



智慧型機器人概論

Introduction to Intelligent Robotics

Week 2

智慧型機器人基礎

長庚大學 資訊管理學系
林維昭 Wei-Chao (Vic) Lin
viclin@gap.cgu.edu.tw



- 美國微軟總裁比爾蓋茲曾預測在2025前每個家庭內都會有機器人
- 廣泛定義的智慧型機器人和相關智慧型機器人技術未來很有可能成為全球最大規模產業
- 智慧型機器人技術是一種跨多重技術領域的整合型科技
- 智慧型機器人和相關技術將徹底改變你我未來的生活

智慧型機器人基本定義

- 智慧型機器人(intelligent robots)
 - 具有智慧(intelligence)的機器人
 - 機器人不是生物，它的智慧不是天生的，而是人工創造的，因此智慧型機器人也可定義成具有人工智慧(artificial intelligence)的機器人
- 機器人是一種可以自行執行某些動作的機械裝置

智慧型機器人基本定義

- 機器人(robot)的中文名稱中有一個「人」字
 - 容易讓大家以為機器人一定要像人類的外形，具備頭顱、雙手、甚至雙腳
 - robot 本身並沒跟人類有特別連結的意義，只是robot最初因緣際會被翻譯成機器人後就沿用至今
 - 機器人的外形並不限定為人類形狀，它也可以具備其他動物形狀、植物形狀、自然界存在物體形狀、或任何人造形狀
 - 機器人基本上只是一種機電整合裝置，並具備以電腦程式規劃後自動執行指定功能或動作的能力，通常包含結構、機構、感測單元、動力單元、控制單元、通訊單元、和計算單元等元素。

智慧型機器人基本定義

- 存在歷史較久，也已普遍在某些產業中被使用的機器人，以機器手臂(manipulators)或俗稱工業機器人(industrial robots)為典型代表
 - 傳統式機器手臂已存在幾十年，最常被用來在汽車和大型電子產業廠房內自動執行焊接、噴漆、組裝、裝卸載和搬運等特定重覆性工作
- 近幾年，許多感測器被用來跟機器手臂連結使用，對隨機放置待操作的物件進行即時位置判定，這讓機器手臂藉著電腦視覺(也可稱為機器視覺或人工視覺)技術得以對該些任意放置的物件進行操作，也讓機器手臂開始走進智慧型機器人時代。

智慧型機器人基本定義

- 智慧型機器人本身也是一部自動化機器，它跟許多在工廠裡執行各式特定任務的自動化機器的不同處在於機器人基本上是在變動的環境下，或臨時定義的任務下，調整本身的形態、運動、速度或力量等可變動元素來執行任務；相對的，一般的自動化機器通常都在固定的條件和環境下執行相同的動作
- 機器人因為具有人工智慧而變成智慧型機器人
- 人工智慧的基本內容包含認知環境，並根據對目前環境的認知、過去的經驗、和推理能力來產生對策，以期爭取最大福祉

智慧型機器人基本定義

- 對環境認知需要多種感應器，最通常使用的感測器包含擷取影像的攝影機(讓機器人看到)、記錄聲音的麥克風(讓機器人聽到)、判斷前方空間或物件位置的雷射測距機、立體視覺模組、超音波模組和紅外線模組、和偵測馬達目前旋轉角度的編碼器(encoder)等
- 智慧型手機iPhone的Siri電子祕書就是一項典型人工智慧系統，當你對Siri詢問時，手機內部的麥克風會先錄下你的聲音，並經過語音分析和比對複雜龐大的資料庫後判斷出你說話的內容，再根據同樣龐大複雜的專家系統決定出應該回覆的內容，再經過聲音合成器將該內容說出

智慧型機器人基本定義

- 現代化社會對智慧型機器人和支撐智慧型機器人系統運作的機器人技術(robotics technologies, RT)的需求將越來越殷切
 - 「RT」這名詞不但在日本很流行，更重要的它具備非常真實的意義
 - 未來的社會中，不只是智慧型機器人將大為盛行，還有更多看來跟機器人無關的系統和產品因為應用了機器人技術(RT)而提高效能和價值

智慧型機器人發展沿革

■ Robot(機器人)這個名詞正式被人類使用的時機有兩種普遍的說法

- 第一種以捷克著名作家卡雷爾·恰佩克(Karel Čapek)在他1920年的劇作《Rossums' universal robots》(萬能機器人)裡創造了「robot」(機器人)這個名詞來描述工廠裡的奴工。 Robot這單字是從捷克語“ROBOTA”轉借而來，意思是單調乏味或奴隸般的勞動
- 第二種則以可用程式控制的多軸機器手臂正式被研發成功或成為產品並使用在工廠

智慧型機器人發展沿革

■ 西元前270年

- 希臘工程師-克特西比烏斯(Ctesibus)研製出了風琴和配置可移動式圖像的水鐘，而水鐘的發明更是鐘錶技術的一大突破

■ 1206年

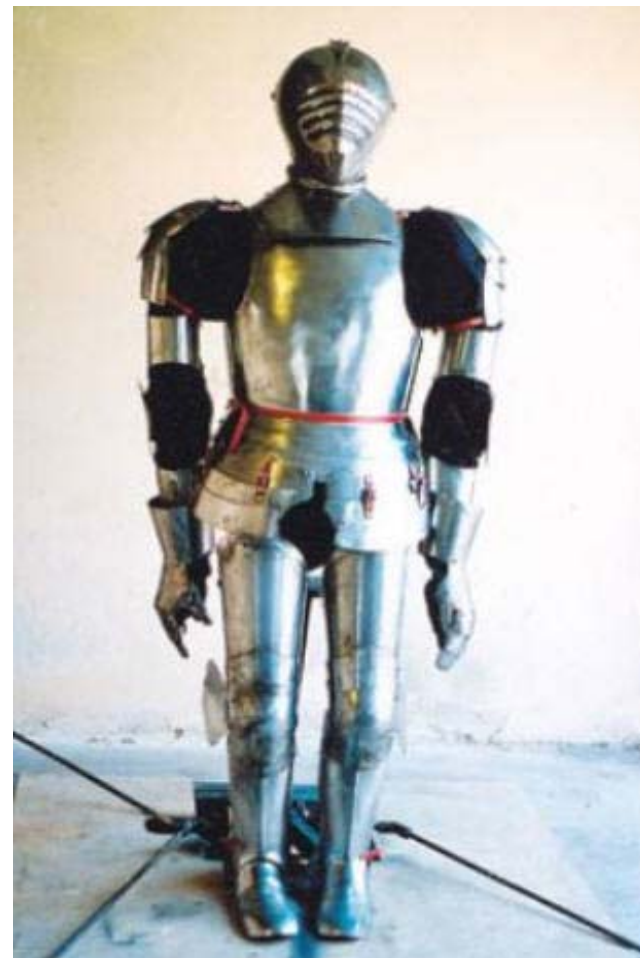
- 加扎利 (Al-Jazari)是一位阿拉伯籍穆斯林發明家，製作了自動廚房用具和以水力驅動的音樂自動機器，並於1206年時研發了第一台可編排音樂內容的人偶音樂機器



智慧型機器人發展沿革

■ 約在1495年

- 李奧納多·達文西(Leonardo da Vinci)設計了人類第一部具人形機器人架構的裝甲騎士



智慧型機器人發展沿革

- 1500年和1800年間，許多自動機器被建造用來應用於表演、繪畫、飛行和播放音樂
 - 在1543年，約翰·迪伊(John Dee)創建了世界上第一個能夠飛行的木製甲蟲機器人
 - 從1623年到1624年間，許多機械式計算機也紛紛地被發明
 - 其中最有名的是由威廉薛卡(Wilhelm Schickard)所設計出來的計數時鐘(Calculating Clock)



智慧型機器人發展沿革

■ 1642年

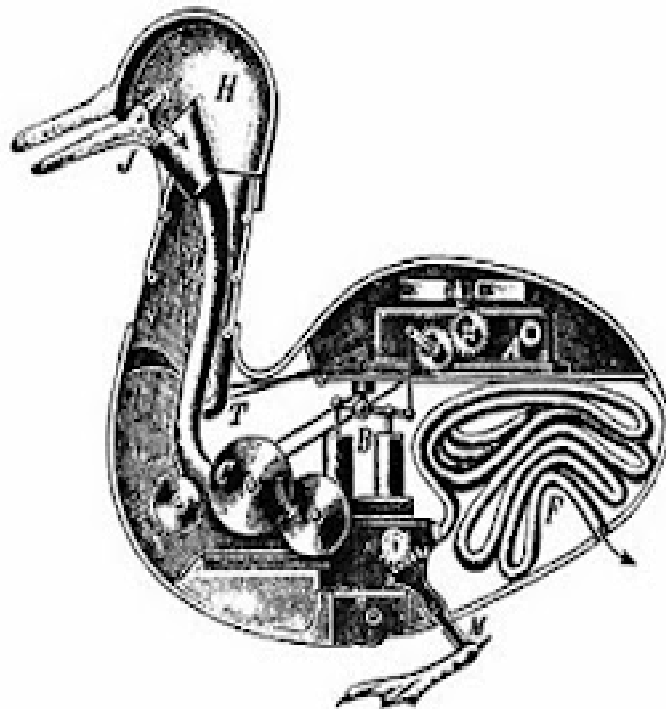
- 帕斯卡(Blaise Pascal) 為了協助他父親計算法國上諾曼地省(Haute-Normandie)稅收的任務，發明了機械計算機(mechanical calculator)



智慧型機器人發展沿革

■ 1739年

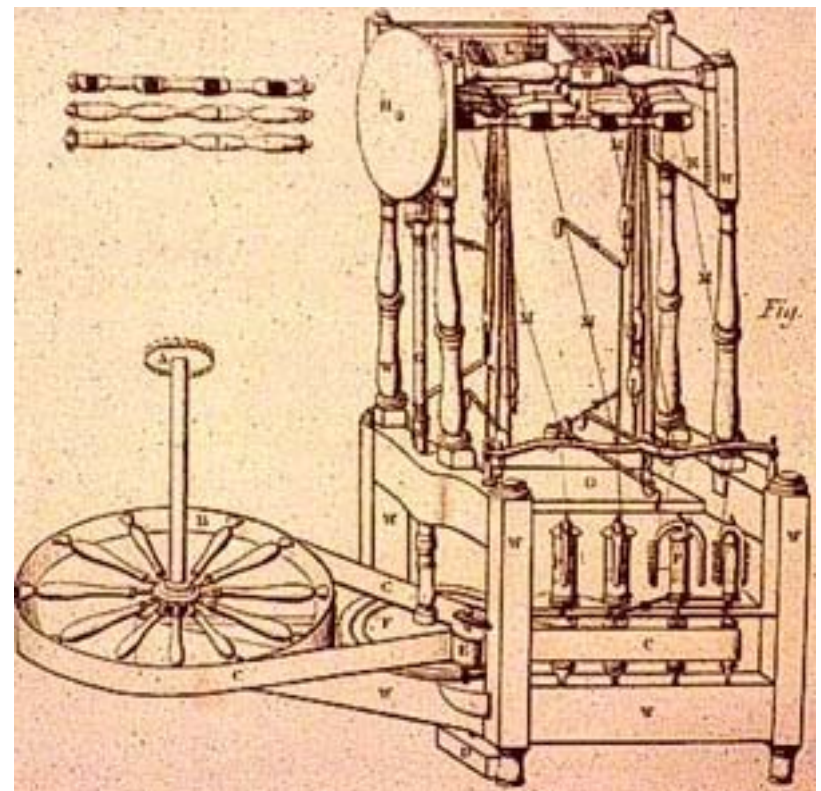
- 雅克·沃康松(Jacques de Vaucanson)製作出了可執行吞食穀物、模擬式消化和排泄的「消化鴨」(The digesting duck)



智慧型機器人發展沿革

■ 1768年

- 阿克萊特(Arkwright)利用跟鐘錶匠約翰·凱(John Kay)一起工作時學來的機構技術，開發出以水產生動力的自動紡紗機



智慧型機器人發展沿革

■ 1772年

- 瑞士發明家皮埃爾(Pierre)和亨利·雅凱-德羅茲(Henri Jacquet-Droz)建造了一個叫做寫作家 (L'Ecrivain) 的機器人小孩，利用它的機械計算機大腦，寫作家具備寫信件的能力，最多可寫到40個字母符號
- 同一年中，為了送給法國皇后瑪麗·安托瓦內特(Marie Antoinette)，一台具有女性外觀並可以演奏鋼琴的機器人也被製作出來

智慧型機器人發展沿革

■ 1796年

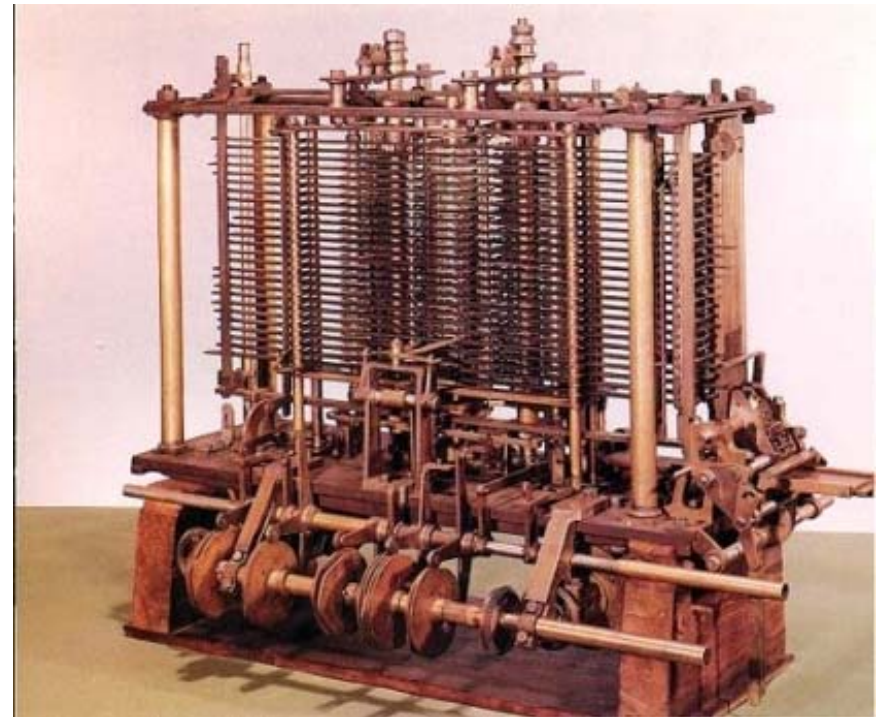
- 被喻為「日本的愛迪生」工匠田中久重發明了各種精巧且複雜的機關人偶，其中一些人偶能奉茶、射擊甚至能畫日本漢字字符



智慧型機器人發展沿革

■ 1801 年

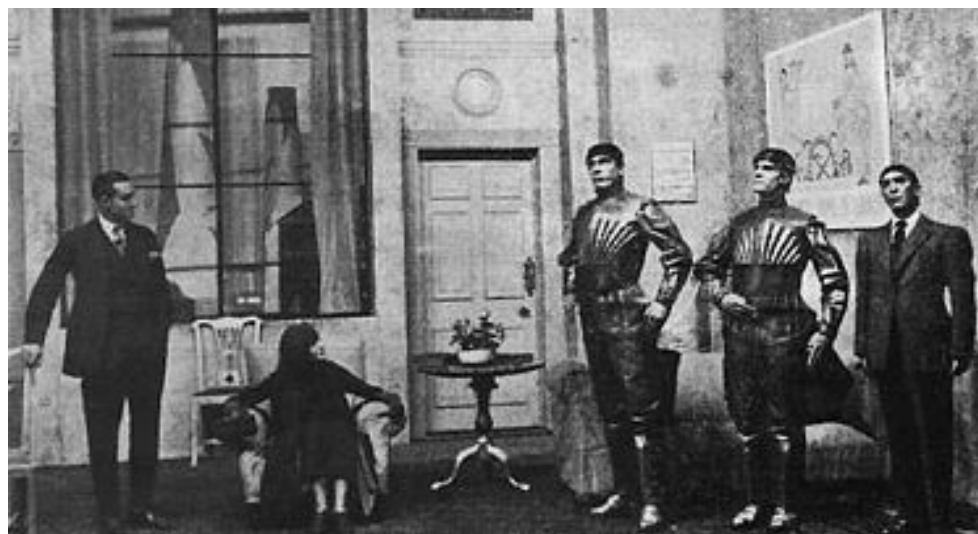
- 約瑟夫·提花(Joseph Jacquard)藉打孔卡控制的方式建立了一個自動織布機，20世紀早期的計算機都是以穿孔卡片來做為輸入的方法使用



智慧型機器人發展沿革

■ 1920年

- 捷克著名作家卡雷爾·恰佩克(Karel Čapek)在他的劇作《萬能機器人》裡全新創造了「robot」這單字來描述工廠裡的奴工，並成為後人繼續使用的專有名詞



智慧型機器人發展沿革

■ 1927年

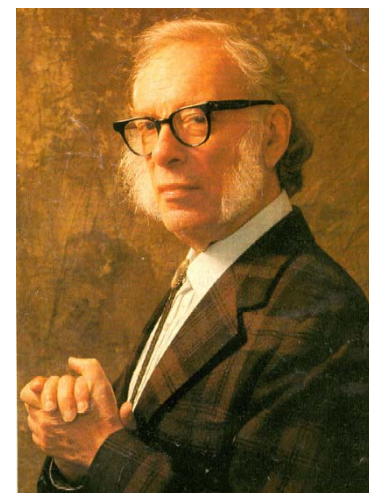
- 世界上第一部真正的機器人在美國被建造出來，它是一部名叫Televox的人形機器人，藉由電源線、無線通訊、和電話線來進行遠端控制儀器的操作



智慧型機器人發展沿革

■ 1942年

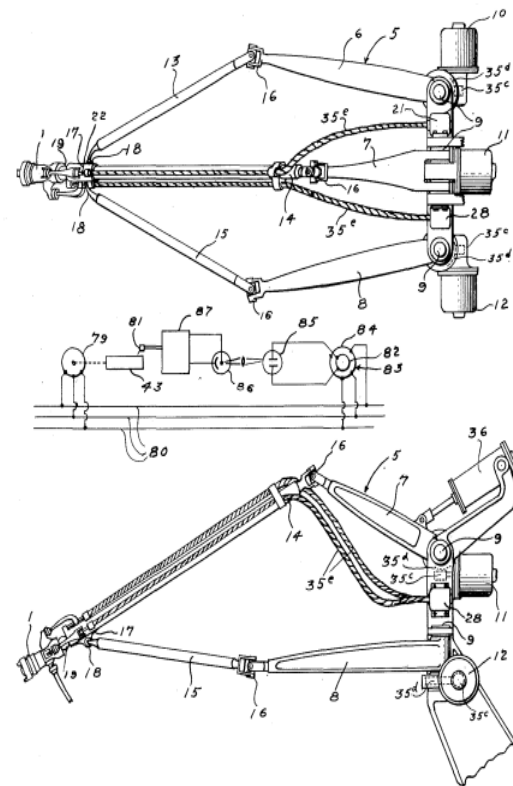
- 美國作家以撒·艾西莫夫(Isaac Asimov)創作了一部《轉圈圈》(Runaround) 短篇科幻小說，並在書中列出至今仍應視為機器人憲法的機器人學三大法則：
 - 第一法則：機器人不得傷害人類，或袖手旁觀坐視人類受到傷害
 - 第二法則：除非違背第一法則，機器人必須服從人類的命令
 - 第三法則：在不違背第一及第二法則下，機器人必須保護自己



智慧型機器人發展沿革

■ 1942年

- 威拉德·波拉德(Willard L.G. Pollard Jr.)取得一件由電力控制系統與機械手組成的噴漆器美國專利，這是一件具產業應用價值的並聯機器人



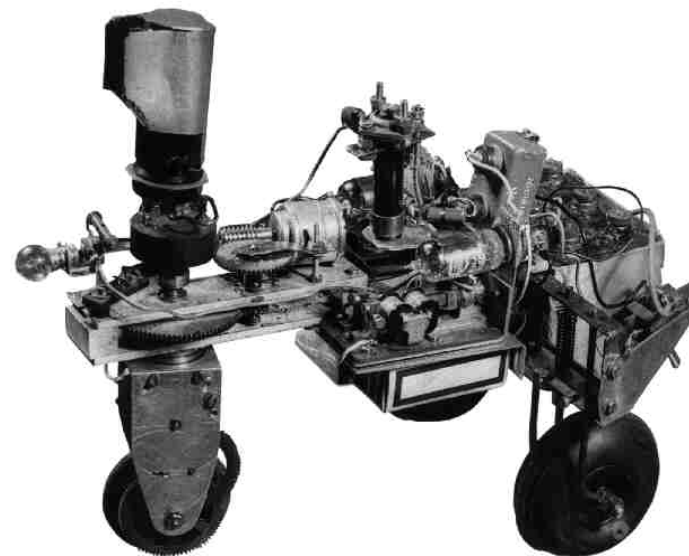
智慧型機器人發展沿革

■ 1946年

- 喬治迪沃爾(George Devol)取得一件使用磁控制來控制機器和數位播放設備的磁性記錄系統的美國專利

■ 1948年

- 英國機器人技術先驅-威廉葛雷沃爾特(William Grey Walter)發明了機器人埃爾默(Elmer)與埃爾西(Elsie)，以非常簡單的電子設備來模擬栩栩如生的行為



智慧型機器人發展沿革

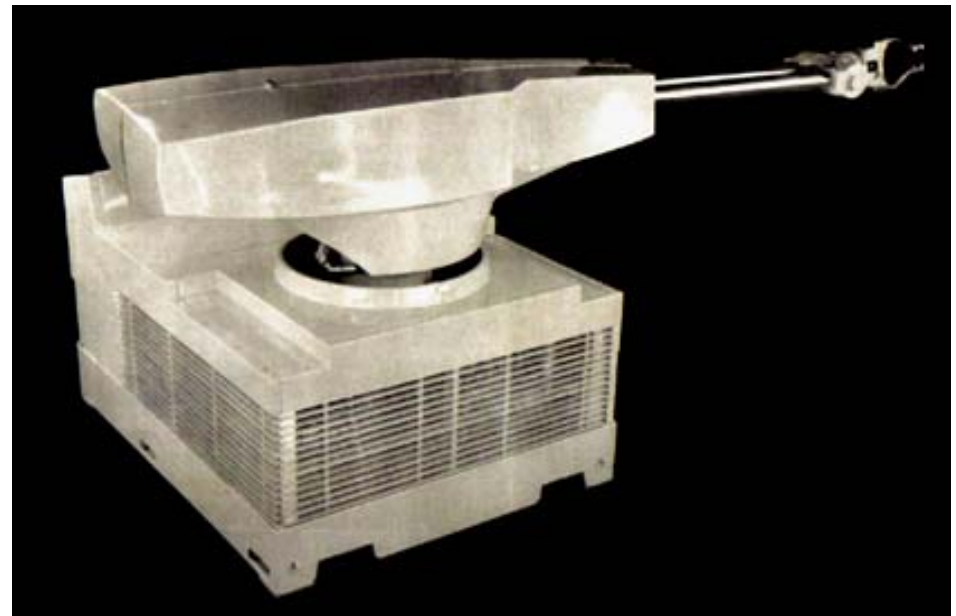
■ 1950年

- 阿蘭·圖靈(Alan Turing)所出版的《計算機械與智能》中提出了一個稱為「圖靈測試」的測試方法，可用來確認機器是否有思考能力

智慧型機器人發展沿革

■ 1954年

- 喬治迪沃爾(George Devol)和卓·英格列柏格(Joe Engleberger)設計出第一台可編程的機器手臂「Unimate」，並隨後在1962年演化成為第一台工業機器人，在通用汽車公司的裝配線上執行危險及重複性的工作



智慧型機器人發展沿革

■ 1959年

- 麻省理工學院(MIT)的伺服系統實驗室展示了先進的電腦輔助製造技術，應用由該校自動編譯工具專案創造的語言APT

■ 1963年，

- 史丹佛大學(Stanford University)也緊接創造了第一批可由電腦控制的人造手臂-蘭喬手臂(Rancho arm)



智慧型機器人發展沿革

■ 1969年

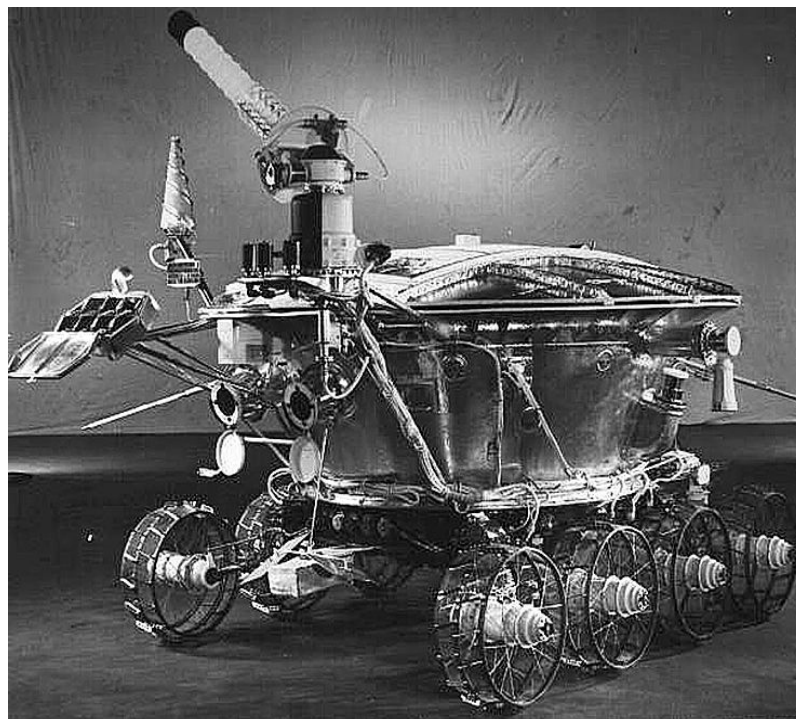
- 史丹佛大學人工智能實驗室（SAIL）的機械系學生-維克多·許維門(Victor Scheinman)製造出了史丹佛手臂(Stanford arm)，此手臂的設計後來演變成了一個機器手臂設計標準，至今仍影響現代的機器手臂設計準則。



智慧型機器人發展沿革

■ 1970年

- 蘇聯成功將月球表面探索車-月球車一號(Lunokhod I)登路在月球上。月球車一號是第一部可藉由遠程控制技術，在莫斯科即時引導在月球表面運動的機器人



智慧型機器人發展沿革

■ 1974年

- 沙因曼 (Scheinman) 教授設計出採用微型計算機來控制的機器手臂 (銀臂)，並採用小零件裝配和觸控壓力傳感器的反饋設計

■ 1978年

- Unimation公司生產了世界上第一台工業機器人PUMA，可編程後自動進行一般性裝配任務，並使用於通用汽車公司。這部性能卓越的工業機器人在很多年後仍在許多研究實驗室中使用



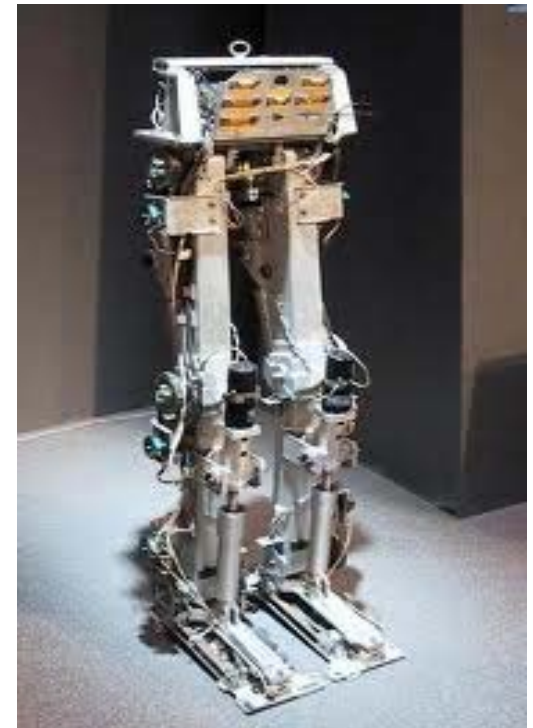
智慧型機器人發展沿革

■ 1981年

- 塔卡歐·卡納內(Takeo Kanade)開發出世界上第一個「直接驅動機器手臂」(direct drive robotic arms)，讓手臂移動更快和更準確

■ 1986年

- 本田(Honda)公司推出僅有雙足的第一部人形機器人E0，用來驗證雙足行走理論，最早的原型機，必須花5秒才能走一步路，且只能走直線



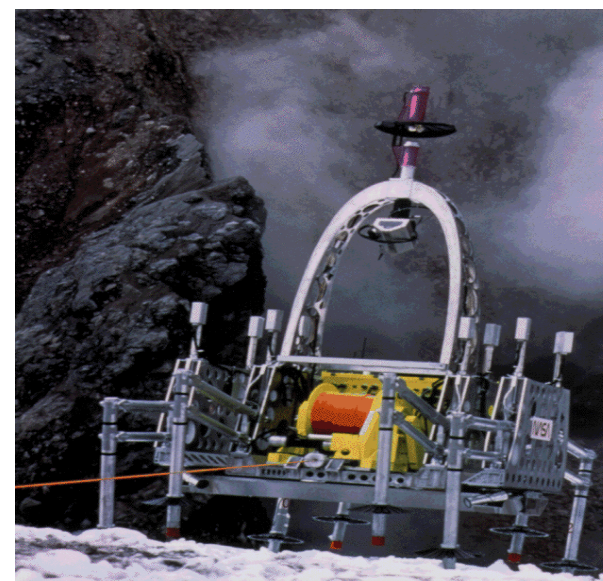
智慧型機器人發展沿革

■ 1992年

- 約翰·阿德勒博士(Dr. John Adler)提出了電腦刀(CyberKnife)的創新概念，也是後來外科機器人的始祖。電腦刀是一部機器，可先用X光觀察病人的腫瘤，並在發現腫瘤時施加一個預先算好劑量的輻射。

■ 1994年

- 卡內基·美隆大學(Carnegie Mellon University)的八足步行機器人「但丁2號」(Dante II)成功的下降到斯珀爾山(Mt Spur)火山口內收集火山氣體樣品。



智慧型機器人發展沿革

■ 1996年

- 麻省理工學院的大衛·巴雷特(David Barrett)設計了一部模擬真魚運動方式的機器鮪魚「RoboTuna」，希望探索可否讓未來的機器潛艇具備鮪魚游泳方式的高效率。



智慧型機器人發展沿革

■ 1997年

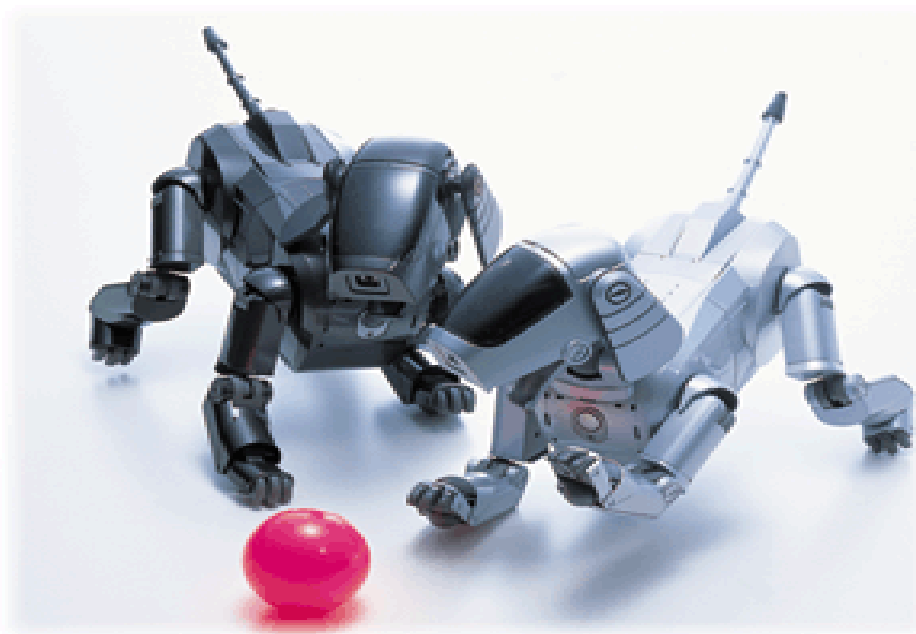
- 一個國際太空站(International Space Station)正式在外太空軌道上飛行。幾年後，加拿大「MD Robotics」公司設計的機械手臂被也正式使用在該太空站
- 此外，美國國家航空航天局(NASA)成功執行火星探路任務(Pathfinder Mission)，將探測車「旅居者」(Sojourner)送上火星表面，並在後來的兩個內期間繼續傳回從火星表面上收集的數據



智慧型機器人發展沿革

■ 1999年

- SONY公司發布第一個量產版本的機器狗AIBO，具有學習、娛樂和與主人溝通的能力，後來幾年陸續推出幾版更高規格的AIBO機器狗



智慧型機器人發展沿革

■ 2000年

- 在多年研發雙足人形機器人後，本田公司(Honda)首次亮相一部非常近似人類的人形機器人ASIMO。ASIMO重量輕，且具有精良的步行技術，有充分的自由度可同時操作雙臂和雙足來執行動作。ASIMO藉其優美的外型和逼真擬人化的動作很快地風靡全世界



智慧型機器人發展沿革

■ 2002年

- 麻省理工學院(MIT)的李奧納多機器人(Leonardo robot)被設計來協助機器人和人互動和合作的研究。該項目的目標之一是使未受過訓練的人們有可能與機器人進行互動並更快速的教導機器人



智慧型機器人發展沿革

■ 2004年

- 愛普生(Epson)公司發表當時全球最小的機器人，7厘米高，僅重10克，此直升機機器人可使用裝載的攝影機到發生自然災害的現場上空收集資料



智慧型機器人發展沿革

■ 2005年

- 波士頓動力 (Boston Dynamics) 公司，開發了一部大狗機器人(BigDog robot)。因為卓越的動態平衡控制技術和配備了戰鬥機等級的高速反應加速度計，四足大狗機器人具備了絕佳的動態平衡能力，可不受地形限制，背負重物 and 補給



智慧型機器人發展沿革

■ 2007年

- 迪安·卡門(Dean Kamen)研發了可由頭腦控制動作的機器義肢手臂。這個具備精密機械設計的機器義肢已經被很多截肢者使用



智慧型機器人發展沿革

■ 2009年

- 日本研究機構-國家先進工業科學和技術研究所 (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology) 推出HRP-4C女性人形機器人，跟過去的HRP-1到HRP-3都不同的是，HRP-4C具有一顆仿真人臉機器頭顱。希望雙足人形機器人可以藉由具備人類的外觀而更被人類社會接受



智慧型機器人發展沿革

■ 2010年

- Google公司成功開發出無人駕駛車，可在一般道路上自動駕駛。美國內華達州已立法通過。2012年五月開始正式允許無人駕駛車在道路上駕駛。Google已經拿到第一張無人駕駛車執照，創造無人駕駛車的重要歷史里程碑

■ 2012

- 美國國家航空航天局(NASA)開發了火星探測車-好奇號(Curiosity)。好奇號已實際登陸火星上的蓋爾撞擊坑(Gale Crater)內，通過地球發射到火星的無線電訊號控制下，進行鏟土、清理，採集及分析沙坑內部地質樣本等工作



智慧型機器人分類

■ 智慧型機器人的種類非常繁多，依據功能或型態較常看到的智慧型機器人如下：

1. 機器手臂(manipulators)
2. 人形機器人(humanoid robots)
3. 家庭機器人 (house robots)
4. 軍用機器人(military robots)
5. 娛樂和教育機器人(entertainment/education robots)
6. 太空機器人(space robots)
7. 遠端操控機器人(telerobots)
8. 醫療機器人(medical robots)
9. 柔性機器人(soft robots)
10. 群族機器人(swarm robots)
11. 奈米機器人(nanorobots)
12. 模組化機器人(modular robots)

機器手臂 (manipulators)

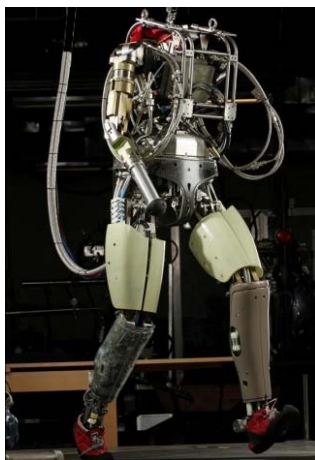
- 機器手臂(工業機器人)的形式有很多種，包含較常被使用的多關節式機器手臂和直角座標系機器手臂、和較少被使用的球座標系機器手臂、柱座標系機器手臂、和極座標系機器手臂
- 機器手臂具備的自由度不一，從最簡單的單軸機器手臂到複雜的7軸關節式機器手臂
- 生產者想使用機器手臂進行特定自動化工作，須先利用廠商提供的控制器，使用內建教導功能或自行開發的控制程式，來規劃機器手臂末端效果器(end effector)的運動軌跡，讓裝設在手臂末端如鉚槍、噴嘴、或夾爪等工具得以在指定的時間、位置和角度對物件進行特定操作
- 工業機器人的成本頗高，但因具備高精準度、高可靠度、和高耐用度等三高特質，普遍用在汽車工廠和包括半導體廠、晶圓廠和LCD廠等大型電子資訊產業工廠

人形機器人(humanoid robots)

- 人形機器人具備人類的形狀，通常具有頭顱、身軀、雙臂、和雙腿。但是也有一些人形機器人僅具備腰部以上的結構，腰部以下從缺或以輪型移動平台取代雙足。
- 世界上最知名的人形機器人代表Honda Asimo就具備一個具象徵意義的卡通式機器頭，和真人相似的身軀、雙臂和雙足。Asimo具備卓越的運動能力，可以使用雙足走路、上下樓梯、和跑步，也可以使用雙臂執行一些工作。
- 日本HRP-4C人形機器人除具備雙臂和雙足外，其頭顱上也具有一張跟真人臉部相似的仿真人臉。這類具備高度模仿人類五官和身體外形的人形機器人有個特別名稱仿真人機器人(android)

人形機器人(humanoid robots)

- 美國Boston Dynamics公司研發中的Petman人形機器人，繼承該公司四足機器人BigDog的傑出即時平衡能力，具備世界最傑出的雙足機器人運動平衡能力，未來可執行許多戰場上緊急任務
- 法國Aldebaran 機器人公司推出的Nao人形機器人，由於尺寸恰當、售價合理、且很容易在軟體平台上開發應用程式，不但被RobotCup競賽選為人形機器人足球標準比賽之機器人，也已經成為非常知名的人形機器人產品
- 日本早稻田大學與Toyota公司合作開發的Twendy One人形機器人就被設計成可以在廚房內執行多項任務的服務型機器人。



家庭機器人 (house robots)

- 家庭機器人是泛指使用在家庭環境內，替人類提供各式服務的機器人。家庭機器人目前包括吸塵機器人、拖地機器人、除草機器人、清潔游泳池機器人、監視保全機器人、教育娛樂機器人、伴侶機器人等。
- 吸塵機器人因為它的性能價格比值夠高，雖然功能有限，但是可以實際協助人類執行部分清潔工作而受到青睞，已成為除機器手臂外被人類實際使用數目最多的一種機器人。
- 綜觀家庭內進行次數較多的各式活動並同時考量機器人的潛力，未來最有潛力的家庭機器人包括可以替人衣類進行料理工作的廚房機器人、可以洗衣烘衣摺疊衣物並收集丟棄垃圾的清潔機器人、可以照顧老人和幼童的照護機器人、以及可以提供私密互動行為和陪伴功能的伴侶機器人等。

軍用機器人(military robots)

- 軍用機器人是指可被用來執行跟國防或軍事相關任務的機器人[44-45]。最早在第二次世界大戰中德國就發展出可遙控的移動型炸彈/地雷機器人，俄國也發展出遠端控制無人戰車
- 這種類型的機器人延伸到包括炸彈處置機器人、運輸機器人、搜索和戰鬥機器人、無人偵察機、無人攻擊機等
- 軍事機器人的好處包含設計上不必考慮操作人員的生理能力和維護人員安全的維生系統，可大為降低軍事人員的傷亡率，缺點是軍事機器人較無法處理事先沒準備對策的突發狀況
- 美國已在地面戰場使用過的SWORDS機器人就是以名為TALON的履帶移動平台上裝配不同武器系統而成為幾種戰鬥/暗殺機器人
- 美國的BigDog是具有傑出平衡能力的四足機器狗，可在不平地面執行運送物資或傷兵

娛樂和教育機器人 (entertainment/education robots)

■ 娛樂機器人是指用來藉與人互動提供人類各式樂趣的娛樂功能機器人。教育機器人則藉機器人與人互動功能教導人類，特別是小孩們，學習某些特定知識

□ Sony的愛寶狗Aibo是第一部全世界最先也最典型的娛樂和教育雙重功能機器人(狗)

□ Pleo恐龍機器人提供一些與人互動的低階功能

□ 台灣科技大學分別於2005、2006、和2008年公開的DOC-1、DOC-2、和DOC-3機器人，具備了多娛樂和教育功能機器人的創意和技術。

□ 北京紫光優藍機器人公司於2011年推出愛樂優家庭親子機器人(小優)，成為全球第一部成功進入家庭的教育娛樂機器人



太空機器人(space robots)

- 太空機器人指的是被使用在外太空的各式機器人，主要功能包含探勘、搬運、收集、和檢修維護等功能。已被人類使用的太空機器人包含已被美國、中國和歐盟送往月球和火星表面收集資料的多部探勘機器人，在太空梭上執行搬運貨物的遙控機器手臂系統Canadarm、和在太空站內使用的各式機器人。
- 2012年八月美國的探勘機器人好奇號(Curiosity)成功地從火星表面傳回振奮人心的清晰影像，未來也將在火星表面持續進行收集情報的工作。

遠端操控機器人(telerobots)

- 遠端操控機器人主要指可由人類在機器人現場以外可近可遠的地點藉由無線通訊、網路、或衛星通訊等方式指揮以執行特定任務的機器人
- 遠端操控機器人的兩個主要元素是遠端操作(Tele-operation)和遠端親臨現場(Tele-presence)
- 許多遠端操控機器人被用來處理危險或緊急事故區域內人類不適合在場但必須解決的問題，如日本核能發電廠因海嘯發生核洩漏事故後有一些遠端操控機器人就被遣送入發電廠內高危險區域處理緊急事故
- 有些遠端操控機器人被送到封鎖區域內處理未爆彈或和歹徒周旋以避免人員傷亡。這一類遠端操控機器通常都需要以身上裝設的多軸機器手臂對必要物件進行操作，所以容易操控且有效的遠端操作系統就變成機器人順利執行任務的關鍵技術

醫療機器人(medical robots)

- 使用在醫治、檢驗、醫療型陪伴、和訓練醫療相關技術等的醫療機器人在快速成長的近代醫學上扮演越來越重要的角色
- 目前已有的醫療機器人包括可用來執行外科手術的達文西機器人、利用模擬人體回饋資訊來訓練醫師和護士進行各式醫療任務或評估其執行效能的多種醫療訓練機器人、可陪伴孤獨或失憶老人和自閉症兒童，並與其互動的撫慰機器人、幫無法自行進食病人餵食的餵食機器人、可在遠端醫師指揮下即時移動到病房以視訊跟病人或護士對談問診的遠距看診機器人、和可輕易置入人體進行體內檢測工作的微小檢測機器人等



達文西外科手術機器人

柔性機器人(soft robots)

- 一般機器人通常都具有剛性的結構來維持型態、維持精度和對抗外力。柔性機器人(soft robot)則指一部機器人的整體或其中一部分具有柔軟的外表或身體，用來模擬生物的特性，以利執行特定任務的目標，是機器人仿生學(biomimetics)中一個重要的研究領域。
- 具有臉部表情的仿真人臉機器頭顱就是由一張由矽膠或類似軟性材料製成的柔性臉皮，包覆在一個剛性頭殼上所組成的軟性機器人。
- 機器魚則是由一組可彎曲關節或一條撓性魚骨和包覆在外的一張柔性魚皮所組成的軟性機器人。
- 機器章魚更是一部整個身體和觸鬚都由軟性材料構成的典型軟性機器人範例。
- 軟性機器人可以藉由柔軟的外表和身軀，執行一般剛性機器人無法完成的工作。

群族機器人(swarm robots)

- 群族機器人(swarm robots)是指一群具相同功能和架構的機器人，類似群聚動物的蜜蜂、螞蟻、蝗蟲、或遷移的鳥群般，以多數機器人協同集體行動的特性達成包含清潔、搜尋、拯救、甚至作戰等特定任務
- 群族機器人的每一個成分機器人通常是具備相對簡單架構的機器人。群族機器人的重點在必須以大數量的成分機器人以協同方式分工執行各個指派任務，才能共同達成整體任務
- 目前群族機器人的較具潛力使用場合為仍是以軍事用途為主，現階段還是以理論的發展為主

奈米機器人(nanorobots)

- 奈米機器人(Nanorobots)是指超微小機器人，其尺寸是以10-9m(奈米)為計算單位。當整部奈米機器人只有奈米尺寸時，機器人的所有元件當然也必須是由近似奈米大小的分子機器組成
- 研究學者希望未來能夠製作出像細菌或病毒大小的奈米機器人，能被輕易地送到人體特定部位執行如消滅細菌和病毒、修復細胞、清理血管、或修整體內組織等各種微觀任務
- 目前多數奈米機器人的研究成果仍限制於製作出複雜機器的單一元件，如軸承、感應器、分子馬達等，完整的奈米機器人仍待奈米科技的持續進步，讓人類可以製作出各式所需的奈米級元件。

模組化機器人(modular robots)

- 模組化(modular)機器人是指機器人主要架構係由多數個具相同功能和構造的模組所組成
- 由多數個相同模組以特定組合方式構成一部模組化機器人，當該些模組重新改變其組成方式，形成另一種新結構外形(configuration)或新形態(morphology)時，也可能構成另一部具有相同或不同功能的模組化機器人
- 模組化機器人的特色是由許多個相同模組構成，許多學者已研發出可自行改變機器人型態的模組化機器人，該些機器人可以主動根據環境或任務的需求，重新調整模組型態，以不同的模組連接方式組合成一部新機器人，以利自我修復或成功執行任務

智慧型機器人基本元件

- 智慧型機器人和智慧型機器人技術是一種高度跨領域的整合型技術研究和應用，因此一部機器人或一個機器人系統也可能使用到各式各樣的硬體元件和多種軟體系統。
- 以下為智慧型機器人經常使用到的基本硬體元件和軟體系統種類：

□ 基本硬體元件

1. 動力源(power source)
2. 致動器(actuators)
3. 操作(manipulation)
4. 感測 (sensing)
5. 移動 (locomotion)
6. 控制器 (controller)

□ 機器人軟體

1. 工業型機器人程式語言
2. 架構在基礎平台上之機器人程式語言
3. 機器人應用程式

基本硬體元件

1. 動力源(power source)

- ▣ 機器人的基本動力源是電力，而電力的主要來源包含(a)商業發電廠傳送到家庭或工廠的交流電、(b)小型柴油、汽油、火力或水力發電機產生的電力、(c)各種電池、電瓶、燃料電池儲存的直流電、和(d)太陽能
- ▣ 不會移動的機器人，如工業型機器人，通常使用交流電源。設計成可以在室內較大範圍或室外移動的機器人通常都使用電池或電瓶。電力消耗速度很大的機器人則有可能使用各式發電機或太陽能板以隨時補充電力

基本硬體元件

2. 致動器(actuators)

- 致動器是一種接受電子訊號指令後能讓某機構或系統產生特定運動的機構裝置。機器人所有能夠做相對運動的機構或元件都需要致動器來讓它們移動或轉動。致動器的能量來源包含電流、液油壓、和氣壓。
- 常用的機器人致動器包含電動馬達(electric motors)、線性致動器(linear actuators)、氣壓人工肌肉(pneumatic artificial muscles)、形狀記憶合金(shape memory alloy)、電流驅動聚合物(electroactive polymers)、壓電馬達(piezo motors)、彈性奈米管(elastic nanotubes)等

基本硬體元件

3. 操作(manipulation)

- 機器人經常需要使用機器手臂對目標物件進行抓取、移動、破壞或其他任務。多軸機器手臂的尾端稱為末端受動器(end effector)，而由不同機構組成的末端受動器可以執行不同功能，例如機器手臂用來夾持物件，該末端受動器可採用二指或三指夾爪；機器手臂用來切削金屬物件時，該末端受動器可採用雷射切割器
- 因更換末端受動器後，機器手臂的功能即可改變，有些工業機器手臂廠商已販售可由機器手臂執行自動更換的末端受動器組合模組，讓一部工業機器手臂可以執行多種工作
- 自行設計或使用機器手臂的末端受動器的相關資料可參考機械夾爪這本書

基本硬體元件

4. 感測 (sensing)

- 感測是機器人藉由感應器接收環境外部或機器人內部資訊的動作，感測到的資訊經過適當的處理程序後可提供做為機器人認知和判斷的基礎情報
- 視覺影像是最普遍的機器人外部環境資訊，攝影機讓機器人感測到外部影像；可感測內部資訊的感測器例如陀螺儀，它可以讓機器人知道自己本身的即時運動狀況
- 機器人較廣泛使用的感測包括與人類感測模式相近的觸覺、視覺、和聽覺，還有不相近的紅外線感測器、RFID、ZigBee、電位計、雷射測距機、光遮斷器、軸編碼器(encoder)、與超聲波距離感測器等。

基本硬體元件

5. 移動 (locomotion)

- 機器人移動是對於機器人本身從某一處移動至另一處的各種方法的廣義稱呼。使用車輪是機器人在平面上移動最典型方式，不但節能而且容易控制。在不平坦地形上，輪型機器人的移動將面臨挑戰，在較嚴苛的不平坦地面甚至將徹底失敗
- 例如模仿人類的雙足移動、模仿許多哺乳類動物的四足移動、和模仿昆蟲的多足移動。也有的機器人使用履帶、或同時使用履帶和車輪
- 除了地面移動的機器人也有許多機器人可以在空中或水中移動。飛行的機器人有些具備傳統飛機或直升機的運動架構，也有些具備模仿鳥類或昆蟲的機器翅膀或羽翼。水中的機器人則有使用船艇的傳統推動方式或模仿魚類以身體撓動的方式移動

基本硬體元件

6. 控制器 (controller)

- 機器人的所有運動都由一個或多個控制器指揮。具備較少數目自由度的機器人可以使用單一控制器來指揮所有的馬達或其他致動器的運動。具備較高自由度的機器人，如具有數十個自由度的大型雙足人形機器人則通常使用多個控制器
- 控制器用以收集各感測器送來的情報，並以串接式或分散式架構指揮馬達和制動器。絕大多數的機器人都是使用事先編碼的程式來執行指定動作，而具備人工智慧的機器人則可由環境因素和工作任務條件資訊的輸入來即時產生應該執行的動作
- 任何打算執行的動作指令都藉由控制器來指揮所有相關的馬達和制動器執行細部動作

機器人軟體

- 機器人軟體是一種依據相關程式編碼的執执行程序組合，機器人軟體指揮機器人如何執行任務，並控制其所有部位的行動。機器人軟體可簡單分為幾類，第一類是終端使用者用來控制工業型機器人動作所需撰寫的程式，第二類是經過相關基礎平台架構的支援下可以較容易發展所需指揮機器人動作的軟體，第三類則包含各式各樣的應用程式。以下分別簡單介紹三種軟體：

1. 工業型機器人程式語言

- 工業型機器人通常都配置一個功能強大的控制器，內部建置許多程式集並可使用資料流語言(data flow language)來指揮機器手臂動作。資料流語言可視為一序列的動作函式(function)加上跟該動作函式相關的參數定義，是一種非常容易學習的軟體

機器人軟體

2. 架構在基礎平台上之機器人程式語言

□ 這類程式語言通成都建構在一些基礎軟體架構平台上，所以可以使用一些易懂的圖形化指令來編譯機器人動作，或使用簡單的高階程式語言即可編譯複雜的機器人動作，或使用簡單指定即可讓機器人進行同步分工動作。以下簡介三種程式語言：

■ 虛擬程式語言(virtual programming languages)

- ✓ 典型的虛擬程式語言是由Labview公司研發，使用圖形介面(graphical user interface, GUI)用來編譯樂高公司Mindstorms NXT 機器人動作的虛擬程式語言。

■ 命令稿語言(scripting languages)

- ✓ 命令稿語言是一種高階程式語言，用來控制軟體的應用，不必事先編譯，可即時被解讀。命令稿語言可分成兩類，第一類是綜合用途程式語言，第二類僅限定在用來增強應用程式和系統程式的執行效能的部分功能。

■ 平行處理語言(parallel languages)

- ✓ 許多機器人需要同時執行某些動作，以發揮最佳效果，但是在一般電腦操作系統下所有機器人動作都是在時間共享(time sharing)的架構下，依序輪流執行，並非同時進行。一些新電腦系統架構支援多工(multi thread)執行，可讓機器人在同一時間執行某些動作。也有一些程式語言架構，例如URBI，可以支援將多個執行動作利用簡單指令進行同步動作

機器人軟體

3. 機器人應用程式

- 機器人應用程式包括指揮機器人動作的命令集程式和負責執行各式工作的任務型程式。指揮機器人動作的命令集程式通常都以圖形介面呈現，讓使用者可以輕易地選取所需功能圖式，輸入參數，或在可控觸面板上點擊某物體影像，即可要求全自主機器人追蹤該物體。一些知名的機器人平台上可以讓使用者容易編譯多種機器人應用軟體，並可與許多常用硬體介面輕易結合。以下僅簡介三種知名機器人軟體平台：

- Robot Operating System (ROS)

- ✓ ROS是2007年由史丹佛大學人工智慧實驗室開發的。ROS使用Python和C++語言編譯。另外Java、Lisp和Lua也被支援，但仍然處於實驗階段

- Robotics Developer Studio (RDS)

- ✓ 微軟公司2006年推出的機器人開發平台，以Window為架構環境，提供機器人軟體開發人員方便連結各式硬體平台的介面，可在平台上進行模擬，方便發展出各式機器人應用程式。

- CLARAty

- ✓ CLARAty(支援機器人自主性的耦合層架構)是Coupled-Layer Architecture for Robotic Autonomy的簡稱，由美國四個大型研究中心和大學共同研發。主要目的是讓複雜的應用程式可以更有效率和更快速，根據CLARAty架構下創造的軟體都是可移動，模組化、彈性化、和可擴充化



Home Work

1. 請依據功能或型態，列出5種常見的智慧型機器人
2. 請列出智慧型機器人經常使用到的基本硬體元件