

Mechatronicke systémy v strojárstve

Juraj Uriček, doc. Ing., PhD.*

Katedra automatizácie a výrobných systémov, Strojnícka fakulta,
Žilinská univerzita v Žiline,
Univerzitná 1, 010 26 Žilina.
E-mail: juraj.uricek@fstroj.uniza.sk ,Tel.: + 421 41 513 2813, Fax.: + 421 41 525 2541

Vladimír Bulej, doc. Ing., PhD.

Katedra automatizácie a výrobných systémov, Strojnícka fakulta,
Žilinská univerzita v Žiline,
Univerzitná 1, 010 26 Žilina.
E-mail: vladimir.bulej@fstroj.uniza.sk ,Tel.: + 421 41 513 2811, Fax.: + 421 41 525 2541

Ján Stanček, Ing., PhD.

Katedra automatizácie a výrobných systémov, Strojnícka fakulta,
Žilinská univerzita v Žiline,
Univerzitná 1, 010 26 Žilina.
E-mail: jan.stancek@fstroj.uniza.sk ,Tel.: + 421 41 513 2814, Fax.: + 421 41 525 2541

Mechatronic systems in mechanical engineering

Abstract: The main aim of the article is to present an overview about mechatronic systems application in various areas of industry. There are summarized the latest knowledge as well as applications in specific areas as CNC machine tools design, industrial, mobile and collaborative robotics, military industry, transport and logistic systems, automated production lines and cells, systems for Ambient assisted living technology, etc. These include integrated machine condition evaluation systems, machine vibration suppression systems and the deployment of general modern intelligent mechatronic systems in the field of mechanical engineering. The understanding of such systems can be considered as a key feature in their successfully application in praxis.

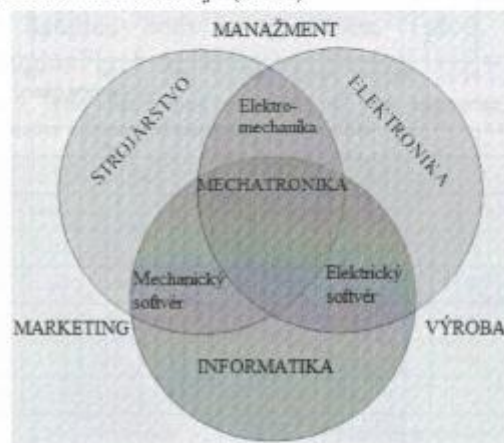
ÚVOD

Mechatronika je moderný vedecko-technický odbor zahrňujúci vybrané strojárské, elektrotechnické, informatické a kybernetické disciplíny (Obr.1). Prináša viac než len ich kombináciu, je to nový komplexný pohľad na problém a jeho riešenie.

V súčasnosti je kladený veľký dôraz na automatizáciu strojárstva, strojárskej výroby, strojov a strojárskych výrobkov, ktorých hlavná pracovná činnosť je založená na mechanických princípoch. Ľudská práca je nahradzovaná automatizáciou rôznych výrobných procesov, kde sa do výroby implementujú automatické výrobné linky, priemyselné roboty a manipulátory, čo prispieva k zvyšovaniu efektivity a kvality výrobkov. Tieto zariadenia sú schopné pracovať bez prestávky a automaticky. Človek nie je schopný pracovať bez prestávky, väčšinou slúži k obsluhu zariadení, čím je jeho úloha v porovnaní so strojmi uľahčená.

Medzi dôležité prvky používané v priemyselnej automatizácii patria snímače. Ich úlohou je sledovanie najrôznejších fyzikálnych veličín a vytváranie dát určených na spracovanie riadením. Medzi rovnako dôležité môžeme zaradiť akčné členy. Vykonávajú pokyny, ktoré vydáva riadiaci

systém. Počítač od svojho vzniku sa postupne začal aplikovať aj v strojárskej oblasti a medzi jednu z najvýznamnejších oblastí uplatnenia patria roboty a číslicovo riadené stroje (CNC).



Obr. 1. Oblasti mechatroniky [9]

Úlohou robotov je vykonávanie montážnych prác, kontrola, povrchová úprava obrobkov, ale sú schopné veľmi precíznej a presnej práce, preto sú využívané napr. pri chirurgických operáciách. Medzi ich výhody v porovnaní s ľudskou silou patrí schopnosť pracovať duševne a citovo nezaťažene.

1 MECHATRONICKÉ VÝROBKY A SYSTÉMY

Mechatronicke výrobky sú výsledkami postupov podľa princípov mechatroniky. Sú zhotovené s využitím pokrokových materiálov, najnovšími technologickými postupmi, špičkovými vlastnosťami a účelnou strojovou inteligenciou. Autonómnu činnosť alebo racionálne včlenenie sa do nadradeného riadiaceho systému umožňuje mechatronickým systémom vložená inteligencia.

Oblasti uplatnenia mechatroniky a mechatronických systémov:

- CNC stroje a roboty.
- Automatizované výrobné linky.
- Mobilné stroje a zariadenia.
- Dopravné a manipulačné prostriedky.
- Zdravotnícka a špeciálna technika.
- Vojenská technika.

1.1 Rozdelenie mechatronických systémov

Mechatronicke systémy sú charakteristické určitým stupňom „inteligencie“. Sú programovateľné, poskytujú rady užívateľom, majú diagnostiku vlastných chýb, opravujú sa pomocou vlastnej rekonfigurácie a spolupracujú s inými inteligentnými strojmi.

1.1.1 Mechatronicke systémy v armáde

Vojaci to nemajú vôbec jednoduché, okrem toho, že nasadzujú svoje životy v službe, musia často v ťažkom teréne prenášať závažie s váhou okolo 50 kg a to až niekoľko hodín bez prestávky a na veľmi dlhú vzdialenosť. Je to vyčerpávajúce a takáto záťaž má negatívny dopad aj na vojakov trup a nohy. Preto sa vedci snažia čo najviac odľahčiť záťaž vojakov a zároveň zvýšiť ich bezpečnosť.

Robotická mulica je vyvíjaná americkou agentúrou pre výskum pokročilých obranných technológií. Je to mobilný, čiastočne nezávislý robot označený LS3 (Legged Squad Support System), čo v preklade znamená podporný systém s nohami a tvarom pripomína obrieho psa, či mulicu (obr. 2). Jeho hlavným cieľom je podpora vojakov americkej námornej pechoty. Prototyp nosiča munície, zbraní má za sebou už prvé úspešné vychádzky. Tie preukázali, že riadiace senzory sú schopné odlišiť stromy, balvany či prekážky v teréne od osôb, a tak súčasnú podobu robotickej mulice už žiadne razantné zmeny nečakajú. Robotický pomocník zvládne za 24 hodín preniesť 200 kg záťaž do vzdialenosti až 20 km, pričom mu na celú cestu vystačí náplň jednej nádrže.



Obr. 2. Robotická mulica v teréne [10]

Bezpilotné lietadlo (UAV) je lietadlo bez ľudskej prítomnosti na palube, ktoré môže byť riadené diaľkovo alebo lietať pomocou naprogramovanej dráhy letu. Takéto lietadlá sa v armáde používajú k prieskumným, monitorovacím, špiónážnym a útočným letom. Medzi bezpilotné lietadlá sa považujú tiež rádiom ovládané modely alebo aj repliky lietadiel. Najznámejším bezpilotným prieskumným prostriedkom vyvinutým americkou armádou je MQ-1 Predator (obr. 3).



Obr. 3. MQ-1 Predator [11]

1.1.2 Mechatronicke systémy v zdravotníctve

Zámerom programu zdravotnickeho výskumu a aplikácie pokrokových technológií je zlepšenie, skvalitnenie a predĺženie ľudskeho života občanov. Mechatronicke systémy uľahčujú život, nielen ľuďom s postihnutím, ale aj zdravotníkom starajúcim sa o nich a takisto aj tým, čo nemajú žiadne postihnutie.

Elektrický invalidný vozík je kompenzačná pomôcka určená osobám, ktoré majú dobrú funkciu horných končatín. Vozíky sú použiteľné v interiéri i exteriéri. Jednoduché ovládanie umožňuje ľuďom ľahko sa začleniť do bežného života a svojpomocne si zabezpečiť všetko potrebné. Vozíky je možné vybaviť podľa požiadaviek zákazníka. Na obr. 4 je elektrický vozík vybavený teleskopickým stĺpikom, ktorý dvíha sediacu osobu do požadovanej výšky.

Genium je inteligentný systém protéz dolných končatín (obr. 5) založený na dlhoročných skúsenostiach. Pri kľbe Genium všetko prebieha v reálnom čase, takmer rovnako ako pri prirodzenej chôdzi. Optimalizovaná fyziologická chôdza systému umožňuje takmer identicky kopírovať

prirodenú chôdzu, a to vrátane chôdze pospiatky, chôdze po schodoch, pričom pohyby sú plynulé.



Obr. 4. Elektrický invalidný vozík [12]



Obr. 5. Protéza dolnej končatiny [13]

1.1.3 Mechatronické systémy v civilnej sfére

Úlohou mechatronických systémov nie je zlepšovať alebo uľahčovať prácu a život odborníkom, vedcom, ale aj bežným ľuďom. V súčasnosti sa mechatronické systémy nachádzajú všade okolo nás. Mnohí si to ani neuvedomujeme, ale systémy pracujúce na mechatronickom princípe využijeme denne veľa krát.



Obr. 6. Pohyb vysávača po podlahe a po koberci [14]

Robotický vysávač pre dôkladné pokrytie plochy využíva efektívny pohyb a celú sadu senzorov, pomocou ktorých zmapuje priestor. Pomocou vizuálnej lokalizácie sa dokáže orientovať po celej domácnosti. Vytvára si orientačné body vo svojej mape priestoru, takže presne vie, kde už bol a kde je ešte potrebné povysávať. Plne nabitý zvládne vysávať až dve hodiny, potom sa automaticky vráti na nabíjajúcu stanicu. Na kobercoch a rohožkách, automaticky zvýši výkon motora až 10-násobne.

Vysávanie môžete spustiť prostredníctvom aplikácie. Na obr. 6 je zobrazená trasa vytvorená vysávačom a znázornené zvýšenie výkonu motora pri prechode na koberec.

Automatické brzdenie automobilov využíva kamerové alebo radarové senzory, ktoré snímajú vzdialenosť od ostatných vozidiel, ako to môžete vidieť na obr. 7. Pokiaľ sa priblížite k vozidlu, systém vás upozorní, prípadne začne okamžite brzdiť, podľa aktuálnej situácie. Súčasné systémy dokážu znížiť rýchlosť nárazu alebo nehode úplne zabrániť. Pri automatických brzdách sa znížil počet zranení o 42 %, pretože rýchlosť reakcie počítača je výrazne vyššia než reakcia človeka.



Obr. 7. Senzory v automobile [15]

1.1.4 Mechatronické systémy v kozmickom výskume

Aplikácie systémov vo vesmíre umožnili pozorovať procesy prebiehajúce mimo nášho dosahu. Rozšírili obzory o fungovaní mimo našej Zeme. Okrem letov do vesmíru, prispeli aj k zlepšeniu života bežných ľudí. Vďaka nim môžeme telefonovať na druhý koniec sveta, alebo pri blúdení použiť navigáciu, ktorá nás navedie správnym smerom. Kozmická sonda je kozmické teleso bez posádky vypustené k Mesiacu alebo na únikovú dráhu zo zemského gravitačného poľa. Ich úlohou je výskum vlastností priestoru, ktorým prelietajú, prípadne telies slnečnej sústavy, ku ktorým sa približia.

2 MECHATRONICKÉ SYSTÉMY V STROJÁRSTVE

Riešenie rozporov medzi požiadavkami na výrobnú presnosť vo veľkých pracovných priestoroch strojov a pružnou a spoľahlivou výrobou vyžaduje zostrojovať stroje s univerzálnou systémovou architektúrou a vlastnosťami typickými pre mechatronické systémy.

Skratka CNC znamená Computerized Numerical Control. Obsahujú riadiaci počítač, ktorý je súčasťou NC stroja a riadi pracovné úkony. Výhody CNC strojov spočívajú v znížení výroby nepodarkov a zvýšení presnosti použitím údajov zo snímačov. Program je možné upravovať. Vlastné pohony výrobných strojov sú s podporou modelov riadené tak, aby korigovali chyby procesu. V dnešných

moderných NC strojoch sú všetky úkony obrábania aj s nastavením rezných podmienok uskutočňované automaticky. Zásah človeka je obmedzený na upnutie polovýrobku, vybratie obrobku a spustenie automatického chodu.

Rozdelenie CNC strojov:

- CNC sústruhy (obr. 8).
- CNC frézky a CNC brúsky.
- CNC obrábacie stroje na výrobu ozubení.
- CNC obrábacie centrá.
- CNC stroje pre nekonvenčné metódy obrábania (elektroiskrové obrábacie stroje).
- CNC páliace stroje (laser, vodný lúč, plazma, kyslíkovo-acetylény plameň).



Obr. 8. CNC sústruh [16]

NC program môžeme písať v textovom editore, alebo ho vytvoríme pomocou CAD/CAM systémov. Tieto systémy obsahujú simuláciu na kontrolu správnosti a funkčnosti programu. Následne program preniesime do riadiaceho systému a nemusíme tak stáť pri stroji a písať NC kódy priamo. Najčastejšie je program prenesený použitím USB kľúča, ale v súčasnosti je možné zapojiť CNC stroje do počítačových sietí. Každý NC program začína hlavičkou. Čo je vlastne príkazový riadok, ktorý jasne charakterizuje typ CNC riadiaceho systému a spôsob vykonávania programu. Ďalej v hlavičke sú predvolené modálne G-kódy a pomocné M-kódy. Modálne znamená, že neplatia len na jeden príkazový riadok, ale že sú aktívne až do riadku, kde ich zmení iný kód. G-kód je jazyk používaný k ovládaniu stroja a M-kódy sa starajú o ovládanie jeho mechanizmov.

Špeciálnu skupinu CNC obrábacích strojov tvoria CNC obrábacie centrá. Patria do skupiny viacprofesných strojov. Je možné na nich realizovať rôzne technologické operácie (sústruženie, frézovanie, vrtanie a pod.). Na obr. 9 je vertikálne obrábacie centrum pre obrábanie súčiastok v piatich riadených osiach, používané v malých a stredných podnikoch. MAXXMILL 500 obrába diely s maximálnymi rozmermi 500x500x475 mm a je navrhnuté ako konzolová frézka.



Obr. 9. Obrábacie centrum MAXXMILL 500 [16]

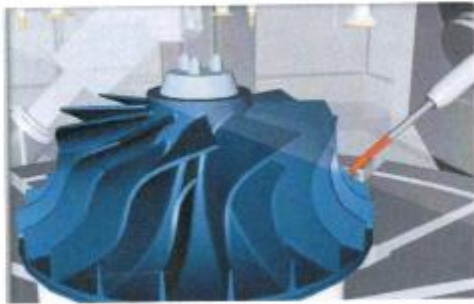
Virtuálny stroj DMG MORI je softvér vyvinutý pre čo najúspornejšie obrábanie s cieľom optimalizácie výrobného procesu a kvality obrobkov. Tento softvér umožňuje presnú počítačovú simuláciu skutočného obrábania v presnom zobrazení 1:1. Spoločnosť Airbus Defence and Space sa rozhodla softvér DMG MORI používať vo svojom modernom 5-osom obrábacom centre DMC 125 FD duoBLOCK (obr. 10). Vzhľadom vodou chladenému pohonu posuvu sa presnosť zvýšila o 30 %, zároveň sa o 30 % znížila spotreba. Zásobník môže obsahovať až 243 nástrojov, ktoré je podávač schopný vymeniť za 0,5 s. Uvedený model je vybavený naklápacím otočným stolom s priamym pohonom, pričom zaisťuje frézovanie aj sústruženie.

Virtuálny stroj DMG MORI zobrazuje výrobné procesy, vrátane výmeny nástrojov. Dokáže okrem strojov v skutočnej veľkosti na počítači zobrazit' aj ich geometriu a kinematiku s pôvodným ovládaním a skutočným PLC. Služi na simuláciu obrábania nákladných komponentov na počítači a overenie z hľadiska realizovateľnosti alebo možných kolízií. Do simulácie je integrovaná meracia sonda, ktorá uskutočňuje meranie v reálnom čase, podobne ako na skutočných strojoch.



Obr. 10. Stroj DMC 125 duoBLOCK [17]

Presnosť softvéru je dostatočná, aby sme boli schopní už na počítači vidieť, či proces obrábania spĺňa naše očakávania. V tomto virtuálnom prostredí sa takisto môže školiť nový odborný personál. Na obr. 11 vidíme kompletnú integráciu kontroly a presnú reprezentáciu geometrie stroja a kinematiky. Potenciálne kolízie a chyby programovania sú identifikované ihneď.



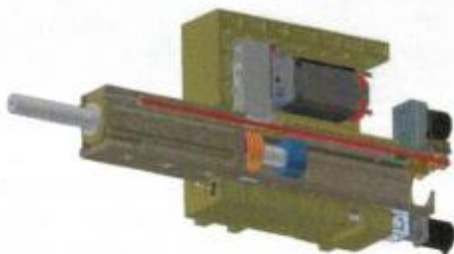
Obr. 11. Kontrola geometrie [18]

2.1 Inteligentné a mechatronické systémy

Výrobcovia výrobných zariadení sa už nesnažia odlišiť len mechanickou stavbou a dizajnom strojov, ale aj implementáciou celého radu inteligentného príslušenstva zvyšujúceho funkčnosť a presnosť vyrábaných zariadení.

2.1.1 Integrované systémy vyhodnotenia stavu stroja

Microcut je Taiwanský výrobca CNC strojov, ktorý vyvinul niekoľko pokročilých systémov určených k sledovaniu stavu stroja. Axial Accuracy control je systém určený k rekonštrukcii teplotnej deformácie stroja na základe merania teplôt a matematického modelu. Pri zaznamenaní príliš vysokej teploty stroja, kde je teplotná deformácia príliš vysoká a vypočítaná korekcia by nebola dostatočne presná, dochádza vďaka tomuto systému k automatickej úprave rýchlosti vretena a pohybových osí. Jeden z ďalších systémov pod názvom Straightness Compensation Technology (obr. 12) je používaný na kompenzáciu priehybu výsuvného šmýkadla horizontálnych strojov. Využíva kompenzačnú tyč, ktorá je z prednej časti šmýkadla vedená do jeho zadnej časti. V tejto časti je napojená na hydraulický valec so snímačom tlaku. Pri vysúvaní šmýkadla je tlak vo valci monitorovaný a porovnávaný s uloženou hodnotou v PLC. Ak dôjde k odchýlke týchto hodnôt mimo tolerančné pole, nastane úprava tlaku vo valci a tým i pridvihnutie šmýkadla.



Obr. 12. Šmýkadlo Straightness Compensation Technology [5]

Montronix je spoločnosť vyrábajúca meracie a vyhodnocovacie systémy výrobných strojov. Jeden

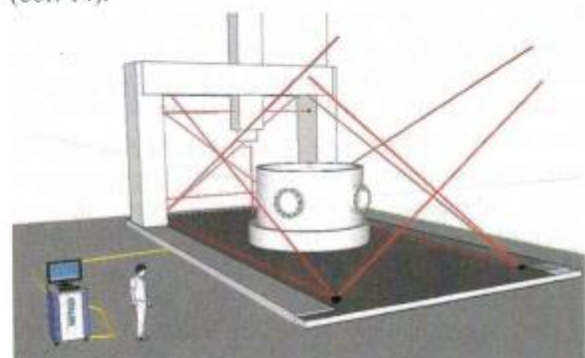
z ich systémov monitorovania kolízie je založený na sledovaní zrýchlení jednotlivých častí stroja (obr. 13). Rozhodnutie o vzniknutej kolízii je vydané za menej ako 1 ms.



Obr. 13. Systém monitorovania kolízie [2]

2.1.2 Odmeriavacie systémy pre obrábacie stroje

Firma Etalon vyvinula systém Absolute Multiline Technology, ktorý predstavuje novú technológiu merania vzdialenosti s možnosťou prerušenia a znovu obnovenia laserového lúča. Princíp spočíva v porovnaní vlnovej dĺžky meracieho a referenčného lúča. Referenčný lúč je vytvorený v samostatnom okruhu vo vnútri ústredne. Parametre, ktoré sa porovnávajú je intenzita a fáza oboch lúčov, ktoré sú vyhodnocované matematickým aparátom. Výhodou tejto technológie sú veľmi malé rozmery meracej optiky. Lúč z ústredne je možné viesť optickým káblom až na niekoľko kilometrov, preto je možné merať i rozsiahle strojové štruktúry (obr. 14).



Obr. 14. Etalon Absolute Multiline Technology [5]

LaserTRACER je meracie zariadenie používané pre malé priestory. Systém MultiTrace predstavuje nový spôsob využitia tohto zariadenia. Zahŕňa využitie viacerých TRACEROV, pracujúcich na princípe GPS (obr. 15). Tento systém je schopný kalibrovať sa sám a dosahuje vysokú presnosť meraním štyrmi interferometrami. Umožňuje napríklad dynamický

záznam priestorovej trajektórie vo veľkých pracovných priestoroch s vysokou presnosťou alebo skenovanie rozmerých povrchov.

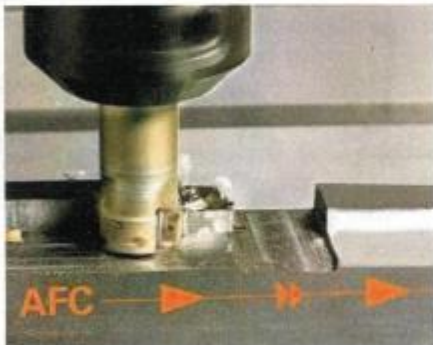


Obr. 15. Etalon Multitrace [5]

2.2 Inteligentné prvky riadiacich systémov

Systém HEIDENHAIN obsahuje nástroj Adaptive Feed Control určený pre zvýšenie dynamickej stability obrábania strojov. Aktívne riadi rýchlosť posuvov v závislosti na zaťažení stroja. V prípadoch, keď je zaznamenaný menší úber materiálu, automaticky sa zvýši rýchlosť posuvu (obr. 16) a tým sa dosiahne skrátenie obrábacieho času.

Systém OKUMA má k dispozícii nástroj Collision Avoidance System, ktorý na základe 3D modelov obrobkov, nástrojov, úpiniek, revolverových hláv a koníkov vyhodnocuje v reálnom čase riziko kolízie. Simulácia prebieha súčasne s procesom obrábania v automatickom režime. Pohyb stroja sa zastaví pred blokom programu, ktorý obsahuje kolíziu inštrukciu.



Obr. 16. Etalon Multitrace [2]

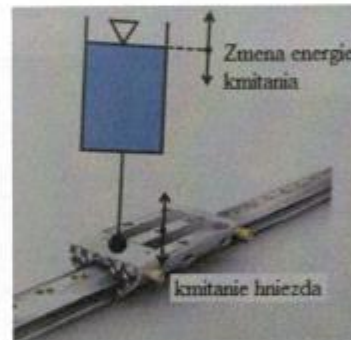
2.3 Systémy potlačenia vibrácií

Firma Trimill vyvinula stroj VU 3014 (obr. 17), na ktorého šmykadle je pre potlačenie vibrácií umiestnený pasívny dynamický tlmič znázornený zelenou farbou. Je to prstenec, v ktorom je umiestnená dominantná hmota a na nej sú zavesené menšie hmoty. Tento tlmič je určený pre potlačenie vibrácií rezného procesu.



Obr. 17. Trimill VU 3014 [2]

Firma INA navrhla a realizovala hydrostatické vedenie, ktoré je možné vybaviť systémom potlačovania vibrácií (obr. 18). Hydrostatická medzera hniezda je napojená na nádrž s hydraulickým olejom a energia vibrácií je premieňaná na potenciálnu energiu kvapaliny v nádrži.



Obr. 18. Princíp hydrodynamického tlmiča [5]

3 ROBOTY

Robot je riadený mechanizmus programovateľný v troch a viacerých osiach. Vyznačuje sa určitým stupňom autonómnosti a pohybuje sa v rámci svojho prostredia tak, aby vykonal zadané úlohy. Medzi hlavné vlastnosti robotov patrí vysoká manipulačná schopnosť, univerzálnosť, adaptivita a autonómnosť, schopnosť inteligentného rozhodovania. Roboty spolu s CNC strojmi predstavujú základných predstaviteľov mechatronických zariadení.

Rozdelenie robotov podľa:

- Aplikačného určenia:
 - Manipulačné – manipulácia s objektom.
 - Technologické - vykonávanie technologických činností (zváranie, ohýbanie plechov, a pod.).
 - Špeciálne - práca v špeciálnom prostredí (výskum laboratóriách, kozmickom priestore, pod vodou, v rádioaktívnom prostredí, a pod.).
- Mobility:
 - Stacionárne (priemyselné roboty).

- Mobilné (servisné roboty).
- Konštrukčného usporiadania:
 - So sériovou kinematickou štruktúrou (kartézske, cylindrické, sférické, SCARA a angulárne).
 - S paralelnou kinematickou štruktúrou.
 - S hybridnou kinematickou štruktúrou.

3.1 Mobilné roboty

Mobilné roboty sú vybavené pojazdom zariadením a predstavujú novú kategóriu robotov. Klasický robot nadobúda novú technickú charakteristiku, a to mobilitu. Umožňujú zvyšovať úroveň automatizácie výroby. Uplatňujú sa hlavne v logistickom reťazci vo výrobných, ale aj v nevýrobných odvetviach. Medzi najnovšie novinky v oblasti mobilných robotov patrí YOUBOT spoločnosti KUKA. (obr. 19). Skladá sa z mobilnej platformy, na ktorej je nainštalované päťosové robotické rameno s dvojčelust'ovými chápadlami. Rameno a mobilná platforma môžu byť taktiež použité samostatne.



Obr. 19. Mobilný KUKA YOUBOT [19]

3.2 Spolupracujúce roboty

Spolupráca človeka s priemyselným robotom nie je neznámym pojmom a v súčasnosti naberá na dôležitosť najmä vďaka rastúcim požiadavkám zákazníkov alebo zvýšeniu konkurencieschopnosti. Nasadzovanie kolaboratívnych pracovísk má svoje uplatnenie aj v skracovaní inovačných cyklov a pružnejšej reakcii na ťažko predvídateľné požiadavky trhu, pričom nevyhnutným prvkom je ochrana osôb, vstupujúcich do procesu s rýchlo sa pohybujúcim robotom. Hlavnou úlohou nástupu inteligentnej spolupráce človeka s priemyselným robotom je uľahčiť opakujúcu sa, často i veľmi náročnú až nebezpečnú prácu človeka. Jediný spolupracujúci robot na svete s užitočným zaťažením 35 kg je CR-35iA spoločnosti FANUC [7], ktorý je na obr. 20. Je vhodný takmer pre všetky manuálne procesy. Operátor je mimo ohrozenia vďaka snímačom sily a mäkkej gumenej koži robota, pričom robot je schopný pracovať s človekom

alebo popri nemu. Operátor, ho môže navádzať, učiť alebo jednoducho odstrániť, keď bude potrebovať priestor.

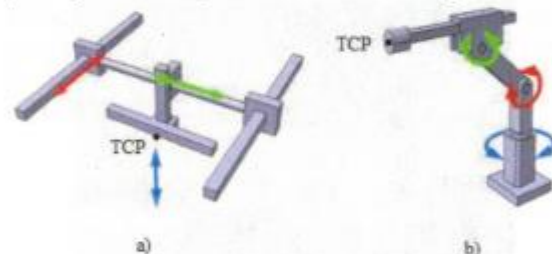


Obr. 20. Spolupracujúci robot FANUC CR-35iA [20]

3.3 Sériové a paralelné roboty

Sériové roboty majú tvar pracovného priestoru určený relatívnym pohybom koncového bodu TCP (Tool Centre Point) pohybmi v smere súradnicových osí. Tvar pracovného priestoru je určený pohybom koncového bodu. Poznáme priamočiare (obr. 21a) alebo rotačné (obr. 21b) vedenie sériových robotov.

Paralelné roboty majú polohu koncového bodu určenú pohybmi určitého počtu aktívnych a pasívnych lineárnych vedení alebo rotačných členov.



Obr. 21. Sériové kinematické štruktúry [21]

Zaujímavým mechanizmom patriacim do skupiny štruktúr s paralelnou kinematikou využívaný v priemysle hlavne v oblasti manipulácie a montáže je Delta robot. Na obr. 22. je robot M-3iA spoločnosti FANUC s užitočnou hmotnosťou až 6 kg. Má najväčší pracovný priestor v porovnaní s ostatnými robotmi vo svojej triede (1350x500 mm) [6]. Je k dispozícii v štyroch alebo šiestich programovateľných osiach.



Obr. 22. Delta robot FANUC M-3iA [20]

Humanoidné roboty svojou konštrukciou a vzhľadom pripomínajú ľudské telo. Disponujú trupom, hornými, dolnými končatinami a hlavou. Dnešné humanoidné roboty dokážu spievať, rozoznávajú niekoľko stoviek hlasových povelov, tancujú, pomáhajú starším osobám, dokonca dokážu napodobňovať ľudskú mimiku, či rozoznať Vašu náladu. Spoločnosť Honda skonštruovala humanoidného robota pod názvom Asimo. Asimo patrí medzi špičku v robotike, najmä čo sa týka spôsobu chodenia. Je vysoký 130 centimetrov a svojou technickou vyspelosťou prevyšuje súčasné humanoidné roboty. Komunikuje v cudzích jazykoch na akúkoľvek tému, problémom preňho nie je ani chôdza po schodoch či tanečné a futbalové pohyby.

ZÁVER

Obsah článku je zameraný na prehľad súčasného stavu a objasnenie základných princípov mechatronických systémov v rôznych oblastiach, hlavne v strojárstve.

V úvode je pojem mechatronika opísaný od jej vzniku, vývoj až po aplikácie v rôznych odvetviach priemyslu. Veľmi dôležitú úlohu v mechatronických systémoch zohrávajú snímače a akčné členy.

Uvedené sú niektoré najnovšie poznatky a aplikácie s ich využitím pre CNC stroje a obrábacie centrá. Jedná sa o integrované systémy vyhodnocovania stavu stroja, systémy na potlačenie vibrácií stroja, odmeriavacie systémy strojov a nasadenie moderných inteligentných mechatronických systémov v oblasti strojárstva. Ďalej je uvedená problematika robotov, pričom je spracované rozdelenie na základe ich vyhotovenia, schopností a vlastností. Príkladom sú čoraz častejšie využívané roboty s paralelnou kinematikou označované ako Delta roboty.

Podakovanie

Tento článok bol vypracovaný pod záštitou projektu APVV-16-283. Názov projektu: „Výskum a vývoj multikriteriálnej diagnostiky výrobných strojov a

zariadení na báze implementácie metód umelej inteligencie.“

LITERATÚRA

- [1] MAIXNER, L. a kol. (2006). *Mechatronika*. 1. vyd., 285 s. ISBN 80-251-1299-3.
- [2] BANIAK, R. (2016): *Mechatrické systémy v strojárstve*, Bakalárska práca (28230420131001), Žilinská univerzita v Žiline.
- [3] KNOFLÍČEK, R. - PLŠEK, L. (2011). *Paralelné kinematické štruktúry výrobných strojů a průmyslových robotů*, Brno, VUT Brno.
- [4] URÍČEK, J. (2001). *Simulácia číslicovo riadených strojov a robotov*, Habilitačná práca, EDIS, Žilinská univerzita v Žiline.
- [5] SMOLÍK, J. (2014). *Obrábací stroje na EMO Hannover 2013*. 1. vyd. ISBN 978-80-904077-5-6.
- [6] BULEJ, V. et al. (2019). *Development of a simulation platform for robots with serial and parallel kinematic structure*. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Springer Verlag, pp. 452-461. ISBN 978-3319-9748-97.
- [7] TLACH, V. et al. (2019). *Collaborative assembly task realization using selected type of a human-robot interaction*. *Transportation Research Procedia*. Vol. 40, pp. 541-547.
- [8] BŘEZINA, T. (2016). *Mechatrické soustavy*. [online]. Dostupné na internete: http://autnt.fme.vutbr.cz/brezina/Mechatronicke_soustavy.pdf
- [9] BME Mechatronika (2019). bmemechatronika.uw.hu
- [10] 21 století (2019). <http://21stoleti.cz>
- [11] Brokerské centrum (2019). <http://www.brokerske-centrum.sk>
- [12] Energetický partner (2019). <http://partnerstvi-energetiky.msek.cz>
- [13] Neoprot (2019). <http://www.neoprot.sk>
- [14] Irobot (2019). <http://www.irobot.sk>
- [15] TopSpeed (2019). <http://www.topspeed.sk>
- [16] Selos (2019). <http://www.kovo-stroje.sk>
- [17] Air Magazine (2016). <http://issu.com>
- [18] DMG MORI (2019). <http://dmgmori.com>
- [19] ATP Journal (2019). www.atpjournalsk
- [20] Fanuc (2019). www.fanuc.com
- [21] Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach (2019). www.sjf.tuke.sk