



Kako ustvariti stroj, ki nam bo čim bolj enak

*Uroš Škerl Kramberger
fotografija Jaka Adamič*

Mali robot Nao je stal med kavarniškimi mizami in sam sebi predvajal skladbo Thriller. »Saj veš, da imam rad Michaela Jacksona,« je rekel. Iz zvočnikov se je zaslišala značilna basovska linija in Nao je pri svojih oseminpetdesetih centimetrih začel oponašati plesne gibe preminulega kralja popularne glasbe. Pregibal je roke v ramenih in trup okrog medenice. V vlogo pa se je malce preveč vživel.

N

ajprej ga je pri enem od prehodov zaneslo vznak, žiroskop v glavi mu je sporočal, da so stvari ušle izpod nadzora. Naglo se je nagnil naprej, da bi ujel ravnotežje. Pri tem ga je spodneslo in v boleči

tišini je končal z obrazom na tleh. »Avč,« je izdahnul in se ob brenčanju motorčkov, ki poganjajo njegove sklepe, šklepetajoče pobral. »Poskusiva s kakšno drugo skladbo,« je predlagal.

»Moja zgodba je kar dolga,« je nekoliko pozneje ob steklenici kokakole povedal **Bruno Maissonier**, Naov konstruktor, pravzaprav oče. Maissonier je direktor francoskega podjetja Aldebaran, ki je Nao izumilo in ga izdeluje. »V mojih študentskih časih, konec sedemdesetih, so se začeli razvijati osebni računalniki. Tedaj je na sto tisoče ljudi kupovalo PC-je, ki so bili zelo dragi in popolnoma neuporabni. Na njih ni bilo programov za pisanje, ni bilo računalniških igrice, ni bilo interneta. A vseeno jih je ogromno ljudi kupovalo. Zakaj? Ker jih je privlačilo znanstveno igračkanje. Na osebnih računalnikih je vsakdo lahko doma razvijal svoje programe. Jaz, recimo, sem izdeloval igrice: z vrha ekrana so padale črke, A, B, C, spodaj pa je bila črka I, ki je nanje streljala. Moji prijatelji so počeli nekaj podobnega, vsi pa smo se zavedali, da bodo računalniki nekoč spremenili svet. V istem času smo že začeli tudi izdelovati robote in rekel sem si, da se bo nekoč takšna avantura, kakršna se je začela z

računalniki, zgodila tudi z roboti. Hotel sem

biti pripravljen, ko bo prišel ta trenutek. In zdaj sem tu.«

Nao, na svetu jih je trenutno približno dva tisoč, velja med znanstveniki, ki se ukvarjajo z razvojem humanoidne robotike, za povsem resno znanstveno opremo. Da ga je Maissonier ta teden pripeljal na Bled, kjer je potekala največja svetovna konferenca o človeku podobnih robotih Humanoids 2011, ni naključje. Tisto s plesom Michaela Jacksona je resda predvsem predstava za zabavo. Vendar vsak od nekaj sto udeležencev z vsega sveta v njegovem plesu vidi matematične algoritme, sinusoidne funkcije, interakcije med različnimi senzorji in računske operacije, ki se morajo zgoditi v nekaj milisekundah in ki jim morajo predvsem hitro slediti elektromotorji, sicer robot konča – na tleh. V pogovorih z različnimi znanstveniki smo izvedeli, da današnje računalniške tehnologije ni več težko prepričati, naj bliskovito obdela ogromne količine podatkov, zbranih iz okolja. Težje je te podatke sploh zbrati in še veliko težje je robota prepričati, da se v skladu z njimi premakne v smiselno gibanje, ki ima določen cilj.

»Ne pozabite, Nao je zgolj platforma, sredstvo, s katerim v laboratorijih po vsem svetu raziskujejo zakonitosti robotike,« je rekel Maissonier. »Platforma je odprta, vsakdo lahko na njej raziskuje, dodaja nove programe, in če odkrije kaj novega, smo zelo veseli, če nam to sporoči. Tako bomo lahko izpopolnili Nao in razvili naslednjega robota, ki smo ga poimenovali Romeo. Ta bo večji, velikosti človeka, in bo sposoben živeti z nami. Naš cilj je, da bi imeli robote, ki bi ljudem pomagali. To si res želim.« Maissonier pravi, da bo Romeo dovolj velik, da bo lahko pomagal stari gospe vstati, če bo padla, in dovolj pameten, da se bo naučil odpirati vrata, četudi jih ni še nikoli videl. »Sposoben bo samostojnega učenja, komuniciranja in na sto tisoče ljudi si ga bo želelo imeti doma.«

Pomoč pri hoji

Samostojno učenje, odkrivanje zakonitosti v okolju in komunikacija s človekom je tudi Naova vrlina. Prvič smo ga videli pred dvema letoma, v laboratoriju za umetno inteligenco na ljubljanski fakulteti za računalništvo in informatiko. »Naš robot Nao ima vgrajeno željo po zbiranju znanja,« je tedaj pojasnil raziskovalec **Jure Žabkar**. Nao je mladim znanstvenikom služil kot platforma za raziskovanje procesa, ki se mu pravi učenje.

Programiran je bil tako, da sprva ni vedel ničesar o fiziki okolja, v katerem se je znašel po tistem, ko so ga vključili. Njegov pomnilnik je bil – prazen. Ni vedel, da predmeti na tleh niso del tal, in niti tega, kaj so tla. Ni vedel, kako daleč vsaksebi so posamezni predmeti. Poznal pa je matematične in matematično-logične zakonitosti in je imel sposobnost učiti se s pomočjo strojnega učenja. Dogodke, ki jih je opazil, je povezoval v smiselne relacije. Spoznaval je na primer fizikalne zakone, saj je ugotovil, da kocke padejo na tla, če jih ni držal v rokah. Robotom danes namreč ni težko zgraditi avtomobila ali popraviti vesoljske postaje, če imajo natančna navodila, kaj morajo početi. Za raziskovalce, ki se ukvarjajo s humanoidno robotiko in razvojem umetne inteligence, pa je velik izziv pisanje programa, ki robota žene, da z začetnim praznim pomnilnikom samodejno napreduje v samostojno »bitje«. Za razvoj takšnega programa na Naovi »platformi« je Žabkarjeva ekipa pred časom prejela najvišjo nagrado na konferenci raziskovalnih projektov bodočih tehnologij FET (Future Emergent Technologies), kar je ena najbolj prestižnih nagrad v »svetu prihodnosti«.

Takšni uspehi so natančno to, kar je opisoval Naov oče Maissonier. »Nekatere ekipe raziskujejo samostojno učenje, druge stabilnost robota, tretje koordinacijo med očmi in rokami, da lahko robot prime, kar vidi. Obdelujejo ključna vprašanja, ki bodo morala biti odgovorjena, preden bodo roboti vstopili na trg, med potrošnike.«

Konferenca Humanoids vsako leto poteka v enem od svetovnih centrov robotike. »MIT v Bostonu, Waseda v Tokiu, Univerza v Karlsruheju v Nemčiji, CMU v Pittsburghu, AIST v Tsukubi, Italijanski tehnološki inštitut v Genovi,« je nekaj preteklih prizorišč naštel profesor **dr. Aleš Ude** z Inštituta Jožefa Stefana (IJS), vodja organizacijskega odbora letošnje konference. »Organizacija Humanoids 2011 je za nas res veliko priznanje. Pomeni, da smo v svetu prepoznani kot del vrha humanoidne robotike. Da so nam prepustili organizacijo konference, smo se morali potruditi in primerno predstaviti kandidatu-ro, saj je kandidatov vedno več.« Ude pravi, da je za slovensko robotsko znanost pomembno biti aktivni del te skupnosti, saj sicer ne bi mogli izvajati raziskav na tako zahtevnem področju, kot je humanoidna robotika. »Za razvoj humanoidnih robotov so namreč pomembna znanja z zelo različnih področij –

inženirske znanosti, umetne inteligence, nevroznanosti, psihologije – in vsega ne moremo delati sami. Naša udeležba na takšnih srečanjih, kot je Humanoids, in še zlasti organizacija konference zelo pripomoreta k temu, da postanemo del večjih, predvsem evropskih skupin, v katerih lahko izvajamo raziskave, ki so relevantne za razvoj novih humanoidnih robotov.« Profesor Ude se s svojo skupino na IJS ukvarja z razvojem novih metod za samostojno učenje robotov v domačem okolju. Takšne sposobnosti so nujne za robote, ki bodo pomagali ljudem, saj jih ni mogoče vnaprej programirati za vse možne naloge, ker v dinamičnem gospodinjstvem dogajanju nikakor ni mogoče vsega predvideti vnaprej.

Tudi profesor **dr. Marko Munih** z ljubljanske fakultete za elektrotehniko, ki raziskuje podlage za razvoj robotskih pomagal invalidom, je rekel, da se je s konferenco Humanoids 2011 – prireditvijo, ki venomer nosi s seboj podton humanosti – Slovenija odločno postavila na svetovni robotski zemljevid. Zemljevid prihodnosti. »Že pred dvema letoma je bil objavljen podatek, da je v Sloveniji, poleg Švice, objavljenih relativno največ publikacij o robotih glede na število prebivalcev. Od kod to izhaja? Interes za analiziranje gibanja pri človeku in stroju imamo na fakulteti za elektrotehniko že več kot trideset let. Moji predhodniki so napisali nekaj mednarodno priznanih knjig s področja robotike. Znanja iz prave, industrijske robotike je bilo v Sloveniji vedno veliko. Poznavanje gibanja robotov pa je na določen način mogoče primerjati z dogajanjem pri gibanju človeškega telesa.« Munih se ukvarja z razvojem eksoskeletnih robotov, takšnih, ki objamejo človekovo telo, s pomočjo senzorjev sledijo njegovemu gibanju oziroma željam po gibanju in gibanje z mehansko močjo stroja okrepijo. S takšnimi pomagali so že opremljeni vojaki ameriške vojske. Raziskave in razvoj tovrstnih naprav so sicer zelo dragi, zato jih večinoma prenesejo le vojaški proračuni. Na svetovnem spletu so dostopni posnetki naprave Hulc, ki jo vojak obleče kot nahrbtnik s kovinskimi nogami. Te vojaku pomagajo nositi težka bremena in ga malone potiskajo, kadar hodi v hrib. Na podlagi Hulca je lani nastala tudi naprava e-legs, elektronske noge, ki pomaga hoditi paraplegikom. »Meritve, ki jih opravljamo, so tako natančne in hitre, da lahko s senzorji zaznamo, kakšen gib namerava človek narediti, še preden ta gib dejansko izvede,« je Munih pojasnil računalniški in mehanski proces, ki

deluje v ozadju zunajskeletnih robotskih naprav. Kljub uspešnim rezultatom pa si Munih ni upal napovedati, da bodo s pomočjo takšnih naprav ljudje, ki ne morejo hoditi, kmalu shodili. Pravi, da je težava predvsem v denarju, ki ga v civilni industriji ni nikoli dovolj.

Ljudje smo bolj kompetentni

Dr. Ude je dejal, da je namen temeljnih raziskav, o kakršnih so govorili znanstveniki na konferenci na Bledu, razvoj novih metod za vodenje robotov. »Razvoj človeku podobnega stroja je že od nekdaj fasciniral ne samo raziskovalce, temveč tudi javnost. Ljudje pa smo pri mnogih nalogah še vedno bistveno bolj kompetentni kot današnji roboti.« Njegova raziskovalna skupina na IJS je razvila več metod za učenje robotskih operacij, denimo za potiskanje in prijemanje predmetov v kuhinji, brisanje mize, aktivno učenje o lastnostih predmetov v kuhinji. Raziskave izvajajo v sodelovanju z univerzo v nemškem Karlsruheju s pomočjo robota, imenovanega Armar. Zanj so razvili tudi sistem kamer, ki so robotove oči. S pomočjo Armarja, ki prav tako kot Nao služi kot raziskovalna platforma,

skušajo raziskovalci ugotavljati, kakšne so zmožnosti in omejitve umetne inteligence, vgrajene v stroje. Armar ima denimo sposobnost, da opazuje človeka, ki nekaj naredi, in za njim ponavlja gibe. V tem je podoben majhnim otrokom.

»Znanstveniki smo kot igralci, ki stavijo na konjskih dirkah. Stavimo na različne konje,« se je nasmejal profesor **dr. Christopher G. Atkeson** z inštituta za robotiko ter interakcijo med človekom in računalnikom, ki deluje na univerzi Carnegie Mellon v Pittsburghu v ZDA. Profesor Atkeson se ukvarja s temo, s katero se ukvarjajo znanstvenofantastični romani in filmi: kako ustvariti stroj, ki bo v zaznavanju, razmišljanju in delovanju čim bolj enak človeku. Nekateri znanstveniki pravijo, da je treba začeti na začetku, torej pri razvoju pravkar rojenega človeškega otroka, ki se mora šele vsega naučiti in vse spoznati. Takšnega, ki ne ve prav ničesar, niti tega, kdo je sam. Na podoben način se uči mali robot Nao, ki ga uporabljajo na fakulteti za računalništvo in informatiko v Ljubljani. »To ni konj, na katerega bi stavil sam,« je dejal dr. Atkeson. »Sam raje preučujem obnašanje odraslih ljudi. Pomislite: če hočete izdelati odraslega človeka, izdelate odraslega človeka. Če pa želite izdelati otroka, morate k lastnostim, ki jih ima odrasel

človek, prišteti sposobnosti učenja, ki so specifične za otroka. To ni enostavno. Če bi hoteli ta princip pripeljati do ekstrema, bi morali za to, da bi ustvarili inteligenco, še enkrat ustvariti ves proces evolucije živih bitij. Potem bi morali začeti z bakterijami. Seveda je zelo privlačna ideja, da bi ustvarili sisteme, ki se šele učijo. Če pa to fazo preskočimo in se odločimo za ustvarjanje že izdelanega sistema, nam ni treba razumeti skoraj čarobne sposobnosti otrok, da se učijo osnov. Saj imate otroke? Neverjetni so in nobene pametne ideje nimate, kako delujejo!» Profesor Atkeson se je široko zasmeljal.

Dan prej, preden sva se pogovarjala, je v štiriinosemdesetem letu starosti v Kaliforniji umrl profesor John McCarthy, mož, ki je leta 1955 izumil izraz umetna inteligenca. Po njegovi smrti je bilo na svetovnem spletu zapisano, da z izrazom umetna inteligenca (artificial intelligence, AI), ki ga je resda sam predlagal, pozneje ni bil preveč zadovoljen, saj je preveč sugestiven. Stroji pač ne morejo biti inteligentni na način, kot so inteligentni ljudje. Obenem pa je bil profesor McCarthy vendarle do zadnjega zagovornik ideje, da je znanje pri strojih treba razvijati s pomočjo strukturiranja podatkov v sklope, ki imajo skupne lastnosti in ki omogočajo ustvarjanje asociacij, kot to počnemo ljudje. Iskanje znanja s pomočjo zelo hitrega pregledovanja ogromnih baz podatkov, kar je danes, vsaj v komercialni rabi, zaradi velikih sposobnosti računalnikov osrednji trend, McCarthyja ni zadovoljilo.

Je robot lahko Einstein?

»Če hočemo ustvariti človeku podobnega robota, je ena od možnosti, da ustvarimo bazo podatkov o vseh mogočih ravnanjih, ki jih človek izvaja,« je dr. Atkeson nakazal rešitev. »Naj vam predstavim primer: ste kdaj govorili po telefonu z avtomatskim odzivnikom? Opazili ste, da zvenijo zelo realistično tiste naprave, ki predvajajo posnetke resničnega človeškega govora. Če pa govor sintetizirajo sproti, z računalnikom, zveni grozno. Da bi torej izdelali govoreči stroj, ki bo zvenel naravno, morate najprej posneti veliko izjav resničnih ljudi. Potem jih lahko predvajate. Najboljši govoreči stroji danes delujejo tako, da predvajajo zelo kratke segmente posnetega govora, drugega za drugim. To seveda ni način, na katerega govorimo ljudje. Če pa

želite biti stroj, podoben človeku, potrebujete

bazo podatkov. Enako velja za igranje tenisa, vožnjo avta in druga človekova ravnanja.« Profesor Atkeson je v razmišljanju zelo užival. »Za tovrstno delovanje robot v resnici sploh ne potrebuje veliko podatkov. Da bi govorili angleško, potrebujete komaj nekaj tisoč besed, a z njimi lahko poveste skoraj čisto vse, kar vam pade na pamet.«

»Robot, ki ga imate v mislih, bi torej bil ...?«

»Ta robot bi lahko bil vi!« je Atkeson prekinil vprašanje. »V robotiki je znamenito vprašanje, zakaj robot ne more biti Einstein, človek z idejami, ki so povsem nove, temeljno nove. Poglejmo na to vprašanje z druge strani: dejstvo je, da večina nas, ljudi, nikoli ne bo odkrila idej, ki bi bile do temeljev nove. Einstein je samo eden. Vsi drugi, vključno z roboti, ponavljamo tisto, kar smo se naučili od drugih.« Prednost, ki jo imajo roboti, pa je uporaba svetovnega spleta, je rekel Atkeson. Kar se nauči en robot, znajo v istem trenutku vsi roboti. »Če se naučite nečesa novega, denimo kako odpreti to steklenico, in želite to znanje deliti z drugimi, bo trajalo zelo dolgo, preden ga boste razširili. Postopek boste morali pokazati drugim, napisati knjigo, se uvrstiti na seznam šolske literature, se prebiti na televizijo ... Pri robotih pa ni nobenega razloga, zakaj ne bi mogli znanja enega robota v istem trenutku po internetu poslati vsem drugim robotom.«

»Bi to lahko robote osamosvojilo, ločilo od ljudi?«

Profesor Atkeson je odgovoril z značilnim znanstvenofantastičnim scenarijem: »Ta zgodba je stara. Človek ustvari robota, ki naj bi mu pomagal. Robot ima nalogo, da v hiši vzdržuje red. Kmalu pa ugotovi, da je vir nereda človek, zato se odloči, da bo gospodarja ubil in z redom ne bo več nobenega problema. Takšen premislek o gospodarju in sužnju je zelo značilen in nikakor ni omejen zgolj na odnose med ljudmi in roboti. Sam ne verjamem, da bi se kaj takšnega lahko zgodilo. Roboti bodo imeli vgrajeno željo, da bi ljudi zadovoljili, ne da bi jim bili nevarni.«

Znameniti pisec znanstvene fantastike Isaac Asimov je s tovrstnimi dilemami opravil že v prvi polovici prejšnjega stoletja, ko je zapisal temeljne zakone robotike: robot ne sme aktivno ali zaradi svoje pasivnosti škodovati človeštvu; robot človeka ne sme poškodovati ali mu z opustitvijo svojega delovanja škodovati; robot mora izvrševati ukaze, razen če so v nasprotju s prvim zakonom; robot mora

Stran / Page: 4

Doseg / Reach: 56000

Država / Country: SLOVENIA

Površina prispevka / Size: 2741 cm2

5 / 7

zaščititi samega sebe, razen če je to v nasprotju s prejšnjima zakonoma. Kasneje se je, logično, razvilo tudi razmišljanje o etiki. To naj bi človek prenesel na robote, še zlasti če bodo nekoč lahko poustvarjali človeško čustvovanje.

Razmišljanje o robotih kot bitjih, ki so sposobna razviti vsaj malo razmišljanja in življenjske energije – sposobnosti, ki pri ljudeh nista vedno samoumevni – je bilo na Bledu precej nalezljivo.

Profesor **dr. Jean Paul Laumond**, direktor raziskovalne enote Gepetto v francoskem Toulousu, ki je del osrednje francoske državne inštitucije za analize tehnoloških sistemov LAAS-SNRC, je dolgo gledal izpod čela in ni rekel ničesar. Potem se je odločil za temeljno lekcijo. »Roboti so stroji,« je bil odločen. »Stroji, ki se premikajo, ker jim pri tem pomaga računalnik. So navadni avtomati, le da so sposobni tudi procesiranja informacij.« Toliko za začetek. »Seveda oba veva, da obstajajo računalniki, ki so sposobni človeka premagati v igranju šaha. Ampak menda ne mislite, da so tega sposobni zato, ker tako dobro razmišljajo? Nikakor ne! Tega ne morete misliti. Računalnik zgolj zelo hitro preverja enormno veliko število možnih rešitev, ki so večinoma neumne. Vse pa so utemeljene na znanju šaha tiste osebe, ki je računalnik ustvarila. Računalnik je lahko le pripomoček pri raziskovanju kompleksnosti šaha.« Profesor Laumond je sicer priznal, da je terminološka nepreciznost splošno razširjena celo med znanstveniki. »Mnogi moji kolegi trdijo, da roboti mislijo. Moje osebno mnenje pa je, da ne mislijo. Vanje lahko polagamo upe, a za zdaj ni tako.«

Francoski znanstvenik pravi, da je robotika šele na začetku svoje poti. Minilo je »šele« prvih petdeset let. »Prihodnost robotov je gotovo zelo vznemirljiva,« je rekel. Vendar ne vemo, kakšna bo. »Vprašajte svojo staro mamo, ali si je lahko v mladosti predstavljala, da bo nekoč imela v žepu mobilni telefon in bo lahko od koder koli poklicala kogar koli. Niti v sanjah.« Podobno je z roboti.

Ze pred dvema letoma je bil objavljen podatek, da je v Sloveniji, poleg Švice, objavljenih relativno največ publikacij o robotih glede na število prebivalcev.

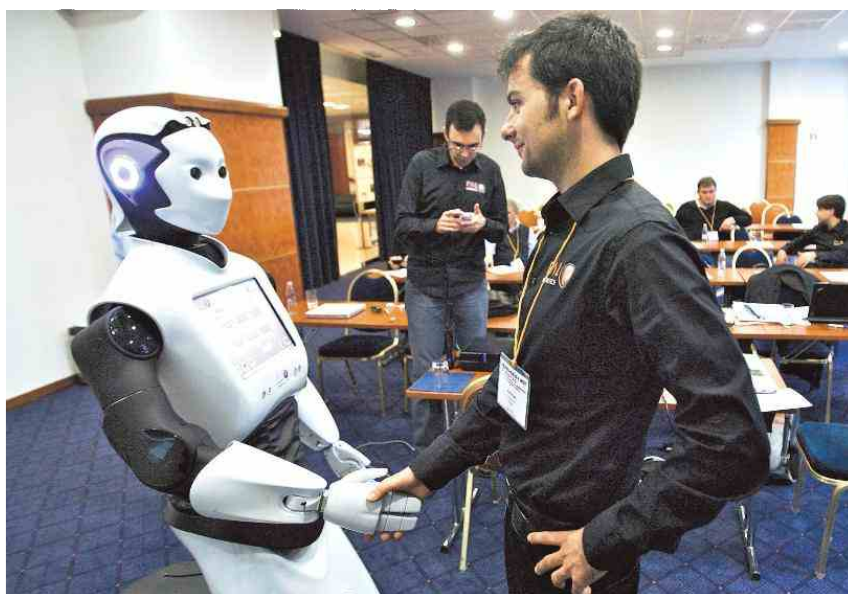
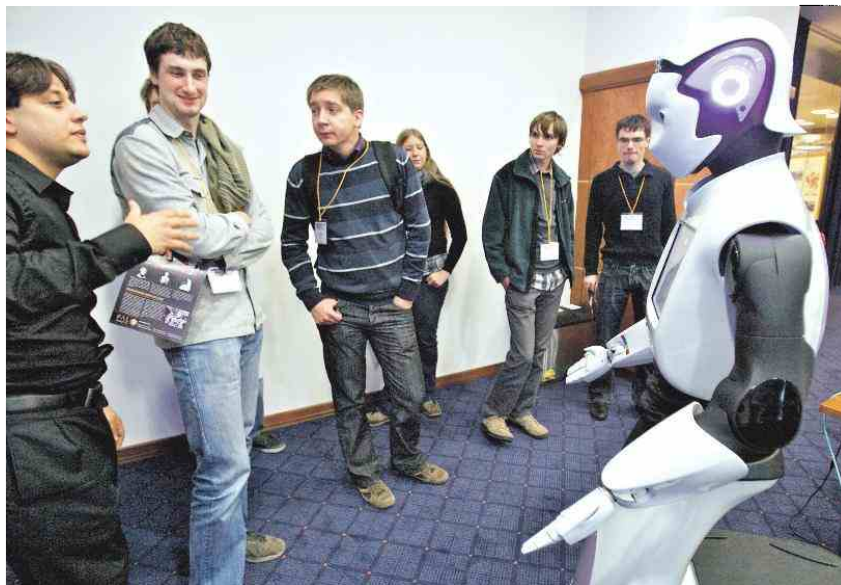
Stran / Page: 4

Doseg / Reach: 56000

Država / Country: SLOVENIA

Površina prispevka / Size: 2741 cm²

6 / 7



Robot Reem-H se lahko samostojno giblje po razstavnih prostorih, bolnišnicah in muzejih. Ima vgrajeno sposobnost, da se izogiba oviram, načrtuje najbolj smotno pot skozi prostor in igra vlogo vodiča ter oglasne deske. V hrbtu ima vgrajeno kamero, da lahko preverja, ali mu obiskovalci sledijo. Prepoznava človeški govor in si zapomni obraze. Če je ljudi preveč, se zmede in se raje dela, da jih ne pozna. Z rokama bo lahko prijemal drobne predmete. Podjetje PAL Robotics ga bo na tržišče postavilo leta 2012.



Robot Reem-H, Španija

v objektivu človek in roboti

