

編輯植物基因 增加糧食生產

科學講堂

英國學者馬爾薩斯(Thomas Malthus)在18世紀發表了一個令人擔憂的預測：生產糧食面對不少限制，因此糧食的供應往往比人口增長來得慢，所以在未來的日子裏，饑荒可能無法避免。可幸的是，在馬爾薩斯發布預測的二百多年以來，縱然糧食問題還未解決，但大規模的饑荒也不算恒常出現。這是因為一直以來，人類都在努力研究生產更多糧食的方法與技術，使得糧食供應能夠追上人口增長。近年，發展迅速的基因編輯技術又是如何幫助我們增加農作物的產量呢？今天就跟各位討論一下。

逐個「字母」修改 避免植物染病

生物的DNA就好比一段很長的字母串，由A、C、G、T四個字母組成。取得2020年諾貝爾化學獎的CRISPR-Cas9系統，容許我們修改生物這串長密碼的特定部分。2016年，哈佛大學的劉如謙教授再將這個系統進一步改良，使得科學家們可以將DNA上的「字母」一個一個地改成另一個字母，再經過一些細微的修改，就可以應用到多種植物之上。雖然效率在不同植物之上各有差異，但成功率可以高達百分之百。



◆透過編輯基因可以增加草莓的糖含量。資料圖片

在2019年，法國的研究人員運用了這種技術，對阿拉伯草的DNA作了一個修改，成功令阿拉伯草對三葉草黃葉脈病毒(clover yellow vein virus)這種常見的植物病原體免疫。中國科學院遺傳與發育生物學研究所的高彩霞博士也利用這種技術，修改了小麥基因的兩個部分，使得小麥對多種

除草劑產生抵抗力。高博士更進一步編輯草莓的基因，令每克草莓的糖含量由20毫克大幅提升到41毫克，變得更為可口。



◆農民駕駛收割機在田間收割小麥。

資料圖片

不加其他物種基因 政府抱持開放態度

不過這種技術也有它的缺點。它主要把DNA的「字母」一個一個地修改，並不適合對DNA作大幅度的添加或刪減；而且部分「字母」轉換的技術直至現在還未完全成熟，並不算是十分可靠。到了2019年，劉如謙教授的研究團隊開發了引導編輯(prime editing)這種新的技術，容許我們對DNA作大幅度的修改。法國植物基因學家Fabien Nogué和他的研究夥伴，就正利用這種技術去增強馬鈴薯的抵抗力。馬鈴薯Y病毒(potyvirus)能對農作物造成嚴重的損害，Nogué已從豌豆中確認了能抵抗這種病毒的基因，正努力運用引導編輯把這些基因轉移到馬鈴薯之上，減低馬鈴薯收成受病變的影響。

這些技術對農作物收成有正面的影響固然重要，但監管機構和民眾對這些農產品的認同也不可忽略。比如說基因改造食物，就一直在不同社區引發熱烈討論。可幸的是，對今天介紹的技術，中國和美國的農業部暫時還是抱着開放的態度，當中主要的考慮，是基因改造食物常常會將其他物種的基因引進食物之中，但今次談到的技術，卻不一定會出現這個狀況。

基因改造技術越來越成熟，在不遠的未來，將會有更多相關的農產品面世。希望在這段期間，我們能對基因改造技術及它們對農作物影響有更深入的了解，能夠更全面地解答大眾的各種疑問。

◆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。

怎樣加起來是這個數？

奧數揭秘

這次的題目談 $[x]$ 這個符號，意思就是小於或等於 x 的最大整數，稱為取整函數，比如 $[13.4] = 13$ ， $[11] = 11$ ，或者 $[-1.2] = -2$ 之類。這個直接運算是挺簡單的，若果要解方程，解些未知數出來，就有點難，初時看着符號陌生，也未必想得到有什麼好方法。這個讀者可以試一試。

問題：若實數 r 滿足 $[r + \frac{1}{10}] + [r + \frac{2}{10}] + \dots + [r + \frac{9}{10}] = 122$ ，求 $[10r]$ 。

答案：先把 r 分成整數 m 與小數 a 兩部分。設 $r = m + a$ ，其中 m 為整數， $0 \leq a < 1$ 。那樣算式化為 $9m + [a + 0.1] + [a + 0.2] + \dots + [a + 0.9] = 122$ 。各個含 a 的項，加起來最多是9或以內的整數，而 $9m$ 則是9的倍數，那麼先找剛好小於或等於122的9的倍數，也就是117，而 $122 - 117 = 5$ ，那麼含 a 的項裏，加起來要是5。這時 $m = \frac{117}{9} = 13$ 。把含 a 的項裏的分數化成了小數，就容易看出，當 a 小於0.1時，各項都是0，然後漸漸增加，到了0.1、0.2、0.3之類的位置，含 a 的項相加就會依次多了1、2、3……，因此加起來要是5的話， a 的範圍就是 $0.5 \leq a < 0.6$ ，那樣 $[a + 0.5]$ ， $[a + 0.6]$ ， \dots ， $[a + 0.9]$ 共5個項，都剛好變成1。故此 r 最小就是13.5，又剛好比13.6小，因此 $[10r] = 135$ 。

解題過程中，先把 r 的整數部分分出來，令到之後的討論只集中在 r 的小數部分範圍。這樣在括號內的分數化成了小數後，就容易看出， r 的小數部分在各個範圍當中，有時會令多幾個項變成1，於是找到適當的範圍，就會找到需要的和。解題時可把整數部分拿出來，是取整函數的特徵。說穿了也很平常，就是好像 $[13.5]$ 可以寫成 $13 + [0.5]$ 那樣，用數學符號來表達，就是若果 $x = m + a$ ，其中 m 為整數，則有 $[x] = [m + a] = m + [a]$ 。由於取整函數處理起來，本身就是比較麻煩的，所以盡早把裏面的數字弄得小一點、簡單一點，一般都比較方便。如題解中，把裏邊的未知數變成範圍由0到1的 a ，就方便了。

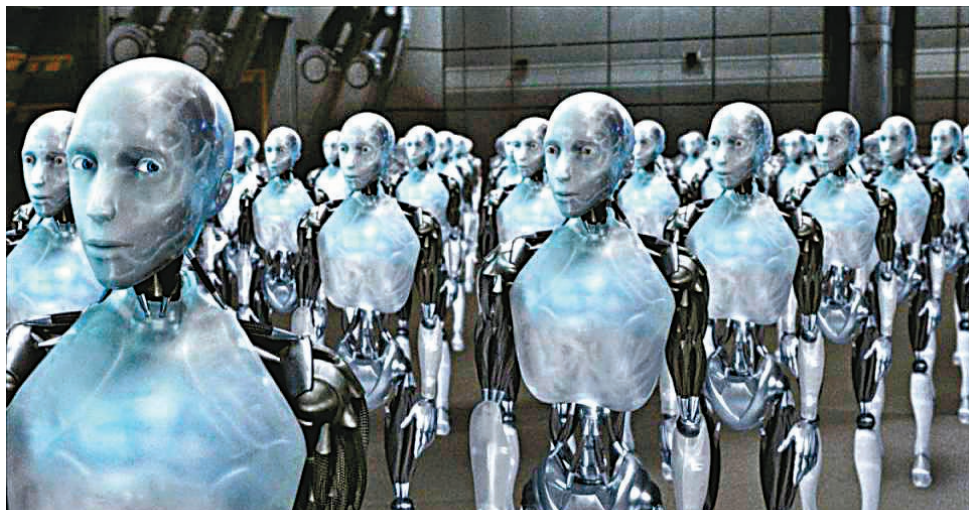
做題目時，要注意這些含 a 的項不會變得太大，那才容易想到怎樣估算到那個 m 出來，不然一道方程裏有兩個未知數，也未必想到有什麼方法。留意到數字大的，主要是在 m 那邊，還要留意到 $9m$ 要

取剛好小於122的9的倍數，那之後才會解到 m 出來。這些在代數式中，不時留意着一些整除性相關的資料，敏銳地隨時應用出來，就是靠鍛煉才做得到的。

這裏的題目，若果把當中的122改一下，做起來也沒太大的分別，又或者把取整函數中的各個分數改變一下，比如改成 $\frac{1}{5}$ ， $\frac{2}{5}$ 之類，做法也沒大分別。當然也可以用代數表示，嘗試找個公式出來。

題目做完了做一些推廣，又把解題的想法由初時覺得有點勉強零碎，到了覺得自然，思考方向變得直觀，那大概這一道題也就解得差不多了。有時一道題改一改數字，做些推廣，或者找公式，符號可能變多了，算式也變複雜了，但想法卻沒有很大突破，未必需要推廣得太遠。看得通透了，覺得下次隨意都想得出來，那也是一個可以停下來時機。

◆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。



◆AI的訓練全靠人們給它們什麼數據，所以科幻片中AI取代人類的情節，現實中不太可行。圖為《智能叛變》劇照。資料圖片

AI未有自我意識「仿生人」難取代真人

智為未來

全球人工智能(AI)應用已經十分普遍，我們幾乎每天都有機會接觸到AI，而AI對日常生活和工作的影響亦相當明顯。過去多年，不少科幻電影情節描述各式各樣的AI取代人類，征服地球；有暢銷電視遊戲講述「仿生人」服務人類並在充滿矛盾的社會生活，令人反思高智能科技帶來的便利和針對社經、倫理道德方面的議題；亦有本地電視劇講述AI與人類同住，甚至對人類產生情愫。過去三年本計劃推出後，經教師分享和學生活動發現，原來「AI會否征服地球，取代人類」是個相當有趣的話題，今期就和大家一起淺談一下吧！

首先，我們要了解現時AI的運作。現時的AI是運用大數據，透過機器學習、深度學習和雲端計算訓練而成。要訓練一個準確的AI模型，就必須要有良好的數據庫。數據庫的數據除了要有充足數據量，數據質素亦十分重要。有雜訊、偏頗的數據都會引致AI模型和出來的效果有落差。由此訓練方式可見，AI學習都是依賴人類編碼和給予指引，才能得出理想答案。

雖然AI技術日漸成熟，然而，我們不難見到AI系統仍會出現誤差且有其限制。現時已有AI應用負責

完成地底探測和拆彈等危險工作，可是AI卻難以應用在同樣極危險的災難現場，協助救援，原因是救災現場會出現的物體非常凌亂，運用AI物件識別技術救災的話，AI會受到環境雜亂無章、光線不足等客觀因素限制，無法開展救災工作。

上文從技術層面上闡釋了目前AI技術所受到的諸多限制，亦非常依賴人類編碼訓練，暫不可能取代人類和征服地球。從另一層面分析，人類和AI另一個大分別是人類有自我意識，而目前的AI並無自我意識。換言之，目前的AI並無意識做一些人類訓練以外的行為；假設人類不去訓練具破壞力的AI系統，AI就不會無故破壞地球，假設AI破壞了地球，如沒有程式指示AI展開已訓練的統治工作，AI也沒有意識、情感、認知去接管世界，因為AI不會明白為何需要接管世界，也不會了解統治地球有何好處。

因此，以目前的AI技術來說，只要人類正確使用AI技術，AI就不會征服地球或取代人類。AI沒有人類的獨立個人情感和自主意識，暫時亦無能力脫離人類編碼、指示、訓練的範圍獨立運作。即使現今AI已能完成許多簡單公務，但估計AI的出現和普及，為社會創造的崗位職務種類和數量比將取代的多。

AI情感和意識無疑仍是備受關注的議題，學術界亦將繼續從人類神經科學等多個研究範疇探討AI征服地球的可能性。

◆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，旨在透過建構可持續的AI教育生態系統將AI帶入主流教育。通過獨有且內容全面的AI課程、創新AI學習套件、建立教師網絡並提供AI教學增值，計劃將為香港的科技教育寫下新一頁。

