



# 小提琴機器人 —六軸機器手臂 的整合運用

Robotic Violin Player

– Integrative application of a 6 axes robot

黃信行

明新科技大學  
機械工程系  
教授

黃淑芳

明新科技大學  
機械工程系

李文鴻

明新科技大學  
機械工程系

邱燕玉

明新科技大學  
機械工程系

游凱程

明新科技大學  
機械工程系

溫揚聖

明新科技大學  
機械工程系

## 關鍵詞

- 六軸機器手臂 6 axes robot
- 實時多工控制 Real-time multiple control
- 小提琴機器人 Robotic violin player

## 摘要

本研究旨在建立一部小提琴機器人，方法在於研究小提琴的演奏技術，並據以設計出自動化機構。本機器人具備兩組系統。第一個系統採用一個六軸機器人，可以執行揮弓的動作，並可以控制揮弓的速度與位置。第二個系統負責琴身控制，採用多軸且固定式的按弦裝置，可在任意弦上控制音階的變化。本機器人採用電腦控制，可以順暢的演奏許多知名樂曲。

The purpose of this research is to build a robotic violin player. The method is to study the skill for playing a violin, and to design the corresponding automatic mechanisms. The robot consists of two mechanical systems. The first system uses a 6 axes robot to perform the bowing movement, which is able to control the bowing velocity and position. The second system is the violin control mechanism with a fingering device, which is able to press on several fixed positions in correspondence with the notes of the music. The robotic violin player utilizes a PC-based controller, and is able to play many famous songs.

## 一、簡介

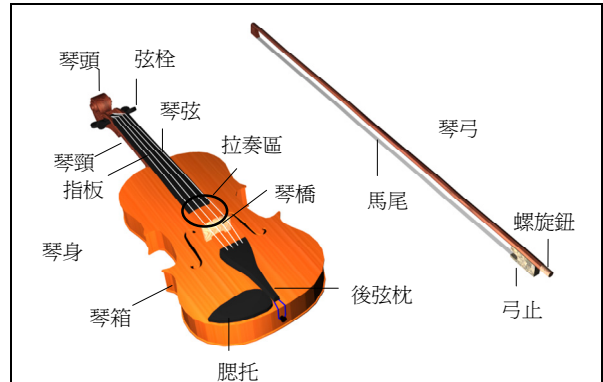
六軸機器手臂具備多自由度，使用彈性極



高，已廣泛運用於工業界。多年來，國內不斷發展機器人，希望能精益求精，以達到與世界先進國家相同的技術水準。有鑑於機器手臂的研究必須建立良好的控制平台，本研究特別致力於發展小提琴機器人，藉由研究小提琴演奏的雙手互動模式，進而建立及整合多組控制系統，以進行多工實時控制。

### 1.1. 小提琴介紹

小提琴是現代弦樂中一種重要的高音樂器。它的旋律優美、音域寬廣，節奏與音色的變換靈活，既能演奏抒情的小曲，也可演奏令人振奮的華麗樂章，使得演奏者可以發揮高度的演奏技巧，又能充分表現情感。自 17 世紀以來，小提琴一直在西方音樂中扮演重要的角色。經過了數百年的演進，在許多製琴家的改良與演奏者的詮釋下，小提琴的構造臻於完善，成為所有交響樂、管弦樂及室內樂中不可或缺的角色[1]。小提琴的結構如圖一所示，分為琴弓與琴身等兩個部分。琴弓為細長的木質材料，兩端彎曲，中懸馬尾，一端可供持握，稱為弓止。琴身也是以木質製成，包含琴頭、指板、琴頸與琴箱等。琴頭設計為漩渦狀，配有四個活動的錐形弦栓。琴頭與琴頸採用同一塊木頭雕成，琴頸上方固定一塊弧形指板。指板前端較窄，可讓演奏者的左手手指在其上按壓琴弦。指板末端較寬，使弦的間隔擴大，方便琴弓在拉奏區運動，而不致碰觸到其他琴弦。琴箱的正面開有兩個對稱的 f 字型孔，中間置放琴橋，琴橋的高度必須略高於指板。琴弦一端繫於後弦枕，藉由琴橋支撐，跨越指板到琴頭，利用弦栓固定並調整張力。琴身正面的左下方設



圖一 小提琴構造示意圖

有一個腮托，琴身的背面通常可以另加一副肩墊，方便演奏者利用左腮及左肩夾持琴身[2]。

小提琴一共有四根弦，由左至右分別定名為 G、D、A、E，各弦都能發出完整的兩個八度音。其中，E 弦的頻率最高，用來演奏高昂的旋律。G 弦的聲調最低，用來表現渾厚的低音。演奏小提琴時，必須將左手伸展至琴頭下方，以拇指托住琴頸，另四指則在指板上按壓琴弦，藉以變化音階。由於無論演奏任何曲目，音準的表現往往成為演出成敗的基本指標。因此，按壓琴弦時必須確保位置的準確，方能達到精準的效果。當音準達成之後，可以進一步運用「揉弦」技巧，使琴音更為動聽。揉弦一般又稱為顫音或抖音，其方法在於將手指如「箭插在靶上」般按壓琴弦於指板上，手指的第一關節隨著手臂的擺盪而有平與曲的交替動作[3]。揉弦促使音頻在原始的音準上產生週期性變化，可達到美化音色的效果。

小提琴屬於擦弦樂器，主要發音方式在於以右手持弓摩擦琴弦，琴弦的振動經琴橋傳遞到琴箱內放大音量，再經過 f 字孔散發出琴音。琴弓與琴弦的摩擦運動，決定了演奏的品質。演奏同

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】349期・101年4月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：[www.automan.tw](http://www.automan.tw)