



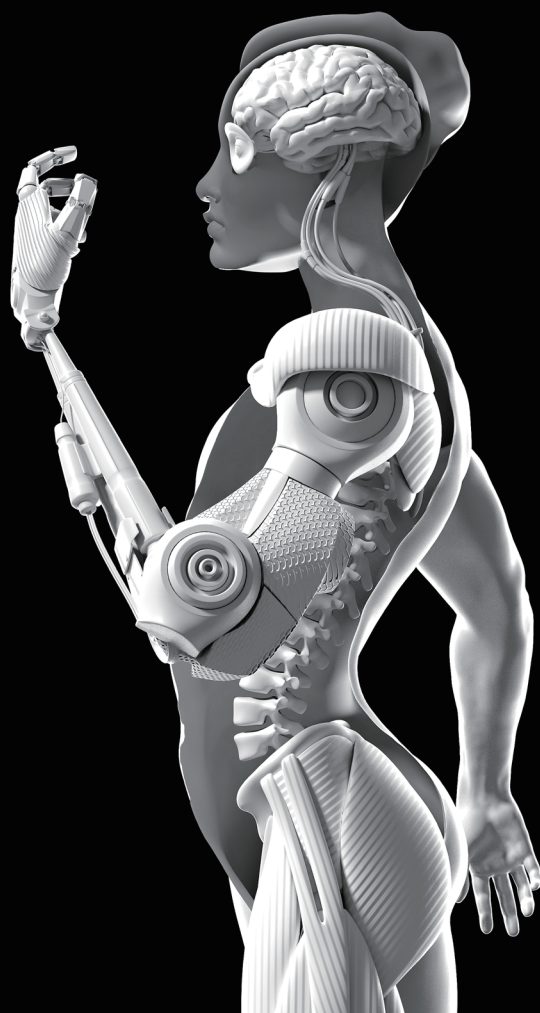
● 作者/Michael Joseph Gross ● 譯者/周敦彥 ● 審者/劉宗翰

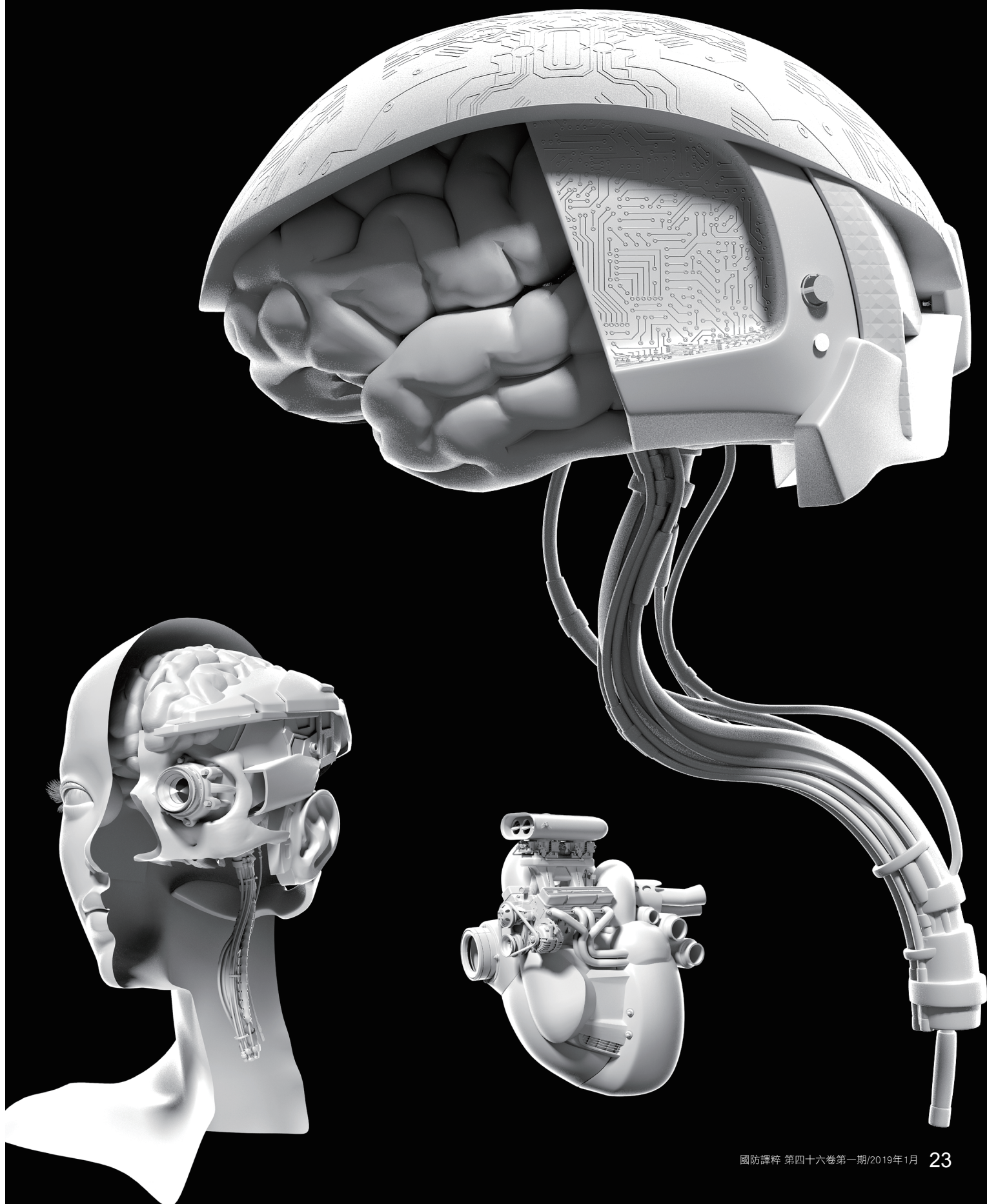
改造人？ 美軍神經技術研究進展

The Pentagon's Push to
Program Soldiers' Brains

取材/2018年11月美國大西洋月刊(*The Atlantic*,
November/2018)

美國國防先進研究計畫局曾發明匿蹤飛機與無人機，顛覆了戰爭本質，更發明了網際網路、語音識別技術與全球定位系統，改變了數十億人的日常生活。該局目前重點計畫之一，就是進行人機結合的研究，儘管仍處於概念驗證階段，但可預見的市場需求，是此一技術向前發展的動力。







誰會持反對立場？

一位年輕人(桑切斯[Justin C. Sanchez])表示，「今晚我想和大家分享一個非常有興趣的想法。」他的黑色長髮向後梳理，就像個搖滾巨星，或是個幫派分子。他接著說，「想一想，橫亙人類歷史，我們表達意圖、目的及欲望的方式，都受到身體的限制。」當他深吸一口氣，胸膛向外擴張撐大了襯衫。他指著自己的身體表示，「人生來如此，不論大自然或運氣給了我們什麼。」

他的話鋒一轉：「現在，經過多年的發展，我們有了許多有趣的工具，但是基本上仍是透過身體來使用這些工具。」接著他話鋒再轉：「我知道有一個狀況大家都非常能理解，就是大家對智慧型手機都很有挫折感，對吧？這是另一項工具，是吧？而我們依然是透過身體來運用這些工具。」

然後他跳到另一個主題：「我要對大家說的是這些工具並非如此聰明。或許原因之一是因為它們沒有和我們的大腦連結。或許如果能將這些



桑切斯(圖右)目前任職於美國國防先進研究計畫局，他是單位內負責將人機結合夢想進行實現的重要人物。

(Source: DARPA)

裝置與我們的大腦連接，它們就能理解我們的目的、意圖及挫折感為何。」

因此，讓我們先來談我——桑切斯時任邁阿密大學生物醫學工程暨神經科學副教授、邁阿密治療癱瘓計畫教學人員——所提出「仿生學以外」(Beyond Bionics)的概念，我曾於2012年在佛州舉行的TEDX會議上發言，提及在仿生學以外還有什麼？桑切斯描述他的工作為試圖「理解神經密碼」，這包括將直徑相當於人類頭髮的「極精細微傳線電極」植入大腦。他表示，當我們這麼做的時候，我們能夠「聆聽大腦的音樂」、「傾聽某人的意圖」，以及一窺「你的目標與激勵」，然後「開始理解大腦如何編碼形成身體的行為。」

桑切斯解釋道，「憑藉這些知識，我們要做的是研發新的醫療設備、可針對身體不同狀況進行編碼或程式設定的新式可植入晶片。現在，你可能會很納悶，該如何運用這些晶片呢？這些技術的首批接受者將會是癱瘓人士。如果我能幫助他人從輪椅上站起來，則在我的職業生涯將不留遺憾。」

他繼續表示，「我們試圖幫助那些永遠不應該被其身體所禁錮的人。今日我們發展出的技術可幫助這些人獲得自由。這種技術鼓舞著我，每天在我醒來起床時都驅策著我，非常感謝有這種發明。」演講結束時他給觀眾一個飛吻。

一年之後，桑切斯前往美國國防部研發部門「國防先進研究計畫局」(Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA)任職。他目前在該局負責監督所有關於人類身心療癒與強化的研究，而其野心遠遠超過僅是幫助身障人士擺脫

輪椅。

美國國防先進研究計畫局數十年來一直夢想將人類與機器合而為一。若干年以前，當「心智控制」(mind-controlled)武器成為該局公關問題的麻煩時，官員們巧妙訴諸相關計畫的獨特性，並重新訂定神經技術研究之目的，表面上將重點限縮於治療創傷與疾病的狹窄範圍內。官方聲稱該項工作與武器或戰爭無關，僅是用於治療與保健。誰能反對這種說法呢？但即使該說法屬實，相關改變也會產生廣泛倫理、社會及哲學上的影響。不出幾十年，神經技術可能會造成某種程度的社會混亂，使智慧型手機和網際網路看起來就像是歷史池塘中微不足道的漣漪。

最令人不安的是，神經技術混淆了這個古老問題的答案：人類是什麼？

高風險，高回報

美國前總統艾森豪(Dwight Eisenhower)於1958年的國情咨文中宣告，美國的「研發必須具有前瞻性，以預見目前無法想像的未來武器。」數週之後，政府成立了先進研究計畫局(Advanced Research Projects Agency)，該局為獨立機構，直接向國防部部長報告，成立目的是受到蘇聯發射史普尼克號(Sputnik)衛星的刺激，最初職責是加速美國進入太空的進程。

在接下來的數年中，先進研究計畫局的任務擴大到包括對「人機共生」(man-computer symbiosis)的研究，以及一個代號為「潘朵拉計畫」(Project Pandora)的心智控制機密實驗專案。其他還有一些奇怪的項目，包括嘗試僅利用意念移動遠處

的物體。在1972年，隨著政府機構透明度的增加，「國防」一詞被加入該局名稱，因此更名為「國防先進研究計畫局」。為了完成使命，國防先進研究計畫局資助研究人員發明了顛覆戰爭本質的技術(匿蹤飛機、無人機)，並改變了數十億人的日常生活(語音識別技術、全球定位系統設備)，其中最著名的發明就是網際網路。

該局對於所謂「高風險、高回報」研究的偏好，也導致對一系列愚蠢計畫的資助。例如「蹺蹺板計畫」(Project Seesaw)，就是一項典型冷戰思維的錢坑，企圖發展一種能夠在蘇聯發動襲擊時使用的「粒子束武器」(particle-beam weapon)。這個想法是在五大湖下方引發一系列核子爆炸，進而形成一個巨大的地下空間，然後湖水會在15分鐘內被抽乾，以產生發射粒子束所需的巨大電能。該粒子束將加速穿過數百英哩長的隧道(同樣是由地下核爆切割而成)，以集中足夠的力量射向大氣層，並在空中摧毀來襲的蘇聯飛彈。在越戰期間，國防先進研究計畫局還試圖製造「可控人形機器」(Cybernetic Anthropomorphous Machine, CAM)，係一種叢林載具，該局官員稱之為「機械大象」。

國防先進研究計畫局的科學家和其國防部的老闆們背景多元，有時甚至目標對立，因而形成了一種陰暗、共生的研究文化，如同溫柏格(Sharon Weinberger)在近期出版的《戰爭幻想家》(*The Imagineers of War*)乙書中指出，「不受典型官僚體制監管的束縛，也不受科學同行評論的限制。」在溫柏格的描述中，國防先進研究計畫局在引進新技術的歷史上有許多不為人知的情節，往往在



訴求技術運用的背景後，隱藏了其他真實但是令人質疑的動機。在國防先進研究計畫局內，每個單位未必知道其他單位正在做什麼。

國防先進研究計畫局看起來規模很小。每天只有220名員工與約1,000名支援的承包商在總部工作，總部是一座難以形容的玻璃與鋼鐵混合建築物，位於維吉尼亞州阿靈頓，鄰近華盛頓首府。這些員工中大約有100人是專案經理，其中有科學家也有工程師，他們部分的工作是監督約2,000個與公司、大學，以及政府實驗室合作的外包工作項目。該局實際上的工作人員多達數萬人。官方宣稱其預算約為30億美元，而且在過去很長一段時間都維持在此一水平，長達十四年。

生物技術辦公室(Biological Technologies Office)成立於2014年，是國防先進研究計畫局六個主要部門中最新的一個，並由桑切斯所領導，該辦公室宗旨之一是運用各種手段「恢復與維持作戰人員的能力」，包括許多強化神經技術的方式——將工程學原理應用於神



在越戰期間，美國國防先進研究計畫局曾試圖製造俗稱機械大象的可控人形機器。(Source: Wiki)

經系統的生物學。例如，「重建主動式記憶」(Restoring Active Memory)計畫開發了神經義肢——將微小電子元件植入大腦組織——目的是改變記憶形成，以對抗創傷性腦部損傷。國防先進研究計畫局是否也執行祕密的生物學計畫？在過去，國防部曾經做過類似的事情。對人體實驗對象進行了遭受質疑、不道德的測試，或是說很多人認為是違法的測試。例如「大男孩協定」(Big Boy protocol)，就是在從來沒有告知當事人的情況下，比對在戰艦艙面和艙下工

作水手們所受到輻射暴露的程度。

筆者在2017年直接問桑切斯，國防先進研究計畫局的神經技術工作是否列為機密。他避開了筆者的目光並表示，「我不能——我們必須換個話題了，因為我無法回答是或不是。」當筆者以個人身分提出問題：「你是否參與了任何機密的神經科學計畫？」他看著筆者的眼睛表示，「我沒有從事任何神經技術方面的機密工作。」

如果他說話夠謹慎，我們就無法獲得更多的資訊了。然而桑

切斯曾多次出現在公共活動中(影片被公布在國防先進研究計畫局的YouTube頻道上)，表達該局相關應用經驗證後的喜訊，例如，為失去肢體的士兵提供可以用大腦控制的義肢。偶爾他也會提到一些更大的抱負，其中之一就是透過電腦將知識與思想，從一個人的大腦轉移到另一個人的大腦裡的能力。

我們試圖找到可行的方法

國防先進研究計畫局對醫學與生物學一直沒

什麼興趣，直到1990年代生化武器對美國國家安全構成威脅。該局於1997年在生物學方面進行了大規模投資，並啟動「受控制的生物系統計畫」(Controlled Biological Systems Program)。動物學家魯道夫(Alan S. Rudolph)成功將人造系統與自然世界結合起來。正如他的解釋，其目的是「提高生物和非生物系統之間的鮑率(baud rate)或是相互溝通，如果你願意接受那樣說的話。」他花了很多時間研究「我們能否解開大腦中與運動相關的信號，使你能夠控制身體以外的某些東西，像是

美國國防先進研究計畫局的規模看起來很小，外觀是一座難以形容的玻璃與鋼鐵混合建築物。(Source: Wiki)





義肢腿或者手臂、機器人、智能家居——或是把信號發送給其他人並讓他們接收？」

強化人體機能已成為該局的首要任務。戈德布拉特(Michael Goldblatt)曾預言，「沒有身體、生理或認知限制的士兵，將成為未來戰爭中存活和作戰優勢的關鍵。」他在1999年加入國防先進研究計畫局之前曾擔任麥當勞公司的科學和技術官員。為了擴大人類「控制進化」的能力，他收集了一系列專案：代謝優勢、持續性戰鬥、持續輔助能力、增強認知、頂尖戰士能力、腦機介面等，這些專案名稱聽起來像是電子遊戲或是科幻電影。

正如雅各布森(Annie Jacobsen)在2015年出版《五角大廈的大腦》(*The Pentagon's Brain*)乙書中所描述，這個時代的研發計畫，經常籠罩在瘋狂科學家的陰影下。「持續輔助能力」計畫試圖創造「全天候戰士」，其可以連續一週不用睡覺。(一位國防先進研究計畫局官員談到這些計畫時表示，「我衡量成功的標準，就是國際奧委會禁止我們所做的一切事物。」)

美國前副總統錢尼(Dick Cheney)相當熱衷這種研究。在2001年夏天，一系列的「超級士兵」計畫被呈報給錢尼。他的熱情促使小布希政府給予國防先進研究計畫局更大自由——當時該局正處於轉型期。學術科學最終讓位給了技術產業的「創新」。特瑟(Tony Tether)曾在大型科技公司、國防承包商及五角大廈等機構輪流任職，後來成為國防先進研究計畫局局長。在911恐怖襲擊之後，該局宣布了一項名為「全面資訊覺知」(Total Information Awareness)的監控計畫，其標識為一隻全視眼，發射出光線掃描全球。此一計畫受到

強烈抨擊，而國會譴責國防先進研究計畫局為歐威爾式的擴權(Orwellian overreach)。該計畫負責人——海軍上將波因德克斯特(John Poindexter)，在雷根政府時期就醜聞纏身——後來於2003年辭職。這場爭論也引起大眾對國防先進研究計畫局有關超級士兵與人機整合研究的負面關注。這種研究使人們感到緊張，魯道夫也感到不妙，因為開始跟原來的目標漸行漸遠。

在此危機時刻，國防先進研究計畫局邀請神經加護病房醫生林格(Geoff Ling)加入國防科學辦公室(Defense Sciences Office)，他當時還是現役陸軍軍官(林格在2014年從國防科學辦公室離開後，繼續在生物技術辦公室工作)。當林格在2002年接受國防先進研究計畫局第一份工作面試時，正在準備前往阿富汗的部署任務，其所想到的是非常具體的作戰需求。其中一個是「隨選藥房」(pharmacy on demand)，可以省去大量藥丸或膠囊形式藥物中的粉狀填充物，取而代之的是透過一種更輕、更緊密、更易溶解的物質——類似李施德林口氣清新片。這最後成為國防先進研究計畫局的發展項目。林格的後盾就是該局堅信這種可能性會成功，並高興地回憶起同事所告訴他的，「我們努力找到可行的方法，而不是找藉口說不行。」魯道夫離開後，林格接下了重擔。

林格說話的速度很快。他擁有一副硬漢的嗓音。他說話的速度愈快，聲音就愈強硬，在筆者和他見面過程中，當他描述國防科學的首要原則時，聲音達到了最高速度。他說從魯道夫那裡「特別」學到了這一點：「你的大腦告訴你的手要做什么。你的手基本上就是大腦的工具，對吧？而



美國國防先進研究計畫局所研發大腦控制義肢手臂的技術，已經成功在一位名叫舒爾曼的女士身上獲得驗證。(Source: DARPA)

這對我來說是一個啟示。」他接著表示，「我們是工具的使用者——這就是人類。人類想要飛翔，就造一架飛機飛上雲霄。人類想要記錄歷史，於是就發明了筆。我們所做的一切都是因為我們使用工具，對吧？而最終的工具是我們的手和腳。我們的雙手使我們能在不同環境中工作，我們的雙腳能帶我們到大腦想去的地方。大腦是最重要的東西。」

林格將大腦主導地位的概念

與其在戰場上的臨床經驗相結合。他問自己，「我要如何才能把人類從身體的限制中解放出來？」林格最著名的發展計畫被稱為「義肢革新」(Revolutionizing Prosthetics)。正如他所說，自美國南北戰爭以來，大多數截肢者的義肢手臂都比「手鉤」精密不了多少，而且也不是沒有風險：「在早上淋浴若沒有小心使用這種粗糙的義肢，你接下來可能每一天都要去看直腸外科。」在國防先進研究計畫局同

事、學術界及企業界研究人員的協助下，林格與其團隊製造出一種以前無法想像的東西：一隻由大腦控制的義肢手臂。

自從網際網路誕生以來，國防先進研究計畫局再沒有一項發明能夠這樣被大肆正面宣傳。其發展的里程碑受到了廣泛讚譽。在2012年的「60分鐘」節目中，一位叫做舒爾曼(Jan Scheuermann)的癱瘓婦女用機械手臂餵自己吃了一塊巧克力，而她是藉由植入大腦的系統來操縱手臂。

然而，國防先進研究計畫局修復受損軀體的工作僅僅是邁向其他地方的路標。該局始終肩負著更大的使命，在2015年的一次演講中，一位專案經理——來自矽谷的新成員——描述了此一使命：「甚至是讓大腦擺脫健康身體的限制。」該局從治療中學到的東西可以用於增強生理功能。這個使命是要讓人類變得不同，擁有超越與生俱來的能力，以及超越原本所能達到的境界。

國防先進研究計畫局的內部運作錯綜複雜。其研究的目標和價值會以一種奇怪、半意識



的貝殼遊戲方式不斷轉變和演化。修復受損軀體與增強生理功能之間的界限十分模糊不清。而沒有人會忽視「國防」是該局全名的第一個詞。舒爾曼餵自己吃巧克力的視頻在電視上播放了一年半之後，國防先進研究計畫局為她製作了另一段視頻，其中她的腦機介面連接至F-35戰機飛行模擬器上，同時她在駕駛飛機。國防先進研究計畫局後來在一個名為「未來戰爭」的會議上公布了這個訊息。

林格的工作由桑切斯接手繼續推動。2016年在國防先進研究計畫局的「展示日」上，桑切斯與一位名叫麥西尼(Johnny Matheny)的男子一同亮相，該局官員稱麥西尼是第一個完成「骨骼整合」的上肢截肢者——第一個將義肢手臂直接連到骨頭的人。麥西尼展示了當時國防先進研究計畫局最先進的義肢手臂。他對與會者表示，「我可以坐在這裡一整天，反覆舉起一個45磅重的啞鈴，直到電力耗盡為止。」第二天，流行科技網誌Gizmodo在報導文章上方下了這樣的標題：「國防先進研

究計畫局的心智控制手臂將使你成為改造人(Cyborg)。」

從那時起，國防先進研究計畫局在神經技術方面的發展擴大了範圍，包括「生活更廣泛的面向」，桑切斯向筆者表示，「不限於治療在醫院的病人。」所有這些研究的合理進展，是以某種技術標準創造更加完美的人類。全新的戰力強化士兵對於國防先進研究計畫局是必需且令人嚮往的，但他們只是未來生活的櫥窗展示版本。

超越地平線

在談到記憶時，桑切斯告訴筆者：「每個人都會想，如果能讓記憶力提高20%、30%、40%——選一個你最喜歡的數字——那將是什麼情況，又會造成何種改變。」他表示透過神經介面增強記憶是另一種形式的教育。他又說道，「學校最基本的形式是一種技術，在社會中發展成形，以協助我們的大腦做更多事情，神經技術不同的是，其利用其他工具與技術協助我們的大腦達到最佳狀態。」在一篇2013年發表的論文中描述了一項技術，該項研究是由

威克森林大學、南加州大學及肯塔基大學的研究人員共同參與。研究人員對11隻老鼠進行手術。在每隻老鼠的大腦中植入由16根不銹鋼絲組成的電子陣列。手術恢復後的老鼠被分成兩組，然後接受了數週的教育，其中一組接受的教育比另一組來得多。

受教育較少的一組老鼠學習一項簡單的任務，內容是獲取一滴水。受教育較多的一組老鼠則學習相同任務的複雜版本——為了取得水源，這些老鼠必須不斷地用鼻子撥弄控制桿，儘管水滴在輸送過程中會出現令人困惑的延遲。當受教育較多的這組老鼠掌握了這項任務時，研究人員將老鼠大腦中的神經放電模式記錄——如何執行複雜任務的記憶——並輸出至電腦。

林格在2015年一項國防先進研究計畫局的活動中表示，「我們當時所做的就是把這些信號輸入給一隻比較笨的動物」，這意味著研究人員將執行較複雜任務的神經放電模式記憶，從受教育較多的一組老鼠大腦中記錄下來，然後轉移到受教育



美國國防先進研究計畫局官員在2016年的展示日上宣稱，麥西尼是首位完成骨骼整合的上肢截肢者。(Source: US Army)

較少的這組老鼠大腦中——而比較笨的動物接收到了這些記憶。最後兩隻都能夠完成全部的任務。林格總結道：「對於這隻老鼠，我們把學習時間從八週縮短到了幾秒鐘。」

桑切斯向筆者表示：「局內人員可以使用精確的神經代碼將某些技能注入記憶」，他相信威克森林大學的實驗是邁向「記憶假體」(memory prosthesis)的基礎步驟。這就是電影《駭客任務》(Matrix)中所描述的內容。雖然許多研究人員質疑這

些成果——他們提出警告，懷疑其真實性，不可能這麼簡單——桑切斯卻很有信心：「如果我知道某個人的神經代碼，我是否能把那個神經代碼轉移給另一個人？我認為是可以的。」在桑切斯的領導下，國防先進研究計畫局資助了威克森林大學、南加州大學及賓州大學的人體實驗，採用和腦部實驗類似的機制。這些實驗並沒有進行記憶的轉移，而是「強化」個人的記憶。植入的電極記錄了識別模式(在威克森林大學和南加州

大學)與記憶單字清單(於賓州大學)在特定腦部迴路相關的神經元活動。然後電極將這些神經元活動的紀錄以增強形式回饋至相同迴路中。在這兩種情況下，結果都大幅改善了記憶能力。

匹茲堡大學的神經工程師韋伯(Doug Weber)是一位記憶轉移的懷疑論者，近期剛結束了國防先進研究計畫局專案經理的四年任期，曾與桑切斯共事。他出生於威斯康辛州，有著情境喜劇中老爸的行為舉止：外表既不太光鮮，也不邋遢。他告訴筆者，「我不相信技術進化是沒有極限的，我認為一定會有一些技術困難是不可能實現的。」例如，當科學家在大腦中植入電極時，這些裝置最終會在數月或數年之後失效。最棘手的問題是血液滲漏。韋伯表示，當外來物質被植入大腦時，「你會反覆經歷受傷、出血、癒合、再受傷、再出血、再癒合的過程，每當血液滲入大腦內時，細胞內的活動就會下降，所以基本上實驗對象都會生病。」大腦會拒絕異物入侵，比任何堅固的堡壘更為有效。



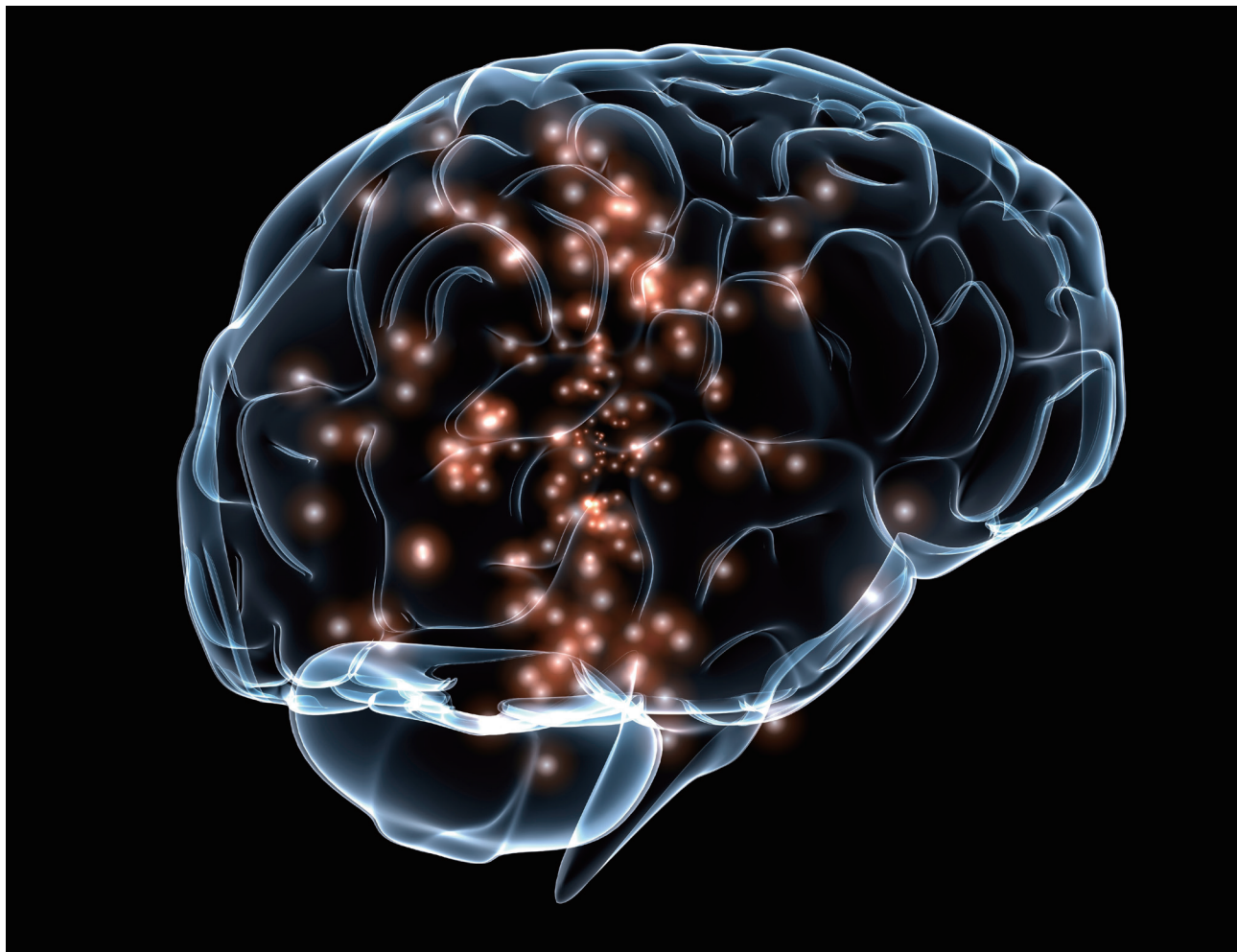
FOCUS

專題報導

韋伯繼續表示，即使介面問題上的限制現在已經解決了，他仍然不相信神經科學家能夠實現記憶假體的應用。韋伯解釋道，有些人喜歡把大腦想像成一臺電腦，「資訊轉移從A到B再到C，一切都是模組化。而大腦中當然有明確的模組化組織。但是並沒有像電腦那麼界限分明。所有的資訊隨時都是無處不在，對吧？其分佈如此廣泛，以致於現在遠遠達不到與大腦進行相互整合的程度。」

相比之下，周圍神經以更模組化的方式傳遞信號。最大最長的周圍神經是迷走神經。它將大腦與心臟、肺、消化道等器官連接在一起。神經科學家對大腦與迷走神經關係的理解，要比他們對大腦神經元之間複雜的記憶形成與回憶的理解更為清晰。韋伯認為，以強化學習過程的方式刺激迷走神經是有可能的——不是透過轉移經驗記憶，而是藉由強化某些技能的方式。

為了驗證此一假設，韋伯指導在生物技術辦公



部分科學家傾向將大腦想像成一臺電腦，資訊轉移都是以模組化的方式進行傳輸，但是大腦中的模組化組織並未如電腦般界線分明。(Source: Wiki)

室內建立一個新的計畫，稱為「標靶神經可塑性訓練」(Targeted Neuroplasticity Training, TNT)。共有七所大學的研究小組正在研究迷走神經刺激，是否能增強下列三項領域的學習效果：射擊、監偵與語言。根據韋伯表示，亞利桑那州立大學的研究小組中有一名倫理學家，其工作是「在我們把魔鬼從瓶子中釋放之前」，針對專案技術倫理層面「從長遠角度為可能出現的挑戰與衝突預做準備。」在標靶神經可塑性訓練的啟動會議上，研究小組花了90分鐘討論工作中涉及的道德問題——這場令人擔憂的對話將會擴大到許多其他問題，且將持續很長的時間。

國防先進研究計畫局援引「倫理、法律與社會影響」(ethical, legal, social implications, ELSI)以進一步闡述神經技術的潛在後果，該詞是人類基因組計畫的專業術語。海曼(Steven Hyman)領導研究小組進行倫理學的討論，他是麻省理工學院與哈佛大學布羅德研究所(Broad Institute)的神經科學家與神經倫理學家，也曾任國家

心理健康研究所所長。當筆者和他談到在國防先進研究計畫局專案上的工作時，他指出一個需要注意的問題是「串擾」(cross talk)。他表示，人機界面不僅能「讀」人的大腦，而且還能「寫進」人的大腦，這幾乎肯定會「在被作為對象大腦迴路與固有社會和道德情感的大腦迴路之間形成串擾。」我們無法預測這種串擾對象是「戰爭行為」的影響，更別提對日常生活的影響了。

韋伯與一位國防先進研究計畫局發言人都說了一些研究人員在道德討論中所提出的問題：誰將決定如何使用這項技術？上司可以強迫下屬使用它嗎？基因測試能夠決定某人對標靶神經可塑性訓練的反應嗎？這些測試是自願的還是強制的？這些測試的結果會導致入學或就業方面的歧視嗎？如果這種技術影響了道德或情感認知——我們辨別是非或控制自己行為的能力——怎麼辦？

回顧道德的討論，韋伯告訴筆者，「我記得我們的討論超過了時間。」

你可以將任何事物武器化

在《五角大廈的大腦》乙書中，作者雅各布森認為國防先進研究計畫局的神經技術研究，包括上肢義肢和腦機介面，並不是像所描述的那樣：「國防先進研究計畫局研發義肢主要目的很可能是要讓機器人，而非人類，擁有更好的臂膀和手。」當筆者向林格概述書中的內容時(他沒有讀過此書)，林格否定了雅各布森的結論。他告訴筆者，「當我們談論這些問題，而人們卻抱持負面觀感時，我總是對大家說，『你真的相信你的祖父、叔叔曾服役的軍隊，已經變成像納粹或是俄國軍隊一樣了嗎？』我們在義肢革新計畫中所做的全部一切都是公開的。如果我們真的是在建造自主式武器系統，為什麼要公開發表讓敵人知道呢？我們沒有隱藏，一絲一毫都沒有。你知道嗎？這意味著我們這樣做不僅是為了美國，而是為了全世界。」

雖然公開發表這項研究並不能防止它被濫用。但是談到運用與濫用時忽略了一個更大的問題，就是神經技術道德討論的核心。一個能力增強的人類



——一個和電腦有神經介面的人——還是人類嗎？隨時跟一般人一樣擁有人性嗎？或者這種人是不同的生物？

美國政府已經對國防先進研究計畫局進行強化人類能力實驗的權力設限。林格表示，同事們告訴他有一個「指示」：「國會非常具體表達不希望我們打造一個超人。」國會的意思似乎是說，這是不可能公開的目標，但如果我們是意外地達成，那就另當別論了。林格的想像力仍然很豐富。他告訴筆者，「如果我給你第三隻眼睛，能夠在紫外線中看到東西，那就會結合你原有的一切能力。如果我給你第三隻耳朵，能夠聽到特高頻，就像蝙蝠或蛇一樣，那你就會把所有這些感官融入體驗中並擁有優勢。如果你能在晚上看見東西，你就比晚上看不見東西的人更強。」

強化感官以獲得優勢——這種說法隱含著武器的應用。這種能力當然可能用於軍事，林格認為「大家可以將任何事物武器化，對吧？」他駁斥這個武器化的想法並回到主題：「不，實際上，這和提升人的能力有關」，他把此種能力比作軍事訓練與民間教育，並以經濟角度來合理化。

林格表示，「假設我給你第三隻手臂」，然後是第四隻手臂，所以說你多了兩隻手。「你會更有能力；你可以做更多的事情，對吧？」他接著說，如果你能控制四隻手就像現在雙手一樣運用自如，「你實際上能做比平常多兩倍的工作，就這麼簡單，你在提高生產力去做你想做的事情。」筆者開始想像他的願景：用四隻臂膀、四隻手工作，然後問他，「那麼盡頭在哪裡？」

林格表示，「這永遠沒有盡頭。我的意思是，情

況會一直愈變愈好」，這時他的手機響起，他接了電話，然後又回到剛剛中斷的地方：「國防先進研究計畫局所做的就是提供一個基本工具，如此一來其他人就可以利用這些工具，做一些我們根本想不到的偉大事情。」

然而，以林格接下來說的話判斷，國防先進研究計畫局正在思考的一些事情，遠遠超過通常會在公開場合談論的計畫。林格表示，「如果大腦能控制一個看起來像手的機器人，為什麼不能控制一個看起來像蛇的機器人呢？為什麼大腦不能控制一個看起來像一大團果凍的機器人，其可以繞過角落、上下移動與穿過物體？我的意思是說，總會有人找到一個適合的應用方式。他們現在做不到，所以他們不能變成那團球形機器人，對吧？但是在我的世界裡，因為他們的大腦現在與球形機器人有直接的聯繫介面，球形機器人就是他們的化身。所以現在他們基本上就是球形機器人，可以做任何球狀物能做的事情。」

淘金熱

國防先進研究計畫局的研發能力仍然大致停留在概念驗證階段。但是這已經足以吸引一些世界上最富有的公司進行投資。在1990年老布希總統執政期間，該局局長菲爾德斯(Craig I. Fields)丟了工作，因為根據當時的新聞報導，他為了促進商業發展，有意與矽谷的一些公司合作，而白宮高層認為不恰當。但是自小布希政府執政以來，這種敏感性已經逐漸消失了。

久而久之，國防先進研究計畫局某種程度已經成為矽谷的訓練場。杜根(Regina Dugan)是歐巴

馬總統任命的國防先進研究計畫局局長，後來帶領了谷歌的先進技術暨專案團隊，而一些局裡的前任官員還到她麾下任職。杜根接著又領導了臉書公司內的類似研發團隊，名為八號建築(Building 8)，不過目前她已經離開了臉書。

國防先進研究計畫局的神經技術研究近年來受到了企業挖角的影響。韋伯告訴筆者，該局一些研究人員被民營公司挖走，甚至字母公司(Alphabet，谷歌的母公司)的生命科學部門Verily也是一樣情形。字母公司還與英國製藥集團葛蘭素史克(GlaxoSmithKline)合作成立了一家伽凡尼生物電子(Galvani Bioelectronics)公司，欲將神經調節設備推向市場。伽凡尼生物電子公司稱其業務為「生物電子醫學」(bioelectric medicine)，可傳達溫暖與信賴的氛圍。南加州大學生物醫學工程師伯傑(Ted Berger)與威克森林大學研究人員合作進行老鼠記憶轉移研究，他曾擔任科諾(Kernel)神經科技公司的首席科學官。該公司計畫開發「先進的神經介面來治療疾病與功能障礙、智力

啟發機制及擴展認知。」馬斯克(Elon Musk)熱情邀約國防先進研究計畫局的研究人員加入其神經鏈結(Neuralink)生物科技公司，據說該公司正在開發一種名為「神經織網」(neural lace)的腦機介面。臉書公司的八號建築團隊也正在開發一種神經介面。杜根於2017年表示，有60名工程師正在開發一個系統，目標是讓使用者每分鐘「直接從大腦」輸入100個單字。林格目前也是八號建築團隊諮詢委員會的成員。

在與桑切斯的交談中，筆者推測如果他實現了自己的抱負，他可能會以比臉書的祖克柏(Mark Zuckerberg)和推特的多西(Jack Dorsey)更根本與更持久的方式改變日常生活。桑切斯很容易臉紅，當他感到不安時就會打斷眼神交流，但是當他在這樣的公司聽到別人提及他名字時，他並沒有把目光移開。筆者記得他曾經說過，他希望神經技術能被廣泛運用，但是要「通過適當的審查，以確保用正確的方式完成」，筆者請他談談正確的方式可能會是什麼樣子，是否有國會議員就相關法

律或監管機制提出了很好的想法，而可能會影響到新興的神經介面產業？他提出異議(國防先進研究計畫局的任務不是去定義或指導這些事務)並表示，實際上市場力量在塑造神經技術的演變方面，要比法律、法規或深思熟慮的政策發揮更大作用。桑切斯表示，未來大學裡的科學家們將出售渠道等研究發現，或是創立新的公司。之後市場自會有判斷：「當他們成立公司、開發產品時，要讓人們相信所開發產品是有意義的，可以幫助人們過得更好。這個過程——日復一日的發展——最終將引導這些技術的方向。這就是實際上最終將呈現的方式。」

桑切斯似乎完全不擔心國防先進研究計畫局研發計畫可能會造成最嚴重的後果：重點並不是發現了什麼，而是一定會有人要買。

作者簡介

Michael Joseph Gross係《浮華世界》(Vanity Fair)雜誌特約編輯。

Copyright © 2018, The Atlantic. Distributed by McClatchy-Tribune Information Services.