

機器人的智慧分工

 highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/



機器人的智慧分工

編譯／台大資工系 黃柏瑋

20世紀以來，傳統機器人一直都是工廠自動化設備的典範。然而，他們往往聽命於人類，除了不需要自行思考做事策略之外，也拙於應對周遭環境的變化，工作內容相對單一，因此很難離開工廠進入複雜多變的日常生活中。然而，智慧型機器人克服了這些疑慮。不同於傳統機器人，智慧型機器人擁有自己的「眼睛」和「腦袋」，可以接收來自附近的信號相互溝通，以適應環境完成指定任務，將人類生活推向更方便也更有效率的新時代。

智慧型機器人

智慧型機器人有兩種典型的行為架構：階層式（hierarchical）與互動式（reactive）。前者是一種由上至下的順向（top-down）操作，且需要經過「深思熟慮」後方才動作。為了能夠在指定的場合下精準又迅速地完成任務，機器人必須先「感知」（Sense）周遭的環境，並且接受來自使用者的指令，接著利用人機互動介面或外部感測器（sensor）所蒐集的資料，擬定任務的實行計畫與相應的控制命令。經過「規劃」（Plan）階段，最終，硬體控制系統會依循計畫動作及路線採取「行動」（Act），完成階段性任務。

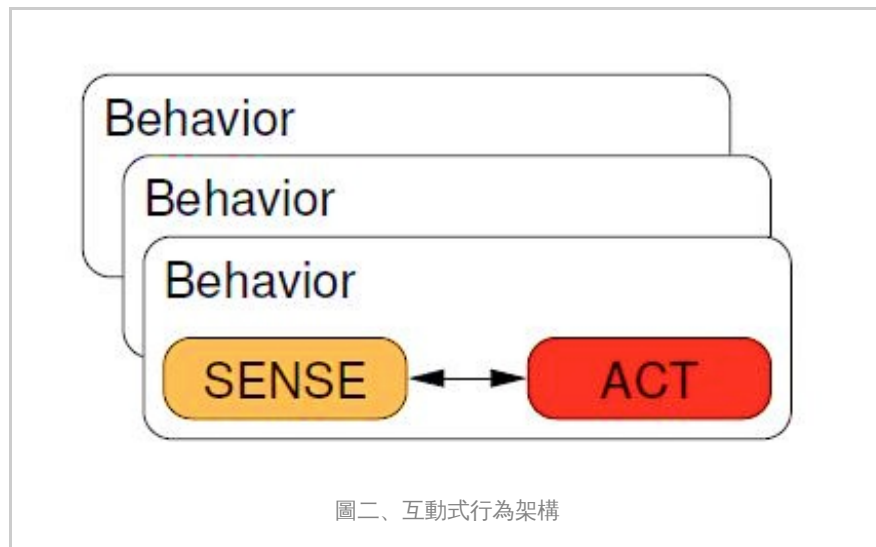


圖一、階層式行為架構

然而，階段式流程是建立在封閉世界（closed world）的假設上，也就是不存在機器人需要但不知道的事。而且「任務規劃」對運算能力的要求相當高，用以儲存「感知」訊息的資料庫又是全域的（global），需要隨時更新維護，使得即使一項簡單的任務也可能花上不少時間，犧牲效率與彈性。

相較於階層式，互動式沒了「規劃」，機器人直接將特定「感知」資訊與「行動」相連結，

形成既定的「行為」(behaviour) 模式。這個概念，類似動物的直覺反應，可以是先天的，例如：蛾類的趨光性；也可以由學習而來，例如：騎腳踏車的技能，一旦習得，當你跨上腳踏車便可不費吹灰之力地保持平衡、踩踏板，一氣呵成。當然，「行為」可以相互獨立，也可以多個同時發生，如唱跳、逃跑與尖叫、吃點心和看電影等。

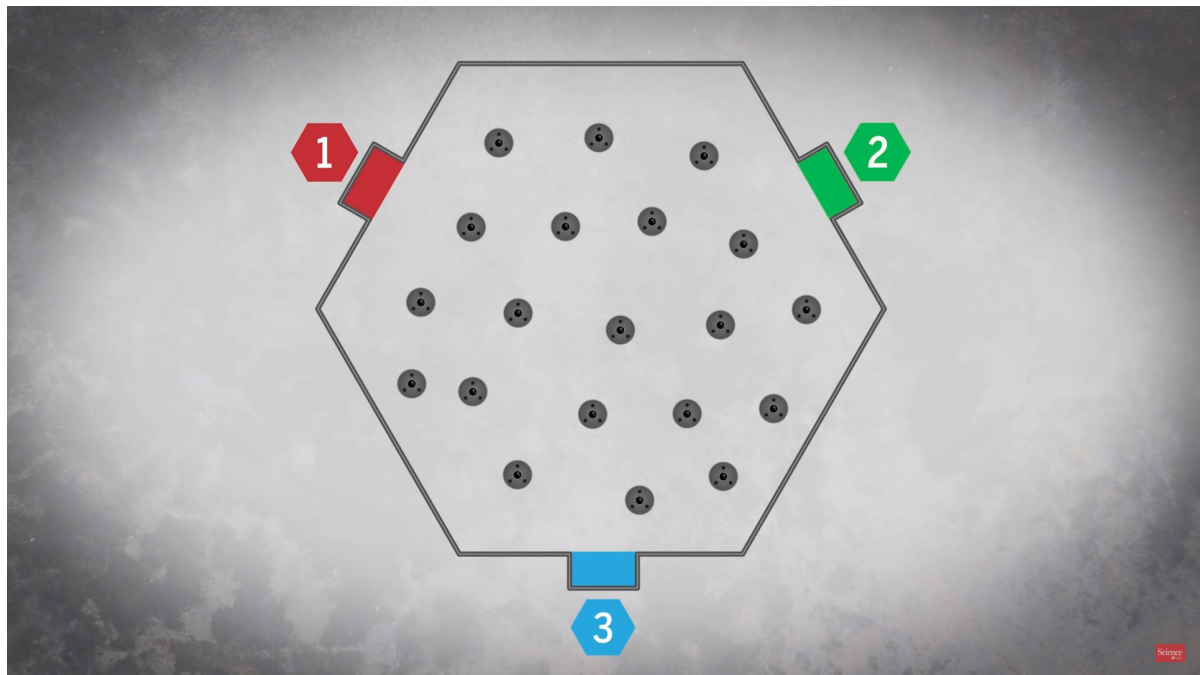


此外，互動式的「感知」資料庫是區域性的，可以節省整理資料庫的心力，讓反應更加及時。舉例來說，對於一個要閃避障礙物的機器人，障礙物與自己的相對位置比絕對位置更為實用，因為只有在附近的障礙物需要被納入考慮，運作上除了可以減少建立模型的空間，也省去許多不必要的判斷和計算。

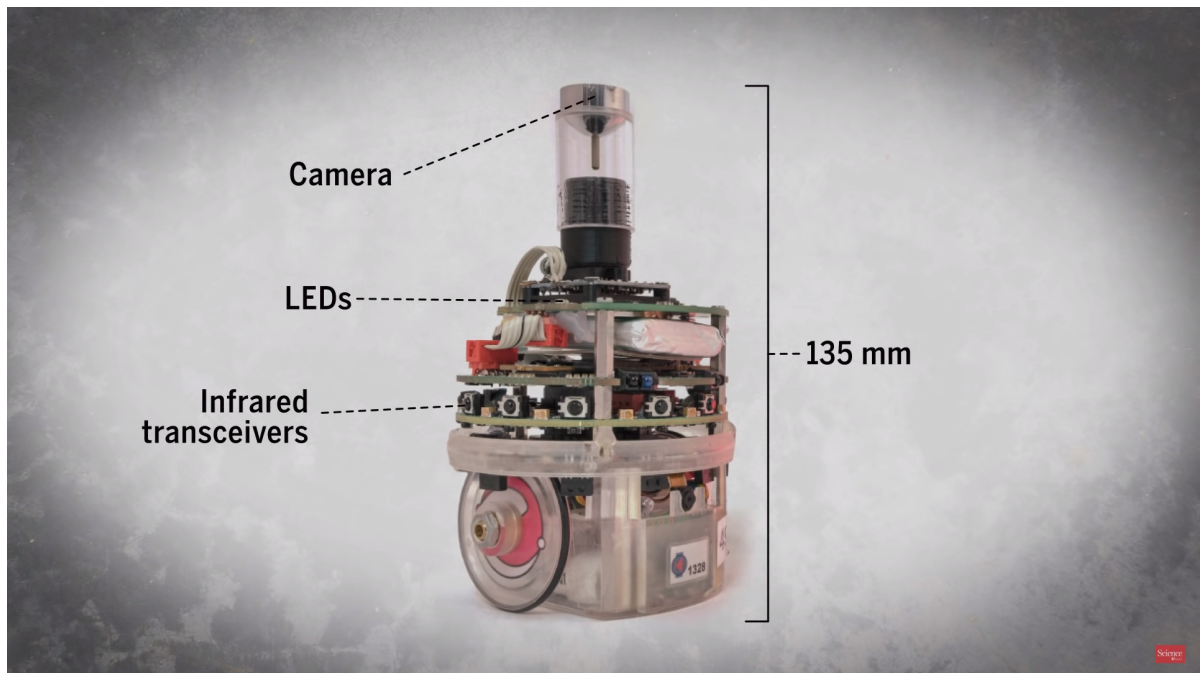
群體機器人

智慧型機器人固然強大，但有些任務實在不太可能單靠單一個體完成。當蜜蜂找到花蜜時，會利用「擺尾舞」通知夥伴，並提供蜜源與巢穴的距離；若有螞蟻死去，也會散發死亡費洛蒙，好讓夥伴們辨識並抬出巢外，保持巢內通道的乾淨暢通。分工合作的力量無窮，但如何合作無間，溝通絕對是關鍵之一。

比利時的研究人員因此設計了一項實驗，二十個高約13.5公分的雙輪機器人被要求在一六角型的區域內，按照規定順序走完三個停靠埠(booth)。由於機器人的觀察範圍有限，對彼此與環境的資訊並不全面(僅距離20至30公分內的機器人可以相互溝通)，無法洞悉全局，因此必須靠著分工合作才能達到目標。



圖三、實驗中所使用的六角形場域與三個停靠埠（示意圖，來源：S. Sutton, 2018.）

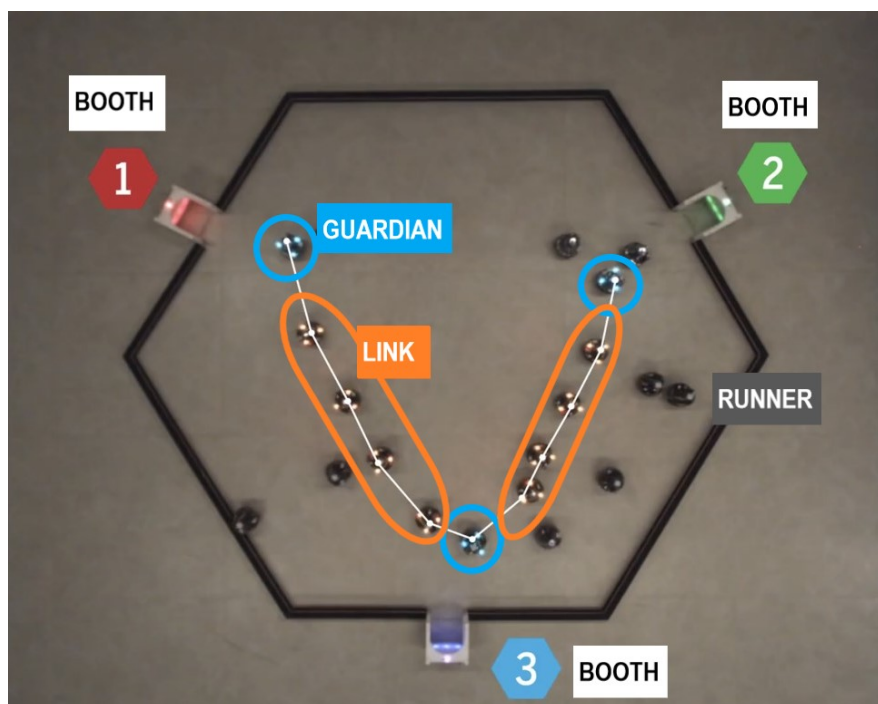


圖四、機器人的結構（來源：S. Sutton, 2018.）

如同群體動物一樣，機器人各自扮演著不同的角色：跑者（Runner）、護衛（Guardian）、鏈結（Link）和鏈尾（Tail）。一開始，大家都擔任「跑者」，四處遊蕩，最先闖入停靠埠的就會轉變為該埠的「護衛」，避免亂了順序的機器人誤闖。接著，當三個埠都有各自的「護衛」守護後，其他機器人便轉換角色為「鏈結」，連接三埠「護衛」形成一條連結（chain）；位處最尾端者，則為「鏈尾」，標示連結的形成進度。一旦接通三埠「護衛」，餘下仍為「跑者」的機器人便可循線按指定順序走完每個停靠埠，有系統且高效率地達成任務。



圖五、建造中的通路 (來源：S. Sutton, 2018.)



圖六、建造完的通路 (來源：S. Sutton, 2018.)

上述的合作模式推翻了大眾對機器人的傳統認知：機器人在特定環境中的運作，不一定需要預先計畫 (pre-programme)。而在未來，我們可以善用這種新策略於搜救任務，就算缺乏明確的指示，機器人也有機會藉由相互溝通，摸索出正確或最有效率的工作順序。

編譯來源

S. Sutton, "[Simple robots form a chain gang to solve complex problems](#)", *Science/AAAS*, 31 July 2018.

參考資料

R. Murphy, *Introduction to AI robotics*. MIT Press, 2000, pp. 105-152.

(本文由教育部補助「AI報報-AI科普推廣計畫」執行團隊編譯)