

## » Mehka robotika in nove bionične robotske tehnologije

**Janez Škrlec**

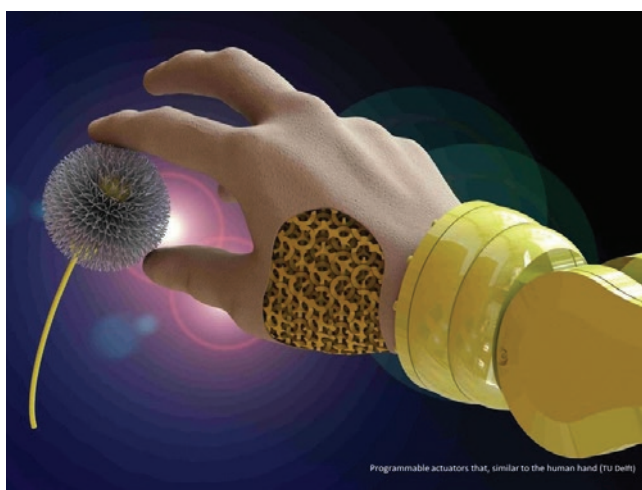
Narava je neomejen vir navdiha za mehke bionične robotske sisteme, prav tako za posebne senzorje in aktuatorje, ki se bodo vedno pogosteje uporabljali v aplikacijah v mehki industrijski robotiki. Mehki bionični senzorji so danes zaznavne platforme, ki se lahko upognejo, raztegnejo ali oblikujejo, da omogočijo zaznavanje zunanjih dražljajev, kot so sila, premiki, tlak, temperatura ali kemikalije pod rahlimi mehanskimi deformacijami.

Tehnologije mehke robotike so se zdaj razvile onkraj taktilnega zaznavanja in naprave z možnostmi zaznavanja premika, temperature ali svetlobe so trenutno v intenzivnem razvoju. Zaradi napredka na področju prevodnih kompozitnih materialov so bile razvite različne vrste mehkih bioničnih in bioelektričnih senzorjev, kot so fleksibilni, raztegljivi in nosljivi senzorji. V zvezi z mehкими bioničnimi aktuatorji je zgodnji razvoj dielektričnih elastomerov pripeljal do nedavne realizacije umetnih mišic, ki temeljijo na pametnih polimernih materialih. Medtem ko so pnevmatski aktuatorji odprli področje mehke robotike. Nedavni razvoj vključuje različne mehke in pametne sprožilne mehanizme, ki uporabljajo tekočine, kemikalije in mehke materiale. Tudi nove proizvodne tehnologije, kot sta 3D- in 4D-tiskanje, so povzročile napredek mehkih bioničnih aktuatorjev za mehke robotske prste, ki so jih navdihnile biomimetične strukture, ali pa so jih oblikovale arhitekturne trdne snovi, kot so auxetic ali origami strukture. Zaradi povečanega zanimanja za fleksibilno mehko robotiko (še zlasti v medicini in zdravstvu) se pričakuje, da bodo mehki bionični senzorji in aktuatorji postali industrijsko izjemno pomembni.

### Kako se je razvila mehka robotika?

Stacionarni metalni oz. kovinski robot, ki je opravljal v preteklosti eno in samo nalogo v težki industriji, kot je npr. avtomobilska, je definiral pojem, kaj je robotika? Cenjeni so bili za opravljanje ponavljajočih se nalog in tistih, ki so bile umazane in nevarne. Avtomatizacija se je začela spreminjati, ko je raslo povpraševanje po izdelkih višje kakovosti, medtem ko se je življenjski cikel izdelkov skrajšal. V industrijah, kot je potrošniška elektronika, so bili za ravnanje z miniaturnimi komponentami potrebni roboti z občutljivim zaznavanjem sile. Masovna prilagoditev je predstavljala še en izziv za tradicionalnega stacionarnega robota. Spletno naročanje posameznih artiklov in pričakovanja potrošnikov, da bodo izdelki takoj dostavljeni, so prinesli fleksibilno avtomatizacijo v skladišnih in logističnih okoljih. Spremembe na trgu, skupaj s trendi v komponentah, kot so senzorji, ki postajajo vedno cenejši in prodaja

na koncu roke, ki se zlahka zamenjajo za opravljanje različnih nalog, so omogočili stroškovno učinkovite naložbe v robote. Raziskovalci so pred časom začeli intenzivno eksperimentirati z mehkejšimi, bolj prilagodljivimi materiali in ugotovili, da lahko z njimi lažje posnemajo človeške sposobnosti, hkrati pa ohranjajo sposobnost ponavljanja nalog in prilagajanja spremembam v okolju.



» Programabilni mehki aktuatorji s podobnostjo človeške roke. (Vir: TU (Tehniški univerzi) Delft)

### Mehki aktuatorji podobni človeški roki

Raziskovalci na TU (Tehniški univerzi) Delft so razvili nove bio navdihnjene programabilne aktuatorje, ki funkcionirajo podobno kot človeška roka in združujejo mehke in trde pametne materiale za izvajanje kompleksnih gibov. Ti novi, pametni materiali imajo velik potencial za razvoj in izdelavo mehkih robotov, ki bodo lahko varno in učinkovito komunicirali z ljudmi in drugimi občutljivimi predmeti. Tovrstni razvoj mehke robotike je tesno povezan s človeško bioniko. Uporaba tovrstnih tehnoloških dosežkov bo kaj kmalu implementirana v medicinski robotiki, industriji in številnih drugih področjih.

Novi modeli ultraprogramabilnih mehanskih metamaterialov omogočajo nov razvoj, kjer je mogoče izbrati in uglasti način ak-



**Janez Škrlec** je bil dolgoletni član Sveta za znanost in tehnologijo RS in ustanovitelj Odbora za znanost in tehnologijo pri OZS. Ukvarja se z elektroniko, mehatroniko, bioniko in nanotehnologijo.

tiviranja v zelo širokem razponu, ne le sile in amplitude aktiviranja, ampak veliko več. Danes strokovnjaki že uporabljajo racionalne pristope oblikovanja, ki temeljijo na napovednih računalniških modelih, združeni z naprednimi tehnikami aditivne proizvodnje iz več materialov in celo za 3D- in 4D-tiskanje celičnih materialov. Z uporabo geometrije in prostorskih razporeditev lastnosti materiala kot glavnih konstrukcijskih parametrov so razvili mehke mehanske metamateriale, ki se obnašajo kot mehanizmi, katerih silo in amplitudo aktiviranja je mogoče povsem prilagoditi. Mehka robotika, ki jo navdihuje bio, omogoča varnejše klinične interakcije s človeškimi pacienti, vendar običajni trdi roboti, ki so pogosto zgrajeni iz togih materialov in zapletenih nadzornih sistemov, ogrožajo celovitost tkiva, svobodo gibanja, skladnost in splošno biološko združljivost



ljudi. Mehki, skladni materiali bistveno zmanjšajo mehansko kompleksnost, prilagodijo okolje njihove uporabe in nudijo velik prak-

## Origin One

optimalni stroj za proizvodnjo majhnih in srednjih serij

...od biokompatibilnih medicinskih naprav vse do komponent za letalsko industrijo...

- možnost uporabe vrhunskih materialov različnih proizvajalcev
- visoka natančnost in ponovljivost izdelave
- fleksibilna proizvodnja



tični potencial za razvoj množičnih medicinskih pripomočkov in naprav. V medicinskih aplikacijah mehke robotske naprave ne le pospešujejo razvoj minimalno invazivne kirurgije, ampak tudi izboljšujejo biološko združljivost naprav za rehabilitacijo.

### Interes po ekstremno natančni manipulaciji z občutljivimi predmeti in izdelki

Mehki roboti imajo prednosti, kot na primer, da lahko poberejo zelo občutljive predmete, kot je jajce, ne da bi ga zlomili. Lahko se maksimalno prilagajajo okolju. Mehke in deformabilne strukture so ključnega pomena v sistemih, ki se ukvarjajo z negotovimi in dinamičnimi okolji in zahtevnimi nalogami, ugotavlja Robotics and Automation Society IEEE v članku Soft Robotics. To vključuje tudi delo z živimi celicami in človeškimi telesi. Danes sta največja izziva razvoj in iskanje uporabnih materialov, ki jih je mogoče natančno nadzorovati kot mišice, ne da bi sledili togemu gibanju. Že danes je jasno, da se bo mehka robotika uporabljala v najrazličnejših zelo zahtevnih aplikacijah. Veliko teh bo povezanih z medicino, industrijo in z logističnim sektorjem itd. Harvard Biodesign Lab npr. uporablja mehko robotiko za pomoč bolnikom, ki so imeli srčno popuščanje. Podjetje Soft Robotics iz Cambridgea v Massachusettsu izdeluje »bionična prijemala in nadzorne sisteme« za naloge izbiranja, postavljanja, zlaganja, prelaganja, razvrščanja zahtevnih občutljivih predmetov. Združenje Robotic Industries Association opisuje prednosti prilagodljivih tehnologij mehkega oprijema v različnih aplikacijah, od medicinskih do aplikacij v skladiščih in v distribuciji.

### Mehki bionični aktuatorji in okoljska združljivost

Mehki električni aktuatorji, ki jih poganja nizka napetost, so zelo obetavni za aplikacije interaktivnih vmesnikov človek-stroj

(iHMI), vključno z izvajanjem ukazov za dokončanje različnih nalog in komunikacijo z ljudmi. Privlačne lastnosti nizkonapetostnih mehkih električnih aktuatorjev vključujejo njihovo dobro varnost, nizko porabo energije, majhno velikost sistema in lastnosti, ki niso toge ali deformabilne. Poznamo tri tipične razrede električnih aktuatorjev, in sicer elektrokemične, elektrotermične in druge električne (dielektrične, elektrostatične, feroelektrične in plastificirani gel) aktuatorje glede na njihov mehanizem in območje delovnega potenciala. Za vsako vrsto aktuatorjev obstajajo prednosti in slabosti ter načelo delovanja, konfiguracija/zasnova naprave in izbor materialov. Ker se število robotov povečuje in se uporabljajo v vedno širših aplikacijah, se pojavlja problem odpornosti. Cilj konvencionalne robotike je izdelati robote s čim daljšo življenjsko dobo. To je v napetosti z negativnim vplivom teh robotov na okolje, ko dosežejo konec produktivnega življenja. Ker se število mehkih robotov povečuje, postajajo učinki po življenjski dobi teh robotov vse pomembnejši. Za premagovanje te težave je biološka razgradljivost zelo pomembna. Tako kot v naravi, kjer se vsi organski materiali reciklirajo, ko organizem umre, so potrebni biorazgradljivi mehki roboti, ki se neškodljivo razgradijo. Za doseg te sposobnosti je treba razviti biološko razgradljiva telesa, ki vključujejo biološko razgradljive aktuatorje, senzorje in druge komponente. Nedavno so bili dokazani mehki aktuatorji, izdelani iz biološko razgradljivih biopolimerov, vključno s pnevmatsko in električno gnanimi oz. krmiljenimi strukturami. Pomembno je omeniti, da razgradnja ni isto kot varna razgradnja, kar dokazuje razgradnja nekaterih plastičnih mas. V teh primerih, čeprav se je plastika razgradila, lahko sestavni deli še vedno negativno vplivajo na okolje. Nasprotno pa mora okoljska mehka robotika pokazati nevtralen ali pozitiven vpliv na okolje, če upoštevamo celoten življenjski cikel in dolgoročne učinke na okolje. Veliko teh zahtev bo uresničenih prav z razvojem bioničnih in biomimetičnih naprav in sistemov ob uporabi pametnih in biorazgradljivih materialov.

### Industrijski priključki znamke Harting Han L32

## » Zelo tesni modularni kontaktorji

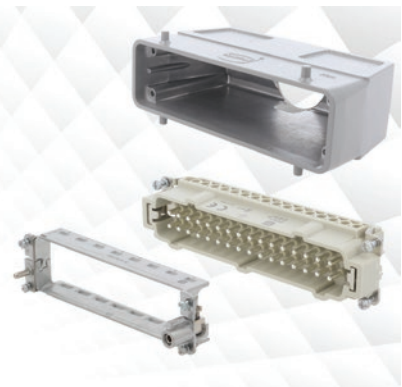
Novost v ponudbi družbe Harting so pravokotni priključki v novi velikosti L32. Do sedaj so se zaradi zagotavljanja ustreznega števila pinov in izpolnjevanja tokovnih zahtev priključkov uporabljali kontaktorji velikosti 32B, sestavljeni iz dveh priključkov 16B, nameščenih v eno ohišje. Žal se priključki 32B v nekaterih aplikacijah zaradi precej širokega ohišja niso mogli uporabljati. Z uvedbo na trg kompaktne velikosti L32 za vložek 157 x 32 mm je to težavo rešila družba Harting.

Priključki, ki so na voljo v katalogu TME, imajo modularno zgradbo (okvir, vložek s pini, ohišje). Tokovna trdnost kontaktov, izdelanih iz medeninaste zlitine, znaša 16 A (nazivna napetost do 500 V). Sestavljen kontaktor ima razred celovitosti IP65 (popolna odpornost proti prahu, zaščita pred politjem) in široko temperaturno toleranco (od -40 °C do 125 °C), kar izpolnjuje zahteve številnih industrijskih aplikacij. Ohišja priključkov so izdelani iz aluminija. V modelih, namenjenih za namestitve na kabel (na voljo so različice za pannelno namestitve), je velikost kableske uvodnice M40 ali M50. Vložki so prilagojeni za žile s prerezom od 0,75 mm<sup>2</sup> do 2,5 mm<sup>2</sup>.

Novi izdelki iz serije Han so že na voljo v katalogu TME in se strankam dostavijo neposredno iz naših skladišč.



Pushing Performance



### Značilnosti:

Material ohišja	aluminijska zlitina
Pritrditev vložka	157x32mm
Tip priključka	pravokotni
Temperaturno delovno območje	-40...125 °C
Razred celovitosti	IP65
Prostorska orientacija*	kotni ali ravni priključek
Navoj uvodnice*	M40 lub M50
* odvisno od modela	

» [www.tme.eu](http://www.tme.eu)