

機器人史與科技先驅 Raymond Kurzweil

郭宣黈整理

南華大學出版學研究所

hdguo_tw@mail2000.com.tw

機器人發展的過去與未來（網路資料整理）

你能想像嗎？在醫院的手術臺前，機器人在為病人做開顱手術；在遠離地球的月球表面，機器人在代替人類採集月球標本；在未來的戰場上，可能有一種體積宛如昆蟲的武器，竟能使一座城市的電力全部癱瘓……這些並非是科學幻想，而是正在或將要成為的現實。機器人是人類創造的一種機器，也是人類創造的一個偉大奇蹟，機器人的出現滿足了人類的一種幻想。這就是說，在某些方面，機器人具有超人的能力。那麼，目前世界上機器人技術發展到了一個什麼樣的水平，又在哪些領域得到應用？在機器人時代向我們走來的同時，讓我們走近機器人，瞭解一下機器人的世界吧。

機器人大事記¹

- 1947 首篇智慧型機器人文章發表
- 1956 全球第一個機器人製造公司 Unimation Inc.成立
- 1959 英格伯格和德沃爾聯手製造出第一台工業機器人 UNIMATE
- 1962 史丹佛大學設立人工智慧實驗室
- 1962 美國機械與鑄造公司（AMF）製造出工業機器人，稱為「VERSTRAN」，意思是「萬能搬動」
- 1970 史丹佛大學研發第一個機器手臂
- 1973 日本一橋大學研發第一個人形機器人
- 1980 MIT 設立機器人雙足實驗室
- 1984 Unimation Inc.公司研發完成第一部醫療用機器人
- 1988 美國醫院啓用醫療用機器人 HelpMate

¹ 主要資料來源 <http://consumer.chinatimes.com/EVENT/2006robot/robot-3-5-1.htm>

- 1990 第一部機器人醫生於美國研發完成
- 1992 機器人醫生首次完成人體手術
- 1993 MIT 人工智慧實驗室開始進行人類智能研究
- 1996 日本 HONDA 公司公布人形機器人 P2 原型
- 1997 舉辦首屆機器人足球賽 RoboCup
- 1997 美國 NASA 首次將機器人送上火星
- 1997 日本本田公司率先研製出第一台類人型步行機器人樣機
- 1999 日本 SONY 公司發表第一代 AIBO 機器寵物狗
- 2000 日本 HONDA 公司發表人形機器人 ASIMO
- 2001 日本政府正式執行 Robot Challenge 計畫
- 2003 日本發表第一次由政府發展的人形機器人 HRP-2
- 2003 日本 SONY 公司發表人形機器人 QRIO(SDR-4XII)
- 2003 美國 iRobot 公司生產 Roomba 家用自動吸塵機器人，年銷 20 萬台
- 2003 韓國政府將智慧型機器人納入未來十大重點產業
- 2004 日本三菱發表家用機器人 Wakemaru

「robot」（「機器人」）一詞源出自捷克語「robota」，意謂「強迫勞動」。1920 年捷克斯洛伐克作家薩佩克（Karl Capek）²寫了一個名為《洛桑萬能機器人公司》（1920, *Rossum's Universal Robots* 簡稱《*R.U.R.*》）的劇本³，他把在洛桑萬能機器人公司生產勞動的那些傢伙取名「Robot」，漢語音譯為「羅伯特」，捷克語意為「奴隸」——薩佩克把機器人的地位確定為只管理頭幹活、任由人類壓榨的奴隸，它們存在的價值只是服務於人類。它們沒有思維能力，不能思考，只是類似人的機器，很能幹，以便使人擺脫勞作。它們能生存 20 年，剛生產出來時由人教它們知識。他們不能思考，也有感情，一個人能

² 請參考：http://www.xminfo.net.cn:8080/xmkp/kpzs/hyyhjkyzs3_1_18.htm

³ 該劇主要內容是關於機器人按照其主人的命令默默地工作，沒有感覺和感情，以呆板的方式從事繁重的勞動。後來，洛桑公司取得了成功，使機器人具有了感情，導致機器人的應用部門迅速增加。在工廠和家務勞動中，機器人成了必不可少的成員。機器人發覺人類十分自私和不公正，終於造反了，機器人的體能和智慧都非常優異，因此消滅了人類。但是機器人不知道如何製造它們自己，認為它們自己很快就會滅絕，所以它們開始尋找人類的幸存者，但沒有結果。最後，一對感知能力優於其他機器人的男女機器人相愛了。這時機器人進化為人類，世界又起死回生了。

幹三個人的活，公司為此生意興隆。後來一個極其偶然的原因，機器人開始有了知覺，它們不堪忍受人類的統治，做人類的奴隸，於是，機器人向人類發動攻擊，最後徹底毀滅了人類。「機器人」的名字也正式由此而生。

近百年來發展起來的機器人⁴，大致經歷了三個成長階段，也即三個時代。第一代為簡單個體機器人，第二代為群體勞動機器人，第三代為類似人類的智慧型機器人，它的未來發展方向是有知覺、有思維、能與人對話。



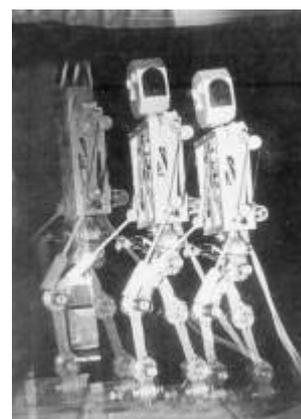
(右圖)眼神機器人和同學們在以同樣的眼神觀察周圍，樣子頗為傳神



第一代機器人



第二代機



第三代機器人

據研究報導⁵，美國是機器人的誕生地，早在 1962 年就研製出世界上第一台工業機器人，比起號稱「機器人王國」的日本起步至少要早五、六年。經過 30 多年的發展，美國現已成為世界上的機器人強

⁴ 1990 年在工業機器人國際標準大會上把機器人分為四類：(1) 順序型；很多固定作業的裝配機械手都屬於此類。(2) 沿軌道作業型。這類機器人能執行受控過程。(3) 遠距離作業型。這類機器人可接受遙控，對操作者的行為反應可通過編程實現，應用於核工業、真空、宇宙、海洋開發等領域按應用領域。(4) 適應型或者智慧型。它們具有感知、適應或學習功能。具體則可分為工業機器人、農業機器人、特種工作機器人、醫療機器人、體育機器人、講解機器人、服務機器人、戰場機器人、「小人國」機器人等等，其中「特種機器人」又可分為太空機器人、核工業機器人、深海機器人，以及救災機器人等。

⁵ 資料來源：<http://www.student.gov.cn/robot/robot%20world/wl/csz.htm>

國之一，基礎雄厚，技術先進。綜觀它的發展史，道路是曲折的，不平坦的。

由於美國政府從 60 年代到 70 年代中的十幾年期間，並沒有把工業機器人⁶列入重點發展專案，只是在幾所大學和少數公司開展了一些研究工作。對於企業來說，在只看到眼前利益，政府又無財政支援的情況下，寧願錯過良機，固守在使用剛性自動化裝置上，也不願冒著風險，去應用或製造機器人。加上，當時美國失業率高達 6·65%，政府擔心發展機器人會造成更多人失業，因此不予投資，也不組織研製機器人。

70 年代後期，美國政府和企業界雖有所重視，但在技術路線上仍把重點放在研究機器人軟體及軍事、宇宙、海洋、核工程等特殊領域的高級機器人的開發上，致使日本的工業機器人後來居上，並在工業生產的應用上及機器人製造業上很快超過了美國，產品在國際市場上形成了較強的競爭力。

進入 80 年代之後，美國才感到形勢緊迫，政府和企業界才對機器人真正重視起來，政策上也有所體現，一方面鼓勵工業界發展和應用機器人，另一方面制訂計劃、提高投資，增加機器人的研究經費，把機器人看成美國再次工業化的特徵，使美國的機器人迅速發展。

80 年代中後期，隨著各大廠家應用機器人的技術日臻成熟，第一代機器人的技術性能越來越滿足不了實際需要，美國開始生產帶有視覺、力覺的第二代機器人，並很快佔領了美國 60% 的機器人市場。儘管美國在機器人發展史上走過一條重視理論研究，忽視應用開發研究的曲折道路，但是美國的機器人技術在國際上仍一直處於領先地位。其技術全面、先進，適應性也很強。具體表現在：

1)性能可靠，功能全面，精確度高；

⁶ 工業機器人已經廣泛地應用於各種自動化的生產線上,它是機器人家族中最重要的人員。工業機器人主要由機械手臂、控制裝置、機座、能源裝置和驅動裝置等幾部分構成。工業機器人包括模仿人類關節結構的關節型工業機器人、直角坐標型機器人、圓柱坐標型機器人、球坐標型機器人、噴漆機器人、焊接機器人等等。

- 2) 機器人語言研究發展較快，語言類型多、應用廣，水平高居世界之首；
- 3) 智慧技術發展快，其視覺、觸覺等人工智慧技術已在航太、汽車工業中廣泛應用；
- 4) 高智慧、高難度的軍用機器人、太空機器人等發展迅速，主要用於掃雷、佈雷、偵察、站崗及太空探測方面。

早在 1966 年，美國 Unimation 公司的尤尼曼特機器人和 AMF 公司的沃莎特蘭機器人就已經率先進入英國市場。1967 年英國的兩家大機械公司還特地為美國這兩家機器人公司在英國推銷機器人。接著，英國 Hall Automation 公司研製出自己的機器人 RAMP。70 年代初期，由於英國政府科學研究委員會頒佈了否定人工智慧和機器人的 Lighthall 報告，對工業機器人實行了限制發展的嚴厲措施，因而機器人工業一蹶不振，在西歐差不多居於末位。

但是，國際上機器人蓬勃發展的形勢很快使英政府意識到：機器人技術的落後，導致其商品在國際市場上的競爭力大為下降。於是，從 70 年代末開始，英國政府轉而採取支援態度，推行並實施了一系列支援機器人發展的政策和措施，如廣泛宣傳使用機器人的重要性、在財政上給購買機器人企業以補貼、積極促進機器人研究單位與企業聯合等，使英國機器人開始了在生產領域廣泛應用及大力研製的興盛時期。

法國不僅在機器人擁有量上居於世界前列，而且在機器人應用水平和應用範圍上處於世界先進水平。這主要歸功於法國政府一開始就比較重視機器人技術，特別是把重點放在開展機器人的應用研究上。

法國機器人的發展比較順利，主要原因是通過政府大力支持的研究計劃，建立起一個完整的科學技術體系。即由政府組織一些機器人基礎技術方面的研究專案，而由工業界支援開展應用和開發方面的工作，兩者相輔相成，使機器人在法國企業界很快發展和普及。

德國工業機器人的總數占世界第三位，僅次於日本和美國。這裏所說的德國，主要指的是原聯邦德國。它比英國和瑞典引進機器人大

約晚了五六年。其所以如此，是因為德國的機器人工業一起步，就遇到了國內經濟不景氣。但是德國的社會環境卻是有利於機器人工業發展的。因為戰爭，導致勞動力短缺，以及國民技術水平高，都是實現使用機器人的有利條件。到了 70 年代中後期，政府採用行政手段為機器人的推廣開闢道路；在「改善勞動條件計劃」中規定，對於一些有危險、有毒、有害的工作崗位，必須以機器人來代替普通人的勞動。這個計劃為機器人的應用開拓了廣泛的市場，並推動了工業機器人技術的發展。日爾曼民族是一個重實際的民族，他們始終堅持技術應用和社會需求相結合的原則。除了像大多數國家一樣，將機器人主要應用在汽車工業之外，突出的一點是德國在紡織工業中用現代化生產技術改造原有企業，報廢了舊機器，購買了現代化自動設備、電子電腦和機器人，使紡織工業成本下降、質量提高，產品的花色品種更加適銷對路。到 1984 年終於使這一被喻為「快完蛋的行業」重新振興起來。與此同時，德國看到了機器人等先進自動化技術對工業生產的作用，提出了 1985 年以後要向高級的、帶感覺的智慧型機器人轉移的目標。經過近十年的努力，其智慧型機器人的研究和應用方面在世界上處於公認的領先地位。

在前蘇聯（主要是在俄羅斯），從理論和實踐上探討機器人技術是從 50 年代後半期開始的。到了 50 年代後期開始了機器人樣機的研究工作。1968 年成功地試製出一台深水作業機器人。1971 年研製出工廠用的萬能機器人。早在前蘇聯第九個五年計劃（1970 年—1975 年）開始時，就把發展機器人列入國家科學技術發展綱領之中。到 1975 年，已研製出 30 個型號的 120 台機器人，經過 20 年的努力，前蘇聯的機器人在數量、質量水平上均處於世界前列地位。國家有目的地把提高科學技術進步當作推動社會生產發展的手段，來安排機器人的研究製造；有關機器人的研究生產、應用、推廣和提高工作，都由政府安排，有計劃、按步驟地進行。

中國大陸已在「七五」計劃中把機器人列入國家重點科研規劃內容，撥鉅款在瀋陽建立了全國第一個機器人研究示範工程，全面展開了機器人基礎理論與基礎元器件研究。十幾年來，相繼研製出示教再

現型的搬運、點焊、弧焊、噴漆、裝配等門類齊全的工業機器人及水下作業、軍用和特種機器人。目前，示教再現型機器人技術已基本成熟，並在工廠中推廣應用。大陸自行生產的機器人噴漆流水線在長春第一汽車廠及東風汽車廠投入運行。

日本在 60 年代末正處於經濟高度發展時期，年增長率達 11%。第二次世界大戰後，日本的勞動力本來就緊張，而高速度的經濟發展更加劇了勞動力嚴重不足的困難。爲此，日本在 1967 年由川崎重工業公司從美國 Unimation 公司引進機器人及其技術，建立起生產車間，並於 1968 年試製出第一台川崎的「尤尼曼特」機器人。

正是由於日本當時勞動力顯著不足，機器人在企業裏受到了「救世主」般的歡迎。日本政府一方面在經濟上採取了積極的扶植政策，鼓勵發展和推廣應用機器人，從而更進一步激發了企業家從事機器人產業的積極性。尤其是政府對中、小企業的一系列經濟優惠政策，如由政府銀行提供優惠的低息資金，鼓勵集資成立「機器人長期租賃公司」，公司出資購入機器人後長期租給用戶，使用者每月只需付較低廉的租金，大大減輕了企業購入機器人所需的資金負擔；政府把由電腦控制的示教再現型機器人作爲特別折扣優待產品，企業除享受新設備通常的 40% 折扣優待外，還可再享受 13% 的價格補貼。另一方面，國家出資對小企業進行應用機器人的專門知識和技術指導等等。

這一系列扶植政策，使日本機器人產業迅速發展起來，經過短短的十幾年，到 80 年代中期，已一躍而爲「機器人王國」，其機器人的產量和安裝的台數在國際上躍居首位。按照日本產業機器人工業會常務理事米本完二的說法：「日本機器人的發展經過了 60 年代的搖籃期，70 年代的實用期，到 80 年代進入普及提高期。」並正式把 1980 年定爲「產業機器人的普及元年」，開始在各個領域內廣泛推廣使用機器人。

日本政府和企業充分信任機器人，大膽使用機器人。機器人也沒有辜負人們的期望，它在解決勞動力不足、提高生產率、改進產品質量和降低生產成本方面，發揮著越來越顯著的作用，成爲日本保持經濟增長速度和產品競爭能力的一支不可缺少的隊伍。

日本在汽車、電子行業大量使用機器人生產，使日本汽車及電子產品產量猛增，質量日益提高，而製造成本則大為降低。從而使日本生產的汽車能夠以價廉的絕對優勢進軍號稱「汽車王國」的美國市場，並且向機器人誕生國出口日本產的實用型機器人。日本由於製造、使用機器人，增大了國力，獲得了巨大的好處，迫使美、英、法等許多國家不得不採取措施，奮起直追。

目前機器人領域幾個比較熱門的研究領域⁷

1 · 感測器技術

- 1) 基於多感測器資訊的機器人路徑規劃。
- 2) 多感測器資訊融合及其在機器人中的應用。
- 3) 基於感測器資訊的移動機器人精確定位研究
- 4) 移動機器人系統中感測器系統的採集及處理。

2 · 控制系統及其控制演算法

- 1) 基於 PID 控制的機器人軌迹跟蹤性能研究與比較
- 2) 移動機器人的控制方法研究
- 3) 輪式移動操作機器人的魯棒跟蹤控制器設計及研究
- 4) 開放式機器人控制器的研究
- 5) 智慧移動機器人的智慧控制
- 6) 移動機器人神經網路控制研究
- 7) 移動機器人模糊控制研究
- 8) 移動機器人系統中嵌入式控制器研究

3 · 控制系統及其控制演算法

- 1) 基於 PID 控制的機器人軌迹跟蹤性能研究與比較
- 2) 移動機器人的控制方法研究
- 3) 輪式移動操作機器人的魯棒跟蹤控制器設計及研究
- 4) 開放式機器人控制器的研究
- 5) 智慧移動機器人的智慧控制
- 6) 移動機器人神經網路控制研究
- 7) 移動機器人模糊控制研究
- 8) 移動機器人系統中嵌入式控制器研究

⁷ 資料來源：<http://famousky.com/default.asp?cateID=48>

4 · 視頻處理及視覺伺服控制

- 1) 基於 DSP 的機器人視覺資訊處理系統
- 2) 主動視覺及其在機器人中的應用
- 3) 機器人視覺伺服控制系統研究
- 4) 圖像特徵提取技術研究
- 5) 人臉識別技術及其在移動機器人中的應用
- 6) 基於光流技術的移動機器人導航系統研究
- 7) 精細視頻壓縮編碼及其在移動機器人系統中的應用
- 8) 視頻採集系統研究
- 9) 足球機器人視覺圖像識別系統研究
- 10) 視頻的壓縮編碼及其在機器人系統中的應用
- 11) 小波方法在移動機器人系統中的應用

5 · 網路機器人技術

- 1) 視頻網路傳輸及其在移動機器人系統中的應用
- 2) 基於 Agent 的遙操作機器人控制器研究
- 3) 基於網路的移動機器人控制系統研究
- 4) 基於網路的移動機器人直接控制系統研究
- 5) 監督式網路控制結構及其在移動機器人中的應用
- 6) 移動機器人中視覺臨場感遙控系統的研究
- 7) 移動機器人分散式控制系統研究

6 · 人機交互

- 1) 語音識別技術及其在移動機器人系統中應用
- 2) 手勢識別及其在移動機器人系統中的應用
- 3) 多模態人機交互及其在移動機器人系統中
- 4) 虛擬現實技術在移動機器人系統中的應用

7 · 機器學習

- 1) 移動機器人的再勵學習研究
- 2) 基於視覺的移動機器人學習系統研究
- 3) 基於支援向量機的移動機器人學習
- 4) 動態環境下移動機器人的路徑規劃方法
- 5) 資料挖掘技術及其在移動機器人系統中的應用

8 · 通訊技術及多機器人協調

- 1) 多移動機器人系統合作與協調

- 2) 多機器人系統中硬實時通信的研究
- 3) 多機器人系統中即時通信研究
- 4) 多機器人任意隊形分散式控制研究
- 5) 藍牙技術及其在多移動機器人系統中的應用

9 · 足球機器人

- 1) 移動機器人導航系統研究
- 2) 足球機器人進攻策略研究
- 3) 移動機器人的目標跟蹤研究

10 · 機器人系統

- 1) 全自主移動機器人系統研究
- 2) 移動機器人系統的可靠性研究

智慧型機器人在發生故障時，通過自我診斷裝置能自我診斷出故障部位，並能自我修復。今天，智慧型機器人的應用範圍大大地擴展了，除工農業生產外，機器人應用到各行各業，機器人已具備了人類的特點。機器人向著智慧化、擬人化方向發展的道路，是沒有止境的。

機器人是雖然外表可能不像人，也不以人類的方式操作，但可以代替人力自動工作的機器。後來美國著名科普作家艾薩克·阿西莫夫（Isaac Asimov）⁸為機器人提出了三條原則，即「機器人三定律」：

第一定律：機器人不得傷害人，或任人受到傷害而無所作爲；

第二定律：機器人應服從人的一切命令，但命令與第一定律相抵觸時例外；

第三定律：機器人必須保護自身的安全，但不得與第一、第二定律相抵觸。

這些「定律」構成了支配機器人行爲的道德標準，機器人必須按人的指令行事，爲人類生產和生活服務。

⁸ <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%89%BE%E8%90%A8%E5%85%8B%C2%B7%E9%98%BF%E8%A5%BF%E8%8E%AB%E5%A4%AB>

Isaac Asimov，台灣譯作艾西莫夫，1920年1月2日—1992年4月6日），科幻小說及科普作家、文學評論家。美國科幻小說黃金時代的代表人物之一。他是一位生於俄羅斯的美籍猶太人。作品極其豐富，代表作有《我，機器人》、《基地》系列、《鋼窟》系列等。他於1941年發表的作品《Runaround》中第一次明確提出了著名的「阿西莫夫機器人三定律」。以其名字命名的《阿西莫夫科幻小說》雜誌，至今仍然是美國當今數一數二的科幻文學暢銷雜誌。

類（仿）人機器人三大研究領域的新突破⁹

隨著機器人技術的不斷發展和進步，現在已有 150 萬機器人遍佈在世界各地，從事清掃、勘探甚至星球探測的工作。但是，這些成就對從事機器人研究的科學家們來說，還只是萬里長征的第一步，遠遠沒有達到他們期待的水準。

科學家的真正期望是，讓機器人在人類社會生活中自由自在地行動，學會在各種嘈雜和難以預料的環境下與人交流，而不只是像溫室花朵般生存在實驗室裏。機器人必須能夠自由行走、熟練操作和表達思想，一句話，它們需要更多地具備人性特徵，更像人而不是機器。

科學家一直在研究這種更加像人的類人機器人。但是，研究中存在許多難題，其中最為困惑的是，要使機器人逼真地模仿人類觸摸、行走和說話，所要求遵循的科學機理相當複雜，而且需要很好地控制。

雖然機器人的娛樂功能逐漸消失，但作為人類助手的功能卻越來越強大。機器人身份的改變歸功於計算能力的巨大飛躍和控制軟體、感測器和制動裝置的突飛猛進，這些技術進步掩蓋了機器人沈悶的外表，讓它們獲得了人類難以達到的特殊能力。隨著行動、語言和靈巧動作等能力要素研究的不斷深入，新一代機器人將徹底改變令人尷尬的面目。

研究人員綜合利用行走、說話和動手能力這三大領域的研究成果，正在設計新一代類人機器人，一旦人工智慧技術跟進，這些機器人除了具備打掃房間、洗碗、倒垃圾這些基本功外，還會與孩子們玩耍、照顧老人甚至到遙遠的星球上去探索宇宙的奧秘，並能在危險時刻幫助搜救遇害人員。

微型機器人與奈米機器人¹⁰

⁹ 資料來源：<http://database.cpst.net.cn/popul/views/artic/60401093813.html>

¹⁰ 資料整理自：<http://www.cpus.gov.cn/kjsh/jqrsh/jqrwg.htm>。其他還有消防機器人、供人娛樂的機器人、機器人服務員、警用機器人、導盲機器人、

機器人技術正在向微型化和超微型化方向發展,無數微型機器人將在廣闊的領域中工作。微型機器人又稱為「明日的機器人」,它同智慧型機器人一起成為科學家們追求的目標。

發展微型和超微型機器人的指導思想非常簡單:某些工作若用一台結構龐大、價格昂貴大型機器人去做,不如用成千上萬個非常低廉的細小而極簡單的機器人去完成。機器人技術正在向微型化和超微型化方向發展,無數機器人將在廣闊的領域中工作。超微型機器人是1種極度縮小了的機器人,它只有人的頭髮絲那樣粗細,可以在人體血管中穿行,消除癌變或修復損傷的組織。

現在,微型機器人的作業能力已達到了分子、原子級水平。其已遠遠超過了藝術家在頭髮絲上作畫的程度。微型機器人還可以用於精密製造業的加工,用它製造存儲量更大的電腦存儲晶片,以及精度更高的「超平面磨床」等。應用微型機器人技術,各種各樣的航太測量可變得更為輕巧,磁帶答錄機之類的家用電器也會變得更加小巧和多用。電視螢幕可以做得既大又薄,螢幕上各點的光亮度,可由微型機器人控制的光閘自動控制。

奈米機器人¹¹是納米生物學中最具有誘惑力的內容,第一代奈米機器人是生物系統和機械系統的有機結合體,這種奈米機器人可注入人體血管內,進行健康檢查和疾病治療。還可以用來進行人體器官的修復工作、作整容手術、從基因中除去有害的DNA,或把正常的DNA安裝在基因中,使機體正常運行。第二代奈米機器人是直接從原子或分子裝配成具有特定功能的奈米尺度的分子裝置,第三代納米機器人將包含有奈米電腦,是一種可以進行人機對話的裝置。這種奈米機器人一旦問世將徹底改變人類的勞動和生活方式。

近日美國刷新日本的「紀錄」,研製出一種被認為是世界上最小機器人的奈米機器人。這種機器人可以代替人去完成許多危險的工作,如排除地雷、以及尋找失蹤者。這部機器人僅重約28克,體積約分立方釐米。它還擁有一個智慧的「大腦」和靈活的「腿」,這種

¹¹ 奈米機器人的軍事用途可參考:

<http://www.mnd.gov.tw/publication/subject.aspx?TopicID=476>

超小型機器人能放在硬幣上。

機器人的未來發展趨勢¹²

1、機器人會越來越小

目前各國的研究現狀而言，表明微型機器人大多還處於實驗室或原型開發階段，但可以預見，在 21 世紀，微型機器人將廣泛出現。由德國工程師發明的微型機器人，可直接由針頭注射進入人體血管、尿道、膽囊或腎臟。它依靠微型磁鐵驅動器前進，由醫生通過遙控器指揮，既可用於疾病診斷，也可用於如動脈硬化、膽結石等管腔阻塞類疾病治療。還能聽從醫生指揮，將藥物直接送達到需要醫治的患病器官，以取得更好的治療效果。當這種微型機器人工作完成後，醫生便可以像抽血那樣用針頭將它抽出來。

2、機器人會越來越聰明¹³

現在的智慧型機器人，它的智力最高也只相當於兩三歲幼兒的智力水平。在 21 世紀，高智慧的機器人將越來越多，其智力水平也一定會不斷提高，慢慢地達到七八歲、十幾歲少年甚至青年人的智力水平。

英國電信公司的未來學家伊恩·尼爾德 (Ian Neild) 和伊恩·皮爾遜 (Ian Person) 合寫的《未來技術發展時間表》(2005 BT Technology Timeline)¹⁴ 是一項正在進行的研究專案，旨在幫助決策者及機構瞭

¹² 資料整理自：<http://tech.163.com/06/0324/11/2CVOKT6A00091S79.html>

¹³ 1950 年 Alan Turing (電腦科學的奠基者之一) 提出有名的『Turing Test』來測試一部機器是否具有智慧，也是判斷機器是否具有智慧最為人熟知的方法。該測試是這樣的：由一個詢問者 (inquisitor) 在看不見對方的情況下，透過終端機 (terminal) 跟一個人和一台電腦交談，詢問者要在交談的過程中，判斷出哪一方是電腦，哪一方是人。如果詢問者無法從交談中分辨出哪一方是電腦，被電腦騙過去了，則電腦就算通過測試，應該被視為有思考能力；相反的，若電腦在交談中，被詢問者辨認出來，則沒有通過測試，不能視為有思考能力。直到 1991 年，熱衷於人工智慧的 Hugh Loebner 博士提供十萬美元給通過 Turing Test 的機器設計者，舉辦名為 Loebner 獎的 Turing Test 比賽，才開始有機器挑戰 Turing Test。

¹⁴ 原始資料：<http://www.btinternet.com/~ian.pearson/> 節錄整理自：<http://iarthome.com/read/htm/tid-3034.html>。

解技術發展趨勢及其潛在影響。在這個時間表裏特別值得注意的是，「類人機器人打敗英格蘭足球隊」遠遠排在「人工智慧實體獲得諾貝爾獎」（2020年）之後，甚至排在「人造大腦」（2040年）之後，被列為所有預測中最遙遠的一項。

人工智慧和人造生命方面

- | | |
|------------|--|
| 2008—2012年 | 課堂上，人工智慧用於輔助教學 |
| 2008—2012年 | 人們交了一些虛擬朋友，但不知道哪些是虛擬朋友 |
| 2008—2012年 | 能察覺主人心情的家庭裝飾 |
| 2008—2012年 | 第一起因與電腦遊戲人物產生虛擬愛情而導致離婚的案例 |
| 2008—2012年 | 癡迷於網路遊戲成為全國性問題 |
| 2011—2015年 | 裝載了個性晶片及所有感覺輸入程式的玩偶 |
| 2011—2015年 | 電腦開始被視為同事而非工具 |
| 2013—2017年 | 人工智慧老師比大多數人類老師的教學效果更好(例如：在標準化考試中，人工智慧老師的學生比人類老師的學生考得好) |
| 2016—2020年 | 人工智慧實體獲得碩士學位 |
| 2016—2020年 | 電子寵物的數量超過生物寵物 |
| 2016—2020年 | 人工智慧實體成為國會議員 |
| 2016—2020年 | 裝有電子器件且連入網路的智慧細菌 |
| 2020年以後 | 人工智慧實體獲得博士學位 |
| 2020年以後 | 人工智慧實體獲得諾貝爾獎 |
| 2020年以後 | 病毒消滅了一半電子寵物 |
| 2230年以後 | 人工智慧實體設立更高的獎項 |
| 2030年以後 | 跟智慧電腦相連的介面取代學習 |
| 2040年以後 | 利用生物工程製造出活的泰迪熊 |
| 2040年以後 | 通過大腦移植把靈長類動物的智力提高到人的水平 |
| 2050年以後 | 類（仿）人機器人打敗英格蘭足球隊 |

生物技術、健康和醫藥方面

- | | |
|------------|------------------------|
| 2008—2012年 | 用於包裹智慧實體和直接用於人體修復的智慧皮膚 |
|------------|------------------------|

- 2008—2012 年 手持腫瘤掃描器
- 2008—2012 年 通過幹細胞治療糖尿病
- 2011—2015 年 把藥物裝在「巴基球」裏隨鐳射到達病灶後釋放出來
- 2011—2015 年 利用個體自己的組織來培育替換器官
- 2011—2015 年 電子刺激大腦作為娛樂性毒品替代品
- 2011—2015 年 利用電子診斷儀自己開處方
- 2013—2017 年 確定 90%疾病的致病基因鏈
- 2012—2017 年 個人病歷中記載著他的染色體組
- 2013—2017 年 發生中風或事故後利用幹細胞恢復大腦功能
- 2020 年以後 基因工程創造出許多動、植物新品種
- 2020 年以後 影響人類行為的基因、化學和生理原因已被搞清楚
- 2020 年以後 功能完備的人造眼
- 2020 年以後 第一屆仿生學奧林匹克運動會
- 2020 年以後 合成免疫系統
- 2030 年以後 人造末梢神經：
- 2030 年以後 通過數位類比懷孕產下「電子嬰兒」（通過在網上交換基因資訊而創造的虛擬後代）
- 2040 年以後 人造大腦

商業和消費方面

- 2040 年以後 裝在瓶中的大腦
- 2008—2012 年 大部分廣告為觀眾量身定做
- 2008—2012 年 虛擬公司和虛擬合作企業成為主流
- 2008—2011 年 出現虛擬現實購物點
- 2011—2015 年 智慧媒介取代紙幣
- 2011—2015 年 無線射頻識別（RFID）代替大部分條碼
- 2013—2017 年 在個人購物裝置上進行反向拍賣（附近的商店投標提供購物單上的商品）
- 2006—2020 年 更多的人使用遠端辦公中心而非在家工作
- 2016—2020 年 遠端辦公中心兼作社區資源
- 2016—2020 年 自動化生產工廠生產所有產品，亞洲失業率上升
- 2030 年以後 發達國家熟練使用電腦的人口比例達到 95%

電腦技術和交流

- 2008—2012 年 網路 60%由移動設備接入
- 2008—2012 年 個人記憶體取代硬碟存儲日常文件（硬碟用於存檔）
- 2008—2012 年 合成聲音質量可達到人類標準
- 2011—2015 年 活性隱形眼鏡介面開始取代虛擬現實的頭盔
- 2013—2017 年 電腦連接生物感官
- 2013—2017 年 細菌超級電腦
- 2016—2020 年 思維識別成爲日常輸入方式
- 2020 年以後 開發出「智慧酸奶」：細菌中的電子線路由細胞組成並連接成高級電腦
- 2030 年以後 三維虛擬顯示取代了大部分的二維顯示技術

環境和資源

- 2006—2010 年 第一批已滅絕物種復原
- 2008—2012 年 環境管理中廣泛應用遙感
- 2008—2012 年 貧窮國家收取生物觀光費
- 2008—2012 年 太陽能發電站（1500 米高）
- 2008—2012 年 效率達到 50%以上的多層太陽能電池
- 2008—2012 年 讓北半球主要城市沐浴在陽光中的太陽能反射衛星
- 2011—2015 年 利用廣大農襯地區生產生物能
- 2011—2015 年 利用細菌+污泥製造能源
- 2011—2015 年 商業性岩漿發電站
- 2013—2017 年 在鹽鹼地上種植更多轉基因作物
- 2013—2017 年 利用「可燃冰」作爲燃料來源
- 2020 年以後 50%的房屋使用小型熱電站
- 2030 年以後 有利於環保的二氧化碳固定技術
- 2030 年以後 引發和控制人工降雨
- 2030 年以後 太空太陽能發電站
- 2040 年以後 英國多達 50%的能源需求由潮汐能提供
- 2040 年以後 將核聚變作爲電力來源

家庭和休閒方面

- 2008—2012 年 數位化浴室鏡子
- 2008—2012 年 各類消費電子產品可聯網
- 2008—2012 年 虛擬窗戶可以讓屋主消除陰雨天的憂鬱心情
- 2008—2012 年 頻繁使用多種網路身份引起人格分裂
- 2008—2012 年 網路社區大幅度減少老年人口的孤獨感
- 2008—2012 年 網路社區的人口達到一億人
- 2008—2012 年 可以數位化地替代或增加你視野中的人
- 2011—2015 年 家庭裝修採用抗噪音技術
- 2011—2015 年 隨居住者情緒變化而變化的主動牆紙
- 2011—2015 年 有敏感元件的智慧洗衣機「知道」要洗的是什麼衣服，從而自動選擇合適的洗滌方式
- 2011—2015 年 起居區域使用虛擬現實環境
- 2011—2015 年 人力被替代導致反技術次文化
- 2020 年以後 觀眾可以選擇電影中每個角色由誰扮演
- 2020 年以後 情感的合成傳遞和轉換（遠端表達愛意或憤怒，或改變接收到的情感）
- 2020 年以後 海灘的庭院展示面板和儀器板
- 2020 年以後 花園中採用抗噪音技術
- 2020 年以後 三維家庭印表機
- 2030 年以後 老年公寓廣泛使用虛擬實境技術
- 2030 年以後 限制性使用家庭基因工程工具箱

機器人技術方面

- 2011—2015 年 機器人舞蹈老師
- 2011—2015 年 照料整理植物和草坪的園藝機器人隊伍
- 2011—2015 年 打掃、清洗和取物的辦公室機器人
- 2013—2017 年 導盲機器人
- 2016—2020 年 類似人類肌肉的傳動裝置
- 2020 年以後 在發達國家機器人比人類多
- 2020 年以後 轉基因技術加上機器人技術創造出有機機器人
- 2030 年以後 微型機械分形建築工具箱
- 2040 年以後 擁有聚合物肌肉和高級人工智慧的機器人

安全、軍事和法律方面

- 2008—2012 年 可以根據授權自己判斷情況開火的自動化開器：
- 2008—2012 年 分解雷區爆炸物的細菌
- 2008—2012 年 採用視頻和音頻探測器追蹤罪犯
- 2011—2015 年 駭客襲擊重要公共事業設施
- 2011—2015 年 大部分武器攻擊敵對設施而非傷害人類
- 2013—2017 年 大部分戰鬥機和轟炸機都可以遠距離飛行
- 2013—2017 年 智慧環境感知技術可以發現輕度犯罪和反社會行爲
- 2016—2020 年 因全球變暖引起的戰爭迫使大量人口從沿海地區遷出
- 2020 年以後 戰場上機器人的數量超過人類
- 2020 年以後 戰爭中使用智慧細菌武器以改變敵人的行爲
- 2020 年以後 在引發自然災害的基礎上發起進攻
- 2030 年以後 利用太陽風反射器引火燒城市
- 2030 年以後 從網路上發送能在機器和人類之間傳播的以奈米技術為基礎的病毒
- 2040 年以後 誘使小行星偏離軌道發動襲擊

太空方面

- 2011—2015 年 開展探測小行星的民間太空之旅以便進行太空採礦
- 2016—2020 年 在月球上開採氦
- 2016—2020 年 清道夫飛船清掃軌道上的太空垃圾
- 2020 年以後 首次載人火星之行
- 2020 年以後 生產、儲存及利用反物質
- 2030 年以後 定期開展載人人星之行
- 2030 年以後 在碳納米管線纜的基礎上製成太空電梯
- 2040 年以後 到小行星採礦
- 2040 年以後 在火星上開採水源
- 2040 年以後 自給自足的火星移民

人與機器的共生世界¹⁵

人類自上個世紀，就已經朝這個方向演進。看看我們身上的人工

¹⁵ 資料來源：<http://consumer.chinatimes.com/EVENT/2006robot/robot-3-1-1.htm>。

關節、義肢、假牙、助聽器、心律調節器、乳房填充物。未來還將包括器官移植、人工心臟、人工耳蝸及視網膜。無論如何，人們運用科技來對自己的身體動手腳，這已是一條不歸路了。大家也愈來愈能接受動手術來改變自己身體。從這樣的趨勢來看，我們將會成為肉身和機器的合併物。我們會有最優秀的機器性能，也會保留如情感、品味等可貴的生物遺產，所以還是會比「純機器人」更先進，人類並不用擔心機器人會接管一切。未來將是人與機器人共生的世界。

機器人關鍵字¹⁶及推薦網站

- 1、**驅動器 (Actuator)**：一種使用電力或液壓、氣壓等能量驅動機器人的能源轉換器。
- 2、**電子動物 (Animatronic)**：能夠像生物一樣，進行動作與發出聲音的電機人形或動物玩偶。
- 3、**人形 (Android)**：在外觀上幾乎與人類一樣的機器人，與人形機器人(humanoid)同意。
- 4、**神經機械學 (Cybernetics)**：由科學家諾伯特·威諾(Norbert Wiener)所合成的字，指「動物與機器控制及溝通的科學」。
- 5、**機器-人類混合體 (Cyborg)**：加裝電子裝置的人類。可經由電子或電機配備加強能力，且擁有一般生物功能的人類。
- 6、**機電學 (Mechatronics)**：日本在一九七〇年代所創的辭，結合機械與電子兩個字，用來指智慧型機器設備。
- 7、**取放機器人 (Pick-and-Place robot)**：一種簡單的機器人，通常只有二或三個自由度。它能藉由點與點之間的移動，將物體由甲地搬運到乙地。
- 8、**機器人 (Robot)**：能執行多種複雜人類行為（如走路與說話）的自動控制機器。
- 9、**感測器 (Sensor)**：一種轉換器，其輸入項為某種物理狀態，而輸出項為對此物理狀態的量化測量。
- 10、**伺服(Servo)**：也稱做伺服馬達。這一種自動控制裝置，其中馬達的驅動訊號是由指令與實際測量位置之間的誤差所控制。

¹⁶ 資料來源：<http://consumer.chinatimes.com/EVENT/2006robot/robot-3-2-1.htm>。

參考網站

- 1、<http://robotics.bu.edu/>波士頓大學機器人學及控制研究¹⁷
- 2、<http://www.gjwtech.com/>北京理工大學機器人研究中心
- 3、<http://www.roboticfan.com/index.asp> 機器人愛好者網站
- 4、<http://www.kepu.com.cn/gb/technology/robot/>中國科普博覽機器
- 5、<http://robotics.caltech.edu/>加州科技研究中心
- 6、<http://mi.eng.cam.ac.uk/milab.html> 劍橋大學機器智能研究室
- 7、<http://hrl.harvard.edu/>哈佛大學機器人研究實驗室¹⁸
- 8、<http://www.playrobot.com/linkweb.htm> 機器人網網相連
- 9、<http://www.liurenping.com/keyan/index.html> 劉任平博士個人網站¹⁹
- 10、<http://ai.stanford.edu/>史丹佛大學人工智慧實驗室²⁰
- 11、<http://www.frc.ri.cmu.edu/~hpm/> Hans Moravec²¹ 《機器人：由機器邁向超越人類心智之路》作者個人網站

科茲威爾(Raymond Kurzweil)與科技未來

¹⁷ 其研究領域主要有：溝通行動機器人學(Communicating mobile robotics)、接觸式感測(Contact sensing)、結構動力學(Structural dynamics)、流體控制(Control of Fluids)、摩擦模型(Friction modeling)、網路化控制系統(Networked Control Systems)、感應式顯示器(Tactile display)、機械系統控制(Control of Mechanical Systems)。

¹⁸ 其研究主題包括：類比運算 (Analog Computation)、動力系統編排 (Choreography of Dynamical Systems)、量子系統控制 (Control of Quantum Systems)、脈衝碼型產生器 (Pattern Generation)、機器人操控系統 (Robotic Manipulation)、系統辨識 (System Identification)。

¹⁹ 其研究偏重在機器人的開發應用，成果包括：網路機器人教學平臺、ROBOCUP 小型組足球機器人、ROBOCUP 中型組足球機器人、SUNNY618 教育機器人、清潔教育機器人教育平臺、互動式智慧昆蟲教育平臺、多種智慧型機器人控制器、智慧感應開關...等。

²⁰ 隸屬於電腦科學系，研究內容包羅萬象：生物資訊學(bio-informatics)、認知研究(cognition)、計算幾何學(computational geometry)、電腦視覺(computer vision)、決策理論(decision theory)、分散式系統(distributed systems)、博奕理論(game theory)、影像處理資訊處理(image processing, information retrieval)、知識系統(knowledge systems)、邏輯運算(logic)、機器學習(machine learning)、多重代理系統(multi-agent systems)、自然語言(natural language)、類神經網絡(neural networks)、規劃(planning)、機率性推論(probabilistic inference)、感測器網絡(sensor networks)、機器人學。

²¹ 個人介紹可參考維基百科：http://en.wikipedia.org/wiki/Hans_Moravec



<http://www.kurzweiltech.com/raycv.html>

(有 Kurzweil 個人相當豐富的介紹資料)

出生日期：生於 1948 年 2 月 12 日

聯絡方式：Kurzweil Technologies, Inc.

PMB 193 733 Turnpike Street North Andover, MA 01845

E-mail: raymond@kurzweiltech.com

Web: www.KurzweilTech.com & www.KurzweilAI.net

最高學歷：

1970 美國 MIT 電腦科學及文學學士 (B.S., Computer Science and Literature, Massachusetts Institute of Technology)

Honorary Degrees

1982--2005 年間共獲頒至少 12 個科技工程領域與人類語言相關的榮譽博士學位。

創業經歷：

2003 Ray & Terry's Longevity Products Inc. 長壽保健營養品 (nutraceutical) 公司共同創辦人暨董事長兼共同執行長。

2001 www.KurzweilAI.net 科技新知網路公司創辦人暨執行長兼總編輯。

2000 Kurzweil 數位藝術科技公司 (Kurzweil Cyber Art Technologies, Inc., KCAT) 創辦人暨董事長兼執行長。代表產品：AARON(神經網絡藝術家)、Ray Kurzweil's 神經網絡詩人(Cybernetic Poet)

1999 FAT KAT, Inc. 智慧系統財務加速交易公司創辦人暨董事長兼執行長。代表產品：The KurzweilAI.net 網站及電子報。

- 1997 家庭醫學虛擬互動學習公司 (Medical Learning Company, Inc., MLC) 創辦人暨董事長兼執行長。
- 1996 Kurzweil 教育輔助學習軟體系統公司 (Kurzweil Educational Systems, Inc., KESI) 創辦人暨前執行長。代表產品：Kurzweil 3000 閱讀系統(閱讀障礙者專用)、Kurzweil 1000 閱讀系統(盲人專用)
- 1995 Kurzweil 軟體開發科技公司(Kurzweil Technologies, Inc., KTI) 創辦人暨董事長兼執行長。
- 1982 Kurzweil 應用智能語言辨識公司(Kurzweil Applied Intelligence, Inc., KAI)創辦人暨前執行長。
- 1982 Kurzweil 音樂系統公司 (Kurzweil Music Systems, Inc) 創辦人暨前執行長。該公司於 1990 年賣給 Young Chang Akki Co., Ltd. (現為 Young Chang Akki Co., Ltd.所屬的一個部門)。代表產品：Kurzweil 自製產品：Mark 5, 10, 150, Micro Piano 以及其他。Kurzweil 專業產品：K2000, K2500, PC88 以及其他。
- 1974 Kurzweil 電腦光學辨識產品公司 (Kurzweil Computer Products, Inc.) 創辦人暨前執行長。該公司於 1980 年賣給 Xerox Corporation (現改為全錄影像系統 Xerox Imaging Systems) 代表產品：**TextBridge** (拆開即可用的光學文字辨識產品)

領先科技：

- 2001 首創「男女當家」(host / hostess) 網路模擬真人化身 (Avatar)，具有動態影像及對話功能。
- 2001 首創虛擬表演及紀錄藝術家「Ramona」現場樂團表演。
- 1997 首創「印刷—口說」閱讀系統 (Print-to-Speech Reading System) 提供閱讀障礙人士使用 (Kurzweil 3000)。
- 1997 首創連續口說自然語言命令暨控制軟體 (Kurzweil Voice Commands)。
- 1994 首創 Windows 專用的語言辨識聽寫系統 (Kurzweil Voice for Windows)。
- 1987 首創商業市場導向的大量字彙口說辨識產品 (Kurzweil Voice Report)。

- 1985 首創醫學報告自動編輯之知識基礎系統(Kurzweil VoiceMED)。
- 1984 首創可精確重製演奏鋼琴及樂團樂器的電腦音樂鍵盤 (Kurzweil 250)。
- 1976 首創全功能光學字型辨識器 (Omni-Font)，現改稱為 Xerox TextBridge。
- 1976 首創盲人「印刷一口說」閱讀器 (Kurzweil Reading Machine) 至今仍被譽為世界第一部成功結合人工智慧的客戶產品。
- 1975 首創電荷耦元件平台式掃描器 (CCD Flatbed Scanner)。
- 1975 首創「純文字一口說」語音合成。
- 1967 首創大專挑選用的電腦基礎專家系統 (SELECT)，已賣給紐約的 Harcourt Brace Jovanovich。
- 1964 開發音樂作曲用的電腦基礎專家系統，贏得七項國家獎項，包括電子與溝通類的國際科展第一名，由強森總統親自頒獎，被認為是美國最有貢獻的年輕科學家。
- 1964 首創電腦化四項變方分析(Four-Way Analysis of Variance)統計程式。

代表著作：

- 2005 《奇異點即將來臨：當人類超越生物學限制》(*The Singularity is Near, When Humans Transcend Biology*)
- 2004 《奇幻旅程：活得夠久以求永生》(*Fantastic Voyage: Live Long Enough to Live Forever*) 與 Terry Grossman 合著。
- 2002 《我們是心靈機器嗎？對電腦人工智慧批評的回應》(*Are We Spiritual Machines, Ray Kurzweil vs the Critics of Strong A.I.*)
- 1999 《心靈機器時代》(*The Age of Spiritual Machines, When Computers Exceed Human Intelligence*)
- 1994 《解決健康難題的十分之一妙方》(*The 10% Solution for a Healthy Life*)
- 1990 《智能機器時代》(*The Age of Intelligent Machines*)
- 1991-1993 「未來預測」(“The Futurecast”)於《圖書館月刊》(*Library Journal*) 發表的專欄作品

「**KurzweilAI.net**」：一個高科技資訊的領先網站，提供每天 500 篇的

文章以及每天發刊的電子報。

專利清單：

- U.S. 6,754,823 分布軟體技術 (Technique for distributing software)
- U.S. 6,747,672 虛擬病患熱點探測 (Virtual patient hot spots)
- U.S. 6,692,258 病患模擬器 (Patient simulator)
- U.S. 6,647,395 詩人產生器 (Poet personalities)
- U.S. 6,587,583 含文字、圖表及顏色內容的影像文件壓縮/解壓縮運算 (Compression / decompression algorithm for image documents having text, graphical and color content)
- U.S. 6,320,982 含文字、圖表及顏色的影像文件壓縮/解壓縮運算
- U.S. 6,246,791 含文字、圖表及顏色的影像文件壓縮/解壓縮運算
- U.S. 6,199,042 閱讀系統
- U.S. 6,173,264 以雙重加亮呈現掃描影像閱讀系統 (Reading system displaying scanned images with dual highlighting)
- U.S. 6,125,347 口語輸入的多重使用者應用軟體系統 (System for controlling multiple user application programs by spoken input)
- U.S. 6,052,663 文件之影像呈現發聲閱讀系統 (Reading system which reads aloud from an image representation of a document)
- U.S. 6,033,224 有字典盲人之閱讀器系統 (Reading machine system for the blind having a dictionary)
- U.S. 6,014,464 含文字、圖表及顏色的影像文件壓縮/解壓縮運算
- U.S. 5,875,428 以雙重加亮呈現掃描影像閱讀系統

Kurzweil 小傳 (含思想介紹)：

Raymond Kurzweil 是光學文字辨識 (OCR)、「純文字-口說」語音合成、語言辨識科技以及鍵盤工具等領域的先鋒者。他的著作大多與健康、人工智慧、超人類 (transhuman) 以及科技奇異點 (technological singularity) 等主題有關。其作品通常被歸類在「未來學」(futurology) 的領域。

Kurzweil 生長於紐約皇后區 (Queens)，他年輕時便是一位科幻文學的愛好者。不到十二歲他就設計了他的第一個電子計算機裝置。沒多久，他即上 BBS 電台的「我有秘密要說」(I've Got a Secret) 節目並用他建置的電子計算機裝置演奏鋼琴。1986 年他賣掉自己創立的一間公司並通過了大學同等學歷的測驗，然後於 1970 年獲得 MIT 的電腦科學及文學學士。

Kurzweil 是全功能光學字型辨識系統的主要推動者，是第一台盲人「印刷-口說」閱讀系統的發明者，是電荷耦元件平台式掃描器的首創者，是「純文字-口說」語音合成、可精確重製演奏鋼琴及樂團樂器的電腦音樂鍵盤以及商業市場導向的大量字彙口說辨識系統的第一人。他在光學文字辨識、音樂合成、語言辨識、閱讀科技、虛擬實境、財務投資、醫學模擬、虛擬藝術等範疇，成立了九項生意。

Kurzweil 於 2002 年被登入由美國專利商標局 (United States Patent and Trademark Office) 所設立美國發明家名人堂 (National Inventors Hall of Fame)，還獲得了由 Lemelson-MIT Prize 所頒發的 50 萬美金的最高數額的發明創造獎。早在 1999 年，他就榮獲國家科技獎章 (National Medal of Technology) 的最高科技榮譽。他獲得至少 12 個榮譽博士學位並獲得 3 位總統的頒發榮耀。

Kurzweil 的音樂鍵盤公司「Kurzweil 音樂系統公司」生產最純熟精確實際使用（也是高價位的）合成音樂創造演奏器。1990 年代早期，他將該公司賣給了韓國製造商 Young Chang，現在已經無參與該公司的任何事務。

Kurzweil 也利用虛擬實境的科技創造了一個第二自我 (alter ego) 的 25 歲女搖滾明星「Romona」²²。這個計畫也啟發了電影「虛擬偶像」(S1m0ne) 的拍攝靈感。

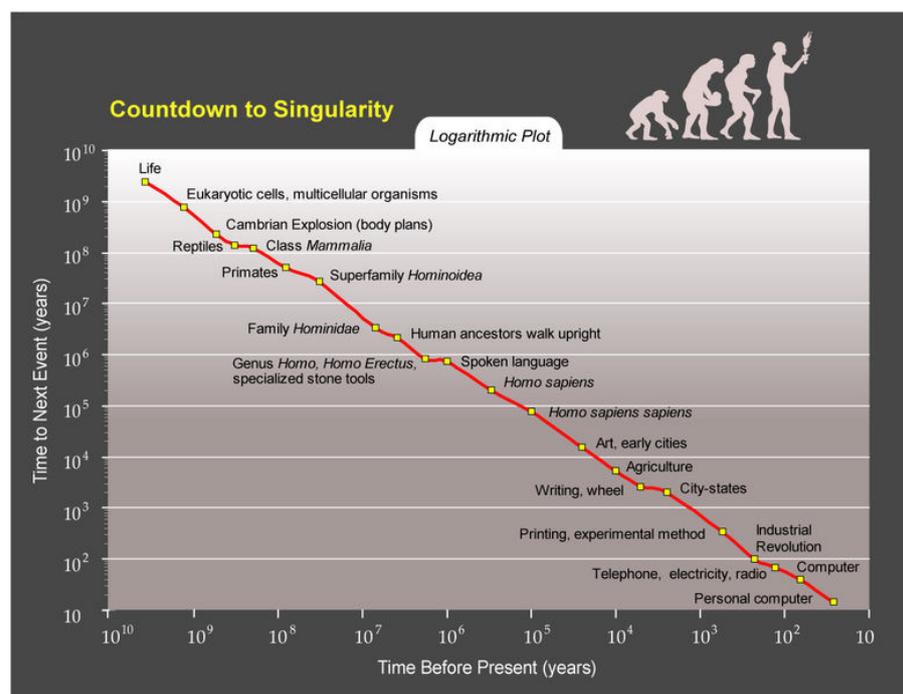
²² 「Romona」擁有 LifeFX 公司製造的 3D 立體人頭，對話科技方面則由 eGain 公司研發的人工智慧和對話引擎來提供。當你輸入一個問題時，eGain 公司的對話引擎就能自動產生一句回答。接下來，這句回答將被轉換為聲音，LifeFX 公司出品的臉蛋就會做出對應的動作與表情。目前拉夢娜發出的聲音要逼近真人真聲還有一段距離。怎麼聽，它都比較像是 1950 年代科幻電影裡的機器人在說話。不過她臉上的表情動作卻是相當出色的。LifeFX 的副董事長兼首

2005 年，微軟總裁比爾蓋茲（Bill Gates）譽稱 Ray Kurzweil 是「人工智慧未來的最佳預測家」。Kurzweil 與國家盲人聯盟（National Federation of the Blind）合作，許多該聯盟的會員都使用他的產品。2005 年 Kurzweil 在國家盲人聯盟會議發表演說並獲贈特別獎項，他是少數獲得該榮耀的「明眼」（sighted）人。

在他 2001 年的一篇文章〈加速回報定律〉（'The Law of Accelerating Returns'）Ray Kurzweil 提出了普遍化的「摩爾定律」（Moore's law）作為許多人對於「科技奇異點」（Technological Singularity）²³的基本信念。「摩爾定律」是以指數遞增的模式來描述積體電路的成長趨勢。Kurzweil 延伸該定律從積體電路擴大應用到電腦的未來發展。現在 1000 美元可以買到每秒計算 10⁹ 次的電腦，到了世紀末，這將增加到 10⁴² 次。據 **Kurzweil**，這相當於比全部人類頭腦加起來還快 10¹⁶ 倍。他宣稱每當科技發展將遇到某個瓶頸，便會有新的科技被發明用來排解困境。他預測這樣的典範轉移將隨著時間的前進而成為普世原則。他相信「摩爾定律」的指數遞增模式將超越積體電路的應用而擴大到科技「奇異點」的來臨，他解釋說：「科技的改變是如此的迅速及深遠以致於和人類的歷史結構產生斷裂」。

席執行長（CEO）Lucie Salhany 說道：「這不僅是模仿嘴唇翻動而已，我們還必須模擬臉部肌肉結構的牽動，務必讓表情看來自然。」相對於 eGain 的對話引擎必須等你輸入問題再產生對話，LifeFX 出品的臉蛋卻可與事先錄製好的對話搭配，所以臉部表情跟說話搭配起來自然流暢多了。資料來源：<http://taiwan.cnet.com/enterprise/technology/0,2000062852,20002709,00.htm>。

²³ 「奇異點」（Singularity）是借用黑洞的學說來比喻電腦的譬喻。Kurzweil 認為：由於「奇異點」是暗喻而內隱的說法，用來指涉未來的人類歷史並不在於「無窮盡」（infinity）而像是圍繞在黑洞周圍的「事件視界」，（event horizon），亦即物質一旦進入黑洞，它將永遠消失；所謂的「事件視界」就標示著這個消逝點。（可參考〈黑洞是個大電腦〉，《科學人》34 期，第 42 頁，資料來源：http://udndata.com/sc/story_c1.html）密度在「事件視界」並不是無限大的，它的體積僅僅只能讓我們勉強從外圍看到它的消逝。但畢竟不是毫無可能性。因此，當我們用有限的智能來推論「事件視界」內部的可能的生命，或許是有所阻礙的，但並非不可能。同樣地，我們也可以有意義地陳述歷史奇異點之後的世界，儘管目前我們還看不到「事件視界」的整個質變情況。Kurzweil 也特別澄清他借用「摩爾定律」（Moore's law）的指數遞增來說明電腦科技的快速發展也不是著眼在爆炸性或質變而是一種穩定的量變和典範轉移。詳細討論可參照：'Response to "The Singularity Is Always Near".' <http://www.kurzweilai.net/meme/frame.html?main=memelist.html?m=1%23664>



Kurzweil 用來預測「加速回報定律」的對數表

Kurzweil 寫到：

「科技史的分析呈現了科技朝著指數遞增的模式發展，有違於我們一般直覺式的線性觀點。因此，我們將不會經歷所謂一百年的 21 世紀，反而比較像是經歷了兩萬年的突飛猛進（以今日的速率推算）。所謂的『回返』（return），例如晶片速度和成本效益，同樣也是以指數增加。甚至連「指數成長」本身都是以指數成長率在遞增的。在未來的十幾年內，機器智能將超越人類智能而產生所謂的「奇異點」，亦即科技的改變是如此的迅速及深遠以致於和人類的歷史結構產生斷裂。這其中暗示著生物與非生物智能的合併、以不朽軟體為基礎的人類以及以光速朝向宇宙擴展的超高智能程度。」

然而唐慧文在〈評論：IT 未來的下一個未來〉²⁴文中指出：

Kurzweil 的理論其實站不住腳，因為我們常把過去視為很原始，是因為自己未處在那個年代，感受不到那時候受到的震撼。……事實上，科技進步不是一直呈直線進行，而是呈波浪起伏狀。……社會適應科技變革的步調也會隨時間改變。未來派人士也許說對了，科技或許正在加速進步，但其帶來的衝擊未必像從前那麼

²⁴ 轉引自：<http://taiwan.cnet.com/news/special/0,2000064597,20097084,00.htm>。

強。……進步的車輪無疑會繼續滾動，只是恐怕不會產生像古代人發明車輪那般，帶來從無到有的震撼力。

Kurzweil 也是提倡使用科技達成永生不朽的熱心推廣者。他贊成使用奈米機器人（nanobots）來維護人類身體，但是就算這些機器人現在並不存在，他還是堅持每天嚴格地攝取 250 種的補充物、8 到 10 杯的鹼水和 10 杯的綠茶。²⁵

關於人工智慧和奈米機器人，Kurzweil 曾發表道²⁶：

早在電子商務和無線電通信領域出現盛衰周期前的 20 年，人工智慧也曾有過類似的現象。20 世紀 80 年代，大批人工智慧公司倒閉，所謂的人工智慧之冬令許多人都認為這便是故事的結局。但是有的時候，盛衰迴圈卻預示著真正意義上的革命，人工智慧亦是如此。

人工智慧已經滲入到了經濟的每個領域。我認為「狹義」的人工智慧是指：在某些方面相當於或者超過人類智慧的機器智慧。每當你發出電子郵件或者撥打移動電話時，智慧演算法就會按相應的路徑發送這些資訊。人工智慧程式可以診斷心臟疾病、引導飛機起降、操縱自動化武器、為價值上萬億美元的基金進行自動投資決策並且管理工業生產過程等。

我認為「廣義」的人工智慧是指具有全部人類智慧的機器智慧。到本世紀 20 年代，奈米科技就會帶來無數分子級的微型機器。深受歡迎的廣義人工智慧的應用程式以及奈米技術的發展，造就了血細胞大小的機器人——奈米機器人。到時候將有數十億的奈米機器人暢遊在我們的血管中，通過當地無線網路進行交流、同時在互聯網上交換資訊和軟體。它們將摧毀病原體和癌症細胞、消除碎片、糾正 DNA 錯誤資訊從而保持我們的健康，或者逆轉病變以及人體老化過程。

2004 年 12 月，Kurzweil 加入了「人工智能奇異點研究學會」（Singularity Institute for Artificial Intelligence）的顧問委員會。

²⁵ 參考 http://www.wired.com/news/medtech/0,1286,66585,00.html?tw=wn_tophead_3

²⁶ 轉引自：<http://www.forbeschina.com/index.asp?INCName=MDArticleContent&TopicTypeID=46&ArticleID=1259>。

這幾年 Kurzweil 的主要工作就是聚合一批天才研究者，為實現數年後與人腦思維能力相媲美的神經網路電腦而加倍工作。按照 Kurzweil 的預計，2012 年以後，充分類比人的大腦不再是好萊塢的科學幻想，量子化晶片不僅僅是大腦的幾千億個神經元，而且包括它的幾萬億個突觸，或稱之為互連接，這種密集的互連迷宮是實現智慧所必需的。而 2020 年可能會真正出現硬體大腦。

Kurzweil 在 1999 年 8 月 3 日在《商業周刊》(*Business Week*) 發表談話時點出未來電腦發展將朝向三個方面繼續研究推進²⁷：(一) 3D 晶片架構；(二) 分子晶體管(有機聚合物)；(三) 混合生物電腦：他指出說：1、矽迴路成對神經元，可反射人類的思考；2、喬治亞理工學院等機構正在研究；3、十年內不可能用於商業用途。「到 2019 年左右，一台 1000 美元的電腦將具有如同人類大腦一樣的計算能力...它有一億條神經和一兆種連接...」...「到 2030 年，一台 1000 美元的電腦系統將具有 1000 個人類大腦能量。到 2050 年，則相當於十億個人類大腦。」Kurzweil 說，以後它們將急速上升超過人腦的「濕體」(wetware)。10 億個人類大腦的處理能力將很快被塞進 1 立方英寸的量子電路。人工大腦的尺寸將不受人類顱骨的約束。它們可以像卡車那樣大。ATR 的 Garis 甚至預見 到人造衛星那樣大的大腦。

批評的意見認為，在我們知道如何用軟體模擬大腦以前，無論計算機有多大，都不可能有智能。英國 Sussesc 大學的數學家和機器人學家 Inman Harvey 反駁說：「不是這樣的，經過模擬的發展進化，創造出人工大腦而並不真正了解它如何工作是可能的。」換句話說，它們能像人類大腦一樣發展它們自己內部的程序設計。

這些超級大腦將改變一切。以前棘手的科學、工程和醫藥問題都將迎刃而解。Kurzweil 預測 2025 年以後機器人將取代之工廠和農場裏的人，它們將向所有的人提供基本的人力需要。轎車、飛機和火車都將自己駕駛，而高速公路上的災難將在 2030 年絕迹。

到下個世紀中期，甚至人的生命本身的性質也將改變。神經植入物將擴展人類的知識和思維能力——並將開始向綜合的人機關係過

²⁷ 轉引自：http://mychannel.pchome.com.tw/channel/class/show_preview.php3/?d=2001-05-28&enname=asian888&t=.htm&fn=main&view=1。

渡，這種新關係將逐漸不需要生物體。大群的微小機器人將占據大腦的感覺區並建立虛擬現實模擬，它與真正的現實是不可能區分的。與家庭和朋友溝通不需要你本人到場。到富士山或羅浮宮去旅行將變得毫無意義，因為你的身體能夠做到或感受到的東西通過大腦內部仿真都可以提供。

因而，Kurzweil 認為到 2099 年只有很少一部分人還保留著生物軀體。大多數人將把他的腦子轉變為電子電路——其結果是達到永生。可從他在《心靈機器時代》所描繪的片段窺見一斑：「目前，矽晶片植入人腦，已經可以治療帕金森症等疾病。...人與機器之混成體，勢必出現，並有超級的智力。...三十年之內，電腦可以與人腦連線。...人腦可以完全「下載」(download)到電腦裡。...人將是軟體，而非硬體。祇要做好備份(backup)，就可以永生。...電子合成的「性高潮」，將更強烈而愉快。...人與機器將沒有清楚之分別。」²⁸

Kurzweil 堅信終有一天會出現機器智慧挑戰人類智慧的「奇異點」，而 Google 則是朝向了累積這種智慧的方向，最終能夠保存人類的思維，把每個人的大腦在生命結束前轉換為數位存儲，那時候是「上帝造人」還是「人造上帝」自然就模糊了。

Kurzweil 和 Terry Grossman 在 2004 年出版的《奇幻旅程：活得夠久以求永生》一書中指出：「科技進步的速率每 10 年就倍增，某些資訊科技的效能（價格表現、容量、速度）更是每年倍增。因為這種指數式成長，以今天的進步速率來看，21 世紀的進步將相當於過去兩萬年。」他們說，2025 年以前，「非生物智慧將會達到人類智慧的水準，」然後「超越人類，因為以資訊為基礎的科技持續加速成長，而且機器還能夠即時分享它們的能力和知識。」設計藥物和遺傳工程等生物技術將遏止老化；奈米科技，例如奈米機器人，將修理和取代細胞、組織和器官（包括腦），逆轉老化的過程，讓我們永生不死。

²⁸ 轉引自：<http://www.phy.ncu.edu.tw/dcc/History/r1BrainComputer.htm>。

要等待這世俗的「救主再臨」（他們計算的結果是 2030 年），你需要「科茲威爾和葛羅斯曼長壽方案」，它包括每天 250 種補給品以及每週靜脈注射「營養劑」。……

從以下的報導介紹可看出 Kurzweil 的養生觀點²⁹：

飯前，Ray Kurzweil 吃了一顆藥丸。他說：「這是一粒澱粉阻斷劑，是我每天要吃的 250 種添加劑之一。」他的就餐地點是曼哈頓的素食主義者餐館，這裏的食物大多是甘藍菜、海菜、豆腐、蒸椰菜和豆芽，遇到含澱粉食物的可能性很小。Kurzweil 是一個有名的發明家和電腦科學家，他對於食物可是非常挑剔的。

他的長壽食物療法不是像一般人那樣喝茶（Kurzweil 建議綠茶最好，因為它富含可以預防心臟病和癌症的抗氧化劑）。大多數人也會對他的觀點很不屑——他和丹佛市一個長壽診所的創建者 Terry Grossman 醫生合寫了一本書，其中心思想是隨著醫學、生物技術和納米技術的發展，人們正在打開永生不死的大門。Kurzweil 已經 56 歲了，臉上卻沒有幾條皺紋，他說：「我在書中說的是認真的，我認為死亡是悲劇，變老是悲劇。我們講述的是如何超越我們的極限。」他說，人類生物學的研究與他擅長的計算科學的交叉越來越緊密，Kurzweil 指出，有一種觀點認為生物學是一種計算科學，而醫學和遺傳學也正朝著這個方向發展。

DNA 中的化學單位用字母 A、G、C 和 T 表示，它們就像電腦代碼那樣進行組合和再結合。他說：「基因是連續的程式，是生命的軟體，我們正在學習如何操縱這些在我們體內的程式。就自己而言，我確信我正在做的是改寫我的生物化學程式。」他的新書從一個側面反映了 Kurzweil 對人類和電腦之間聯繫的癡迷。作為一個發明家，Kurzweil 成功的部分原因正是去關注常人忽視的東西，追逐看似極端的思想。

他對技術充滿信心，他說技術「是以另外一種方式在持續進化」，比如現在計算能力的極限很快就會變得幾乎無限。Kurzweil 堅信，隨

²⁹ 轉引自：<http://www.bioon.com/biology/news/200412/86669.html>。〈美國發明家研究長壽之法〉。

著知識和技術的進步，死亡最終可以避免。

……Kurzweil 預言，到 21 世紀 20 年代末，人工智慧和奈米技術（可以在細胞水平上對人體進行改造的技術）將取得極大發展，屆時人們可以隨心所欲的改造他們的身體。他認為，15 到 20 年後，人類在基因方面會取得很大進展，可以使用生物療法治療疾病和預防老化。但是，作者說，年長的人中，只有很少一些人能活到那個時候。

不過，最好的事情莫過於可以重新改造一個人的身體，讓他更健康的生活，這樣就有機會活到奈米取得突破性進展的時候。

Kurzweil 對健康和老化的思考有個人經歷的因素。他的祖父、父親都是得心臟病去世的，Kurzweil 有兩個孩子，他在 35 那年被診斷有糖尿病。很明顯，他的遺傳很糟糕。

Kurzweil 對胰島素的反應很差，服用後他的體重一直在增加。所以他潛心研究糖尿病文獻，停止使用胰島素，設計了自己的節食計劃，並堅持鍛煉身體，服用一些營養增補劑。他減掉了 40 磅，把血糖和膽固醇含量降到了健康的水平。

這些都寫進了他早期的書中，該書叫《解決健康難題的十分之一妙方：如何消除心臟病和癌症的危險》，書中稱一頓含有脂肪的飲食所含熱量只占每日消耗的 10%，遠不到公共衛生標準推薦的 30%。Kurzweil 的研究很快擴展到了老化和長壽領域，他從那時起就一直從事這方面的工作，其間不斷諮詢醫生和科學家。

他定期對自己的血液、新陳代謝和健康狀況進行檢查，結果很讓人振奮。對高頻聽力、記憶力和肺活量的測試表明，他的生物學年齡大約為 40 歲。他說：「在某種意義上，我把自己當作一個實驗室。」。

Kurzweil 的發明主要圍繞利用人工智慧技術教電腦識別圖案，對於人類來說這要容易得多。他的發明包括一種早期的光學字元識別程式；為盲人設計的文本話音合成器；第一個商用的語音識別系統，它可處理很多字；還有一個跟歌唱家、作曲家 Stevie Wonder 合作的專案：一種複雜的基於電腦的樂器。

在人工智慧領域，他在實用性研究方面取得的成就比在理論方面更多。人工智慧領域的領導者之一，卡內基梅隆大學的計算科學教授 Raj Reddy 說：「Ray Kurzweil 在判定問題方面有獨到之處，他可以找到有效的方式來研究問題，並確實地解決了問題。他的工作是在高水準研究的指導下進行的，他平時的積累很豐富。」這些積累都寫進了《奇幻旅程：活得夠久以求永生》一書中，這本書有 452 頁，加了 900 多條註腳。每個推薦都有相關的研究原理，全書引用了大約 2,000 處科學文獻。該書的合作者 Grossman 醫生說：「我們從這樣一個觀點開始：醫學文獻告訴我們什麼？我們在書中所說的每句話都有根據。」在書中，作者沒有給出任何可以保證健康長壽的秘方。Kurzweil 說：「這是一件複雜的事情，這也是為什麼要用一整本書來寫它。」作者提倡所吃要少於所需，食物要含有非常少的碳水化合物和脂肪，富含蔬菜和少量的奶製品。每天要進行有氧運動。作者還堅信維生素 A、C 和 E 等抗氧化劑的健康價值很高，它們可以減緩釋放自由基的氧化過程。而自由基會損害細胞、增加疾病的風險和衰老的速度。

傳統的醫療主要是治療疾病。但是隨著人們越來越清楚地認識到，心臟病和癌症之類的疾病受飲食和生活方式的影響很大，疾病預防日漸成爲醫學研究和實踐的主題。

哈佛大學醫學院的助理教授 Joseph Zibrak 醫生說：「人們從許多方面認識到相同的道理。Kurzweil 和 Grossman 書中內容背後的科學道理正日漸流行。」可是，Kurzweil 不只是對健康飲食和多鍛煉等內容老生常談。在他激進的人體改造中，沒有適可而止這個詞。比如，Kurzweil 和 Grossman 醫生提倡攝入大量的維生素和礦物，讓你的身體挑選它需要的——一些專家說這種方法很極端，可能有危險。

伊利諾斯大學公共衛生學院的教授 S. Jay Olshansky 說：「在進行恰當的評估之前，他們就過早地接受這些不充分的證據，購買了大量的維生素。」Olshansky 指出，根據 Johns Hopkins 大學的一位元流行病學家最近的研究成果，攝入高劑量的維生素 E 可能會稍微增加提前死亡的危險。Olshansky 說：「大劑量可能引起突變；它可能會

生一些問題，如果你採納 Ray 和 Terry 的建議，可能會死的早一些。Kurzweil 是在讓人們做豚鼠。」 Kurzweil 和 Grossman 醫生說他們的思想超越了這本書本身，形成了自己的市場。他們已經開始經營一項出售添加劑藥丸的副業，叫做「Ray & Terry 's Total Daily Care」，這是 Kurzweil 的維生素和營養計劃的簡化版本。對於 50 歲以上的人，他們推薦每天服用 6 片藥，費用是 1.25 美元。較年輕的人每天服用的要較少一些。

但是，Kurzweil 正在實施進一步的計劃。他堅持每天 250 種補給品的養生法，但是他將根據研究對日常事務進行調整。在這項研究中，Kurzweil 既是科學家又是實驗室。他說：「我試著從一個發明家的角度去處理這個問題，我處理問題的方法是：不斷地測量、測試，尋找最好的思想。」

科茲威爾是一個很傑出且富創意的人，他是第一個光學文字辨識系統和 CCD 平台式掃描器的發明者、第一台配有文字轉語音合成器的盲人閱讀器的創造者，又是 1999 年美國國家技術獎得獎人，並且入選美國國家發明家名人堂。他的著作《智慧機器時代》和《心靈機器時代》，在人工智慧的領域影響重大。因此，當科茲威爾說話，人們就會聽。不過，薛莫（Michael Shermer）³⁰認為在科茲威爾的研究中，有三個範圍會讓他不敢苟同。

一，他懷疑營養補給品是否真的有效。當薛莫在 1980 年代參加腳踏車比賽時，他服用了一個週期的大劑量維生素和礦物質，但他的表現並沒有顯著變好，不過讓他的尿液變黃而已。這些營養品宣稱效果顯著，但它的科學卻薄弱得很。這個領域充滿著一時流行的「風尚」，而且就算把他們宣稱的東西換做健康長壽的「仙丹」，也不表示更好。營養科學說，實際上並不是越多越好，而是透過均衡飲食才能得到一切我們所需的維生素和礦物質。這些飲食幫助我們活得更久，但是沒有人能夠活超過 120 歲這個人類壽命的最大極限。

³⁰ 轉引自：<http://www.sciam.com.tw/circus/circusshow.asp?FDocNo=724&CL=23>。
〈營養品、生物技術和奈米科技，能不能讓我們永生不死？〉《科學人》2005 年 8 月號

二，他質疑 Kurzweil 推斷的趨勢線在未來還遙遠得很，人類歷史的發展是高度非線性和無法預測的。再者，創造人工智慧和停止老化的問題比任何人預期的還要難。人性化的機器智慧也許能在一個世紀後出現，而長生不死起碼是一千年以後的事了，如果它不是最終不可得的話。

三，只要有人聲稱在他們有生之年要發生大事情，就值得懷疑。福音派教徒總是宣稱「救主再臨」將發生在他們身上，從不說在他們下一代才會發生（或是當其他人獲得救贖時他們卻被「遺漏」）。同樣，世俗的末世論者通常預測文明會在他們有生之年滅亡（但他們將是少數幸存者）。宗教和世俗烏托邦的預言者，總是把自己算進極少數「上帝選民」的一員。希望長存。

Kurzweil 預測 21 世紀人類將有三個科技革命³¹。第一個就是現在剛開始的基因學革命(Genetics revolution)。現在基因學已經有能力改造生物基因，而且近年發現的 RNA 干擾(RNA interference) 技術允許專家任意控制基因的表達程度。科志維認為在不久的將來，人類將能利用這些科技來製造新的器官以替代衰歇竭了的器官從而延長人的生命。除此，藥物的療效將隨著人類對疾病過程的分子程度的剖析而日益精確。

第二個革命將是在 2020 年達到成熟階段的奈米科技革命 (Nanotechnology revolution) 納米科技發展迅速，最近的突破就有紐約大學研究員所製造的奈米機器人，這種機器人能利用僅有 10 奈米長腳來行走。Kurzweil 預測納米科技將讓我們超越人類的生物極限，把我們從「人類版本 1」更新到「人類版本 2」。那時，我們體內將充滿奈米機器人以取代原有器官的功能，幫助我們消滅病菌、改正 DNA 突變、提供營養甚至反轉老化過程。這些科技初步落實的例子就有植入一些病人大腦的晶片。

但 Kurzweil 認為第三個革命，也就是機器革命 (Robotics revolution) 或人工智能革命，將為人類帶來最終的徹底轉變。現在我

³¹ 轉引自：<http://www.epochtimes.com.hk/5/10/21/10554.htm>。

們生活已經少不了電腦，一些人工智能程序比人更能勝任如醫學診斷、商業投資決定等任務。Kurzweil 預測，再過一段時間，奈米科技和人工智能科技的進步將讓我們利用腦裏的晶片直接跟別人通過網絡溝通或獲取大量的知識。Kurzweil 相信，那時人工智能的容量會不斷增加，到了 2040 年左右，人工智能將比人腦智能快 10 億倍并將成爲人類大腦的主導。人工智能將能接觸自己的設計，並不斷的改進自己。

當別人問到經過如此機器化徹底改變後的人還能算是人嗎？Kurzweil 說唯有不斷能挑戰並超越自己極限的物種才稱得上人類，許多信仰宗教的科學家對此持不同意見。他們擔憂目前人類科學發展的危險趨勢，但他們相信，造物主對未來自會有安排。

延伸閱讀：

www.kurzweiltech.com/

Kurzweil 軟體開發科技公司，該公司提供科技諮詢的服務。

<http://www.kurzweilai.net/meme/frame.html?m=10>

Kurzweil 發表的文章和專書介紹。

http://en.wikipedia.org/wiki/Ray_Kurzweil

免費的線上百科全書，可自己編輯所要的內容。每個關鍵字或詞條都可以連結閱讀，資料相當豐富。

<http://www.kurzweilcyberart.com/>

Kurzweil 數位藝術科技公司。介紹由 AARON(神經網絡藝術家)所繪畫的作品，提供試用版下載。

<http://www.kurzweilai.net/>

一個高科技資訊的領先網站，提供每天 500 篇的文章以及每天發刊的電子報。

<http://www.books.com.tw/exep/prod/booksfile.php?item=0010110691>

博客來網站，介紹 Kurzweil 的代表作《心靈機器時代》。