

Rekuperacija, shranjevanje in sproščanje energije na osnovi naravnega modela

Marjan SKUBIC

V avstralskem grbu pomeni napredek, medtem ko se v živalskem svetu giblje na edinstven način: kenguru. S pomočjo svojih neobičajno dolgih zadnjih nog se vrečar lahko hitro in učinkovito premika po terenu.

Njegov skakalni mehanizem omogoča, da kenguru povečuje svojo hitrost brez večanja porabe energije. Z vsakim skokom lahko shrani energijo iz faze pristanka in jo ponovno uporabi za naslednji skok. Pri tem prevzame Ahilova tetiva pomembno nalogo, ki je posebej poudarjena pri naravnem kenguruju

Novi videzi zaradi bionike

Razvojni tim iz Festovega Bionic Learning Networka je porabil dve leti, da je, kolikor je bilo mogoče, posnel obnašanje naravnega kenguruja pri skakanju in se iz tega učil.

Kot vodilni inovator na področju avtomatizacijske tehnologije je Festo vedno na preži za novimi ali še ne razširjenimi gibalnimi vzorci in pogonskimi koncepti. Eden od virov za novo znanje in prihodnje tehnologije je zagotovo narava.

Tehnična implementacija edinstvenega gibalnega vzorca

Kot njegov naravni model lahko BionicKangaroo učinkovito povrne, shrani in obnovi energijo za naslednji skok. Tehnična implementacija zahteva sofisticirano krmilno tehniko in stabilno skakalno kinematiko.

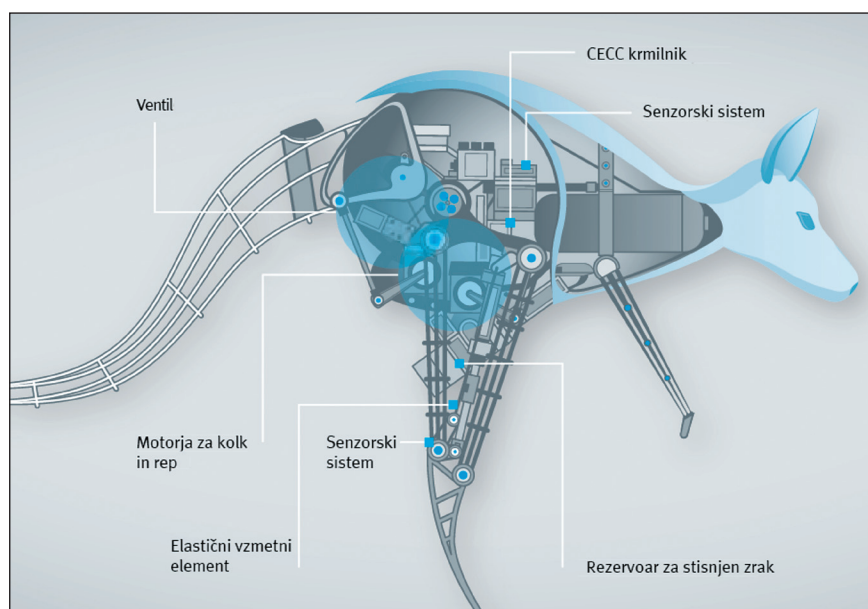
Dosledno lahka konstrukcija in inteligentna kombinacija pnev-

matičnih in električnih pogonov omogočata edinstveno obnašanje pri skakanju. Sistem se krmili s kretinjami.

Mobilna oskrba z energijo na krovu

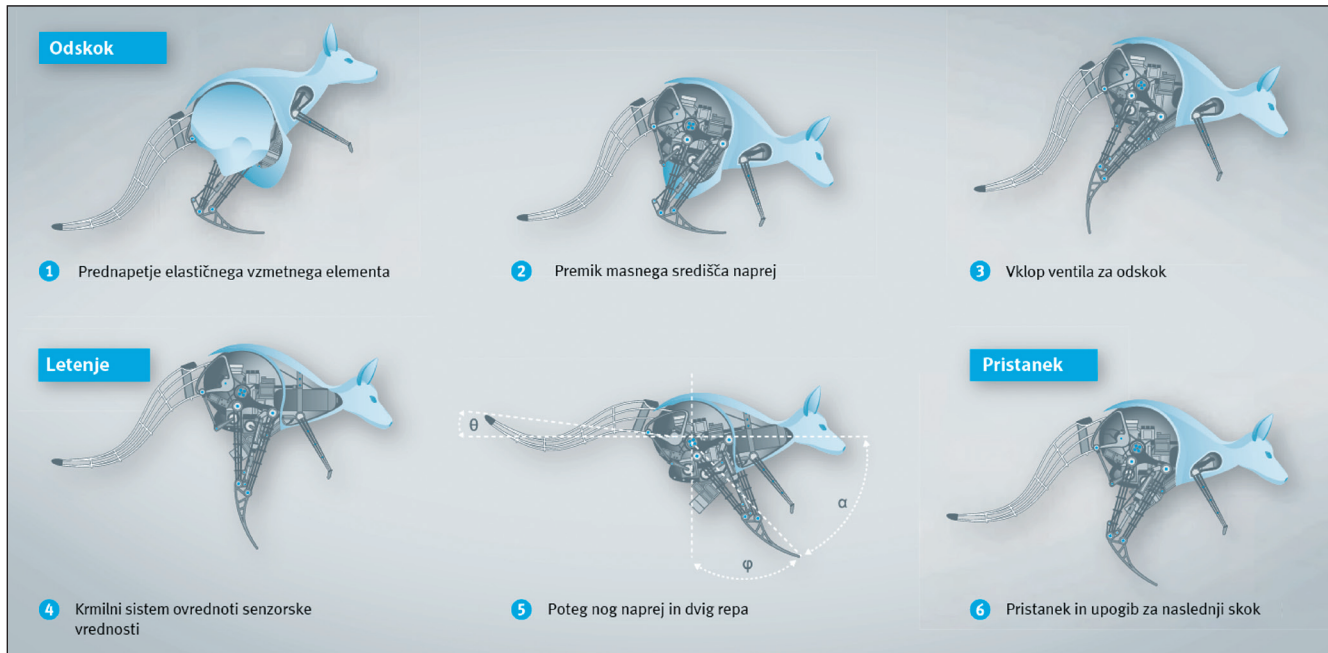
Festo je pri umetnem kenguruju namenil posebno pozornost mobilni oskrbi z energijo. Za ta namen so razvili celo dva različna koncep-

ta. V notranjost telesa se lahko namesti bodisi majhen kompresor ali visokotlačna naprava za shranjevanje. Oba dobavljata stisnjeni zrak, potreben za skakanje, ki se natančno dozira z dvema Festovi- ma elektromagnetnima ventiloma MHE2. Akumulator iz litijevega polimera služi za shranjevanje električne energije. Ta napaja s potrebno energijo tako ventile in električne pogone kot tudi integriran krmilni sistem Festo CECC.



Celoten sistem z visoko kompleksnostjo: preudarna kombinacija pogonov, krmilne tehnike in mobilnega energetskega napajanja

Mag. Marjan Skubic, univ. dipl. inž.,
Festo, d. o. o., Trzin



Edinstveno obnašanje pri skoku: inteligentna kombinacija nameščenih komponent za stabilno in učinkovito skakanje

Intuitivna zasnova upravljanja z uporabo krmilnega sistema s kretnjami

BionicKangaroo se lahko upravlja s kretnjami z uporabo posebnega zapestnega traku, ki zazna premike mišic upravljavca. Položajni senzor v zapestnem traku zapisuje gibanje roke. Zapestni trak pošlje te signale po Bluetoothu v krmilni sistem umetnega kenguruja, ki začne na njihovi osnovi delovati vzajemno s svojim upravljavcem.

Električni pogoni za natančne gibe

Ko stoji, se kenguru dotika tal z obema nogama in z repom, kar mu daje stabilen stik v treh točkah. Njegov rep omogoča potrebno ravnotežje med skakanjem. Električni servomotor podrobno krmili njegov kot delovanja in zagotavlja ustrezno kompenzacijsko gibanje. Kenguru na ta način kompenzira nasprotno gibanje svojih nog, ki jih mora povleči naprej za fazo pristanka. Noge upravljata dva električna servomotorja, nameščena med kolkom in stegnom, tako da se lahko premika naprej in nazaj. Vse krmilne signale za to proizvaja kompakten krmilni sistem.

Pnevmatični aktuatorji za dinamično obnašanje pri skakanju

Lahek pnevmatični valj Festo DSNU 20 je pritrjen vzdolž vsake spodnje noge za pogon. Koleno in gleženj sta povezana preko tako imenovane pozitivne kinematične naprave, kar omogoča povezano zaporedje gibanja.

Funkcija naravne Ahilove tetive je prevzeta z elastičnim vzmetnim elementom, izdelanim iz gume. Pritrjen je na zadnjo stran stopala in vzporedno s pnevmatičnim valjem na gležnju. Umetna tetiva duši

skok, ob tem istočasno absorbira kinetično energijo in jo sprosti za naslednji skok.

Integrirano upravljanje in diagnostika v realnem času

Monitoring pogojev kot tudi precizna krmilna tehnologija zagotavljata potrebno stabilnost med skokom in pristankom. Energetski status kenguruja, upravljane spremenljivke in kot delovanja se nenehno nadzirajo in vrednotijo. Krmilni sistem istočasno obdeluje mnoge vrednosti s senzorjev. Te se vnesejo v kompleksne krmilne



Holističen pristop: Ekipe je porabila za tehnično implementacijo dve leti – od izbire pravih materialov

algoritme, katerih rezultat so manipulirane spremenljivke za proženje valjev in motorjev.

Da se premika kar se da majhna masa, so vse komponente razporejene optimalno, povezane v mrežo in krmiljene na najmanjšem možnem prostoru. Elementi ohišja so izrezani iz pene. Kinematični sistem je izdelan iz lasersko sintranih delov, ojačanih z ogljikovimi vlakni. Rezultat tega je, da umetna žival z višino okoli enega metra tehta samo sedem kg in lahko skoči do 40 cm visoko in do 80 cm v daljino.



Programiranje visoko kompleksnih krmilnih algoritmov

Odriv in faza skoka (leta)

Pred prvim skokom je elastična tetiva pnevmatično prednapeta. BionicKangaroo premakne svoje masno središče naprej in se začne nagibati. Kakor hitro doseže določen kot ob ustrezni kotni hitrosti, se aktivirajo pnevmatični valji, energija iz tetive se sprosti in kenguru se odrine.

Da skoči čim dlje, potegne kenguru med letom svoje noge naprej. To ustvari navor v kolku, ki ga umetna žival kompenzira z gibanjem svojega repa. Vrh telesa pri tem ostane skoraj vodoravno.

Pristanek: energija za naslednji skok

Po pristanku se tetiva ponovno napne in s tem pretvori kinetično energijo predhodnega skoka v potencialno energijo. Energija se pri tem shrani v sistemu in jo je možno uporabiti za naslednji skok. Faza pristanka je kritičen proces za nadomestitev energije, odgovoren za učinkovito skakanje kenguruja. Med to fazo se rep premakne proti tlom in s tem nazaj v svoj začetni položaj.

Zmanjšana poraba energije v naslednjih skokih

Če kenguru nadaljuje s skakanjem, preusmeri shranjeno energijo neposredno v naslednji skok. Potencialna energija iz elastične tetive se v tem trenutku ponovno uporabi. Ventili

se preklopijo v pravem trenutku in začne se naslednji skok. Na ta način opravi več skokov, enega za drugim.

Če se predpostavi, da se bo BionicKangaroo zaustavil, mora absorbirati, kolikor je mogoče veliko energije. Za to se ustrezno vklopijo pnevmatični aktuatorji in tetiva je ponovno aktivno napeta.

Spodbuda za proizvodnjo prihodnosti

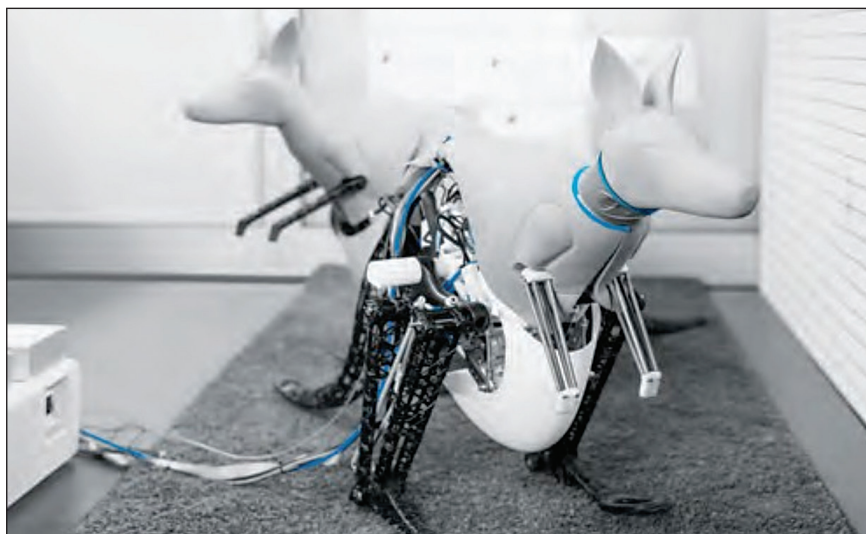
Poleg tehnične implementacije edinstvene skakalne kinematike prikazuje BionicKangaroo več aspektov integrirane avtomatizacije naenkrat: sistem ima svoje komponente na najmanjšem prostoru. Veliko funkcij je koordiniranih

z uporabo visoko kompleksnega krmilnotehnološkega sistema. Za Festo je princip permanentne diagnostike zagotovilo za operativno varnost in stabilnost procesa – bodisi na bionskih objektih ali v industrijskem okolju.

Drugi zanimivi pristopi za avtomatizacijsko tehniko v prihodnosti so zamisli o ponovni pridobitvi, shranjevanju in učinkoviti ponovni uporabi potencialne energije kot tudi sistema za napajanje z energijo zaradi mobilne pnevmatike.

Obnovitev energije v avtomatizaciji

V industrijski avtomatizaciji igra znanje o obnavljanju in shranjevanju



Presekane kabli zaradi napajanja z mobilno energijo na krovu

nju energije pomembno vlogo – na primer, ko gre za uporabo toplote pri kompresorjih ali regeneracijo električne energije nazaj v omrežje.

Inteligentna kombinacija pnevmatike in elektrike

Z umetnim kengurujem Festo prikazuje tudi to, kako se v visoko dinamičnih sistemih kombinirata pnevmatična in električna pogonska tehnika.

Kenguru dosega svojo visoko moč skakanja s pomočjo pnevmatike. Pnevmatični aktuatorji so v splošnem zmogljivi in omogočajo vi-

soko dinamiko, primerljivo lahki in gibki, kar pomeni, da delujejo tudi kot blažilniki za kenguruja pri pristanku. Kjer pa je potrebna najvišja natančnost pozicioniranja, se uporabljajo električni motorji – npr. za krmiljenje repa in kolka.

S pravo izbiro do učinkovitih rešitev

V industrijskih aplikacijah se je treba odločiti, ali so najboljša rešitev pnevmatični ali električni pogoni ali oboji.

Kot specialist za obe tehnologiji nudi Festo svojim kupcem rešitve, narejene po meri, in jih podpira z

obsežnimi in raznovrstnimi storitvami ter namenskimi simulacijskimi orodji.

Dodatne vsebine so na voljo tudi na internetu. Enostavno skenirajte QR-kodo in si oglejte film.



Dodatne informacije lahko najdete tako v brošurah in filmih o Bionic Learning Networku na internetu: www.festo.com/bionics in www.festo.com/en/bionickangaroo ■

Razvojni trendi mehatronike, vedno večja miniaturizacija in energetska varčnost

Mehatronika je kot interdisciplinarno področje prinesla v zadnjih letih številne izboljšane in učinkovitejše izdelke, tudi takšne, ki jih uporabljamo v vsakdanjem življenju. Danes mnogi pravijo, da je mehatronika področje mehanizmov, pogonov, senzorskih sistemov, aktuatorskih sistemov, elektronike, računalništva, mehkega nadzora, umetne inteligence in drugega. Novi pristopi v mehatroniki spreminjajo konvencionalne sisteme v zanesljivejše, varčnejše, manj energetske potratne in prinašajo v razvoju mehatronike, še zlasti mikromehatronike, na poti v nanomehatroniko ekstremno miniaturizacijo, prihranek pri materialu in energiji. Posledično nastajajo pametnejši sistemi s podporo 3D-tehnologij in tehnologij hitrega izdelovanja prototipov. Prehod iz klasične mehatronike v mikro- in nanomehatroniko pomeni tudi drugačen način razmišljanja. Generator razvoja so vedno nove zahteve, povezane z vojaškimi in vesoljskimi tehnologijami, medicino 21. stoletja in industrijo naslednje generacije.

Nova razvojna paradigma in mikroskopsko majhni, a delujoči sistemi

Proces miniaturizacije bo z mikro- in v prihodnosti z nanomehatroniko dobil nove razsežnosti. Z natančno kontrolo atomov, molekul ali predmetov v nanometriškem merilu bo človek gradil doslej nepredstavljive naprave in sisteme. Nanotehnologija namreč lahko pripomore k večji učinkovitosti delovanja mehatronskih sistemov, večji varnosti, zmanjšanju porabe energije in večji miniaturizaciji. Z uporabo nanotehnologije bo zagotovljena bistveno učinkovitejša proizvodnja. V prihodnosti bo mogoče graditi najrazličnejše nanosenzorje in mikroelektromehanske sisteme (MEMS). Učinkovit razvoj pa se obeta tudi na področju laboratorijev in reaktorjev na čipu. Z nanotehnologijo pa se bomo v prihodnosti pomaknili tudi v nanoelektromehanske sisteme (NEMS). Mikro- oziroma nanotehnologije bodo vse bolj pomembne za razvoj prihodnje robotike in avtomatizacije, pravzaprav bodo odločilnega pomena za uresničitev sistemov

z visoko zmogljivostjo. Cilj nanotehnologije je ustvariti idealno miniaturizacijo naprav in strojev do atomske in molekularne velikosti. Tehnološka smer takega razvoja pa je največji iziv človeka v tem stoletju.

Z natančno kontrolo atomov, molekul bo človek gradil doslej nepredstavljive naprave in sisteme, nove senzorje iz umetnih, šele nastajajočih materialov, spominske zmogljivosti v terabajtih, nanorobotske stroje in naprave, DNK-računalnike, kvantne računalnike in drugo. Mikronaprave bodo odstopile prostor razvoju nanonaprav z vgrajenimi senzorji, aktuatorji in komunikacijskimi orodji, napravami in sistemi. Razvojna uspešnost nanonaprav pa bo odvisna predvsem od učinkovitosti razvoja nanorodij za upravljanje atomov in molekul. Z razvojem nanotehnologije se razvoj seli na nanoskalo, nastajajo novi fizikalni modeli, novi fizikalni pojavi, modeliranje in simulacije v nanosvetu in na nanoravni. Človek bo lahko gradil precizne nanostroje in naprave, uporabniške vmesnike na nanoskali,