

第一章

導論

在一個具有危險性的未知環境工作時，爲了避免與環境直接接觸而發生危險，人類通常會派遣機器人代替處理任務，但由於人工智慧技術尚未發展成熟，以致無法完全由機器人自主性地執行任務，因此由人類操縱機器人執行任務是必要的。Goertz 與 Thompson 於西元 1954 年提出遠端操控(Teleoperation)方法[6]，將人類操控領域延伸到遠端，藉由適當的硬體設備與軟體輔助，人類可在遠離危險環境地方下操控機器人，機器人亦可將遠端環境資訊準確且即時地傳達給操作者，進而產生交流互動[22]。

在遠端操控過程中，遠方的機器人將視覺、聽覺及觸覺等感官資訊回傳到近端操作者的技術，稱爲遠端呈現(Telepresence)技術[16]。完整的遠端呈現系統所具備的基本硬體如圖 1.1 所示，其中近端設備可包括聽覺播放系統、力回饋操控器、視覺擷取系統等，遠端設備可包括聽覺接收系統、力感測系統、視覺接收系統等；遠端的聽覺、觸覺及視覺接收系統分別負責擷取遠端環境的聲音、力感及外觀色彩等資訊，再將這些資訊做運算後回傳到近端的聽覺、觸覺及視覺呈現設備中，使用者可透過這些設備感覺遠端所發生的變化。

遠端呈現技術簡單地說就是讓使用者在近端有如身在遠端環境中，可以感受到遠端的各種資訊，而虛擬實境(Virtual Reality, VR)是現今應用在遠端呈現系統最常見的技術之一[22,25]，透過電腦繪圖將遠方環境建構成一虛擬場景，在虛擬場景中加入觸覺、視覺及聽覺等因素，即時模擬遠方環境的狀況並呈現在近端的硬體設備上，此技術可應用在教育、娛樂或工業等用途上，因此虛擬實境技術在遠端呈現系統上顯得格外重要，本實驗室目前已成功開發出結合虛擬實境之遠端操控機器人系統，透過網際網路傳輸方式完成操作端與遠端的連結。

人腦感覺器官

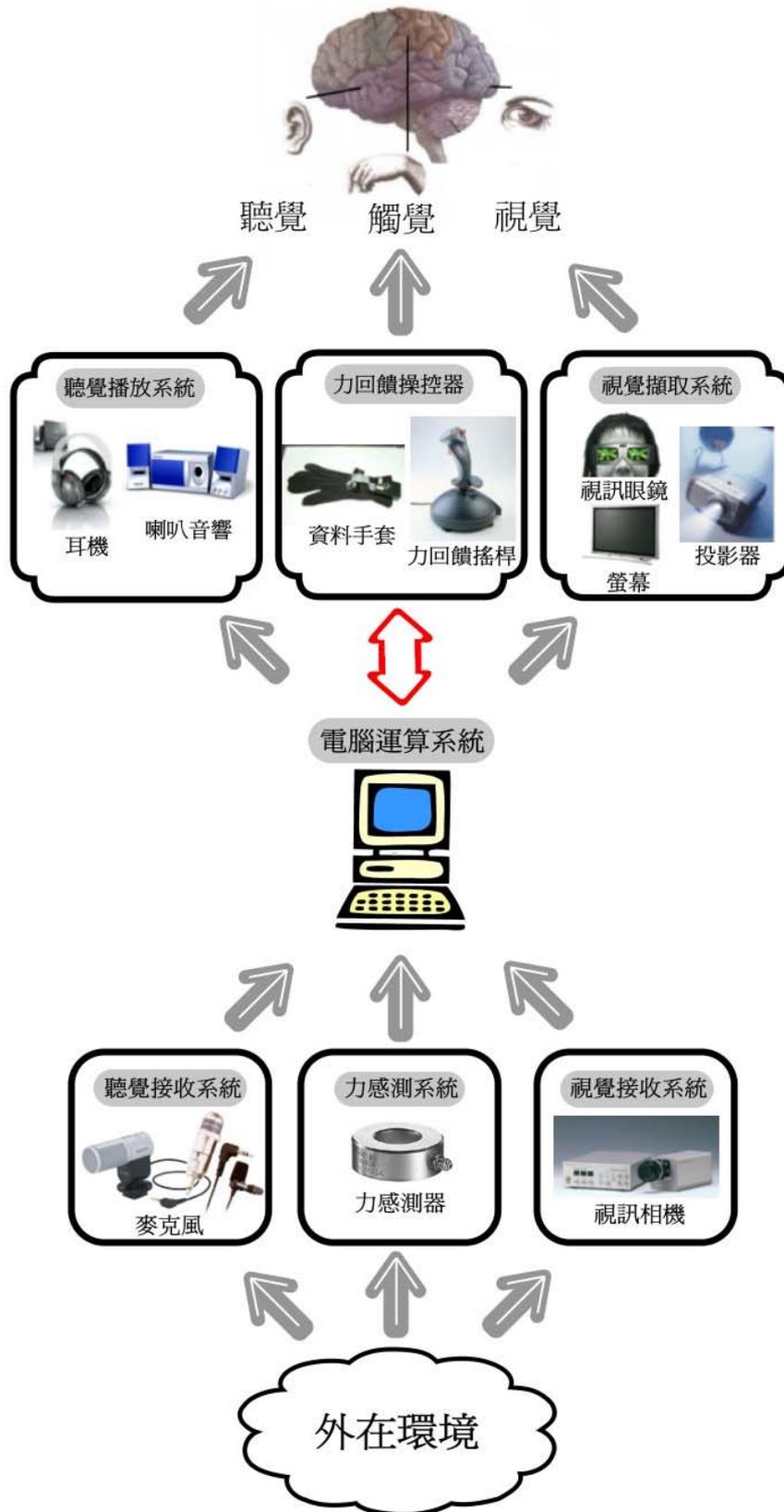


圖 1.1 遠端呈現系統示意圖

在遠端呈現系統中，力覺及視覺上的回饋可以幫助使用者在遙控機器人時免於發生強烈碰撞及危險，在使用者所在位置的近端遙控遠端系統，藉由操控器及視覺接收系統來刺激人類力覺及視覺感官系統，進而感受遠端系統所獲得的資訊，其中直接與使用者接觸的操控器應包含力覺回饋裝置。

力覺回饋裝置早期就被應用在遠端操作系統中，用來實現遠端機器人在順應性工作下的力資訊狀態，協助操作者控制遠端機器人完成任務[10,11]，如圖 1.2 所示。當人類想要從虛擬實境中獲得刺激到更進一步發展與虛擬環境互動，此時力感是最直接與環境互動的介面，故力覺回饋裝置漸漸地被虛擬實境所重視[22]，本實驗室以往已自行開發出一套具有力覺回饋裝置之二軸力回饋搖桿，本論文將利用我們實驗室已發展出的二軸力回饋搖桿及力感測機械夾爪，做為整合力覺回饋系統的硬體工具。論文重點在發展一個具有捏夾(pinch)動作的機械夾爪，夾爪的設計考慮三菱機器人 RV-M2 的規格，除了選配適當的感測器設備外，並根據夾取動作及實驗物體的考量，將夾爪本體設計成低成本且易操作的傳動機構。

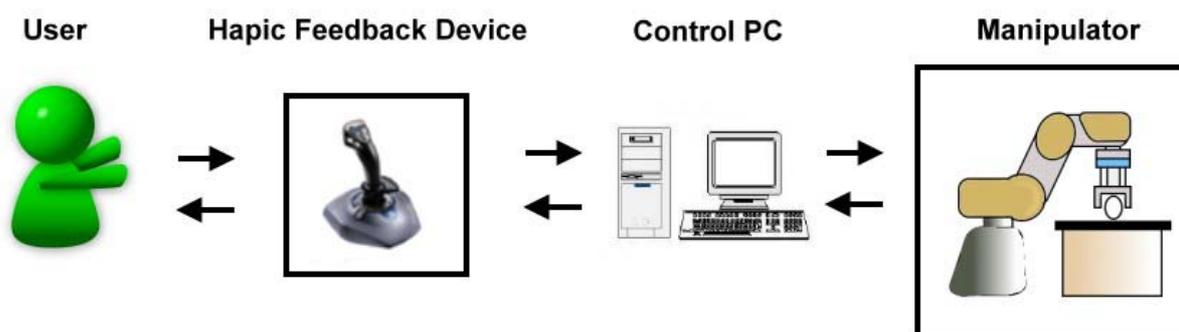


圖 1.2 力覺操控系統示意圖

無論觸覺或視覺資訊，都必須先取得在真實環境下的物理性質[14]，才能建構出逼真的虛擬場景，當機器人與環境互動而和物體發生碰撞時，系統必須將其中的碰撞力量資訊與由碰撞而產生之物體形變狀態呈現出來，因此執行任務的機

器人必須俱備偵測力量及影像的裝置，本實驗室以既有的三菱機器人 RV-M2 做為執行夾取物體的任務，固有的力量感測器 JR3 並非裝設在機器人末端效應器的夾爪表面，且夾爪的驅動裝置亦沒有編碼器，因此無法量測到物體的受力情形與變形狀況，基於以上考量，本實驗室自行開發出一個機械夾爪系統，除了在爪指上設有力感測器可直接量測夾取力，尚有編碼器來計算夾爪的移動位置來得知物體形變量或供控制使用。

我們所開發出來的機械夾爪目的在於夾取多種物體，包括形狀、軟硬不同的物體，並針對某些不容易由機械手爪直接夾取的物體，例如雞蛋和水果，規劃出一套可做精確力量控制的力覺系統，並發展一人機介面讓使用者可透過操控器控制或輔助機械手臂夾取軟物體，在操控端建構一套力回饋的控制機制，讓使用者可感覺到夾取物體時所產生的力感變化，藉以幫助遠端機器人系統更容易達到夾取的工作。



接下來的章節裡，第二章首先介紹由力回饋操控器及力感測夾爪系統所完成之力覺回饋的系統架構，近端由二軸力回饋搖桿做為力回饋操控器，遠端由擷取力量及位置訊號的力感機械夾爪為主軸；第三章為各項硬體的校正實驗與分析，先是對這些硬體設備說明其適用性與準確性，再將硬體所接收的資訊精確地校正；第四章則是輔助操控機制，近端主要以阻抗控制(Impedance Control)做為力回饋感受的基礎，再介紹如何以軟體撰寫來達到搖桿力回饋與夾爪轉矩控制，進而發展出可廣泛夾取各種物體的機械夾爪；第五章則是根據整體系統與力覺系統的操控機制，以印証其可行性；最後，第六章對整體論文進行說明及總結，並敘述未來的工作。