漫談人工智慧

中華民國 74 年 12 月
科學月刊
計算機和語文（二）
謝清俊

人工智慧是麥卡錫（ J.McCathy ）在１９５６年達特茅斯的一個學術會議中首先提出來的，至今年正好是三十年。在１９８０年以前，這類學術研究工作並沒有受到特別的關注。由於第五代計算機標榜的是人工智慧型的計算機，霎時間，人工智慧像是突然引爆的煙火，噴出了眩目的光芒，風靡了全球。

近二年來，教育部和國科會推動了些人工智慧的密集課程和研討會。資訊工業策進會和工研院電子所也已將它列入研究發展的目標。甚至民間的圍棋教育基金會也響應：舉辦「電腦圍棋比賽」。由此看來，人工智慧應該是目前國內外計算機科學發展重點之一。然而它是什麼樣的一門科學呢？現在，就讓我們來談談吧。

日本的灰姑娘

近幾年來，有「灰姑娘」（註一）這般奇遇的學術研究工作有二；就是生物工程和人工智慧。比較此二者，生物工程發展得平實穩健，中規中矩。而人工智慧就顯得頑皮；它散漫、多變以及欠缺條理。譬如說，它的研究範圍就是許多學者爭論的問題之一，從麥卡錫迄今一直沒有明顯的界定。再者，它的理論基礎也不厚實，學者們意見紛云，莫衷一是。因此，又換來數不清的爭辨。從學術成就上來說，成績是有的，但是並沒有什麼值得鼓舞慶幸的突破，仍然有許多基本的問題等待解決。照這麼說來，它變成日本的灰姑娘豈非異數麼？

說實在的，人工智慧之所以有今日的光彩，實是拜日本人之賜。日本人看中的是它發展的潛力而不是它今天的實力。換言之，第五代計算機計畫正是日本人以人工智慧的潛力做為籌碼，為爭奪世界科技領導地位所下的賭注。自從日本人下了賭注以後，美歐各國也陸續斥鉅資跟進，一時蔚為風尚。這場豪賭將如何收場呢？

人工智慧是計算機科學的家族中，最活潑的角色。也是計算機與哲學、心理學、語言學、系統科學、制衡學（cybernetics ）和神經醫學等等之間溝通的橋梁。 有人說，它目前是隻醜小鴨，總有一天會變成天鵝─為科學界大放異彩。也有人說日本人的賭注是賠定了，大家沒什麼好緊張的。我們關心的問題是：人工智慧究竟有什麼潛力值得大家這麼重視？

難解的情結

自從十七世紀， 巴斯卡（ B.Pascal ）和萊布尼茲（ G.W.von Leibniz ）分別發表了機械的計算器以來，人們開始夢想著具有人類智慧般的機器。這心情是種複雜的情結─又期望又害怕。在歷來的科幻小說中，充分表露出這樣的情懷。這也就是人工智慧被看好的原因。

現代人很難想像在十七、十八世紀時，當那些盛裝的學者，來到一大堆奇形怪狀的齒輪前，看到它們湊在一堆轉動著，居然能正確的做出很複雜的加法和乘法運算的時候，心中是何等的感觸！做算術應該是很有智慧的果實來─如人們思考的效果。在想像中，機器似乎已變成了有思想的怪物，張牙舞爪地飛撲到人間來。機器能擁有智慧嗎？這可能嗎？

至此，哲學家和科學家就面對了這樣一個謎樣的問題和難解的情結。當巴倍奇（C.Bab-bage ）的分析機（ analytical machine ）和程式觀念在１８３３年公開討論時， 機器能做些什麼？這個問題再引起了科學家，哲學家和政客們濃厚的興趣。羅芙蕾絲夫人的觀點：「機器只會做我們教它做的事（註

二）。」，至少仍有許多人持同樣的看法。為了了解機器能做些什麼，當時討論的箭頭曾指向用機器下棋和作曲。因為下棋和作曲一向是智慧型工作的典型。用句今日的口語說，它們是智慧密集形態的活動；外界的干擾少，環境獨立易於掌握，便於觀察和分析。因此，選它們做討論的範例是很適當的。此外，能改變自己的程式（self modifying code ）也提出討論過。以上這些問題，都是人工智慧的濫觴。可是，至今它們仍然是擺在研究桌上的問題。

無形的巨影

羅芙蕾絲夫人的話雖是對的，但是她並沒有真正回答機器能做些什麼事這個問題。她只是把問題換了個形式而已。換言之，若無法審慎的界定什麼是人類能教機器做事的極限，我們還是不能真正地明白機器能為撼們做些什麼。比方說：「人類能不能教機器『學習』的本領，使它能學著做些需要有智慧才能做的事？」這個問題就很不容易回答。

其實，再追究下去，真正的難結是如何對智慧下定。義歷來的爭辨皆由此而起。若是機器可以擁有智慧，那麼，如何去了解它所擁有的智慧能到什麼程度？如何分辨機器的智慧和人類到底有什麼異同？知識是智慧嗎？常識又何如？那麼資料呢？…這無窮盡的問題會越問越玄，越問越不好回答，而終究會僵在人類所知的邊緣外，淪入哲學知識論的巨影之中。已往如此，此後亦復可能如此。換言之，所有人工智慧的努力，可說只是知識論的一個實驗罷了。

由另一個角度觀察，目前已經有許多系統，表現得蠻有智慧的，已往的研究絕不是沒有成就。只是若不能在知識論的巨影中出頭，人工智慧所追求的終極目標恐將是水中之月，似乎我們可以努力地更接近它，但永遠到不了！因此，較切實際的態度是去追求機器智慧的極限，而不是以人的智慧為標的，如果我們把智慧定義為人類獨特的行為；是那麼玄妙、神秘和難以理解，那麼，

沒有機器能做得到。如果我們允許以觀察和實驗的方法，比較人與機器的行為來界定智慧、知識、思想…等等，那麼，應該可以獲得相當程度的成果的。

因此，人工智慧的研究工作可以這麼說：它是研究如何設計「智慧型」的計算機系統，以使此系統具有模擬人類智慧的行為。所謂智慧型的行為，目前研究的項目有：推理、解題、規劃、學習、認別、了解、表達…等。這些當然還只是智慧的一部分，但即使如此，其研究的領域已相當分散了。

情到濃時情轉薄

今天計算機所做的事，遠比做加法和乘法多得太多。可是，人們並不覺得它是多麼不可思議。前述「智慧之磨」的情懷，似乎今天都不存在了。這是不是有些了盾呢？有個戲稱為泰思洛定理的（ Tesler's Theorem ）是這樣說的：「人工智慧就是指那些目前還沒能做到（自動化）的事。」（註三）當然，此話是誇大了些，然而卻對人工智慧研究對象─永遠在變的情形，做了很好的詮釋。

在１９５０年代，剛開始有計算機下棋的程式時，雖然下得很「糗」，而當時認為它就是人工智慧了。如今，數百元台幣就可買到的下棋電玩，比當時下棋程式高明得多，然而，我們並不覺得它有多聰明和多了不起。在１９６０年代初期，有些會證明一些數學定理或以符號處理的方式解些微分方程的程式，也是很了不起的。而今天，有更強的程式用在計算機輔助系統中，似乎也是理所當然的事。由這些事實，我們不難明白：人類對某些問題了解得越多，就越覺得解決它是例行公事，不再是很有「學問」的事，智慧的成分似乎變得淡薄了許多，而且越來越淡，直到看不到為止。

去年，明斯基（ M.Minsky ）也幽了人工智慧一默。他說：「如果一個超越我們的外星人來研究人類的行為，他很可能認為我們的外星人來研究人類的行為，他很可能認為我們愚蠢得連一點點智慧都沒有！」人工智慧就是這樣─

一個處於科技進步的尖鋒上，不斷地向前挺進，但卻又永遠沒有固定目的物一的一門學問。

機器會思考嗎？

回顧十九世紀以前的這些努力，雖然它們促使計算機科學和人工工智慧的萌芽，但是並沒有引起社會大眾廣泛的注意。真正首先引起震憾的是塗林（ A.Turing ），接下來是先前提到的第五代計算機計畫。

塗林被尊為人工智慧之父。也和丘吉（ A.Church ）所建立的計算理論（ computationtheory ），對人工智慧和計算觀念的建立有劃時代的貢獻。 計算理論所討論的是「計算」的本質和天性（註五）。它是架設在計算機、程式結構以及制式（ formal ）的推理法則之間的橋梁。在塗林的計算理論中，最有名的是他發明了一個簡明通用的非數值計算的模式，以說明計算的本性。此模式就是有名的塗林機（ Turing machine ）。塗林曾以它直接討論人工智慧的範疇。

根據他和丘吉的論點（ Church-Turing thesis ）：凡是可以用塗林機表達的問題，如果塗林機解不出來，那麼，人也解不出來。反之，對於人能解的問題或能做的智慧型工作，總有一天機器也能做到相同的程度。之後，有許多學者曾嘗試著希望能用它去拴導出：「人類能『知道』的和能『思考』的就是能『計算』的」這樣的結果出來。然而，這論點終究不是科學上的定理，它只不過是將前述知識論中爭論的問題，以另一種方式表現出來罷了。

驀然回首

事實上，控討邏輯、數學和計算等的極限的努力，可追溯到巴倍奇時代。當時研究羅輯的實證學派（ logic positism ）就曾以嚴謹的態度，用他們的理論去詳查知識論中的各個論點。知識論是探討知識的定義、知識的起源、獲得知

識的方法和探求知識的極限…等問題的學問。當時，學者心目中根本不知近代計算機為何物。他們試著以數學來為知識的一些基本性質下定義和立模式。 其中，布爾（ G.Boole ）和第摩根（ A.DeMorgan ）在學術上有永恆的貢獻。 他們所發表有關思想的法則（ laws of thought ）的論著，是啟開數理邏輯的鑰匙，也是今日命題演算（proposition calculus）的前身。

這些研究對以後人工智慧的發展有極深遠的影響。例如，命題演算至今仍是在計算機中常用的知識表達方式之一。然而知識太複雜了，不是只憑邏輯就可以完整表達的。雖然到今天， 除了羅輯以外， 還有別的嘗試， 諸如： 以程序、以語意網路、以制式的產生系統（production system ）和以揮酒表現自如。換言之，到今天在人工智慧的研究中，知識的表達法還是叫每一個系統頭大的問題。

到了１９３０年代， 哥德（ K.Godel ）的不完整定理（ incomplete theorem ）更對邏輯、數學和計算的能力極限做了非常重要的詮釋。要言之，它們的能力是有限的。比方說，此定理可證明所有的制式系統（ formal systems ），如果不是太簡單的話，都會產生一些無法斷論的命題（ propositions ）。這個定理被荷夫史達德（ D.R.Hofstadter ）稱為數學中非常重要的成就（the most important in all mathematics）。

這些研究和塗林的研究有薪火相傳的因果關係，他們的努力不只對計算的極限有重大的貢獻，同時也是近世計算理論的啟蒙者。

計算理論是計算機科學中討論些基本數學問題的學科。也就是研究關於計自機、程式、釋解方法（ algorithms ）及一般資訊處理系統中有關可算性、效率性、複雜性等等的問題。從１９６７年起，它的發展相當可觀，也更正了許多已往的錯誤觀念。目前，我們對於那些問題可用程式解，那些不能，已推導出了些可用的理論。譬如，對一般性通用的程式系統，我們已經了解對計算能

力的極限有了較清晰的了解。但是，這些了解仍舊不足以明確指出，機器智慧的極限究竟在那種境界裡。

燈火闌珊

現在，讓我們看看人工智慧的研究究竟做了些什麼？前文已談過，在這行裡的研究對象與推理、解題、規劃、學習、認別、了解、表達…等人類的智慧行為一定有某種程度的關連。以下的這些項目都曾是人工智慧研究的熱門題目。它們和上面列舉的智慧行為有什麼關連呢請你想想吧！

・下棋、打牌、其他局戲（game）

・繪畫、作曲

・證明幾何、代數中的定理

・以類似人的做法，處理符號的方式，去解題，化簡數學式，求無窮級數的和

・去認別手寫或印刷的字母、符號、中國字等，認識稿件中的段節和標題

・認別照片中的特定物，將景觀依物分解

・認人（由像片），認指紋，認別飛機、船艦的類型，認幾何圖形

・走迷宮，解謎

・聽得懂人在說什麼，把文章讀給人聽

・了解自然語言，回答人的問話，分析句子結構

・協助診斷病情並擬處方或安排治療與檢查的步驟

・協助探勘油礦，規劃計算機系統，修護儀器設備

・依學習者的性向和程度，規劃適當教材

・機器翻譯，用程式設計程式

上列的每一個單項，它的水準都無法與傑出的人相比。可是，要到什麼程度才算得上智慧呢？從學術的角度來看，真正重要的是這些擬具智慧的程式，

它們的知識的表達方式、程式設計的技術以及對計算觀念之建立等等的貢獻，才是學術研究追求的重心。

結語

在計算機科學開始的時候，人工智慧就已同時誕生了。在成長的歲月中，人工智慧研究所得到的觀念對計算機科學發展的影響是既深且遠。例如，早期記憶單元、處理機、控制單元的結構設計就有明顯痕跡。此外，對各階層的程式語言的結構、程式設計技巧、軟體工具的發展都有不可磨滅的貢獻。

由是觀之，日本之賭也不無道理。第五代計算機這場世紀之賭，說不定會大幅改變人類乙往的生活形態，這個結局不會等太久，應在五年之內，便知分曉。總之，無論由那個角度來看人工智慧都可說是最多采多姿的科學。 牛威爾（ A.Newell，註六）曾說：「科學的面目隨科學家凝煉自然的現象而顯露，科學只能發現不能創造。」這也是人工智慧忠實的寫照。

有人說，物理學家會問：為什麼這個專欄叫「計算機與語文」？到此為止，我們並沒有談到任何語文上的問題呀！是的。但是，你可曾想過：我們人類是用什麼來表達知識和智慧的呢？

註二：巴倍奇有「計算機之父」之譽，他所設計的分析機雖未完成，但其設計之規格直至滿百年之後的工業水準去試仍覺困難。關於分析機的資料甚多出自羅芙蕾絲夫人的譯著。此句之原文為：〞The Analytical Engine has no pretensions to originate anything.It can do whatever we know how to order it to perform. 〞美國軍方的標準計算機語言 Ada，即以她的名字命名。她實是討論程式功能的第一人。

註三：這句話是泰思洛（ L.Tesler ）說的，故名。其實，它不是學術上的定

理，它和管理科學圈中戲稱的「莫菲定理」（ Morphy's law ）性質相類似。它們只是以幽默的口吻強調某些事情的特質罷了。

註四：塗林的名句：″ Can machine think？″ 。事實上，若深究這句話的解答，就引至人工智慧的問題癥結所在。故此問句傳聞頗廣，為點睛之雋語。

註五：文中「計算」（ computation ）一詞之含義， 請參考科月７４－９月號大家談拙著「由 compute 一詞談科學中的專門詞彙」。請勿望文生意，以到對本文產生誤解。

註六： 本文所舉之人名； MacCathy、Tesler、Minsky、Turing、Church 以及 Newell 均係研究人工智慧大師級的學者。