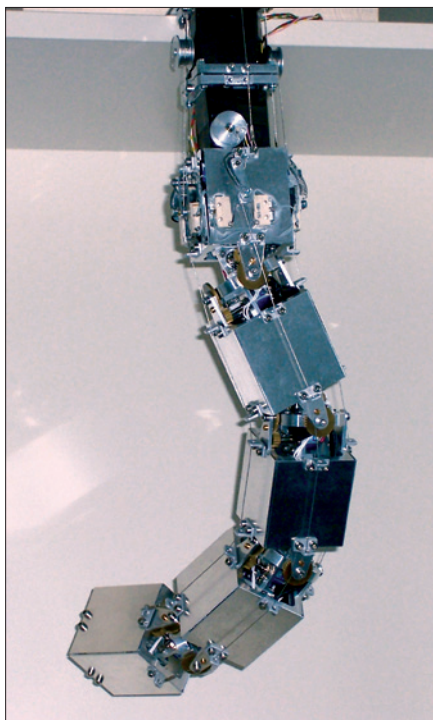


Obratný kloubový robot s malou spotřebou

Ve výzkumných a vývojových laboratořích jsou rozpracovávány robotické systémy s mimořádnými vlastnostmi. Jedním z nich je kloubový robotický manipulátor se zvlášť obratným ramenem a minimální spotřebou energie.

Z hlediska pohyblivosti má slon oproti člověku jednu velkou přednost: zatímco člověk nemůže svými pažemi dosáhnout dozadu, aniž by si vykloubil ramena, dokáže slon se svým chobotem provést téměř každý mys-



Obr. 1. Kloubové rameno robotu s velkou pohyblivostí a obratností (foto: F.Wörgötter)

litelný pohyb. Například cvičení sloni v rámci benefiční prezentace *The Asian Elephant Art & Conservation Project* umějí pod vedením člověka chobotem se štětcem nakreslit na plátno květiny, různé motivy, nebo dokonce sami sebe (<http://www.youtube.com/watch?v=He7Ge7SogrK>). Tato zručnost a obratnost sloniho chobotu inspirovala profesora Dr. F. Wörgöttera a Dr. K. Ninga z Bernsteinova centra pro počítačovou neurovědu (*Bernstein Zentrum für Computational Neuroscience*) a univerzity v Göttingenu k vývoji všestranně použitelného kloubového robotu, jehož manipulační rameno nápadně připomíná chobot slona (*Rüsselroboter*, [1]). Díky použitým čtyřem kloubům jde o roboty mimořádně pohyblivé a obratné. Na rozdíl od jiných kloubových robotů nový robot vystačí s minimem energie na ovládní. Výsledky výzkumu byly nedávno publikovány v prestižním odborném časopise *IEEE Transactions on Robotics* [2].

Základem je minimalizace spotřeby energie

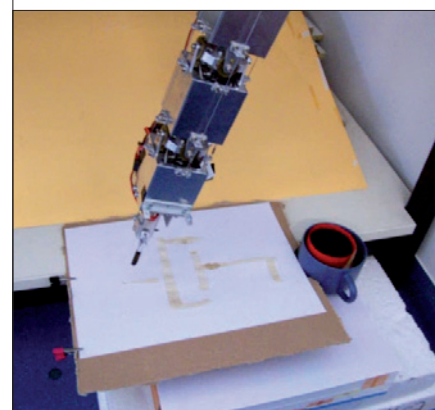
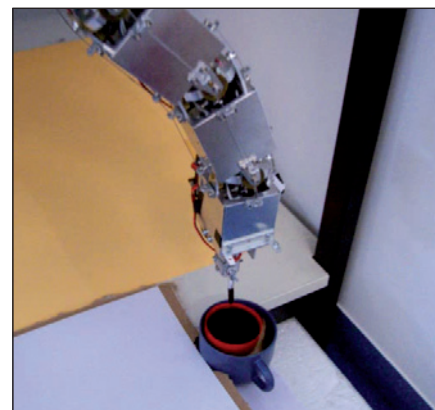
Velký počet kloubů manipulačního ramene postavil odborníky při konstrukci robotu s „chobotovým“ ramenem před velký problém, a to jak minimalizovat množství energie potřebné pro jeho ovládní. Na všechny prvky robotu totiž působí tíhová síla a kloub musí nést hmotnost nejen předmětu, se kterým rameno manipuluje, ale všech prvků ramene nacházejících se mezi daným kloubem a předmětem. Aby bylo možné ramenem pohybovat nebo je jen udržet v požadované poloze, je třeba účinek této tíhové síly v každém kloubu překonat a k tomu vynaložit značné množství energie. Uvedený problém vyřešili oba biofyzikové elegantním způsobem. Když několikakloubové rameno robotu zaujme požadovanou polohu, jeho klouby se zablokují a dále nespotebouvávají žádnou energii. Při každém pohybu ramene robotu se postupně jeden kloub po druhém krátce odblokuje a nastaví do správného úhlu podle požadované polohy koncového manipulačního prvku. Klouby se ovládají čtyřmi tenkými kovovými lankami vedenými podél stěn manipulačního ramene (obr. 1). Tažná síla lanek se reguluje při použití malých motorků upevněných v základové části ramene.

Podle toho, za které lanko se táhne a který z kloubů je právě odblokován, může rameno robotu uskutečnit téměř libovolný pohyb s vynaložením minimální energie. Důkazem, že nový robot může vykonávat i velmi složité pohyby, je jeho schopnost malovat velmi přesně např. znaky čínského písma (<http://www.youtube.com/watch?v=C1PuO9cwmj0>). Speciální počítačový program k tomu ovšem musí vypočítat energeticky nejpříznivější pořadí ovládní tahu lanek a odblokování kloubů, které vytvoří požadované křivky pohybu štětce upevněného na konci manipulačního ramene (obr. 2). Zatím je tedy pracovní repertoár robotu omezen jen na předem naprogramované pohyby.

Cílem je učící se robot

Profesor Wörgötter připomíná, že sloni se učí malovat přirozeně samostatně, odkoukáváním. Příštím cílem výzkumu proto bude vybavit také robot s „chobotovým“ ramenem schopnostmi učit se tak, aby byl schopen samostatně, metodou „pokusu a omylu“, nalézt optimální řešení jednotlivých konkré-

ních úloh. Realizovat procesy učení v počítačově podporovaných systémech je jeden z úkolů pracovní skupiny prof. Wörgöttera. Předpokládá se, že poznatky o principech učení získané při výzkumu mozku umožní vytvořit matematické algoritmy, pomocí nichž bude robot řízen. Tímto způsobem by se měl robot naučit samostatně vykoná-



Obr. 2. Robot dokáže s velkou přesností malovat i znaky čínského písma (foto: F. Wörgötter)

vat i komplexní pohyby. Do výrobní zralosti nového robotu je ještě daleko, ale v budoucnu by se měly roboty s velkou pohyblivostí a obratností pracovního ramene velmi dobře uplatnit nejenom ve výrobě na montážních linkách, ale také v medicíně a při různých servisních činnostech.

Literatura:

- [1] – *Rüsselroboter bringt Farbe ins Spiel*. Bernstein Zentrum für Computational Neuroscience – Presseinformation, 1. února 2010.
- [2] NING, K. – WÖRGÖTTER, F.: *A Novel Concept for Building a Hyper-Redundant Chain Robot*. *IEEE Transactions on Robotics*, 2009, 25, č. 6, s. 1237–1248.

Ing. Karel Kabeš