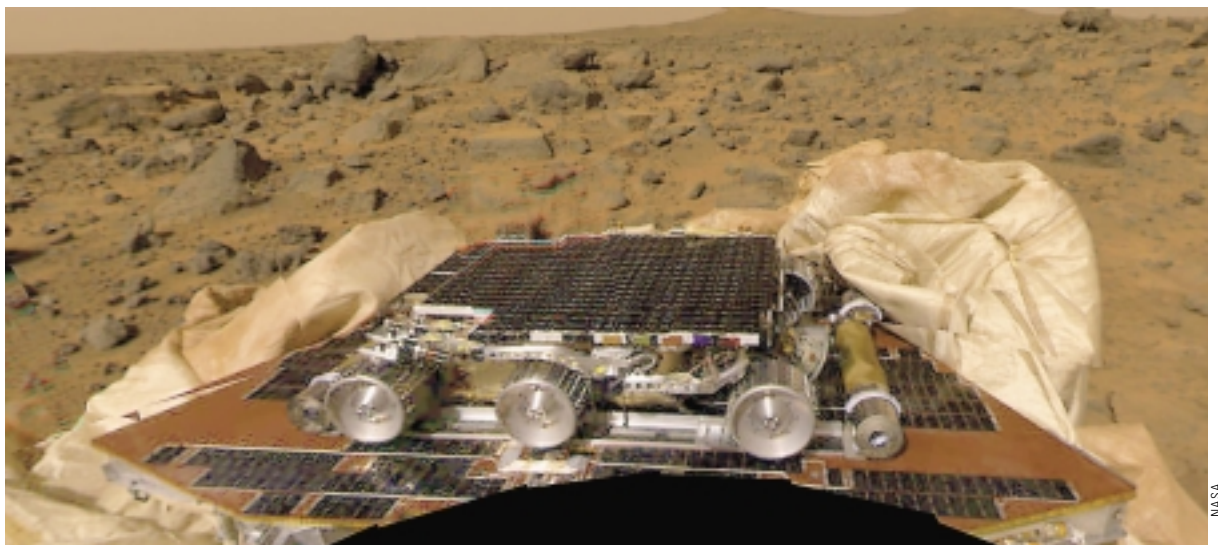


Adimen sintetikoa: zientzia ala fikzioa?

Aitzol Astigarraga, Elena Lazkano eta Basilio Sierra

Konputazio Zientziak eta Adimen Artifiziala Saila. EHU. <http://www.sc.ehu.es/ccwrobot>



NASA

Mila bederatzehun eta laurogeita hamazazpi.

Deep Blue makina

Kasparov garaitzeko estrategia garatzen ari den bitartean, Sojourner robota Marteko gainazala esploratzen ari da bere kasa. Iritsi al da makina adimendunen aroa?

GURE ADIMENAREN KONTZIENTZIA DAUKAGU-NETIK jakin nahi izan dugu gizakiok zein den adimenaren jatorria eta funtzionamendua. Hala ere, adimena aztergai duten alorretako zientzialariek ez dute oraindik erantzun bateraturik lortu.

Definizio zehatzik ezean, propietate deskriptibo gisa erabiltzen da adimena, banakoen edo taldeen propietate eta gaitasunak azaltzen dituen. Adimenarekin lotzen dira: pentsamendua, arazoen ebazpena, ikasketa eta memoria, hizkuntza, intuizioa eta sormena, kontzientzia, biziraupena, pertzepzioa eta akzioa.

Zerrendari begiratu bat emanez gero, berehala jabetuko gara zaila dela adimena definizio sinple batekin harrapatzea. Nondik heldu, orduan, adimenaren ikerketari? Nola eraiki ezaugarri guztiak barne hartuko dituen eredu? Hainbat aukera ditugu, horietako bat Adimen Artifiziala.

Adimen Artifiziala (AA) makina adimendunak eraikitzeke zientzia da, ekintza zehatz batzuk egiten dituzten makinak

eraikitzeke, alegia. Ekintza horiek gizakiak egingo balitu, bere adimena erabili beharko luke. Horrelaxe definitzen du AA Misnky-k, kide sortzaileetako izan zenak.

Adimen gorpuzgabea

Descartes-ek XVII. mendean proposaturiko dualismoan du abiapuntua AAK: gorputza eta adimena substantzia ezberdinak dira, fisikoa lehenengoa eta gorpuzgabea (espirituala edo intelektual) bigarrena. Gorputza mekanismo hutsa izanik, burmuinean gertatzen diren barne-prozesu eta barne-adierazpen abstraktuen ondorio izan behar du adimenak nahitaez. Printzipio horretan oinarrituz, AAKo ikertzaileak adimen-prozesuen konputagailu-ereduak eraikitzen ahalegintzen dira. Funtsean,

adimena konputagailu-programa bat balitz bezala uler daiteke: lehenbizi sarrerako datuak jasotzen dira (pertzepzioa); gero, datu horiek prozesatzen dira (kognizioa); eta, azkenik, irteerako datuak (akzioa) sortzen dira.

Eredu horri jarraituz eraiki diren sistemek, azken finean, adimenak gorputzaren beharrik gabe gauzatzen dituen prozesuak simulatzen dituzte: arrazomendu logikoak, problema formalen ebazpena, joko abstraktuak eta beste.

Hurbilpen horri jarraituz eraiki zuten, adibidez, *Deep Blue* makina ospetsua. 1997an, *Deep Blue*-k Kasparov mundu mailako txapelduna garaitu zuen xakean, eta AAren arrakastarik sonatuenetakoa izan zen.

AA bidez ebazteko problema egokia da xakea. Joko formala da; arauak eta taulako posizioak zehazki definituta daude, eta arauak hausteak partida galtzea inplikatzeko du. Partida batean, piezen uneko egoera jakinda, partidari buruz behar dugun informazio guztia daukagu eskura, egin daitezkeen mugimendu guztiak (asko izanda ere) zehazki definituta daudelako.

Bestalde, joko mundu estatiko batean gertatzen da, hau da, jokalariek mugimendurik egiten ez badute, ez da ezer aldatzen jokoan.

Deep Blue makinak munduaz duen pertzepzioa, horrenbestez, aurkariak egiten dituen mugimenduetara mugatzen da; eta gauzatzen dituen ekintzak, berriz, xakeko arauen arabera dira.



Deep Blue makina AAren arrakastarik sonatuenetakoa izan zen, 1997an Kasparov txapelduna garaitu zuelako xakean.



“AA klasikoan, adimena konputagailu-programa bat balitz bezala uler daiteke”

Haren adimen-eredua gizakiak garatutako xake-estrategien datu-base ikaragarria da. Konputagailuak, adimen-eredu horren arabera, une bakoitzean egin lezakeen mugimendurik onena kalkulatu behar du. Eta *Deep Blue* makinak segundoko 200 milioi mugimendu kalkulatzeko ahalmena dauka!

Beraz, lasai bego Kasparov. *Deep Blue* makinaren arrakastaren gakoa ez zen bere adimen-maila izan eta: arau zehatz batzuen arabera kalkulua azkartasunez egitea baizik.

Baina mundu formal eta abstraktuak alde batera utzi eta, AA klasikoaren hurbilpena erabiliz, mundu errealean txertatutako robot mugikor adimendunak garatu nahi izan zituztenean, ustekabeko arazo handi batekin egin zuten topo: eraikitako robotak ez ziren gai ingurune konplexu eta aldakorretara egokitzeko. Zergatik?

Mundu errealean, xakean ez bezala, ez dago zehazki definitutako mugimendu edo egoerarik. Konplexuegia da eredu batez adierazi ahal izateko. Gehienez ere hurbilpen trakets bat egin dezakegu, eta mundu errealearen zatitxo bat baino adieraziko ez duen eredu bat eraiki.

Bestalde, ekintzak planifikatzeko, inguruneri buruzko informazioa behar du robotak, ingurunearen egoerari buruzko informazio zehatza. Informazioa jaso eta bere adimen-ereduaren arabera ekintzak erabakitzen ari den bitartean, baina, bere ingurunea aldatuz doa

Giza burmuina eta konputagailua

AA klasikoak giza burmuina konputagailuarekin parekatzen du. Eredu horri jarraiki, giza bera helburu orokorreko konputagailua litzateke: hardware (gorputz) jakin batekin jaiotzen da, eta bere portaera-esperientziak eta sozializazio-prozesuek programatzen dute. Adimena, beraz, garunean exekutatzeko ari den programa litzateke (adimena = software).



etengabe. Pentsatzeko tarte handiegia hartuz gero, baliteke robotak erabakitako soluzioak mundu errealararekin korrespondentzia galtzea.

Azaldutako ikuspegiaren mugez ohar-turik, zenbait ikerlarik bide berriak lantzeari ekin zioten 1980ko hamar-kadaren erdialdera.

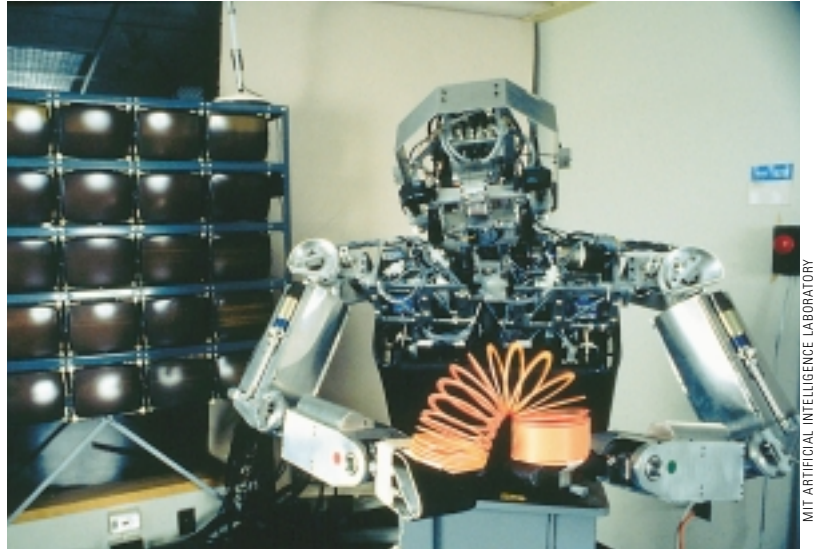
Adimen txertatua

Mundu erreala irekia eta aldakorra bada, ezingo dugu eredu hertsia baten bidez adierazi. Sistema batek bere ingurune aldakorrera egokitzeko duen ahalmena da batez ere adimena. Egokitzeko ahalmenak, alde batetik, sistematik barneratuak dituen jakintza eta erregelaren erabilera eskatzen du; eta, bestetik, egoera berrietan soluzio berriak aurkitzeko gaitasuna.

Eboluzioaren teoria du oinarri ikuspuntu berri honek. Eboluzioak jarraituriko bidea aztertuz gero, lehenbizi izaki bizidunen bizirauteko eta egokitzeko gaitasuna aurkituko dugu, eta askoz geroago gizakiaren jakintza eta arrazoi-namendu abstraktua. Adimenaren aspektu edo alderdi hori garatzeko behar izan du eboluzioak denbora gehien, eta iristeko zailena dela erakutsi du.

Hurbilpen berri horren arabera, giza adimena ulertu eta erreproduzitu ahal izateko, lehenbizi adimen-maila apalagoekin praktika ugari egin behar dira.

AAren hurbilpen berri honek behetik gorako eredua proposatzen du: bizirau-



MIT ARTIFICIAL INTELLIGENCE LABORATORY

Adimen txertatuaren ikuspegiak eboluzioaren teoria du oinarri.

penerako beharrezko diren oinarritzko portaera-multzotik hasi (mugitu, jan) eta, modu inkrementalean, gero eta helburu konplexuagoetara hurbildu (ingurunea esploratu, etxera itzuli biderik laburrena erabiliz). Harik eta portaeren elkarrekintzatik sistema artifizialaren portaera global egokia edo adimenduna lortu arte.

“sistema batek bere ingurune aldakorrera egokitzeko duen ahalmena da batez ere adimena”

Adimena, edo, hobeki esanda, portae-ra adimenduna, organismo batek (robot esaterako) bere ingurunearekin daukan elkarrekintzatik sortzen da, beraz. Ideia hori hobeki ilustratzeko, oso egokia da *Didabots* robotekin egindako esperimentu simple bezain harrigarria.

Didabots robot garbitzaileak

Agertokia edo plaza bi *Didabots* eta apar sintetizko egindako kubo ugari osatua dago. Robotek bina infragorri-sentsore dituzte (objektuen hurbilpe-

naren neurria ematen dutenak), eta objektuak saihesteko programatuak izan dira, ez besterik.

Ikus dezagun orain alboko irudian agertzen den argazki-sekuentzia. Lehen unean, kuboak zoriz banatuta daude plazan. Denbora pasatu ahala, cluster edo multzoak osatzen ari direla ikus dezakegu. Azken irudian, bi multzo handitan pilatuta ageri zaizkigu kubo guztiak. Planteatutako galdera hau da: zertan ari dira robotak? Nola deskribatuko zenuke haien portaera?

Bildutako emaitzen artean, hauek ageri dira: “garbiketa-lanetan dabilta”, “kuboak multzotan bildu nahian dabilta”, “Espazio librea sortzen ari dira”. Erantzun horiek egokiak dira, behatzailearen ikuspuntutik behintzat. Baina diseinatzailerik garen aldetik, guk badakigu zehatz-mehatz zertarako programatu diren robotak: objektuak saihesteko!

Zer gertatu da orduan? *Didabots* robotek albo banatan dituzten infragorri-sentsoreen bidez jasotzen dute inguruneari buruzko informazioa. Aurrerantz mugitzen dira harik eta sentsoreen baten kuboren bat detektatu arte; orduan, beste aldera biratzen dute. Hori da egiten dakiten guztia. Kontua da ezkerreko zein eskuineko sentsoreek ezin dutela detektatu robotak aurrez aurre duen kubo, eta robotak aurrerantz jarraituko

Eboluzioaren bilakaera

- 3,5 bilioi urte → Bizia agertu zen
- 2.000 milioi urte → Landare fotosintetikoak agertu ziren
- 550 milioi urte → Arrainak eta animalia ornodunak
- 450 milioi urte → Intsektuak
- 370 milioi urte → Narrastiak
- 330 milioi urte → Dinosaurioak
- 120 milioi urte → Lehen primatuek
- 2,5 milioi urte → Gaur egungo gizakia
- 10.000 urte → Gizakiak nekazaritza asmatu zuen
- 5.000 urte → Lengoia idatzia

du kuboak bultzatuz. Baina robota ez da horretarako programatu, kuboak bultzatzen du ezin ikus dezakeelako!

Noiz arte bultzatuko du kuboak? Bi aukera daude: mugimenduarekin kuboak ez-kerraldera edo eskuinaldera mugitzen bada, robotaren sentsoreek detektatu egingo dute, eta robotak saihestu egingo du. Baliteke, gainera, robotak beste kuboren batekin topo egitea bere ez-kerraldean edo eskuinaldean. Bigarren kasuan, robotak ere biratu egingo du, eta bi kuboak elkarren ondoan utziko ditu. Kasu horretan, bi kubo ditugu jada elkarren ondoan, eta horiei beste batzuk elkartzeko aukerak ere gehitu egin dira. Robotek beren ingurunea aldatu dute, eta ingurune aldatu berriak roboten portaera eragina dauka. Beren garbitzeko joera indartzen du.

Behin eta berriro errepikatutako esperimentuetan, antzeko emaitzak lortu dira. Beraz, esan genezake robot garbitzailea diseinatzeko moduan garelako, esplizituki robotean garbitze-prozesua programatu beharrik izan gabe. Garbiketa ataza begiraleon adimenean



Mundu aldakor eta konplexuan modu adimentsuan portatuko diren robotak eraikitzeko, ez da aski AA klasikoa.

“dirudienez, bideak izaki sinpleak mundu erreal eta konplexuan eraikitzea agintzen du”

dagoen zerbait da, eta ez robotaren adimenean. Robotika mugikorraren alorrean, “portaera azaleratua” deitu ohi zaio esperimentu honetako

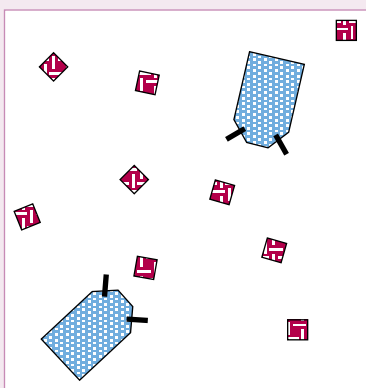
portaerari: robotak bere ingurunearekin duen elkarrekintzatik azaleratu delako, hartarako zehazki programatua izan gabe.

Esperimentu honetatik robotaren portaera (adimena) bere ingurunearekin duen elkarrekintzatik sortzen dela ondoriozta dezakegu. Ezin dezakegu barne-mekanismo bezala soilik diseinatu, ez eta emaitzak barne-mekanismoak aztertuta bakarrik ulertu. Robotak ingurunea hautemateko eta han ekintzak gauzatzeko izan lezakeen gaitasunak bere adimen-mailan eragina izango du hein handi batean.

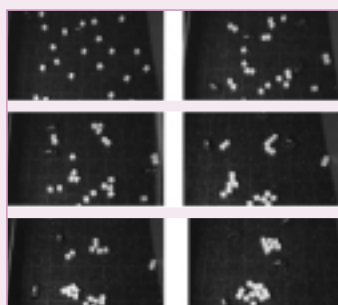
Adimena ulertzeko, beraz, ez da nahikoa burmuinaren funtzionamendua ulertzen ahalegintzea edota simulatzea (AA klasikoa). Aitzitik, organismoa bere osotasunean hartu behar da kontuan.

Ingurunea eta ezagumena ez dira ikasiak izan behar, mundu erreala irekia eta aldakorra baita, eredu jakin baten bidez adierazi ahal izateko konplexuegia. Azken urteotako hurbilpen berria, Adimen txertatua, organismoak (robotak) bere ingurunearekin daukan elkarrekin indarraz baliatzen da, benetako adimena izan daitekeenaren bidea argitzeko. Eta badirudi bideak izaki sinpleak mundu erreal eta konplexuan eraikitzea agintzen duela, izaki artifizial konplexuak mundu sinpleetan (Deep Blue eta xakea) eraiki ordez. ❏

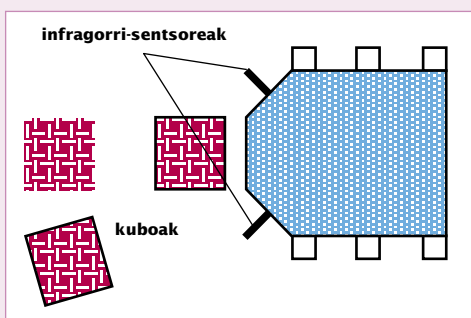
Didabots robot garbitzaileak



Didabots robotak beren agertokian. Bakoitzak bi infragorri-sensore dauzka (beltzez margotuta irudian).



Egoeren sekuentzia. Prozesu guztiak 20 minutu inguru irauten du.



Didabots robota eta esperimentuetan erabilitako kuboak.