



Steven Spielberg ultima el rodatge d'*A. I. Intel·ligència Artificial*.

A bans que Charles Darwin presentés el 1859 la teoria de l'evolució de les espècies, tothom creia que tot havia estat obra divina. Després de la presentació de les seves investigacions, molt controvertides en el seu temps, s'ha demostrat que unes espècies han evolucionat per donar pas a unes altres, que s'adaptin millor al medi en què viuen. "Llei de vida", diuen. Són les màquines intel·ligents el següent pas en aquesta evolució? És l'home capaç de crear una màquina a imatge i semblança seva, que tingui totes les seves capacitats, o que fins i tot el superi? La ciència, la filosofia i la ciència-ficció s'han aventurat al llarg dels segles a donar diverses hipòtesis sobre aquest tema. Stanley Kubrick i Arthur C. Clark van preveure a *2001: una odissea de l'espai* que la tecnologia podria crear una màquina capaç d'integrar i de reproduir "la major part de les activitats del cervell humà, però amb incalculable major velocitat i seguretat" que els éssers humans. Aquesta pel·lícula reflectia els esforços dels investigadors en intel·ligència artificial dels anys seixanta que, molt optimistes, intentaven desenvolupar mètodes generals que poguessin abraçar tots els àmbits del coneixement, com fa l'ésser humà. Diu Juan José Villanueva, director del Centre de Visió per Computador (CVC), que, un cop arribat l'any de l'odissea a l'espai, "hauríem d'haver fet una

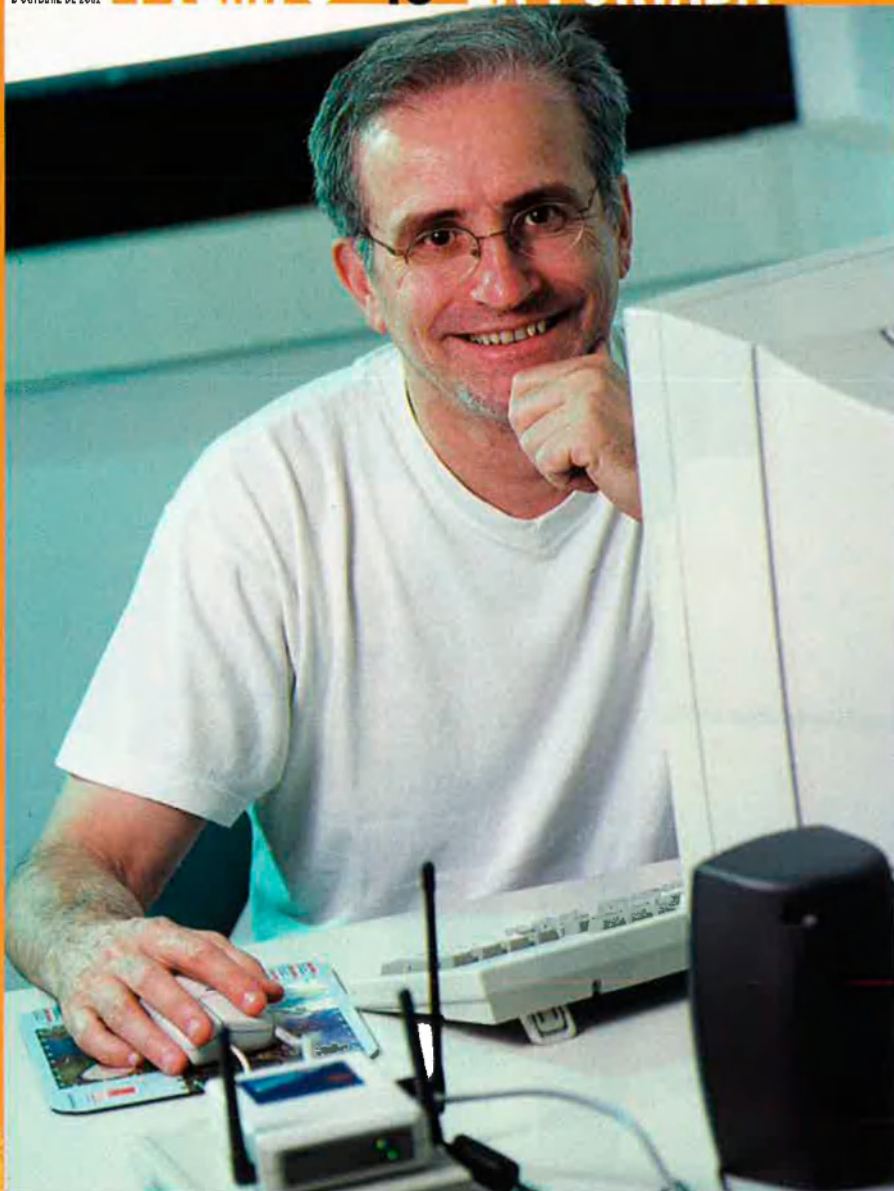
Una odissea artificial

L'últim film de Spielberg, 'A. I. Intel·ligència Artificial', conta la història d'un robot més humà que els humans. La realitat, però, encara no ha arribat tan lluny. Text d'Esther Aleu.

quantitat de coses que no hem fet". Tot i això, Villanueva destaca que una bona part de les coses que pot fer el robot HAL 9000, les poden fer les màquines que s'han dissenyat fins ara "però de manera individualitzada, parcial i no integrada". La intel·ligència artificial és molt lluny de desenvolupar una màquina que aplegui en si sola totes les capacitats de l'ésser humà. Aquesta ciència ha evolucionat cap al desenvolupament de màquines capaces de reproduir petites parcel·les del cervell humà: la capacitat de comunicar-se a través del llenguatge, de veure-hi, d'aprendre o de desplaçar-se. Però, fins i tot dins d'aquests territoris, les màquines i els programes que s'han dissenyat no poden abraçar totes les seves possibilitats. En el cas de la parla, per exemple, només s'han dissenyat màquines capaces de donar informació sobre trens o de reservar una habitació d'un hotel. Però cap màquina, ara per ara, és capaç de substituir els serveis d'informació general.

La història de la intel·ligència artificial va començar l'estiu del 1956, quan l'informàtic John McCarthy va decidir reunir tots els científics que havien estat investigant individualment en aquest camp al Dartmouth College de New Hampshire (els Estats Units). Malgrat això, McCarthy va sortir d'aquesta experiència amb una gran sensació de frustració, perquè, segons ell, no hi va haver "cap intercanvi autèntic d'idees". D'aquesta conferència, que va rebre el títol "The Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence", van sortir les dues paraules màgiques que a partir d'aquell moment donaren nom a aquesta nova ciència: la intel·ligèn-





Ramon López de Mántaras és director de l'Institut d'Investigació en Intel·ligència Artificial (IIIA) del Centre Superior d'Investigacions Científiques: "La intel·ligència artificial pretén programar els ordinadors de manera que desenvolupin unes tasques que quan les fem les persones diem que necessiten intel·ligència."

cia artificial (IA), i, a més, en sorgí també una comunitat científica més cohesionada i amb unes metes definides d'investigació, que es va materialitzar als laboratoris de diverses universitats que van començar a investigar en aquest camp.

Tot i que el nom d'aquest nou vessant de la ciència va sorgir d'aquests dos mesos d'intercanvi a Dartmouth, feia anys que els científics investigaven per crear programes d'ordinador que fessin les màquines més intel·ligents, des que el 1943 van aparèixer els primers ordinadors, el Colossus, una computadora creada a la fi de la Segona Guerra Mundial per desxifrar missatges codificats.

Però, què és realment la intel·ligència artificial? Poden ser realment intel·ligents les màquines? El

llibres estan plens de definicions que intenten explicar en què es basa aquesta capacitat de les màquines. Com explica Villanueva, "la IA té moltes definicions, la qual cosa vol dir que no n'hi ha cap que sigui la bona". Davant la incògnita de saber què és en si i com funciona la intel·ligència humana es fa encara molt més complicat explicar què se'n pot dir d'aquesta capacitat quan l'apliquem a les màquines. Una qualitat fins ara reservada als éssers humans. Per descriure el marc bàsic en què es mou aquesta ciència la major part dels investigadors accepten aquesta definició, que Ramon López de Mántaras, director de l'Institut d'Investigació en Intel·ligència Artificial (IIIA) del Centre Superior d'Investigacions Científiques (CSIC), resumeix amb aquestes paraules: "la IA és una de les parts més avançades de la informàtica i pretén programar els ordinadors de manera que desenvolupin unes tasques que quan les fem les persones diem que necessiten intel·ligència."

Etapas de la IA. Els primers anys, els investigadors es van dedicar a desenvolupar els recursos bàsics que servirien com a fonament d'aquesta nova ciència interdisciplinària i a intentar resoldre problemes, principalment jocs i teoremes matemàtics. En aquest camp de resolució de problemes, es va intentar trobar uns mecanismes generals que permetessin resoldre tot tipus de problemes, el que s'ha anomenat el GPS (les inicials en anglès de General Problem Solver). Més tard es va veure que era massa complicat intentar resoldre tots els problemes de la mateixa manera. D'aquí van sorgir a la dècada dels 70 els sistemes experts, que són capaços de treballar amb grans volums d'informació i coneixements, però sempre dins de camps específics.

L'activitat de la IA, que fins aleshores s'havia reduït a l'àmbit acadèmic, comença a arribar al gran públic amb la fabricació dels primers prototips experimentals desenvolupats a universitats i centres de recerca, com els primers robots industrials programats per planificar tasques de manera intel·ligent.

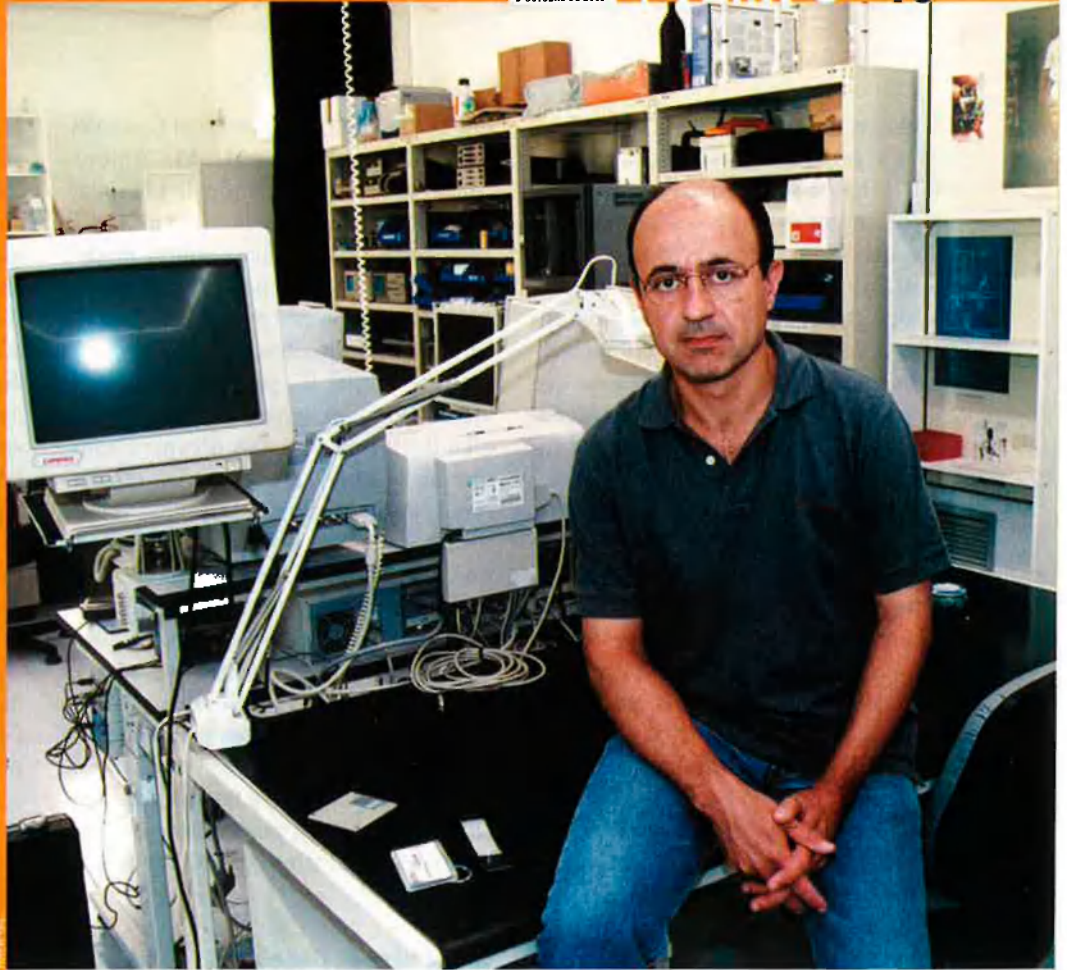
Els sistemes experts es basen en la transformació en regles dels coneixe-

**CENTRES JAPONESOS
COPIEN EL MODEL
DEL CVC**

El Centre de Visió per Computador (CVC) és un consorci i un dels pocs centres on es fan tants treballs de recerca com de desenvolupament. Aquest model, que duen aplicant des de fa més de tres anys, l'han exportat al Japó, on una cinquantena de centres d'innovació tecnològica, que "volen millorar el seu funcionament", busquen aplicar aquest model cooperatiu de R+D (recerca + desenvolupament), explica el director del CVC, Juan José Villanueva. Generalment hi ha centres que es dediquen principalment a la recerca per després publicar els resultats de les seves investigacions i altres que es dediquen a agafar aquestes informacions que surten publicades i les aprofiten per construir prototips per empreses.

El problema de dur a terme aquestes activitats per separat, explica Villanueva, és que "és difícil que entrin idees noves que interrelacionin els dos mons" i el cercle que genera cada un per separat quedi estancat.

Per explicar-ho, Juan José Villanueva recorre a la caricatura: una cosa es que queden com "un zero per una banda i un zero per una altra" mentre que, si s'ajunten aquests dos zeros que generen el procés de recerca i el de desenvolupament, "s'obté un infinit", on les idees flueixen del camp de la recerca al camp del desenvolupament i a la inversa, i d'aquesta manera es "retroalimenten" de manera constant. **E. A.**



ments d'un especialista (per exemple, d'un metge), per després treure conclusions de totes les informacions de l'expert traslladades a l'ordinador. El Prospector, un programa que predeia dipòsits de minerals a partir de dades geològiques, va ser la llançadora que va catapultar els sistemes experts i la intel·ligència artificial a les portades dels principals diaris de l'època quan, a principis dels setanta, va predir l'existència d'un jaciment de molibdè valorat en milions de dòlars.

A aquesta sensació d'èxit imparable, que havia envaït des dels seus inicis els investigadors en IA i que l'èxit del Prospector havia alimentat, s'hi va afegir l'anunci el 1979 per part de diverses empreses japoneses d'una "cinquena generació d'ordinadors", que preveia que el futur d'aquests nous aparells estava en l'aplicació de tècniques de la IA.

Després de l'èxit que semblen suposar els sistemes experts, als anys vuitanta comencen a aparèixer projectes i empreses especialitzades a oferir solucions comercials basades en tècniques d'IA.

Jaime Prat, un dels investigadors de l'Institut de Biomecànica de la Universitat Politècnica de València, on s'ha creat el Dinascan, una aplicació de la intel·ligència artificial. És una plataforma dinamomètrica que permet valorar com evolucionen els processos de rehabilitació de pacients amb disfuncions en l'aparell locomotor.

El globus inflat amb les expectatives que ha generat aquesta nova ciència sembla haver-se fet massa gran i comencen a entreveure's les primeres limitacions dels sistemes experts. D'un costat, no tots els camps del coneixement es poden codificar segons regles i en certs camps ser "expert" obliga a retenir un nombre de regles tan elevat que cap sistema informàtic té prou capacitat per tractar amb un volum tan gran d'informació. I d'altra banda, els programes no sempre mostren ser intel·ligents i de tant en tant donen solucions impossibles o estúpides.

Totes aquestes limitacions van fer que una part dels científics busquessin nous camins per resoldre els problemes de la IA. Un d'aquests camins, les xarxes neuronals, retorna a vells esquemes com el del Perceptron, una màquina creada per Rosenblatt el 1958 i que perseguia simular la visió humana a través del reconeixement de formes. Les xarxes neuronals o connexionisme no necessiten un programador, sinó que aprenen per elles mateixes a partir de l'experiència. A diferència dels que treballen el sistema tradicional o simbòlic de la IA, aquests científics no treballen amb programes que tenen accés a una memòria que és la dipositària del coneixement del sistema. S'ha vist, però, que aquest nou camí tampoc no soluciona tots els problemes. No se sap interconnectar tots dos sistemes, que semblen més aviat incompatibles.

Actualment la intel·ligència artificial és una ciència parcel·lada que és present en tots els àmbits de coneixement imaginables, des de la medicina a la música o el desenvolupament de microxips, i és cada poc més present en l'àmbit quotidià. Qui no ha vist mai el clip de Microsoft que apareix per oferir-nos ajuda, sense haver-li-ho demanat, tan bon punt hem obert el programa? Al Japó s'experimenta amb unes neveres que avisen quan manca algun producte i fins i tot són capaces de fer la comanda del que podem necessitar.

Tot i l'especificitat amb què es treballa, hi ha encara qui intenta veure aquesta ciència des d'un punt de vista més global. És el cas dels que es basen en les ciències cognitives i que intenten

que la màquina reproduïx el funcionament de cervell humà. M. Antònia Martí, directora del Centre de Llenguatge i Computació de la Universitat de Barcelona (UB), segueix aquest model: "Hi ha models de representació del coneixement, com per exemple les xarxes semàntiques, que tracten de reflectir la manera en què les paraules estan relacionades en el nostre cervell. Perquè s'ha demostrat, a través d'experiments, que hi ha unes xarxes que les relacionen." Però la major part dels mecanismes que fan funcionar el cervell humà són encara una incògnita i de molts camps del coneixement encara no se n'ha fet cap tipus de representació equiparable al procés que segueix el cervell. Per aquest motiu, bona part de la IA segueix models merament computacionals, que intenten crear mecanismes que permetin a les màquines resoldre problemes però sense utilitzar els mateixos camins que utilitza la natura.

Els Països Catalans, a l'altura d'Europa. Els països pioners en investigació i desenvolupament d'IA són els Estats Units i el Japó, on la major part de les empreses d'informàtica tenen laboratoris que es dediquen a millorar aquestes tecnologies. Pel que fa als Països Catalans, el desenvolupament en el camp de la investigació està a la mateixa altura que el dels nostres veïns. En àmbit europeu estem "darrere de França, Alemanya i Anglaterra", considera López de Mántaras, qui afegeix que "el 70% de la producció espanyola en investigació en intel·ligència artificial es fa als Països Catalans". Tot i així, la major part dels centres universitaris destaquen que les empreses encara aposten poc per aquesta tecnologia. Com explica Villanueva, "la innovació és cara, has de fer una inversió i hi ha molts riscos, i la gent no està disposada a assumir riscos". Ulises Cortés, del departament d'Enginyeria del Coneixement en Sistemes d'Aprenentatge Automàtic de la Universitat Politècnica de Catalunya hi està d'acord: "Acudeixen a nosaltres perquè els resolguem els problemes quan ja no saben on més anar."

L'aprenentatge de la màquina. El saber humà està basat en el coneixement. Però, com s'emmagatzema i s'obté aquest coneixement? Com apren una màquina? El departament de Cortés fa onze anys que treballa en la millora del rendiment de les depuradores d'aigües residuals urbanes. Fa anys van descobrir que "la climatologia a Catalunya fa que després de l'estiu hi hagi una sequera enorme i que s'acumuli molta brossa al clavegueram de les ciutats. Aleshores vénen les grans tempestes de la tardor. I hi ha una tempesta, la primera de totes, que és terrible, perquè cau molta aigua i s'ho endú tot. Aquesta primera tempesta és diferent a les altres i has de detectar que el que passa és això, aquell dia tancar la depuradora i enviar tota la brossa al riu, perquè són productes majoritàriament orgànics, no contaminants i que es filtren per les reixetes. Si no ho fas destrueixes el cicle ecològic de la planta depuradora", explica Cortés. "Els experts això ja ho sabien, però mai se'ls havia acudit que la planta s'havia de comportar de manera diferent aquell dia que la resta de l'any", afegeix.

Com va arribar la màquina a aquesta conclusió? Primer de tot s'ha de crear un espai de solucions que permeti que, quan s'introdueixin les dades obtingudes després de molts anys d'observació, es puguin analitzar de manera adequada. El programa, després d'analitzar-les, "fa diverses propostes i els experts decideixen quines són les millors". És un problema de rellevància, on el problema no és la quantitat de dades que s'obtenen "sinó decidir quines són les rellevants", comenta Cortés.

Aquest sistema d'extreure coneixements no necessita la col·laboració d'un expert, sinó que es nodreix d'una base de dades que es tracta a partir de tècniques informàtiques. És a dir, s'organitza la informació que tenen els experts per, segons diu Cortés, "utilitzar-la de manera extensiva i obtenir noves dades que ells no sabien descobrir".

L'Institut de Biomecànica de la Universitat Politècnica de València (UPV) utilitza també sistemes d'aprenentatge per a la valoració dels processos de re-



habilitació de les persones que tenen disfuncions en l'aparell locomotor. El Dinascan, una plataforma dinamomètrica sobre la qual caminen els pacients, és un dels aparells de què disposen per a mesurar i analitzar les disfuncions que pateix una persona quan camina o a l'hora de mantenir l'equilibri. Per a fer-ho van haver d'ensinistrar la màquina perquè aprengués a distingir entre les persones que caminaven bé i aquelles que presentaven algun tipus de patologia, quina i en quin grau. Aquest sistema "aporta objectivitat en l'àmbit clínic", explica Jaime Prat, metge i un dels integrants de l'Institut de Biomecànica. Tot i la fiabilitat a què han arribat, Prat destaca que "és una eina més de valoració funcional que de diagnòsi". És a dir, que no serveix tant per veure si un pacient s'ha trencat el turmell o no com per dir, quan comencem una rehabilitació, quin percentatge de mobilitat té i quines disfuncions han quedat. Algunes mútues ja han utilitzat aquest sistema en plets per valorar si un accidentat pa-

tia realment un problema greu pel qual se l'havia d'indemnitzar o estava simulant.

Aquests sistemes d'aprenentatge s'utilitzen quan es treballa amb grans quantitats d'informació i hi ha una perfecta correlació entre els diversos casos amb què es treballa. Aleshores la màquina fa una aproximació a algun altre cas que ja coneix. Aquest tipus de sistemes, com explica Prat, s'han "d'alimentar amb noves informacions contínuament perquè són incapaços d'aprendre noves regles per ells mateixos, a diferència dels humans".

Escollar, comprendre i parlar. Un altre dels reptes que ha plantejat la IA és el tractament del llenguatge, tant escrit com parlat. La comunicació està considerada una de les pedres angulars de la intel·ligència humana i, per tant, també ha estat un dels principals reptes a què s'ha enfrontat la IA. El Centre de Tecnologies i Aplicacions del Llenguatge i la Parla (TALP) de la Universitat Poli-

L'IIIA, que dirigeix Ramón López de Màntaras, es va inspirar en el funcionament de la llotja del peix de Blanes, a la fotografia, per crear un sistema informàtic que reproduceix la compra del peix. El sistema, que no s'aplica encara, es podria utilitzar per comprar el producte sense assistir a la llotja ni posar-se davant d'un ordinador, a través d'un robot connectat a Internet.

Les diferències encara són insalvables. Quan Gary Kasparov va perdre a escacs amb l'ordinador Deep Blue es va empipar molt, però la màquina es va quedar allà sense fer res

tècnica de Catalunya (UPC) va començar a desenvolupar a finals dels anys vuitanta una metodologia per extreure informació de textos i diccionaris que ha estat la base utilitzada per alimentar després qualsevol text computacional.

Com en el cas anterior, s'ha alimentat la màquina amb molts exemples, en aquest cas textos, perquè n'extragués uns paràmetres globals (unes regles sobre les estructures gramaticals, morfològiques i semàntiques que regeixen la llengua) que, arribat el moment, pogués aplicar a l'hora d'analitzar un nou text. Aquests programes bàsics els han servit, per exemple, per traduir automàticament textos d'una llengua a una altra, per crear diccionaris o perquè la màquina entengui la informació i després la pugui classificar. Actualment el grup de Tractament del Llenguatge Natural del departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics del TALP treballa en un projecte europeu per a la classificació automàtica de notícies que podria suposar una millora, per exemple, en la classificació i consulta de continguts d'Internet. Avui dia les recerques a la xarxa es fan per paraules clau. Què passaria si el sistema quan li posem tota una frase fos capaç de comprendre-la i limitar molt millor els textos als quals volem accedir?

La finalitat del tractament del llenguatge és dotar la màquina de mecanismes perquè pugui comprendre un text. La complexitat del llenguatge fa, però, que no es pugui crear una màquina capaç de comprendre tot l'ampli ventall que suposa el llenguatge humà, sobretot pel que fa al significat. Per la qual cosa sempre es treballa amb dominis restringits de llenguatge. I el terreny es complica encara més quan es tracta de la parla. Diverses universitats, entre les quals hi ha la UPC, la Jaume I de Castelló, la Politècnica de València

(UPV) i l'Institut Tecnològic d'Informàtica de València, estan col·laborant en la creació d'un sistema d'informació telefònica de RENFE que integra tant el tractament de la parla com del text, i que està previst que s'acabi enguany. La màquina que han creat és capaç d'identificar els sons que emet la persona que truca per demanar informació; convertir-los en paraules; traduir-les en un text; i amb la informació que n'extreu buscar què és el que l'usuari vol saber. Un cop té aquesta informació ha de fer el procés invers. Primer, ha de crear la resposta, que després es tornarà a convertir en parla. La resposta ja està llesta. Però, serà capaç la màquina de fer tot aquest procés, que per a una persona és qüestió de segons, en un temps suficient perquè la persona que està a l'altre costat del fil no es cansi i pengi el telèfon? Aquest és un dels grans problemes que comporta aquest sistema. La tecnologia actual no pot treballar amb grans volums d'informació, per la qual cosa cal restringir encara més el vocabulari que coneix la màquina perquè pugui treballar en temps real.

El llenguatge oral, a diferència de l'escrit, és molt més lliure i desestructurat. Quan parlem ens mengem parts de l'oració, afegim exclamacions que en un text no posaríem o desordenem els continguts. Tot això fa molt complicat establir les mateixes regles que s'apliquen al tractament de textos, on generalment s'utilitzen els coneixements d'un expert en lingüística per programar la màquina. Per això, per crear aquest sistema d'informació telefònica de trens s'ha utilitzat el reconeixement de formes, en què és la màquina la que aprèn a trobar les solucions a partir de molts exemples. El grup de Reconeixement de Formes i Tecnologia de la Percepció de l'Institut Tecnològic d'Informàtica i del departament de

Sistemes Informàtics i Computació de la UPV fa vint anys que treballen en aquest terreny i ha vist com aquest és uns dels sistemes que "funciona millor per a tasques molt concretes", explica Francisco Casacuberta, un dels seus integrants. Tot i així, un dels principals problemes és establir quina ha de ser la resposta de la màquina. No és el mateix traduir un text, en què el resultat és igual a l'original però en un altre format, que donar una resposta a una pregunta.

Veure o mirar. La informació que obtenim del món la recollim a través dels sentits. Si es volen construir màquines autònomes, han de ser capaces d'aprendre a integrar i processar aquesta informació. Avui dia, però, les investigacions en aquest àmbit es redueixen al camp de l'oïda (en aquest cas, de comprendre la parla) i de la vista, i, en menor mesura, del tacte. Però, com pot veure-hi una màquina? Hi ha dos tipus de visió: la visió passiva, on la màquina amb una càmera estàtica es limita a veure; i la visió activa, on la màquina no només intenta veure tot el que li passa pel davant, sinó ser ella qui dirigeix cap a on mirar i què mirar. Aquesta darrera és la que utilitzen els éssers vius i és cap a on intenta evolucionar la IA en el camp de la visió per computador.

Les persones no treballem amb imatges separades, sinó que obtenim informació de seqüències d'imatges on hi pot haver accions. Si veiem una persona que s'acosta a un cotxe, mira al seu voltant, després mira dins del cotxe i intenta obrir la porta, la major part de nosaltres pensarem que intenta robar el cotxe. Això no únicament són imatges, sinó accions que "s'ha d'ensenyar a la màquina a interpretar", explica Villanueva. Un dels principals esculls amb què s'ha trobat la visió per computador és l'espai que ocupen les imatges. I no parlem ja de quan es treballa amb seqüències d'imatges. Part d'aquest problema es podria resoldre amb l'aparició i comercialització de la pantalla de cristall líquid, segons Juan Campos, del grup d'Òptica del Departament de Física de la UAB (Universitat Autònoma de Barcelona). Aquest sistema d'emma-

gatzematge d'informació utilitzaria mètodes òptics i permet una resolució més àmplia i ràpida. Aquest departament treballa en l'anàlisi d'escenes a partir del reconeixement de formes i utilitzant la propagació de la llum per analitzar les imatges i veure si la forma que busca hi és o no. Per exemple, per saber si alguna de les ampolles d'una cadena de control d'una fàbrica té algun defecte. Aquest sistema permet obtenir la informació molt més ràpidament que si s'utilitzen fórmules matemàtiques. Què hi ha de més ràpid que la llum? Tot i així, només pot treballar en un entorn on la llum és constant i, segons Campos, té "moltes limitacions" a l'hora d'aplicar-ho a robots autònoms.

La robòtica és la màxima expressió de la IA.

Però també la més cara. S'ha passat de la informàtica a la mecànica i això comporta un cos. El robots industrials són aquells que estan programats per fer tasques repetitives i ben definides. Un dels principals problemes és la programació d'aquests robots. En la major part dels casos se li dona al robot totes les coordenades dels diversos moviments que ha de fer, amb la qual cosa es perd molt de temps programant-lo, perquè es necessita que cada moviment encaixi a la perfecció. Per reduir aquest temps i els costos econòmics que comporta tenir el robot aturat, l'Institut d'Organització i Control de Sistemes Industrials (IOC) de la UPC ha creat la programació assistida en la qual, tot i que el robot és programat per una persona, "el robot t'ajuda i et diu les conseqüències que comporta el que li vols fer", defineix Luis Basáñez, responsable del departament Robòtica Industrial i de Serveis de l'IOC. També tenen programes perquè els robots aprenguin a millorar la seva feina a mesura que la van fent. Si tenim un robot que li cau una peça "la primera vegada tardarà un quart d'hora a recollir-la, però la segona vegada millorarà", i així successivament.

Però els robots industrials, aquests braços de ferro que tenen com a dits dos o tres tentacles en forma de pinça, no són el màxim exponent de la robòtica. Aquest seria el robot autònom, aquell

que ha d'interpretar el medi que l'envolta per decidir el que fa per dur a terme l'objectiu que se li ha encomanat. L'inconvenient d'aquest tipus de màquines és que tots els sistemes en què es basen per adquirir aquesta independència encara no estan prou desenvolupats. Tant l'IOC com l'Institut de Robòtica i Informàtica Industrial (IRI) de la UPC disposen d'un hexàpode: un robot que s'assembla a una aranya de ferro, que duu un sistema de visió i es pot moure en qualsevol terreny. L'IRI treballa principalment en la creació de robots autònoms que es puguin moure sols basant-se en la visió. Per fer-ho, explica Enric Celaya, "anem a allò més bàsic i senzill, comencem pels insectes". Per poder moure's, l'hexàpode disposa de dues càmeres de visió activa, que li permeten "buscar la informació que necessita a través del zoom, l'enfocament i el moviment de les càmeres". L'IRI també ha desenvolupat "comportaments de baix nivell d'independència" que donen prioritat a les accions del robot, perquè, si camina en una direcció i es troba un obstacle, freni i no xoqui durant el procés de deliberació que desenvolupa fins que arriba a la solució que ha d'aplicar per resoldre aquell problema. Tot i així, les aplicacions reals d'aquests robots són encara molt limitades i se centren principalment en la investigació.

Però s'assemblaran algun dia les màquines als humans? Alguns diuen que sí, que només és qüestió de temps. Altres creuen que això no té importància, ja que la seva funció no serà substituir les persones, sinó fer aquelles feines que necessiten major precisió i atenció. A més, com explica López de Mántaras, "la nostra intel·ligència general és conseqüència de vivències". Tot i que les màquines puguin aprendre, seran capaces d'aprendre coses noves per elles mateixes? I faltarà veure què succeeix amb els sentiments. Com diu Villanueva: el problema de la màquina és que "no sap fer una cosa diferent d'aquella per a la qual ha estat dissenyada". I recorda que, quan Gary Kasparov va perdre a escacs davant la màquina Deep Blue, "es va emparar, però la màquina es va quedar allà sense fer res".

