

心電感應 可能嗎？

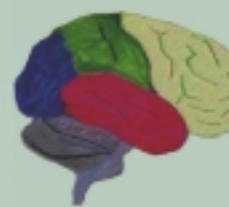
人腦電腦介面

許多病人因為中風或其他後天原因，
導致肢體無力，
這樣的病人由於意念和肢體之間的聯繫故障，
而沒有辦法讓肢體發揮功能。
是否可以不經過肢體行動或言語，
只靠腦波的變化就能控制外在的工具？

林宙晴 黃涵薇



FIRE



自古以來，人們以豐富的想像力在小說或電影裡勾勒出外太空或未來的世界，充滿對未來生活的期待，同時也不斷地身體力行，實現夢想。舉例來說，電燈的發明克服了用火把照明的不便，使用裝在牆壁上的開關，人們不需爬上爬下就可控制電燈的明暗。更進一步裝配定時設備，我們開始不須煩惱為數眾多的路燈會在白天忘了熄滅，而造成電力浪費。隨著科技的進步，原本只存在於電影中的聲控產品也面世了，如果有足夠的經濟能力，我們甚至可以讓家電的使用都依照簡單的口語指令進行。

然而，科技的發展是不是就這樣到達極限了呢？就實際而言，除了促進日常生活的便利外，這種科技上的進步能不能更適切地運用在醫療上呢？

許多病人因為中風或其他後天原因，導致肢體無力。這樣的病人操控肢體的意念和肢體外觀都是健全的，卻由於意念和肢體之間的聯繫故障，而沒有辦法讓肢體發揮功能。前一陣子極受矚目的《潛水鐘與蝴蝶》這本書，便真實地記錄

不靠肢體行動或言語，只靠腦波的變化來控制外在的工具，是否可行？

了作者因為橋腦中風，導致四肢無力、無法言語，雖然意識清醒，卻只能靠眨眼的動作及眼球的移動來表示意願。相信看過的讀者，對作者的痛苦都會深感情！

因為有許多類似的案例，便啟發了科學家們投入這樣的研究：只要不是植物人，腦波都是持續二十四小時不停地存在的，那麼不靠肢體行動或言語，只靠腦波的變化來控制外在的工具，是否可行？

認識腦波

顧名思義，腦波就是可以由儀器記錄下來的腦細胞活動的電波。人類的大腦像顆花椰菜，大腦皮質（又稱為灰質）相當於花椰菜綠色的部分，它包覆在髓質（又稱白質）的外圍。灰質由六層共約一百億至三百億個神經元細胞體組成，它們之間有著錯綜複雜的連結，以細胞膜上的電位變化來交換資訊，互相聯絡。

一群群功能類似而聚在一起的神經元細胞，分布在皮質不同區域上。大腦在解剖學上分為額葉、頂葉、顳葉、枕葉四大區域，分別掌管運動、感覺、記憶、空間感、視覺等不同的功能，並且指揮肢體的動作和行為。細胞間電位變化形成的電流雖然微弱，但是經由分區貼在頭皮上的電極，把所接收到的訊號以放大器處理，並過濾雜訊後，就可以提供臨床上判斷各區腦細胞活動功能的重要資訊。

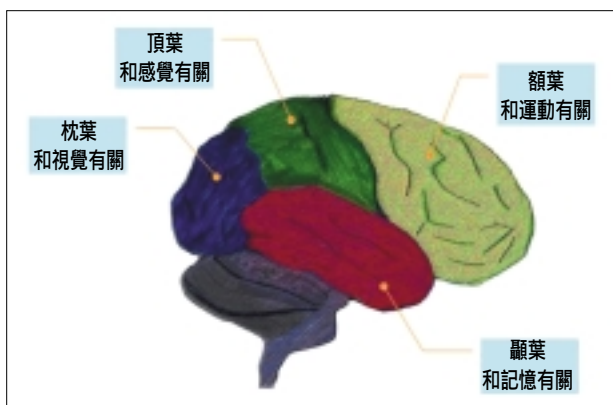
自從一九二九年，德國的精神科教授柏格（Hans Berger, 1873 - 1941）成功完成首例人類腦波的記錄之後，經過數十年不斷的測試及研究，腦波專家已經了解正常人在不同年齡的腦波型態、清醒與睡眠的腦波變化，並可區分出各種異常波形代表的病理意義。記錄腦波已是一項絕對安全的檢查，在神經科常見的頭痛、頭暈、失智症、意識不清等病症的檢查上，都扮演重要的角色，尤其在癲癇病人身上更是不可或缺。

腦波依其頻率基本上分為四種，由慢到快依



<http://www.japanclub.com/club/magazine/6th/6c.html>

隨著科技的進步，打個電話回家就可自動開啟家中的冷氣，甚至幫你檢查冰箱中是否還有柳橙汁，已不再是夢想了。



大腦主要分為四個區域，分別負責不同功能。建構人腦電腦介面時，主要是偵測運動區的腦波變化。

序是 δ 波（4赫茲以下）、 θ 波（4-7赫茲）、 β 波（8-12赫茲）以及 α 波（13赫茲以上）。當一般正常人安靜閉眼，但維持清醒狀態時，腦波主要是對稱的 α 波。 α 波在枕葉部位特別明顯，並且在病人眼睛張開後便會被抑制。 α 波和 θ 波統稱為慢波，一般出現於睡眠時期，若是成人在清醒狀態下出現慢波，則大多是異常。 β 波又稱為快波，臨床意義較為多樣化，依出現的時期、情境和部位來決定。

近數十年來，學者們陸續發現，當受測者被動接受外來的視覺、聽覺或感覺的刺激時，可以在腦部引發時間上固定相關的對應電波變化。另外一類型的變化則是和受測者主動的心智活動相關，例如請受測者從事心算、思考或記憶等腦部運作時，也會引起腦波振幅的下降，但是這樣的腦波變化和所從事的心智活動之間，並沒有非常固定的相位關係。

隨著對腦波了解的加深，一些在疾病診斷上不是那麼重要，但是又具有特殊生理意義的波形陸續被辨識出來，其中以「 μ 波」最具代表性。一九五二年有學者首度詳細描述這種波形，它的頻率和幅度與受測者的 α 波相似，但頻率略快些。 μ 波的分佈位

置和 α 波也不相同。

μ 波一般被認為是腦部運動皮質區功能的代表，在受測者處於張眼狀態時仍會出現。受測者手指有動作時，會對 μ 波產生抑制，這種抑制在手指肌肉收縮

真正產生動作之前，便可以由儀器記錄到。有趣的是，就算只是想像手指的動作，也能夠產生這種效果！這種特性讓聰明的科學家發覺利用 μ 波作為人腦—電腦介面的可能性。

應用腦波的人腦電腦介面

人機介面是近年來極為風行的研究主題，主要在探討如何讓機器的使用更為人性化。以微軟的視窗系統為例，主要目的便是使電腦的使用更加簡單直覺，不需要學習艱深的原理或繁複的指令，一般人都能夠輕鬆地操作電腦。現在有許多位於機場、車站等地的查詢電腦，使用觸控式螢幕，讓遊客能輕鬆地獲得旅遊資訊，也是人機介面在生活中應用的好例子。

在醫學上，腦部功能正常，卻因中風、肌肉疾病、運動神經元疾病（中文俗稱「漸凍人」）或是多發性神經病變，造成四肢癱瘓的病人不在少數。如果能夠設計出不須依靠肢體的人機介面，讓這樣的病友們能夠依自己的意願，獨立完成一些日常生活中的動作，會是一大福音！

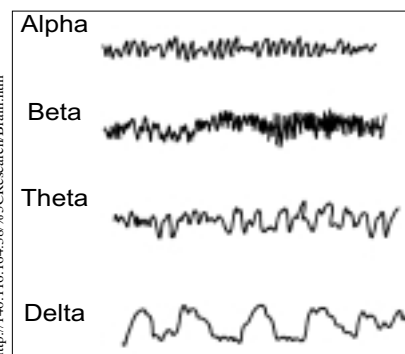
目前已經有研究團隊發展出運用分析眼球運動、眨眼或頭部動作，來控制電腦的人機介面。由於腦部的活

動是人類一切行為的起源，假如能夠直接以腦部活動來控制電腦系統，那麼使用方法就更近似人類自然的使用方式，這就是「人腦電腦介面」的概念。

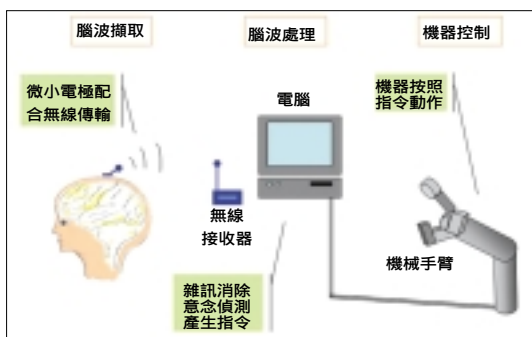
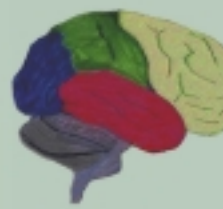
目前正在發展的人腦電腦介面分為兩大類。一類利用的是功能性影像學，包括腦部功能性磁共振造影、腦部正子造影及腦磁圖等。這類的檢查結果是動態的，例如受測者想像右手做動作時，在功能性磁共振造影的腦部切面圖上，就可以看見對應在左側運動皮質的部位訊號增加，分析及加強這種動態的訊號變化，就可以用來控制電腦。遺憾的是，這一類的系統通常受限於儀器的龐大，僅能在實驗室中供研究用，而無法廣泛地在一般環境中使用。

另一類的人腦電腦介面，利用的是腦部電位的變化，除了視覺誘發電位、直流腦波等之外，以運用前述 μ 波的生理特性為代表。例如，當病友產生使用右手的意願時，利用儀器辨識出這個想法所引起的左大腦腦波變化，轉換成數位訊號，再傳遞到所連結的外在工具，產生設定的動作。由於微電子技術進展迅速，目前腦波的感應器可以做得很小而且便宜，受環境干擾也較小，因此適合廣泛使用。

在建構人腦電腦介面時，如何從



腦波

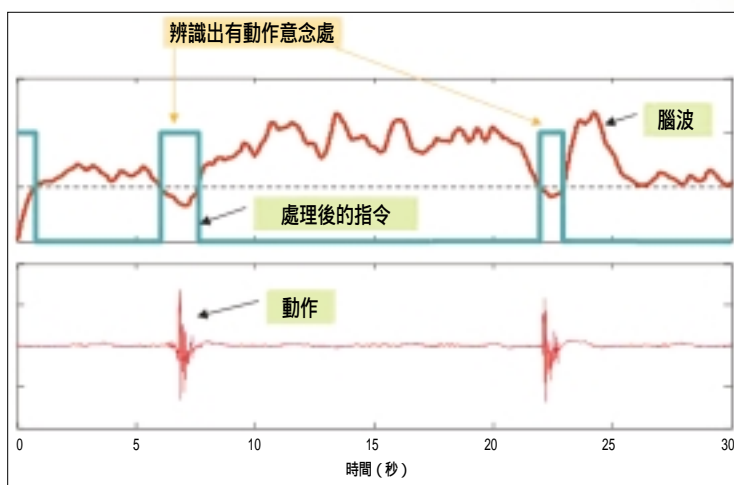


人腦電腦介面可分為三個部分：腦波擷取、腦波處理和機器控制。腦波擷取的重點在於「忠實偵測腦波」和「電極微小化」，腦波處理的重點在於「意念偵測」和「隨時間適應腦波變化」，而機器控制的重點則在於如何利用簡單的指令產生複雜多樣的動作。

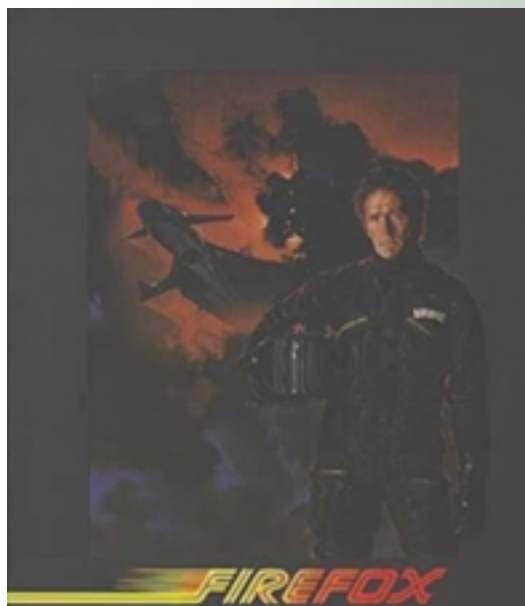
腦波中分離出動作的意念是最困難、也是最關鍵的部分。通常擷取腦波並數位化後，腦波訊號需要先經過消除雜訊的步驟，希望消除的雜訊包括眨眼、走動和周遭環境的電磁波，然後再利用各種訊號處理的技術去偵測動作意念。訊號處理的方式包括先進的系統辨識技術和分群分類方法，最後把偵測出的原始意念轉換成機器能了解的聰明指令。理想上，辨識意念的程式需要能不斷地自動調整程式本身，來適應隨時間改變特性的腦波。

目前的應用依其難易程度依序有以下幾個方向：

(1) 最簡單的是操控電燈、電視、電扇或冷氣等用品的開關，例如「想動右手」為「開」，「想動左手」為「關」。



人腦電腦介面最關鍵的部分在於腦波處理。本圖是一例，使用者想讓拇指上下移動，這時腦波產生變化（下圖），經過訊號處理便可以產生控制機器的指令（上圖）。



在 FIREFOX 這部電影中，一位美國飛行員潛入蘇俄，竊取極機密並配備有思想控制武器系統的先進戰機。

(2) 是以打字來表達意願，譬如設定「想動右手」來驅動所連接電腦螢幕上向右的游標，「想動左手」則是驅動向左的游標，藉著一步一步移動游標到適當的位置，來選擇螢幕上原本已經設定好的字詞，像是「吃飯」、「洗澡」、「要」、「不要」等等，來和外界溝通，甚至可以組合成簡單的句子。

(3) 最困難的是控制機械手或義肢，這時介面程式必須可以連續快速地下達指令控制機械手臂的位置或力量。這種技術一旦成熟，還可以運用在危險區域（如核能電廠）的遠距操作和戰鬥

機的抬頭式非經手武器操控系統。

不須比手畫腳，不須說出心中的想法，也不須錯綜複雜的線路連接，就可以用「念力」（腦波）控制機器做出我們想要的動作。雖然神奇有如科幻小說的情節，但是在科學家研究人腦電腦介面的努力下，已經不是遙不可及的夢想了！

林宙晴 黃涵薇
成功大學醫學中心神經科