嵌套層級

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

每一個單獨的生物體內都有一大群非生物的東西，將來會有一天，每一台單獨的機器內也會有一大群非機械的東西。他們一方面各忙各的，另一方面又組成了一個新的整體，這就是嵌套。例如，把機器人的傳感器和執行器連接起來的併行分布式計算，就是包容式結構。

包容式結構中最重要最核心的部分就是嵌套層級。而分布式控制又是指沒有中央，大家生來平等，各管各的，那不就意味著層級機制的終結嗎？嵌套層級架構的要點在於將複雜的功能分解成小單元模塊並以層級的形式組織起來。傳統所謂的層級則是指地位的層級，權力和訊息是自上而下單向的傳遞，這兩者是不同的。在嵌套層級裡，權力和訊息是自下而上傳遞，或是由一邊傳到另一邊，每個模塊(個體)不管在哪個層級，都是只需埋頭做好自己的事即可。當同層的個體之間相互影響時，它們自然而然的聚合在一起，形成規模較大但行動遲緩些的基礎單元。隨著時間推移，就形成了一種基於由下而上滲透控制的多層嵌套組織：底層的活動較快，上層的活動較慢。

分布式控制還有一個重點就是控制的分類聚合必須是從底部開始漸漸累加的。我們如果要把複雜的問題通過由上而下的拆解成符合邏輯、互相作用的因子，想法雖然很好但必然會失敗。以數學為例就可明白，如果要以幾個素數相乘得到答案是很容易的，但是要對一個大數做質因素分解就很難，就算用強大的計算機來解也不容易。自上而下的控制就如同將一個大數分解成因子一樣，本質上是很困難的，必須要從簡單的局部控制中衍生出分布式控制。也就是說，要從運作良好的簡單系統上衍生出複雜系統，由這些簡單小模塊組成的網絡或社會就構成了一個機體，雖然它們之間並沒有明確的訊息交流，而是通過觀察其他模塊的動作在外界環境裡留下的痕跡和影響來進行，像這樣保持事物的局部性和直接性，就可以讓整體進化出新的行為方式，因而展現出非凡的敏捷性和適應性。

嵌套層級的運作方式和人們傳統和習慣的認知相反，也就是說把每件事告知每個人並非智慧的產生方式！

嵌套層級理論給我們的啟示是：思考方向太僵硬太直線是不會帶來創新的，要認識到：

「原來系統還可以以這種方式運作啊！」