

科學講堂

逢星期三見報

科學家研究螞蟻基因 分析「強搶奴隸」行徑

血紅蟻掠幼蟲回穴勞役

以前跟大家說過，我們現在對DNA已有相當深的認識：能分析不同生物的DNA排序，能指出基因突變，甚至嘗試從基因突變過程中，推算不同物種在地球存活的時間。今天以螞蟻為例，介紹DNA如何讓我們認識物種演變的過程，從而探討物種形態及行為是如何形成。

Formica sanguinea (筆者譯作「血紅蟻」)是一種有掠奪奴隸習慣的螞蟻。牠們會入侵其他蟻穴，將其螞蟻幼蟲帶回自己的巢穴中，讓牠們長大後成為「奴隸蟻」，維持巢內各項工作

螞蟻界也有「鴿巢鳩佔」

部分較「溫和」的林蟻，例如Formica bruni及Formica pratensis，則有時闖進其他蟻穴，趕走原來的蟻后，再由自己的蟻后取而代之，對本來的螞蟻發號施令，呼使牠們為新蟻后培育新一代。假以時日，蟻穴中原來的螞蟻，慢慢被

別種螞蟻所取代，成為新蟻后交替時期的「臨時工」。

黑山蟻(Formica fusca)和其他螞蟻則沒有這類型的「寄生」行為，牠們會靠自己的力量維持及建立新蟻穴；但因此容易成為其他螞蟻的奴隸。



在印度的一個蟻穴入口。



部分螞蟻有掠奪奴隸的習慣。 網上圖片

達爾文《物種起源》也提到螞蟻

達爾文對這種螞蟻的「寄生」行為很感興趣，更在其知名著作《物種起源》(On the Origin of Species)裡，嘗試用演化解釋這類行為的來源。

他主張部分具侵略性的螞蟻，入侵其他蟻穴，便是為了攫取幼蟲作為食物；不過部分幼蟲沒被吃掉而留了下來，意外地成為另一種的「俘虜」。這種「意外俘虜」的現象，慢慢演化成血紅蟻那種「強搶奴隸」的行徑。但是達爾

文的這個理論是否正確呢？

為了解這種行為是如何演化出來的，瑞士洛桑大學的Jonathan Romiguier和其研究夥伴，共分析16種螞蟻、共945段的基因，從而建構出這些螞蟻在過往演化過程中的相互關係。

科學家們對DNA如何演化及突變早已有一些認識，因此能夠利用這些知識，去評估哪些DNA的分別較大，哪些DNA是由其他DNA演化過來的。

DNA決定螞蟻溫和或暴烈

Romiguier一眾研究夥伴利用數種統計分析方法，得出相對一致的結果。像黑山蟻那樣靠自己力量的螞蟻比較早出現，其後才出現了林蟻那種較「溫和」地闖進其他蟻穴、把原來的螞蟻當作奴隸的種類；像血紅蟻這種主動攫取奴隸，奴役其他蟻

種的，則相對較遲出現。

看來林蟻那種較「被動」的「寄居」於其他蟻穴的行為，是「強搶奴隸」的一個過渡狀態。其他科學家也提出了另外的理論：許多時候不同蟻巢會聚在一起，形成一個「超級蟻穴」。在這個情

況下，螞蟻可以相對容易地將幼蟲由一個巢穴運到另一個之中，繼而慢慢誘使螞蟻愈行愈遠，愈發主動去攻擊其他蟻穴，搶奪奴隸。

註：參考文獻：Romiguier et al.BMC Evolutionary Biology (2018)

作者簡介：張文彥 香港大學土木及結構工程學士。短暫任職見習土木工程師後，決定追隨對科學的興趣，在加拿大多倫多大學取得理學士及哲學博士學位，修讀理論粒子物理。現任香港大學理學院講師，教授基礎科學及通識課程，不時參與科學普及及與知識交流活動。

奧數揭秘

逢星期三見報

用不等式解方程

課內的數學，解方程與解不等式，很多時候是兩類不同的題目，綜合運用的時候較少，容易令人忽略了不等式在解方程中的用處。不等式在解方程中的應用，其中一個用

處就是把方程的解的範圍收窄了，然後再由其他條件，去逐一檢查各個情況。比如以下的問題，不等式就發揮了關鍵的作用。

問題 求方程 $\frac{1}{x} + \frac{1}{x+1} + \frac{1}{x+2} = \frac{13}{12}$ 的正整數根。

答案 先估算一下x的範圍，由 $\frac{13}{12} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x+1} + \frac{1}{x+2} < \frac{3}{x}$ ，得 $x < \frac{3 \times 12}{13} = 2\frac{10}{13}$ ，因此x只能是1和2。

檢查 $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{11}{6}$ 及 $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} = \frac{13}{12}$ ，得知x=2。

留意到等式左邊的分數式中，未知數都在分母，若是按平常解方程的做法，可能會兩邊乘以x(x+1)(x+2)，那樣會出現三次方程，比較複雜。剛才解方程的技巧，用上了不等式估算，把原本看來任意的x收窄了範圍，然後在只有兩個情況之下，由試算中得到答案。

這一題的估算的效果那麼明顯，當然是因為經過選擇的，為了是要突顯不等式在解方程中的效果。不過普遍來說，在解方程中滲入了不等式估值的角度，卻是在未得到完整的解之前，多少對解的內容有點認識。

比如解 $x^2 + 3x + 2 = 0$ ，由於係數都是正數，若果x為正數，等式左邊必會大於0，不會是解，因此若有實數解，必然是負數。

又例如解 $x^2 - 3x + 2 = 0$ ，這次係數有正有負了，不過若是 $x > 3$ ，則 $x^2 - 3x + 2 > 3x - 3x + 2 > 0$ ，得知若有實數解，x不會大於3。另外也不難發現，若 $x < 0$ ，等式左方也會大於0，不會有實數解。

以上兩個簡單的例子都是用了二次方程，心算較快的讀者可能一眼就得到了答

案，不等式未必幫助了多少，但以上觀察系數正負號和估算的方法，明顯地即使在高次的方程，也有一定的用處。

求解一些較複雜的方程，或者不定方程時，單靠代數的運算，要解出來可以是很複雜的事情。不過通過了一些不等式的估計之後，把代數式放大縮小，形式就可以簡單很多。好像問題中的 $\frac{1}{x} + \frac{1}{x+1} + \frac{1}{x+2}$ ，若是單靠通分母之類的代數變形，是挺複雜的，但一下子用上了不等式 $\frac{1}{x} + \frac{1}{x+1} + \frac{1}{x+2} < \frac{3}{x}$ ，就變成了極簡單的代數式，從而要估算答案也容易多了。

能夠善用不等式去把代數式放大縮小，可以大幅簡化運算。雖然跟完全解決問題還有一段距離，但把未知數的範圍不斷收窄的話，最後要試算也會快得多。這不僅是在考試或競賽中，即使是運算一些複雜的算式，有軟件或者計算機幫助，這個不等式估算的想法也是有意義的。

這個用不等式把代數式放大縮小的方法，雖然有用，但課程內是難教的。因為想法太靈活，而且可以有許多種不同的放大縮小的方法，沒什麼必然的法則，而大部分學生都需要一些比較有跡可尋的規則，去找答案，因此課程內不易教。奧數在這方面，也可以為學生多添了一點靈活性，令學生在觀察平常的代數式中，及早洞察出更多更深入的資訊，這也是學奧數的好處之一。

張志基

創科學園

隔星期三見報

新語音助手 互動如真人

一年一度的Google I/O大會於五月初圓滿結束。藉着這個一連三日的大型活動，Google向大眾發表其產品的最新動向，人工智能(Artificial Intelligence, AI)是其未來發展重點。大會上，主辦單位向大家介紹了Google Assistant最新語音功能：與用戶以外的人溝通，更即時顯示範致電型屋預約剪頭髮。

Google Assistant "Lisa" 不單止聲音酷似真人，還能與對方對答自如。例如對方叫「她」等一等，「她」還能以 "Mm-hmm" 的語氣來回應對方，過程中展現出人性化的一面。對於身處二十一世紀的我們而言，這些高度複雜的電腦程式，是否被視為具有智慧呢？

如何測試機器智慧？

早在1950年代，有「計算機科學之父」之稱的圖靈(Alan Turing)，其論文《機器會思考嗎？》已開始探討機器

能否被視為有智慧。圖靈設計了一個反應測驗，讓觀察者區分這些反應是電腦或人類作出。

測驗過程中，電腦會嘗試讓觀察者相信它的反應表現是出自人類。如果觀察者無法區分其反應表現是電腦還是人類，那麼電腦就被視為通過圖靈的測驗了。

與70年前的電腦相比，今天的電腦系統不旨在模仿人類表現，甚至尋求超越人類表現。今天的電腦系統在處理複雜問題時，其反應時間比人類快。例如進行象棋時，電腦程式如Deep Blue及Alpha Go，便在極短時間內，運算數目極龐大的可能移動方式，務求勝出比賽。

由AI到ML到DL

從事人工智能的專家，正嘗試把AI提升到機器學習(Machine Learn-

ing, ML)，再到深度學習(Deep Learning, DL)的層面。有人或認為，這些電腦程式只是遵從既有運算規則，沒有人類智慧的其中一個特徵：直覺。

然而，認知心理學家發現，高階電腦程式確實能夠展現直覺的能力。例如它們能夠以演繹法來進行分析，並超越了問題所給予的訊息，能夠找到一些問題中從未提供的解答元素。這種能力，有助我們解決複雜而多變的真實情境。

讀者如有興趣，可參考下列網址，從中了解更多有關人工智能的最新情況，部分網址更有推廣AI的自學課程教材：
1. <https://ai.google/education>
2. <https://experiments.withgoogle.com/collection/ai>

張錦華博士

香港常識科教育學會理事、Google Certified Educator、Apple Teacher (Swift Playgrounds)

氣象萬千

隔星期三見報

天文台定位預測 天打雷劈都不驚

雨季快到！落大雨不時會發生行雷閃電。其實雷擊到哪，有迹可尋。閃電本身就是一條電線，由雷雨雲延伸到地面，它在極短時間內，便會產生電流及強大的電磁場，因此只要探測電磁場，就可以知道閃電的存在。原理就如一部收音機接收廣播一樣。

探測器遍佈港澳粵

現時天文台的閃電探測器分佈在港島、新界、離島、澳門及內地廣東省。探測器放在不同的地方，探測同一個閃電產生的電磁波方向及時間都不一樣，只要將所有探測器訊號，傳去中央電腦，便能計算到閃電發生的位置及時間。這些資料對於監測雷暴很有用。

行雷閃電有很大的隨機性，想要預知雷擊的位置，只有天曉得！但根據閃電定位系統的數據、雷達的顯示，我們也可以粗略預測閃電，在未來一小時最有可能影響哪一區。

你想知道自己身處地區是否安全？可以打開天文台網頁，或者手機應用程式找到雷達圖，從雷達圖動畫看見雨區的移動趨勢，及大致會覆蓋哪一區。當你有重要約會或者活動，都可以衡量一下是否需要取消。

也可到「香港閃電臨近預報」網頁，選擇自己身處又或者關心的地點，如果未來一小時在10公里或15公里範圍內出現閃電，網頁會出現紅色或黃色的閃電標記。



雨季快到！落大雨不時會發生行雷閃電。

視頻截圖

簡介：本欄以天文台的網上氣象節目《氣象冷知識》向讀者簡介有趣的天氣現象。詳情可瀏覽天文台 YouTube 專頁：<https://www.youtube.com/user/hkweather>。

