

# 第六章

## 結論

在本論文中，我們提出一種雙向互動式遠端操作系統的建構模式，包含了整體系統之設計方法與流程，在系統實現方面，我們將互動式系統分為近端(Master)與遠端(Slave)兩大部份，利用 Impulse Engine 2000 力回饋搖桿與系統相關模組整合成近端操作系統，利用實驗室自製力回饋搖桿與系統相關模組整合成遠端操作系統，並且搭配虛擬實境發展了更為真實與互動性更高的遠端操作環境。在力感表現上，由於本研究中未使用力感測器，所得到的力資訊皆是經由力感模型而來，雖對實際力量大小存在誤差，但也足夠解析力量的大小了，若要快速精確的得知力資訊，則須在搖桿上加裝力感測器。另外，對於改善力感回饋與視覺呈現不同需求與頻率的問題，我們採用多執行緒技術，分別控制處理力迴圈與影像迴圈執行程序，以發揮操作系統更大的效能。

爲了提高雙向互動式遠端操作系統的可攜性以及應用性，我們使用可靠、相容性極高的 C++ 程式語言，並且搭配目前較為廣泛的 Microsoft Windows NT 作業平台，建構在一般個人電腦上，因此具有適中的成本價格以及未來較佳的發展性。綜合以上特性，本系統除了能提供雙端操作者力感互動外，還能藉由程式設計的適當調整以達成模擬各種物理元件的特性，此外，透過合適的視覺呈現方式，可將此操作系統應用於娛樂遊戲上，對於一般人而言皆能享受其帶來的好處，所以未來對於此系統架構的應用，可說是仍具有相當大的發展空間。

## 6.1 未來工作

對於本研究中的雙向互動式遠端操作系統來說，雖然已具備應有的基本功能，但仍有所多需要改進的地方，首先在硬體部份，Impulse Engine 2000 力搖桿馬達最大輸出力為 8.9N，自製力搖桿馬達最大輸出力為 19N，而由相關文獻得知人手正常最大出力約為 66N，操作系統的回饋力顯然不及人手的出力，若要提供合理的力對抗互動，必須使用能夠提供夠大轉矩的致動器。再者，力搖桿的操作空間受限於左右各約 30 度，然而人手可任意的左右旋轉 90 度不成問題，需要經由機構適度的修改，方能達到確切的應用。

在網路部份，遠端操作系統需要透過網路傳送訊息，必定會有時間延遲的現象，時間延遲可能會造成系統的不穩定性與不同步性，需要藉由適當的控制策略來解決時間延遲對系統所造成的影響。而在軟體部份，Windows NT 並非即時作業系統，若要達到系統的即時性，必須採用具有即時功能的作業系統。在兩端系統實現部份，一端採用 Pentium 3-800MHz 處理器與 ISA 介面卡，另一端採用 Pentium 4-2.4GHz 處理器與 PCI 介面卡，兩端對於資料處理的速度會不一致，若要達成系統兩邊對稱性，則需要使用相同的規格，此外系統對稱性可帶來系統程式設計與系統分析簡化等好處。

最後在系統應用部份，除了我們已發展在比腕力的部份外，還能開發其他遠端力互動合作的應用，如共同操控一個倒單擺系統，或者分別操縱遠端的兩個機器人，達成遠端合作(Remote Collaboration)的相關應用。