

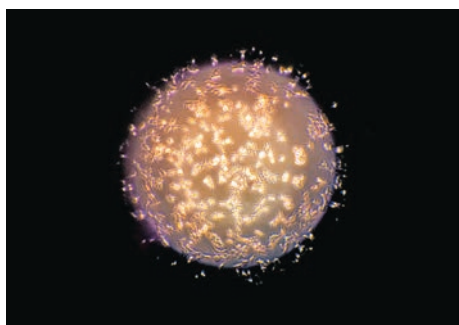
身體免疫細胞 可經淋巴上腦

科學講堂

疫情肆虐，令我們更留心身體的免疫系統，而腦袋作為我們重要的器官，不知道大家有沒有想過身體是如何為腦袋抗疫的呢？今次就和各位探討這個課題。

最初以為身體腦袋不同系統

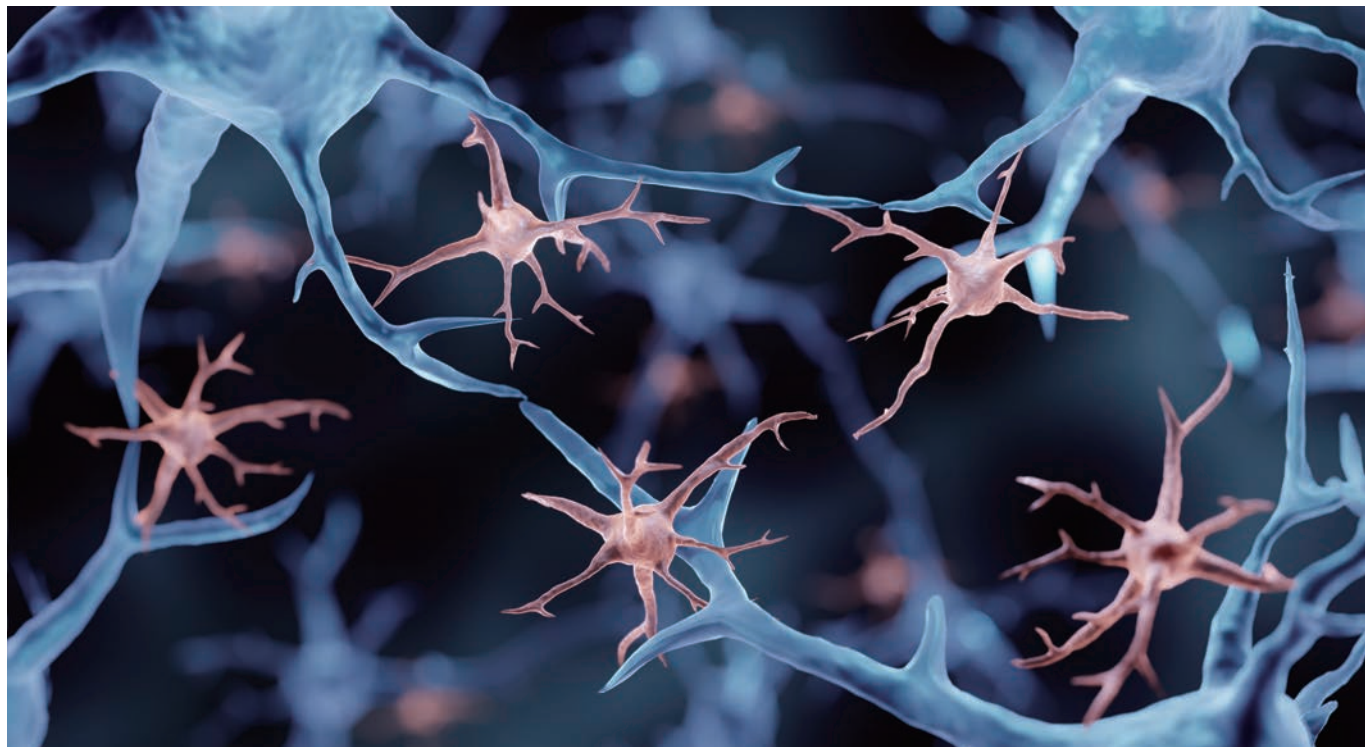
幾十年前，我們認為腦袋與身體的免疫系統是兩個完全分開的體系。這源於上世紀初科學家進行的實驗，比如說1920年代日本科學家將腫瘤細胞移植進老鼠身體之中，發現老鼠本身的免疫系統能夠消滅這些細胞；然而，假如把這些腫瘤細胞移植到老鼠的腦袋之內，這些細胞卻可以存活下來。由此看來腦袋的免疫反應較弱，並促使我們認識到，身體的免疫系統並不適用於腦袋之上。



◆顯微鏡下的T細胞。 資料圖片

這種想法亦與我們身體的構造一致，腦袋的外圍有一道腦血管障壁 (blood-brain barrier)，將腦袋跟其他外部的血管分開來，只容許氧氣、二氧化碳、血糖等等少數物質通過。腦袋也有自己的裝備來對抗外來的病原：小膠質細胞 (microglia) 就是存在於腦部的抗免疫細胞，專門對付中央神經系統中的病原體。當身體的免疫細胞進入腦部，反而可能代表問題的出現，例如多發性硬化症 (multiple sclerosis) 的發生，就有可能免疫細胞攻擊自身的神經元所導致。

過往科學家們認為，腦袋與身體的免疫系統應該是分開的，另一個原因是我們看不清免疫細胞如何從身體運輸到腦部。淋巴系統遍布我們身體，自然是可以把免疫細胞四處運送的渠道。早在18世紀，意大利醫學家Paolo Mascagni就已指出腦袋四周也有淋巴網絡，可惜的是當時並沒有得到太大關注。不過，近年現代科學家已經從老鼠及人類的腦膜中找到這種淋巴系統，顯示身體中負責對付病原體的T細胞可以利用這個網絡與腦袋連接。



◆小膠質細胞是存在於腦部的抗免疫細胞，專門對付中央神經系統中的病原體。 網上圖片

影響阿茲海默症 修復腦部神經元

腦袋中的這些免疫細胞有什麼作用？我們現在還在努力釐清。例如史丹福大學的神經免疫學家Tony Wyss-Coray在阿茲海默症患者的腦脊液之中，找到較多的T細胞，反映出這種細胞和阿茲海默症有一定的關係。他懷疑腦部免疫系統釋放的一些物質會引起發炎甚至細胞死亡，以致腦袋中的神經元受到破壞。以色列魏茲曼科學研究所的Michal Schwartz卻發現，增強老鼠腦部的免疫系統之後，牠們在認知方面的表現得到改善，而牠們腦部灰質中的老年斑 (amyloid plaques) 也能夠減少 (大量老年斑是阿茲海默症的典型症狀)。

研究亦顯示，腦中的免疫細胞跟腦袋發育有關。比如說腦中的小膠質細胞能夠協助修整腦部神經元的連結，因此直接影響腦袋的發展。研究也發現假如老鼠缺少某種T細胞，牠們的小膠質細胞亦會出現缺陷，無法正常地修復腦部神經元的連結。這可能代表該種T細胞對小膠質細胞的正常發育十分重要。

腦部的免疫系統，是近年發展迅速的課題。從認定腦部的免疫系統跟身體沒有關係到現在的發現，我們見證了極大的改變。在加深研究腦部免疫系統的功用之餘，認識身體如何與這個系統溝通，更是不少科學家的一大課題。

◆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。

組合數的因數

奧數揭秘

組合數 C_n^r ，粗略來說，就是 n 個物件取 r 個，無分次序時有多少個組合。具體算式來說，就是 $\frac{n!}{r!(n-r)!} = \frac{n(n-1)(n-2)\dots(n-r+1)}{r!}$ 。一般來說，等號左方的只是看來簡潔，實際計算的話，右方會比較方便，尤其是在筆算的時候。比如 $C_5^2 = \frac{5 \times 4}{1 \times 2} = 15$ ，看來會易計些，若是寫成 $\frac{5!}{2!3!}$ ，看着就複雜。這些組合數，用上分數式的定義，初看時不太容易知道是個整數，到用了組合的想法，才容易明白到它必然是個整數。

這次談的是，一個組合數什麼時候是7的倍數的問題。

問題：找出最大的整數 $k \leq 1000$ ，使得 C_k^{1000} 是一個7的倍數。

答案：留意 C_k^{1000} 這個分數，本身是由1000起倒數 k 個數相乘做分子， $k!$ 做分母，以分母來說，每7個數就有1個7的倍數。再看分子，剛小於1000的7的倍數是994，剛好也是由1000起倒數第7個。這樣來說，分子分母各數7個數，都會各多了個7的因數，再數7個都會這樣。於是若果想找到一個這樣的組合數要是7的倍數，就要數到一個數 k ，剛好分子裏7的因數比較多，比如是 $7^2 = 49$ 的倍數之類的。明白了這些，就找剛小於1000的49的倍數，由 $1000 \div 49 = 20\dots20$ ，得到 $1000 - 20 = 980$ 。即是說，若果由1000起，倒數 $1000 - 980 + 1 = 21$ 個數，那樣數到980時，就會比起分母數到21時，分子多了一個7的因數，從而該組合數會是7的倍數。只是這樣 $k = 21$ ，固然使得該組合數是7的倍數，但是不是最大呢？根據剛才的看法，應該是剛好相反，是最小才是，因為由1000倒數21個數，就到最接近的49的倍數980了。不過找到最小也好，因為組合數有個關係，是 $C_n^r = C_n^{n-r}$ ，21是最小的，那麼 $1000 - 21 = 979$ 就是最大的了。

大致來說，解題中的策略就是先找到使得該組合數是7的倍數的方法，然後再找出什麼情況下 k 會最大。這裏分開分子分母來討論，各自數一數有多少個7的因數，看看約簡時哪一邊多些，大概是比較直觀易理解的方法。

做完這題之後，平常對着組合數，也可以留意一下分子分母，想想它各個質因數大概有多少個，從而該組合數會有什麼因數，那計算就多一個新角度，也可用來偵測錯誤，增強數字感。

舉例來說，比如 $C_5^5 = \frac{29 \cdot 28 \cdot 27 \cdot 26 \cdot 25}{5!}$ ，分母有5，分子有 $5^2 = 25$ ，會是一個5的倍數。這個

看法習慣了之後，即使沒寫出具體的分數式，也不難看得到。又比如看3的因數有多少，就會發現分子有 $3^3 = 27$ ，分母只有3，所以組合數是9的倍數。這些角度的洞察，加上一些整除性的測試，那計錯數時就容易測試到了。

做數學題，各個人做起來，題目好像是一樣的，但能夠在數學題裏找到什麼想法，可以幫到自己計其他數，或者加強對數學的理解，就是自己讀書思考後鍛煉出來的事。若果可以的話，跟一些數學讀得較好的人，談談怎樣反省一道數學題，也是有益的。

◆張志基

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內外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org。



電腦識別口語 語音轉換成文本

智為未來

除了上回提到的視覺，AI和人類一樣，也有聽覺。相信大家也有用過智能手機AI助理，例如Apple Siri、Google Assistant和Amazon Alexa等，這些AI助理會把我們的語音輸入轉錄成文本，再根據文本內容來理解和執行指令，例如進行搜尋、打電話或控制家電等。今天，我們將探討當中的前半部分，即「語音轉文本」AI技術的運作原理。

自動語音識別 (Automatic Speech Recognition, 簡稱ASR) 是一項常用的AI技術，能使電腦識別人類口語，將其翻譯成文本。當人們對麥克風 (數碼設備) 說話時，ASR便會將聲音從模擬訊號轉換為數碼訊號，使語音分割成幀 (frame)，並使用這些幀來建構狀態 (status)，再使用狀態來建構音位 (聲學模型)。之後，ASR會將音位組合並建構為詞語 (詞庫模型)。最後，語音便會轉換為文本 (語言模型)。

這項技術，涉及模型訓練和測試兩個過程，可以概括為「輸入—處理—輸出」的步驟。輸入語音後，ASR系統會提取特徵，然後放進模型內訓練和配對，最後再由系統輸出轉錄標籤。ASR系統的準確度，取決於用來訓練模型的數據量，因此系統需要大量訓練

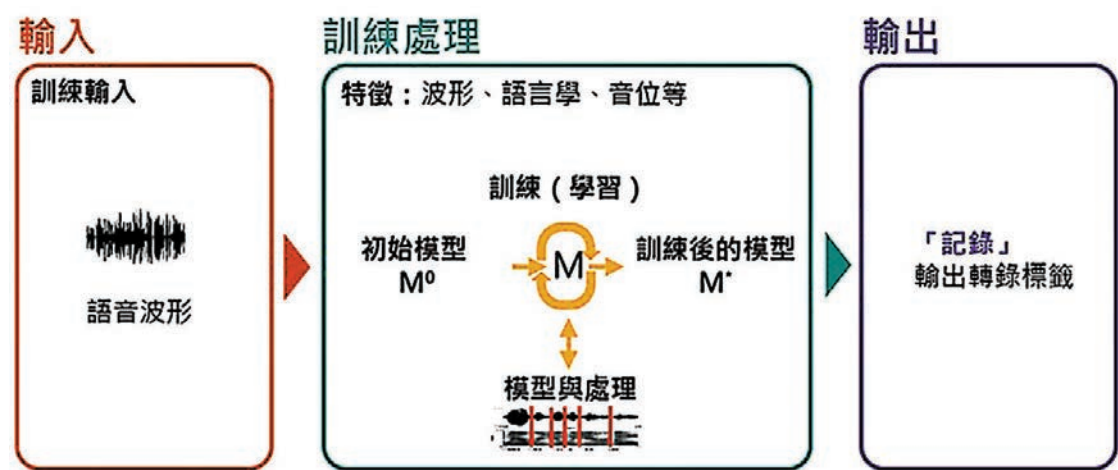
數據，才能製作出優質的模型。當模型訓練完成後，用戶可以透過語音測試模型，而經過訓練的語音識別器，便能準確地聞釋輸入語音，然後輸出轉錄標籤。

除了智能電話的AI助理外，ASR系統廣泛應用於我們的日常生活中，例如聽寫系統、電腦輔助語言學習系統、構音障礙語音識別器等。在一般的語音識別情況下，ASR已達到人類的水平，而某些ASR系統更聲稱在執行語音識別方面，也達到相同水平。

雖然現今的ASR技術已經相當成熟，但還是有其局限和挑戰。ASR的識別和轉錄準確度，受到多種因素所影響，例如語音的格式 (即內容、說話者的特徵、口音等)，以及背景噪音和錄音設備的質素等。

另外，在使用ASR的時候，我們也需要注意倫理相關的問題。先進的ASR需要大數據來訓練，但低資源語言 (通常是指少數族群的語言，包括兒童、長者、殘疾人士，以及說話帶口音的人) 的數據量十分稀少，所以要為少數族群提供良好的支援，是項重大的挑戰。

除此之外，在我們透過語音來溝通交流的時候，語音當中可能包含私人資訊。可是，無論我們是否正在向智能揚聲器或AI助理說話，它們也可能會一直記錄着你所說的話。因此，我們也需要注意自己所說的話，是否在未經同意的情況下被錄音。



◆自動語音識別 (ASR) 模型訓練的輸入—處理—輸出。

作者供圖

◆中大賽馬會「智」為未來計劃 <https://cuhkjc-ai4future.hk/> 由香港賽馬會慈善信託基金捐助，香港中文大學工程學院及教育學院聯合主辦，旨在為香港中學創建新AI課程、支援框架及可持續的AI教育模式，以促進相關的AI教育生態發展。嶄新又全面的AI課程希望為學生提供AI倫理意識和知識，裝備他們應對未來工作。

