

觸及永生：記憶提取 我是否還是我？

每個人的大腦都有一個由860億個神經元組成的獨特而複雜的系統，如同一張“接線圖”。如果科學能夠精細地描繪出這張接線圖，永生或許就能觸手可及。

在西班牙西北部的阿斯圖裏亞斯地區，人們發現了一幅描繪猛犸象的洞穴畫。這幅畫有一個醒目的內部特徵：一顆巨大的紅心。這件藝術品至少有一萬四千年的歷史，很可能描繪了一場成功的狩獵，而這顆紅心代表了猛犸象的生命尚未終結。人類從最早期開始，就將脈搏、呼吸和心跳視為一塊死肉與活生命體之間最大的區別。

隨著人們不斷深入了解大腦在意識中所發揮的作用，以及科技發展使病人可以借助機器的力量——生命維持系統——來維持心臟和肺部的功能，呼吸、心跳和生命本身之間的基本聯繫開始發生變化。今天，我們用大腦活動的存在與否來定義生與死，這是有道理的，因為與其他器官不同的是，大腦不僅能表明生命的存在，而且對作為個體的人，對個人獨特的身份、記憶、知識和對世界的主觀體驗都是必不可少的。

為了更好地理解大腦如何成為“自我”的基礎，我們就需要了解它的複雜形式，即大腦在神經元之間連接的層次上所具有的複雜結構。畢竟，對生物結構的了解已經揭示瞭許多不同生命形式的本質。

植物之所以能茁壯成長，是因為它們典型的闊葉非常適合將光能轉化為至關重要的化學能。同樣的，眼睛，無論是人類的眼睛還是昆蟲的眼睛，都能將周圍環境的光轉換成神經系統中的電信號——這些脈衝攜帶代表周圍環境特徵的信息。然而，當涉及到結構與功能之間的關係時，大腦仍然是一個謎。

相比其他有特定功能的器官（如眼睛、心臟甚至手），大腦的功能要豐富得多。許多器官現在都可以通過手術進行替換，而就算大腦移植在技術上是可能的，你也不可能保證你的大腦與另一個人交換之後，仍然能保持相同的思維。這種大腦置換的想法其實是一種邏輯謬誤。

大腦如何創造個人體驗？

在出生時，一個人的大腦結構很大程度上是由在子宮裏的經歷，以及他們獨特的遺傳密碼決定的。隨著年齡的增長，經驗會繼續在大腦的神經連接上留下獨特的變化痕迹，在某些區域的連接增

加，而在另一些區域的連接減少；隨着年齡的增長和學習，大腦不斷獲得知識和經驗，同時不斷積累新的路徑。此外，現有連接的強度也會發生變化。這些過程在雙胞胎身上尤為明顯，因為他們的大腦在出生時驚人地相似。然而，隨着各自的成長，在不斷學習和體驗這個世界的過程中，他們的大腦開始發散，其本質自我變得越來越獨一無二。

從本質上，正是這一過程創造了記憶，而記憶又是一種極為基本的東西，會不知不覺地浮現在我們自我認知的各個方面。甚至我們在騎自行車、說話和走路時所作出的各種下意識動作也保存在記憶中。更令人難以置信的是，經歷了數小時臨床死亡（心臟和大腦均無活動）的低體溫癱瘓患者在經過治療之後，能夠達到完全恢復記憶的狀態，這表明對大腦中記憶的存儲而言，神經電活動並不是唯一重要的。

儘管確實有一些解剖區域似乎起着相對特定的作用，但一個人的記憶並不是在任何單一大腦區域的活動中形成、存儲或回憶的。某些結構，如杏仁核和海馬體，起着關鍵作用，但試圖在一個特定區域中找到記憶是根本不可能的。這就像在聽貝多芬的第五交響曲時，你不可能只聽琴弦的聲音。

在最廣泛的意義上，記憶存在于大腦整個連接結構的獨特性當中；這種連接結構即所謂的連接組（connectome）。連接組由其完整的神經元網絡和它們之間的所有連接（突觸）組成，甚至有研究者認為，從根本上說，“你就是你的連接組”。

因此，解開連接組與記憶之間對應關係的關鍵在於闡明大腦的整個回路。考慮到其中所涉及的複雜性，精確繪製出如此規模的“接線圖”并非易事。據估計，僅1立方毫米的腦組織就包含大約5萬個神經元，而更令人瞠目結舌的是，其中包含了大約1.3億個突觸。一個完整的人類大腦體積超過100萬立方毫米，包含大約860億個神經元，幾乎相當於銀河系中恒星的估計數量。

而意義最重要的一個數字則是大腦中突觸連接的總數：100萬億。如此巨大的數量級別簡直令人頭腦發麻。祇有確定了神經電信號在這些連接中運行的可能路徑，我們才有可能全面了解記憶和主觀體驗的完整活動模式。

如何繪制連接組？

通過構建人類大腦的連接組來回答神經元和行為之間的一些基本問題可能還有很長的路要走。可以用人類連接組做些什麼的問題將帶來深遠的好處。例如，研究者可以利用連接組開發出更有效的療法，來治療精神分裂癥或自閉癥等神經認知障礙——這些問題被認為是由錯誤的連接引起的。當然，我們目前還不知道如何開展這樣的研究。

不同物種的大腦“接線圖”會隨着個體一生的成長和發展而變化。繪制出連接組數據本身所記錄的未知思維領域可以將連接組比作基因組學，擁有完整的人類連接組就相當於擁有完整的基因組；由此開始，我們就能進入一個目前還無法理解的發現領域。

事實上，來自其他物種的連接組簡單模型已經推動了科學的發展。例如，美國艾倫腦科學研究所的研究人員追蹤了小鼠大腦的完整回路，展示了不同類型的神經元如何連接不同的解剖區域。神經科學研究機構與谷歌公司的科學家合作進行了一項研究，在單個神經元水平上繪制出了果蠅連接組的一個大型中心區域；這項研究花費了12年多的時間和至少4000萬美元。

早在這些卓越的成就之前，一些研究先驅在20世紀80年代就繪制出了秀麗隱杆蠅蟲的完整連接組，包含了該物種的302個神經元和大約7600個突觸，這為後來多年的研究提供了動力。對蠅蟲連接組活動的複雜模擬揭示瞭其蠕動背後的同步活動模式。

在不同的物種中，連接組內部看似遙遠的大腦區域之間的神經信號的同步和協調，為執行和記憶有序的事件序列提供了基礎。例如，當幼鳥學習如何鳴叫時，它們通過不同的神經元鏈對從其他鳥類那裏聽到的聲音模式進行編碼、存儲和檢索；反過來，這些神經元又激活了肌肉運動序列，從而產生相同的聲音模式。目前，至少有20項研究正試圖厘清人類連接組在記憶中的作用。

然而，對於活體動物，在單個神經元的水平上繪制連接組仍然是不可能的。在研究中，動物的大腦必須先被提取出來，注入福爾馬林等固定劑，並在進行結構分析之前盡可能多地切片，以便尋找單個神經元並追蹤它們的路徑。具體而言，研究者需要使用多種顯微技術記錄每一個新切片的特徵。

這項工作一旦完成，就可以從

不同類型的神經元，以及刺激或抑制其他神經元的連接中估算出電活動的模式。更關鍵的是，被提取出來的大腦需要被足夠精確地保存下來，以在被切片之前維持其複雜而精細的連接組。

記憶和思維能否永久保存？

麥金泰爾最初受到的啓發來自於利用神經科學從大腦中提取記憶的前景，因為大腦中包含的關於經歷和事件的信息遠多於當前其他任何保存形式，如文字、音頻甚至視頻。他開始思考能否以某種方式從大腦中提取記憶——本質上是一種“活着的記憶”，是實際在現場感受到的第一手信息。我們每個人都會經歷不同的歷史階段，但這些歷史在大腦中留下的印記，要比教科書所提供的信息豐富得多。

在麥金泰爾還是學生的時候，他參觀了一個神經科學實驗室，那裏的研究人員認為他的想法很古怪，不可能實現。後來，他決定通過計算，即借助人工智能來解決這個問題。在完成了麻省理工學院的課程之後，他在2014年和父親去了一間荒野中的小木屋居住，並在那裏完成了博士學位論文。父子倆的一次散步改變了麥金泰爾的生活。他的父親一邊拿着手槍以防響尾蛇襲擊，一邊問他，除了人工智能以外，還有什麼能直接挽救記憶的方法？他們得出的結論是，最好的方法是在未來出現目前根本想象不到的技術，能夠將這些記憶的基礎，即連接組本身保存下來。

如果連接組擁有可以重新體驗的記憶，那它們就具有獨一無二的重要性。以那些因戰爭事件而改變人生的士兵為例，他們所獲得的智慧是非常寶貴的。這與教科書或個人回憶錄中關於世界大戰的描述完全不同，因為這些信息形式並不能直接承載親身經歷戰爭的鮮活記憶，也無法展現其中的細節。麥金泰爾認為，這是一種深刻的智慧，可以豐富人類的知識、遠見和判斷，使其不致走上不可持續的、終結人類物種的道路。

現在，玻璃化固定方法得到了BPF科學家的認可，我們終於有了一種有可能永久保存連接組記憶的技術。不幸的是，在玻璃化固定過程中，向血管系統灌注的固定劑會直接導致死亡。換句話說，你需要殺死記憶的創造者才能使其記



憶永久保存下來。

如果你還是決定完成這一過程，那麼首先，你會被全身麻醉。然後，你的胸腔將被打開，動脈將連接到一個灌注裝置上。在放血之後，戊二醛將被泵入你的體內，隨後擴散至大腦的毛細血管，所有的新陳代謝活動都將停止，你也將立即死亡；與此同時，構成大腦的蛋白質都將連接成一個穩定的網狀結構。之後，你的大腦會被灌注防凍劑以防止損傷，然後被提取出來，在低溫下無限地保存。

相比記憶喪失，保存這些記憶似乎更加可怕，因為會直接導致死亡。然而，玻璃化固定雖然是致命的，但也提供了某種永生的方式。如果一個人的本質是由所有相關信息構成的，那就可以被掃描出來，然後以某種方式轉移至人工媒介；從功能的角度來看，這個媒介在本質上就與大腦無異。最重要的是，這種媒介在“運行”時，必須準確和充分地執行支撐一個人記憶、身份和經驗的神經活動模式，以喚起他們獨一無二的意識。

研究者將這一目標稱為“全腦模擬”（whole-brain emulation）。畢竟，為什麼大腦祇能由生物材料組成呢？如果思維可以在一個由連接組成的網絡上運行，那它們也可以是“基質獨立”的，即所有重要的思維信息都包含在這些連接結構和操作當中，而不是任何給定的基質本身。

儘管相關的研究還處於起步階段，但科學家已經取得了一些重大的成就。許多方法都預見瞭模擬涉及數字信息空間的大腦活動的計算介質。目前，腦機接口技術已經使通過思維控制假肢成為可能。實際的神經修復技術甚至可以直接取代腦細胞。這是最真實意義上的大腦模擬形式。更重要的是，像Neuralink、Kernel、Building 8和DARPA等高科技公司和機構都在投入數百萬美元的資金，試圖在思維、大腦和計算機之間建立更深入的連接，這也增加了這種全腦模擬的可能性。



川陝名吃

地址 (DC店和Rockville店)
2700 New York Ave. NE,
Washington, DC 20002
316 N. Washington St.,
Rockville, MD, 20850

營業時間
周日至周四: 11am-10pm
周五、周六: 11am-11pm

電話: (202)636-3588 (DC)
(202)534-1620 (DC)
(301)-875-5144 (MD)

* 从马里兰大学沿1号路南下，从乔治城和乔治华盛顿大学沿New York Ave东行，均約15分鐘車程。店內有大型KTV包廂享受美食，縱情歡樂。



長期誠聘英文好且業務熟練的收銀員和大堂經理，有意者請電洽。

地道陝西名吃，聘請原陝西文、湖園宾馆主廚省師傅和趙師傅及其團隊主理廚藝；同時聘有精通川菜、粵菜和各類家常菜的駐店廚師；新型的經營理念，為您提供一流的服務。店內設釣魚台豪華包廂（最多容納60人）及大型宴會廳（可容納300人以上），酒水齊全，卡拉OK助興。環境優雅，空間寬敞，自備上百停車位，可承接各類公司、社團和私人大型宴會。餐廳地處華盛頓近郊，交通便利，誠摯恭迎大華府地區各界人士前來品嘗指導。

董事長：柳奇 敬呈

