ostatním všesměrovým kol. Valivé elementy se rozdělují na dělené a celistvé (Fig. 5). U dělených elementů je uložení soudečku zpravidla na jedné podstavě a u celistvých na obou.[9]

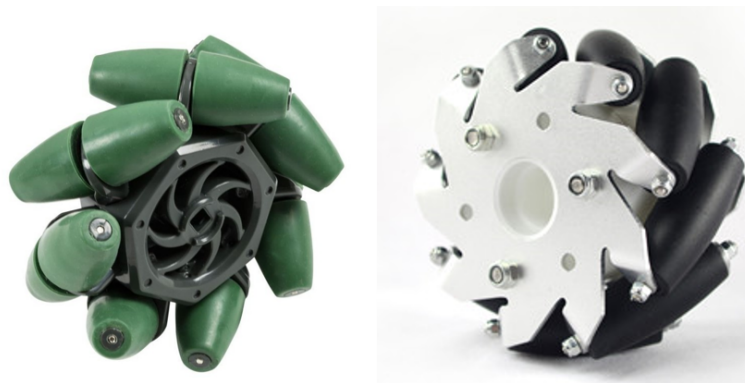


Figure 5: Dělené[2] a celistvé[3] elementy kol Illanor

S kruhovitostí kola souvisí i hlavní nevýhoda, kterou jsou vysoké výrobní náklady způsobené požadovanou přesností. Při větších zátěžných silách je opět potřeba řešit uložení valivých segmentů s kluzným nebo valivým ložiskem.[9]

Kolo má dva způsoby pohybu. Prvním pohybem je odvalování kola po obvodové křivce, přičemž elementy zůstávají v klidu. Druhým pohybem je pohyb v úhlu 45° , kdy se odvalují jednotlivé elementy. Tento typ všesměrových kol se na základě tohoto způsobu pohybu používá výhradně pro lokomoční ústrojí se čtyřmi zvlášť poháněnými koly. Výsledný pohyb je pak určen součtem jednotlivých vektorů rychlostí kol (Fig. 6).[9]

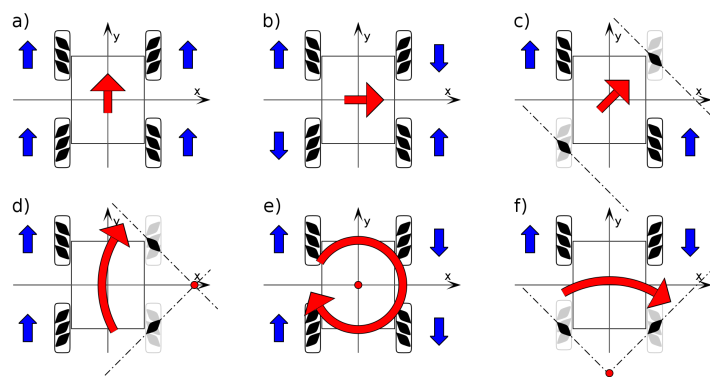


Figure 6: Kola Illanor, znázornění pohybu čtyřkolého lokomočního stroje v závislosti na rotaci kol[5]

3 Závěr

Využití všesměrových podvozků ve výrobě přináší široké možnosti zlepšení efektivity, flexibility a automatizace výrobních procesů. Tyto podvozky umožňují mobilním robotům se přesně a efektivně pohybovat po výrobních halách, což je klíčové v rámci konceptu Průmyslu 4.0. Díky nim lze zlepšit dopravu mezi stroji a pracovišti, automatizovat montážní procesy nebo zefektivnit logistiku zásobování. Další praktické využití nejen v průmyslových prostředích je použití všesměrových podvozků pro vysokozdvizné vozíky, čímž dosáhnou lepší mobility na malém prostoru. Je zřejmé, že všesměrová kola a podvozky mají potenciál změnit průmysl především ve skladování a zásobování.

References

- [1] Mecanum wheel. Online, 2023. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Mecanum_wheel [cit. 2024-02-25].
- [2] Mecanum wheel. Online, 2023. Dostupné z: https://nooby.tech/128-large_default/vex-4-mecanum-wheel-4-pack.jpg [cit. 2024-02-25].
- [3] Mecanum wheel. Online, c2023. Dostupné z: <http://www.nexusrobot.com/wp-content/uploads/2016/09/100mm-Aluminum-Mecanum-Wheels-Set-Basic-14162-right-3.jpg> [cit. 2024-02-25].
- [4] Omnidirectional wheels. Online, c2023. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/3/1584> [cit. 2024-02-25].
- [5] Mecanum wheel. Online, c2024. Dostupné z: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c4/Mecanum_wheel_control_principle.svg/1920px-Mecanum_wheel_control_principle.svg.png [cit. 2024-02-25].
- [6] Moving mechanisms of a three-wheeled bot. Online, c2024. Dostupné z: https://www.servomagazine.com/uploads/main/SV_0419_Jafari_Figure06.jpg [cit. 2024-02-25].
- [7] Robot with three omni-wheels. Online, c2024. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/profile/Masayoshi-Wada/publication/279244619/figure/fig1/AS:492211558195200@1494363788247/Omnidirectional-robot-with-three-omni-wheels.png> [cit. 2024-02-25].
- [8] Rotacaster. Online, c2024. Dostupné z: https://wikiwandv2-19431.kxcdn.com/_next/image?url=https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/Triple_Rotacaster_commercial_industrial_omni_wheel.jpg&w=640&q=50 [cit. 2024-02-25].
- [9] ZDEŇEK, K. *Roboty a robotizované výrobní technologie*. Brno: Vysoké učení technické v Brně - Nakladatelství VUTUM, 2016.