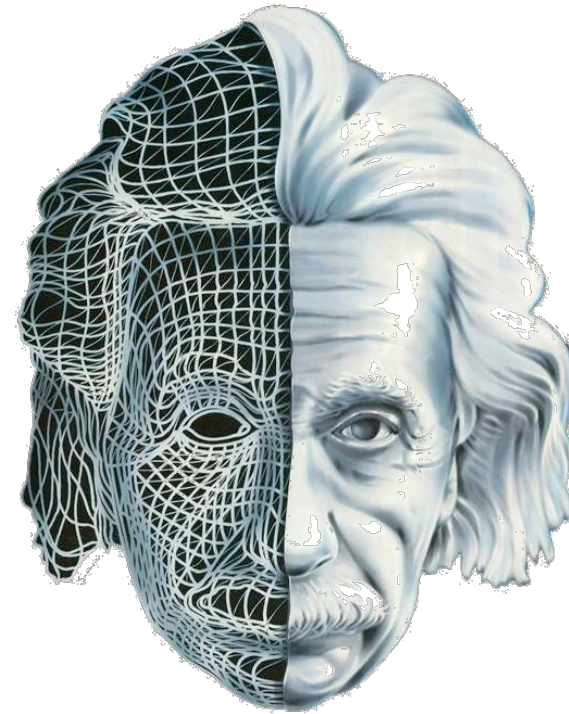


Chi sono io?

- Ordinario di Informatica, Univ. di Bologna
 - Mi occupo di Scacchi e Informatica da parecchi anni
 - Ho scritto un libro sull'argomento:
Giocatori Artificiali, Mursia
 - Continuo a fare ricerca sui giocatori artificiali
-

Sommario

- Il gioco umano
- Il gioco artificiale
- Studi recenti
- Nuove frontiere
- La parola agli autori

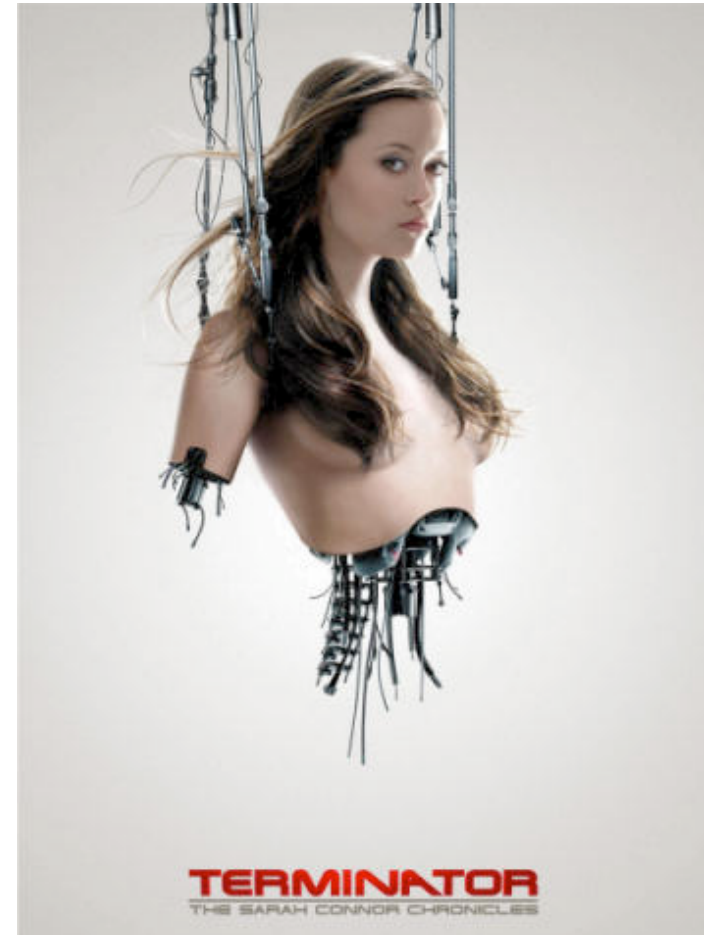


Il gioco degli Scacchi

- Gli umani giocano a Scacchi da circa 1500 anni: il gioco venne inventato in India, non si sa da chi
 - Il gioco come lo conosciamo oggi è stato codificato verso la fine del XV secolo in Italia
 - Le regole internazionali sono state promulgate nel 1929 dalla FIDE
 - Vengono aggiornate di tanto in tanto da un apposito comitato della FIDE
-

Chi gioca?

- Giocano a Scacchi milioni di persone
- Alcuni paesi hanno una grande tradizione
- Esiste una letteratura immensa sul gioco, dell'ordine di oltre 100.000 libri, tesi e articoli scientifici
- Il gioco è di solito associato all'intelligenza e come tale si ritrova in molte trame di film



Persone famose che gioca(va)no a Scacchi



Goethe



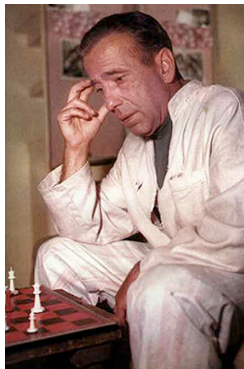
Lenin con Gorkj



Fischer con FidelCastro



Edgar Davids



Humphrey Bogart



Bono (U2)



Tolstoy



Madonna

Memoria, tattica, strategia, psicologia

Come fa un umano a scegliere una mossa?

- Potrebbe scegliere una mossa a caso, tra tutte le mosse possibili
 - Potrebbe scegliere giocando “a memoria” sequenze di mosse ben studiate
 - Potrebbe scegliere in base a considerazioni tattiche (calcolate) o strategiche (pianificate)
 - Potrebbe scegliere in base a considerazioni psicologiche sull'indole dell'avversario
-

Muovere a caso?

- Nella posizione iniziale il Bianco ha 20 possibili aperture
 - Il Nero ha 20 possibili risposte, dunque dopo una mossa sono possibili $20 * 20 = 400$ posizioni
 - Shannon calcolò che le partite possibili degli Scacchi siano dell'ordine di 10^{120}
 - Si stima che
 - Dal *Big Bang* siano passati 10^{26} nanosecondi
 - L'universo contenga 10^{75} atomi
-

Muovere a memoria?

- Gli Scacchi sono il gioco più studiato
 - Esistono oltre 100.000 libri di Scacchi, scritti da campioni, maestri e amatori del gioco
 - Esistono repertori digitali contenenti milioni di partite
 - Alcune partite tra maestri seguono percorsi preordinati (“teoria delle aperture” fino alla 30a mossa o più)
 - Alcuni esperimenti indicano che i migliori maestri “conoscono” fino a 50.000 posizioni
-

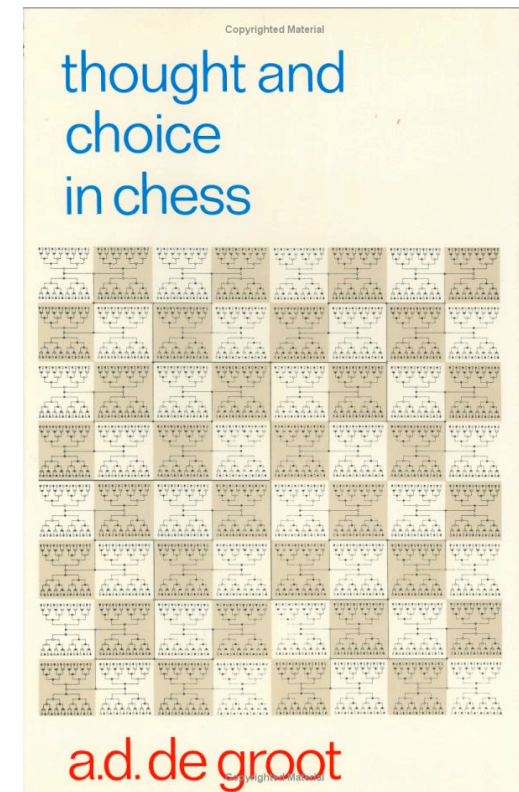
Gli umani sanno giocare alla cieca



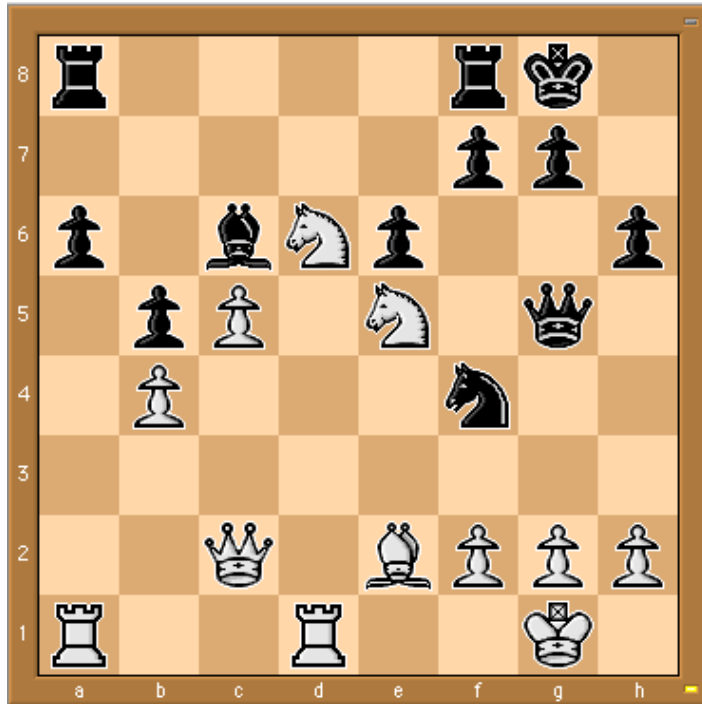
Le ricerche di DeGroot



- L'olandese DeGroot negli anni '40 studiò i meccanismi di pensiero dei giocatori
- Scrisse nel 1946 la sua tesi di dottorato "Thought and choice in chess", che aprì la strada a molte ricerche di Scienze Cognitive



Un esperimento di DeGroot



Cosa “vede” un maestro
in questa posizione?

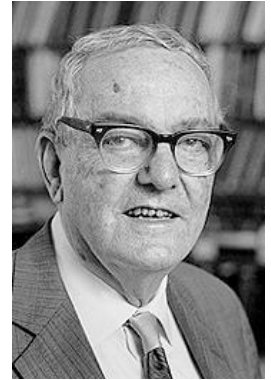
Cosa “vede” un principiante?

Un esperimento di DeGroot



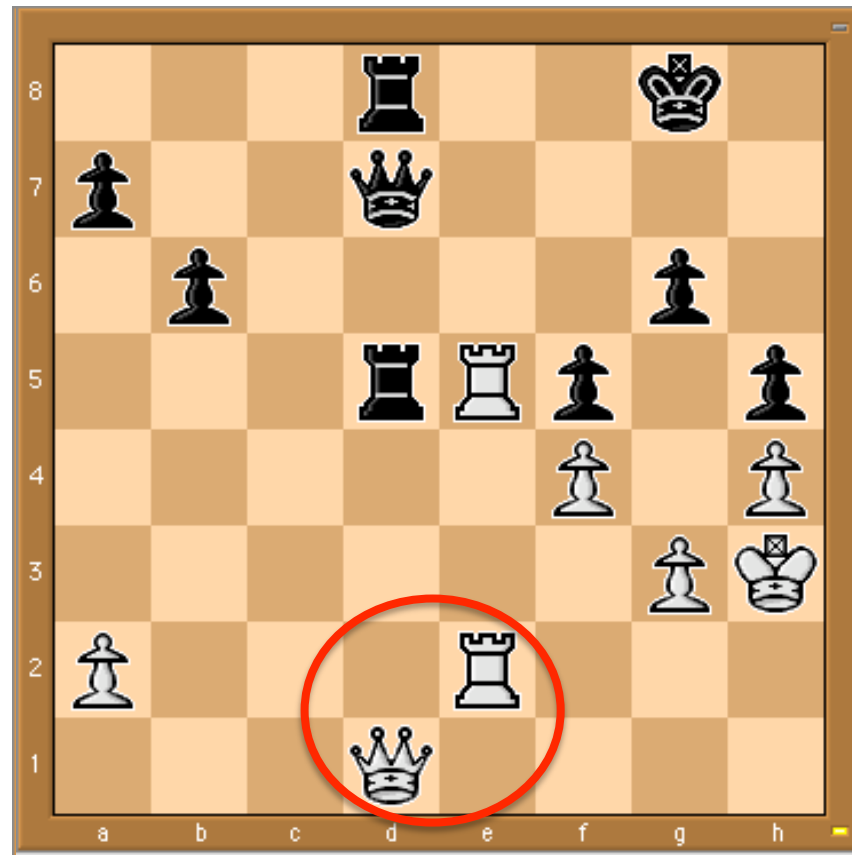
Movimenti oculari di un ricercatore

Le teorie di Simon



- Herbert Simon introdusse la teoria della “razionalità limitata” che spiega il comportamento “parzialmente” razionale
 - Si applica bene agli Scacchi perché l’albero di gioco è enorme, come abbiamo visto
 - I giocatori umani, in mancanza di “conoscenza perfetta”, la approssimano riconoscendo schemi ricorrenti (*chunks*)
-

La memoria “ a pezzetti” (chunks)



da Chase e Simon, *The Mind's Eye in Chess*, 1973

I chunks

- Se la memoria funziona a “pezzetti”, forse anche la percezione lo fa
 - Se la percezione funziona “a pezzetti”, forse anche l’intelligenza lo fa: la definizione di un piano avviene così
 - La differenza tra un giocatore esperto ed uno inesperto dovrebbe stare nel numero e nelle forme dei “pezzetti” conosciuti, sia nel riconoscimento sia nella capacità di pianificare
-

Memoria a lungo termine

- Giocatori di forza diversa impararono a memoria una partita di 25 mosse, poi gli fu chiesto di ricostruire la posizione in diversi momenti di gioco

Giocatore	% corretto	pezzi/chunk	chunk/posizione
Maestro	99	4.0	7.7
Classe A	95	2.5	10.5
Principiante	90	1.2	22.8

Macchine che giocano

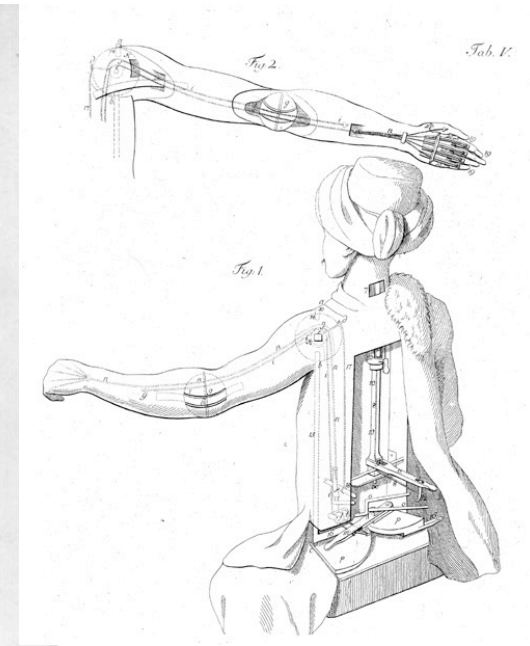
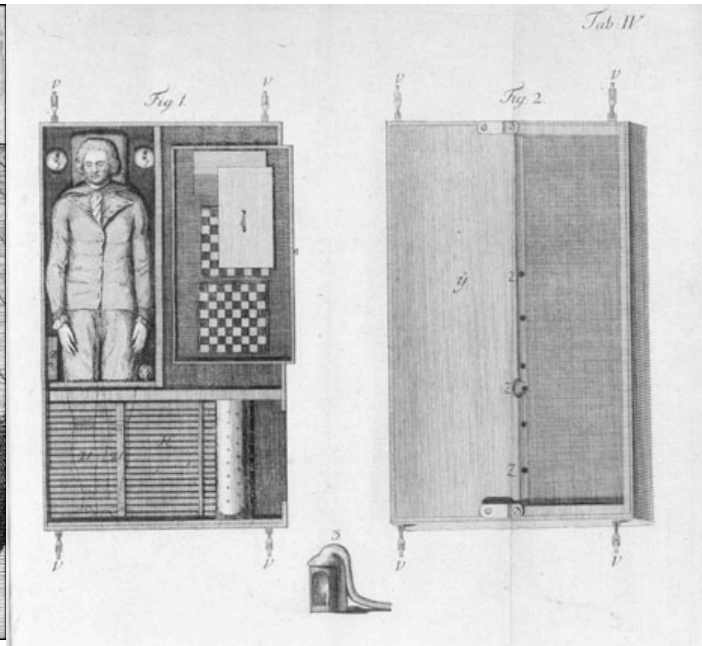
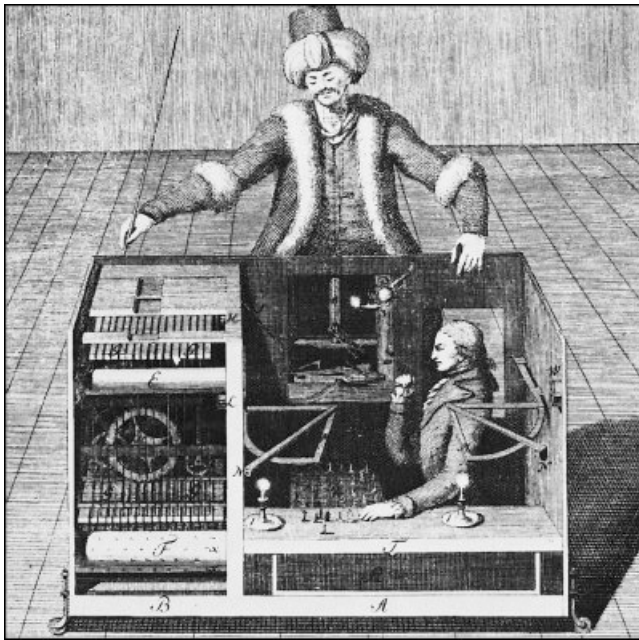


Il Turco

- Costruito nel 1769 dall'ungherese von Kempelen (1734-1804) per la regina Maria Teresa d'Austria
- Mostrato in tutte le corti d'Europa ed esibito al grande pubblico
- Distrutto verso il 1870, ricostruito di recente

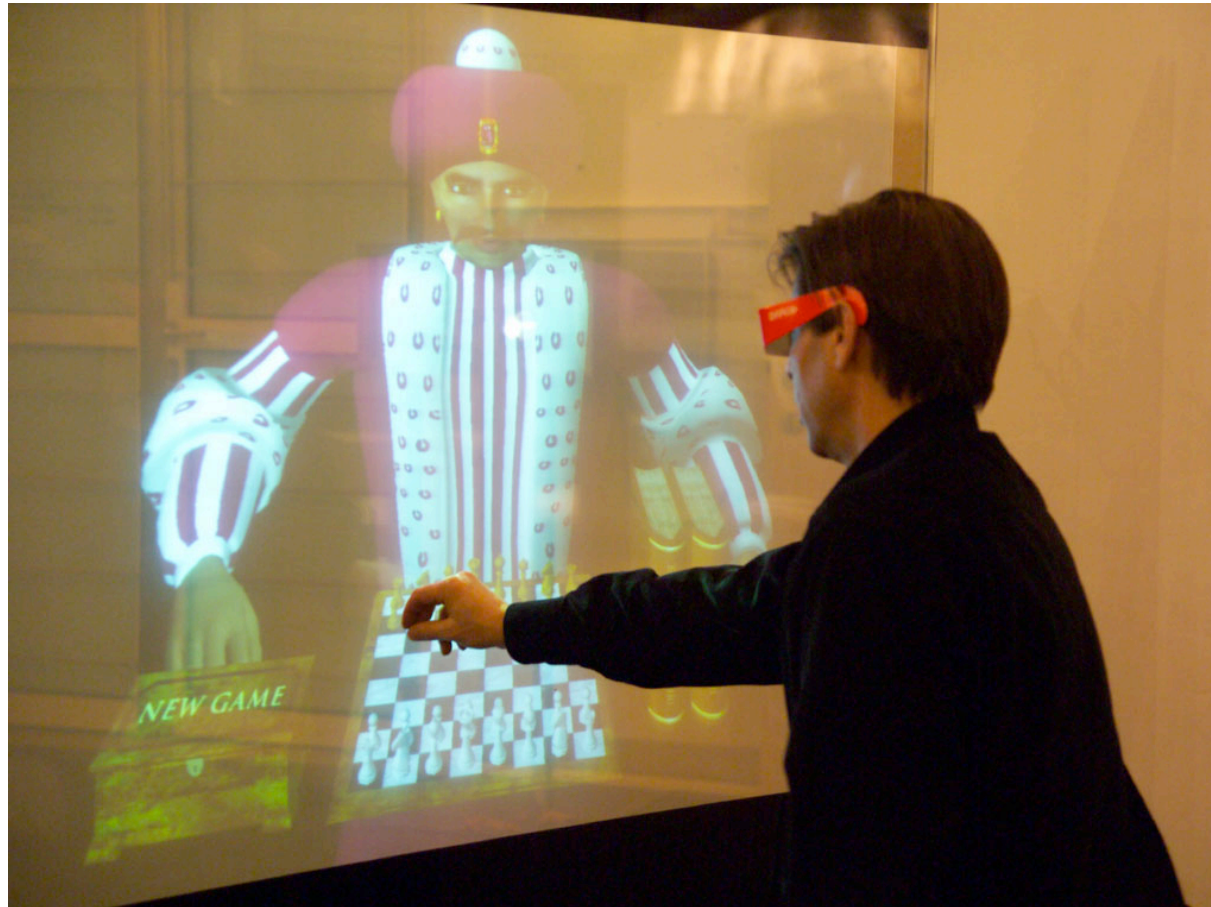


Il Turco



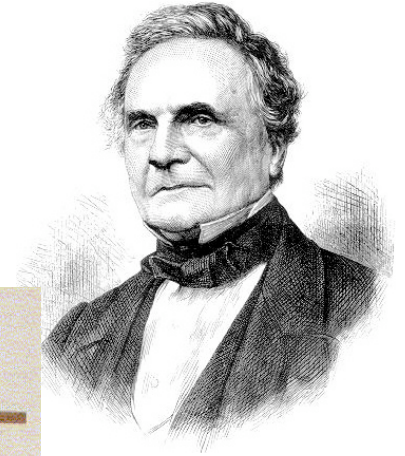
Il Turco giocava a Scacchi molto bene perché la sua intelligenza era... umana: la macchina conteneva un giocatore ben nascosto
Tuttavia esibiva alcuni accorgimenti meccanici d'avanguardia

Il Turco virtuale (olografia 3D)

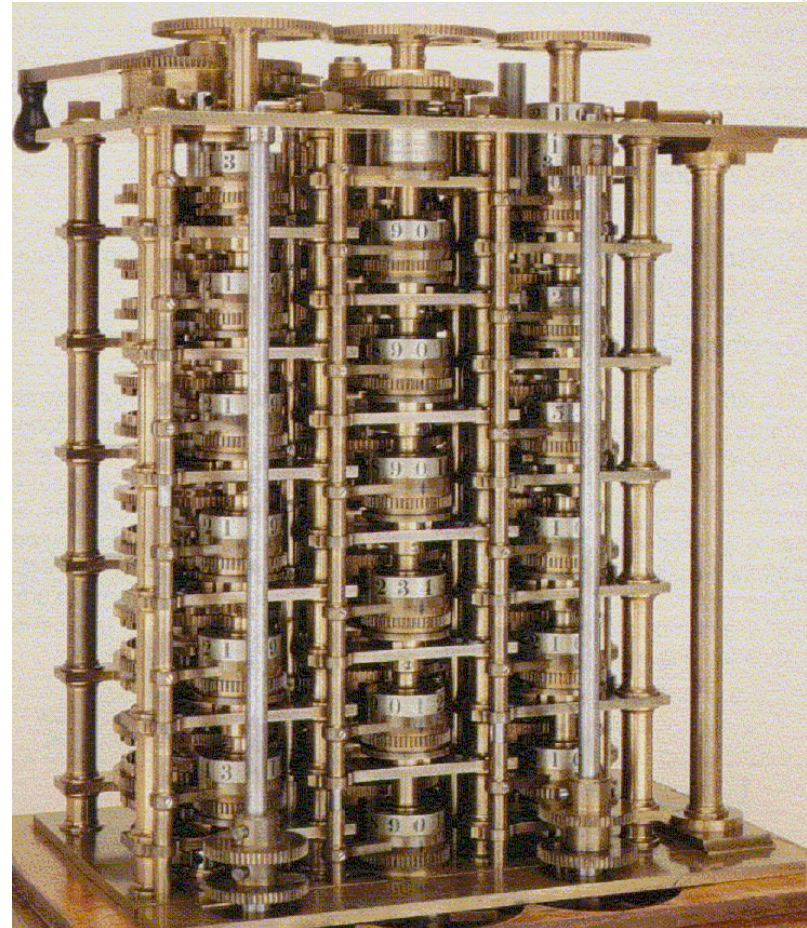


<http://studierstube.icg.tu-graz.ac.at/virtualshowcase/>

La macchina di Babbage



- Charles Babbage (1791-1871) progettò la prima macchina meccanica programmabile
- Descrisse come programmarla per giocare a Scacchi
- Non costruì mai la macchina (ricostruzioni vennero fatte nel '900)





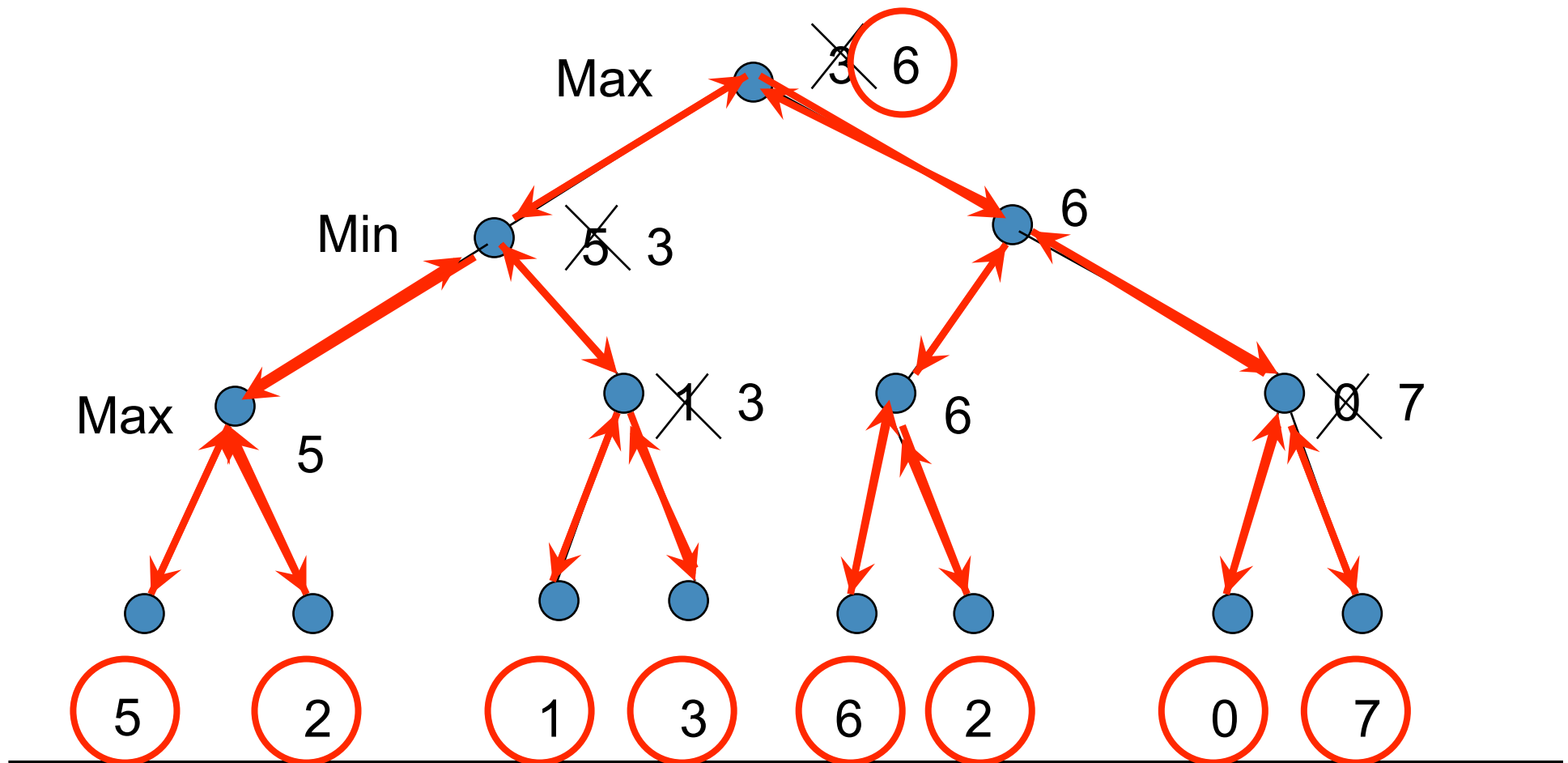
Teorema del minimax (Von Neumann and Morgenstern, 1944)



- Teorema del minimax: costruzione di strategia vincente nei giochi simili agli Scacchi
- Struttura dati: Albero di gioco
- Si costruisce dalla radice, posizione iniziale
 - Livelli pari: muove Max
 - Livelli dispari: muove Min
- I nodi foglia sono chiamati “posizioni terminali”; le regole di gioco definiscono il valore delle foglie

von Neumann e Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton, 1947

Minimax - Animazione



Esplosione combinatoria

- Il Teorema del Minimax garantisce che si possa giocare la partita perfetta, *in teoria*
 - Impossibile da applicare nella pratica di gioco degli Scacchi perché l'albero di gioco completo è troppo grande (**esplosione combinatoria**)
 - Un albero profondo 10 mosse contiene circa 10^{30} posizioni
-

Il gioco artificiale

- Shannon e Turing descrissero sin dal 1950 come programmare un computer per giocare a Scacchi
 - I primi programmi completi furono realizzati all'inizio degli anni '60
 - Nel 1967 ci fu una sfida tra programmi USA vs. URSS che venne vinta dai sovietici
 - Solo nel 1988 le macchine iniziarono a battere i migliori Gran Maestri
-

Il programma di Turing

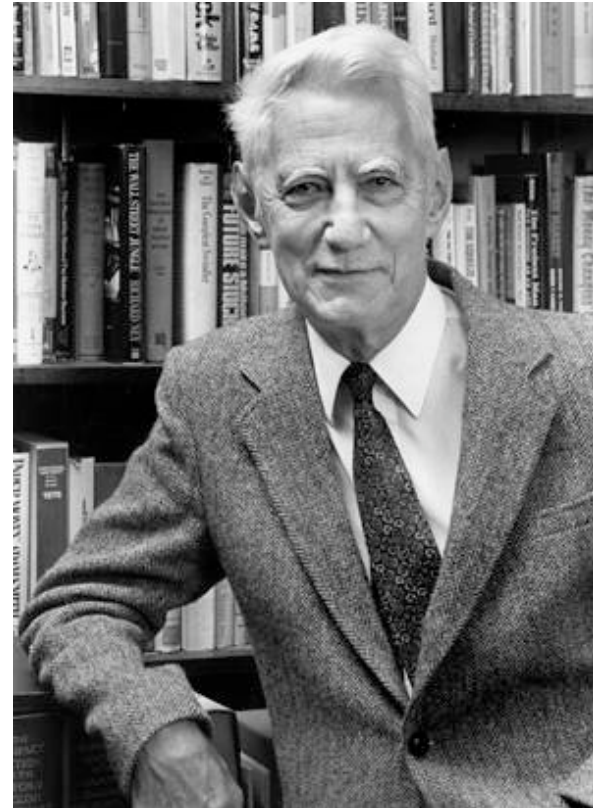


- Alan Turing (1912-1954) scrisse nel 1948 un programma per giocare a Scacchi
- A quei tempi Turing non aveva un calcolatore!
- Turing agì come “elaboratore umano”, ma gli occorrevano circa 30' decidere la mossa, dopo aver esplorato un albero profondo solo due mosse
- Giocò una sola partita, persa, contro un amico

A. Turing, Digital Computers Applied to Games: Chess. in Bowden, ed., *Faster than Thought*, 1953

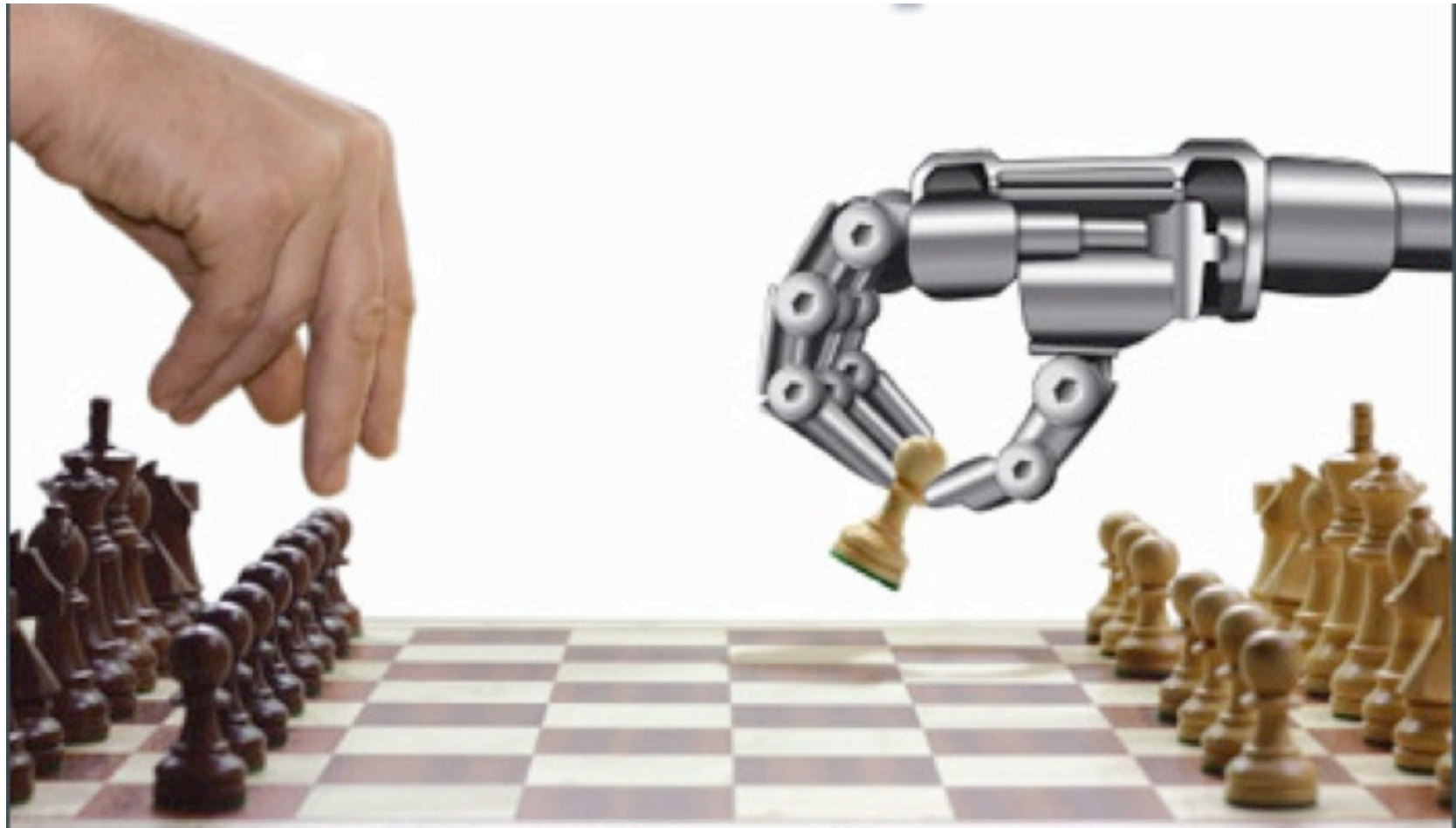
La visione di Shannon

- Claude Shannon (1916-2001): padre della Teoria dell'Informazione
- Scrive nel 1950 il primo articolo scientifico su come programmare una macchina scacchistica
- Influenza tutta la letteratura successiva

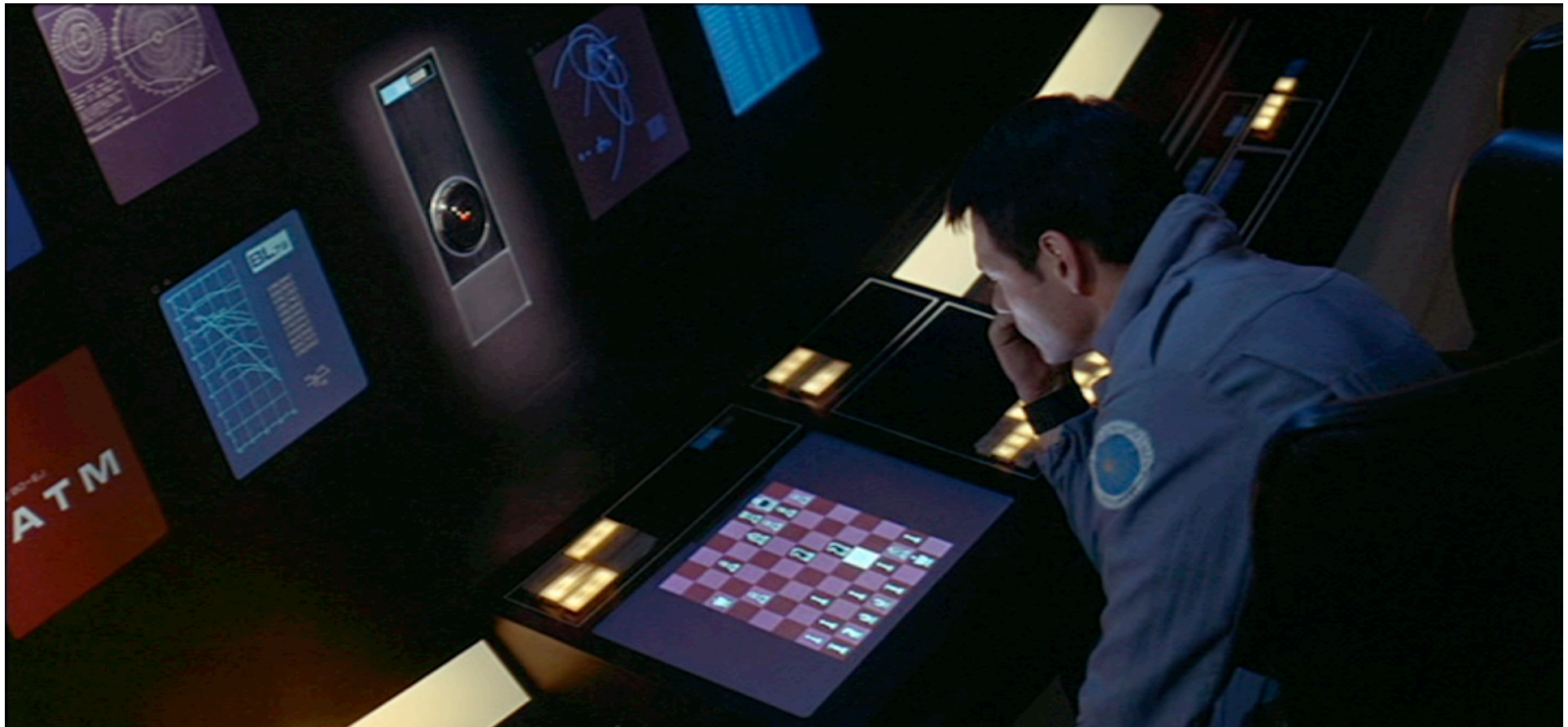


C. Shannon, Programming a computer for playing chess, *Philosophical Magazine*, 1950

Lo stato dell'arte



Primo scontro



La prima volta

Nel 1997, Deep Blue sconfisse il Campione del Mondo Garry Kasparov



Campioni del Mondo

• Kaissa		1974	Stoccolma
• Chess		1977	Toronto
• Belle		1980	Linz
• Cray Blitz		1983	New York
• Cray Blitz		1986	Colonia
• Deep Thought		1989	Edmonton
• Rebel		1992	Madrid
• Fritz		1995	Hong Kong
• Shredder		1999	Paderborn
• Junior		2002	Maastricht
• Shredder		2003	Graz
• Junior		2004	TelAviv
• Zappa		2005	Reykjavik
• Junior		2006	Torino
• Rybka		2007	Amsterdam
• Rybka		2008	Pechino



Il Trofeo Shannon, che va all'autore del programma Campione del Mondo

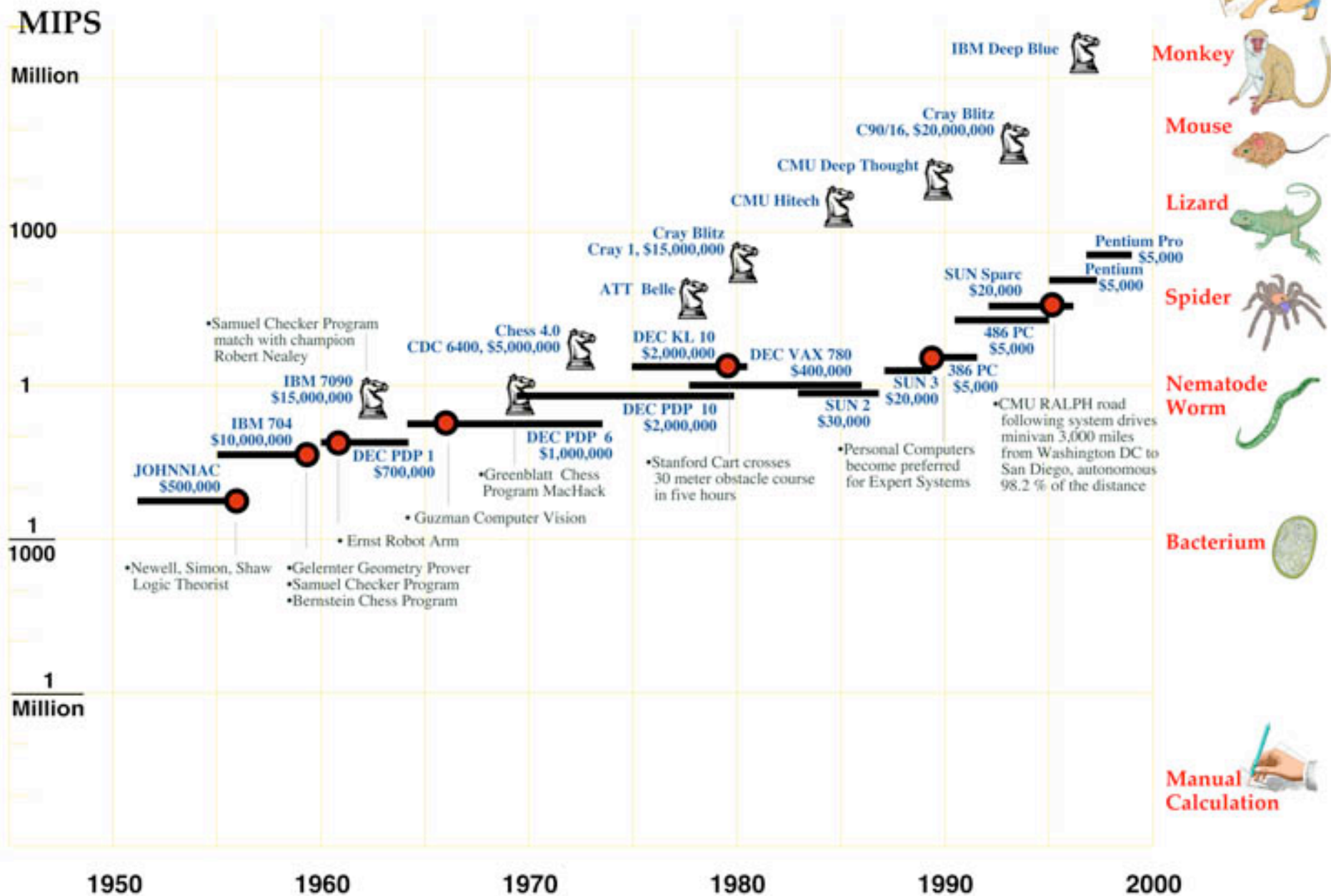
Campioni italiani

accademia - 30/09/2007, 30/09/2007

Standing at round 6

Pos	Pts	ID	NAME	Rtg	PRtg	Fed.	Buc1	BucT
1	5.5	4	GM delfi	0	401	---	19.50	21.50
2	5.5	3	GM cipollino	0	401	---	19.00	21.00
3	4.0	2	GM chiron	0	125	---	20.00	22.50
4	4.0	16	GM uragano	0	125	---	19.50	21.00
5	3.5	1	GM chaturanga	0	57	---	14.50	14.50
6	3.0	15	GM smash	0	0	---	18.50	21.00
7	3.0	7	GM hamsters	0	0	---	18.50	21.00
8	3.0	14	GM rattata chess	0	0	---	17.00	19.00
9	3.0	9	GM matilde	0	0	---	15.50	17.00
10	3.0	11	GM protej	0	0	---	11.50	11.50
11	2.5	8	GM leila	0	-57	---	19.00	22.00
12	2.5	13	GM raffaella	0	-57	---	12.50	12.50
13	2.0	10	GM mizar	0	-125	---	18.00	18.00
14	2.0	6	GM golem	0	-125	---	16.50	16.50
15	1.5	5	GM giuchess	0	-193	---	14.50	14.50
16	0.0	12	GM pulchess	0	-735	---	13.00	14.50

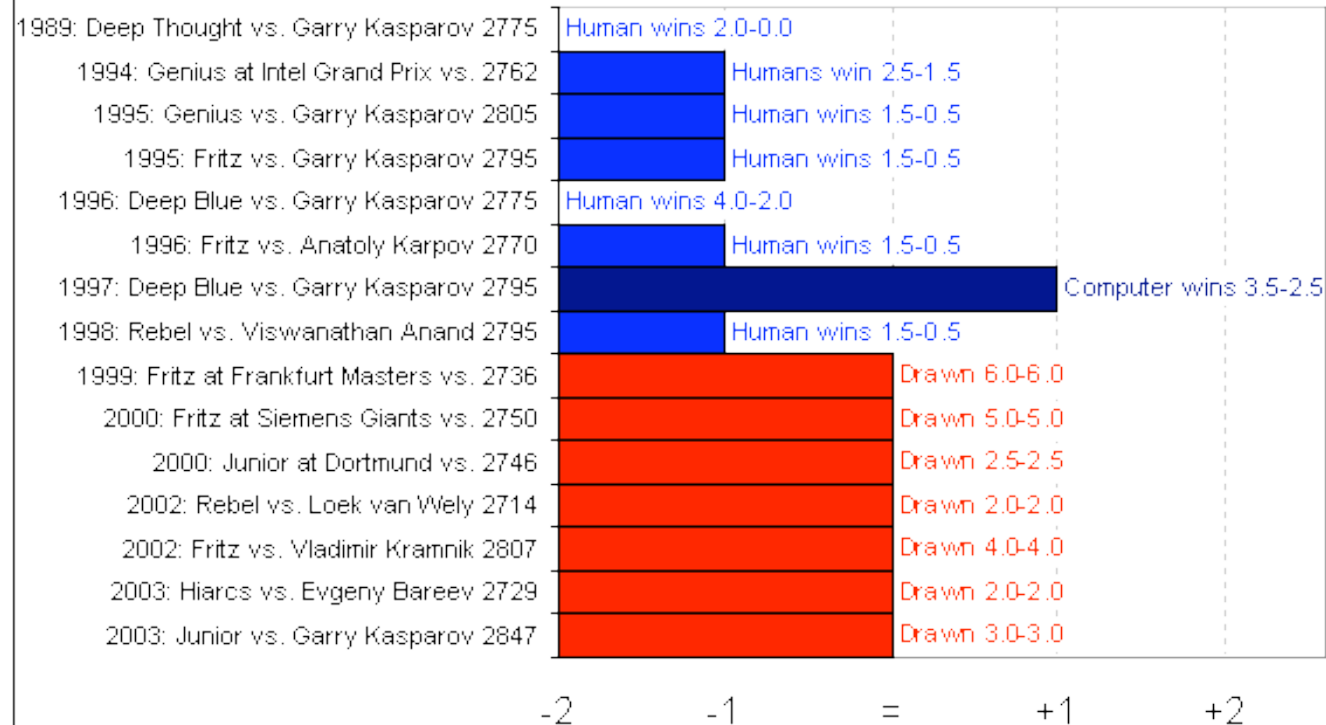
Computer power available to AI and Robot programs



Chi gioca meglio?

Computer results vs. humans with 2700+FIDE ratings

Kasparov-Deep Blue II (1997) was the only event in history where a computer had a plus score against 2700+ opposition. The last seven events involving computers against 2700+ humans have ended drawn.



Includes all events, where each side had at least 20 minutes total for all their moves, where a computer played at least two games against humans with FIDE ratings of 2700 or more. Does not include any games against humans with FIDE ratings below 2700.

La lista svedese

1	Deep Rybka 3 2GB Q6600 2,4 GHz	3238	53 -43	372	88%	2899
2	Zappa Mexico II 2GB Q6600 2,4 GHz	3071	38 -36	397	69%	2930
3	Deep Shredder 11 2GB Q6600 2,4 GHz	3050	34 -32	484	68%	2921
4	Deep Hiarcs 12 2GB Q6600 2,4 GHz	3040	32 -30	551	71%	2883
5	Hiarcs 11.2 MP 2GB Q6600 2,4 GHz	3010	36 -35	408	63%	2913
6	Deep Junior 10.1 2GB Q6600 2,4 GHz	2983	33 -33	444	53%	2960
7	Rybka 2.3.1 Arena 256MB Athlon 1200 MHz	2925	26 -25	775	59%	2857
8	Fritz 11 256MB Athlon 1200 MHz	2923	53 -48	209	68%	2791
9	Deep Shredder 11 256MB Athlon 1200	2915	39 -38	330	54%	2888
9	Deep Fritz 8 2GB Q6600 2,4 GHz	2915	31 -32	507	42%	2971
11	Shredder 8 MP 2GB Q6600 2,4 GHz	2902	35 -35	401	45%	2941
11	Rybka 1.2 256MB Athlon 1200 MHz	2902	25 -24	893	71%	2747
13	Hiarcs 11.1 256MB Athlon 1200 MHz	2876	24 -24	819	54%	2850
14	Junior 10.1 256MB Athlon 1200 MHz	2860	23 -22	966	55%	2822
15	Fritz 10 256MB Athlon 1200 MHz	2847	37 -35	416	69%	2703

<http://ssdf.bosjo.net/list.htm>, 26.9.2008

Risultati recenti dei match uomo-macchina

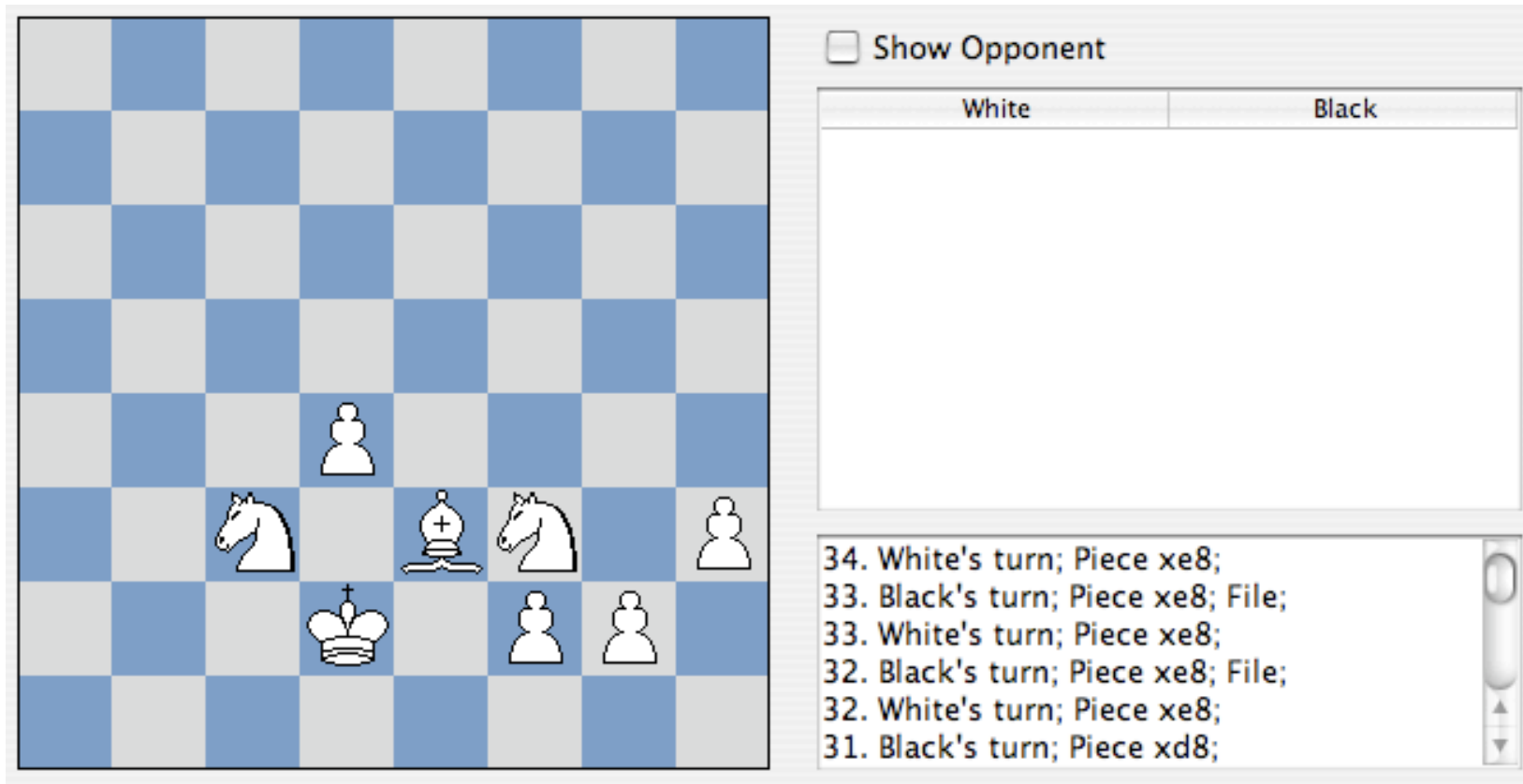
- 2005: Hydra-Adams 5½-½
- 2006: Fritz-Kramnik 4-2
- 2008: Rybka gioca vari match con handicap



Nuove frontiere

- Uomo+computer vs uomo+computer
 - Advanced chess
 - Varianti del gioco
 - Partite con handicap
 - Posizione iniziale casuale (Fischer random)
 - Kriegspiel
-

Kriegspiel (wargame)

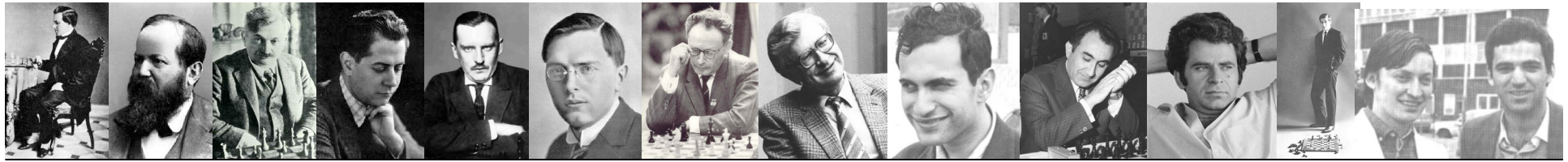


Conclusioni

- Gli Scacchi sono ancora un fertile campo di ricerca scientifica, specie nell'ambito delle scienze cognitive e della psicologia
 - Non è chiara la connessione tra capacità di gioco, intelligenza e memoria
 - Dal punto di vista tecnologico la competizione è sul piano commerciale; la ricerca informatica ha iniziato a studiare nuove varianti di gioco
-

Riferimenti

- Simon, *Models of Thought*, Yale Univ. Press, 1979
 - Ciancarini, *Giocatori Artificiali*, Mursia, 1992
 - deGroot e Gobet, *Perception and Memory in Chess*, VanGorcum, 1996
 - Gobet, deVoogt e Retschitzki, *Moves in Mind: The Psychology of Board Games*, Psychology Press, 2004
 - Ciancarini e Favini, Representing Kriegspiel States with Metapositions, IJCAI 2007, India
-



La parola agli autori dei programmi!

Paolo Ciancarini
Università di Bologna

Scaccomatto
Torino
5 Dicembre 2008

