分布式系統

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

分布式系統(distributed system)原是指建立在網路上的軟體系統。在一個分佈式系統中，一組獨立的個人電腦整合成了一個統一的整體，就好像是一個系統似的。系統擁有多種通用的物理和邏輯資源，可以動態的分配任務，分散的物理和邏輯資源通過網路實現訊息的交換，其中存在一個全局式的管理操作系統。

在計算機科學中，透過網路相互連接傳遞訊息與通訊並協調它們的行為形成一個系統運作，也就是說組件成員間彼此可進行互動以實現一個共同的目標。例如，把需要進行大量計算的工程資料分割成小塊，由多台個人電腦分別計算，分別上傳個自的運算結果後，再將結果統一整合得出結論。分散式系統可應用在不同面向的服務、大型多人線上遊戲、對等網路等。 目前常見的分散式運算專案通常使用世界各地成千上萬志願者個人電腦的閒置計算能力，通過網際網路進行資料傳輸(志願計算)。如果專案結構龐大，需要驚人的計算量，只由一台電腦來計算很難完成，雖然現在也有計算能力超強的超級計算機，但這些超算造價高昂，大多數科研機構的經費是無法負擔的，藉助分布式計算就可以花費較少的成本來完成工作。

分佈式系統一般具有以下四個特徵：

1. 分佈性：

分佈式系統由多台個人電腦組成，它們在地域上是分散的，可以散佈在一個單位、一個城市、一個國家，甚至全球。整個系統的功能是分散在各個節點上來實現的，此稱為具有數據處理的分佈性。

1. 自治性：

分佈式系統中的各個節點都包含自己的處理機和內存，各自具有獨立處理數據的功能。通常，彼此在地位上是平等的，無主次之分，既能自治的進行工作，又能利用共享的線路來傳送訊息及協調任務的分配。

1. 並行性：

一個大的任務可以劃分為若干個子任務，分別在不同的主機上並行執行。

1. 全局性：

分佈式系統中必須存在一個單一的、全局的進程通訊機制，使得任何一個進程都能與其他進程通信，並不區分本地通訊與遠程通訊。同時，還應當有全局的保護機制。系統中所有機器上有統一的系統調用集合，它們必須適應分佈式的環境。在所有CPU上運行同樣的內核，使協調工作更加容易。

我們仔細思考許多事物如：蜂群、電腦網路、大腦神經元網絡、動物的食物鏈……等等，這些何嘗不是能同時進行感知和記憶的分布式內存？科學家愈是用蜂群思維的方式來思考分布式問題，就愈發現其合理性。尤其是分布式系統和蜂群思維對突發的故障都具有極強的免疫力，它可以通過「並行性」自發的繞過故障缺口。並行分布式計算非常適用於感知、視覺和仿真領域，它處理複雜性的能力要好於「超級計算機」。

我們是不是可以把人體也看成是一個分布式系統？因為組成人體的各個器官就相當於一個術業有專攻子系統的集合體 --- 肺臟負責供氧、心臟負責泵血、胃腸負責吸收、腎臟負責清掃……，大腦皮質層和不同部位也分控不同的認知、記憶及各種功能。其中雖然並不存在指令鏈，但每個子系統的運作都會傳遞到整個系統，子系統的局部表現也很容易被整體表現所掩蓋。從群體湧現出來的不是個體行為，而是眾多的同步動作，這就是群集模型。

同樣的，在自然界中的許多事物也是接近分布式系統，例如彼此交織的生命、生態和食物鏈、錯綜複雜的經濟、人際交往的社會、網路中的複雜關係……，其中每個系統中都聚集了許多自治成員，各自根據內部規則以及其所處的局部環境狀況做出反應。

這個模式與服從中央的命令，或根據整體環境做出步調一致反應的模式截然不同。這些成員之間彼此雖然高度連接，但並非連到一個中央樞鈕上，而是他們組成了一個對等網路，蜂巢的管理形式就是這樣。這也就是說：並沒有強制性的中心控制；次級單位具有自治權；次級單位之間彼此高度連接；點對點的影響呈現了非線性因果關係。

分布式系統或稱「群系統」有以下優點：

* 可適應

由於它是包含了許多獨立子系統的整體，所以可對未出現過的訊號作出反應、對一個很寬範圍內的變化作出調整、在部份子系統失效的情況下仍能生存……。

* 可進化

可將局部構件經過時間演變獲得的適應性從個體傳遞到整體。

* 富彈性

群系統是建立在眾多並行關係上的，所以存在冗餘。小故障就像河流中的小浪花，瞬間即逝。就算是大故障，在更高的層級中也只相當於小故障，因而得以抑制。

* 無限性

正回饋能導致秩序的遞增。自發的秩序又有助於創造更多的秩序，因此能突破原始的侷限，永無止境。

* 新穎性

由於對初始條件敏感，後果可能與原因不成比例；成員間彼此的關聯與總成員數目呈指數式增長，因此蘊藏無限新穎的可能性。又因為允許個體間有差異和缺陷，也有可能導致創新。

當然，群體系統也有明顯的缺點：

* 非最優

由於有冗餘又沒有中央控制，因此效率低下。資源分配也較混亂，重複比比皆是，產生浪費。

* 不可控

缺乏絕對的權威。只要有「湧現」存在，就表示控制消失了，變成不可控的了。

* 不可預測

群系統的複雜性以不可預見的方式影響著系統發展。湧現出來的變化帶來樂趣也可能帶來危險。

* 不可知

由於交叉、橫向、間接的影響，導致最後如何促發某一事件的原因無從得知。還好，雖然我們不能確切的知道群系統是如何運作的，也能建造、運用並使之變得更加完美。

* 非即時

線性系統只要打開開關就能啟動，可是群系統層次愈多或愈複雜就不容易喚醒，有機的複雜性將需要有機的時間。

群系統突出了真實事物複雜的一面，在科學解決了線性系統的任務後，再面對的就是要理解不平衡性、度量不穩定性、測定不可預知性，當我們能夠發現的群屬性愈多，我們對仿生複雜性與生物複雜性的理解就會愈好。