

附錄 A

回首來時路 – 人工智慧的前世今生

我們總習慣把科技想成冷冰冰的數字與公式，但事實上，每一項偉大的技術背後，其實都藏著一段段充滿夢想、堅持與人性的故事。人工智慧也不例外。

從一開始的紙上構想，到今日成為你手機裡的語音助理、醫院裡的診斷助手、甚至是課堂上的學習夥伴，AI 的發展走過了一段漫長又不容易的路。這條路上有狂熱的理想主義者，也有在寒冬中默默耕耘的研究員。他們或許你不曾聽過名字，但他們的努力，正在改變我們的世界。

你是否曾經在夜深人靜時，對著手機裡的 ChatGPT 說話，只為了被理解？是否曾感受到那種「它好像真的懂我」的微妙感覺？這一切，其實都是無數前人用青春與信念換來的成果。就像珍珠奶茶不是一夕之間誕生的風味，而是從黑糖粉圓慢慢演化成的經典；AI 也不是從天而降的奇蹟，而是一步一腳印走出來的科技旅程。

這一章，就讓我們一起回顧那些值得被記住的瞬間。因為，只有知道我們是怎麼走過來的，才會更珍惜現在所擁有的每一分未來。

◆ AI 歷史重大事件編年表

1950	圖靈提出圖靈測試
1956	達特茅斯會議，AI 命名誕生，LISP 語言發明
1966	ELIZA 聊天機器人
1969	SRI 開發 Shakey 機器人，成為世界上第一個能感知、計畫與行動的自主機器人
1970	第一次 AI 寒冬
1980	XCON 專家系統商業化，Prolog 語言興起
1982	Hopfield 網路引入記憶性 (Hopfield 獲諾貝爾物理學獎)，日本啟動第五代電腦計畫
1987	第二次 AI 寒冬
1986	RNN 提出
1989	CNN 提出
1997	Deep Blue 戰勝西洋棋冠軍，LSTM 提出
1999	Sony 推出 AIBO 機器狗，第一個走進家庭的機器寵物
2000	Honda ASIMO 雙足人形機器人發布，能夠行走、爬樓梯
2004	DARPA 自動駕駛挑戰賽開始
2006	Hinton 發展深度學習
2009	Google 啟動自動駕駛計畫
2010	Boston Dynamics BigDog 四足機器人展示驚人平衡力
2011	Watson 在 Jeopardy! 中獲勝
2012	AlexNet 贏得 ImageNet
2014	GAN 出現，特斯拉 Autopilot 推出
2016	AlphaGo 擊敗李世乭，Softbank Pepper 機器人開始在商店提供服務
2017	Transformer 問世，Boston Dynamics Atlas 機器人展現後空翻能力
2018	BERT 出現，Hinton、Bengio、LeCun 獲圖靈獎，Unitree 推出首款四足機器人

2019	GPT-2 展現自然語言生成，特斯拉 FSD 推出並開始 AI 代碼重構
2020	GPT-3 成為語言通才，Waymo 推出無人計程車
2021	CLIP 與 DALL-E 開啟多模態，Boston Dynamics Spot 機器狗商業化，小米 CyberDog 與宇樹科技 Go1 機器狗發布
2022	ChatGPT 爆紅 (11 月 30 日)，特斯拉展示 Optimus 人形機器人原型，亞馬遜部署 Digit 機器人搬運包裹，小米推出 CyberOne 人形機器人
2023	GPT-4 與 Claude、Gemini 登場，DeepSeek 推出，Google MusicLM 開啟 AI 音樂生成新時代，Figure 公司機器人展現精細操作能力，宇樹科技 H1 人形機器人打破速度紀錄 (時速 12 公里)
2024 年初	Sora 影片生成模型發布，展現 AI 生成長影片的能力
2024 年 3 月	Claude 3 系列發布，包括 Opus、Sonnet、Haiku 三個版本
2024 年 5 月	GPT-4o 發布，實現真正的多模態實時互動
2024 年 6 月	Claude 3.5 Sonnet 發布，在多項基準測試中超越 GPT-4
2024 年 7 月	Meta 發布 Llama 3.1，包括 405B 參數的開源模型
2024 年 9 月	OpenAI 發布 o1 系列推理模型，展現強大的數學和編程能力
2024 年 10 月	Claude 3.5 Sonnet 升級版發布，新增電腦操作能力，Figure 機器人整合語言模型能理解複雜指令
2024 年 12 月	Google 發布 Gemini 2.0，DeepSeek-V3 震驚業界，特斯拉 Optimus 開始在工廠執行組裝任務，宇樹科技 Go2 機器狗新增自主導航系統
2025 年初	Llama 3.2 發布，包含輕量級多模態模型
2025 年	AI 編程工具 (Cursor、GitHub Copilot 等) 成為程式設計師標配，Sora 2.0 改進影片生成質量，多模態 AI 成為主流，人形機器人開始在服務業與製造業廣泛試點，Boston Dynamics Atlas 執行複雜倉儲任務

A-1 圖靈：一個比你還宅的天才

你可能聽說過圖靈，就是電影《模仿遊戲》裡由 Benadryl Cucumberpatch 主演的那位天才數學家，但你知道嗎？這位看起來有點宅的數學家，其實是現代 AI 的開山祖師，甚至可以說是電腦祖師。1950 年，當大多數人還在用手指頭、小部分人用算盤的年代，他就提出了一個驚人的想法：「機器能不能思考？」

有趣的是，圖靈本人就是一個超級宅男。據說他經常穿著睡衣去上班，而且會把茶杯拴在暖氣片上，以防被人偷走。他還有一個奇怪的習慣：在跑步時會戴著防毒面具，因為他對花粉過敏。這些怪癖讓他成為了劍橋大學的傳奇人物。

他設計了一個簡單但巧妙的測試，現在我們稱之為「圖靈測試」。這個測試的規則簡單得讓人驚訝：如果一個人在和機器聊天時，分辨不出對方是人還是機器，那麼這個機器就可以被認為具有智慧。這就像是一場智力版的「蒙面歌王」，只要機器能把人類評審唬住，就算通過了！

如果圖靈活到今天，看到 ChatGPT 能夠騙過那麼多專業人士，他可能會開心地笑出來：「看吧，我早就說過機器能思考！」不過他可能也會感嘆：「這些 AI 怎麼這麼囉嗦？」



圖 A.1 艾倫·電腦祖師·圖靈 (1912-1954)

A-2 ELIZA：第一個讓人類傾訴心事的 AI

在 1966 年，當大多數人還在用打字機的時候，MIT 的 Joseph Weizenbaum 教授開發出了 ELIZA，這是一個模擬心理醫生的聊天機器人。ELIZA 的對話方式非常簡單：它會重複你的話，然後加上一些心理醫生常用的問句，比如「為什麼你覺得 ... ？」、「能告訴我更多嗎？」。

ELIZA 聊天室

病人：我最近壓力很大

ELIZA：為什麼你覺得自己壓力很大呢？

病人：老闆總是給我加班

ELIZA：說說看，你對老闆有什麼想法？

病人：我想辭職！

ELIZA：你經常有想辭職的念頭嗎？

病人：對啊！每天都想！

ELIZA：讓我們多談談你每天的感受吧

病人：等等 ... 你該不會是我老闆派來的吧？

ELIZA：你為什麼會覺得我是你老闆派來的呢？

圖 A.2 ELIZA：史上第一個 AI 心理醫生，但其實是個「話術大師」

聽起來很簡單對吧？但神奇的是，很多人真的把 ELIZA 當成了知心朋友，甚至對它產生了情感依賴！連 Weizenbaum 教授自己都被嚇到了。他的秘書有一天請求他離開實驗室，說要和 ELIZA「私聊」。這讓教授意識到：人類似乎特別容易對看似理解自己的機器產生感情。

這個案例告訴我們一個有趣的商業智慧：有時候「看起來很懂」比「真的很懂」更重要！就像一個優秀的銷售員，重要的不是你真的懂多少，而是要讓客戶覺得你很懂他。ELIZA 的成功證明了，只要願意「傾聽」，人們就會不知不覺地敞開心扉。

這個早期的 AI 實驗，為後來的聊天機器人和客服系統提供了重要的啟發。現在很多企業的智能客服，其實都在運用類似的原理：通過適時的提問和回應，讓客戶感覺被重視和理解。這不就是最好的服務精神嗎？

A-3 1956 年： 達特茅斯會議 - 第一次的 AI 跑馬

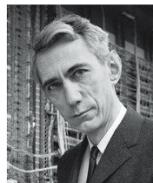
1956 Dartmouth Conference: The Founding Fathers of AI



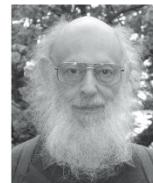
John McCarthy



Marvin Minsky



Claude Shannon



Ray Solomonoff



Alan Newell



Herbert A. Simon



Arthur Samuel



Oliver Selfridge



Nathaniel Rochester



Trenchard More

圖 A.3 達特茅斯會議：AI 領域的先知們

1956 年的夏天，一群穿著西裝的科學家們聚集在達特茅斯學院，就像是一場「AI 界的伍德斯托克音樂節」。只不過他們不是在搖滾，而是在討論如何讓機器變得像人類一樣聰明。這場會議的發起人是 John McCarthy，他第一次提出了「Artificial Intelligence」這個詞。

有趣的是，當時的科學家們超級樂觀。他們覺得只要給電腦足夠的程式碼，它就能像人類一樣思考。這就像是現在有人說：「給我一個 App，我就能找到真愛！」一樣天真。但正是這種天真的樂觀，推動了 AI 的發展。

在會議上，Claude Shannon (就是那個發明資訊論的大神) 展示了用電腦下西洋棋的邏輯設計。當時大家都驚呆了：「哇！機器居然會下棋！」現在想想，這就像是看到一個會用計算機的人一樣普通。但這正是 AI 發展的第一步：從簡單的規則開始，一步一步變得越來越複雜。

這次會議匯集了當時最頂尖的科學家。約翰·麥卡錫 (John McCarthy) 就像是 AI 界的命名教父，正是他發明了「人工智慧」這個術語。MIT 的天才馬文·明斯基 (Marvin Minsky) 專注於研究如何讓機器模仿人腦思考，他的工作為後來的神經網路發展奠定了基礎。而資訊理論之父克勞德·香農 (Claude Shannon) 則研究如何讓電腦處理和傳遞資訊，他的理論至今仍是數位通訊的基石。

A-3-1 會議的具體成果

這次會議最重要的成果是正式確立了「人工智慧」(Artificial Intelligence) 這個術語，並為 AI 研究定下了主要方向。在自然語言處理方面，他們提出了讓電腦理解人類語言的願景，這就是現在 ChatGPT 的前身。在神經網路研究上，他們開始探索如何模仿人腦的結構，為現代深度學習鋪平了道路。

機器學習理論的提出更是具有前瞻性，他們認為電腦應該能夠從經驗中學習，而不是單純執行固定的程式。這個想法現在已經成為所有 AI 應用的基礎。在計算機視覺方面，他們提出要讓電腦能看懂圖像，這個目標現在已經通過各種先進的影像辨識技術實現了。

A-3-2 有趣的歷史小插曲

參加這次會議的還包括兩位後來獲得諾貝爾獎的傳奇人物：約翰·納許 (John Nash) 和赫伯特·賽門 (Herbert Simon)。納許在博弈論方面的突破性研究為 AI 的決策理論提供了重要基礎，他提出的均衡理論現在已經成為 AI 系統設計多方博弈策略的核心理論。而賽門提出的「有限理性」理論，揭示了人類在決策時會受到認知能力和資訊的限制，這個理論不僅為他贏得了諾貝爾經濟學獎，更啟發了後來 AI 系統在處理複雜決策時的設計理念：不一定要追求最完美的解決方案，而是要在有限資源下找到最實用的答案。

最有趣的是，這些科學家當時認為，讓機器具備人類級別的智慧只需要「一個夏天」就能搞定。這種樂觀的預測現在看來有點天真（畢竟都快 70 年了還在努力中），但他們開創的研究方向，確實為今天的 AI 發展奠定了基礎。

這些大師們的研究，不只改變了科學界，更影響了我們今天使用 AI 的方式。就像當年他們的遠見卓識，為今天的 AI 發展指明了方向。

A-3-3 對現代 AI 的影響

現在回過頭來看，達特茅斯會議的遠見令人驚嘆。他們提出的自然語言處理願景，在現在的 ChatGPT 身上得到了實現，它能夠與人

類進行自然對話，理解複雜的語言表達。神經網路的概念發展成了深度學習，引發了新一輪的 AI 革命。機器學習已經成為所有現代 AI 應用的基石，從推薦系統到自動駕駛，無處不在。而計算機視覺技術更是徹底改變了我們的生活，從手機解鎖到醫療診斷，都能看到它的身影。

A-4 1960-1970 年代：AI 的青春期

這個時期的 AI 就像是一個充滿理想的青少年，雖然還不夠成熟，但已經開始展現出令人驚艷的才能。最引人注目的是「專家系統」的出現，這是 AI 首次在實際商業領域大放異彩的時刻。

當時的專家系統就像是一本超級詳細的工作手冊，把專家的知識用「如果 ... 那麼 ...」的方式寫下來。比如說，Digital Equipment 公司開發的 XCON 系統，它能夠幫助公司配置複雜的電腦系統，每年為公司節省高達 4000 萬美元！這在當時可是天文數字，證明了 AI 確實能為企業創造實際的價值。

更令人興奮的是 DENDRAL 系統的出現，這是第一個在專業領域展現實力的 AI。它能幫助化學家分析分子結構，完成過去需要專家花費大量時間才能完成的工作。這就像是請了一個永不疲倦的助手，24 小時不停地幫你處理專業工作，而且從不喊累！

這個時期的 AI 雖然還很年輕，但已經開始在各個領域展現出驚人的潛力。就像是一個天賦異稟的年輕人，雖然經驗不足，但已經讓人看到了未來的無限可能。

A-5 整個 80 年代的 AI 寒冬

但是，就像所有成長中的新技術一樣，AI 也經歷了它的低谷期。80 年代的 AI 寒冬，就像是一個創業公司遇到了嚴重的成長瓶頸。最大的問題出在專家系統身上：它們雖然在特定領域表現出色，但一遇到例外情況就束手無策。這就像是一個只會照本宣科的員工，遇到新情況就完全不知所措。

研究經費的大幅削減更是雪上加霜。很多 AI 實驗室不得不縮減規模，一些公司甚至完全放棄了 AI 研究。這個時期的 AI 界就像是經歷了一次嚴重的經濟衰退，許多人開始質疑 AI 的未來。

但是，正所謂「塞翁失馬，焉知非福」。這個看似艱難的時期，反而促使研究人員開始探索新的方向。一小群堅持的研究員默默地在神經網路領域耕耘，就像是在寒冬中堅持播種的農夫。這些研究後來證明是極其寶貴的，為 90 年代 AI 的復興奠定了基礎。

這段歷史給我們一個重要的啟示：在科技創新的道路上，失敗和挫折往往是必經之路。重要的是要在困境中保持信念，因為真正的突破往往就在轉角處。就像現在的 AI 產業，雖然也經常面臨質疑和挑戰，但只要方向正確，持續投入，終究會迎來豐收的季節。

A-6 神經網路的開拓者們

這些開拓者不只改變了 AI 的歷史，更在 2024 年獲得了諾貝爾物理學獎！沒錯，就是我們下面要介紹的 Hopfield 和 Hinton。這下你在飯局上又多了一個超強的話題：「喔！現在的 AI 其實是兩位諾貝爾物理獎得主用物理學玩出來的 ...」



圖 A.4 左：John Hopfield（2024 年諾貝爾物理學獎得主），他用物理學的思維創造了具有記憶功能的神經網路。右：Geoffrey Hinton（深度學習之父，2024 年諾貝爾物理學獎得主），他的研究奠定了現代 AI 的基礎。

A-6-1 Hopfield：物理學家的跨界突破

1982 年，物理學家 John Hopfield 提出了一個革命性的想法：讓神經網路擁有「記憶」的能力。他的靈感來自物理學中的磁性材料理論，這個跨領域的創新讓 AI 首次能夠像人類大腦一樣，從不完整的資訊中重建完整的記憶。2024 年，這個突破性的發現為他贏得了諾貝爾物理學獎。

你一定會問：「為什麼物理學家會因為 AI 得諾貝爾獎？」很簡單！因為 Hopfield 用物理學的方法解決了 AI 的問題。這就像是用麻將的規則去打撲克牌，結果還真的贏了！

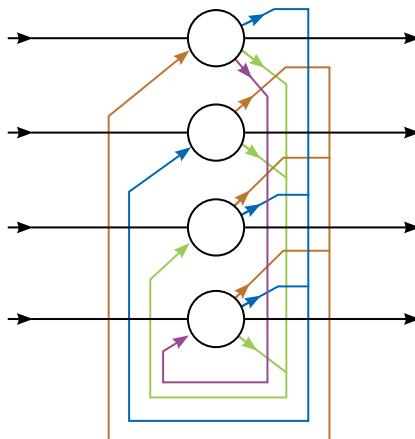


圖 A.5 Hopfield 網路示意圖：每個節點都與其他所有節點相連，形成完全互連的結構。當輸入一個模式時，網路會不斷更新節點狀態直到達到穩定狀態，這個過程就像是在尋找記憶中最接近的模式。這種結構特別適合用於模式識別和記憶重建。

A-6-2 Hinton：深度學習的領路人

Geoffrey Hinton 不只是「深度學習之父」，現在更是諾貝爾物理學獎得主！他在 Hopfield 的基礎上，發明了「玻爾茲曼機器」，讓 AI 能夠自己學習。這就像是你不用手把手教新人，他自己就能從經驗中學習一樣。

2006 年，Hinton 又有了一個重大突破。他提出了深度學習的關鍵理論，發明了「預訓練」方法，解決了深層神經網路訓練困難的問題。這就像是發現了一條通往 AI 進化的捷徑，讓原本訓練起來特別困難的深層網路變得可行。2012 年，Hinton 帶領的團隊在 ImageNet 競賽中取得了壓倒性的勝利。他們使用深度學習技術，把圖像識別的錯誤率降低了一半以上。這個成就徹底改變了 AI 領域的發展方向，證明了深度學習的強大潛力。

Hinton 同時在 Google 和多倫多大學工作，持續推動 AI 技術的創新。他就像是 AI 界的賈伯斯，不只提出了革命性的想法，還真的把這些想法變成了改變世界的產品。你現在每天用的 ChatGPT、人臉辨識、自動駕駛，都要歸功於他的開創性工作。

A-6-3 蒙特婁幫派：寒冬中的堅持者

在加拿大蒙特婁大學，Yoshua Bengio 和他的團隊在資源有限的情況下，仍堅持研究神經網路。這種限制反而激發了他們的創新：必須想出更聰明的方法來訓練網路，而不是單純依賴更強大的計算能力。

蒙特婁學派就像是 AI 界的「少林寺」，他們發展出了更有效的深度學習訓練方法，就像是發明了一套新的武功心法。在自然語言處理

方面，他們推動了一場革命，讓 AI 真正學會了「說人話」。他們建立的理論基礎，就像是為 AI 界寫下了一本「九陰真經」，培養出的 AI 人才更是遍布全球，就像是少林寺的弟子遍布天下。

這些開拓者的故事告訴我們一個重要的商業智慧：真正的創新往往來自於堅持走一條與眾不同的路。就像這些研究者，他們在最艱難的時期堅持自己的方向，最終獲得了巨大的成功。現在，他們不只是 AI 領域最受尊敬的專家，他們開創的技術也為無數企業創造了巨大的價值。

A-7 1990-2000 年代：神經網路的復甦與第一個 AI 冠軍

這段歷史特別有趣，就像是一個創業家從谷底翻身的故事！

A-7-1 神經網路的重大突破

1989 年，一個劃時代的發明徹底改變了 AI 的發展方向。當時在貝爾實驗室工作的 Yann LeCun (中文名：楊立昆) 發明的 CNN (卷積神經網路) 不只是一個技術突破，更是開啟了深度學習時代的關鍵。這項技術最初是用來幫助美國郵政總局辨識手寫數字，就像是教會電腦認識人類寫的字一樣。現在，我們手機上的人臉解鎖、自動駕駛車輛的路況識別，甚至醫學影像診斷，都是建立在 CNN 的基礎上。你每次用手機解鎖時，其實都在使用這項偉大的發明！

1990 年代初期，被譽為「AI 界的達文西」的德國科學家 Jürgen Schmidhuber 和他的學生 Sepp Hochreiter 提出了 LSTM (長短期記憶網路)。這個突破性的發明減緩了困擾 RNN 多年的「消失梯度問

題」，讓 AI 能夠同時記住長期和短期資訊。雖然現在 Transformer 架構已經成為主流，但 LSTM 在序列處理和時間序列分析等特定領域仍然發揮著重要作用，為現代 AI 的發展奠定了重要基礎。

A-7-2 Deep Blue：AI 的第一個重大勝利

1997 年，IBM 創造了 AI 史上的重要時刻：Deep Blue 在西洋棋比賽中擊敗了世界冠軍卡斯帕羅夫。這是第一次 AI 在高度智力競技項目中戰勝人類冠軍，具有劃時代的意義。



圖 A.6 1997 年，卡斯帕羅夫與 Deep Blue 的世紀對決。
這場比賽不只是人機對弈，更象徵著 AI 發展的重要里程碑。

Deep Blue 不像人類那樣靠直覺和經驗下棋，它的勝利其實是靠「暴力計算」實現的。這台超級電腦每秒可以計算 2 億步棋，用最原始但有效的方式：把所有可能性都算一遍。雖然這種方法看起來不夠優雅，但它確實證明了一點：只要有足夠的運算能力，電腦確實可以在某些領域超越人類。

這場比賽的影響遠超出了西洋棋界，它引發了關於人類智慧 vs 機器智慧的廣泛討論，IBM 的股價也因此大幅上漲，證明了 AI 技術的商業價值。這就像是一個創業公司的第一個重大突破，雖然產品可能還不夠完美，但已經證明了這個方向的巨大潛力。

A-7-3 IBM Watson：AI 的益智問答冠軍

2011 年，IBM 再次創造了歷史。他們的 AI 系統 Watson 在美國最受歡迎的益智問答節目《Jeopardy!》中，擊敗了該節目史上最強的兩位人類選手。這不是一般的問答比賽，而是需要理解複雜的文字遊戲、雙關語和模糊的問題描述。



圖 A.7 IBM Watson 在《Jeopardy!》節目中與人類選手競賽。
這是 AI 首次在自然語言理解和問答方面戰勝人類頂尖選手。

Watson 要面對的不是像象棋那樣規則明確的遊戲，而是要理解人類語言中的各種微妙含義。比如當主持人說「這個詞在拉丁文中是『我思考』的意思」時，Watson 需要立即回答「什麼是 Cogito？」這種複雜的語言理解能力，在當時是前所未有的突破。

更令人印象深刻的是，Watson 在三天的比賽中贏得了 77,147 美元，而兩位人類選手分別只得到 24,000 和 21,600 美元。Watson 的意義遠不止於贏得一場電視節目。這個突破證明了 AI 已經能夠理解和處理人類自然語言，這為後來的智能客服、醫療診斷輔助等創造了可能性。

A-7-4 AlphaGo：AI 的驚天突破

2016 年，DeepMind 的 AlphaGo 震驚全世界，在圍棋比賽中擊敗了世界冠軍李世乭（這個字讀 " 石 "）。特別是在第二局比賽中，AlphaGo 下出了令所有人震驚的第 37 手。這一手棋完全違反了人類棋手的直覺，當時的專業解說甚至以為這是個失誤。但這一手最終被證明是神來之筆，不只贏得了那一局比賽，更改變了人類對圍棋的理解。職業棋手們形容這一手「像是來自另一個維度」，因為它展現出了超越人類思維框架的創造力。



圖 A.8 2016 年，AlphaGo 與李世乭的世紀對決

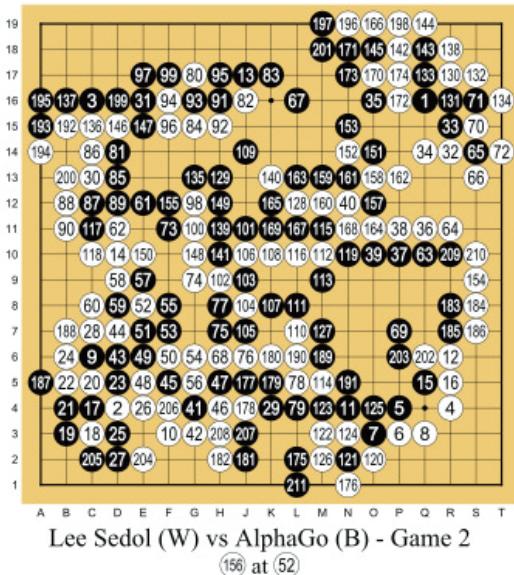


圖 A.9 AlphaGo 第二局第 37 手（俗稱「神之一手」）

這場比賽的意義遠超過一般的人機對決。圍棋被認為是 AI 最難征服的領域之一，原因很簡單：圍棋的複雜度是天文數字。一盤圍棋的可能走法比整個宇宙中的原子數還要多！這意味著不可能像下西洋棋那樣，靠暴力計算所有可能性來取勝。AlphaGo 必須具備真正的「智慧」，要能夠像人類一樣理解局勢，規劃戰略。更令人驚訝的是，許多圍棋高手評價 AlphaGo 的下法「很有創意」，經常使出人類從未想過的招式。

在技術層面，AlphaGo 的突破更是驚人。它結合了深度學習和強化學習兩種先進技術。深度學習讓它能夠「看懂」棋盤局勢，就像人類棋手通過經驗學習識別各種棋型。而強化學習則讓它能夠通過不斷自我對弈來提升棋力，這就像是一個永不疲倦的學習者，24 小時不停地研究棋藝。最厲害的是，它不只是模仿人類的下法，而是能夠自主發現新的戰術。

AlphaGo 的成功只是個開始。DeepMind 後來開發的 AlphaGo Zero 更是驚人：它完全不需要學習人類的棋譜，純靠自我對弈左右互博就達到了超越人類的水平。這證明 AI 已經能夠完全獨立地發展出超越人類的智慧。這就像是一個超級員工，不只學會了所有前輩的經驗，還能自己開發出更好的工作方法。而且最厲害的是，他還能把這些經驗用在完全不同的領域！

A-8 2010-2015：深度學習革命

這個時期的 AI 發展就像是一個粉嫩獨角獸新創公司的爆發期，一系列的技術突破徹底改變了整個產業的格局。在此之前，AI 一直受限於運算能力不足的問題。訓練一個基本的深度學習模型可能需要好幾個月，甚至好幾年的時間！這就像是要教一個孩子認字，但每教一個字都要花上一整天。這種緩慢的學習速度嚴重阻礙了 AI 的發展。

最關鍵的轉折點來自於一個意外的發現：遊戲顯示卡 (GPU) 竟然可以用來加速 AI 的運算。這個發現徹底改變了 AI 的發展軌跡。原本需要運算好幾年的 AI 模型，現在只要幾天就能完成。這就像是把一條需要走一年的路縮短到只要走一天，大幅降低了 AI 研究的門檻。這個突破不只加速了研究進度，更重要的是讓更多研究人員和公司能夠參與 AI 的開發，極大地推動了整個領域的創新。

2012 年，一個叫做 AlexNet 的神經網路橫空出世，在全球最重要的電腦視覺競賽 ImageNet 中大獲全勝。它的表現比第二名好了整整 10 個百分點，這在競賽史上是前所未有的。這就像是一匹黑馬突然在奧運會上打破了世界紀錄，而且不是只快了一點點，而是甩開第二名好幾條街。這個成功證明了深度學習的威力，徹底改變了整個電腦視覺領域的研究方向。

2014 年，一個更有趣的突破發生了。當時還在蒙特婁大學攻讀博士學位的 Ian Goodfellow 在一次酒吧聚會中靈機一動，想出了生成對抗網路 (Generative Adversarial Network, GAN) 的概念。這個創意的本質是讓兩個 AI 系統相互競爭：一個負責創造假圖片，另一個負責分辨真假。通過這種「競爭」，AI 的創造能力得到了驚人的提升。這就像是讓兩個對手不斷較量，互相促進，最終都變得更強。這個發明開創了 AI 生成內容的新時代，是現在各種 AI 繪圖工具的理論基礎。

A-9 2015-2020：AI 開始會寫會畫

2017 年是 AI 發展史上的另一個里程碑。Google 的研究團隊發表了 Transformer 架構，這個突破徹底改變了 AI 處理語言的方式。它引入了「注意力機制」，讓 AI 能夠像人類一樣，在閱讀文章時知道該關注哪些重要的詞句。這就像是教會 AI 閱讀理解的竅門，不是死記硬背，而是真正理解文章的含義。

這個突破很快就帶來了更多創新。2018 年，Google 發布了 BERT 模型，這個 AI 系統真正做到了「讀懂」人類語言。它不只是理解單個詞的意思，還能理解整個句子的上下文關係。比如「蘋果」這個詞，它能根據上下文判斷是在說水果還是科技公司。這個能力讓 Google 的搜尋引擎變得更聰明，能夠更好地理解用戶的搜尋意圖。

2019 年，OpenAI 發布的 GPT 系列模型則把 AI 的寫作能力推向了新的高度。這些模型不只能寫出流暢的文章，還能根據不同的風格和要求調整寫作方式。它們就像是一個全能的寫手，可以寫新聞、寫故事、寫報告，甚至寫程式碼。這個突破讓我們第一次看到了 AI 真正具備了創造性思維的潛力。

這短短幾年的發展，就讓 AI 從一個只會執行簡單任務的工具，變成了能夠創作和思考的助手。這些進步不只改變了技術領域，更為各個行業帶來了革命性的變化。現在，不管是內容創作、產品設計，還是客戶服務，都能看到 AI 帶來的創新和效率提升。

A-10 2020 至今：AI 開始展現創造力

AI 的發展速度已經快得令人瞠目結舌，創新一個接著一個！這個時期最令人興奮的是 AI 開始展現出驚人的創造力。

A-10-1 AI 繪圖革命

在圖像生成領域，DALL-E 和 Midjourney 的出現徹底改變了創意產業的遊戲規則。2022 年 8 月，一個具有里程碑意義的事件發生了：藝術家 Jason Allen 使用 AI 生成的作品《太空歌劇院》(Théâtre D' opéra Spatial) 在科羅拉多州博覽會的數位藝術組獲得第一名。這是 AI 生成藝術首次在傳統藝術比賽中獲得最高榮譽。



圖 A.10 Jason Allen 的 AI 生成作品《太空歌劇院》，這幅作品在 2022 年科羅拉多州博覽會數位藝術組獲得第一名，開創了 AI 藝術的新紀元。

這個獎項立即在藝術界引發了激烈討論。許多傳統藝術家認為使用 AI 創作是一種「作弊」，質疑這是否算是真正的藝術創作。但支持者則認為，AI 只是新時代的創作工具，就像當年相機的發明一樣，最終改變了整個藝術領域。這就像是當年打字機出現時，有人說用打字機寫作不算真正的寫作一樣可笑。重點不在於工具，而在於創作者如何運用工具來表達自己的想法。這場爭議也凸顯出 AI 正在深刻地改變我們對「創造力」和「藝術」的傳統認知。

而 Stable Diffusion 的開源發布更是讓這項技術走入尋常百姓家。現在，不需要專業的設計背景，人人都可以成為創意總監。這些工具正在徹底改變廣告設計、產品展示、內容創作等領域的工作方式。

A-10-2 AlphaFold：AI 解開生命之謎

2020 年，DeepMind 再次震驚了我們這個扁平的行星，這次不是在遊戲領域，而是在生命科學領域。他們開發的 AlphaFold 系統成功解決了困擾科學界 50 年的蛋白質摺疊問題。你可能會問：這和商業有什麼關係？這個突破可是價值連城！



圖 A.11 AlphaFold 預測的蛋白質結構示意圖。不同顏色代表蛋白質的不同部分，這種精確的 3D 結構預測能力為新藥研發帶來革命性的突破。

我們人體內有成千上萬種蛋白質，它們就像是身體的工程師，負責幾乎所有重要的生理功能。但是要發揮作用，這些蛋白質必須摺疊成正確的形狀，就像摺紙一樣。如果摺錯了，就可能導致各種疾病，比如阿茲海默症就與蛋白質摺疊錯誤有關。

在 AlphaFold 之前，科學家要確定一個蛋白質的結構，可能需要花費數月甚至數年的時間，而且費用高昂。現在，AlphaFold 只需要幾分鐘就能完成這項工作，而且準確率高得驚人。這就像是把顯微鏡的發明壓縮到幾年內完成！

更令人興奮的是，DeepMind 已經將超過 20 萬個蛋白質結構的預測結果免費公開，預計很快會擴展到覆蓋所有已知蛋白質。你知道這意味著什麼嗎？這些數據將徹底改變藥物研發的方式。製藥公司可以更快、更準確地開發新藥，大幅降低研發成本和時間。

這個突破告訴我們一個重要的商業啟示：AI 不只是能夠幫我們處理日常工作，它還能解決人類最深奧的科學難題。而這些突破最終都會轉化為商業價值。就像現在，已經有不少製藥公司開始使用 AlphaFold 的技術來加速新藥研發。這不正是科技創新最理想的結果嗎？讓人類生活更好，同時創造巨大的商業價值！

A-10-3 大語言模型時代突然來到

你記得 2022 年 11 月 30 日你在哪裡嗎？那天 OpenAI 發布 ChatGPT，這是基於 GPT-3.5 的對話模型，徹底改變了人類與 AI 互動的方式。這個日期值得被寫進 AI 的歷史教科書：在短短兩個月內，ChatGPT 就突破一億用戶，創下了人類科技史上最快的用戶增長記錄。它不只是一個聊天機器人，更是第一個真正讓普羅大眾感受到

AI 威力的產品。你想想，從那天開始，全世界的商業會議上最熱門的話題就變成了：「你們 GPT 了嗎？」

GPT 系列的演進堪稱是 AI 發展史上最驚人的突破之一。從 GPT-3 到 GPT-4，每一代的進步都令人震驚。這些模型不只能夠寫出流暢的文章，還能編寫程式碼、設計營銷方案、回答專業問題。最神奇的是，它們展現出了「舉一反三」的能力，能夠將一個領域的知識靈活運用到其他領域。這就像是一個全能的助理，不管你問什麼問題，它都能給出專業的建議。從那時候開始，各種聊天機器人和 AI 工具如雨後蝸牛般的從各種角落冒出來（圖 A.12），也許讓我們的生活變得更加便利，但也讓 AI 焦慮症和選擇困難症患者越來越多。

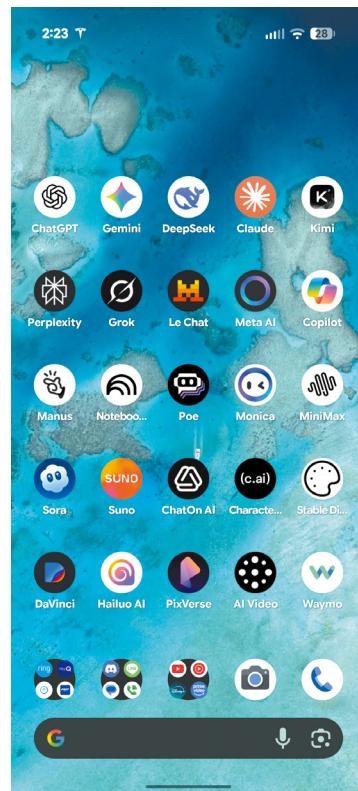


圖 A.12 各種聊天機器人和 AI 工具正處於一個勃勃生機、萬物競發的時代

A-10-4 AI 音樂革命

在音樂領域，AI 的進步同樣令人驚嘆。Google 的 MusicLM、Suno AI、Udio 等工具能夠根據文字描述創作出完整的音樂作品，從古典到搖滾，各種風格都能駕馭。AudioCraft 則把這種能力進一步擴展到了音效設計領域，能夠生成各種自然和人造聲音。這些技術正在改變音樂製作、遊戲配樂、廣告音效等領域的工作流程。

A-11 自動駕駛與機器人： AI 走入現實世界的歷史軌跡

讓我們來看看 AI 如何從實驗室走向現實世界，特別是在自動駕駛和機器人領域的重要里程碑。

A-11-1 自動駕駛的演進

自動駕駛的發展可以追溯到 1920 年代，當時通用汽車就展示過一輛由電磁場引導的無人車。但真正的突破要等到 2004 年，美國國防部舉辦的第一屆 DARPA 無人車挑戰賽。這場比賽雖然所有參賽車輛都沒能完成全程，但開啟了自動駕駛的新紀元。

2009 年，Google (現在的 Waymo) 啟動了自動駕駛計畫，這是一個具有里程碑意義的決定。到了 2012 年，他們的測試車已經能在複雜的城市道路上行駛。2015 年，特斯拉推出 Autopilot 系統，這是第一個大規模部署的半自動駕駛系統。

2018 年，Waymo 在鳳凰城推出了全球首個商業化的自動駕駛計程車服務。2020 年，百度 Apollo 在中國多個城市開始提供自動駕駛計程車服務。這些里程碑標誌著自動駕駛技術從實驗階段走向實際應用。

A-11-2 機器人的進化：從機械手臂到智慧夥伴

機器人的發展就像一場不斷升級的科技馬拉松。1961 年，通用汽車工廠迎來第一位「鐵員工」Unimate，這台只會重複搬運的機械手臂，開啟了工業自動化的起點。1999 年索尼的 AIBO 機器狗則是第

一個走進家庭的機器寵物，雖然只會簡單互動，但讓人們看見了機器人的可能性。

2000 年：雙足行走的突破

本田的 ASIMO 機器人邁出歷史性一步—像人類一樣用雙腳走路！儘管初期步伐緩慢（時速 1.6 公里），但它能爬樓梯、握手，甚至端咖啡（雖然常灑出來）。經過十多年改良，最終版已能小跑步和單腳跳躍，成為後來人形機器人的技術基礎。

2010 年代：多樣化發展

波士頓動力的 BigDog 四足機器人展現驚人平衡力，能在雪地和碎石坡背重物行走。而軟銀 2016 年推出的 Pepper 機器人則專注「讀懂人心」，透過臉部辨識和語調分析提供服務，成為銀行和商店的接待員。

2021 年：走進現實生活

波士頓動力將 Spot 機器狗商業化，它配備攝影機和感測器，開始在工廠巡檢、協助醫護測量體溫。同年小米推出 CyberDog 機器狗，開放程式碼讓開發者改造，而中國公司宇樹科技的 Go1 以親民價格（約台幣 8 萬元）讓普通人也能體驗機器寵物。

2022 年：人形機器人競賽

特斯拉展示 Optimus 原型機，雖然動作略顯笨拙，但能搬運箱子、給植物澆水。亞馬遜則實際啟用 Digit 機器人搬運包裹，每天處理 400 件貨物。中國廠商也加入賽局，小米推出可辨識 45 種語音指令的 CyberOne 人形機器人。

2023 年：精細操作時代

Figure 公司的機器人能用靈巧雙手組裝零件，誤差不到 1 毫米。波士頓動力 Atlas 機器人則展現體操選手般的跳躍翻滾能力。中國宇樹科技推出時速 12 公里的 H1 人形機器人，打破雙足機器人的速度紀錄。

2024 年：AI 大腦升級

當 ChatGPT 遇上機器人：Figure 公司結合語言模型，讓機器人聽懂「把工具放在藍色盒子旁邊」這類複雜指令。特斯拉 Optimus 開始在工廠執行簡單組裝任務，而中國機器狗 Go2 新增導航系統，能自動規劃路線避開障礙物。

2025 年：邁向通用智慧

機器人開始展現更接近人類的認知能力。波士頓動力的 Atlas 進化至能執行複雜的倉儲任務，而特斯拉 Optimus 已能在工廠生產線上與人類並肩工作。中國的人形機器人也在服務業展開試點，從送餐到巡邏都能勝任。