**[鳥群中的“幽靈”](http://songshuhui.net/archives/49499)**[Comments>>](http://songshuhui.net/archives/49499#comments)

**http://songshuhui.net/archives/49499**

[一起剝堅果](http://songshuhui.net/archives/author/yiqibojianguo" \o "由一起剝堅果發布)發表於2011-01-31 07:39| Tags標籤：[原創](http://songshuhui.net/archives/tag/%e5%8e%9f%e5%88%9b) , [胡鋒](http://songshuhui.net/archives/tag/%e8%83%a1%e9%94%8b) , [自組織](http://songshuhui.net/archives/tag/%e8%87%aa%e7%bb%84%e7%bb%87) , [鳥群](http://songshuhui.net/archives/tag/%e9%b8%9f%e7%be%a4)

[](http://songshuhui.net/archives/49499/along-the-cam-at-sunset)

**作者：胡鋒**  
[](http://songshuhui.net/archives/49499/%e9%b8%9f%e7%be%a4%e5%b9%bd%e7%81%b5)  
黃昏的時候，在世界上很多地方都可以看到這樣的景象：成百上千隻的鳥成群在空中飛翔，彷彿形成了一個巨大的個體，它們時而形成一條長帶，時而聚攏成盤狀，時而形成各種依稀可辨的造型，毫不介意給地上仰頭觀看的人以無盡的驚奇與想像。

在19世紀30年代， 英國鳥類學家Edmundd Selous 用了“通靈”(Thoughts-Transference) 這個術語來解釋鳥群令人驚異的協調能力，這也許是當時很時髦的“科學詞彙”吧。但限於歷史條件，他對運動群體中的鳥之間如何交流，信息如何在群體中傳遞毫無所知。他的這種解釋，我們其實可以選用任何看起來很玄妙的詞語代替， 如“思想轉移”，“心靈感應”，或者簡單的說，鳥群中存在一個“幽靈”。這種解釋方法很類似當人們對生命系統不太理解的時候，認為有所謂的“活力”因子在構成生命有機體的物質內，直到隨著科學的進一步發展，才證明了生命物質是由普通的化學元素構成的複雜分子，從而把“活力論”送到歷史的博物館。

對鳥群以及一般的動物群體行為研究的突破來自於一個美國軟件工程師Craig W. Reynolds，他研究的初衷是為了讓計算機更有效率的繪製鳥群的飛行圖像。在此前，程序員編寫鳥群的運動程序時，程序中都已經規定好了每隻鳥的運動軌,程序員其實是鳥群的中心指揮者。而Reynolds在1987年發表的一篇文章中發明了一種“自組織”的算法，根據這種方法，鳥群中的每隻鳥只需獲取自己局部的環境的信息,並根據這些信息自行決定自己下個時刻的運動狀態。具體說就是每隻鳥每個時刻都要遵守如下三條規則: **1、避免與附近的其它成員碰撞。2、飛行方向與附近鄰居的平均飛行方向一致。3、不要落單。**可以看到,這種算法只要求單個個體能夠分析自己附近的局部環境,符合動物因生理條件的限製而只能處理有限信息的常識。這個算法的最大特點是整個的運動群體不再有中心的指揮者，每個群體成員根據自己的局部環境決定自己的運動狀態，進而決定整個群體的運動狀態。那麼，這種算法構造的動物群體的運動圖像效果如何?據說，1994年美國迪士尼公司拍攝的電影《獅子王》中大規模的野牛群因為受驚嚇蜂擁而逃的畫面就是由“自組織”算法產生的。

[](http://songshuhui.net/archives/49499/birds)這個算法提出之後，也引起了數學家，生物學家，物理學家，以及工程師的廣泛關注，因為這個算法基於的“自組織”理念是一個應用非常廣泛的概念。有非常多的系統——自然的或者人工的——都不存在一個中心的指揮者，系統整體狀態的形成依賴於構成系統個體間的相互作用。生物學中除了鳥群，魚群，蝗蟲群體外，其實一個有機體自身不也是由底層相互作用的細胞構成的嗎？當然，細胞先構成器官，再構成組織，最後構成一個有機體。物理學中磁鐵磁性，超導體中的超導性也是由這些物質中的電子局域間的相互作用，而在一個溫度點“相變”而形成的整體上的奇異狀態。甚至經濟學中，僅僅基於買者和賣者間的相互的利益需要，就可以構成一個穩定（至少短期穩定）的市場。在這兒，除了有亞當·斯密那隻“看不見的手”的引導外，不需要另外一隻“看得見的手”的調控。

比利時物理學家Tamás Vicsek在1995年更加深入的研究了“鳥群”的運動規律。在他的計算機模型中，每個個體運動的速度大小恆定，下一時刻的運動方向由鄰居的平均運動方向決定。這項研究從數量上揭示瞭如果群體的密度到一個闕值，並且個體在決定自己運動方向時出現的偏差不太大，那麼群體的運動狀態會有一個突變，由群體中個體（或者許多小集團）向許多方向運動狀態到所有的個體向一個方向運動狀態的突然變化，物理學中把這種現象稱為“相變”。

生物學家根據動物的生理特性進一步豐富了個體間的相互作用，比如個體間的距離如果太小，個體會互相遠離以避免碰撞；因為感官的限制，對空間中不同位置信息的獲得有差異等等。改進後模型的模擬結果與真實的動物群體的運動很相似，比如魚群在海中的繞圈運動，受到襲擊時會像噴泉一樣從中間散開，然後再合併，都可以在屏幕上根據模型中參數的變化而逼真的展現出來。現在看來，解釋鳥群，魚群還有其他動物群體令人驚異的運動狀態，不必假設有什麼“幽靈” 存在。群體中的每個個體只需獲悉周圍局部的信息，根據這些信息而採取相應的行動，整合起來，在整體上就產生了令人意想不到的狀態。

現在，許多工程師開始研究，如何根據自組織的理論更好的設計幾十個或者上百個小機器人之間的合作，從而讓它們可以更高效率的工作，比如合作搜索。

然而，對“鳥群”運動機制的解釋也存在不同的聲音。美國生物學家Wayne K. Potts在1984年提出了“合唱團”假說。通過分析鳥群飛行時突然轉向的錄像，Potts觀察到單隻鳥在轉向時的反應時間很短。如果讓群體轉向的信息通過局域的相互作用傳遞（這種傳遞受到鳥類反應時間的限制），需要的時間遠長於錄像中的觀測結果。Potts對此的解釋是，鳥群中的鳥可以獲得鳥群整體的信息，並根據這個信息預備自己的動作，到需要做出反應時就可以很快地響應了，就像人類中的合唱團一樣。他的這個假設是根據實驗的觀測做出的，只是很難想像鳥群的單隻鳥必須每個時刻都獲得鳥群的整體信息, 並能處理這些信息, 這對鳥類的” 智商” 是很高的要求。信息如何在動物群體中傳播? 這也是目前很多領域的科學家所非常關心的問題。

要徹底的請出這個“幽靈”可能還有很長的路要走，新的事實有可能帶來新的爭議。當你對這些爭論略感疲憊，就在黃昏的時候看一看鳥群在空中進行的盛大表演吧，這場亙古至今的表演是壯觀的，也是免費的。

**兩個鳥群視頻**





編者按：本篇是來自松鼠會公共郵箱的外部投稿。科學松鼠會非常歡迎自然科學相關的各種科普投稿。我們將會在審稿後擇優發表。

投稿方法有二：  
1.去松鼠會論壇的“ [松鼠學堂](http://songshuhui.net/forum/forumdisplay.php?fid=15&page=1&filter=type&typeid=9) ”版面註冊發帖，注意需選擇“群博投稿”這一發帖選項。  
2.將稿件註明“群博投稿”，發送至松鼠會郵箱songshuhui.net@gmail.com。