

MAKING USE OF BALL ELEMENTS IN MULTI-DIRECTION UNDERCARRIAGES OF MOBILE ROBOTS

B. Lacko^{*}

Summary: *The article deals with a design of two multi-direction undercarriages making use of ball elements. Their application is presumed in particular to mobile robots requiring high mobility. They can be also used for other equipment, for instance handling carts in storage rooms. In 2005 the new undercarriage models were granted industrial design numbers by the Industrial Property Office. The article describes technical solutions of undercarriages and emphasizes their advantages.*

1. Úvod

V oblasti podvozků pro mobilní roboty se vývoj zaměřuje dvěma směry:

- Vývoj robustních podvozků pro obtížný terén. Takové podvozky využívá kosmický výzkum, armáda, různé záchranné složky např. hasiči
- Vývoj podvozků pro přesný pohyb v výrobních halách, domácnostech a kancelářích.

Takové podvozky používají manipulační robotické systémy, úklidové robotické systémy a jiné typy tzv. osobních robotů.

Předpokládá se, že podvozky pro přesný pohyb robotů budou v budoucnu velmi žádané s ohledem na očekávaný nárůst počtu robotických systémů, na které budou kladeny vysoké nároky na vysokou obratnost a přesné dodržování dráhy.

2. Nové druhy podvozků

2.1. Současný stav

Dosavadní podvozky používají především kola jak pro pohon, tak pro vymezení požadované horizontální polohy podvozku. Kola je však potřeba natáčet do směru pohybu podvozku. Tím je upevnění kol v podvozku komplikováno různě složitými závěsy kol a často se natáčením jednotlivých kol ztěžuje manévrování a řízení podvozku.

Také dosavadní všesměrové podvozky používají různě složité konstrukce všesměrových kol. Tato kola jsou výrobně drahá a jejich řízení je poměrně složité.

^{*} Doc. Ing. Branislav LACKO, CSc. : Ústav automatizace a informatiky Fakulty strojního inženýrství VUT v Brně, Technická 2, 616 69 BRNO. Tel: 541 142 206, e-mail: lacko@fme.vutbr.cz

2.2. Motivace

Cílem nového řešení bylo navrhnout všesměrový podvozek, který by odstraňoval nevýhody obyčejných kolových nebo pásových podvozků a ve srovnání s podvozky, které využívají všesměrová kola, byl výrobně nenáročný a snadno řiditelný.

Pro nové řešení se nabízelo využití kulových elementů, které jsou poměrně snadno vyrobitelné a je u nich možno snadno dosáhnout pohybu libovolným směrem.

Takové typy všesměrových podvozků jsou vhodným doplněním kráčejících soustav, které jsou používány pro mobilní roboty a jsou vyvíjeny na FSI VUT Brno. [9]

Nové řešení navázalo na zkušenosti, které byly získány při experimentování s podvozkem všesměrového mobilního robota OMR (Omnidirectional Mobile Robot) na FSI VUT Brno [1], který využíval tři všesměrových kol. Bylo využito analýzy několika desítek patentů, která byla provedena v rámci zpracování disertační práce při řešení všesměrového podvozku OMR. [2]

2.3. Dvě nová řešení

2.3.1. Podvozek s hnací koulí

Nedostatky klasických kolových odstraňuje podvozek na obr.A, který používá kouli jako hnací prostředek a rovněž používá dva pomocné kuličkové elementy k udržování horizontální polohy podvozku [7]. Hnací koule je poháněna dvěma náhonovými kladkami, které jsou schopny pohybovat hnací kouli tak, že hnací koule ihned vytvoří pohybový vektor síly v požadovaném směru pro pohyb podvozku. V tomto směru umožňují okamžitě pohyb podvozku i pomocné kuličkové elementy.

Toto řešení umožňuje jednodušší konstrukci podvozku a dává podvozku lepší manévrovací schopnosti.

Výkres znázorňuje na obr.A půdorys a bokorys podvozku s hnací koulí.

Podvozek s hnací koulí je umístěn ve skříni podvozku 8, ve které je vložena hnací koule 1, jejíž pohyb umožňují distanční kuličky 2, vložené mezi obvod hnací koule 1 a skříň podvozku 8. Hnací koule 1 je otáčena dvěma náhonovými kladkami 4 a 6, jejichž osy svírají úhel 90 stupňů a které jsou poháněny motory 5 a 7. Hnací koule 1 tvoří hlavní pohonný element podvozku. Horizontální rovinu podvozku pomáhají vymezovat dvě menší pomocné koule 3, umístěné tak, aby v půdorysu tvořily dva vrcholy rovnoramenného trojúhelníku, jehož třetím vrcholem je střed hnací koule 1.

Podvozek s hnací koulí je možno použít pro rozličná mobilní zařízení, zejména pro mobilní roboty a pomocné dopravní vozíky.

2.3.2. Podvozek s třemi poháněnými kulovými elementy

Navržený všesměrový podvozek využívá tři kulových elementů [6], jejichž středy tvoří v půdorysu vrcholy rovnostranného trojúhelníku – obr. B. Pohon všech tří kuličkových elementů je prováděn přitlačovaným pohonným pásem. Pohonný pás se natáčí v tělese podvozku do požadovaného směru, takže udílí současně všem třem kuličkovým elementům pohyb stejným směrem, čímž se požadovaným směrem pohne celý podvozek. Natáčení skříň pohonného pásu je prováděno elektrickým krokovým motorem prostřednictvím ozubených kol. Při natáčení pohonného pásu je celá skříň nadzvednuta tahem magnetické cívky. Do základní polohy je skříň pohonného pásu vrácena tlakem vratné pružiny. Pohonný pás je napnut mezi poháněný a volnoběžný válec. Poháněný válec je přímo spojen s reverzním

elektrickým motorem. To umožňuje, že se skříň pohonného pásu může otáčet jen o 180 stupňů, přesto podvozek dosáhne pohyb libovolným směrem.

Kulové elementy **1** jsou rozmístěny v základové desce skříně podvozku **10** tak, že v půdorysu tvoří jejich středy rovnoramenný trojúhelník. Kulové elementy **1** jsou uváděny do pohybu přímým dotykem přitlačovaným pohonným pásem **2**, který je napnut mezi dvěma válci – volnoběžným válcem **3** a pohonným válcem **4**. Pohonný válec **4** je spojen s reverzním elektrickým motorem **5**, aby se mohl pohybovat v obou směrech. Pohonný pás **2**, pohonný válec **4**, volnoběžný válec **3** a reverzní elektrický motor **5** jsou vloženy do skříně pohonného pásu **11**. Skříň pohonného pásu **11** je otočná kolem čepu **12**, který tvoří současně jádro zdvihací elektromagnetické cívky **6**. Na čepu **12** je navlečena vratná pružina **13**, která vrací skříň pohonného pásu **11** do základní polohy a přitlačuje pohonný pás **2** ke kulovým elementům **1**. Skříň pohonného pásu **11** je natáčena do požadované polohy kolem čepu **12** prostřednictvím do sebe zabírajících ozubených kol **7** a **8**. Ozubené kolo **8** je umístěno na hřídeli elektrického krokového motoru **9**, který řídí otáčení skříně pohonného pásu **11** v rozmezí 0 stupňů až 180 stupňů.

Všesměrový podvozek se třemi poháněnými kulovými elementy je možno použít pro rozličná mobilní zařízení, zejména pro mobilní roboty a pomocné dopravní vozíky. V současné době je vyvíjena jeho varianta, využívající devět kuličkových elementů, které jsou uspořádány do matice o třech sloupcích a třech řádcích. Větší počet kuličkových elementů zvětšuje sílu záběru a zmenšuje prokluz při rychlém rozjezdu.

3. Závěr

Popsaná řešení dávají možnost vzniku nové generaci podvozků s kulovými elementy, které by poskytovaly mobilním robotům menších rozměrů dostatečnou pohyblivost a vysokou přesnost pohybu. Všesměrové podvozky s kulovými elementy mají výhodu možnosti pohybu kterýmkoliv směrem z výchozího místa. Všesměrový podvozek se třemi kulovými elementy má navíc výhodu v jednoduchém ovládní (natočení pohonného pásu do požadovaného směru a spuštění motoru poháněného válce do potřebného smyslu otáčení) a současný pohon všech tří kulových elementů umožňuje lépe dosáhnout potřebné záběrové síly.

Takové podvozky budou vyžadovány moderními inteligentními systémy [3], jejichž nástup se předpokládá v nejbližší budoucnosti. Přestože v ČR zatím nedochází k zavádění mobilních robotů v takové míře jako v zahraničí, lze tento trend předpokládat také. Proto je nutno se na zavádění robotů včas připravit např. výukou robotiky na školách, jak to ukazují zkušenosti z Slovenské republiky [4]. Posloužit k tomu mohou technické stavebnice pro mládež [5], které vzbudí zájem mládeže o řízení robotických systémů. Přínosem pro oblast mobilních robotů je také monografie P. Nováka, která se zabývá zejména návrhem řídicích systémů mobilních robotů. [8]

Nové typy navržených podvozků reagují také na požadavky, které jsou vznášeny při vytváření společenství spolupracujících robotů, protože vzájemná koordinovaná spolupráce robotů klade vysoké nároky na jejich dobrou manévrovatelnost. Tu musí umožnit i dobrý návrh senzorických čidel mobilního robota [10] a využívání vhodných učících se algoritmů při řízení mobilních robotů. [11]

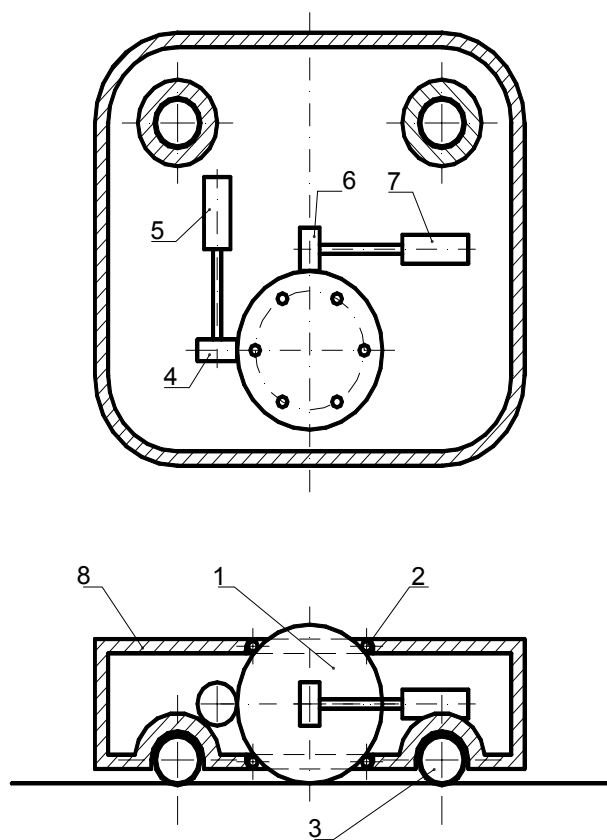
Právě problematika volby nalezení vhodných trajektorií pohybu více robotů a možnosti optimalizace pohybu jednotlivých robotů, aby se dosáhlo minimálních časů při spolupráci vyžaduje návrh a sestavení modelů, které umožní následnou simulaci pro nalezení optimálního řešení.

4. Poděkování

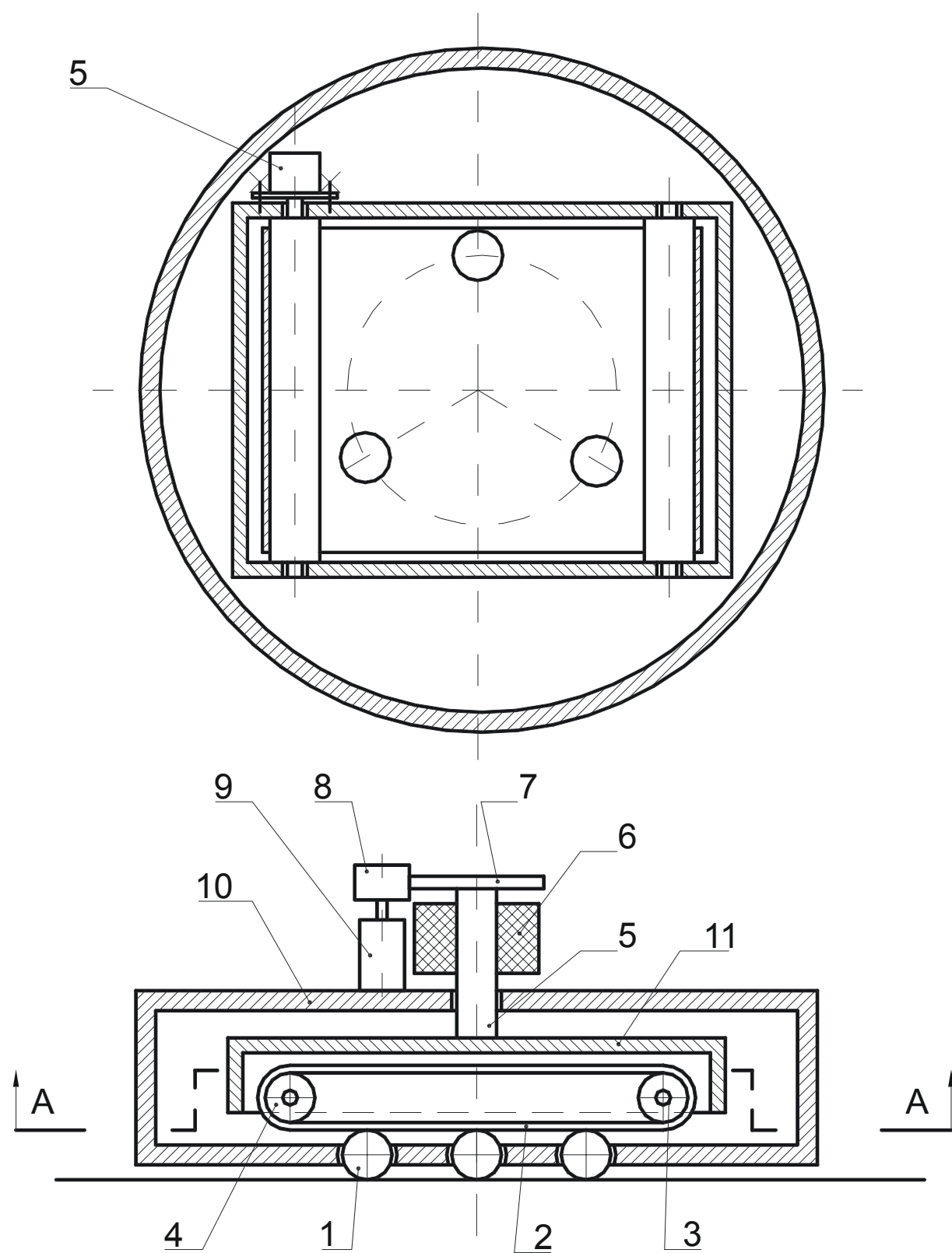
Tento příspěvek vznikl za podpory výzkumného záměru MSM 0021630518 „Simulační modelování mechatronických soustav“.

5. Literatura

- 1 Soukup, K.: Model of omnidirectional mobile robot with three wheels. In: Proceedings 6th International Scientific Conference –Mechanical Engineering 2002 Bratislava, p.54-60
- 2 OŠMERA, P. Podvozek s třemi všesměrovými koly. Úřad průmyslového vlastnictví Průmyslový vzor č. 7671. Praha 1998.
- 3 Petrov, M.: Intelligent Systems Engineering: A New Trend in Cybernetics. Chap. 21 of publication „Cybernetics and society on the start of XXI.century“. TU of Brno 2005, p. 113-120
- 4 Pavlovkin, J.: Nástup robotiky do škol. DIDIFO 2003, FPV UMB Banská Bystrica 2003, str. 88-99 (ISBN 80-8055-768-1)
- 5 Pavlovkin, J.: Programovanie robotov zo stavebníc LEGO. DIDIFO 2004, FPV UMB Banská Bystrica 2004, 116 -120 (ISBN 80-8055-908-2)
- 6 Lacko,B.: Všeměrový podvozek se třemi poháněnými kulovými elementy. Úřad pro patenty a vynálezy 2005 Praha, průmyslový vzor č. 15 950
- 7 Lacko,B.: Podvozek s hnací koulí. Úřad pro patenty a vynálezy 2005 Praha, Průmyslový vzor č. 15 951
- 8 Novák, P.: Mobilní roboty – pohony,senzory, řízení. Nakladatelství technické literatury BEN 2005 Praha, 250 s.
- 9 Březina, T. – Ondroušek, V.: Design of coordination mechanism of walking robot gait controllers. In: Proceedings of National conference Engineering Mechanics 2005. Institute of Thermodynamics Academy of Sciences Czech Republic, Prague 2005 (Book of extended abstract), p. 61 – 62
- 10 Liška,M.- Houška, P.: Design of clashing sensor for mobile robot. In: Proceedings of National conference Engineering Mechanics 2005. Institute of Thermodynamics Academy of Sciences Czech Republic, Prague 2005 (Book of extended abstract), p. 201 – 202
- 11 Marada,T. – Březina,T.: The effect of selected variables on Q-learning during the control of asynchronous electric motor . In: Proceedings of National conference Engineering Mechanics 2005. Institute of Thermodynamics Academy of Sciences Czech Republic, Prague 2005 (Book of extended abstract), p. 215 – 216



Obrázek A Podvozek s hnací koulí



Obrázek B Podvozek s třemi poháněnými kulovými elementy