

獨立腦細胞 會有意識嗎？

科學講堂

人工智能成為了近年炙手可熱的話題，令不少人考慮一個較為前瞻性的問題：人工智能會發展出自我的意識嗎？如果真的發展了，人類又該如何面對？不過以機械為本的自我意識，與我們的距離感覺上還是遠了一點；現今在實驗室中進行的有關腦細胞的研究，又會製造出有自我意識的細胞組織嗎？

驗剛死豬隻腦部 觀察到電子活動



醫生要判定一位病人還有多少自我意識，會觀察病人在面對刺激或痛楚的時候，會否退縮或眨眼睛。 網上圖片



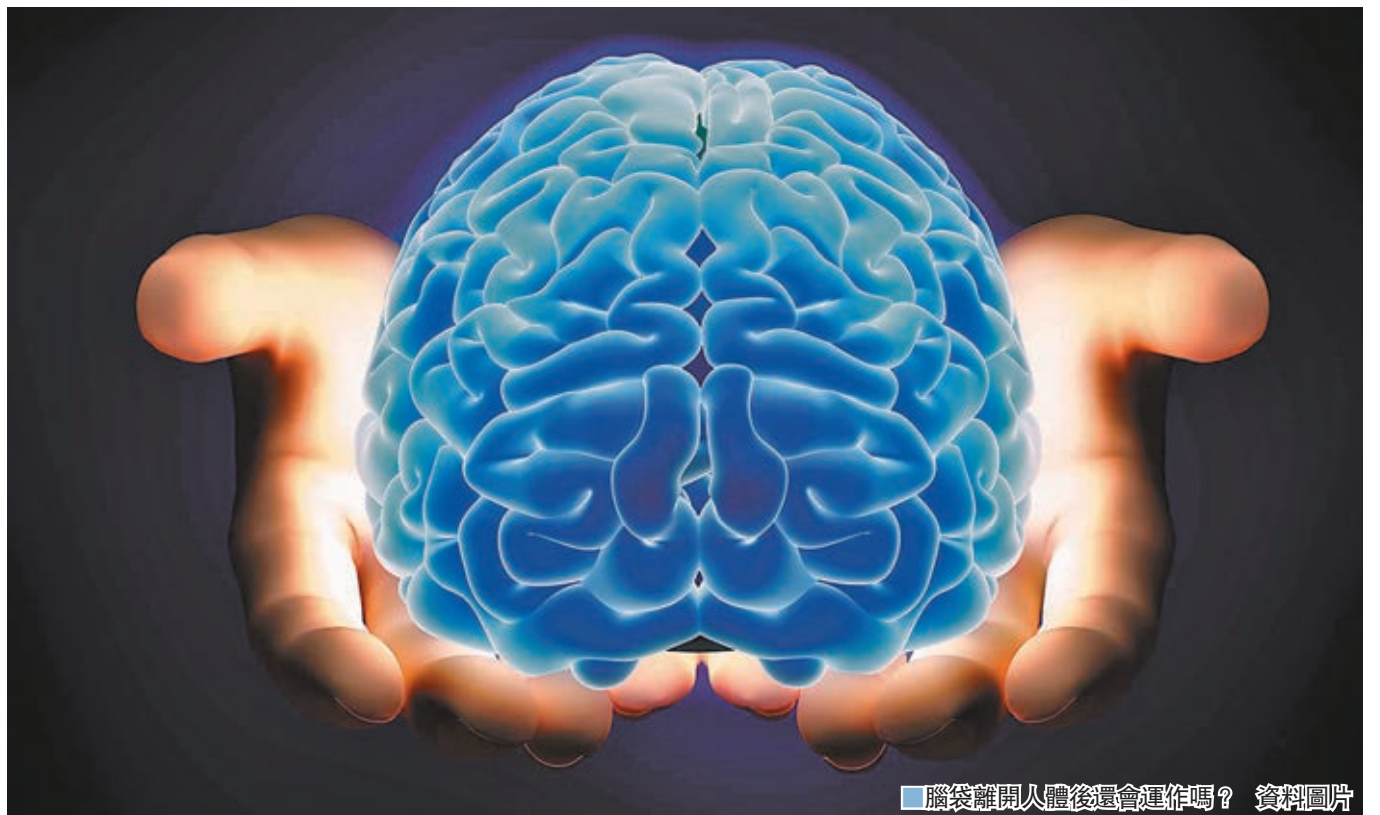
我們常將腦部比喻為電腦，在處理、演繹從各種感覺器官傳來的訊息之中，再發展出一種自我的存在感。 資料圖片

這種想法並非天方夜譚。加州大學聖地牙哥分校的神經科學家 Alysson Muotri 一直致力於利用人類幹細胞，發展出類似腦袋的小型構造（大約只有芝麻般大小），再用於各種不同的有趣研究：例如這些腦細胞在太空之中會有什麼反應？它們會如何受藥物影響？

Muotri 的團隊在 2019 年發表了一個令他們深思的研究：他們在這些簡單的腦細胞組織之中，觀察到了與早產嬰兒相類、有規律的電子活動；在實驗結束之前，這些

活動可以持續數月之久，絕不是一種短暫的現象。

耶魯大學的 Nenad Sestan 也有類似的經歷。他的團隊本來在研究如何保存剛剛死去的豬隻腦部，以便作日後研究之用。他們也很小心不讓這些腦袋「重新啟動」，但是被他們處理過的腦部，當中有一個卻展示出好像是具有規律的腦電圖活動！Sestan 立即中止這個實驗，雖然其後的分析顯示，這些「腦部活動」與有意識的腦袋活動並不一致。



腦袋離開人體後還會運作嗎？ 資料圖片

難有一致認同定義 更難制定操守規則

Sestan 也馬上尋求美國國家衛生院的指引：大致上來說，這方面的指引暫時還是欠奉。其中一個原因，是一直以來，大家認為在實驗室中製造出自我意識，還不是十分可能。

2019 年 10 月，加州大學聖地牙哥分校亦舉辦了一場會議，邀請神經科學家、哲學家、學生以至公眾一同參與，共同為這類實驗制定未來應當遵從的道德倫理框架。不過制定這樣的框架，原來並不容易，因為在什麼是自我意識這一點之上，大家有着各種各樣的意見。

一般來說，醫生要判定一位病人還有多少自我意識、是否進入了「植物人」的狀態，會觀察病人在面對刺激或痛楚的時候，會否退縮或眨眼睛。心理學中的一個想法，稱為全局工作空間理論 (Global Workspace Theory)，也將腦部比喻為電腦，在處理、演繹從各種感覺器官傳來的訊息之中，再發展出一種自我的存在感。不過在實驗室中的腦袋，許多時候是獨立存在的，並沒有與感覺器官有所連繫；假如根據以上這些對「自我意識」的定義，它們不可以處理感官的訊息，因此永遠也

不會有自我意識。正因如此，這個研究範圍當下的其中一個難處，就是缺乏一個大家一致認同的自我意識的定義；沒有如此的一個定義，自然更難制定相關的操守規則。

科學的一種特色，就是開發新的領域，迫使我們思考新的問題。暫時我們可能還未在實驗室中製造出自我的意識，不過相關的規則也是亟待商議。這些與腦部有關的研究，容許我們更深入地了解腦袋，再從而找出各種處理腦部問題的方法，倘若規範得宜，自然能為人類帶來莫大裨益。

杜子航 教育工作者

早年學習理工科目，一直致力推動科學教育與科普工作，近年開始關注電腦發展對社會的影響。

反證法

奧數揭秘

這次分享一道關於正整數的乘積是奇數還是偶數的問題，當中用到了反證法。

問題：設 a_1, a_2, \dots, a_7 是正整數，任意改變這七個數的順序後，記為 b_1, b_2, \dots, b_7 。證明： $A = (a_1 - b_1)(a_2 - b_2)\dots(a_7 - b_7)$ 是偶數。

答案：假設 A 為奇數，則 $(a_1 - b_1), (a_2 - b_2), \dots, (a_7 - b_7)$ 都是奇數，則各數相加的和為奇數。然而 $(a_1 - b_1) + (a_2 - b_2) + \dots + (a_7 - b_7) = (a_1 + a_2 + \dots + a_7) - (b_1 + b_2 + \dots + b_7) = 0$ 為偶數。因此假設不能成立， A 為偶數。

題解中的思路，主要是用反證法，先假設 A 是奇數，推論起來，會得到奇數個奇數之和是奇數的結果，從而得知假設不成立，因此 A 是偶數。反證法的思路，大致的方向是假設結論不成立，然後推論起來，可能會推出與假設不相符的結果，或者是與已知為真的數學命題相反。這個在數學上很常用。

談起反證法，要說清楚一點，也要談談一點點邏輯。有些基本詞彙在數學裏會遇上，平常看新聞也可能會遇到，比如「命題」。命題是判斷一件事情的語句，可明確分辨真假的。比如「一個等邊三角形裏，三隻內角都是 60° 。」那就是能明確分辨真假的。不是什麼語句都可以明確分辨真假的，比如見到小孩子，談起「他們長得挺高。」那沒明確定義什麼是高的時候，就無法明確分辨真假。

這個命題與反證法的關係，也需要談談命題的四種形式，即原命題、逆命題、否命題與逆否命題的分別，以及它們之間的關係。

原命題就是「若 A ，則 B 。」的形式，比如「若一個整數為 4 的倍數，則它是一個雙數。」(真) 逆命題則是「若 B ，則 A 。」的形式，比如「若一個整數是雙數，則它是 4 的倍數。」(假)

否命題就是「若非 A ，則非 B 。」的形式，比如「若一個整數不是 4 的倍數，則它不是一個雙數。」(假)

逆否命題就是「若非 B ，則非 A 。」的形式，比

如「若一個整數不是雙數，則它不是 4 的倍數。」(真)

留意上述的原命題與逆否命題，其實兩者是等價的。在原命題較難證明的情況下，嘗試證明它的逆否命題，就是反證法。

課程內的數學，關於邏輯的訓練，說到底都是滲透在所有推論上的，不過較明顯的還是在幾何證明上。比如畢氏定理，就有所謂逆定理，就是「一個三角形有直角」與「其中兩邊的平方之和為第三邊平方」的關係，原定理是前者推出後者，逆定理是後者推出前者。

由於課程內有一大部分的定理，其原命題與逆命題都同時為真，所以有時聯想起來，也好像沒怎樣自覺地用過邏輯推理，就能解得了問題，計得到答案，但這點聯想與邏輯推論之間是大有分別的，有心學好數學的話，是要仔細地分辨，而且在每一步的推論中自覺到。

奧數裏由於題目變化較大，題目中的條件之間，邏輯關係也相對複雜，所以可以有較強的邏輯訓練。

談起邏輯時也要留意，其實這裏也只是說了一些很基本的邏輯而已，筆者早年在書店，見過一本邏輯大辭典，足有兩三寸厚，內裏也指出邏輯是有很多種的，這個就是真要有興趣鑽研下去才可以深入了解的。 ■張志基

老化肉變嫩 牛排有學問

科技暢想

肉是動物的肌肉組織，大多數動物的肌肉大約含有 75% 的水，20% 的蛋白質和 5% 的脂肪、碳水化合物和各種蛋白質。肌肉由稱為纖維的細胞束組成，每個細胞都擠滿了由肌動蛋白和肌球蛋白兩種蛋白質組成的細絲。在活體動物中，這些蛋白質細絲使肌肉收縮並放鬆。兩種作用都需要大量能量，而這些能量是從攜帶能量的分子 ATP (三磷酸腺苷) 中獲得的。

ATP 的最有效產生需要氧氣，而氧氣是從循環血液中獲取。當宰殺動物後，血液循環停止，肌肉不能再使用氧氣來生成 ATP 並轉向無氧糖酵解，該過程將糖在沒有氧氣的情況下分解，從而從糖原 (一種儲存在肌肉中的糖) 生成 ATP。

糖原的分解產生足夠的能量來收縮肌肉，還產生乳酸。由於沒有血流帶走乳酸，乳酸就在肌肉組織中積聚，如果含量太高，則肉失去其水結合能力，並變白變水。如果酸度太低，肉將變硬變乾。

乳酸堆積也會釋放鈣，從而引起肌肉收縮。隨著糖原供應的枯竭，ATP 再生停止，肌動蛋白和肌球蛋白仍鎖定在稱為「死僵」的永久性收縮中。死後過早冷凍會使蛋白質聚集在一起，從而導致非常堅硬的肉。老化可使肌肉細胞中的酶分解重疊的蛋白質，從而使肉變嫩。生肉中的單個蛋白質分子纏繞成捲狀，通過結合形成並保持在一起。

加熱肉時，鍵斷裂，蛋白質分子解開。當水被擠出並且蛋白質分子重新結合或凝結時，熱量還會使肌肉纖維的直徑和長度都收縮。由於蛋白質的天然結構發生變化，這種斷裂、解開和凝結的過程稱為變性。

烹飪肉食會改變質地、顏色和味道的原因，是肌肉組織變性中的蛋白質或形狀發生變化。構成肌肉組織的蛋白質多種多樣，其中包括在肌肉收縮中起重要作用的肌球蛋白和也參與肌肉收縮以及細胞分裂和其他功能的肌動蛋白。肌球蛋白在 49°C 到 55°C 左右開始變性。肌動蛋白在 66°C 左右變性。對於口味，似乎一般人喜歡肌球蛋白變性而肌動蛋白處於天然狀態時。



煎牛排也有很多學問。

作者供圖

不過，完美的牛排是有棕色的表面。美拉德反應 (maillard reaction) 是一種化學反應，其中肉類中的糖和氨基酸發生反應並生成新的化合物，從而導致褐變。當你烘烤麵包時，也會發生相同的反應。要獲得美拉德反應，牛排的表面溫度必須在 177°C 左右。有些人主張將牛排加鹽醃製，然後靜置以將水分從表面上拉走，從而加快美拉德的速率。被鹽從牛排中抽出的少量液體不會對烹飪時間產生巨大影響。將鹽放到肉上一會兒可以使調味料滲入外層。

在烤架上平衡技巧是使外部高熱量與內部低熱量平衡。煮熟後，讓肉靜置幾分鐘。如果在切開肉塊之前，牛排內部的液體稍稍冷卻，則它們會變得更黏。

洪文正

簡介：本會培育科普人才，提高各界對科技創意應用的認識，為香港青年人提供更多機會參與國際性及大中華地區的科技創意活動，詳情可瀏覽 www.hknetea.org。



簡介：奧校於 1995 年成立，為香港首間提供奧數培訓之註冊慈善機構(編號：91/4924)，每年均舉辦「香港小學數學奧林匹克比賽」，旨在發掘在數學方面有潛質的學生。學員有機會選拔成為香港代表隊，獲免費培訓並參加海外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org。

