

teljskega Razuma, saj če narava ne bi bila narejena razumno in razumljivo, znanosti sploh ne bi bilo. Einstein pa pravi: "Najlepše in najgloblje doživetje je v občutku mističnega. V tem je čar vsake prave znanosti. Vsakdo, ki mu je ta občutek tuj, ki se ne more čuditi in ostrmeti od začudenja, je enako dober kot mrtev. Vedeti, da to, česar ne moremo prijeto, v resnici obstaja in se kaže kot najvišja modrost in najbolj svetleča lepota, ki jo naše zakrnele fakultete razumejo le v primitivni obliki – to znanje, ta občutek sta v središču prave religioznosti."

## Kaj pa statistični procesi?

Če je torej svet urejen in so (fizični) pojavi ponovljivi, je to znak za delovanje stvariteljskega Razuma. V svetu atomov pa so fiziki ugotovili, da so posamični pojavi neponovljivi in nepredvidljivi. Če npr. usmerimo zelo oslavljen curek svetlobe tako, da na zaslon z dvema odprtinama padajo osnovni delci svetlobe (fotoni) posamično, ne znamo napovedati, katero odprtino si bo foton izbral. (Pri desetih poskusih gre lahko npr. sedemkrat zaporedno skozi eno odprtino in trikrat skozi drugo, drugač pa ravno obratno.) Prehodi so statistično porazdeljeni, ta porazdelitev, ki je v našem primeru odvisna od razdalje med odprtinama (in pomeni, da je potek poskusa odvisen od njegove izvedbe, torej od opazovalca), pa za znanost ni skrivnost in jo zna celo napovedati. Statistična porazdelitev dogodkov je bila za nekatere raziskovalce dokaz za neobstoj prvega Razuma. Poglejmo, kaj o tem pravi Einstein: "Veliki začetni uspehi kvantne (atomske) fizike me ne morejo prepričati v znanstveno igro s kocko ... (da so procesi statistični, op. F. C.). Absolutno sem prepričan, da bomo nekega dne prišli do teorije (danes je še ne poznamo, op. F. C.), ko pri procesih ne bomo napovedovali samo verjetnosti, ampak posamezne dogodke ... Bog se ne kocka." Za Einsteina bodo torej kvantni pojavi statistični samo do takrat, dokler ne bomo poznali boljše teorije. In za nekatere skeptike bo stvariteljski Razum do tedaj na prepihu. ■

# Robotika navdušuje mlade za tehniko



✍ Tadej Bajd

*Stanje poučevanja tehnike je v Sloveniji podcenjeno, čeprav je ključno za konkurenčnost in dolgoročno perspektivo slovenskega gospodarstva. Na stanje poučevanja tehniških vsebin od osnovne šole do univerze vplivajo kulturne, socialne in gospodarske razmere. Te že najmanj 20 let neugodno vplivajo na razvoj tehniškega izobraževanja v Sloveniji. Tako v Sloveniji nimamo kritične mase inženirjev, ki bi povečala konkurenčnost gospodarstva in zajezila krizo.*

**P**ropad velikih gospodarskih sistemov in podjetij je negativno vplival na odločitev številnih mladih in njihovih staršev, da bi svojo življenjsko pot in študij usmerili na področje tehnike. V Sloveniji v zadnjem času sicer nastaja vse več odličnih mednarodno usmerjenih majhnih in srednje velikih visokotehnoloških podjetij, o katerih pa javnost ve malo ali nič, saj mediji o njihovih uspehih redko poročajo.

Ključno vlogo pri zagotavljanju tehnološke pismenosti ima osnovna šola, saj edino njen program ponuja tehniške vsebine celotni populaciji. Z uvedbo devetletne osnovne šole so bile, žal, na predmetni stopnji vsebine s področja tehnike in tehnologije zmanjšane za tretjino. Na gimnazije, kjer v programih ni vsebin s področij

različnih tehnologij ter načrtovanja in oblikovanja novih izdelkov, se vpisuje večji del celotne generacije osnovnošolcev. Za pomemben del mladih se torej v okviru formalnega izobraževanja tehnološke vsebine zaključijo v 8. razredu osnovne šole – pri štirinajstih letih. Za razvoj tehniških znanj in spretnosti torej zanemarjamo ključno obdobje v razvoju mladih.

K izboljšanju stanja tehniškega izobraževanja (na 'kratek rok') lahko pripomorejo neformalne oblike tehniškega izobraževanja. Takšni obliki neformalnega izobraževanja sta na primer Dnevi elektrotehnike in Dnevi strojništva, ki vsako leto potekajo v Tehniškem muzeju Slovenije v Bistri. Posamezne tehniške in pedagoške fakultete organizirajo poletne šole. Posebej imeniten uspeh pa so dosegli dijaki Gimnazije Vič, ki so v letošnjem letu zgradili in splovili prvo slovensko robotsko podmornico.

Za vzbujanje zanimanja za tehniko je pri mladih še posebej primerno področje robotike. Razlog je preprosto v gibanju robotov, ki je podobno gibanju človeka ali živali. Pod robotiko si največkrat predstavljamo dolge linije industrijskih robotov, podobnih velikim človeškim rokam, ki se z veliko hitrostjo in natančnostjo zakadijo v avtomobilske karoserije in tam opravljajo procese varjenja ali montaže. Industrijski roboti so res tisti, ki prinašajo največ dobička, niso pa najbolj zanimivi za mlade. Mlade najbolj privlačijo humanoidni roboti. Okolja, v katerih živimo, so zasnovana tako, da so čim bolj udobna za ljudi. Če bi za pomoč pri vsakdanjih opravilih želeli uporabiti industrijske robotske mani-

pulatorje, bi morali naše prostore, na primer kuhinjo, povsem spremeniti in prirediti za delo z roboti. Humanoidni robot je podoben človeku in

Univerze v Ljubljani haptične robote uporabljajo pri merjenju, vrednotenju in urjenju gibov zgornjih ekstremitet ohromelih oseb. Na Fakulteti za

zorišče je dvonadstropni labirint z več sobami. Mobilni robot je opremljen z gosenicami in prijemalom, tako da se lahko giblje preko ovir in prenaša 'žrtve nezgode'. Na tem mestu moramo omeniti Mariborski robotski izziv, kjer gre za vrsto državnih tekmovanj z mobilnimi roboti, ki potekajo na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru.

Razvijalci robotov pa ne posnemajo le človeka, ampak iščejo navdih tudi pri živalih. Pri štirinožnih robotih lahko ustvarimo različne tipe hoje, kot sta na primer trot ali galop, ki ju poznamo pri konjih. Nožni roboti se lahko gibljejo po terenu, kamor ne morejo niti terenska vozila. Zanimive so tudi robotske kače, ki jih uporabljamo pri pregledu in popravilih cevodov. Z realizacijo posebnega prostorskega gibanja tankih kril so robotiki dosegli tudi letenje robotske ose. Robotiki so ustvarili plavanje robotske ribe, vihtenje robotskega gibona z veje na vejo, hojo robotskega gekona po



Foto: Peter Prebil

s tem prilagojen našemu okolju. Humanoidni roboti so že prešli otroško dobo, v kateri so se naučili stabilne dvonožne hoje. Današnji problemi humanoidnih robotov so povezani z robotskim vidom, prepoznavanjem okolja in učenjem gibov v okolju, ki ni poznano vnaprej. V Sloveniji se s humanoidnimi roboti ukvarjajo raziskovalci na Institutu Jožefa Stefana. S tovrstnimi roboti se lahko seznanimo na dnevu odprtih vrat, ki ga prireja Institut Jožefa Stefana.

Mladi se radi skrivajo v navidezni svet računalniškega zaslona. Navidezna okolja lahko opazujemo, poslušamo zvoke, ki jih proizvajajo, želimo pa jih tudi otipati. Haptični roboti omogočajo otip navideznega predmeta. Tako nam haptični roboti podajajo občutek dotika, omejenega gibanja, podajnosti, trenja in teksture v navideznem okolju. V Laboratoriju za robotiko na Fakulteti za elektrotehniko

elektrotehniko Univerze v Ljubljani vsako pomlad organizirajo Dneve industrijske robotike. Slovenska podjetja, ki uvajajo v proizvodnjo evropske in japonske robote (Yaskawa Slovenija, ABB Slovenija, DAX Electronic Systems, Fanuc Robotics, Domel) pripeljejo robote v avlo fakultete, študentje pa pripravijo atraktivne aplikacije.

Z enostavnimi mobilnimi roboti se neredko srečajo že učenci devetletke. Posebej popularen je robotski nogomet. Tu gre za majhne kockaste mobilne robote z dvema aktivnima kolesoma. Mikroročunalnik v robotu je brezžično povezan z osebnim računalnikom. Kamera nad igriščem zaznava položaje robotkov in žoge. Bistvo robotskega nogometa je strategija igre, ki jo vnaprej sprogramira vsaka ekipa in poteka na osebnem računalniku. Podobna igra je robotsko reševanje. Gre za simulacijo razmer, ki nastopijo v hiši, ki jo je delno razrušil potres. Pri-

navpični ravni steni ter elegantno hojo robotskega flaminga.

Roboti se ukvarjajo tudi s športom (smučanje, veslanje, namizni tenis) in umetnostjo (slikanje, ples). Žal pa tudi robotika ni imuna na zlorabo robotskih mehanizmov. Robotska zračna plovila se ne uporabljajo samo v vojaške izvidniške namene, ampak tudi za uničevanje zgradb in ubijanje.

Slovenija vse bolj postaja dežela robotike. V naši industriji uporabljamo vse več robotov, številna majhna in srednje velika podjetja uvajajo robote v industrijske procese, slovenski raziskovalci so vpeti v mednarodne raziskovalne projekte. Tako ni čudno, da je evropska organizacija euRobotics Sloveniji zaupala pripravo Evropskega robotskega foruma za leto 2016. Srečanje bo marca v Cankarjevem domu. Spremljala ga bo razstava najsodobnejših robotov, ki bo odprta tudi za obiske šol. ■