群體行為

主要參考資料來源：《失控》，Kevin Kelly著，東西文庫譯，新星出版社，2010

 一大群候鳥本來安詳的在濕地湖泊覓食，突然間，大約上千隻轟然如一個整體似的一起飛上天，隨之帶動另外幾千隻一波波的接著騰飛，這群黑壓壓的無數飛鳥遮天蔽日，令人震驚的在空中盤旋，有序地朝向某個方向，眨眼間一個急轉，前隊又變成了後隊，在天空繞來繞去！神奇的是，這麼多鳥兒飛在一起，卻從未有人看見牠們之間有任何的推擠或擦撞！

 無獨有偶，成千上萬條魚如同一頭巨獸般一起游動，破浪前進，牠們就像一個整體，似乎受到不可抗拒的共同命運約束，這種一致性從何而來？

 一群鳥並不是一只碩大的鳥，一群魚當然也不是一條大魚！單隻鳥或一條魚的運動，無論怎麼流暢，都不能帶給我們像玉米地上空滿天打轉的燕八哥或大批魚群密集列隊而行所帶來的震撼。科學家在鳥群疾轉逃避掠食者的高速電影中顯示，轉向的動作以波狀傳感的方式，以大約1/70秒的速度從一隻鳥傳到另一隻鳥，這可要比單隻鳥的反應快得多。所以，鳥群絕不是鳥的簡單聚合！

 動畫家先製作一只蝙蝠，賦予牠一定的空間使其能自由的煽動翅膀，然後再用電腦複製出幾十隻蝙蝠，直至成群。然後，讓每隻蝙蝠獨自在螢幕上四處飛動，但要遵循算法中預先植入的幾條簡單規則：不要撞上其他的蝙蝠、跟上自己旁邊的蝙蝠、離隊不要太遠。當這些動畫蝙蝠在螢幕上的飛行活動，竟然和真的蝙蝠成群結隊的飛行一樣。這是電腦圖像專家克雷格•雷諾茲(Craig Reynolds)在1986年發明的仿真人工生命「類鳥群」，他能夠用簡單的方程式，通過對其中各種作施力的調整，能使群體的動作形態像活生生的蝙蝠群、鳥群或魚群一樣。

 雷諾茲的簡單算法所生成的群體如此真實，在生物學家們回顧了自己所拍攝的高速影片後，他們斷定，真實的鳥群和魚群行為必然源自於一套相似的簡單規則。群體行為如某些壯觀的隊列曾被看作是只有生命才能實現，可是雷諾茲的算法，證實了這是一種「自適應」的技巧，適用於任何分布式的活系統，無論是有機的還是人造的。