

2009十大未來科技《下》

譯 羅耀宗

本刊獨家取得美國麻省理工學院

Technology Review期刊圖文授權

Technology Review, Published by MIT.

TECHNOLOGY REVIEW

Internet URL: www.technologyreview.com

Technology
PUBLISHED BY MIT
Review

1 這個周末我可以做什麼事？

2 這個周末，你住的舊金山附近，看起來會是好天氣。市內有音樂節，也有一些很棒的公園和海灘，運動場有比賽。

3 音樂

4 好，公園有藍調音樂節，Warfield區有拉丁搖滾表演，還有一些地方性的樂團在俱樂部演出。我可以幫你買票。

5 拉丁搖滾表演
(用滑鼠點按)

6 這個樂團叫做Voices of Latin Rock (詳情如下)。8:00的演出，票已經賣完。我可以幫你買到10:00那場的票。你有多少人要去？

身處於科技日益精進的時代，我們需要一張科技地圖以佈局未來，無法釐清科技的走向，就抓不住未來的方向。

哪些科技會改變未來生活及產業生態，甚至開啟龐大商機？

接續上期，Technology Review選出的另五項2009年前瞻科技，將為我們帶來全新的視野！

軟體 智慧型軟體助理

亞當·齊爾正領頭設計強而有力的軟體，要當你的個人助理。

對 大部分人來說，搜尋是踏進網際網路的入口；許多人已經養成習慣，總是把一項任務化為一組關鍵字，上網搜尋所需的工具和資訊。但是矽谷新創企業犀利（Siri）的共同創辦人亞當·齊爾（Adam Cheyer）想到一種新方法，要讓人和網際網路上供應的服務互動：那是「幹活的引擎」（do engine），不是搜尋引擎。犀利正在研發虛擬的個人助理軟體，希望幫助使用者完成任務，而不只是蒐集資訊。

齊爾是犀利公司負責工程的副總裁。他說，這種軟體考慮到使用者所處的情境，非常實用且彈性十足。「想獲得能夠行動和推理的系統，需要的是能和你互動及了解你心意的系統，」他說。

犀利公司的源起，是軍方出資，在史丹福研究院（SRI International）進行的一項人工智慧計畫，稱做CALO，意思是「會學習和整理的認識型助理」（cognitive assistant that learns and

organizes）。包括齊爾在內的這項計畫領導人，結合傳統上互不相關的人工智慧方法，試著發展會因為與使用者互動，而不斷改善的個人助理。齊爾仍在SRI服務的時候，另外帶領一支工程師團隊，做出消費性版本；同事後來說服他根據研發出來的初型另創公司。犀利的核心技術，是向SRI取得授權。

有鑑於以往研發虛擬個人助理的一些嘗試，有時失敗得非常難看，犀利的創辦人將公司的經營目標設得相當保守。預定2009年發行的初期版本，目標針對行動使用者，只執行一些特定類型的功能，例如協助預訂餐廳座位、檢查航空班次，或者計畫周末的活動。使用者可以隨意拼湊句子，打進或者說出指令，軟體會從前後的語意，判讀使用者的意圖。犀利已經和多個線上服務連線，與它互動能夠很快做好幾件小任務，不必像平常那樣，非得造訪好幾個網站不可。舉例來說，使用者可以請犀利找市內某處的中等價位餐館，然後幫忙訂位。

周末計畫

犀利公司的共同創辦人湯姆·葛魯伯（Tom Gruber）請亞當·齊爾和個人助理軟體交談。葛魯伯解釋了軟體所做回應背後的人工智慧任務。

1 「使用者可以問像這樣廣的問題，因為犀利擁有資訊，能夠提供一些線索，曉得使用者的目的是什麼。比方說，軟體可以儲存使用者所在的位置、計畫表、過去的活動等資料。犀利有能力處理娛樂或者旅行等特定領域中的開放式問題。」

2 「犀利從各式各樣的網路服務和工具，抓出和使用者的問題相關的資訊。這個例子中，它檢查了天氣、各種活動的表單，以及當地好玩處所的名錄，然後使用機器學習技術，根據使用者過去的偏好，選出可以考慮的一些活動。犀利可以連上各種網路應用，然後把結果整合成單一的回應。」

3 「犀利在目前交談的情境中，解讀使用者答覆的這句話，利用它來推敲使用者的要求。」

4 「軟體根據使用者的個人偏好，以及它本身的分門別類能力，提出明確的建議。犀利以任務為導向，不是搜尋引擎，所以提議購買使用者選擇的門票。」

5 「現在，交談範圍已經縮得夠小，使用者要做的事，只是點按他的選擇。」

6 「犀利蒐集整理所選活動的資訊，例如樂團人數、指揮、價格，然後用井井有條的方式說出來。它也會處理什麼時候有票可買和設法買到門票之類的任務。」

齊爾表示，近來電腦處理器的能力不斷改善，是將這種複雜水準帶到消費性產品，不可或缺的一環。CALO的許多能力仍然不能塞進這種產品。但由於行動電話的功能愈來愈強，網路的速度愈來愈快，犀利公司的總部可以處理一些事情，並將結果回送使用者，軟體因此能夠做到以前根

本無法完成的任務。

「搜尋已經把它的事情做得非常好，短期內不可能更上一層樓，」犀利的共同創辦人兼執行長戴格·吉特勞斯(Dag Kittlaus)說。「但我們相信五年後，每個人都會有一位虛擬助理，可以把許多瑣碎的任务交給他去做。」

雖然個人助理軟體將兼具智慧

和實用性，該公司並沒有那種雄心壯志，想把它做得像人。「我們認為，可以創造一種不可思議的體驗，幫助你過生活、解決問題和做事情更有效率，」齊爾說。但是犀利永遠只是個工具，不想挑釁人類的智慧，「我們可是非常務實的。」

——Erica Naone

能源

液態電池

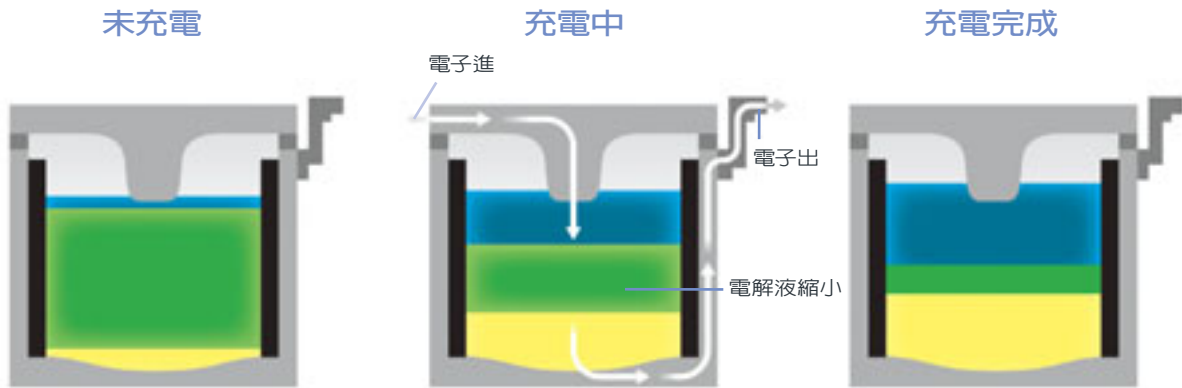
多納德·沙多威正在研發一種全新的電池，要讓城市在夜晚也能靠太陽能來綻放美麗。

我們還找不到儲存大量電力的好方法，所以太陽能沒辦法留到晚上才用。不過，一種用全液態活性材料做成的新型電池，在儲存電力的選擇方面，讓

我們燃起新的希望。根據目前做出來的初型，這些液態電池的成本，不到今天最好電池的三分之一，壽命卻要長得多。

這種電池和其他的電池不一樣。電極是金屬溶液，在電極之間導電的電解液則是溶鹽，這就做成了彈性難得一見的裝置，能

夠很快吸收大量的電力。在麻省理工學院(MIT)擔任材料化學教授，也是電池發明家的多納德·沙多威(Donald Sadoway)指出，電極能在電流「十倍高於曾經量測過的任何(電池)情況下」運作。此外，它用的材料很便宜，而且設計得容易生產。



1 一種新型的電力網級儲存電池，把已經溶解的活性成分(標示顏色的部分)置入容器。容器會送出電流和收集電流。本圖中，電池正準備充電，鎂的正離子和鎘的負離子溶解在電解液中。

2 電流流進電池時，電解液中的鎂離子得到電子，形成鎂金屬，加入鎂溶液電極。鎘離子同時釋出電子，在另一端的電極形成金屬原子。

3 金屬形成時，電解液會縮小，電極則擴大，這是電池不常見的性質。放電時，程序倒反過來，金屬原子再次成為離子。

■ 鎂 ■ 電解液 ■ 鎘

圖 Arthur Mount

第一具初型是用絕緣材料包覆容器。研究人員加進溶化原料：底層是銻，中間一層是硫化鈉之類的電解液，最上一層是鎂。由於每一種材料的密度不同，自然層次分明，也就簡化了製造的過程。容器的另一個作用，是兼作電流收集器，送出從太陽能板等動力源而來的電子，或者將電子送到電力網，供電給家庭和企業使用。

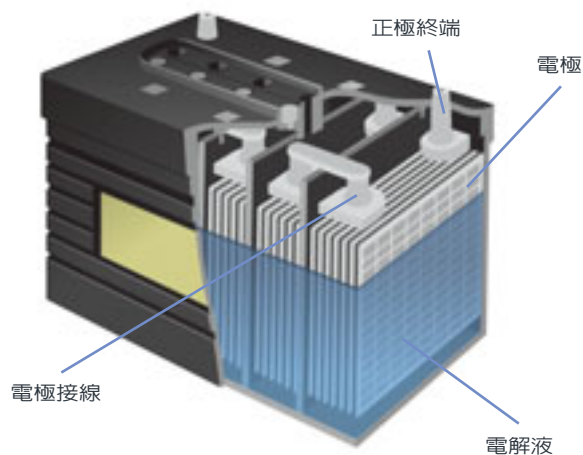
動力流進電池後，溶解在電解液中的銻化鎂會產生鎂和銻金屬。等到電池放電時，兩個電極的金屬會溶解，再次形成銻化鎂，溶入電解液，使得電解液變大，電極則縮小。

依沙多威的構想，把大型電池用電線連起來，可以形成巨大的電池組。如果要大到能夠滿足紐約市的尖峰電力需求（約13,000百萬瓦），這些電池將占地約6萬平方公尺。充電所需的太陽能電廠，規模將大到前所未見的地步，不但能夠產生足夠的電力，滿足白天的電力需求，也有夠多的過剩動力，把電池充飽，以因應

夜間的需求。第一座建立起來的系統，可能是將低電力需求期間的能源儲存起來，供尖峰需求時使用，因此我們不再需要興建那麼多新電廠和傳輸電線。

如何儲存間斷性動力來源的能源，有許多方法曾經被提出，有些更付諸有限度的利用，例如鉛酸電池組，以及白天將水抽到高處，晚上再流下來轉動發電機的系統。液態電池的優點是便宜、壽命長，以及（和抽水到高處等做法不同）很多地方都能派上用場。

「大規模儲存能源，供電力網使用的問題，沒人解決得了，」沙多威說，「我們可說是在研發能夠



傳統電池

一般電池使用至少一種固態活性材料。以本圖所示的鉛酸電池來說，電極是固態金屬板，浸入電解液中。固態材料限制住電池的傳導性，因而減低了能夠流經它們的電流數量。它們也容易分裂、分解，所以會愈用效果愈差，可用的壽命因此縮短。

儲存整個電力網的電池。」

做出最早的初型之後，研究人員改用不同的金屬和溶鹽；銻化鎂溶於電解液的濃度不可能很高，所以起初的一批初型，體積大得失去實用價值（沙多威沒透露使用什麼新材料，但他說運作原理相同）。研究團隊希望五年後這種電池能夠商業化上市。

—Kevin Bullis

奈米科技 奈米壓電產品

王中林認為壓電奈米線可以供應電力給可植入人體的醫療裝置，以及做為微型感應器。

奈米級的感應器極其敏感，非常省電，而且當然很小。它們可以用來偵測血

液中疾病的分子標誌、空氣中的微量有毒氣體，以及追蹤食品中的污染物。但要驅動這些裝置，需要用到電池和積體電路，所以很難完全微型化。喬治亞理工學院（Georgia Tech）

的材料科學家王中林（Zhong Lin Wang）希望能借重壓電學（piezoelectricity）之力，利用微型發電機，把電力送到奈米世界。如果他得償所願，生物和化學奈米感應器將能自行供應

助聽器

直立排成的壓電奈米線陣列，可以做為助聽器。當聲波衝擊到奈米線，奈米線會彎曲，產生電勢。電訊號接著擴大，直接送到聽覺神經。

簽名驗證

由壓電電線構成的網格，置於簽名板下方，記錄每個人簽名時施加的壓力型態。這套系統結合簽名壓力型態的資料庫，可以驗證簽名的真偽。

奈米發電機

氧化鋅奈米線陣列包在聚合體薄膜內，彎曲時會產生電流。奈米發電機可以嵌進衣服，用來將布料的摩娑轉化成電流，做為行動電話等可攜式裝置的動力來源。

骨質流失監視器

由壓電奈米線構成的網線，可以監視骨質流失的力學應力指標。骨頭如果出現危險的應力，會使奈米線產生電流，啟動裝置發出警示訊號到體外。這種感應器能以最低的侵入性程序植入人體。

圖片設計 Bryan Christie

電力。

人們曉得有壓電效應存在，已有一個多世紀之久。這是指結晶物質受到力學應力，而產生電勢（electrical potential）的現象。但是王中林2005年以原子力顯微鏡的探針，彎曲氧化鋅奈米線，率先證明在奈米尺度也能辦到。奈米線彎曲和回復原來的形狀時，鋅和氧離子

產生的電勢會驅動電流。王中林在初期的實驗中，從奈米線得到的電流相當微弱；電勢最高只有幾毫伏（millivolts）。但是王中林猜得沒錯，用上夠多的工程設計，他可以利用我們周遭的各種細微振動，例如聲波、風，甚至血液流經植入人體的裝置時產生的擾動，設計出實用的奈米級動力來源。這

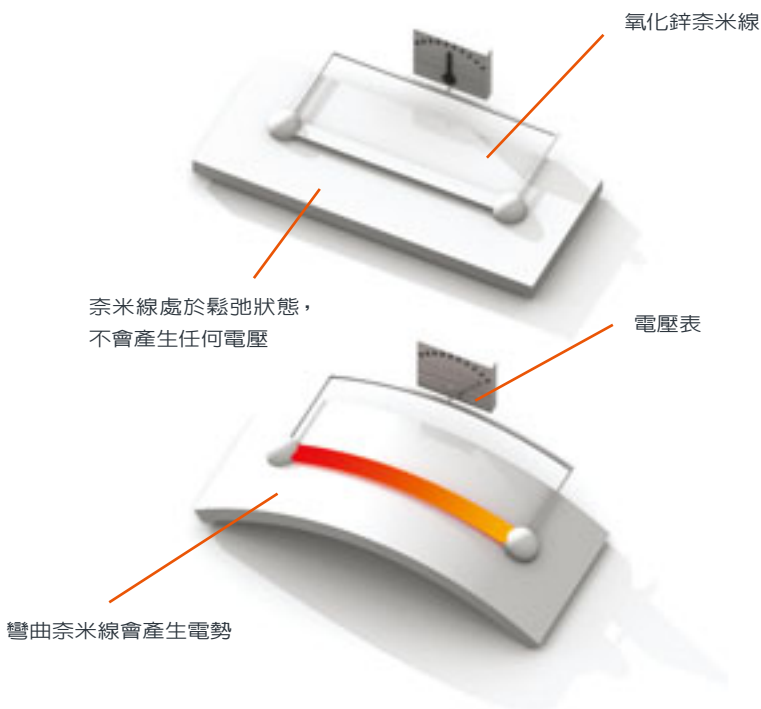
些細微的動靜會彎曲奈米線，產生電力。

2008年11月，王中林把氧化鋅奈米線嵌進一層聚合物；這塊薄片，彎曲時可以產生50毫伏的電力。這是供應電力給微型感應器跨出的一大步。王中林希望這些發電機最後能夠織進布料裡面；襯衫的窸窣聲可以產生夠多電力，給iPod等裝置

所用的電池充電。目前奈米發電機的輸出電力還太低，沒辦法做到這件事。「我們需要200毫伏或者更多才行，」王中林說，鋪上幾層奈米線，可望達成目的，但也許需要花五到十年的時間，審慎進行工程設計才行。

王中林也展示新類型奈米級感應器使用的首批組件。他把這種技術稱做奈米壓電學（nanopiezotronics），利用氧化鋅奈米線不只展現壓電效應，也是半導體的事實。第一個特性讓它們能夠做為機械感應器，因為會對力學應力產生電反應。第二個特性表示，可以用它們來製造積體電路的基本組件，包括電晶體和二極體。奈米壓電產品和傳統的電子組件不同，不需要依賴外部的電力來源。受到和奈米發電機相同的力學應力時，它們會自行產生電力。

奈米電子產品不需要依賴外部的動力來源之後，可以開啟各種可能性。奈米壓電助聽器和奈米發電機整合，或許可以用一個奈米線陣列，調整每條



壓電電線

彎曲氧化鋅奈米線產生的力學應力，會在整條電線製造電勢，激起電流流經電路。從力學能轉換成電能，就稱做壓電效應。右頁提到的各種裝置可以利用奈米線做成，借重這種效應供應電力。

奈米線在不同的頻率振動，整個陣列涵蓋範圍很廣的聲音。奈米線把聲音轉化成電訊號，加以處理，再將它們直接傳送到腦部的神經原。植入人體的這種神經修復產品，不只比傳統的助聽器精巧和敏感，也不需要取出以更換電池。壓電感

應器也可以用於偵測飛機引擎的機械應力；只要一些奈米線組件，就能監控應力、處理資訊，然後將相關的資料傳給飛機的電腦。不管是在人體，還是在空中，奈米裝置終於要散播在我們身邊的每個地方。

——Katherine Bourzac

網際網路 雜湊快取

維威克·白用來儲存網路內容的新方法，可能讓世界各地人們更有能力上網。

在整個開發中世界，上網很難，比起缺乏電腦，是更明顯和更難解的數位落差

層面。「大部分地方上網比美國要貴——不只相對值高，絕對值也高，」普林斯頓大學的電腦科學家維威克·白（Vivek Pai）說。甚至連貧窮國家的大學，也經常只能使用低頻寬連

線；個人使用者只能分享撥接連線的一小部分。為了提高這些連線的效用，白和他的研究團隊研發出「雜湊快取」（HashCache）技術。這是效率很高的一種快取（caching）方法，把經常存取的



拉近數位落差

圖 Olivier Asselin/WPN

迦納的柯克洛畢泰學院學生正在上網。會議中心的連網速度只比撥接上網快三倍左右。普林斯頓大學的低成本、低用電「雜湊快取」技術，能夠儲存經常取用的網路內容，連線品質因而改善。

網路內容儲存到本機硬碟，而不占用寶貴的頻寬，一再叫取相同的資訊。

儘管網路千變萬化，卻有數量多得驚人的內容不會經常更改，或者只有一點點小改變。但是目前的快取技術，不只需要大的硬碟來保存資料，也需要許多隨機存取記憶體（random-access memory；RAM），來把索引（index）儲存在磁碟上；這些索引包含每一段內容的「位址」。RAM相對於硬碟的容量要貴，而且只有在有電力供應時才能

運作——這和頻寬一樣，在開發中國家往往既昂貴且稀有。

「雜湊快取」捨棄索引，RAM和電力的需求因此減為約十分之一。這種方法首先把每一個被儲存網路「物件」（網頁上的影像、圖形或者一段文字）的通用資源位標（URL），利用稱做雜湊函數（hash function）的一點點數學運算，轉換成比較短的數字。其他的大部分快取系統這麼做的時候，也將每一個雜湊數字儲存到占用RAM的表中，這張表會將它連到硬碟記憶體的位

址。白的技術可以跳過這一步，因為它利用嶄新的雜湊函數：函數產生的數字，定義了對應網路物件可以在磁碟上找到的點。「利用雜湊，直接計算位置，可以完全免除索引，」白說。

白表示，我們的確還是需要一些RAM，但只要夠跑雜湊函數和實際叫取特定的網路物件就行。「雜湊快取」雖然還在非常早期的發展階段，卻已在迦納的柯克洛畢泰學院（Kokrobitey Institute）和奈及利亞的歐巴費米阿瓦洛瓦大學（Obafemi Awolowo

University) 實地測試過。

吉姆·蓋提斯 (Jim Gettys) 說，快取技術基本上長久以來都沒有進步，雜湊快取技術總算結束了這種局面。蓋提斯是HTTP規格的合作者，HTTP則是網際網路通訊的基礎。蓋提斯表示，雖然窮國的學校愈來愈有能力買得起容量達數百個十億位元組 (gigabytes) 的硬碟記憶體，但這些學校如果使用今天最好的軟體，通常只買得起足夠支援數十個十億位元組快取內容的RAM。有了「雜湊快取」技術，配備任何電腦 (即使是中古電腦) 的一個班級，也能儲存和以便宜的方式取用一兆位元組的網路資料。這足夠儲存維基百科 (Wikipedia) 所有的內容，或者萊斯大學 (Rice University) 和麻省理工學院 (MIT) 等大學免費提

大快朵頤

一兆位元組的硬碟快取，能讓窮國學生瀏覽網路內容的速度加快許多。但是運轉這種快取十分昂貴。「雜湊快取」開啓了大幅降低成本之門。

網路快取的要件	傳統的快取解決方案	雜湊快取
儲存磁碟 / 成本	1兆位元組 / 100美元	1兆位元組 / 100美元
索引和相關應用的RAM	14個十億位元組	256個百萬位元組
配備合用RAM的電腦	2,800美元	200到300美元
電腦運轉需要的電力	300瓦	30瓦
連續供電的每月費用 (以每千瓦小時10美分計算)	21.60美元	2.16美元
整備和運轉兩年的總成本	3,418.40美元	351.84到451.84美元

供的所有課程。

哈佛大學 (Harvard University) 伯克曼網路與社會中心 (Berkman Center for Internet and Society) 研究員伊山·朱克曼 (Ethan Zuckerman) 說，即使鋪設新的光纖纜線，把東非連上網際網路，非洲一些大學數以千計的學生連線上網，還是得分享大約相當於家用數位用戶線路 (DSL) 的速度。「這些大學的頻寬受到嚴重

的限制，」他說。「所有學生都想要擁有電腦，但幾乎都得不到充分的頻寬。這項創新，使得運轉非常大型快取伺服器的成本便宜許多。」

白計畫中的「雜湊快取」授權方式，準備免費供應非營利機構使用，但不排除將來商業化的機會。富有國家的連線上網，也有可能因此走向民主化。

——David Talbot

網際網路 軟體定義網路

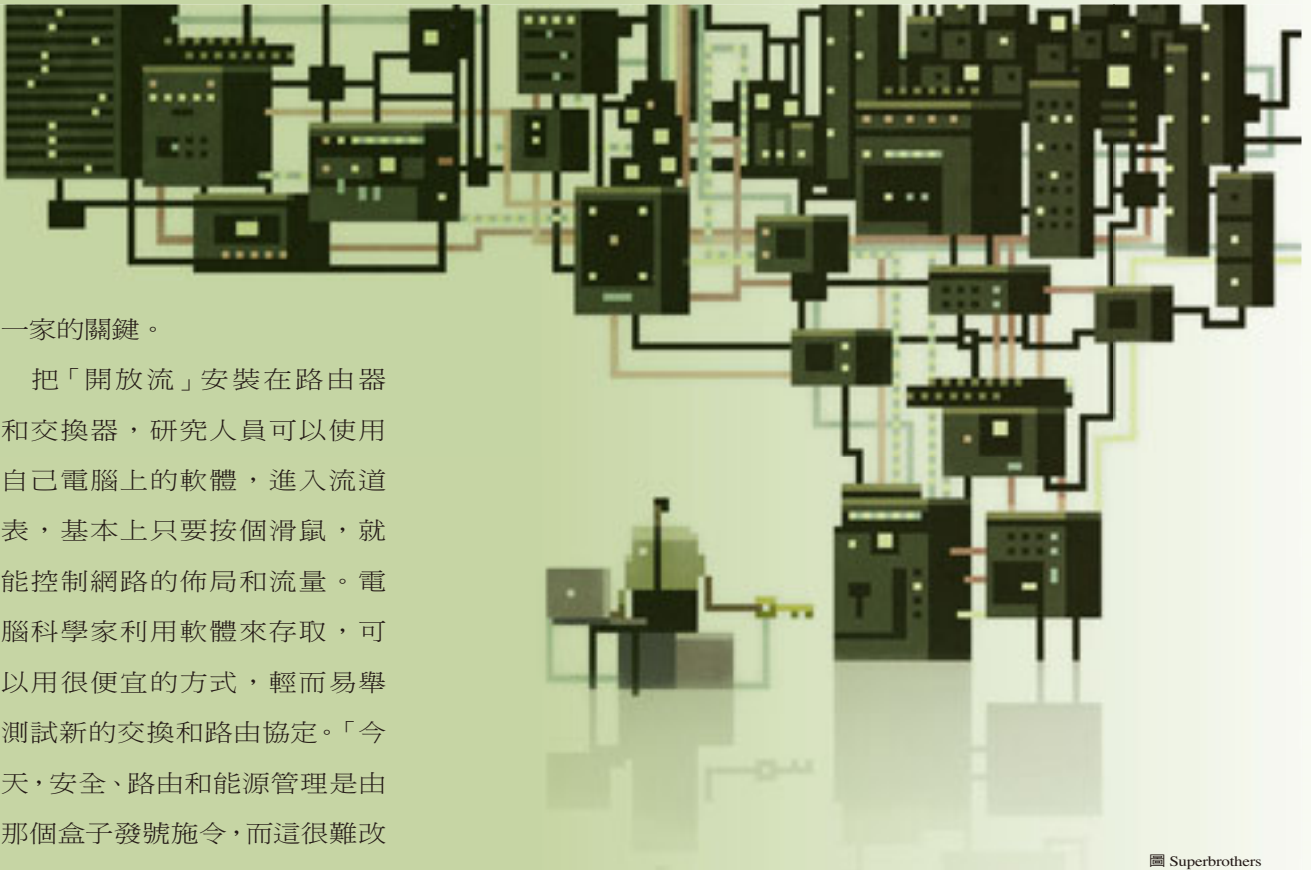
尼克·麥居恩相信，用軟體遠距控制網路硬體，可以加快網際網路的速度。

多年來，電腦科學家一直想方設法要改善網路的速度、可靠性、省能 and 安全性。但他們的想法大致停留在實驗室計畫的階段，因為不可能用夠大的規模去測試，觀察是否行得通：網際網路的核心，也就是路由器和交換器被鎖死

了。這些硬體所用的軟體，是思科 (Cisco) 和惠普 (Hewlett-Packard) 等公司的智慧財產。

由於無法在現實世界玩弄網際網路的流量，史丹佛大學 (Stanford University) 的電腦科學家尼克·麥居恩 (Nick McKeown) 和同事備感挫折之餘，發展出一套標準，稱做「開放流」(OpenFlow)，基本上將網際網路開放給研究人

員，允許他們使用軟體去定義資料流——這有點像是「軟體定義的網路」(software-defined networking)。安裝一小件的「開放流」韌體 (firmware，指嵌入硬體的軟體)，可以讓工程人員存取流道表 (flow tables)，也就是告訴交換器和路由器如何指揮網路流量的規則。可是它會保護專屬的路由指示，因為這些指示是使一家公司的硬體有別於另



一家的關鍵。

把「開放流」安裝在路由器和交換器，研究人員可以使用自己電腦上的軟體，進入流道表，基本上只要按個滑鼠，就能控制網路的佈局和流量。電腦科學家利用軟體來存取，可以用很便宜的方式，輕而易舉測試新的交換和路由協定。「今天，安全、路由和能源管理是由那個盒子發號施令，而這很難改變，」麥居恩說。「這是基礎設施四十年來沒變的原因。」

一般來說，當資料封包（data packet）抵達交換器，軟體會檢查封包的目的地，然後按照預定的規則將它轉送，而這個預定的規則，網路營運者沒辦法控制。往同一地方去的所有封包，都被規劃沿著相同的路徑走，也用相同的方式處理。

電腦科學家在跑「開放流」的網路上，可以加進或者刪除一些規則，也就是調整預定的規則。這表示研究人員可以給影片相對於電子郵件優先權，因而減少串流影片有時叫人為之氣結的走走停停現象。他們可以設定規則，控制從某一目的地而來，或者

往某一目的地而去的流量，從而封鎖被懷疑是病毒大本營的電腦進來的流量。

「開放流」也可以用於改善行動網路。行動服務供應商已經開始利用為網際網路生產的大宗便宜硬體，擴大他們的網路。但當使用者處於行動狀態，這種硬體維持連線的品質奇差無比：不妨想想膝上型電腦的資料連線，從某個無線基地台移轉到另一個無線基地台時，沒有那麼密不透風的情形。麥居恩說，「開放流」提供一種方法，服務供應商可以用它來嘗試以新的解決方案，處理移動性的問題。

Superbrothers

麥居恩的研究團隊獲有思科、瞻博（Juniper）、惠普和恩益禧（NEC）等網路化公司，以及T行動（T-Mobile）、易利信（Ericsson）和日本電信電話移動通訊網（NTT DoCoMo）等行動電話供應商的資金和設備支援。在跑「開放流」的交換器上測試的構想，可以納入新路由器的軟體中，或者經由軟體的更新，加進舊路由器。麥居恩預估一年內，上面提到的公司，會有一家或更多家開始交運內建「開放流」的產品。

——Kate Greene

Copyright © 2009, Technology Review. All Rights Reserved. 