

Una aproximación a la Inteligencia Artificial

José A. Alonso

Sevilla, 23 de Abril de 1997

Área de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Definiciones de la IA

- La IA estudia cómo lograr que las máquinas realicen tareas que, por el momento, son realizadas mejor por los seres humanos (Rich, 1991).
- La IA es el estudio de técnicas de resolución de problemas de complejidad exponencial mediante el uso de conocimiento sobre el campo de aplicación del problema (Rich, 1991).
- La IA es el estudio de las computaciones que permiten percibir, razonar y actuar (Winston, 1992).
- La IA es la ciencia que estudia el comportamiento de sistemas inteligentes (Bourbakis, 1992).
- IA es la atribuida a las máquinas capaces de hacer operaciones propias de seres inteligentes (DRAE, 1992).

Prehistoria de la IA: Lógica

- 1666: Leibniz: Combinatoria.
- 1847: Boole: cálculo proposicional.
- 1879: Frege: cálculo de predicados.
- 1894: Peano: notación lógica.
- 1899: Hilbert: fundamentos de geometría.
- 1910: Whitehead y Russell: logicismo.
- 1928: Hilbert y Ackermann: elementos de lógica.
- 1931: Gödel: incompletitud.
- 1931: Tarski: Concepto de verdad.
- 1936: Church: indecidibilidad.
- 1936: Turing: máquina universal.

Prehistoria de la IA: Autómatas

- 1270: Raimundo Lulio: Ars Magna.
- 1637: Descartes: Discurso del método.
- 1641: Pascal: sumadora mecánica.
- 1672: Leibniz: multiplicadora mecánica.
- 1832: Babbage: máquina diferencial.
- 1842: Babbage: máquina analítica.
- 1869: Jevons: máquina lógica.
- 1890: Hollerith: tabuladora.
- 1912: Torres Quevedo: máquina de ajedrez.
- 1944: Aiken: Mark I.
- 1945: Von Neuman: Almacenamiento de programas.
- 1946: Eckert y Mauchley: ENIAC.
- 1952: primera generación (válvulas).
- 1957: segunda generación (transistores).

Prehistoria de la IA

- 1945: Polya: Heurística.
- 1948: Wiener: Cibernética.
- 1950: Shannon: Programa que juega al ajedrez.
- 1950: Turing: Juego de la imitación.
- 1954: M. Davis: Demostrador aritmético

Historia de la IA: 1. Nacimiento

- 1956: Conferencia de Darmouth: Nacimiento de la IA.
- 1956: Newell y Simon: Lógico teórico.
- 1956: Proyecto GAT de traducción automática.
- 1957: Newell, Shaw y Simon: GPS.
- 1958: McCarthy: Lenguaje LISP.
- 1959: Gelernter: Máquina geométrica.
- 1959: Rosenblatt: Perceptrón.
- 1959: Samuel: Programa de damas.

Historia de la IA: 2. Despegue

- 1963: M. Ross Quillian: redes semánticas.
- 1964: Bobrow: STUDENT: problemas algebraicos.
- 1965: Buchanan, Feigenbaum y Lederberg: DENDRAL.
- 1965: J.A. Robinson: resolución y unificación.
- 1966: Weizenbaum: ELIZA, lenguaje natural.
- 1966: Norton: ADEPT: demostrador para grupos.
- 1967: Wos y otros: demodulación.
- 1968: Algoritmos de búsqueda heurística (algoritmo A*).
- 1968: MACSYMA
- 1969: Green: QA3, obtención de respuestas.
- 1969: Minsky y Papert: “Perceptrons”.

Historia de la IA: 3. Expansión

- 1970: Winograd: SHRDLU.
- 1970: Winston: ARCH.
- 1970: Wos y Robinson: Paramodulación.
- 1970: Knuth y Bendix: Reescritura, completación.
- 1970: Bledsoe: ATP: Deducción natural.
- 1971: Fikes y Nilsson; STRIPS: Planificación.
- 1971: Hewitt: PLANNER: Lenguaje para problemas.
- 1972: ANL: AURA (AUtomedated Reasoning Assitant).
- 1972: Kowalski: Programación lógica.
- 1973: Schank y Abelson: Guiones.
- 1973: Colmerauer: Prolog.
- 1973: Boyer y Moore: Lógica computacional.
- 1974: Bledsoe: IMPLY.
- 1974: Shortliffe: MYCIN.
- 1976: Lenat: AM.

Historia de la IA: 4. Madurez

- 1980: McDermott: XCON: configuración sistemas VAX.
- 1981: Proyecto japonés de la quinta generación.
- 1982: Hopfield: redes neuronales.
- 1982: Pople y Myers: INTERNIST.
- 1982: PROSPECTOR: yacimiento de molibdeno.
- 1982: ANL: ITP (Interactive Theorem Prover).
- 1984: Lenat: proyecto CYC.
- 1986: HiTech: ajedrez al nivel de maestro.
- 1988: W. McCune: OTTER.
- 1990: Stickel: PTTP.
- 1990: Simon: Teoría de números en LN.

Características de la IA

- Información simbólica preferente a la numérica.
- Métodos heurísticos preferente a los algorítmicos.
- Uso de conocimiento específico–declarativo
- Informaciones incompletas o con incertidumbre.
- Multidisciplinaridad: lógica, matemática, psicología, lingüística,....

Algunas aplicaciones de la IA

- Tareas de la vida diaria:
 - Percepción: visión y habla.
 - Lenguaje natural: comprensión, generación y traducción.
 - Sentido común.
 - Control de robot.
- Tareas formales:
 - Juegos: damas, ajedrez, go, ...
 - Matemáticas: cálculo simbólico, demostración de teoremas.
 - Computación: verificación de programas, aprendizaje automático.
- Tareas de expertos:
 - Ingeniería: diseño, detección de fallos,...
 - Análisis científico.
 - Diagnóstico y tratamiento médico.
 - Análisis financiero.

Campos de la IA (ACM)

- Sistemas expertos.
- Programación automática: Verificación y síntesis.
- Razonamiento automático.
- Representación del conocimiento.
- Metodología de la programación en IA.
- Aprendizaje.
- Procesamiento del lenguaje natural.
- Resolución de problemas, métodos de control y búsqueda.
- Robótica.
- Interpretación de imágenes y visión artificial.
- Inteligencia artificial distribuida.

Sistemas de cálculo simbólico

- 1957: GPS (General Problem Solver): Newell, Simon y Shaw
- 1961: SAINT (Symbolic Automatic INTEgrator): J. Slagle
- 1963: SINT (Symbolic INTEgrator): J. Moses
- 1963: MAC (Machine Asisted Cognition)
- 1963: REDUCE: A. Hearn
- 1969: MACSYMA (MAC's SYmbolic Manipulation System): J. Moses
- 1979: SMP: S. Wolfram
- 1979: muMATH: D. Stoutemeyer y A. Rich
- 1980: MAPLE: Univ. de Ontario
- 1988: MATHEMATICA: S. Wolfram
- 1988: DERIVE: D. Stoutemeyer y A. Rich
- 1992: AXIOM

Ejemplo de cálculo simbólico

(C1) $\text{limit}((x^n - a^n)/(x - a), x, a);$

$N - 1$

(D1) $A \quad N$

(C2) $\text{limit}(1/(x-1)^4, x, 1);$

(D2) INF

(C3) $\text{diff}((\sin(4*x))^3, x);$

2

(D3) $12 \cos(4 X) \sin(4 X)$

(C4) $\text{taylor}(\%e^x, x, 0, 5);$

$\begin{matrix} 2 & 3 & 4 & 5 \\ X & X & X & X \end{matrix}$

(D4)/T/ $1 + X + \frac{X^2}{2} + \frac{X^3}{6} + \frac{X^4}{24} + \frac{X^5}{120} + \dots$

(C5) $\text{integrate}(1/(x*\log(x)), x);$

(D5) $\text{LOG}(\text{LOG}(X))$

(C6) $\text{integrate}(1/(1+x^2), x, 0, \text{inf});$

$\%PI$

(D6) $\frac{\pi}{2}$

2

Ejemplo de demostración automática

- Teorema: Si G es un grupo tal que $x \cdot x = e$ para todo elemento x , entonces G es abeliano.

- Entrada

```
formula_list(usable).
all x (x = x).
all x y z (f(f(x,y),z) = f(x,f(y,z))).
exists e ((all x (f(e,x) = x)) &
          (all x exists y (f(y,x) = e)) &
          (all x (f(x,x) = e))).
-(all x y (f(x,y) = f(y,x))).
end_of_list.
set(auto).
```

- Salida

```
list(usable).
0 [] x=x.
0 [] f(f(x,y),z)=f(x,f(y,z)).
0 [] f($c1,x)=x.
0 [] f($f1(x1),x1)=$c1.
0 [] f(x2,x2)=$c1.
0 [] f($c3,$c2)!=f($c2,$c3).
end_of_list.
```

Ejemplo de demostración automática

----- PROOF -----

```
1 [] f($c3,$c2)!=f($c2,$c3).
3 [] f(f(x,y),z)=f(x,f(y,z)).
6,5 [] f($c1,x)=x.
9 [] f(x,x)=$c1.
11 [para_into,3.1.1.1,9.1.1,demod,6,flip,1] f(x,f(x,y))=y.
15 [para_into,3.1.1,9.1.1,flip,1] f(x,f(y,f(x,y)))=$c1.
18,17 [para_into,11.1.1.2,9.1.1] f(x,$c1)=x.
25 [para_from,15.1.1,11.1.1.2,demod,18,flip,1] f(x,f(y,x))=y.
29 [para_from,25.1.1,11.1.1.2] f(x,y)=f(y,x).
30 [binary,29.1,1.1] $F.
```

----- end of proof -----

----- statistics -----

clauses given	10
clauses generated	80
clauses kept	16
Kbytes malloced	95

----- times (seconds) -----

user CPU time	0.05	(0 hr, 0 min, 0 sec)
system CPU time	0.08	(0 hr, 0 min, 0 sec)

Problema de Robbins

- **Axiomas de Huntington (1933):**

- (A) $(x + y) + z = x + (y + z)$
- (C) $x + y = y + x$
- (H) $n(n(x) + y) + n(n(x) + n(y)) = x$

- **Axioma de Robbins (1933):**

- (R) $n(n(n(y) + x) + n(x + y)) = x$

- **Teorema: (A)+(C)+(H) $\implies$ (R)**

- **Problema de Robbins: (A)+(C)+(R) $\implies$ (H)**

- **Lemas (Winkler, 1990):**

- (A)+(C)+(R)+($\exists c)(\exists d)[c + d = c]$) $\implies$ (H)
- (A)+(C)+(R)+($\exists c)(\exists d)[n(c + d) = n(c)]$) $\implies$ (H)

- **Teorema (McCune, 1996):**

- (A)+(C)+(R) $\implies (\exists c)(\exists d)[c + d = c]$

Problema de Robbins

● Entrada

$$n(n(n(y)+x)+n(x+y))=x.$$

$$x+y \neq x.$$

$$n(x+y) \neq n(x).$$

● Demostración

2 []	$-(n(x+y) = n(x)).$
3 []	$n(n(n(x)+y)+n(x+y)) = y.$
5 [(3,3)]	$n(n(n(x+y)+n(x)+y)+y) = n(x+y).$
6 [(3,3)]	$n(n(n(n(x)+y)+x+y)+y) = n(n(x)+y).$
24 [(6,3)]	$n(n(n(n(x)+y)+x+2y)+n(n(x)+y)) = y.$
47 [(24,3)]	$n(n(n(n(n(x)+y)+x+2y)+n(n(x)+y)+z)+n(y+z))=z.$
48 [(24,3)]	$n(n(n(n(x)+y)+n(n(x)+y)+x+2y)+y) = n(n(x)+y).$
146 [(48,3)]	$n(n(n(n(x)+y)+n(n(x)+y)+x+3y)+n(n(x)+y)) = y.$
250 [(47,3)]	$n(n(n(n(n(x)+y)+x+2y)+n(n(x)+y)+n(y+z)+z)+z) = n(y+z).$
996 [(250,3)]	$n(n(n(n(n(n(x)+y)+x+2y)+n(n(x)+y)+n(y+z)+z)+z+u)+n(n(y+z)+u)) = u.$
16379 [(5,996), [3]]	$n(n(n(n(x)+x)+3x)+x) = n(n(x)+x).$
16387 [(16379,3)]	$n(n(n(n(n(x)+x)+3x)+x+y)+n(n(n(x)+x)+y)) = y.$
16388 [(16379,3)]	$n(n(n(n(x)+x)+4x)+n(n(x)+x)) = x.$
16393 [(16388,3)]	$n(n(n(n(x)+x)+n(n(x)+x)+4x)+x) = n(n(x)+x).$
16426 [(16393,3)]	$n(n(n(n(n(x)+x)+n(n(x)+x)+4x)+x+y)+n(n(n(x)+x)+y)) = y.$
17547 [(146,16387)]	$n(n(n(n(n(x)+x)+n(n(x)+x)+4x)+n(n(n(x)+x)+3x)+x)+x) = n(n(n(x)+x)+n(n(x)+x)+4x).$
17666 [(24,16426), [17547]]	$n(n(n(x)+x)+n(n(x)+x)+4x) = n(n(n(x)+x)+3x).$

$n(c+d) = n(c), c = n(n(x)+x)+3x, d = n(n(x)+x)+x$