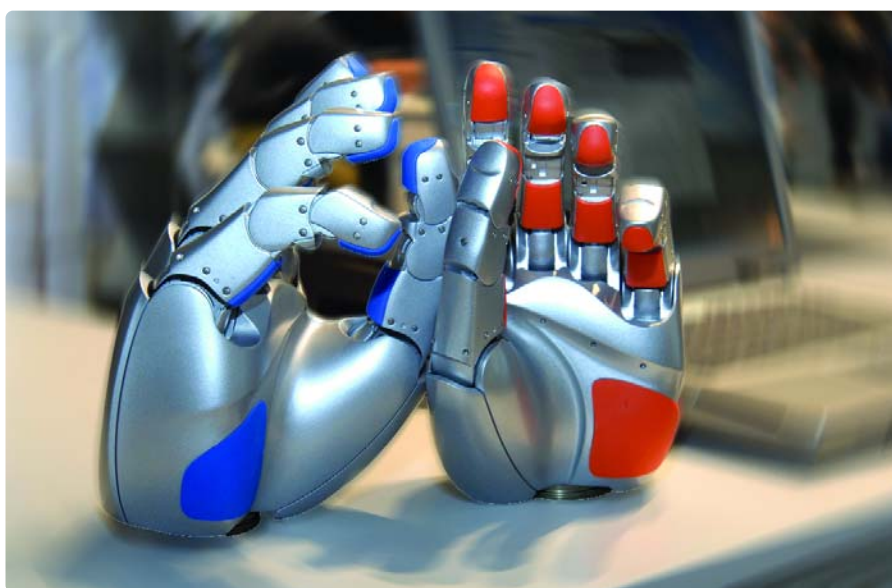


Motory maxon pro aplikace v humanoidní robotice a biomechanice

Moderní elektrické mikropohony napájené bezpečným napětím jsou nedílnou součástí nejrůznějších mechatronických systémů. V poslední době se tyto motory prosazují v netradičních plikačních oblastech, jako jsou humanoidní robotika, biomechanika a invazní chirurgie. Pro tento vývoj je charakteristické zdokonalování vlastností všech členů struktury, tj. motorů, převodovek, snímačů polohy nebo rychlosti otáčení rotoru i řídicí a výkonové elektroniky, a především jejich miniaturizace.

Autor článku: Doc. Ing. Vladislav Singule, CSc.



Design pětiprsté robotické ruky DRL-HIT-Hand II s motorky maxon, každý prst má čtyři klouby a tři stupně volnosti. V jedné ruce je 15 bezkomutátorových motorků maxon.

Humanoidní robotika

Lidská ruka je bezpochyby jedním z nejuniverzálnějších a nejsložitějších nástrojů v přírodě. Vytvoření nástroje obdobných vlastností je velkou výzvou pro generace výzkumných pracovníků a konstruktérů a výzkum a vývoj robotických rukou je jedním z nejsledovanějších problémů v humanoidní robotice. V poslední době došlo v této oblasti vývoje k významnému pokroku. Realitou jsou robotické ruce, které napodobují jak anatomii, tak pohyby a funkce lidské ruky včetně jemného úchopu. Nejnovější výsledky vývoje ukazují, že víceprsté ruce budou brzy součástí běžného pracovního prostředí a v současnosti používané jednoduché robustní dvou či tříprsté koncové efekторы budou nahrazeny pětiprstými rukama, schopnými provádět složité, přesné a jemné činnosti. Výroba víceprstých rukou se zvláště řízenými prsty a klouby, jak je tomu u lidské ruky, je umožněna pokrokem v mikromechanice a mikroelektronice. Vývoj v dílčích oblastech

mechatroniky, která je založená na funkční a prostorové integraci mechaniky, elektroniky a řízení, nyní již dospěl tak daleko, že robotická ruka již může být z velké části zkonstruována ze standardních komerčních součástí. Příkladem implementace výstupů tohoto výzkumu na konstrukci robotické ruky budoucnosti je produkt společnosti German Aerospace Centre (DRL) s Hrabín Institute of Technology (HIT). Tato ruka s typovým označením DRL-HIT-Hand II má pět prstů, každý se čtyřmi klouby a třemi stupni volnosti, a je menší a lehčí než předchozí typ. Design ruky je zřejmý z obrázku v úvodu. Z výzkumu funkcí a charakteristik lidské ruky jednoznačně plyne, že čtyři prsty jsou nutné k uchopení kónických součástí a palec slouží jako vnější opora, a že mechanické parametry pohybů musí být přesně monitorovány a řízeny.

Motory jsou v ruce umístěny přímo v prstech. Pro každý prst je potřeba pro správnou funkci několika motorů, které jsou

všechny řízeny nezávisle. V prezentované konstrukci robotické ruky je použito 15 bezkomutátorových motorů Maxon EC 20 s digitálním Halloovým snímačem polohy. Použitý motor splňuje všechny podstatné klíčové požadavky, neboť je to levný, komerčně dostupný výrobek s vysokou hustotou výkonu a kompaktními rozměry. Má výkon 3 W, je dostupný v provedení 12 V nebo 24 V, poskytuje maximální kroutící moment 8,04 mNm a dosahuje otáček naprázdno 9 300 min⁻¹. Včetně Hallova snímače je dlouhý pouze 10,4 mm, má vnější průměr 21,2 mm a jeho hmotnost je 15 g. Každý s motorů je připojen k harmonické převodovce HDUC 05, která má stejný průměr. Výborné dynamické vlastnosti motoru a předepjatá kuličková ložiska zabezpečují přesnou odezvu na řídicí veličiny včetně změny směru rotace. Protože jsou motory umístěny přímo v prstech, musí být věnována zvláštní pozornost zpracování řídicích a zpětnovazebních dat.

Pro dosažení jemné manipulace je každý kloub prstu vybaven bezkontaktním snímačem polohy a snímačem momentu a oba senzory musí mít vysoké rozlišení. Pro správnou funkci řídicího členu je důležitá rychlá zpětná vazba pro srovnání požadované a skutečné hodnoty, a proto je kromě objemu dat podstatná i rychlost přenosu dat. Pro tuto aplikaci byla zvláště vyvinuta interní vysokorychlostní 25 Mbps sběrnice, založená na FGPA (Field Programmable Gate Arrays). Vlastní řízení (signálový procesor na PCI kartě) je integrováno v běžném PC. Uživatelské rozhraní umožňuje ruku řídit z PC se zobrazením všech dat na monitoru. Zobrazení dat, řízení a spojení mezi rukou a procesorem tak odpovídají perspektivnímu použití v průmyslovém prostředí. Díky kompaktní prostorové integraci včetně zpětnovazebního členu a rychlému přenosu dat je ruka DRL-HIT-Hand II řízena velmi jemně a přesně.

Použití standardních komponent pak umožňuje konstruovat cenově přijatelné



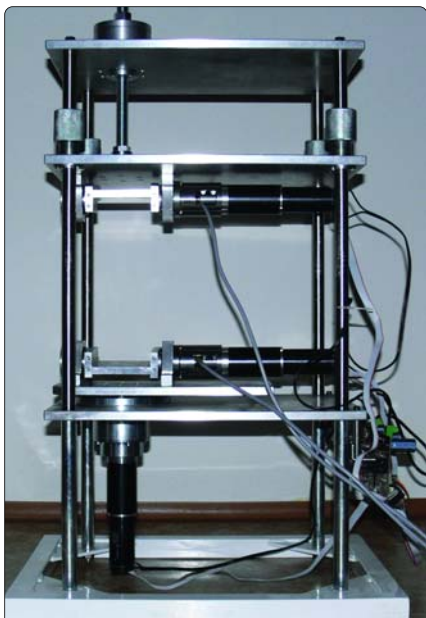
Bezkomutátorový motor maxon EC 20 s vestavěným digitálním Halloovým snímačem polohy

výrobky, které byly dříve v důsledku speciálního drahého vývoje prakticky neprodejně.

Biomechanika

Řešením vybraných biomechanických problémů se zabývá několik pracovišť Fakulty strojního inženýrství VUT v Brně. Pozornost je zaměřena především na problémy klinické praxe. Přestože je současný rozvoj biomechaniky umožněn především rozvojem výpočetní techniky a numerických metod souvisejících s řešením úloh mechaniky kontinua, jsou pro verifikaci výsledků simulačního modelování nezbytné praktické experimenty.

Výzkum je zaměřen na biomechanické problémy spojené s určováním mechanického chování biomechanických soustav s implantáty a fixátory a na určování mechanických vlastností biologických materiálů a materiálů používaných v klinické praxi na implantáty a pomocných fixačních materiálů.



Pohled na zařízení pro zkoušení páteřních segmentů

Pro experimentální určování mechanického chování těchto soustav bylo vyvinuto několik zkušebních zařízení. Jedním z nich je experimentální zařízení pro zkoušení páteřních segmentů. Zařízení má tři řízené osy, které jsou osazeny pohony firmy Maxon, tvořené DC motorem RE36, IRC snímačem polohy a čtyřstupňovou planetovou převodovkou GP42C. Pro ovládání těchto zařízení byl dokončen software pro řízení experimentů, který umožňuje jednoduché ovládání zařízení a záznam průběhu experimentu.

Druhým, podstatně pokročilejším zařízením, je testovací zařízení na bázi Stewartovy platformy, které umožňuje aproximaci základních pohybů vybraných prvků lidského těla. Obecného pohybu, zjištění základních závislostí deformací a opotřebení příslušných prvků obecného a silového

působení efektorů je dosaženo dvojicí robotů s paralelní kinematikou. Konkrétně je zařízení určeno pro stanovení zatěžujících prvků (síla, silová dvojice, rozložené silové působení, posuv, úhel natočení) na vybraných segmentech lidského organismu (kyčelní kloub – dřík, jamka, páteřní segment – 2 obratle, ploténka). Stewartova platforma je tvořena pohyblivou platformou, která je spojena s pevnou základnou šesti lineárními akčními členy (nohama) uchycenými na obou koncích nohou sférickými vazbami. Pohled na funkční vzorek zařízení je uveden v závěru článku. Náročným úkolem byl vývoj lineárního akčního členu, který musí splňovat základní požadavky aplikace – pomalý pohyb a přesné polohování při velké vyvozané síle. Tyto požadavky vylučují použití lineárního elektromotoru. Na základě stanovených požadavků byl vyvinut lineární pohon, tvořený elektrickou pohonnou jednotkou Maxon s motorem RE35, jednostupňovou planetovou převodovou skříní GP32C a inkrementálním snímačem otáček MR ENC typ L, čelním ozubeným soukolím a kuličkovým pohybovým šroubem s maticí. Při volbě pohonu bylo uvažováno i s povoleným krátkodobým přetěžováním motoru. Výrobce kuličkového šroubu s maticí je společnost Kuličkové šrouby Kuřim, a.s. Pro realizaci funkčního vzorku byl zvolen kuličkový šroub s maticí K 12×4-3AP, který je použitelným kompromisem mezi velikostí a životností.

Řízení platformy je koncipováno jako dvouvrstvé, kde horní vrstva synchronizuje předepsáním momentů na hřídelích motorů všech šest pohonů tak, aby bylo dosaženo požadovaného natočení matic kuličkových šroubů vedoucího k požadované poloze a orientaci plošiny. Spodní vrstva představuje izolované řízení momentů na jednotlivých pohonech, pro které je vstupem napětí. V důsledku cenově

nákladného získání měřenosné veličiny, odpovídající skutečnému momentu, vyvozaného lineárním pohonem bylo pro nižší vrstvu řízení navrženo a ověřeno polohové řízení s pozorovatelem momentu. Pro vlastní realizaci nižší vrstvy řízení se jeví jako nejvhodnější (nejlépe kompenzující zátěžný moment) koncepce stavového řízení s kompenzací poruchy. Konkrétně bylo použito kombinace struktury s integrátorem a kompenzací momentu v ustáleném stavu jako poruchové veličiny, tedy s pozorovatelem poruchy.

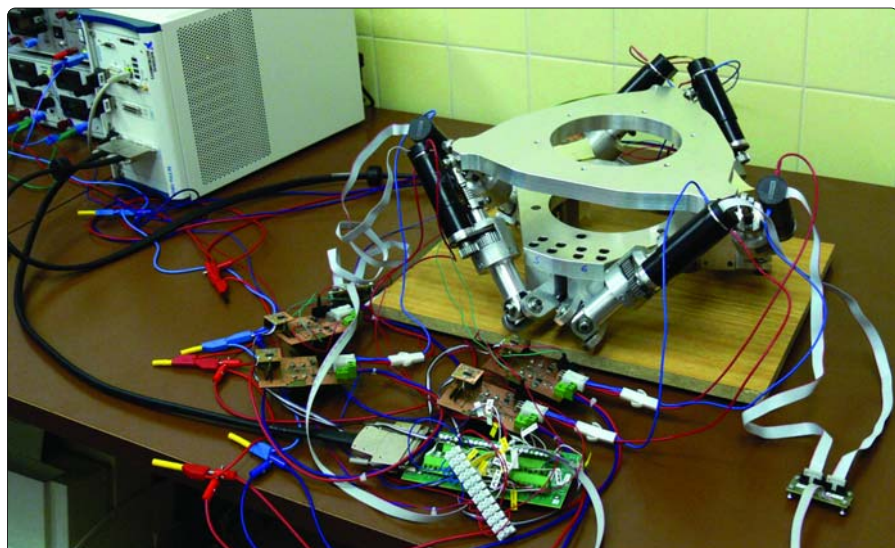
Závěr a pozvání na AMPER 2008 v Praze

Použití standardních komponent umožňuje konstruovat cenově přijatelné výrobky, které byly dříve v důsledku drahého vývoje prakticky neprodejně. Podmínkou pro implementaci těchto komponent do složitých mechatronických soustav je kromě nízké ceny především vysoká kvalita a jejich vhodnost pro další funkční a prostorovou integraci. Pohony firmy Maxon, nabízející v podstatě komplexní řešení s vysokým stupněm těchto integrací jsou reprezentativním příkladem mechatronického přístupu k řešení potřeb širokého spektra náročných aplikací.

Ve stánku společnosti UZIMEX PRAHA, spol.s r.,o. v hale 3 č. A11 najdou zájemci v průběhu veletrhu řadu novinek výrobce Maxon.

Technici jsou připraveni se zájemci konzultovat konkrétní úlohy jak pro řešení se servopohony maxon tak i úlohy z oblasti automatizace a robotizace, kde je vhodné aplikovat ostatní výrobky z širokého sortimentu společnosti UZIMEX. O osudech automatických kosmických robotů bude pravidelně přednášet Tomáš Příbyl. **T+T**

www.uzimex.cz



Pohled na funkční vzorek testovacího zařízení na bázi Stewartovy platformy s řídicí elektronikou