

# 電腦如何下象棋

長榮大學  
資訊管理系 教授  
許舜欽

2008年 3月5日

## Computer Games

⌘ A Challenge of Artificial Intelligence

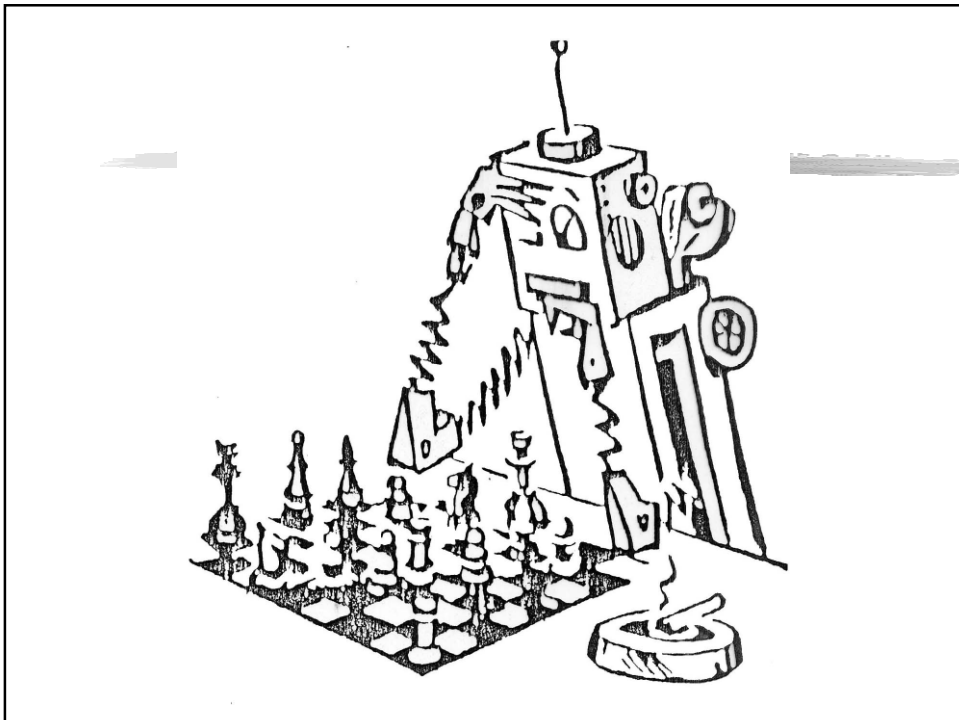
⌘ Recently solved games

- ☒ Connect Four
- ☒ Qubic
- ☒ Go-Moku
- ☒ Nine-Men Morris
- ☒ Awari
- ☒ Checker

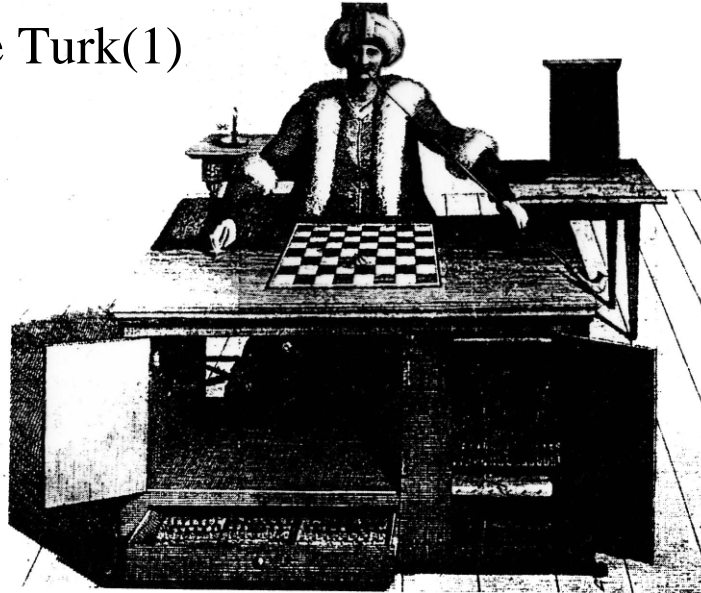
## Unsolved Board Games

---

- ☒ Othello
- ☒ Chess
- ☒ Chinese Chess
- ☒ Japanese Shogi
- ☒ Go



## The Turk(1)



## The Turk(2)

- ⌘ By Wolfgang Kempelen in 1760
- ⌘ Rebuilt in 1780
- ⌘ Purchased by the impresario Maelzel in 1804
- ⌘ Challenged Napoleon Bonaparte in 1809
- ⌘ Came to America in 1826
- ⌘ Revealed the secrets in 1834
- ⌘ Destroyed by fire in Philadelphia in 1854

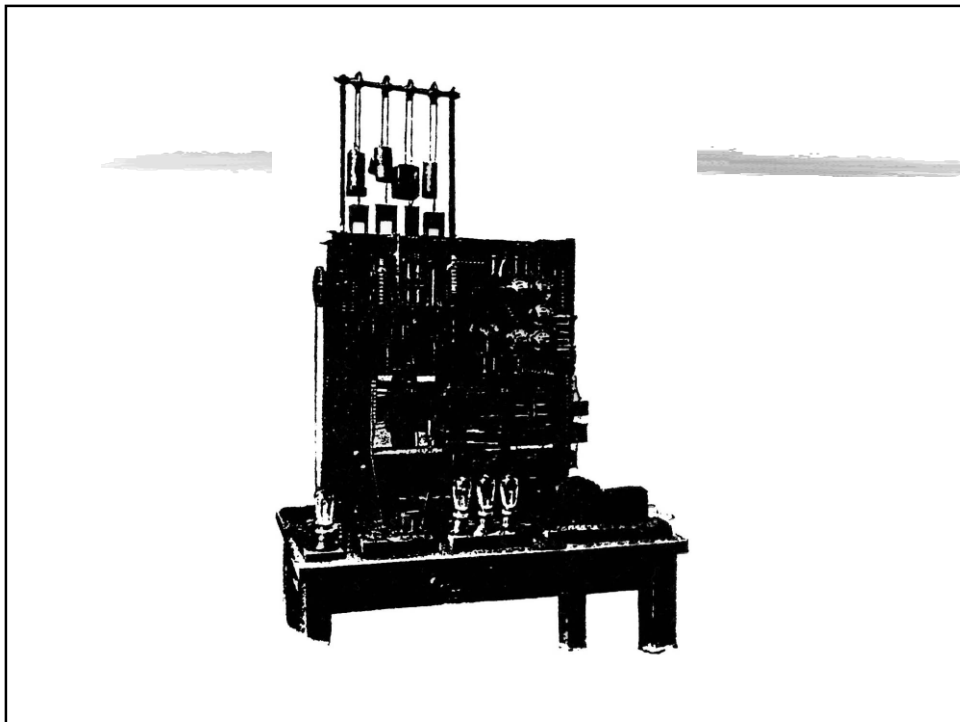
## The Turk(3)



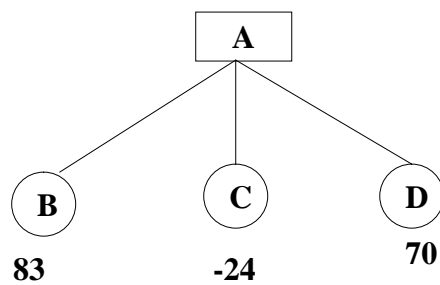
- ⌘ Passed from hand to hand after 1837
- ⌘ Supplied by 15 different chess players
- ⌘ Won 294 of 300 games

## The Torres Machine

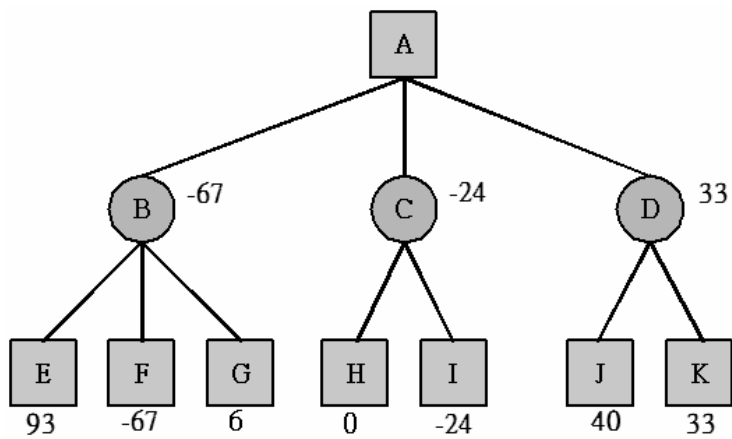




## 最簡單的對局樹



## 展開兩層的對局樹



## MiniMax Procedure

⌘ 1950 Claude E. Shannon

⌘ Type A

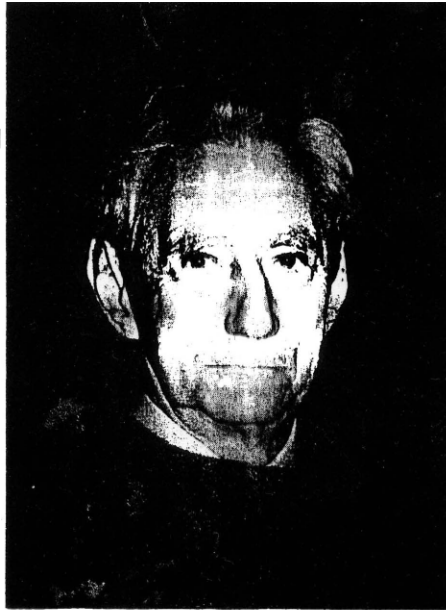
☐ Exhaustive search

⌘ Type B

☐ Selective search

⌘ Type C

☐ Goal oriented search



Claude Shannon at Edmonton, May 1989

## The first real Chess program

### ⌘ 1958 Bernstein

- ⌘ 6X6 Chessboard (omit Bishop)
- ⌘ type B search
- ⌘ branch factor = 7
- ⌘ 4 plies

### ⌘ **Simon dictum**

- ⌘ within 10 years ==> world champion

## USA Champion list (1)

- ⌘ 1970 Chess 3.0
- ⌘ 1971 Chess 3.5
- ⌘ 1972 Chess 3.6
- ⌘ 1973 Chess 4.0
- ⌘ 1974 Ribbit
- ⌘ 1975 Chess 4.4
- ⌘ 1976 Chess 4.5
- ⌘ 1977 Chess 4.6

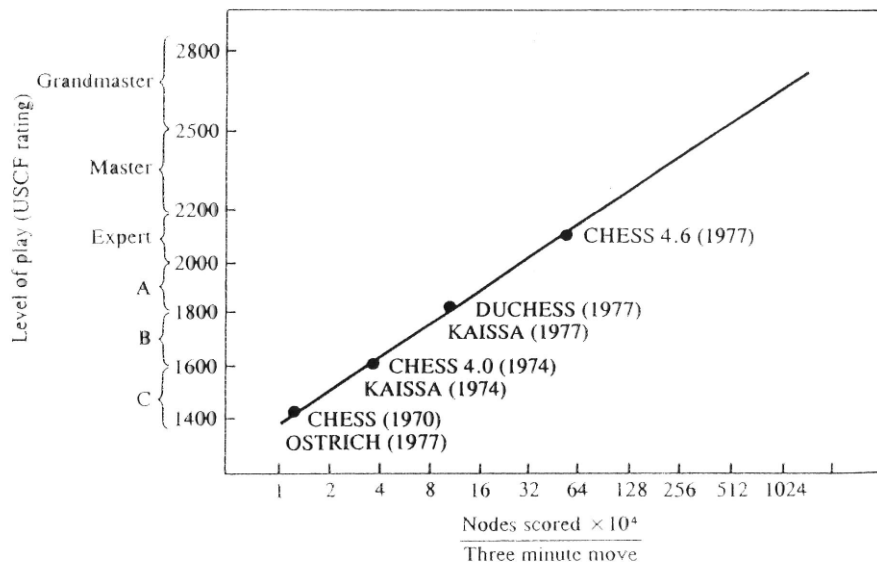
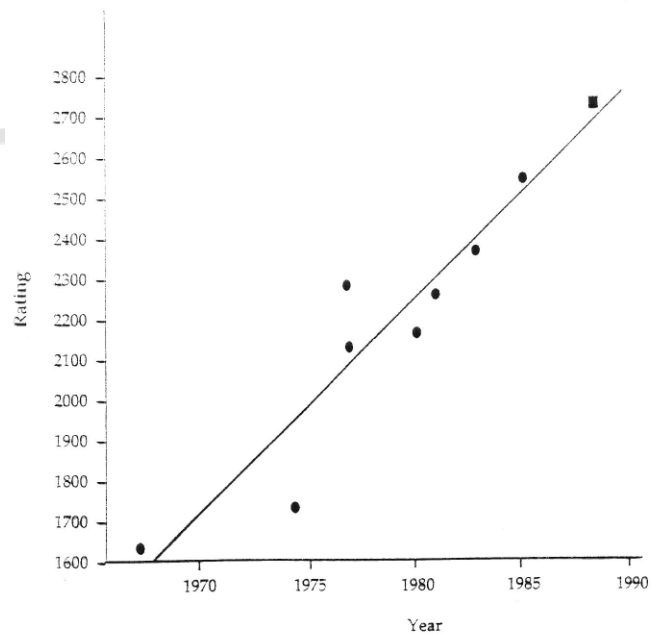


Figure 26. Relationship between playing strength of chess programs and the number of nodes scored per move.



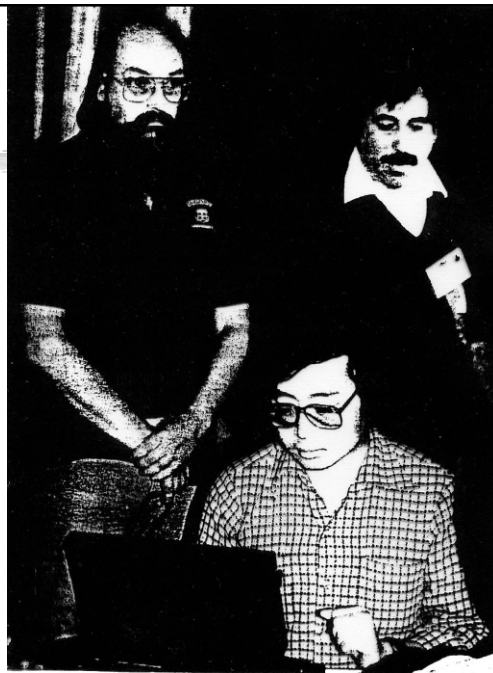
## USA Champion list (2)

- ⌘ 1978 BELLE
- ⌘ 1979 Chess 4.9
- ⌘ 1980 BELLE
- ⌘ 1981 BELLE
- ⌘ 1982 BELLE
- ⌘ 1984 Cray Blitz
- ⌘ 1985 HITECH



## USA Champion list (3)

- ⌘ 1986 BELLE
- ⌘ 1987 Chip test-M
- ⌘ 1988 Deep Thought
- ⌘ 1989 HITECH
- ⌘ 1990 Deep Thought
- ⌘ 1991 Deep Thought



Ken Thompson, David Slate and Feng-hsiung Hsu, 1989

# 電腦對人腦 棋王對棋王

## “深思”每秒算出80萬步棋 還是輸人

/ 周美琪

●去年11月，世界棋王冠軍賽在紐約舉行完畢。國際象棋全球領先的西洋棋電腦也在電子計算機協會的安排下，參加第21屆北美電腦棋賽，爭奪電腦棋王的頭銜。全球棋王不全神貫注地將腦力集中在西洋棋高手范



▲全球最優秀的已上市下棋電腦米費斯多聖昂斯，曾在去年北美電腦棋賽中，與「深思」對弈。

夫的指示，觀看依據電腦計算的棋步棋在場上艱難的進行。

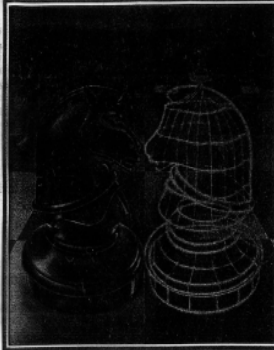
誰能想到1970年首次舉辦電腦棋賽的洛杉磯今日大相逕庭？當年參賽的電腦在艱苦的比賽中，以各種「充滿創意的迷途」，而且電腦時常「你理都來不及」。

然而當今的電腦棋手足堪列國西洋棋高手一決雌雄。以IBM推出的「深思」(Deep Thought)電腦而言，前年10月曾與世界棋王——蘇聯的卡斯巴洛夫舉行過1場2局的表演賽，卡斯巴洛夫雖然贏得棋盤，並且有信心可以繼續保持棋王的頭銜，不過他承認，下一次與「深思」交手，將是他有生以來最刺激的挑戰。卡斯巴洛夫原負某人腦打敗電腦的重任，無怪乎他覺得壓力特別重。

「深思」的棋力一天天增進，在與卡斯巴洛夫對弈後，經過工程師除錯，於去年2月向全球排名第2的棋手卡波夫挑戰，結果卡波夫賽後通常未戰，影響了實力。直到比賽時間只剩43秒才贏得勝利。設計「深思」硬體的工程師彼力斯(譯音)不由得為「深思」起的錯誤感到嘆息。

「深思」目前每秒可算出80萬種棋步，使用的是1塊電路板上的2個處理機。徐方翔打算把電路板縮至晶片般小，並設計可容1千片晶片同時運算的機器，等於讓「深思」每秒可計算10億種棋步。

「深思」的幕後功臣是匹茲堡卡內基——美隆大學的4名研究生，除了徐方翔來自台灣外，另外3個學生分別來自印度、加拿大和德國。他們起初只以5千美



▲科學家預估幾年之後，世界西洋棋王將是電腦而非人類。

元的經費製作出「深思」的雛型，至1989年被搬遷至IBM華特生研究中心，繼續實驗。今天的「深思」應設備就要30萬美元，IBM曾投資的原因一方面是為名，也為了領取電腦天才傑克遜金為徵求第1個擊敗世界棋王的電腦而提出的10萬美元獎金，但更重要的是，如果「深思」能贏棋盤，那麼它也可以作許多類似的工作，比如設計電路走向、電腦中交通、預測天氣，或是輸出人類基因等。

其實早在1960年代，人類就夢想有能力勝過人類的機器，當年曾有歐洲貴族展示自動下棋機，甚至向拿破崙挑戰，不過後來被拿破崙拆穿，原來有個身材矮小的下棋高手藏在所謂的下棋機裡。早年發展電腦下棋程式時，工程師模擬人類思考方式，只讓電腦下高明的棋步，但後來發現這種作法不理想，改為以超級電腦作地底式的棋步演算；到現在，下棋程式結合了兩者，不但可以在下棋時算出所有可能下的棋步，還能評估得失。

不過工程師指出，電腦下棋的缺點在於它較為「短視」，一見到好吃的棋子就要下手，沒有長遠的布局概念，只有戰術而無策略，是一介「莽夫」。

(取材自「大眾科學」)

## USA Champion list (4)

⌘1993 Socrates

⌘1994 Deep Thought

# 盤頭了贏器機 · 賽棋腦人腦電

## 「播轉況實」路網際國 · 苦辛得下王棋界世

世界西洋棋冠軍卡斯帕羅夫(左)十日下午在電腦「深藍」的「深藍」系統在棋盤上移動棋子者足該系統的設計人之一——特維爾。



(吳聯社)

「本報記者李勇發報導」國際商業機器公司(IBM)的「深藍」西洋棋計劃挑戰世界棋王卡斯帕羅夫(Ches Kasparov)的比賽，首場「深藍」以二比零獲勝。

卡斯帕羅夫在下棋三小時後，知道大勢已去，雖然他還有七個小時，但他決定放棄比賽，承認失敗。

這場比賽是在下午二時三十分在紐約市曼哈頓的「深藍」系統在棋盤上移動棋子者足該系統的設計人之一——特維爾。

卡斯帕羅夫在下棋三小時後，知道大勢已去，雖然他還有七個小時，但他決定放棄比賽，承認失敗。

這場比賽是在下午二時三十分在紐約市曼哈頓的「深藍」系統在棋盤上移動棋子者足該系統的設計人之一——特維爾。

「深藍」系統在棋盤上移動棋子者足該系統的設計人之一——特維爾。

# 戰挑腦電敗打、擊迫勝乘王棋

## 定肯獲亦現表劃計藍深、功成冕衛負一和二勝三



「本報記者李勇發報導」世界西洋棋冠軍卡斯帕羅夫(Ches Kasparov)在下午二時三十分在紐約市曼哈頓的「深藍」系統在棋盤上移動棋子者足該系統的設計人之一——特維爾。

卡斯帕羅夫在下棋三小時後，知道大勢已去，雖然他還有七個小時，但他決定放棄比賽，承認失敗。

這場比賽是在下午二時三十分在紐約市曼哈頓的「深藍」系統在棋盤上移動棋子者足該系統的設計人之一——特維爾。

卡斯帕羅夫在下棋三小時後，知道大勢已去，雖然他還有七個小時，但他決定放棄比賽，承認失敗。

這場比賽是在下午二時三十分在紐約市曼哈頓的「深藍」系統在棋盤上移動棋子者足該系統的設計人之一——特維爾。

卡斯帕羅夫在下棋三小時後，知道大勢已去，雖然他還有七個小時，但他決定放棄比賽，承認失敗。

山江定步九十算腦電 合回六第弈對

# 緒情了動在輸王棋 功成戰挑藍深

往來自，台灣電腦專家所贊助的IBM「深藍」電腦，經過六個星期後擊敗世界西洋棋王卡斯帕羅夫，成為首個擊敗人類棋王的電腦。卡斯帕羅夫在與「深藍」的對決中，以六局總分二點五比一點五的成績落敗。這場比賽在拉斯維加斯舉行，吸引了數萬名觀眾到場觀看。卡斯帕羅夫在比賽中表現出色，但最終還是輸給了「深藍」。這場比賽被譽為人類與機器智慧的巔峰對決。

「深藍」是一台由IBM公司開發的超級電腦，它由多個處理器組成，能夠每秒處理超過一億個指令。在比賽中，「深藍」通過其強大的計算能力，能夠在極短的時間內分析出最佳的棋步。卡斯帕羅夫則是一位世界級的西洋棋大師，他擁有豐富的比賽經驗和敏銳的直覺。這場比賽的勝利標誌著電腦在複雜決策領域的突破。

在比賽過程中，卡斯帕羅夫曾多次陷入困境，但都憑藉其精湛的棋藝化險為夷。然而，在最後的一局比賽中，他犯了一個致命的錯誤，導致他輸掉了這場比賽。這場比賽不僅展示了電腦的強大實力，也反映了人類在面對機器時的脆弱性。

這場比賽的勝利對電腦科學和人工智能的發展產生了深遠的影響。它證明了電腦在解決複雜問題方面的潛力，也激發了人們對人工智能研究的興趣。目前，許多公司和機構都在致力於開發更先進的人工智能系統，以期在更多領域實現突破。

卡斯帕羅夫在比賽後表示，他對「深藍」的表現感到驚訝，但他並不認為這是一場真正的挑戰。他認為，電腦雖然在計算能力上超越了人類，但在創造力和情感方面，人類仍然具有無法替代的優勢。他將繼續致力於推廣西洋棋運動，並為後輩棋手提供指導。

這場比賽的勝利也引發了關於人工智能倫理的討論。人們開始思考，隨著人工智能的不斷發展，人類應該如何與機器共存？這需要我們建立一套完善的法律法規和道德規範，以確保人工智能的發展能夠造福人類，而不是對人類構成威脅。

總的來說，這場比賽是一場具有歷史意義的盛事。它不僅展示了電腦的強大實力，也反映了人類在面對機器時的脆弱性。這場比賽的勝利標誌著電腦在複雜決策領域的突破，也為人工智能的發展開闢了新的道路。

《物入魂的藍深》

## 物人才天 雄峰許「鳥瘋」

「深藍」是一台由IBM公司開發的超級電腦，它由多個處理器組成，能夠每秒處理超過一億個指令。在比賽中，「深藍」通過其強大的計算能力，能夠在極短的時間內分析出最佳的棋步。卡斯帕羅夫則是一位世界級的西洋棋大師，他擁有豐富的比賽經驗和敏銳的直覺。這場比賽的勝利標誌著電腦在複雜決策領域的突破。

在比賽過程中，卡斯帕羅夫曾多次陷入困境，但都憑藉其精湛的棋藝化險為夷。然而，在最後的一局比賽中，他犯了一個致命的錯誤，導致他輸掉了這場比賽。這場比賽不僅展示了電腦的強大實力，也反映了人類在面對機器時的脆弱性。

這場比賽的勝利對電腦科學和人工智能的發展產生了深遠的影響。它證明了電腦在解決複雜問題方面的潛力，也激發了人們對人工智能研究的興趣。目前，許多公司和機構都在致力於開發更先進的人工智能系統，以期在更多領域實現突破。

卡斯帕羅夫在比賽後表示，他對「深藍」的表現感到驚訝，但他並不認為這是一場真正的挑戰。他認為，電腦雖然在計算能力上超越了人類，但在創造力和情感方面，人類仍然具有無法替代的優勢。他將繼續致力於推廣西洋棋運動，並為後輩棋手提供指導。

這場比賽的勝利也引發了關於人工智能倫理的討論。人們開始思考，隨著人工智能的不斷發展，人類應該如何與機器共存？這需要我們建立一套完善的法律法規和道德規範，以確保人工智能的發展能夠造福人類，而不是對人類構成威脅。

總的來說，這場比賽是一場具有歷史意義的盛事。它不僅展示了電腦的強大實力，也反映了人類在面對機器時的脆弱性。這場比賽的勝利標誌著電腦在複雜決策領域的突破，也為人工智能的發展開闢了新的道路。

## The World Computer Chess Champions(1)

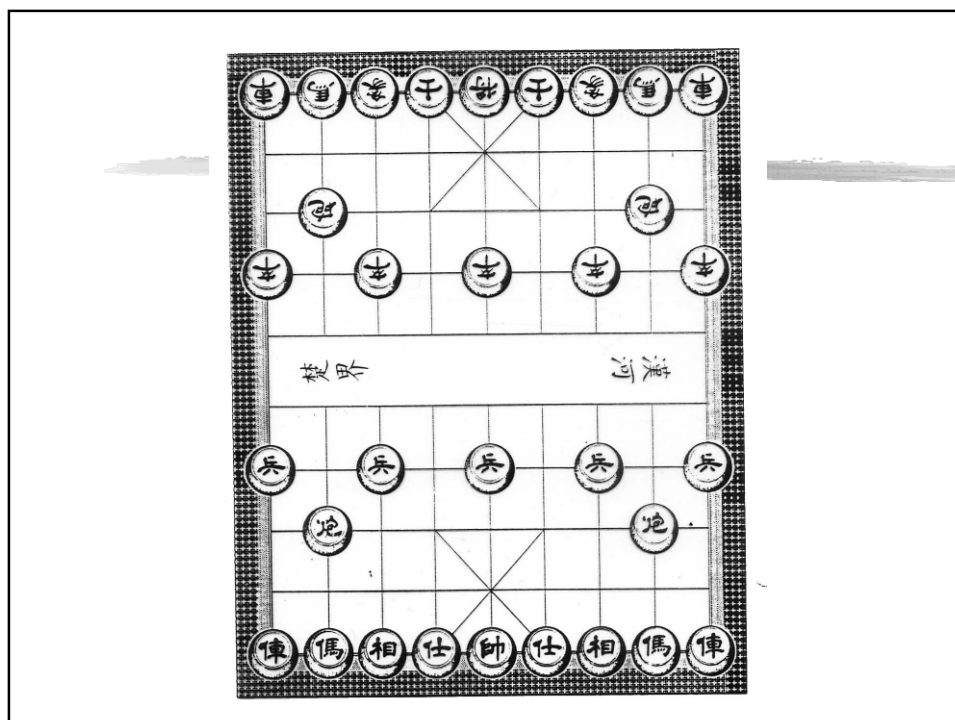
- ⌘ 1974(Stockholm) KAISSA
- ⌘ 1977(Toronto) Chess 4.6
- ⌘ 1980(Linz) BELLE
- ⌘ 1983(New York) Cray Blitz
- ⌘ 1986(Cologne) Cray Blitz
- ⌘ 1989(Edmonton) Deep Thought

## The World Computer Chess Champions(2)

- ⌘ 1992(Madrid) Chess Machine/Schroder
- ⌘ 1995(Hong Kong) Fritz
- ⌘ 1999(Paderborn) Shredder
- ⌘ 2002(Maastricht) Deep Junior

## The World Computer Chess Champions(3)

- ⌘ 2003(Graz) Shredder
- ⌘ 2004(Ramat-Gan) Deep Junior
- ⌘ 2005(Reykjavik) Zappa
- ⌘ 2006(Torino) Deep Junior
- ⌘ 2007(Armsterdam) Rybka



## 電腦象棋之發展

|      |             |
|------|-------------|
| 1981 | 張躍騰、賈玉輝     |
| 1982 | 廖嘉成、杜敏文、李家同 |
| 1985 | 黃東輝、許舜欽     |
| 1986 | 王明欽、許舜欽     |
|      | 李紘、蔡明坤、林順喜  |
|      | 曹國明、許舜欽     |
|      | 虞希舜         |
| 1987 | 杜貴崇         |

1988 3/29

⌘虞希舜

⌘曹國明

⌘鄭武堯

⌘蔡明坤

⌘杜貴崇

## 1989 1st Computer Olympiad

⌘London

⌘象棋大師--虞希舜

⌘象棋專家--曹國明

⌘ELP--鄭武堯



## 1990 2nd Computer Olympiad

⌘ London

⌘ ELP--鄭武堯

⌘ 象棋專家--曹國明

⌘ Xian---黃少龍

## 1992 4th Computer Olympiad

⌘ London

⌘ Surprise--吳韜

⌘ ELP--鄭武堯

## 2001 6th Computer Olympiad

⌘ Maastricht (Holland)

⌘ ELP--鄭武堯

⌘ SG--鄭明政

⌘ Abyss--Tony Marsland

## 2002 7th Computer Olympiad

⌘ Maastricht (Holland)

⌘ ELP--鄭武堯

⌘ SG--鄭明政

⌘ XieXie--Pascal Tang

## 2003 8<sup>th</sup> Computer Olympiad

⌘Graz (Austria)

⌘ZMBL--涂志堅

⌘XieXie--Pascal Tang

⌘ELP--鄭武堯

## 2004 9<sup>th</sup> Computer Olympiad

⌘Ramat-Gan (Israel)

⌘Contemplation--吳光哲

⌘ELP--鄭武堯

## 2004 世界電腦象棋大賽

⌘ 台南 成功大學

⌘ XieXie--Pascal Tang

⌘ ZMBL--涂志堅

⌘ Contemplation--吳光哲

## 2005 10<sup>th</sup> Computer Olympiad

⌘ Taipei (Taiwan)

⌘ 象棋奇兵--趙明揚

⌘ 象棋世家--鄭明政

⌘ 棋天大聖—王驕

## 2006 11<sup>th</sup> Computer Olympiad

⌘ Torino (Italy)

⌘ 棋天大聖--王驕

⌘ 象棋世家--鄭明政

⌘ 深象—黃文樟

## 2007 世界電腦象棋大賽

⌘ 台南 長榮大學

⌘ 棋天大聖--王驕

⌘ 象棋世家--鄭明政

⌘ ELP--鄭武堯

## 2007 12<sup>th</sup> Computer Olympiad

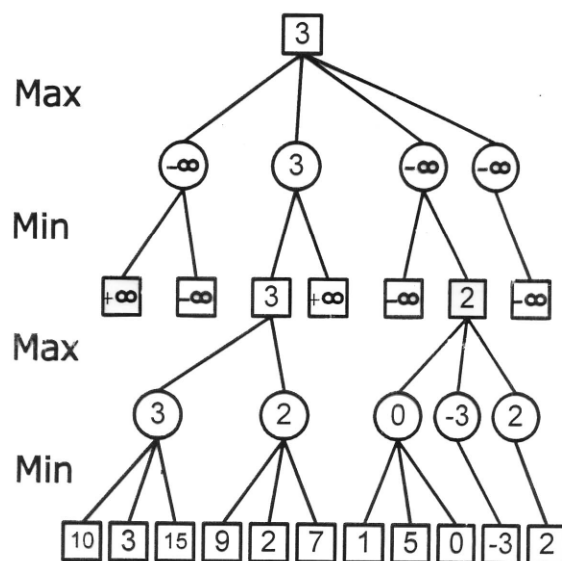
⌘ Maastricht (Holland)

⌘ 棋天大聖--王驕

⌘ 象棋世家--鄭明政

⌘ XieXie--Pascal Tang

### MiniMax Procedure



Max

Min

Max

Min

$d = 3$

$B = 2$

10, 3, 15, 9, 2

\_\_\_\_\_

## Search techniques

- ⌘ Quiescent
- ⌘ Deep alpha-beta
- ⌘ Iterative deepening
- ⌘ Principal variation
- ⌘ Zero window
- ⌘ Tolerance
- ⌘ Killer heuristic
- ⌘ Transposition table

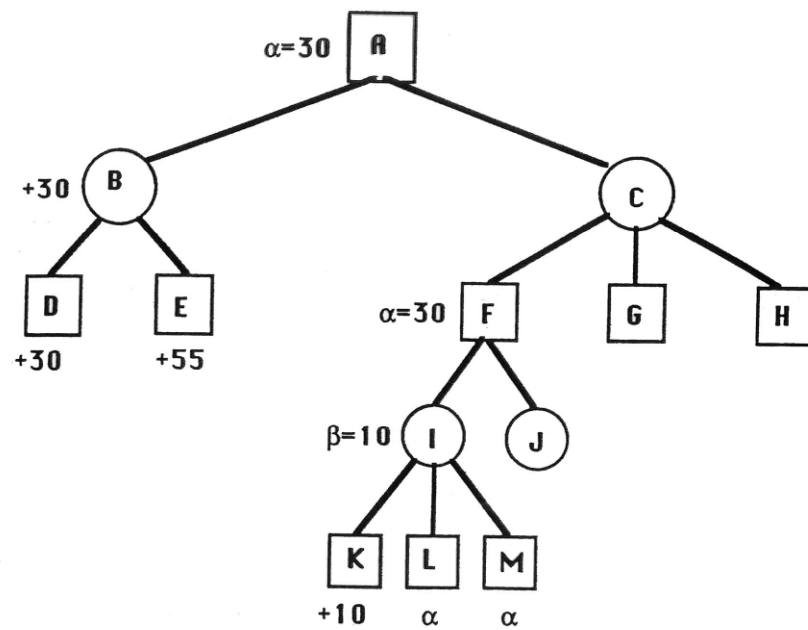


圖4 深層  $\alpha - \beta$  切捨



## Static evaluation functions

1. Material balance
2. Relative mobility
3. Pawn structure

⌘ Position weight

⌘ Guard and threat

## 子力

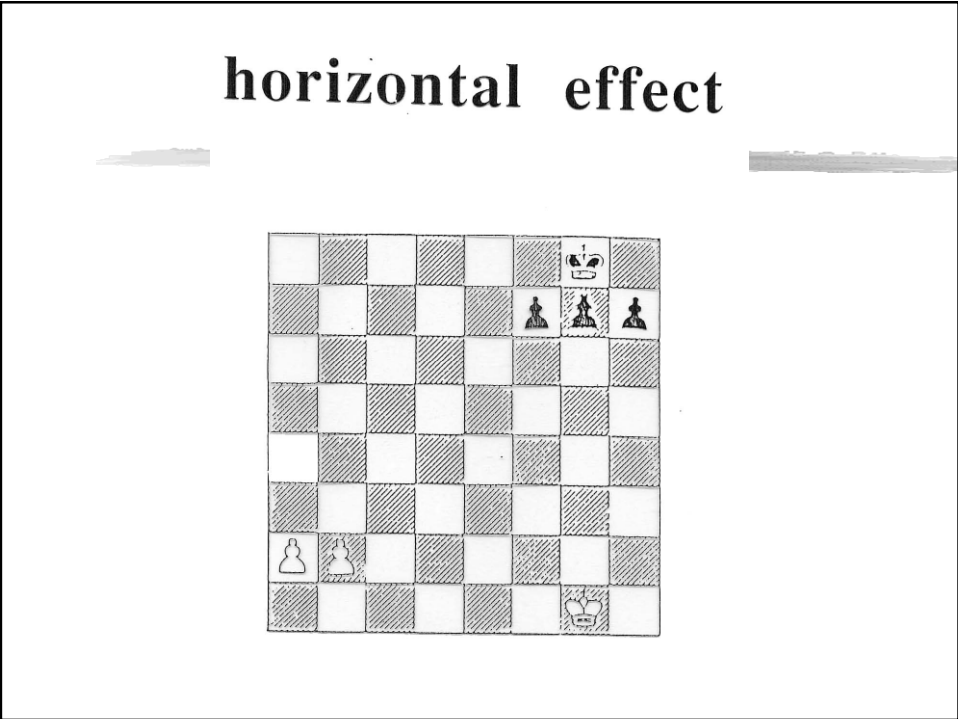
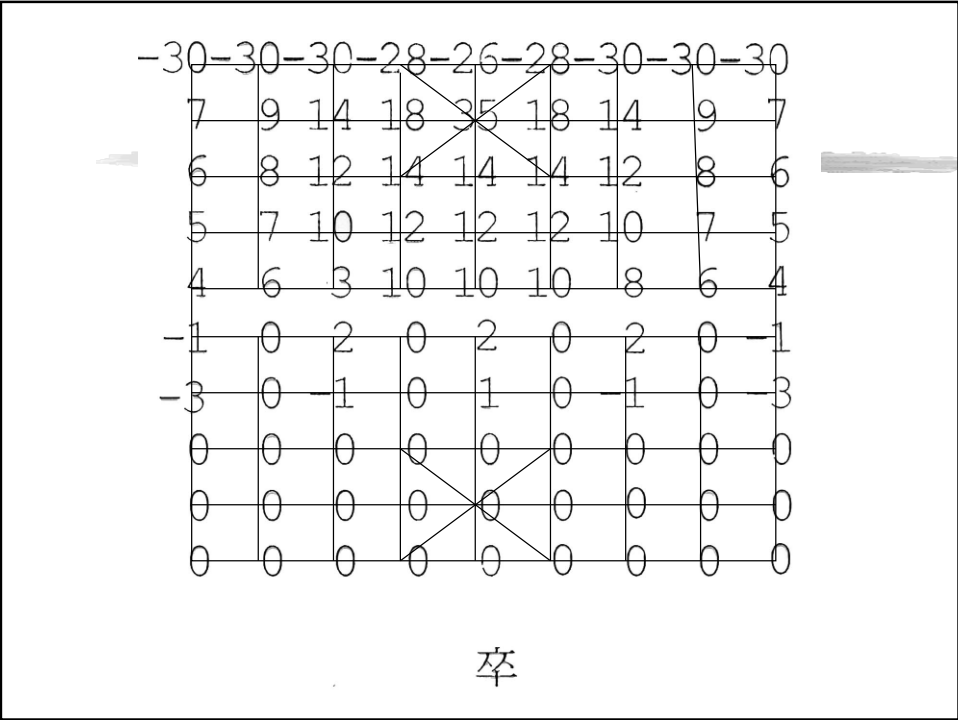
|   |      |
|---|------|
| 將 | 2000 |
| 士 | 40   |
| 象 | 40   |
| 車 | 200  |
| 馬 | 90   |
| 包 | 90   |
| 卒 | 10   |

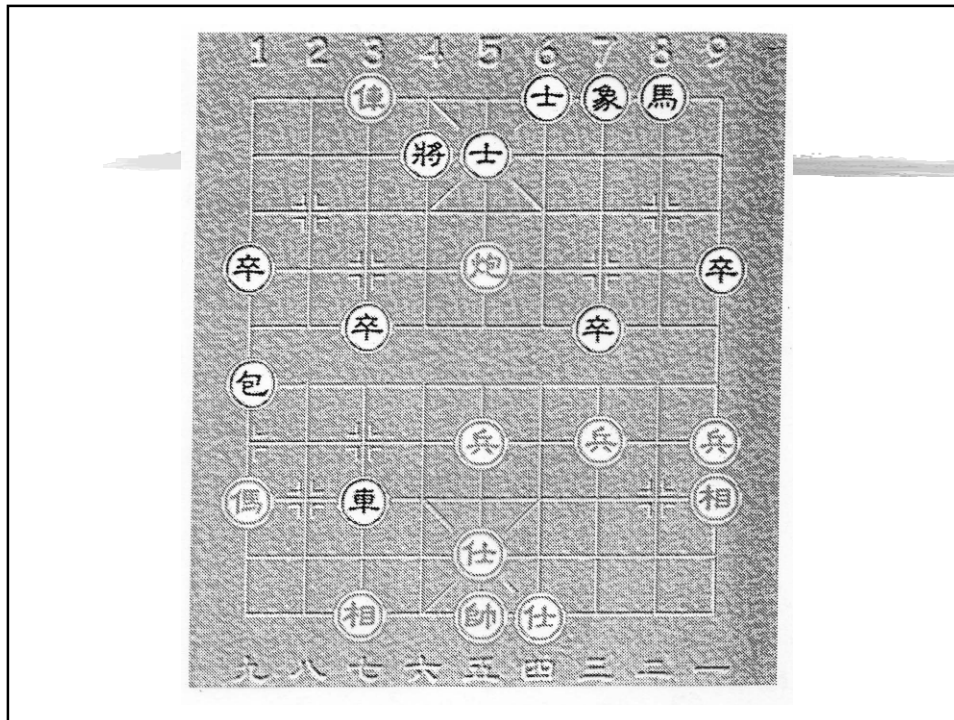
|    |   |    |    |    |    |    |   |    |
|----|---|----|----|----|----|----|---|----|
| 8  | 9 | 8  | 10 | 9  | 10 | 8  | 9 | 8  |
| 9  | 9 | 8  | 11 | 12 | 11 | 8  | 9 | 9  |
| 8  | 8 | 7  | 11 | 11 | 11 | 7  | 8 | 8  |
| 7  | 8 | 10 | 11 | 11 | 11 | 10 | 8 | 7  |
| 6  | 7 | 6  | 10 | 10 | 10 | 6  | 7 | 6  |
| 6  | 9 | 6  | 9  | 9  | 9  | 6  | 9 | 6  |
| 5  | 6 | 5  | 8  | 8  | 8  | 5  | 6 | 5  |
| 2  | 6 | 5  | 8  | 8  | 8  | 5  | 6 | 2  |
| 4  | 4 | 3  | 8  | 1  | 8  | 3  | 4 | 4  |
| -1 | 4 | 2  | 7  | 7  | 7  | 2  | 4 | -1 |

車

|   |    |   |   |   |   |   |    |   |
|---|----|---|---|---|---|---|----|---|
| 4 | 3  | 3 | 6 | 3 | 6 | 3 | 3  | 4 |
| 3 | 8  | 8 | 6 | 3 | 6 | 8 | 8  | 3 |
| 7 | 6  | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 6  | 7 |
| 4 | 9  | 6 | 9 | 6 | 9 | 6 | 9  | 4 |
| 4 | 7  | 6 | 7 | 8 | 7 | 6 | 7  | 4 |
| 0 | 3  | 6 | 4 | 4 | 4 | 6 | 3  | 0 |
| 0 | 3  | 3 | 2 | 4 | 2 | 3 | 3  | 0 |
| 0 | 2  | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2  | 0 |
| 0 | 0  | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0  | 0 |
| 0 | -2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -2 | 0 |

馬





## Three Factors

- ⌘ Programming techniques
- ⌘ Machine speed
- ⌘ Chinese chess expert knowledge

## 未來的展望

### ⌘ 開局

☒ Data acquisition from internet

### ⌘ 中局

☒ multi-processing

### ⌘ 殘局

☒ retrograde analysis

## 未來的展望(二)

☒ 2008 八段

☒ 台灣棋王 吳貴臨

☒ 2011 九段

☒ 世界棋王 許銀川