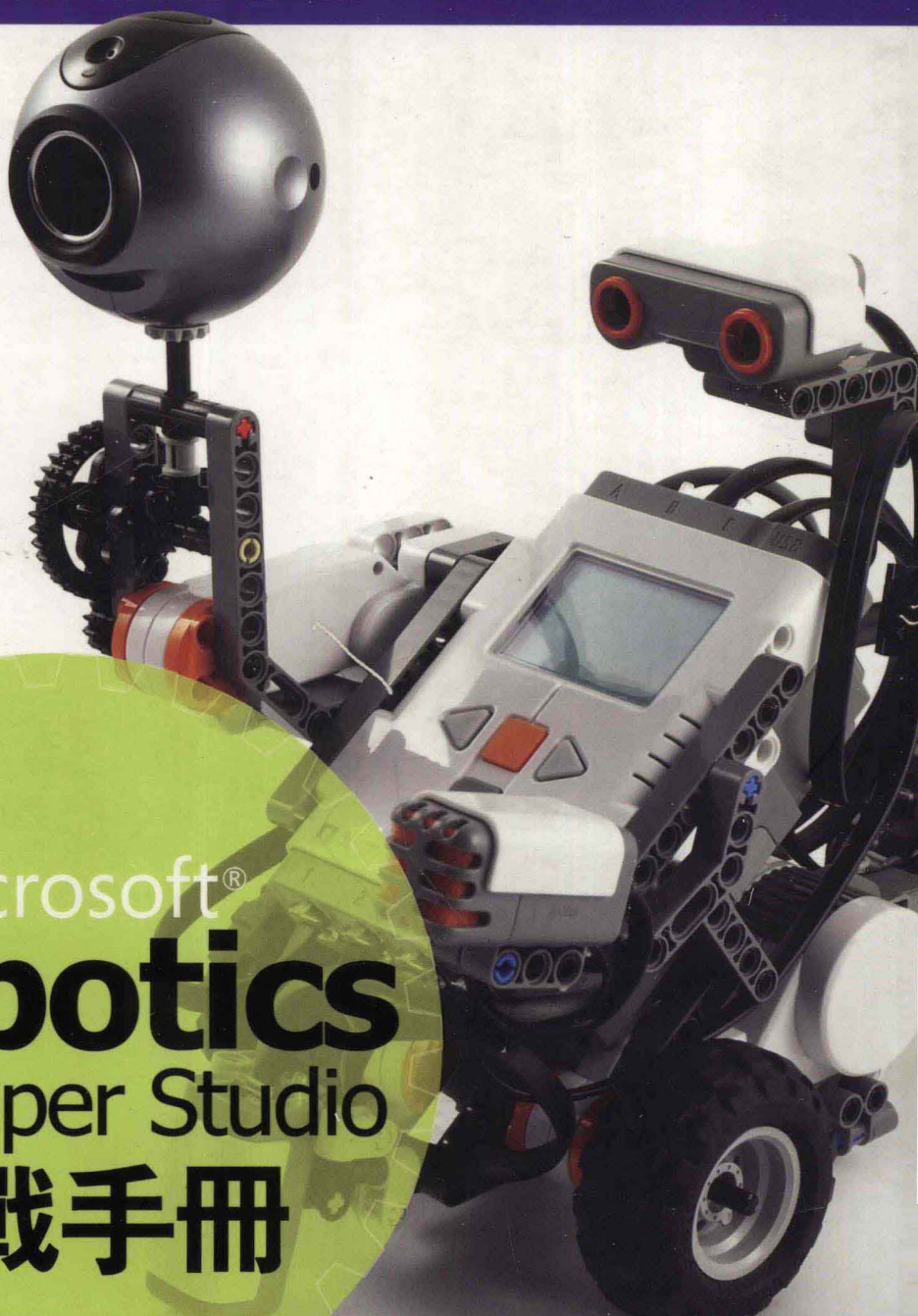




Microsoft®
Robotics
Developer Studio
實戰手冊

- ◎適用於初入機器人程式開發領域的學習者
- ◎完全符合Microsoft .NET Framework的開發環境
- ◎使用LEGO® Mindstorms® 機器人為主要的硬體設備支援

智慧型機器人程式模擬與開發

台灣大學 康仕仲 | 古凱元 · 紀宏霖 著



Robotics

Developer Studio

實戰手冊

Microsoft® Robotics Developer Studio 實戰手冊

作 者 康仕仲 Shihchung Kang | 古凱元 Kaiyuan Ku
紀宏霖 Honglin Ji

發行人 林隆奮 Frank Lin
社長 蘇國林 Green Su
首席顧問 張智凱 Richard Chang
總編輯 葉怡慧 Carol Yeh

出版團隊

企劃編輯 蕭書瑜 Maureen Shiao
執行編輯 張婉蓉 Vicky Chang
封面設計 鍾英華 Sunny Chung
版面構成 郭哲昇 Jason Kao

行銷統籌

行銷企劃 朱韻淑 Vina Ju

發行團隊

業務專員 吳宗庭 Tim Wu
業務秘書 陳曉琪 Angel Chen

發行公司 悅知文化
精誠資訊股份有限公司
地 址 105台北市松山區復興北路99號12樓
專 線 (02) 2719-8811
傳 真 (02) 2719-7980
專屬網址 <http://www.delightpress.com.tw>
悅知客服 cs@delightpress.com.tw
首版一刷 2008年10月
建議售價 新台幣450元
ISBN 978-986-6761-61-4

國家圖書館出版品預行編目資料

Microsoft Robotics Developer Studio實戰手冊
/ 康仕仲, 古凱元, 紀宏霖著.
— 初版. — 臺北市: 精誠資訊, 2008. 10
面; 公分

ISBN 978-986-6761-61-4(平裝)

1. 機器人 2. 電腦程式設計

448.992029

97019028

建議分類 | 程式設計

本書若有缺頁、破損或裝訂錯誤，請寄回更換

LEGO, MINDSTORMS, the LEGO logo, MINDSTORMS logo and the knob configuration are trademarks of the LEGO Group which does not sponsor, authorize or endorse this book. Labview is a registered trademark of National Instruments, which does not sponsor, authorize or endorse this book.

著作權聲明

本書版權為精誠資訊股份有限公司所有，
未經書面授權同意，不得以任何形式轉載、
複製、引用於任何平面
或電子網路。

商標聲明

書中引用之商標與產品名稱分屬於
其原合法註冊公司所有，純屬介紹之用，
絕無任何侵害之意。

版權所有 翻印必究

機器人不僅只是在卡通與電影裡所建置的虛擬人物，已在這個真實世界中扮演重要角色。在日常生活中，許多物品皆經由工廠內的機器手臂組裝而成。吸塵器機器人也已在成千上萬的家庭中日夜工作。樂高（LEGO®）機器人更成為許多年輕學子學習及探索科學與工程的利器。而軍用機器人，也已在美伊戰爭中被大量使用。

在不久的未來，機器人將在這個世界扮演更多舉足輕重的重要角色！隨著機器人學及相關軟硬體的進展，機器人將越來越聰明，越來越多用途。不論家庭、辦公室或是醫院環境，智慧型機器伙伴將隨時陪伴並協助人類。機器人駕駛將以極安全的方式，在市區及高速公路上運送人員與物資；保全機器人將隨時保持警戒、看顧家中重要資產。隨著任務不同，一開始機器人或以不同型態出現。但將來必定會產生以類似真人的型態所設計的泛用多工型機器人，幫助人們完成許多不同的任務。

此進展看似容易，但其中涉及許多的困難必須克服。其中，機器人之軟體是達成此巨大任務最重要的關鍵技術。最近，微軟亦看好機器人之未來發展潛力，而開始發展與建構機器人軟體平台，並推出 Microsoft Robotics Developer Studio (MSRDS) 供產學研究及一般大眾使用。基於微軟在近代電腦（計算機）科學與產業發展中所扮演之重要角色，這項決定在推廣機器人相關研究及產業發展上，有一定程度之助力。

在學習 MSRDS 上，許多讀者雖可參考微軟之線上知識庫 (MSDN)。但透過本書，可更循序漸進地了解 MSRDS 的重要觀念與使用技巧，案例式的說明可讓讀者更快熟悉並使用 MSRDS。本書作者康仕仲教授及其團隊近年來致力於 MSRDS 之研究與使用推廣，並親自在課堂上教授 MSRDS，累積相當程度之知識與經驗。我相信此書之中文版發行，將造福許多在正在學習機器人相關技術的年輕學子，或想一探機器人領域的愛好者。

最後，藉由此書，希望能觸發讀者對研究機器人或撰寫軟體的興趣與熱忱，並一同加入機器人開發者的行列。

王傑智

台灣大學資訊工程系 教授

本書是我在台大土木系開設『機器人在工程上的應用』課程中實作部分的教材，主要目的是培養工程師對機器人相關技術的了解，以因應日漸升高的工程自動化及智慧化的需求。

由於課程的開課對象是工程背景的學生，多數沒有學習過其他機器人領域之課程。因此，我參考了史丹佛和 MIT 等名校的機器人基礎課程，採取由上到下（top-down）的教學方式，即先不談機器人學中較艱澀的理論部分，而強調實際操作，讓學生從作中學習，以體會機器人的發展模式與應用潛力。在課程中，學生除了必須試著把工程問題轉換為機器人的設計概念，並需從機構設計、感測器整合、程式撰寫與任務測試。逐步發展實用之機器人，以符合工程所需。

在這課程中，我選擇微軟公司的微軟機器人發展平台（Microsoft Robotic Development Studio；MSRDS）為機器人的軟體平台，以及樂高 LEGO NXT 模組為硬體設備。在實際教學後，我覺得這軟體平台與硬體模組是非常好的組合。在 MSRDS 方面，它可將感測器和馬達等機器人元件，寫成獨立的服務模組，開發者如同組裝實體元件般連接各個模組，並加上程式的邏輯，即可使機器人達到預期的行為。MSRDS 也提供了一個相當理想的模擬環境，該模擬環境是以微軟遊戲的程式庫為基礎，加上一不錯的物理引擎，展現品質與可擴充性皆相當理想。此外，MSRDS 中所提供的視覺性程式語言，其圖形化的程式開發介面，我發現學生們皆可在短時間上手。

樂高 NXT 模組應用於此教學課程上也相當理想，主要的原因之一，是 NXT 模組包含了機器人常用的感測器，例如，光感測器、超音波感測器、觸覺感測器等。此外，NXT 模組也善用樂高在積木產業的優勢，提供非常豐富且實用的機構和結構元件。因此教師在課程設計就可非常多元，學生也可以有足夠的空間表現創意。我在課程中要求學生發展兩種非常不一樣的機器人，智慧型輪型檢測機器人與智慧型工程吊車。我欣然見到課堂上所有團隊都完成大部分的機構與程式功能，並成功的完成任務。由於 MSRDS 與樂高 NXT 模組，預計未來的幾年，我都會繼續以 MSRDS 和樂高 NXT 模組為教學的平台。

有鑑於市面上一直缺乏 MSRDS 平台的入門指引，我拋磚引玉地將我所開課的教材集結成冊。本書包含了 VPL 程式教學、機器人模擬環境、連結 MSRDS 與樂高 NXT 元件、感測器應用、視覺辨識與聲音辨識等。在介紹完各項技術後，本書並介紹一自主式機器人之實際相撲比賽，參賽者皆利用 MSRDS 與 NXT 元件建構相撲比賽機器人，書中並包含各組參賽者所發展的機器人之照片與策略說明，可供讀者發展類似機器人之參考。

由於本書包含細部操作的圖示，可成為機器人課程的輔助教材，自修學習者應該也可以很容易跟著書中的步驟學習。我們雖反覆校對書中內容，但仍恐有疏忽之處，盼讀者可以不吝給予指正與指教。另我還要特別感謝悅知團隊在本書編輯時專業的指導，以及台灣微軟和貝登堡公司在技術面的協助，才能讓本書順利付梓。

康仕仲 Shihchung Kang

台灣大學土木工程系 助理教授

sckang@ntu.edu.tw

第1章 | Microsoft Robotics Developer Studio

近年來機器人產業隨著電腦與電子工業的進步而蓬勃發展，機器人學也將成為下一個世代最重要的應用產業之一，但由於機器人的發展橫跨相當多的領域，技術的進入門檻頗高，要進入該產業並不容易。而微軟公司針對這個需求，發展了MSRDS。提供了一個標準的使用端與開發端的平台，可以讓有意朝該產業發展之工程師或愛好者更容易進入此領域。本章簡單介紹MSRDS開發的起源，以及相關技術與工具之發展。

第2章 | MSRDS 安裝步驟及注意事項

本章說明MSRDS安裝之作業平台與編輯程式環境，讀者在安裝視覺性模擬環境時，電腦必須可支援DirectX9或以上，不過對於近一兩年一般的桌上型電腦與筆記型電腦而言，只要能執行圖形化介面的遊戲多有此能力。此外，本章將引導讀者安裝Microsoft Robotics Developer Studio，請各位讀者務必確認已成功的安裝MSRDS各組件，並可以成功的開啟Visual Programming Language應用程式，因後續章節中均必須使用其進行範例的教學，以步驟式的圖示，引導學習撰寫各類機器人程式。

第3章 | 視覺性程式語言觀念與實作

本章將解說MSRDS中一個以直覺、視覺化的機器人程式設計方式－視覺性程式語言（Visual Programming Language；VPL）。視覺性程式可以讓一般非程式設計的使用者也可以在短時間內學習並開始撰寫自己的機器人軟體，而專業的程式設計師則可以透過它來快速的撰寫演算法並試驗機器人的行為等，讓機器人的軟體設計可以遍佈各個領域與階層的人。

第4章 | 視覺性模擬環境—機器人運動模擬

本章將教導讀者如何使用VPL來撰寫模擬的機器人，並讓機器人在視覺性模擬環境（Visual Simulation Environment；VSE）中運行。本章首先將介紹何謂模擬及為何需要模擬機器人而不直接進行實體機器人的製作等。接下來介紹MSRDS中所提供的模擬機器人環境VSE，並以實作案例，讓讀者可依循著本書的範例，一步步學習如何使用模擬環境。本章除了讓讀者了解如何控制模擬機器人外，這些程式經驗也可幫助實體機器人的開發，有利於後續自主式模擬機器人之程式撰寫。

第5章 | 使用藍芽裝置連結LEGO NXT 與電腦

本章介紹如何將LEGO NXT模組，透過藍芽連結到個人電腦上。並以圖示方式，說明藍芽配對、連結、與測試的步驟，使讀者能成功地透過藍芽裝置將電腦的指令，即時傳輸至LEGO NXT的控制模組，以控制機器人之行為。

第6章 | 熟悉LEGO 各感應器與馬達控制

本章將開始介紹如何利用VPL控制LEGO NXT各模組、包含感應器與馬達等。此章包含四個簡單的控制案例，讀者可藉此熟悉LEGO機器人教育套件內所附的感應器與馬達等組件。也能更深入了解VPL中相關的服務元件（Service）的使用。雖然所包含的案例相對簡單，但其中的技巧，將是未來複雜機器人的重要基礎基礎。

第7章 | 定義機器人之資訊清單

資訊清單（Manifest）主要用來定義機器人軟硬體的服務元件與其初始化參數。因為機器人控制軟體的更新往往比硬體的變動更加頻繁，可以想像每次我們設計一個新的控制軟體，均要花時間設定各組件的初始化參數，這是一項十分耗時的作業。透過資訊清單可讓MSRDS運行前先呼叫所有組件的服務元件，並定義其參數與組件間的相關性，當LEGO機器人硬體裝設完畢後，僅需設定一次資訊清單，未來再次撰寫該LEGO機器人的VPL程式時，即不需要再做初始化設定，如此除了可以減少設定時間外，也可以使用資訊清單做為團隊撰寫程式所共同依循的相關設定，再也不需要花費冗長的硬體設定時間，而可以專注於軟體演算法的設計。

第8章 | LEGO Mindstorms機器人使用VPL

本章主要介紹一輪行機器人的開發。教導讀者如何使用VPL撰寫控制機器人行為之程式。本章整合了前兩章的知識，引導讀者創作機器人運動之行為。主要包含兩個案例，一是利用遊戲搖桿控制輪型機器人，另一種以程式控制的方式，全自動地控制機器人。機器人可透過各種感應器資訊，自動迴避障礙物，達到基本的自主漫遊的目的。

第9章 | 機器人視覺

本章將採用一般市售之網路攝影機作為機器人之感應器，LEGO教育版機器人套件中並沒有機器人視覺系統，但近年來機器人學的發展，隨著攝影機價格降低與影像處理技術的提升而漸受重視，而MSRDS可不受LEGO感應器種類的限制，本章即帶領讀者使用非LEGO之視覺感應器來做為LEGO機器人的眼睛，針對顏色區塊進行辨識並讓機器人對其顏色區塊進行追蹤。

第10章 | 機器人聲音控制

人機互動為機器人學中重要的一門課，這部分被應用於許多居家照護與遊戲娛樂的機器人中，因為其需求絕大多數來自於老年人與孩童，其中大部分不熟悉電腦與科技產品的操作，故有效的人機互動便成為最重要的課題之一，使用聲音控制機器人為人機互動的其中一環，要如何讓機器人與人溝通並依命令行事，將是使機器人走入家庭的重要課題。本章將教導如何利用VPL的內建服務，呼叫微軟Vista聲控功能，並整合於機器人的架構中。

第11章 | 實機應用－相撲機器人大賽

本章為一介紹應用範例的章節。內容是介紹一個真實的機器人相撲大賽，六組參賽者皆是用LEGO NXT發展機器人，並都使用VPL程式為演算核心。讀者可透過這六組不同的比賽機器人範例，學習如何將本書所列之技術，應用於實際機器人開發上。

第12章 | 相關資源

介紹與本書內容相關的資源，可以從這些資源獲取更多的資訊，除了更進一步地學習與更深入內容外，也可幫助了解機器人學的發展。

序.....	iv
導讀.....	vi

第 1 章 Microsoft Robotics Developer Studio 概述

1.1 發展起源.....	2
1.2 機器人程式設計的挑戰.....	2
1.3 功能介紹.....	4

第 2 章 MSRDS 安裝步驟及注意事項

2.1 安裝要求.....	8
2.2 安裝方法.....	8

第 3 章 視覺性程式語言觀念與實作

3.1 視覺性程式語言介紹.....	16
3.2 VPL 工作環境介紹.....	17
3.3 VPL 基本元件介紹.....	18
3.4 程式基本流程控制.....	21
3.5 並行程式控制.....	39
3.6 挑戰題：找質數.....	52

第 4 章 視覺性模擬環境—機器人運動模擬

4.1 何謂模擬.....	64
4.1.1 為何需要模擬	64
4.1.2 視覺性模擬環境.....	64
4.2 使用VPL操作模擬環境中之LEGO機器人.....	65

第 5 章 使用藍芽裝置連結LEGO NXT與電腦

5.1 LEGO Mindstorms 機器人模組－了解與控制各組件	90
--	----

第 6 章 熟悉LEGO各感應器與馬達控制

6.1 製作手電筒	96
6.2 手控馬達.....	103
6.3 依光亮度決定馬達轉速	110
6.4 依量測距離決定馬達轉速.....	117

第 7 章 定義機器人之資訊清單

7.1 設定教學：定義LEGO 機器人的資訊清單	124
--------------------------------	-----

第 8 章 LEGO Mindstorms機器人使用VPL

8.1 控制LEGO機器人	134
8.2 使用超音波感應器進行漫遊	143
8.3 使用光感應器進行隨機運動	153

第 9 章 機器人視覺

9.1 追蹤特定顏色之視覺辨識瞭望台	166
--------------------------	-----

第10章 機器人聲音控制

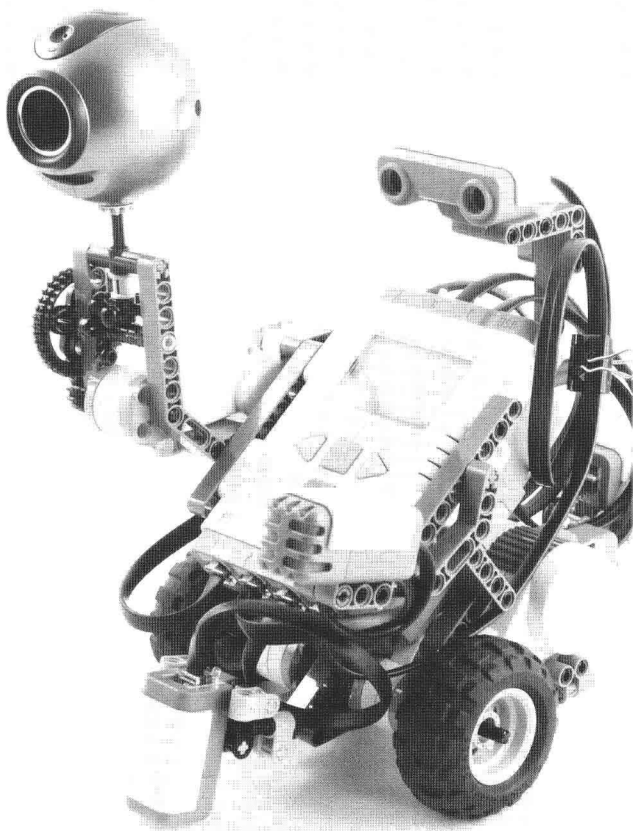
10.1 辨識語音命令	182
10.2 聲控機器人運動	187

第11章 實機應用－相撲機器人大賽

11.1 相撲機器人比賽設計	200
11.2 相撲機器人實作	205
11.3 比賽結果與結語	211

第12章 相關資源

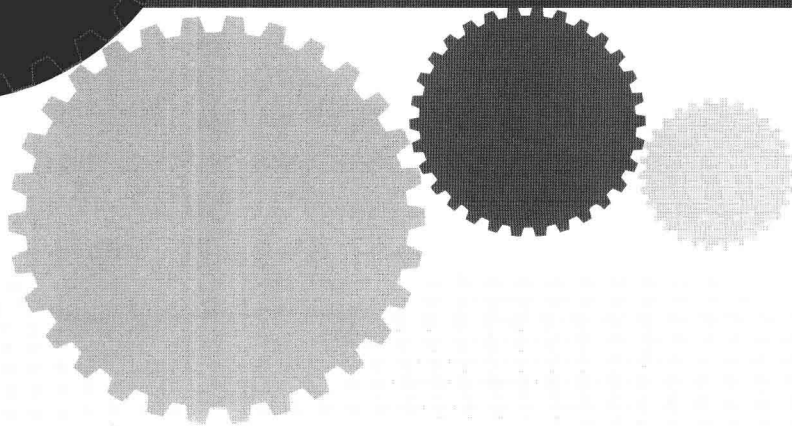
12.1 相關課程網站	214
12.2 相關網站介紹	218
12.3 相關中文書籍	220



Chapter

01

**Microsoft
Robotics Developer Studio 概論**



比爾蓋茲曾預言：機器人產業將成為下一個熱門領域。在現階段的機器人發展，就有如 1970 年代的電腦產業，目前的大型機器人，像是工業配裝電腦或軍用掃雷機器人，就有如當時的大型電腦主機般，而市面上同時出現像玩具機械狗、樂高機器人或掃地機器人等產品，人們漸漸了解機器人融入生活的可能，無論在娛樂上或工作上。直到現今，世界各國研究機器人學各相關領域的人越來越多，也漸有成果，但這些機器人間，沒有一套標準的作業軟體，也沒有一個可以運行其間的應用程式，且機器人規格的標準不一，故在機器人間的程式幾乎無法互通，導致在設計另外一台機器人時，所有的元件幾乎重頭開始。為改變現況，微軟即著手進行研究，其目的是發展一套機器人開發工具，提供基本的元件，讓對於機器人開發有興趣的每個人，只要擁有基本的電腦程式概念，就能夠輕易地撰寫出在各硬體上執行的應用程式，透過這樣的平台，做到機器人的軟硬體整合，就像當初微軟創建視窗化應用平台一般，基於這些理由，微軟的研究團隊發展出 Microsoft Robotics Developer Studio（以下簡稱 MSRDS）來達到上述的目標。

機器人的整體設計是十分困難的，雖在硬體方面，相關設備隨著時代不斷地更新，其感應器與傳動馬達的能力及精準度上都有長足的進展，這直接克服了許多硬體設計上的困難度，但反觀機器人的靈魂－軟體程式，仍是一個尚待發展的領域，現今機器人程式的發展需面臨的挑戰設計有三類，包含多樣任務的協調並同步處理任務與事件，與開發平台的共通性。以下簡單說明。

■ 多樣任務的協調

現階段機器人的發展已不似一般的電器設備，如自動門或電風扇等只需要執行單一的工作，而是朝向多樣性、泛用性的方向來發展，目標就是讓機器人越來越像人類一般可以執行許多的任務。舉個簡單的例子，一台機器人在行走往目的地的路徑上，若發現有障礙物，必須迴避障礙物，並於迴避後還會繼續朝目的地行走。這些