



研究草雀歌聲

揭秘擇偶標準

科學講堂

鳥類的歌聲悅耳動聽，很難不讓我們喜愛。對科學家來說，鳥類的歌聲亦是引人入勝的研究課題，生物學家會探究雀鳥歌唱的行為，語言學家更會把鳥類的歌聲視作牠們的言語，再嘗試進一步分析。近年我們對雀鳥的歌聲有怎樣的認識呢？今日就和大家分享一下。

斑胸草雀為什麼鳴唱？

一般來說，雄鳥歌唱是為了吸引和取悅雌鳥，不過雌鳥究竟喜歡歌聲的哪些特質？科學家會留意歌聲中有多少不同的音節、量度音高的改變，不過雌鳥注重的可能又是其他方面。之前有研究發現，不同品種的雌鳥會有不同的要求，有些看重歌曲是否複雜，或者雄鳥是否學得準確；有些雌鳥則留意雄鳥唱歌的速度，或者雄鳥唱歌的表現是否穩定。

雄性斑胸草雀（學名：Taeniopygia guttata，亦稱珍珠鳥）幼年就開始學習唱歌，是一個很好的研究對象。近日就有科學家進一步分析牠們的歌聲，研究人員收集了49隻斑胸草雀過千段的歌聲，再利用機器學習的方法來分析歌聲中不同的音節。研究人員特別留意一首歌中有多少音節相似，又有多少音節大不相同。

他們運用類似地圖的概念來檢視這些斑胸草雀的歌聲，相似的音節就好比很接近的城市（例如香港和澳門），而大不相同的音節就是分隔得較為遙遠的地方（比如說香港和日本東京）。這樣的「距離」愈長，就代表歌曲之中音節愈多變。

這種距離的長短，對雌性斑胸草雀是否有意義？研究人員合成了多組雄鳥的歌聲作比較，

發現每組的兩段歌聲各有不同的「距離」（也就是歌曲用了十分不同或是差不多的音節），而其他的特徵都大致相同。實驗的時候，研究人員從不同的揚聲器把兩段歌聲播放給雌鳥聽，發現播放「距離」較長歌曲的揚聲器，雌鳥會在附近逗留更多時間，推測雌鳥應該比較喜歡複雜多變的歌曲。

雌鳥喜歡較複雜的歌曲，背後有什麼原因？科學家們發現，斑胸草雀在幼年時從教導者（tutors）那裏學會的鳴聲（模仿歌唱）「距離」更長，更易吸引雌性；而歌聲中產生變化的部分（即興歌唱）「距離」較短。雄性鳴聲的複雜程度，能夠反映出牠的學習能力和生存能力，因此歌聲的複雜程度，如同孔雀尾羽的靚麗程度一樣，是雄鳥證明自身能力和價值的指標。

不過，這種經由分析數據而計算出來的「距離」背後，究竟有什麼生物學意義？我們還需要繼續研究。而且一首歌曲音節的分布通常比較複雜，本來就不是分隔得很清楚的幾個部分，所以把同一首歌曲用同一個機器學習方法來分析，也往往會得到不同的分析結果，計算出不同的「距離」。因此分析得到的結果，我們需要小心演繹。

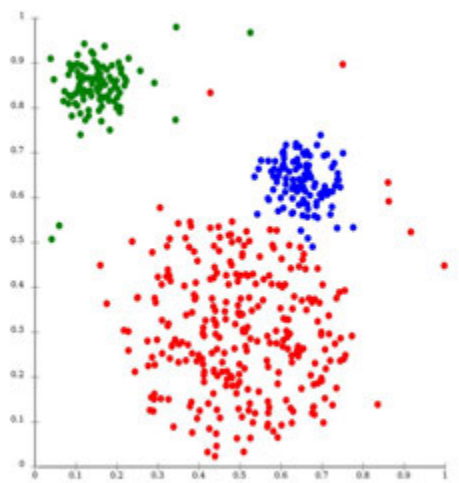
小結

近年機器學習發展迅速，幫助我們更深入地理解鳥類的歌聲。比如說現在已開發出手機應用程式來辨別不同品種鳥類的歌聲，不過仍需要繼續優化來增加準確度。希望在運用機器學習分析大自然的時候，我們也能對這些分析技術的長處與短處有更深入的了解。



◆ 雄性斑胸草雀幼年開始向親鳥或同族學習唱歌。

網上圖片



◆ 點之間分隔愈遠，代表鳴唱中音節愈多變。
網上圖片



◆ 斑胸草雀雄鳥（右）在求偶時會歌唱以吸引雌鳥（左）。
網上圖片

◆ 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。

遨遊學海 先樹自信

奧數揭秘

問題：已知22個連續正整數之和為 N^2 ，其中 N 為正整數。求 N 的最小值。

答案：設當中最小的正整數為 k ，則最大為 $k+21$ ，由等差數列之和的公式，得 $\frac{(k+k+21) \times 22}{2} = N^2$ ，化簡後得 $11(2k+21) = N^2$ 。留意到括號內的 $2k+21$ 為單數，而且要是11的倍數，另外必有一個平方數為因數，才可使得等號左方乘積為平方數，故此括號內最小為 $11 \times 3^2 = 99$ ，可求得此時 k 為39。因此 N 最小為 $11 \times 3 = 33$ 。

解題裏用上了等差數列求和公式，化簡後利用平方數因數分解後的特質，觀察等式左方各數和算式包含什麼因數，就找到了最小的可能值，確認過程當中求出最小正整數 k 的具體數值，便能找到所求的 N 值。

題目難易程度在競賽數學入門階段是合適的，知識基礎比較少，難度也適中，而對於在初中時有奧數訓練或者到了高中才接觸奧數的學生來說，都是一種挑戰。其難度在於，初中時要用上代數式，去觀察整除性質，而在高中時，雖然對代數式較為熟悉，但平常學生會比較欠缺在未知數為整數範圍內，理解代數式的整除性的思維，故此題目對初中高中學生來說，都有啟發作用。

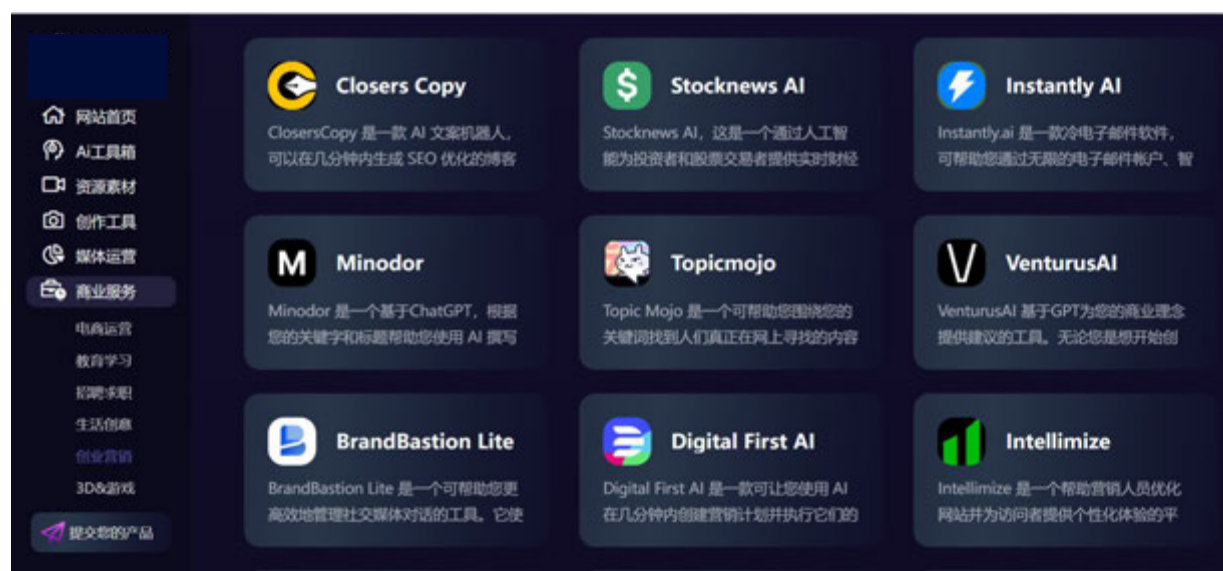
小學階段，等差數列在奧數裏也會不時見到，在速算巧算和應用題都有，只是由於小學階段在課內代數的訓練比較少，所以把等差數列化成代數式以求進一步探索的題目是比較少。這題目在中學階段既可以承接高小奧數知識，又有另外的整除性質，能夠起到綜合訓練的作用，對學生有好處。

數學解題當中，出現各樣代數式，平常中學數學的訓練，多是在未知數為實數的情況

下討論。如有多個解，其中數字比較簡潔的，多數以整數或有理數的形式出現。若果在觀察算式中，先假設未知數為整數，從而作出一些推理，那樣可能會預先就知道一些整數解的整除性質，收窄了檢索的範圍，或者可以判斷出算式無整數解。課內訓練時，很多學生沒能培養出這樣的思路，因為課內較少把未知數的討論範圍，放在整數上。

雖然說競賽比起課內有更多額外的思維，但不能說這就代表課程有缺陷，課程內容始終是有限的。在歷史上各個數學家的思想中只佔一小部分，很多思維是課內無法包含的。哪怕是奧數培訓，也比課程內容多了一些巧思，跟歷史上繁多的數學還是無法相比，這也不能證明奧數訓練有什麼缺陷。

有時求學過程中，學生見到書本裏有幾十個技巧，雖然學懂了十個八個，內心可能還是會覺得未完全學懂，有點心慌，覺得好像自己未夠實力。其實，這些也未必是什麼遺憾，與上面所說是同一道理，因為能學到的是有限的，未學的總比能學到的多。學生若懂得在學習過程中，實在地肯定自己的學習成果和潛力，於各方面的成長都有益處。



◆ 不少研究均指出，人工智能有助提升數碼營銷的成效。圖為一個集成多個AI工具的網頁。
網頁截圖

AI如何提升數碼營銷成效？

智為未來

近年人工智能（AI）的發展一日千里，不少行業都已採用AI處理日常的業務，而數碼營銷（digital marketing）亦不例外。數碼營銷是透過搜尋引擎、社交媒體、網頁等數碼平台來接觸顧客，以推廣企業的產品或服務。常見的數碼營銷手法包括搜尋引擎優化（search engine optimization）、社交媒體營銷（social media marketing）和內容營銷（content marketing）等等。下文將解釋AI如何提升這三種營銷手法的成效。

搜尋引擎優化旨在提高公司網頁在搜尋頁面的排名，從而提高網頁的曝光率。關鍵字研究（keyword research）是搜尋引擎優化的重要一環。關鍵字是指人們搜尋某個主題時的常用詞彙。當網頁的內容與關鍵字的相關性愈高，網頁的排名便會愈高。因此，企業在其網頁推廣其產品時，必須對人們搜尋相關產品的常用詞彙詳加研究，從而訂製合適的網頁內容。

現時，有些AI工具如SEO Scout、ClusterAI等利用關鍵字聚類（keyword clustering）技術，為企業提供關鍵字建議。

顧名思義，社交媒體營銷是透過Facebook、Instagram等平台來宣傳企業的產品或服務。社交媒

體能為企業提供大量用戶年齡、性別、喜好等數據。企業可利用這些數據進行顧客細分（customer segmentation），即是把顧客分成不同的類別。企業可根據分類的結果，為不同的顧客提供針對性的廣告。

AI撰寫資訊 風格更易控

此外，社交媒體上留言也是重要的數據。企業可以透過情感分析（sentiment analysis），把留言分為正面、負面和中性，從而掌握顧客對產品或服務的反應。企業可因應這些反應調整宣傳策略。

內容營銷是透過提供實用的資訊來吸引潛在顧客，而非硬銷企業的產品或服務。企業可以利用網誌、影片等媒體發放實用資訊。現時，不少企業已採用生成式人工智能（generative AI）如ChatGPT來協助撰寫資訊。這些工具不單可以快速生成內容，而且可以確保風格的一致性。有效的內容營銷可對企業的品牌形象有正面的影響。

不少研究均指出人工智能有助提升數碼營銷的成效，相信未來會有更多企業利用人工智能推廣產品。人工智能正急速發展，將來也許有更多新穎的營銷手法湧現，讓企業和顧客受惠。



◆ 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。



◆ 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。