

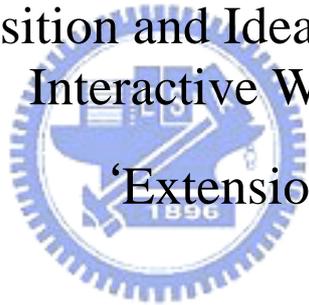
國立交通大學

音樂研究所 音樂科技組

碩士論文

《延伸》互動介面之建構與創作實踐

The Composition and Idea of the Real-time
Interactive Work
'Extension'



研究生：劉聖賢

指導教授：曾毓忠

中華民國九十七年七月

《延伸》互動介面之建構與創作實踐

The Composition and Idea of the Real-time Interactive Work
'Extension'

研究生：劉聖賢 Student: Shen Hsien Liu

指導教授：曾毓忠 Advisor: Yu Chung Tseng



A Thesis Submitted to
the Institute of Music
College of Humanities and Social Sciences
National Chiao Tung University
in Partial Fulfillment of
the Requirements for the Degree of
Master of Art
(Music Technology)

Hsinchu, Taiwan

July 2008

中華民國九十七年七月

《延伸》互動介面之建構與創作實踐

學生：劉聖賢

指導教授：曾毓忠

國立交通大學

音樂研究所

摘 要

本論文分為兩部分：一為即時互動音樂作品《延伸》，二為說明此作品創作理念及其體現方式之探討。

《延伸》為一首包含四個樂章的即時互動音樂作品，其創作靈感來自於電腦科技的即時運算功能。論文第一章為緒論，第二章以文獻探討科技互動音樂之歷史背景，第三章說明《延伸》之創作理念，第四章主要介紹作品的創作方法與步驟，第五章為作品之樂曲解析，第六章為結論。

此論文之內容將以前人之作品為例，說明互動音樂的發展，並述說《延伸》之創作過程，期能提升國內互動音樂之學術研究價值。

關鍵字：即時互動、聲響形變、互動介面

ABSTRACT

This paper consists of two parts: the real-time interactive music work ‘Extension’ and the thesis expounding the ideas, methods and interpretation of this work.

The real-time interactive work ‘Extension’ is a four-movement piece. It is inspired by the real-time process of computer that can execute the sound transformation fast enough to coordinate with acoustic instruments in a live performance.

The thesis is arranged in six chapters: chapter one is prolegomena, chapter two treats the history of interactive music, chapter three introduces the ideas and concepts of ‘Extension’, chapter four describes the methods of composition, chapter five presents analysis of each movement, chapter six is the conclusion.

The content of this thesis will instance some works to elucidate the evolution of interactive music. It will also describe the process of composition.

致 謝

在求學的歷程中，交大校園生活給予我豐富寬廣的學習旅程。研究所的課程開拓了我的視野、豐富了我的知識，更堅定了我對音樂的信念。

感謝徐伯年老師在我當初以擊樂考進交大音樂所時，給予認真與細心的教導，並耳提面命地給予我鼓勵。感謝黃志方老師願意讓我轉為音樂科技組，並且於專業知識方面給予我豐富的授業與經驗。感謝 Professor Phil Winsor 讓我見識到當代大師的風範，且以親切的態度指導，拓展我的專業領域。感謝我的論文指導教授曾毓忠老師，給予我紮實的訓練以及嚴謹的要求，使我在學習音樂科技專業知識的過程中培養出認真、負責之態度。感謝王真儀老師認真地指導我鋼琴演奏，更讓我在音樂作品詮釋能力上加倍成長。

感謝淑瑾姊姊，在學習過程一路走來的支持、陪伴與照顧，讓我面對低潮、困難時，隨時都能有個真心伙伴共同面對。感謝瑞紋的專業與細心，使我面對課業相關行政事務能一切順利，同時更能分享您對孩子教導的關心與愛心。感謝幸輯、宏安、珍妮、奕佐、擎亞、士涵、凱婷、若櫻、長恩、立偉、曉萱，因為有你們這麼一群可愛又貼心的好朋友共同生活、共同學習，才能創造難忘的交大校園回憶。感謝我的父母、弟弟與親人，默默地在背後給予我相當大的支持與鼓勵。

音樂科技在台灣尚屬新鮮領域，感謝交大給予我機會能參與台灣的音樂科技發展史，同時也期許自己能在未來置身於音樂科技的研究與創造。

目 錄

摘 要.....	i
ABSTRACT.....	ii
致 謝.....	iii
目 錄.....	iv
圖 目 錄.....	v
譜例目錄.....	vii
第一章 緒論.....	1
第二章 文獻探討.....	3
第一節 科技互動音樂之發展.....	3
第二節 MIDI 與 MAX/MSP 之發展.....	7
第三節 MIDI 與數位電腦互動音樂之發展.....	12
第三章 《延伸》之創作理念.....	16
第一節 聲響姿態之構築.....	16
第二節 互動音樂之蒙太奇畫境.....	18
第三節 音樂感知的虛與實.....	19
第四節 良好互動環境之營造.....	20
第四章 《延伸》之創作方法與步驟.....	22
第一節 第一樂章 - 《廿一世紀的非洲鼓》.....	23
第二節 第二樂章 - 《木笛幻想曲》.....	28
第三節 第三樂章 - 《水的姿態》.....	34
第四節 第四樂章 - 《互動》.....	39
第五章 作品呈現與樂曲解析.....	44
第一節 《廿一世紀的非洲鼓》.....	44
第二節 《木笛幻想曲》.....	47
第三節 《水的姿態》.....	52
第四節 《互動》.....	55
第六章 結論.....	61
參考文獻.....	62
附件一 《廿一世紀的非洲鼓》演奏說明及樂譜.....	64
附件二 《木笛幻想曲》樂譜.....	66
附件三 《水的姿態》樂譜.....	68
附件四 《互動》樂譜.....	69

圖目錄

圖 1	Theremin 的演出.....	4
圖 2	John Cage, «Imaginary Landscape No. 1», 1939 圖.....	4
圖 3	1967 年 Gordon Mumma 演奏 Hornpipe 實況紀錄.....	5
圖 4	Morton Subotnick 與學生們在卡爾藝術實驗室 (CalArts Studio), 背後設備為 Buchla 合成器.....	5
圖 5	Groove System.....	6
圖 6	KIM-1 電腦.....	7
圖 7	Gary Lee Nelson 與 John Talbert 研發的 MIDI Horn.....	13
圖 8	Gary Lee Nelson 演奏 MIDI Horn, 1987 年.....	13
圖 9	Tod Machover 與 Dexterous Hand Master.....	13
圖 10	Stephen O' Hearn 設計的互動介面.....	14
圖 11	Max Mathews 所研發的 Radio Drum 與 Radio Baton.....	15
圖 12	《廿一世紀的非洲鼓》音響織度分佈圖.....	17
圖 13	貼片式麥克風拾音器正面.....	24
圖 14	貼片式麥克風的外型.....	24
圖 15	貼片式麥克風拾音器側面.....	24
圖 16	信號轉插座的結構圖.....	24
圖 17	聲響關係圖.....	23
圖 18	《廿一世紀的非洲鼓》AudioMulch 軟體介面設計圖.....	25
圖 19	AudioMulch 之 SDelay 介面圖.....	26
圖 20	AudioMulch 之 SSpat 介面圖.....	26
圖 21	AudioMulch 之 5Combs 介面圖.....	27
圖 22	AudioMulch 之 Nebuliser 介面圖.....	27
圖 23	AudioMulch 之參數調變模式 (Parameter Modulation).....	27
圖 24	AudioMulch 之 4x4Matrix 介面圖.....	28
圖 25	FCB1010 與電腦連結.....	29
圖 26	《木笛幻想曲》MAX/MSP 軟體介面設計圖.....	31
圖 27	《木笛幻想曲》準則作曲法產生 MIDI 訊號介面.....	32
圖 28	《木笛幻想曲》外掛軟體音源器控制介面.....	32
圖 29	《木笛幻想曲》外掛軟體效果器介面.....	33
圖 30	《木笛幻想曲》MAX 之 select 物件設計.....	33
圖 31	《水的姿態》AudioMulch 軟體介面設計圖.....	36
圖 32	AudioMulch 之 DLGranulator 介面.....	37
圖 33	AudioMulch 之 Flanger 介面.....	37
圖 34	AudioMulch 之 FilePlayer 的播放時間控制.....	38

圖 35	mda_RePsycho 之介面	38
圖 36	mda_DubDelay 之介面	38
圖 37	《水的姿態》AudioMulch 的時間軸	39
圖 38	《互動》MAX/MSP 軟體介面設計圖	42
圖 39	《互動》MAX 之 select 物件設計	42
圖 40	《互動》外掛軟體效果器介面	43
圖 41	《互動》MAX 控制預置聲響播放之設計	43
圖 42	AudioMulch 小節顯示欄	44
圖 43	AudioMulch 之 5combs 介面	46
圖 44	《木笛幻想曲》MAX 之全音音階設計	49
圖 45	《木笛幻想曲》預置的電腦聲響 - 蟲鳴	49
圖 46	《木笛幻想曲》之 mda_RePsycho! 介面	50
圖 47	《水的姿態》1' 32" 之預置聲響	53



譜例目錄

譜例 1	《廿一世紀的非洲鼓》獨奏樂段.....	23
譜例 2	《廿一世紀的非洲鼓》即時互動演奏樂段.....	24
譜例 3	《木笛幻想曲》樂器使用標示.....	29
譜例 4	《木笛幻想曲》演奏動作標示.....	30
譜例 5	《木笛幻想曲》MIDI 踏瓣編號標示.....	30
譜例 6	《木笛幻想曲》即興演奏記譜.....	30
譜例 7	《水的姿態》時間標示.....	34
譜例 8	《水的姿態》樂器使用與演奏動作標示.....	35
譜例 9	《水的姿態》電腦聲響標示.....	35
譜例 10	《互動》時間標示.....	40
譜例 11	《互動》樂器使用與演奏動作標示.....	40
譜例 12	《互動》即興演奏標示.....	41
譜例 13	《廿一世紀的非洲鼓》即興參考節奏.....	44
譜例 14	《廿一世紀的非洲鼓》第 2-8 小節.....	45
譜例 15	《廿一世紀的非洲鼓》第 8-28 小節.....	45
譜例 16	《廿一世紀的非洲鼓》第 28-44 小節.....	46
譜例 17	《廿一世紀的非洲鼓》第 44-72 小節.....	47
譜例 18	《廿一世紀的非洲鼓》第 72-78 小節.....	47
譜例 19	《木笛幻想曲》之開頭.....	48
譜例 20	《木笛幻想曲》之次中音木笛獨奏樂段.....	48
譜例 21	《木笛幻想曲》之中音木笛演奏樂段.....	49
譜例 22	《木笛幻想曲》之高音木笛與中音木笛演奏樂段.....	50
譜例 23	《木笛幻想曲》之慢板樂段.....	51
譜例 24	《木笛幻想曲》之即興演奏樂段.....	51
譜例 25	《木笛幻想曲》之尾奏.....	51
譜例 26	《水的姿態》0' 00" 至 1' 32"	52
譜例 27	《水的姿態》1' 32" 至 2' 52"	53
譜例 28	《水的姿態》2' 52" 至 4' 00"	54
譜例 29	《水的姿態》4' 00" 至曲終.....	54
譜例 30	《互動》之開頭 - 木琴獨奏.....	55
譜例 31	《互動》之七四拍樂段.....	56
譜例 32	《互動》之踏瓣編號三.....	57
譜例 33	《互動》之木琴輪奏樂段.....	58
譜例 34	《互動》之踏瓣編號五.....	58
譜例 35	《互動》之踏瓣編號六.....	59
譜例 36	《互動》之尾奏.....	60

第一章 緒論

隨著二十世紀電子科技的迅速發展，電子音樂儼然已成為藝術音樂的主流之一，尤其是「互動式音樂」，更成為新時代裡現代音樂創作者們演出、參展等藝術活動中的常見藝術形式之一。

早期的電腦音樂主要創作方式，有的是透過 MIDI 的數據傳輸 - 作曲者以電腦程式將 MIDI 數據按照創作意圖重新組合來完成準則作曲的創作；也有將現實世界的聲音透過錄音技術、聲音剪輯、數位音訊處理等方式，來完成電腦音樂的作品。然而近年來由於電腦軟硬體科技的進步，利用電腦程式即時處理聲音訊息的功能，將電腦音樂與現場器樂演奏相結合，藉由電腦程式在器樂演奏的同時，即時分析演奏的音高、音量、音色、節奏等各種參數，立即根據電腦程式中作曲者自己預設的各種準則，做出即時的回饋與配合，將重新合成的新音色、新的音場安排與重新組織的音樂事件，配合現場樂器演奏者的演奏，交織成更寬廣的音樂藝術之可能性與時代意義，即所謂互動式音樂的基本概念。

互動式音樂作曲時所用到的軟體：早期，用於互動式音樂創作的軟體包括有 Csound 及 Pd 等，但是這些軟體的使用，不僅需要基本的聲音分析與合成的必備知識，更仰賴高度的電腦程式撰寫之能力，使得許多作曲家望之卻步，僅少數具有科技背景的創作者，有能力以此為創作的媒材。近年來電腦音樂程式的編寫介面，開始發展到物件導向 (object-oriented) 的介面，人們不用再從基礎的程式碼學起了。比如由 Miller Puckette 等人自 1988 年在巴黎 IRCAM 所開始研發的 Max 系統即是這樣的軟體，這個系統隨著近幾年來由原本 MIDI 操控為主要的功能 (Max 部分)，發展到聲音訊息的即時處理之功能 (MSP 部分)，而拉近了作曲家與電腦音樂科技的距離，更發展到結合即時影像的處理 (Jitter 插件)，互動音樂的潮流開始逐漸風行，電腦在音樂作品中的角色與功能，已由聲音的編輯、樂器音色的模擬，進一步發展成為一個即興演奏者的角色。

相關藝術表達方式除了「互動式音樂」之外，其他結合科技之音樂創作媒材也提供了現代作曲家們不同的藝術表達方式，如音樂與影像的結合、音樂與影像間透過電腦程式所產生的即時互動、甚至音樂、影像、文字三者的結合新

媒材等藝術創作方式。不再侷限於以前那種由影像工作者所主導，聲音為輔的方式了，而是改由作曲家以音樂為主導的方式，透過影像、文字等彰顯音樂的各種姿態與意涵。然而以上所述各種新的音樂創作方式，對新時代作曲家更提高了要求：除了仰賴作曲家本身的藝術心靈外，也需要作曲家本身對於科技的熟悉，在資訊交流便捷的今天，一個作曲家深具傳統器樂創作的能力及音樂相關的科技知能成為新時代對於現代音樂創作者的基本能力與要求。

在互動式音樂的創作過程中，筆者將透過不同的素材運用與聲響組織來實驗探索傳統樂器演奏與現代電腦科技之結合所產生的效應。以下各章節，筆者將以四個樂章的作品作為說明文件，就文獻探討、創作理念、創作方法與步驟等來闡述說明，並以美學的觀點來探討音樂作品之形式與內涵，探索一種在新的互動關係下的音樂表達模式 (mode of expression)。



第二章 文獻探討

自巴洛克數字低音的即興與合奏、古典時期的弦樂四重奏與協奏曲，到二十世紀的爵士樂團合奏，演奏者彼此存在著一定的互動關係，同時說明了互動藝術早在過去的音樂歷史發展中一直存在著。電腦科技的進步，被音樂家們引用發展至人與機器的互動，並從中探索實驗。演奏者藉著對機器的操作控制所產生的演算結果，進而影響其思考與下一步動作的決定¹。從二十世紀至今的各個不同年代之音樂家們以電子或電腦樂器作為輔助互動式音樂的模擬實驗，透過其中的參與及往來，為音樂表演藝術帶來了一種新的互動關係與新的表演形式。

第一節 科技互動音樂之發展

一、類比時代

最早的互動音樂實驗大約可追溯至 1919 年由俄國人 Leon Theremin 所發明的電子合成器（後來以他的名字做為樂器的命名）（圖 1）²。Theremin 其實與一個訊號產生器（signal generator）無異，可以產生出不同頻率（frequency）和振幅（amplitude）的單音。這樂器通常是一個盒狀東西，上有一支天線和一個金屬圈，人體與天線的距離可以改變頻率，即高低音，而與金屬圈的距離就可以改變振幅，即音量大小。演奏者就在這盒上舞動雙手，令其發出不同強弱高低的樂音。Theremin 的操作原理不複雜，就是用兩個震盪器（固定的與可變動的）產生兩個不同頻率的波形，其頻率差別（即 beat frequency）就是樂音的頻率了。當人體靠近，電容（body capacitance）對零件產生影響，使產生出的頻率有所不同。這樂器的演奏方法殊不簡單，它既無鍵盤樂器的按鍵，又無吹管樂器的活塞，更無弦樂器的指板。演奏者在半空中

¹ 參見曾毓忠，電子/電腦互動音樂初探，淡江大學數位音樂研討會，2006.12。

² 圖片資料來源 <http://emfinstitute.emf.org/exhibits/theremin.html>

揮舞雙手，靠著純熟的技巧來演奏。不過正因為沒有傳統樂器的束縛，演奏者的距離感、音樂感都顯得更重要。這些不易確定的音準、音量，也為二十世紀音樂帶來新方向，使 Theremin 這樂器在三四十年代的美國也甚受歡迎。



圖 1 Theremin 的演出



另一項早期類筆電子互動音樂的實驗可提及 1939 年由美國作曲家 John Cage 所做的《Imaginary Landscape No. 1》，當時 Cage 在美國西雅圖的康瓦耳學校錄音室進行錄音，由演奏者控制唱盤的速度與傳統樂器演奏者（鋼琴與中國鈸）做互動演出。（圖 2）³



圖 2 John Cage, «Imaginary Landscape No. 1», 1939 圖

³ 圖片資料來源 <http://www.medienkunstnetz.de/works/imaginary-landscape-1/>

西元 1967 年由 Gordon Mumma 所創作的《Hornpipe》作品中，設計了互動式電子演奏系統，此系統的演出包含了法國號獨奏、一種名為 Cybersonic 的收音控制系統、表演空間等三個要素。法國號的演奏經由 Cybersonic 接收、處理之後，將形變後的聲響傳遞給表演空間，演奏者藉由接收表演空間的聲音訊息來決定下一步的演奏，如此一往一來的動作之間，形成了互動式的迴圈。(圖 3)

4



圖 3 1967 年 Gordon Mumma 演奏 Hornpipe 實況紀錄



西元 1969 年，美國作曲家 Morton Subotnick 在他的作品《Touch》，以自己的聲音作為 Buchla 合成器的參數，演奏者藉由觸控電子設備的輸入，並依據不同的聲音輸出來做下一個輸入動作的決定，形成互動音樂的迴圈。(圖 4)

5



圖 4 Morton Subotnick 與學生們在卡爾藝術實驗室 (CalArts Studio)，背後設備為 Buchla

⁴ 圖片資料來源 <http://emfinstitute.emf.org/exhibits/mummahornpipe.html>

⁵ 圖片資料來源 <http://home.swipnet.se/sonoloco7/mode/subotnick1.html>

合成器

二、數位時代

70 年代在貝爾實驗室裡，由 M. V. Mathews 與 F. R. Moore 共同研發的 Groove System (圖 5)⁶ (一種電腦控制類比合成器的即時系統)，提供使用者控制系統中預設樂譜演奏速度、力度以及平衡，包括了音色合成的方式。



圖 5 Groove System



另外，David Behrman 在 70 年代使用 KIM-1 (圖 6)⁷ 的微電腦 (microcomputer) 以及一個自製的電子樂器與一個音高感應器，構成一組互動音樂系統。此系統將音高感應器所接收的聲音輸入電腦執行演算，並依據演算數據控制電子樂器來產生不同的和聲與音色，演奏者根據這些聲音的回應決定下一步演奏動作，形成了互動音樂的迴圈。

⁶ 圖片資料來源 http://www.obsolete.com/120_years/machines/software/

⁷ 圖片資料來源 <http://www.commodore.ca/products/kim1/kim1system.jpg>

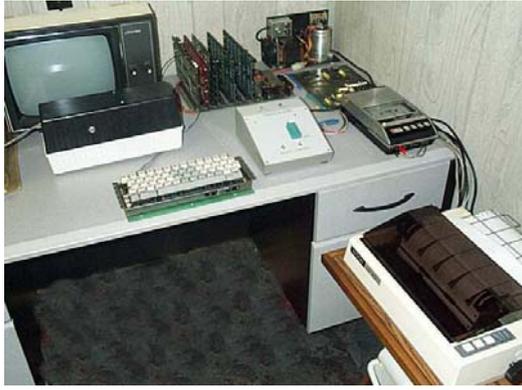


圖 6 KIM-1 電腦

80 年代以後，電腦的普遍與精密度提高、MIDI 技術的出現，使得互動音樂技術子重大的發展與改變。

第二節 MIDI 與 MAX/MSP 之發展

一、MIDI 之發展

日本樂蘭 (Roland) 樂器公司總裁 Kakehashi 與 Sequential Circuits 公司總裁 Dave Smith 共同於 1983 年八月發表了 MIDI (Musical Instrument Digital Interface)，為一種樂器的數位界面規格，主要是用來將電子樂器相互連結，或與電腦串連的一種通訊協定，由 MMA (MIDI Manufactures Association) 所訂定，主要目標是為了制定 MIDI 的各項標準⁸。

MIDI 規格 1.0 版本定訂後，成為工業標準，其定義了：電子訊號的輸出迴路、特定的導線來連接 MIDI 儀器、MIDI 訊息的基本模式、每一種型式 MIDI Message 的格式及基本內容。1991 年製訂了 MIDI 1.1 版本，主要是制定了 MIDI 表演控制 (MIDI Show Control)，透過 MIDI 表演控制可以讓每一個 MIDI 音符表一個燈，一條 MIDI 電纜可以控制 16 組，由於一組 GM 只有 128 個音色，因此可以操控 $16 \times 128 = 2048$ 個燈，利用控制音量的大小來控制其亮度，因此燈光能容

⁸ 參見林佩儒、蔡効儒，互動視覺化數位音樂創作平台之設計初探，南台科技大學資訊傳播系所、南台科技大學多媒體與電腦娛樂科學研究所，2006.12。

易的與音樂同步變化。

1998 年底，MMA 發佈了 DLS-1(Downloadable Sounds Level 1)，主要是針對 PC 的音效卡播放額外音源的標準，這樣可以讓作曲家或聲音設計者創造出屬於自己的聲音。在這二種規格的競爭之下 DLS-2 發展出現，主要是採用專業級的合成器與採樣器的動態濾波器(DYNAMIC Filter)和矩陣(Matrix)操作模式。DLS-2 在 1999 年時被 MMA 正式採用。

GM2 於 1999 年所製訂，主要是讓同時發音數(Polyphony)由 16 個擴展到 32 個，並定義了更多的控制器及選擇音色庫的命令，擴大了可應用的樂器及打擊樂樂器的音色。

2000 年時 MMA 制定了 RAID(SMF w/DSL)文件格式，並在 2001 年時模仿 HTML 文件格式制定了 XMF(Extensible Music Format)文件格式規定。

最新推出的格式則為 SP-MIDI(Scalable Polyphony MIDI Specification)，主要是當合成器或音樂的同時發音數量小於作器的需求時，可根據作曲家事先決定省略某些音符或聲部。

MIDI 碼是使用串列形式非同步傳送，傳送速率是 31.25KBaud，其中包含了 1 個開始位元，8 個資料位元和 1 個結束位元，而 1 秒鐘則可以傳送 3125Bytes 的 MIDI 碼，MIDI 碼經由用途區分其排列組合，可分為下列九項：

1、音(Note)：

傳送琴鍵被按下的訊號。

2、力度(Velocity)：

伴隨著音的訊息一起送出。代表使用了多少的力氣來彈奏這個音。

3、After Touch：

彈下一個音之後，又施加壓力的程度。

4、控制碼(Controller)：

凡踏板、調變輪(Modulation)、每個頻道的音量(Volume)、音色的左

右平衡(Pan)以及音色調變鍵,都可以透過控制碼的方式傳送給外部的編曲機記錄。

5、音高變化輪(Pitch Bender)：

將此值改變可讓彈出來的音色產生高低變化。

6、音色切換訊號(Program Change)：

可以直接切換該頻道所使用的音色。

7、系統專用訊息(System Exclusive)：

琴種本身的系統設定、音色資料、編曲機內部的資料等等。

8、即時開始、繼續、結束(Realtime Start、Continue、Stop)：

主要是為了讓其他MIDI設備做到同步化的處理。

9、MIDI時間碼(MIDI Time Code)：

用來告訴編曲器,目前的樂曲跑到何時,通常用在不同樂器的同步化。

以下資料為MIDI碼功能表⁹：



MIDI Controller Numbers		
Decimal	Hex	Controller Name
0	00h	Bank Select (Controller # 32 more commonly used)
1	01h	Modulation Wheel
2	02h	Breath Controller
3	03h	Undefined
4	04h	Foot Controller
5	05h	Portamento Time
6	06h	Data Entry MSB

⁹ 資料來源為 <http://www.indiana.edu/~emusic/cntrlnumb.html>

7	07h	Main Volume
8	08h	Balance
9	09h	Undefined
10	0Ah	Pan
11	0Bh	0Ch
12	0Ch	Effect Control 1
13	0Dh	Effect Control 2
14-15	0E-0Fh	Undefined
16-19	10-13h	General Purpose Controllers (Nos. 1-4)
20-31	14-1Fh	Undefined
32-63	20-3Fh	LSB for Controllers 0-31 (rarely implemented)
64	40h	Damper Pedal (Sustain) [Data Byte of 0-63=Off, 64-127=On]
65	41h	Portamento
66	42h	Sostenuto
67	43h	Soft Pedal
68	44h	Legato Footswitch
69	45h	Hold 2
70	46h	Sound Controller 1 (default: Sound Variation)
71	47h	Sound Controller 2 (default: Timbre/Harmonic Content)
72	48h	Sound Controller 3 (default: Release Time)
73	49h	Sound Controller 4 (default: Attack Time)
74	4Ah	Sound Controller 5 (default: Brightness)
75-79	4B-4Fh	Sound Controller 6-10 (no defaults)
80-83	50-53h	General Purpose Controllers (Nos. 5-8)
84	54h	Portamento Control
85-90	55-5Ah	Undefined
91	5Bh	Effects 1 Depth (previously External Effects Depth)
92	5Ch	Effects 2 Depth (previously Tremolo Depth)

93	5Dh	Effects 3 Depth (previously Chorus Depth)
94	5Eh	Effects 4 Depth (previously Detune Depth)
95	5Fh	Effects 5 Depth (previously Phaser Depth)
96	60h	Data Increment
97	61h	Data Decrement
98	62h	Non-Registered Parameter Number LSB
99	63h	Non-Registered Parameter Number LSB
100	64h	Registered Parameter Number LSB
101	65h	Registered Parameter Number MSB
102-120	66-78h	Undefined
Channel Mode Messages		
121	79h	Reset All Controllers
122	7Ah	Local Control
123	7Bh	All Notes Off
124	7Ch	Omni Off
125	7Dh	Omni On
126	7Eh	Mono On (Poly Off)
127	7Fh	Poly On (Mono Off)

二、MAX/MSP 之發展

Max 的歷史是由 Patcher 編輯器開始的，這是由 Miller Puckette 為實現 Philippe Manoury 的作品 Pluton 而寫的。Patcher 在麥金塔電腦上運行，只做 MIDI 與控制處理工作，4x 則處理 DSP。Patcher 後來歸於 Opcode 公司，由 David Zicareli 重新編寫，後來成為大家現在所知道的 Max/Opcode，在 GUI 方面進行了大量的改進，在外部物件發展上也作了很多改進。

Ircam 音樂工作站專案，在 1989 年開始啟動，推出了 Max 的新版本，增加了即時音頻信號處理特性，一些處理演算法在音圖 (Patching) 模型中已經描述。這個版本的軟體以 Max/ISPW 的名字發表 (ISPW: Ircam 信號處理工作站)，為 Ircam 音樂工作站的另一個縮略語。Max/ISPW 實際上是由兩大部分組成的，

一個是圖形化的處理介面，在 NeXTSTEP 下運行，另外一個是一個小型的即時執行引擎名為 FTS (FTS 的意思是：比聲音還要快——Faster than sound)，在基於 Intel i860 處理器的 ISPW 板上運行。Ircam 的即時系統團隊，由 François Déchelle 在 1995 年創建，開始了基於 ISPW 內容的新的研發。基於硬體發展不再物有所值的原因，最終的決定是放棄昂貴的硬體研發。因此，Max/ISPW 被重新編寫的目的是獲取“可攜性”跨平臺的意思，來幫助多平臺發展實現，將圖形用戶介面與即時執行引擎分開，分別發展圖形介面與即時處理兩部分。而執行引擎則是 ISPW FTS “監視器”的再寫版本。因此 Max/FTS 的名字賦予了此版本，帶有到 NeXTSTEP 用戶介面 X-Window 的埠，發表了在 SGI 運行的版本。

而與此同時，PD 項目也由 Miller Puckette 啟動，它的主要目的是重寫 Max 在動態資料結構管理方面的弱點內容，使用了 ISPW 動畫程式的一些思路。PD 也使用了兩部分內容的結構，有點類似於 Max/FTS，並通過 Tcl/Tk 的採用將可攜性帶給了圖形方面。重新使用 PD 音頻部分，David Zicarelli 在 1997 年為 Max/Opcode 發佈了 MSP 套裝軟體 (Max 信號處理)，給在 PowerPC 麥金托什平臺運行的 Max/Opcode 帶來了即時處理合成與信號處理功能。

Java 的出現，綜合以上好處，實現了多平臺的用戶圖形介面的可能。Max/FTS 圖形用戶介面在 Java 中的再實現在 1996 年開始啟動，而 Max 家族也因此添加了新的一員：jMAX。

第三節 MIDI 與數位電腦互動音樂之發展

美國歐柏林音樂院教授 Gary Lee Nelson 於 1987 年與工程師 John Talbert 共同研發一種數位樂器 MIDI Horn (圖 7)¹⁰，MIDI Horn 是一種吹管類的數位樂器，結合了麥金塔電腦以及 Yamaha、Roland、E-mu 等廠牌的合成器，以 Max 軟體作為互動音樂設計的平台。自 1987 年起，Nelson 於全世界發表演出 MIDI Horn 超過兩百場次 (圖 8)，1990 年造訪台灣時，於國立交通大學示範演出，當時展現了即時互動音樂表演的強大張力與戲劇性。

¹⁰ 圖片資料來源 <http://timara.con.oberlin.edu/~jtalbert/Web96/~gnelson/GLNPHOTO.htm>



圖 7 Gary Lee Nelson 與 John Talbert 研發的 MIDI Horn



圖 8 Gary Lee Nelson 演奏 MIDI Horn，1987 年

Tod Machover 在麻省理工學院所研發的超樂器 (Hyperinstrument) 系統之一 Dexterous Hand Master (圖 9)，能將機器感應到手指細微的動作，利用電壓轉換成 MIDI 訊號而產生音樂。

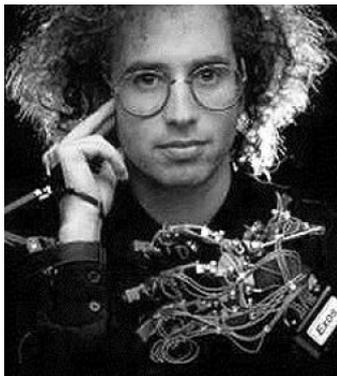


圖 9 Tod Machover 與 Dexterous Hand Master

1989 年二月份的 Keyboard 雜誌，在 "Ask Mr. Moog" 專欄裡提到，由 Stephen O' Hearn 所設計的介面，包含了一根控制棒與兩個軌跡球八個功能踏板 (function-key)，演出者以手指控制軌跡球做伸縮的大動作，並以腳來控制不

同的踏板產生聲音的變化，演出者藉由聽到的聲音來做下一步演出動作的決定，形成聽覺與視覺的互動。(圖 10)¹¹



圖 10 Stephen O' Hearn 設計的互動介面

1992 年由 Marc Coniglio 與 Morton Subotnick 共同研發的 Interactor 系統，這套系統包含了演奏者、混音器以及數位音樂機器 (Yamaha tx802 與 emaxII 取樣機)，演出者藉著不同的聽覺與視覺訊息來控制混音器做即時的圖像、文字與聲音的互動表演。

1998 年，電腦音樂之父 Max Mathews 發表了他與 Bob Boie 在貝爾研究室所研發的互動音樂系統 Radio Drum and Radio Baton ("The 1998 Mathews' Radio Baton: New Hardware & Improvisational Software")，此系統以收音機原理搭配硬體打擊棒 (Radio Baton) 與自行研發的軟體 Conductor，使用者利用 Radio Baton 來控制電腦所產生的音樂，包含音樂的速度、音量、音色以及發聲方式，形成人與電腦的互動演出。(圖 11)¹²

¹¹ 圖片資料來源 <http://www.musanim.com/tapper/ConductorProgram.html>

¹² 圖片資料來源 <http://www.ece.uvic.ca/~ece499/2001a/group07/>

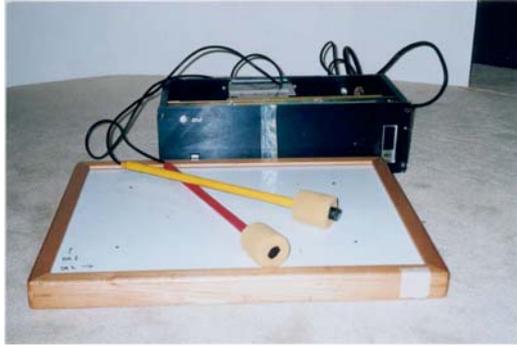


圖 11 Max Mathews 所研發的 Radio Drum 與 Radio Baton

科技的快速發展之下，電腦的即時運算處理功能與人工智慧（Artificial Intelligence）尚未能完全地模擬人與人之間的互動細膩性，但人與機器的互動音樂創作與實驗，延伸了傳統器樂的物理限制，並為作曲家尋找新的聲音、新的表演方式以及新的創作素材提供了許多可能性，進而創造出二十世紀末葉之後的獨特音樂形式，以及一種可能只存在於人與機器的互動關係下所衍生的新音樂 - 互動音樂。



第三章 《延伸》之創作理念

隨著科技的發達，電腦音樂即時互動式的現場演奏，不僅僅是演奏者單純地與電腦音樂做伴奏式的搭配，利用科技產品來增加舞台表演藝術的可看性，已經是普遍被接受的觀念及手法。現代的電腦設備性能不同於以往，多媒體運用的強調，使音樂表演形式不再是聽覺主導，更結合了燈光、舞蹈戲劇…等視覺要素，讓觀眾在參與音樂表演活動中，接收更多的感官刺激；對音樂創作者而言，能運用更多材料來完整表達其創作理念。

第一節 聲響姿態之構築

從”科技音樂年”（ca. 1948-1952）以來，作曲家利用當代的音樂科技如磁帶機、類比與數位合成樂器、電腦以及各式相關技術來創作出大量的具象音樂與電子音樂，其目的是為了達成各自在創作策略、樂念表達或音樂發展上不同的音樂目的與美學目標。傳統樂器的音色自1919年的Theremin發明之後便不能滿足作曲家們，因此透過音樂科技技術產生聲音形變的手法，開拓了作曲家們創作的另一扇窗，提供更多的聲音素材與創作手法使作曲家更能完整地表達樂念。

1948年，法國作曲家薛菲（Pierre Schaeffer, 1910-1995）的《火車練習曲》（*Étude aux chemins de fer*）使用唱盤技術開始做聲音科學方面的研究，此曲的聲音素材取自巴黎火車站的火車汽笛聲、火車加速與減速的聲音、貨車通過鐵軌的聲音等。薛菲利用唱盤上的凹槽鎖定技術（lock-groove）使唱針鎖定在唱盤凹槽中，重複播放某些聲音片段，再將這些聲音重新錄製成為許多反覆的聲音片段，作為創作素材中所需的反覆節奏特徵。他更利用唱盤轉速的控制來製造音高變化以達到音樂上的需求，並以傳統音樂設計的想法將透過科技處理所產生的新聲音來表現《火車練習曲》的音樂結構與創作意念。

1958年，匈裔奧及作曲家李給替（G. Ligeti, 1923-1996）以各式各樣的

電子聲音為創作素材，包含了正弦波(sine wave)以及各種濾波噪音(filtered noises)，運用磁帶的剪接、速度改變，以及聲音向位控制、濾波技術等，創作了《音構》(Artikulation)。李給替一生大多數致力於器樂的創作，《音構》是他早期的少數電子音樂作品之一，卻成為電子音樂作品中的經典之作。《音構》利用音樂科技創造出幾種型態的對話效果：

1. 一種沒有交集、各說各話的效果。
2. 由一個人喃喃自語轉換為另一人的獨白。
3. 一種模仿唱和的效果。
4. 熱絡的對話效果。

雖然不使用真實人生作為素材，聲音科技卻提供了李給替許多的可能性，透過聲音速度變化與空間位置處理，使《音構》中的電子聲音巧妙地表達人類說話的音調、姿態以及各種表情。

筆者於《廿一世紀的非洲鼓》的創作理念，即為呈現音響織度的變化－起、承、轉、和（圖 12），並且利用 AudioMulch 軟體中的效果器與濾波器製造非洲鼓的聲音形變，產生新的音色素材。其中 SDelay 以聲音延緩出現來回應演奏者，如「覆誦」。DubDelay 的加入，讓人與電腦的對話逐漸繁複，聽覺上有更多聲音參與其中。5combs 將聲音改變為類似撥弦樂器之聲響，演奏者有如演奏 koni（或稱 ngoni，四或五弦非洲魯特琴）一般，讓人聯想到非洲音樂不僅有鼓聲，還有特別的民俗樂器。SSpat、Nebuliser、PulseComb 的加入，讓聲音變形更為明顯，筆者欲比喻土著的狩獵生活、與大自然搏鬥的忙碌和不安。最後，筆者利用休止符製造聲音的殘響，再以 DubDely、SDelay 回應樂曲開頭，於樂曲結束時，讓聽覺恢復平靜。

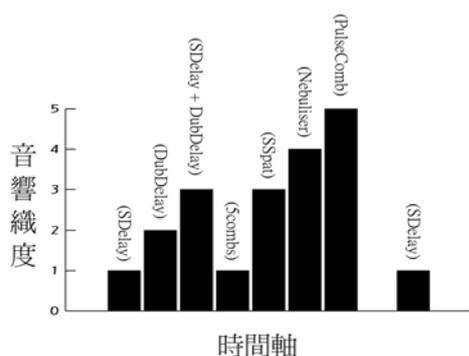


圖 12 《廿一世紀的非洲鼓》音響織度分佈圖

從聲響形變的美學角度，筆者欲創造新的「樂器」與新的音色聲響，亦即透過聲音內部構造的重新建構或雕刻程序產生新的聲音；利用聲音之行色變化而衍生樂念之前後脈絡關係的變化。另外，「二十一世紀的非洲鼓」試圖創造一種新的姿態表情或「身份」。將聲音的姿態表情經過「漂白」(whitewash)產生另一個新的「身份」，而這個新的「身份」在全曲演進過程中不斷地變形和發展，甚至產生不同「身份」之間的交互作用，這些演變與發展是音樂的焦點。

第二節 互動音樂之蒙太奇畫境

「蒙太奇」是由法文的 Montage 演變而來，含有組合、組織、結構、構造等意思，本來是建築的專門用語。到了 1915 年德國的達達主義者(Da Daist)照相藝術家詹·哈特費路(John Heartfield)把照片的斷片剪貼成一幅作品，而把它稱為照片蒙太奇(Photo montage)成為映象藝術上第一次使用〈蒙太奇〉之開始。當應用於繪畫或音樂上時，指的是一連串相關或不相關的事物或聲音並置在一起。

1958年，法裔美籍作曲家瓦列茲(E. Varèse, 1883-1965)透過聲音科技的完全使用創作了《電子音詩》(Poème Électronique)，其素材取自於具象聲音如：鼓聲、噴射機聲、人聲，以及兩種電子音，運用聲音科技技術的速度改變、濾波、封波整型(Envelope shaping)與磁帶錄音機上之同步化操作技術將聲音變形後作為新的創作素材。在《電子音詩》作品裡，一些沒有相關性甚至對比性很強烈的聲音段落被前後連接在一起，許多的段落之聲音素材甚至沒有經過電子技術處理，更立即凸顯了這些相鄰片段之間的差異性，此手法源自於瓦列茲將音樂視為一種「組織聲響」(Organized Sound)的概念，此概念也奠定了三十年後磁帶音樂發展之方法論與美學基礎。

筆者於《水的姿態》的創作理念，即為呈現音樂上的蒙太奇概念，試圖將不同的材質，如：保特瓶、紙筒、玻璃瓶、塑膠袋…等，透過水做為媒介來發出不同的聲響，藉由這些聲響經過 AudioMulch 軟體的效果器、濾波器做即時聲音處理產生新的聲響素材，並且運用了水的聲音形變作為預置的播放聲響，其目的在於視聲音為抽象符號，經由刻意的排序表達聲音之間的關係為個體、對立、應和、

衍生。正如同蒙太奇概念給人的印象因人而異，透過一個一個不同的素材依照一定的順序連結，進而將這些具有連續性的素材綜合，使它產生作曲者本身所意圖的效果，這種創造過程可以比喻成一個工程師把一些零零碎碎的機件組合，配成一件完整的機器一樣。

第三節 音樂感知的虛與實

人類開始使用電子科技創作音樂以前，傳統樂器即為作曲家與演奏家所依賴的工具。二十世紀最顯著的音樂發展之一就是電子聲音科技使用於音樂工作中，使人類與聲音的關係產生了重大的改變，如唱盤與磁帶機的發明，能在任何時間將聲音記錄並被檢視與評估，甚至運用許多手法改變它，進而應用於創作上。電腦的數位音訊處理、數位聲音合成語言與電腦分析再合成技術，使創作者在聲音之變化、編輯、組織與聲音細微結構層次的合成設計上，有了前所未有的精確控制與潛力。

人對聲音的知覺包括四個要素：音高、強弱、音色和時值。這些要素是根據人對聲音的頻率、振幅、波形和時程等物理特徵的感受而形成的。不同的知覺各與相關的物理特徵相對應，但決定某種知覺的物理特徵並不是單一的，它同時受其他因素的影響，如強弱的感覺雖主要來自振幅，但同時也受頻率、時程、波形的影響。聽覺器官接受音波所得的聽覺印象是一整體，不是音波的個別物理特徵，由此形成人的音樂經驗和行為。也因此，作曲家們企圖尋找新的聲音素材，利用包含當代以前的各種科技產物來創造聲音素材，以達到創作意念的完整表達與音樂目的。

1969年，美國作曲家黎瑟(J-C Risset, 1938-)創作了《變化》(Mutation)，此作品是黎瑟使用了貝爾實驗室的「MUSIC V」電腦程式來設計與變化聲音，合成各種泛音之間的力度變化來創造他理想中的音色。《變化》是一首充滿聲音色彩與姿態的作品，其中包含了使用加法合成技術以及時值延展手法來創造特殊的聲響，這些特殊聲響使人的聽覺產生幻覺效果，呈現了超現實聲音的存在。

1985年，法國/加拿大作曲家羅列(D. Lorrain, 1948-)創作了《黑為夜色》(Black it stood as night)，使用相位音聲編碼(phase vocoding)技術，

在不改變音高的情況下將一記敲鈸聲音的封波之持續部分(sustain)拉長將近兩分鐘，超越了真實世界一記敲鈸聲音的物理現象，創造一種超現實的表達手法。

現代電腦科技發達，可透過電腦軟體做聲音形變，更有虛擬音源(VST instrument)可提供許多超現實聲音給作曲家做為音樂創作的素材。因為人對聲音的記憶與經驗，使得傳統樂器聲響與超現實聲音同時存在的當下，產生了熟悉與陌生的感受。也因此，傳統器樂與超現實聲音產生了對比、衝突，雖然這些對比與衝突來自人的感知與對聲音的經驗，但聲音來自個別的物理發生原理，如同瓦列茲是音樂為一種「組織聲響」，傳統樂器的聲音與超現實聲音皆為音樂創作的素材。

筆者於《木笛幻想曲》與《互動》的創作中，運用了傳統器樂與電腦製造出的超現實聲音做為音樂創作理念表達的素材，目的在於使用多元的音色來建構人類與機器的對話過程。多元的音色來源，包含了：

1. 以MIDI訊號控制電腦虛擬音源。
2. 電腦虛擬音源產生的預置聲音。
3. 透過效果器、濾波器的即時運算產生聲音形變。

即時互動音樂作品的創作使用了現代科技產品做為輔助設計的媒介，讓傳統器樂的演奏不再只是演奏者面對聽眾。從舞台表現面觀之，傳統聲響樂器與電腦都是靜態物體，而人扮演與觀眾互動之主體，具有主導性。樂器是音樂演奏中不可或缺的工具，人與樂器之互動成就了音樂會表演，而電腦的輔助讓聲響的豐富性更勝一籌。在即時互動音樂演出中，少了人的因素，無法構成演奏；少了傳統樂器，電腦只是乏味的機器；少了電腦科技的功能，演奏只是亂無章序的表達。因此，人、傳統樂器與電腦，三合一的演出才能充分表現出音響織度變化的樂念。

第四節 良好互動環境之營造

配合磁帶播放的互動音樂演奏，有機械時間(machine time)的限制，也就是說磁帶音樂的播放時間是固定的，演奏者需配合其播放時間來做音樂性時間(musical time)的調整，這樣的限制對演奏者而言，雖是要求精確，但卻

是不人道的，不夠自由的。因此，為了營造良好的互動音樂環境，使電腦控制更人性化，即時的電腦運算介面設計更顯得重要。

1. 電腦即時運算功能：演奏中若能隨心所欲地控制電腦聲響發生的時間點，對演奏者而言是一種解放，因為其演奏時間的拿捏更能依據演奏者對作品的詮釋與感知做即時的調整，無須掛慮演奏時間是否精確地搭配電腦聲響的播放。另一方面，演奏者對電腦運算所產生的結果，能有所預期。
2. 回歸原始狀態（reset）的設計：即時互動音樂的演奏，常常會碰到意外的聲音回給（feedback）現象所造成的演奏不順利，若能在電腦介面之中設計了「回歸原始狀態」的功能，在演出當中若碰到突來的意外，能即時做修正，便能讓演出順利進行。
3. 提供方便的外掛效果器介面：目前市面上的軟體效果器種類相當多樣，提供給作曲家豐富的選擇，因此互動音樂作品的電腦介面設計，若能讓這些外掛效果器容易被使用，就能幫助作曲家與演奏者選擇自己想要的效果器素材，以達到完整表達樂念的目的。
4. 多媒體的運用與發揮：現在多媒體的結合，讓音樂表現方式不僅僅是聲音而已，文字、影像、舞蹈、戲劇、燈光…等，都是提供互動藝術完整表達意念的素材。二十世紀末就有許多先驅致力於互動藝術的實驗與發展，結合音樂以外的不同領域做藝術創意合作，已經成為現代人於藝術創作中所採取的模式了。

科技的進步使人類對於藝術理念的表達更為方便且多元，為了區隔傳統的模式與開創新的可能性，跨領域合作的方式勢在必行。

第四章 《延伸》之創作方法與步驟

本章將以即時互動音樂作品《互動》的四個樂章為例，分別闡述其創作方法與步驟。

一、創作方法：

1. 利用 Max/Msp 與 AudioMulch 軟體作為電腦程式控制工具。
2. 結合現場樂器演奏，透過硬體感應器（包括聲音接受器、MIDI 控制踏板）驅動電腦，做聲音即時處理。
3. 依據電腦聲音即時處理所得之聲響，做樂器演奏之編寫與安排實驗。

二、創作步驟：

1. 作品共分為四個樂章：



項 目	作 品 名 稱	使 用 軟 體 工 具
第一樂章	廿一世紀的非洲鼓 (The 21st Century Djembe)	AudioMulch
第二樂章	直笛幻想曲 (Fantasia for Recorders)	Max/Msp
第三樂章	水的姿態 (Water)	AudioMulch
第四樂章	互動 (Interactions)	Max/Msp

2. 作品使用之硬體設備：

項 目	使 用 樂 器	多 媒 體 硬 體 設 備
第一樂章	14 吋非洲鼓	貼片式麥克風
第二樂章	高音、中音、次中音 木笛	MIDI 踏板、MIDI 訊號轉換介 面、麥克風、麥克風架
第三樂章	水、保特瓶、紙筒、 鞋墊、玻璃瓶、塑膠 袋、碼錶…等	麥克風、麥克風架

第四樂章	五個八度木琴、邦戈鼓(Bongo)、康加鼓(Conga)、五顆木魚	MIDI 踏板、MIDI 訊號轉換介面、麥克風、麥克風架
------	-----------------------------------	------------------------------

3. 作品之記譜法與演奏方式：

項 目	記 譜 法	演 奏 方 式
第一樂章	空間記譜法	配合軟體時間軸顯示做即興演奏
第二樂章	傳統記譜法	以傳統演奏方式搭配 MIDI 踏板，控制電腦做即時聲波處理
第三樂章	時間記譜法、傳統記譜法	配合碼錶時間計算演奏
第四樂章	傳統記譜法	以傳統演奏方式搭配 MIDI 踏板，控制電腦做即時聲波處理

筆者期盼透過此篇創作方法與步驟說明，提供更多音樂科技即時互動之作品，並給予演奏者不同類型的演奏形式，開拓聽眾更寬廣的聽覺視野，使多媒體應用更能以不同面貌具體呈現，最終目的在於增加國內音樂科技類作品之實驗結果。

第一節 第一樂章 - 《廿一世紀的非洲鼓》

4.1.1 硬體設備說明

1. 電腦：

最低配備	CPU Pentium III 700MHz 以上
	RAM 128MB
	Sound Direct X 9.0c 相容音效卡
	OS Windows ME、2000、XP
建議	CPU Pentium IV 以上
	RAM 256MB 以上

配	Sound Direct X 9.0c 相容音效卡
備	OS Windows ME、2000、XP

2. 貼片式麥克風：

貼片式麥克風的收音端為扁平式拾音器 (Pickup) (圖 13、圖 14) ，其原理是透過拾音器感應震動頻率，傳導至信號轉換插座 (Switchjack) (圖 15、圖 16) ，再將信號傳送至輸出端。



圖 13 貼片式麥克風拾音器正面



圖 15 貼片式麥克風拾音器側面



圖 14 貼片式麥克風的外型

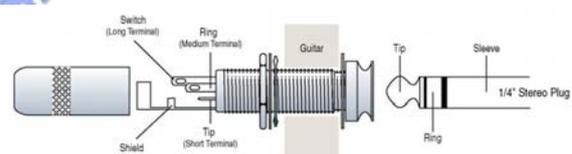


圖 16 信號轉插座的結構圖

演奏者將貼片式麥克風黏貼於傳統聲響樂器的發聲端 (例如非洲鼓的鼓皮) ，當演奏者演奏樂器時，貼片式麥克風的拾音器即時將樂器震動信號傳導至信號轉換插座，並藉由輸出端傳送至電腦的信號接收端 (Input) ，且利用 AudioMulch 軟體的聲音形變功能，將形變後的音訊傳送給揚聲器。聽眾所聽到的聲音，同時包含了傳統聲響樂器與電腦形變後的聲音，讓演奏聲響達到更豐富的效果。(圖 17)

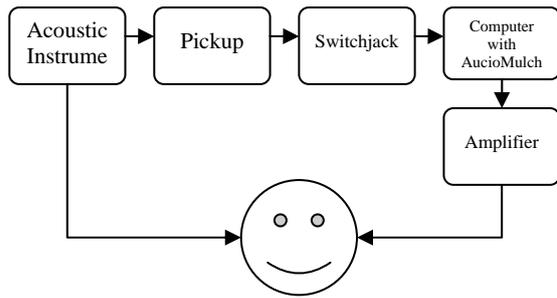


圖 17 聲響關係圖

3. 非洲鼓：一顆 11 吋以上的非洲鼓

4.1.2 記譜法說明

第一樂章 - 《廿一世紀的非洲鼓》(The 21st Century Djembe) 之音樂結構分為兩大大段：1. 獨奏樂段 - 即興式的導奏。2. 即時互動演奏樂段 - 與電腦同步進行的演奏。第一部份的記譜法，提供了七個節奏模式給演奏者自由組合。(譜例 1)



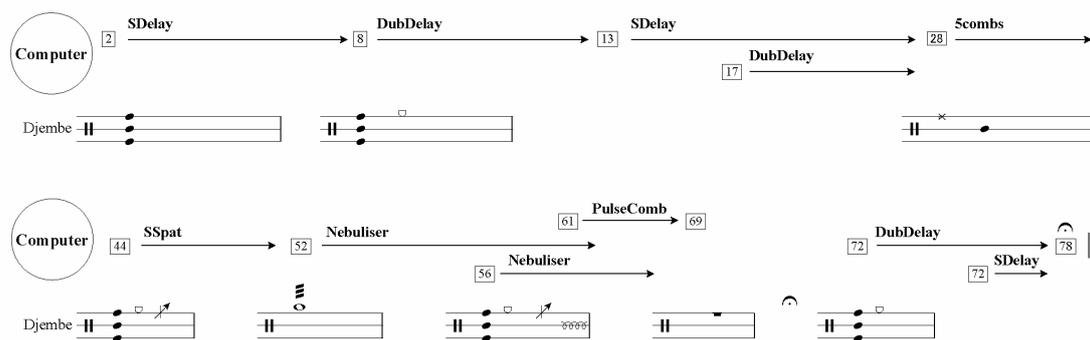
譜例 1 《廿一世紀的非洲鼓》獨奏樂段

Intro

Djembe

第二部份的記譜法包含了電腦執行時間與非洲鼓演奏技法：電腦執行的記譜，採用小節數標記，並註明各樂段所使用的軟體效果器，例如 SDelay、DubDelay、5combs...等。(譜例 2)

譜例 2 《廿一世紀的非洲鼓》即時互動演奏樂段

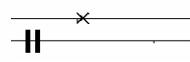


非洲鼓演奏技法的記譜如下：

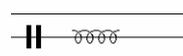
1. 基本演奏法，包含高音、中音、低音的演奏記譜。



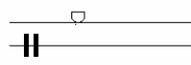
2. 以手指頭輕輕敲打鼓皮。



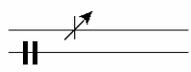
3. 以指甲摩擦鼓皮。



4. 以彈指方式，將手指頭猛力貼住鼓皮邊緣，發出較高的泛音。



5. 左手肘貼壓整面鼓皮，當右手拍打鼓皮邊緣時，逐漸放開手肘，造成因高逐漸上升的效果。



4.1.3 演奏法說明

樂曲的開頭是非洲鼓的獨奏，演奏者根據樂譜提供的七個不同節奏任意組合。當獨奏樂段約兩分鐘後，演奏者可以利用速度漸慢方式直接導入即時互動演奏的樂段（當電腦的空白鍵被按下時，電腦演奏即被啟動）。樂譜中記載演奏時電腦所顯示的小節數，演奏者需依照電腦的小節數做即興演奏與演奏技法變換。

4.1.4 軟體介面設計說明

筆者使用 AudioMulch 軟體作為即時互動音樂作品《廿一世紀的非洲鼓》之媒介，運用 AudioMulch 的效果器 (Effects)、濾波器 (Filters)，以及參數調變模式 (Parameter Modulation) 與即時產生聲響形變功能，以達到演奏者與電腦聲響互動之目的。以下將說明此作品之軟體介面設計：(圖 18)

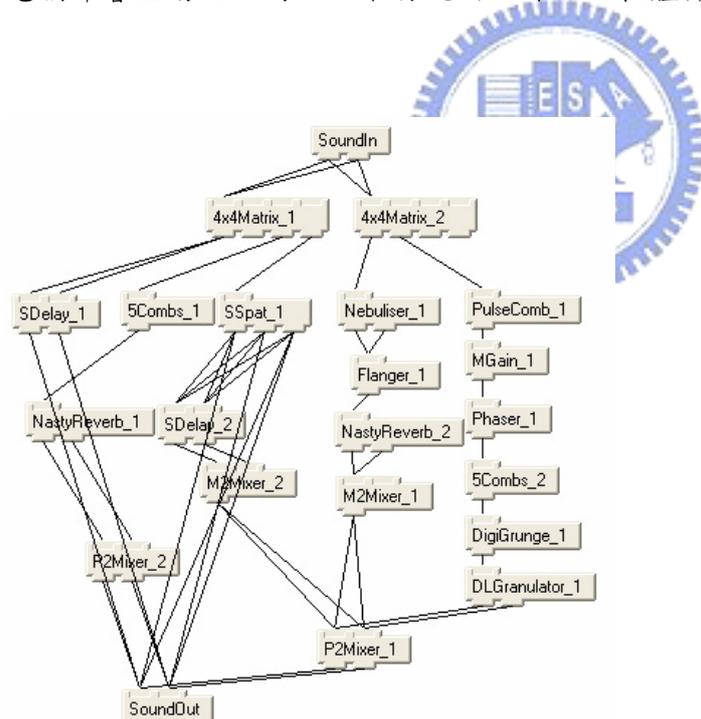


圖 18 《廿一世紀的非洲鼓》AudioMulch 軟體介面設計圖

AudioMulch 是一套在微軟 Windows 作業系統下提供音樂家互動模式的軟體。其功能包含信號產生器 (Signal Generators)、效果器 (Effects)、濾

波器 (Filters) ，供使用者自由運用並即時產生聲響形變。

1. 效果器 (Effects) :

- (1) SDelay : 單聲道輸入、雙聲道輸出的聲音延遲效果器。其運作原理是利用訊號回給 (feedback) 之時間差產生聲音延緩出現。(圖 19)



圖 19 AudioMulch 之 SDelay 介面圖

- (2) DubDelay : VST 外掛聲音延遲、變形效果器。其功能是產生聲音重複時間 (time) 之漸快、漸慢模式，同時也改變音高 (pitch) 之漸高與漸低。
- (3) SSpat : 單聲道輸入、雙聲道輸出的音場改變效果器，利用參數的控制製造聲音位移變化。(圖 20)

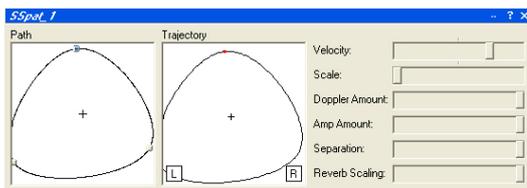


圖 20 AudioMulch 之 SSpat 介面圖

- (4) PulseComb : 聲波振幅改變的效果器，其功能是改變聲音的長度 (duration) ，並利用回給 (feedback) 、延遲 (delay) 、重複 (repeat) ，改變聲音的音長、音高、節奏。

2. 濾波器 (Filters) :

- (1) 5Combs : 音高濾波器。利用參數設定來過濾聲音，保留預設之音高，

如同五弦吉他。(圖 21)

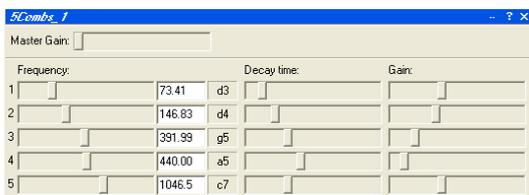


圖 21 AudioMulch 之 5Combs 介面圖

(2) Nebuliser：改變音長、音高、節奏之濾波器。Grain Amplitudes 使聲音特定振幅範圍產生聲音顆粒化效果。Transposition factor 改變音高。Interonset time 依音長 (duration) 設定來改變聲音 (當音長設定值小於 Interonset time 之設定值時，即發生作用)。(圖 22)

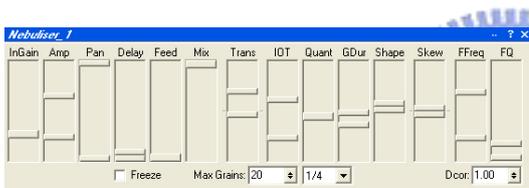


圖 22 AudioMulch 之 Nebuliser 介面圖

3. 參數調變模式：

AudioMulch 的物件中具有參數化功能，使用者可藉由自動化 (Automate) 來預置時間軸 (Timeline) 中的參數變化。(圖 23)

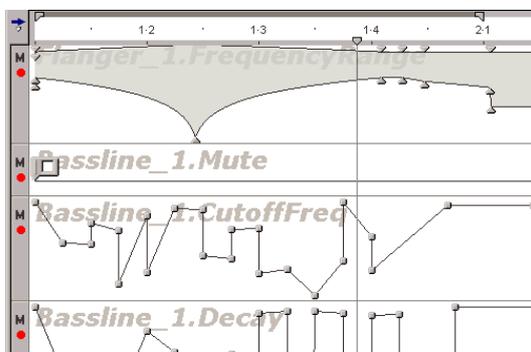


圖 23 AudioMulch 之參數調變模式

此介面設計中，值得一提的是，利用 AudioMulch 的通道功能 (Mixers) 作為預設效果器即時選擇的控制媒介。筆者選擇使用兩組 4x4Matrix 物件 (圖 24)，並且運用其參數調變模式，在電腦執行運算過程中做自動化通道選擇，用以控制在相對時間下，該效果器功能的開關。

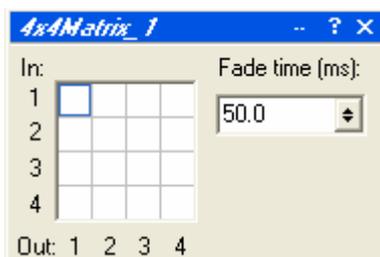


圖 24 AudioMulch 之 4x4Matrix 介面圖

第二節 第二樂章 - 《木笛幻想曲》

4.2.1 硬體設備說明

1. 電腦：

最低配備	最 CPU Pentium III 700MHz 以上
	低 RAM 128MB
	配 Sound Direct X 9.0c 相容音效卡
	備 OS Windows ME、2000、XP
建議配備	建 CPU Pentium IV 以上
	議 RAM 256MB 以上
	配 Sound Direct X 9.0c 相容音效卡
	備 OS Windows ME、2000、XP

2. 木笛：

高音木笛 (Soprano)、中音木笛 (Alto)、次中音木笛 (Tenor)

3. MIDI 踏瓣：Behringer FCB 1010 Midi Foot Controller

Behringer FCB 1010 Midi Foot Controller 提供了 10 個基本踏瓣的開/關控制，10 組以上的記憶庫，也就是 100 個以上的獨立 MIDI 訊號可被運用，其最簡單的功能為利用 MIDI 訊號控制電腦工作。(圖 25)

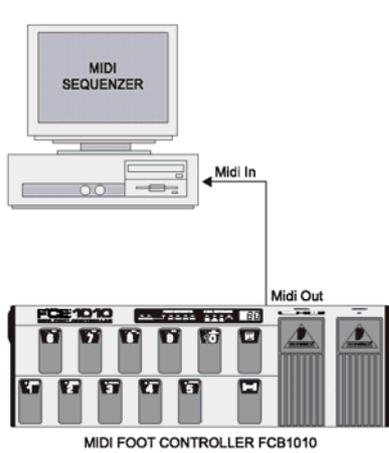


圖 25 FCB1010 與電腦連結

4.2.2 記譜法說明

第二樂章 - 《木笛幻想曲》(Fantasia for Recorders) 之記譜法，採用了傳統音樂記譜法與現代音樂記譜法做為創作記錄，作品說明如下：

1. 樂器使用說明：以文字框標示該樂段需使用的樂器，如：Soprano recorder、Alto recorder、Tenor recorder。(譜例 3)

譜例 3 《木笛幻想曲》樂器使用標示

Tenor recorder

Tempo free

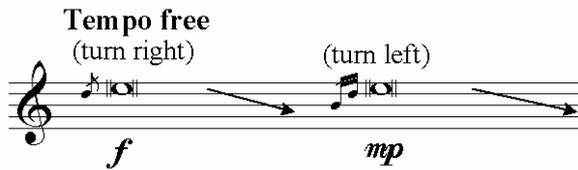
0123456 012346

The musical notation shows a treble clef and a staff with notes and fingerings. The notes are marked with fingerings: 0123456 and 012346.

2. 樂器演奏指法說明：為製造特殊演奏效果，樂譜中以木笛的指法數字標示，如：0123456、012346。(同譜例 4-3)

3. 演奏動作說明：為使音樂演奏的舞台效果鮮明，樂譜中以 turn right (轉身向右)、turn left (轉身向左) 提示演奏者該有的動作。(譜例 4)

譜例 4 《木笛幻想曲》演奏動作標示



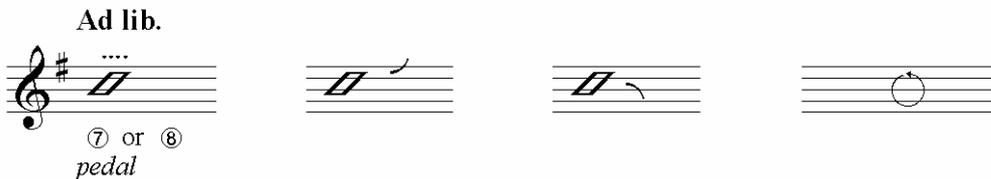
4. MIDI 踏瓣號碼說明：演奏者於演奏同時，需以腳踩踏 MIDI 踏瓣，於樂譜中標示該樂段需踩踏的踏瓣編號。(譜例 5)

譜例 5 《木笛幻想曲》MIDI 踏瓣編號標示



5. 即興演奏記譜說明：樂譜中的即興演奏記譜共有四個，分別為短音吹奏、上滑音吹奏、下滑音吹奏、自由吹奏。這四種演奏法可以自由編排，並且運用 MIDI 踏瓣編號七、編號八的功能做即興演奏。(譜例 6)

譜例 6 《木笛幻想曲》即興演奏記譜



4.2.3 軟體介面設計說明

筆者使用 MAX/MSP 軟體作為即時互動音樂作品《木笛幻想曲》之平台，其中包含了 MAX 隨機產生 MIDI 訊號的設計，以及 MSP 之 VST~物件所構成的外掛

效果器使用介面，藉著 MIDI 踏瓣的控制與電腦同步運算做電子音播放與即時聲音回饋的結果，以達到演奏者與電腦聲響互動之目的。以下將說明此作品之軟體介面設計：(圖 26)

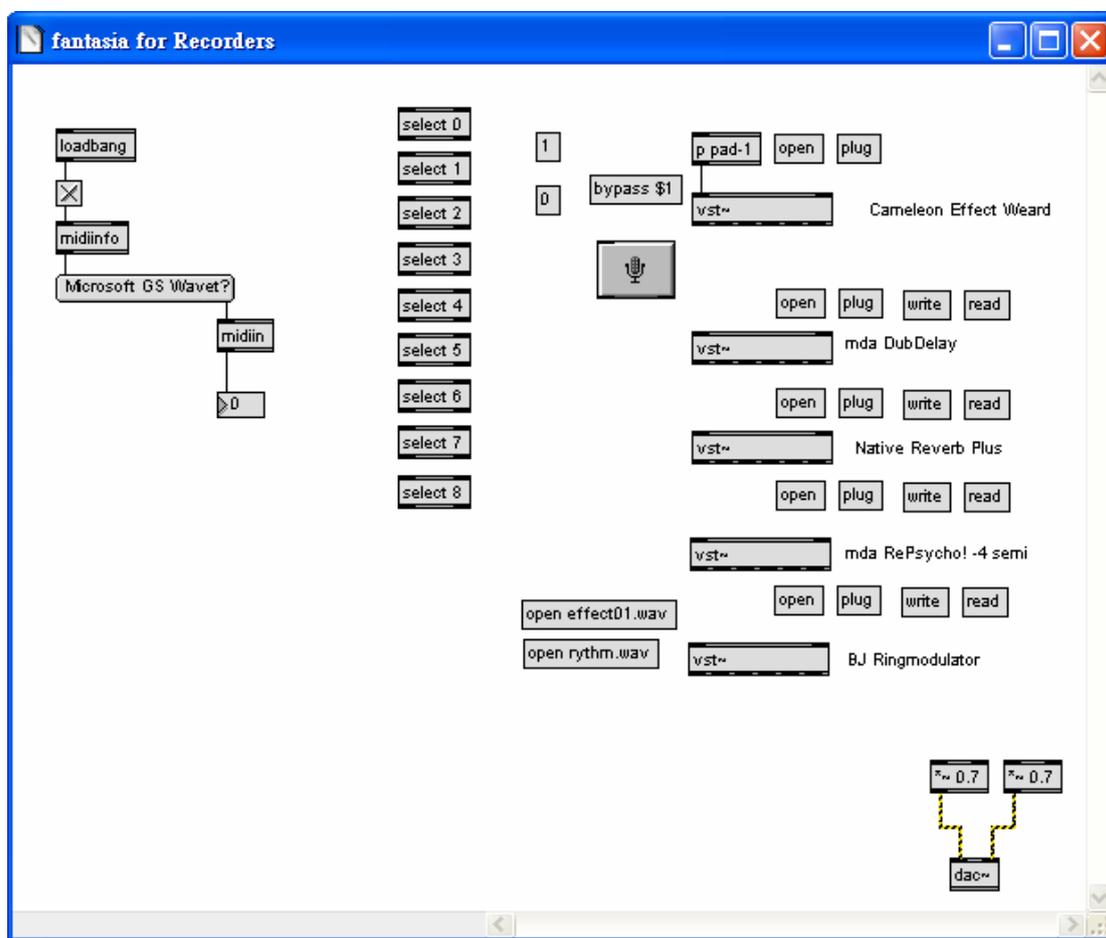


圖 26 《木笛幻想曲》MAX/MSP 軟體介面設計圖

1. 利用 VST Instrument 改變音色：

以準則作曲手法產生隨機的 MIDI 訊號 (包含音高、音量、音長) 所設計的介面 (圖 27)，並且透過 MSP 之 VST~物件，嵌入軟體音源器 (圖 28)，使原本單調的電子聲變為較豐富的音色。此設計中，prepend 144 代表 16 個 MIDI 頻道的開關控制，主要功能在於使 VST Instrument (外掛軟體音源器) 做訊號辨識與轉換，並且讓音效介面做數位訊號轉換為類比訊號 (DAC) 而透過喇叭發出聲響。

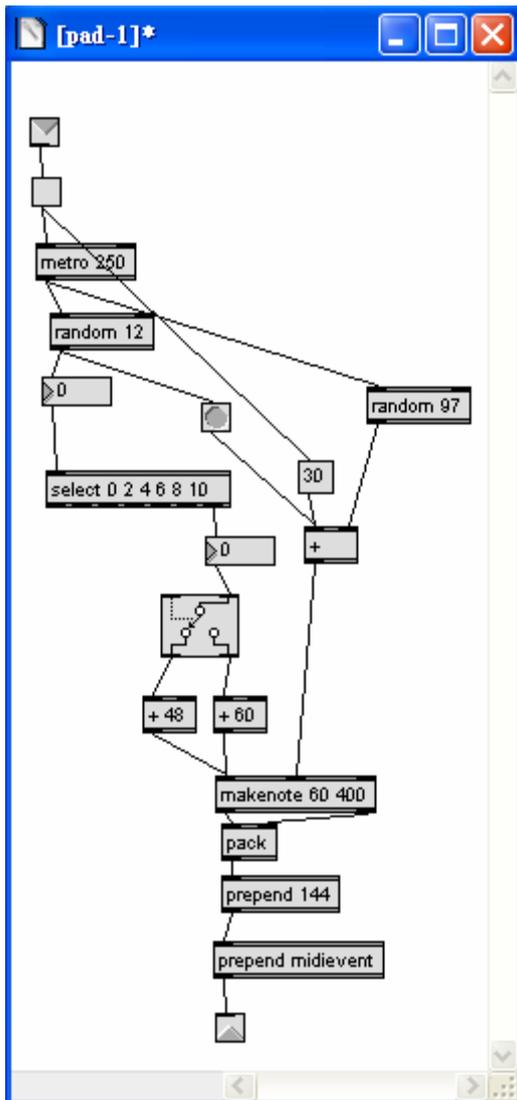


圖 27 《木笛幻想曲》準則作曲法產生 MIDI 訊號介面

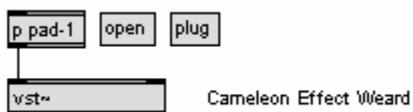


圖 28 《木笛幻想曲》外掛軟體音源器控制介面

2. 外掛效果器：

以 VST~物件嵌入各式軟體效果器 (VST Effect)，其目的在於減少電腦執行 MSP 軟體運算時所消耗的資源，使軟體運作、即時聲音形變轉換更加順暢。(圖 29)

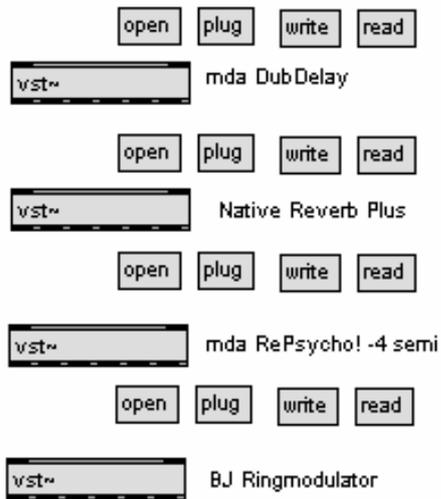


圖 29 《木笛幻想曲》外掛軟體效果器介面

3. MAX 接收 MIDI 踏瓣訊號之設計：

使用 MAX 之 select 物件做訊號接收與指令分配工作，在音樂演奏的過程中，由演奏者透過 MIDI 踏瓣自由控制電腦。(圖 30)

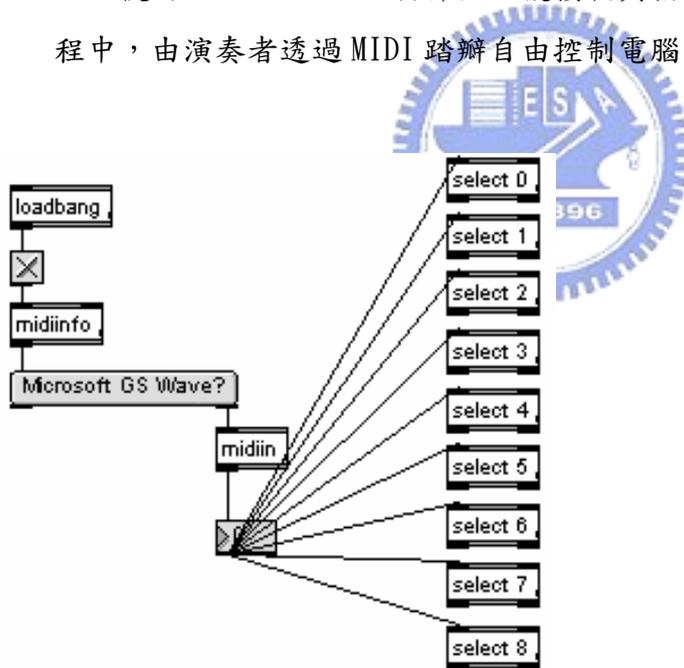


圖 30 《木笛幻想曲》MAX 之 select 物件設計

第三節 第三樂章 - 《水的姿態》

4.3.1 硬體設備說明

1. 電腦：

最低配備	CPU	Pentium III 700MHz 以上
	RAM	128MB
	Sound	Direct X 9.0c 相容音效卡
	OS	Windows ME、2000、XP
建議配備	CPU	Pentium IV 以上
	RAM	256MB 以上
	Sound	Direct X 9.0c 相容音效卡
	OS	Windows ME、2000、XP

2. 樂器：

水、冰塊、大水缸、保特瓶、紙筒、鞋墊、玻璃瓶、塑膠袋、碼錶。

3. 收音設備：

麥克風、麥克風架

4.3.2 記譜法說明

第三樂章 - 《水的姿態》(Water) 之記譜法，採用了傳統音樂記譜法與現代音樂記譜法做為創作記錄，傳統音樂記譜法將節奏清楚地標示，現代音樂記譜法將演奏的時間與使用的樂器作品以文字標示，說明如下：

- 時間標示說明：演奏的同時，以碼錶計算時間，並以數字標示時間點，如：8"、32"、56"。(譜例 7)

譜例 7 《水的姿態》時間標示

START	8"	32"	56"
	-	倒冰塊	倒水

2. 樂器使用與演奏動作說明：以文字敘述方式標示該樂段所使用的樂器，以及演奏方式，如：倒冰塊、倒水、保特瓶、拿圓筒…等。(譜例 8)

譜例 8 《水的姿態》樂器使用與演奏動作標示

START 8" 32" 56"

倒冰塊 倒水 保特瓶

$\text{♩} = 60$
COMPUTER SOUND

1'32" 1'40" (圓筒插入水面，深度隨機，鞋墊拍打圓筒口，製造音高不同的聲響)

拿圓筒 *mf* *f*

3. 電腦聲響標示說明：舉凡作品中電腦聲響為節奏模式者，皆以傳統節奏記譜法標示，並於樂譜中註明為 Computer sound。(譜例 9)

譜例 9 《水的姿態》電腦聲響標示

$\text{♩} = 60$
COMPUTER SOUND

1'32" 1'40" (圓筒插入水面，深度隨機，鞋墊拍打圓筒口，製造音高不同的聲響)

拿圓筒 *mf* *f*

p $\underline{\underline{3}}$ *mf* $\underline{\underline{3}}$ *ff* *sf* *SUBITO p* *mp*

(鋪塑膠袋於水面上)

$\text{♩} = 120$
2'52" (COMPUTER SOUND)

MALLETS

f

4.3.3 演奏法說明

演奏《水的姿態》時，須以碼錶計算演奏時間來作為樂段的區隔。樂譜中記載，如「倒冰塊」、「倒水」、「保特瓶」等，即採用即興演奏方式製造聲響，透過麥克風傳達聲音至電腦，經由電腦的即時運算產生聲音形變，其用意在於製造更豐富的演奏聲響。樂譜中記錄包含了電腦聲響的節奏模式與現場演奏的節奏模式，並以速度記號標示演奏的速度，演奏者需聆聽電腦的節奏速度來進行演奏，以達到演奏者與電腦互動之效果。

4.3.4 軟體介面設計說明

筆者使用 AudioMulch 軟體作為即時互動音樂作品《水的姿態》之媒介，運用 AudioMulch 的效果器 (Effects)、濾波器 (Filters)、訊號產生器 (Signal Generators)，以及參數調變模式與即時產生聲響形變功能，以達到演奏者與電腦聲響互動之目的。以下將說明此作品之軟體介面設計：（圖 31）

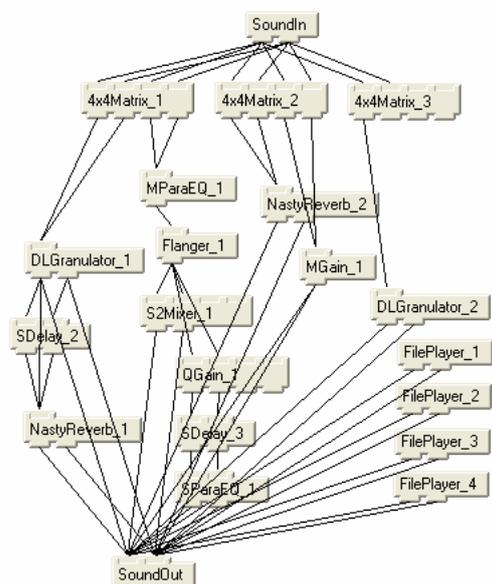


圖 31 《水的姿態》AudioMulch 軟體介面設計圖

1. 效果器：

- (1) DLGranulator：單聲道輸入、雙聲道輸出的聲音粒狀合成效果器。其中包含聲音輸入大小控制 (Input Gain)、振幅 (Grain Amplitudes)、聲音相位 (Grain Pans)、延遲效果 (Grain Sampling Delay)、滯留 (Delay line freeze)、訊號回給 (Feedback)、效果大小控制 (Wet / dry mix)、聲音位移 (Transposition factor)、聲音粒子間距 (Interonset time)、量化 (Quantization amount and quantization grid)、聲音粒子長度 (Grain Duration)、聲音粒子狀態 (Envelope shape)、封包扭曲 (Envelope Skew) 等控制項。(圖 32)

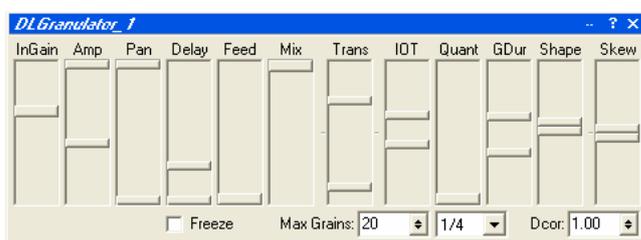


圖 32 AudioMulch 之 DLGranulator 介面

- (2) Flanger：聲音凸緣化。此效果器使聲音形變如同齒輪般，可控制聲音形變範圍 (從 20hz 到 4000hz)、聲音形變頻率 (從 100 秒一迴圈至每秒 100 迴圈)、訊號回給以及效果大小控制。(圖 33)

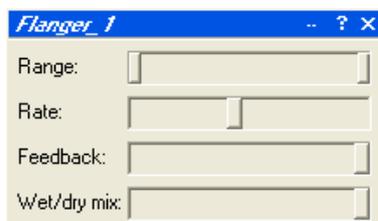


圖 33 AudioMulch 之 Flanger 介面

2. 檔案播放器 (FilePlayer)：利用檔案播放器可將預錄好的聲音檔案藉由其參數調變模式的自動化，在預置時間軸中設定播放的起始、停止時間。(圖 34)

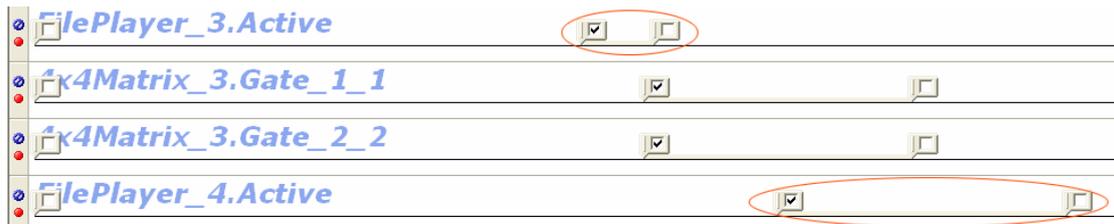


圖 34 AudioMulch 之 FilePlayer 的播放時間控制

3. VST 外掛效果器：筆者於 mda.smartelectronix.com 找到免費提供的 VST 效果器，並選擇兩個適合的效果器作為此作品之設計原件。

- (1) mda_RePsycho：此效果器之主要功能在於音高的改變，可隨機產生不同的音高變化。(圖 35)

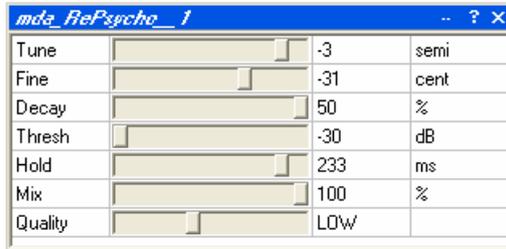


圖 35 mda_RePsycho 之介面

mda_DubDelay：此效果器之主要功能為產生殘響，其殘響效果分為兩種，一為殘響時間漸短，聲音漸高；反之，殘響時間漸長，聲音漸低。(圖 36)

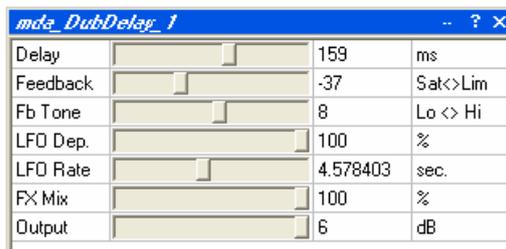


圖 36 mda_DubDelay 之介面

由於此作品演出時須配合碼錶計算時間，因此時間軸的控制非常重要，其中包含了效果器的開關與檔案播放的起始、結束時間。(圖 37)



圖 37 《水的姿態》AudioMulch 的時間軸

第四節 第四樂章 - 《互動》

4.4.1 硬體設備說明

1. 電腦：

最	CPU Pentium III 700MHz 以上
低	RAM 128MB
配	Sound Direct X 9.0c 相容音效卡
備	OS Windows ME、2000、XP
建	CPU Pentium IV 以上
議	RAM 256MB 以上
配	Sound Direct X 9.0c 相容音效卡
備	OS Windows ME、2000、XP

2. 樂器：

五個八度木琴、邦戈鼓 (Bongo)、康加鼓 (Conga)、五顆木魚、一面吊鈸

3. 多媒體硬體設備：

MIDI 踏瓣、MIDI 訊號轉換介面、麥克風、麥克風架

4.4.2 記譜法說明

第四樂章 - 《互動》之記譜法，採用了傳統擊樂記譜法做為創作記錄，說明如下：

1. 踏瓣記號說明：樂譜中採文字標示功能踏瓣的編號，以提示演奏者，並註明該編號之踏瓣所播放的音樂檔案名稱或效果器名稱，如 pedal 1、sound01.wav…等。(譜例 10)

譜例 10 《互動》時間標示

as soon as possible

fff

pedal ① (sound01.wav)

2. 樂器使用與演奏動作說明：以文字敘述方式標示該樂段所使用的樂器，以及演奏方式，如：Woodblock、Bongo、Conga…等。(譜例 11)

譜例 11 《互動》樂器使用與演奏動作標示

$\text{♩} = 72$

Woodblock

Bongo

Conga

mp *subito p* *pp* *f* *fff*

(表情疑惑地走到木魚後方，
並嘗試檢查、撫摸木魚，再走回原位)

3. 即興演奏說明：樂譜中記載即興演奏樂段，以不同長短的符桿標示，並以符尾漸增的記譜法表示演奏速度由慢而快。(譜例 12)

譜例 12 《互動》即興演奏標示

Tempo free
Woodblock

mf *f* *p* *f* *sfz*

4.4.3 演奏法說明

《互動》之演奏法為現代擊樂演奏法，即依照樂譜所記載來演奏綜合打擊樂器，並依照指示以腳控制 MIDI 踏瓣觸發電腦預置聲響與效果器。效果器的用意是透過麥克風接收樂器聲音至電腦，經由電腦的即時運算產生聲音形變，其目的為製造更豐富的演奏聲響。樂譜中記錄包含了演奏速度、表情，以及電腦預置聲響的編號與效果器名稱，演奏者需聆聽電腦預置聲響或形變後的聲響做演奏的調整，以達到演奏者與電腦互動之效果。



4.4.4 軟體介面說明

筆者使用 MAX/MSP 軟體作為即時互動音樂作品《互動》之平台，其中包含了 MAX 接收 MIDI 踏瓣訊號之設計、MAX 控制預置聲響播放之設計，以及 MSP 之 VST~物件所構成的外掛效果器使用介面，藉著 MIDI 踏瓣的控制與電腦同步運算做電子音播放與即時聲音回饋的結果，以達到演奏者與電腦聲響互動之目的。以下將說明此作品之軟體介面設計：(圖 38)

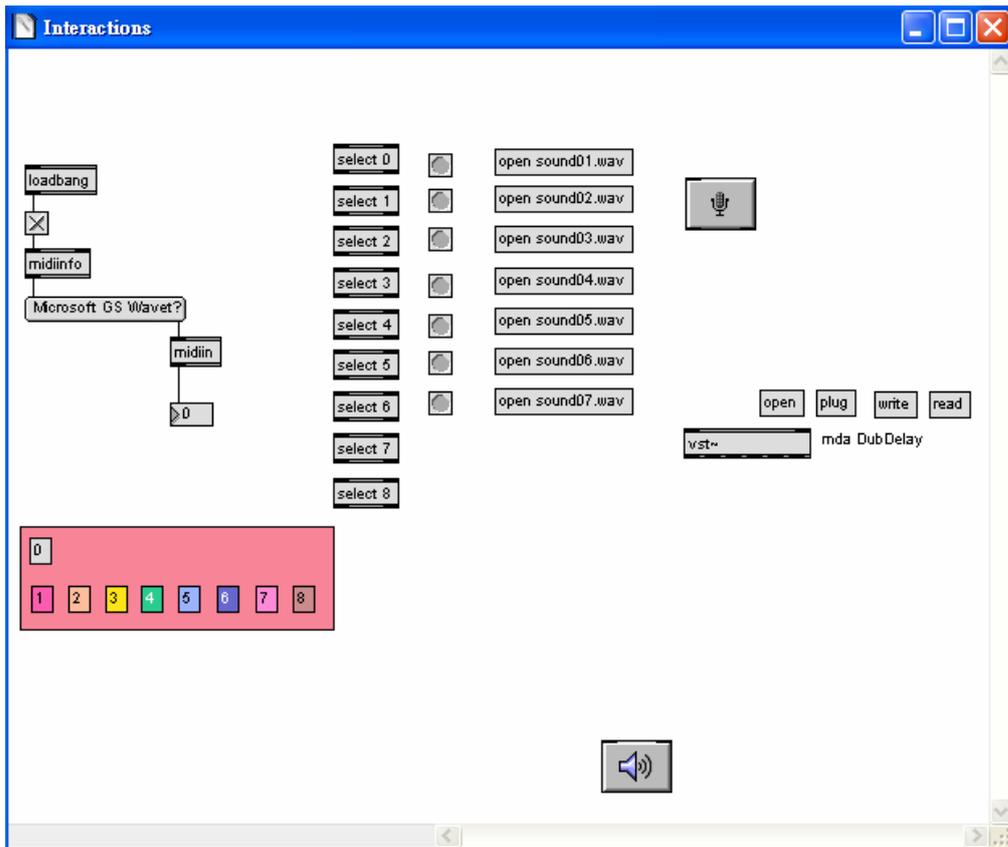


圖 38 《互動》MAX/MSP 軟體介面設計圖

1. MAX 接收 MIDI 踏瓣訊號之設計：

使用 MAX 之 select 物件做訊號接收與指令分配工作，在音樂演奏的過程中，由演奏者透過 MIDI 踏瓣自由控制電腦，亦可由另一位電腦操作者以滑鼠點選功能編號。(圖 39)

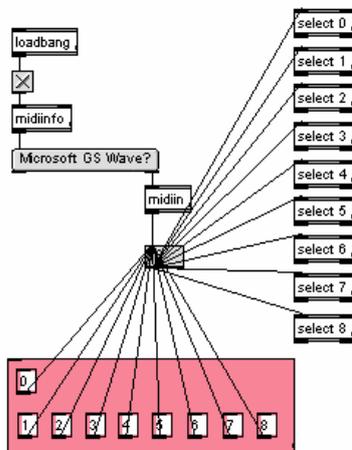


圖 39 《互動》MAX 之 select 物件設計

2. 外掛效果器：

以 VST~物件嵌入各式軟體效果器 (VST Effect)，其目的在於減少電腦執行 MSP 軟體運算時所消耗的資源，使軟體運作、即時聲音形變轉換更加順暢，如：外掛 mda_DubDelay 效果器。(圖 40)



圖 40 《互動》外掛軟體效果器介面

3. MAX 控制預置聲響播放之設計：

使用 MAX 之文字訊息物件做指令使其控制預置聲響的檔案，在音樂演奏的過程中，演奏者可透過 MIDI 踏瓣或滑鼠自由控制預置聲響，其中編號 0 的功能為回歸原始狀態 (reset)。(圖 41)

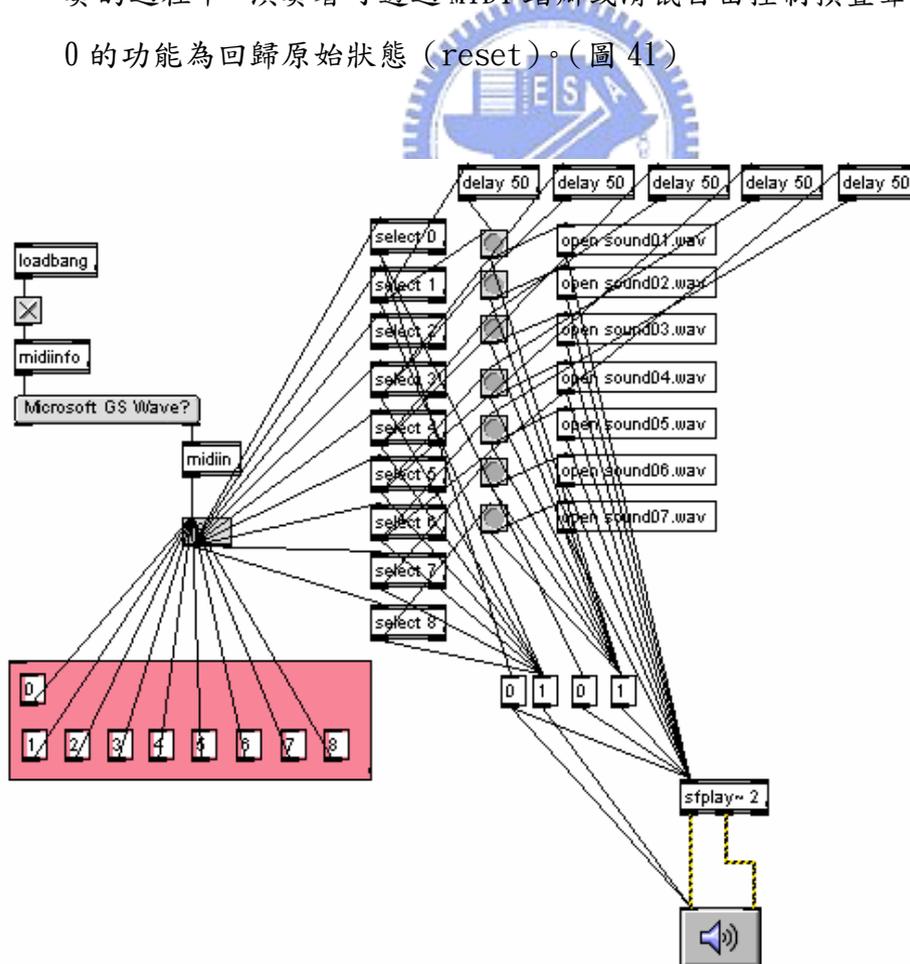


圖 41 《互動》MAX 控制預置聲響播放之設計

第五章 作品呈現與樂曲解析

第一節 《廿一世紀的非洲鼓》

《廿一世紀的非洲鼓》全曲主要分為兩個段落：一為非洲鼓即興獨奏樂段，另一為非洲鼓結合電腦運算演奏樂段。

一、非洲鼓即興獨奏樂段：

樂譜中提供了七個不同的節奏模式（譜例 13）給予演奏者做為即興節奏的參考，演奏者可自由編排其順序，演奏時間大約兩分鐘，隨即帶入第二樂段－非洲鼓結合電腦運算演奏。筆者創作此作品的本意，於第一樂段的即興部分可用戲劇表演方式呈現，例如搭配詩詞吟詠的獨白、配合歌唱式的即興…等，目的在於樂曲的開頭能如同故事敘述的引導。

譜例 13 《廿一世紀的非洲鼓》即興參考節奏



二、非洲鼓結合電腦運算演奏樂段：

當啟動電腦時，視窗下方的小節數將開始計算，樂譜中同時標明小節數、演奏法與電腦所使用的效果器、濾波器等（圖 42）。

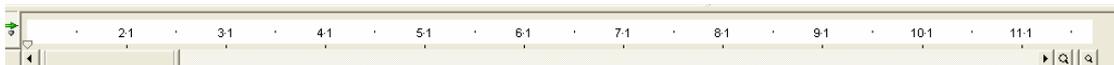
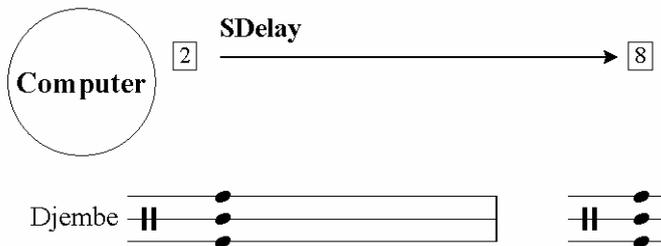


圖 42 AudioMulch 小節顯示欄

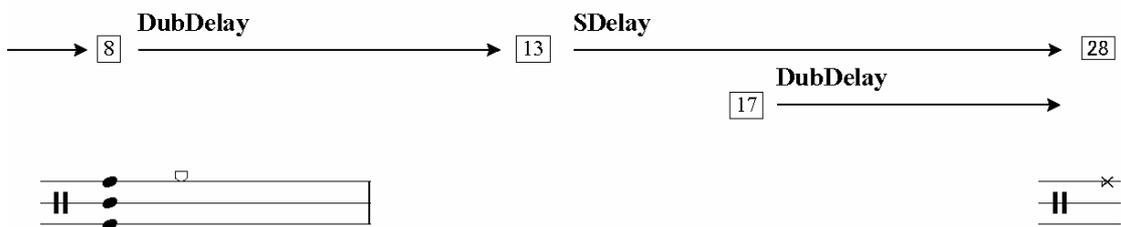
1. 基本打法與 SDelay 效果：第 2-8 小節所使用的演奏法為高音、中音、低音三種非洲鼓的基本演奏法，電腦效果器為 SDelay，即電腦透過貼片式麥克風接收非洲鼓音響之後，產生延遲的效果，演奏者依據電腦所產生的迴響，做下一步演奏的決定（譜例 14），此樂段如同樂曲的導奏。

譜例 14 《廿一世紀的非洲鼓》第 2-8 小節



2. 泛音演奏的加入：第 8-28 小節加入泛音演奏方式，即以彈指方式，將手指頭猛力貼住鼓皮邊，發出較高的泛音。電腦的即時運算包含了 DubDelay、SDelay 的使用，DubDelay 的效果，使得延遲的聲音同時產生隨機的音高與節奏變化，演奏者依據電腦所產生的迴響，做下一步演奏的決定（譜例 15），此樂段如同樂曲的呈示部。

譜例 15 《廿一世紀的非洲鼓》第 8-28 小節



3. 5combs 濾波器：第 28-44 小節使用了 5combs 濾波器，其功能使非洲鼓的聲音經過電腦運算處理後，變成有音高的聲音，5combs 可同時設定五個頻率通道（圖 43），將非洲鼓的泛音依照所設計的頻率過濾，

產生類似鋼弦吉他撥弦的高頻聲響，演奏者依據電腦所產生的迴響，做下一步演奏的決定（譜例 16），此樂段如同樂曲的過門（Transition）。

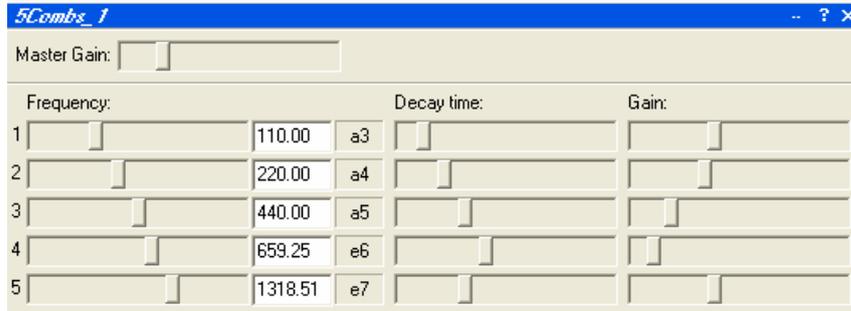
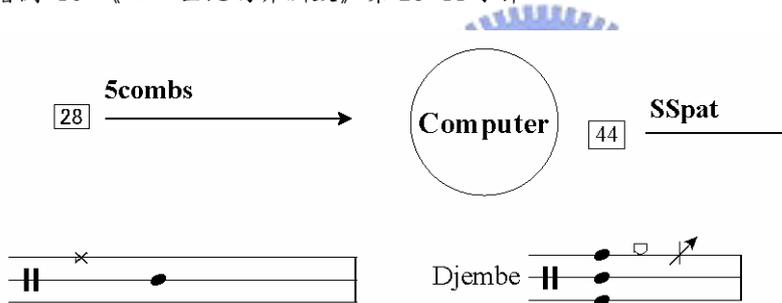


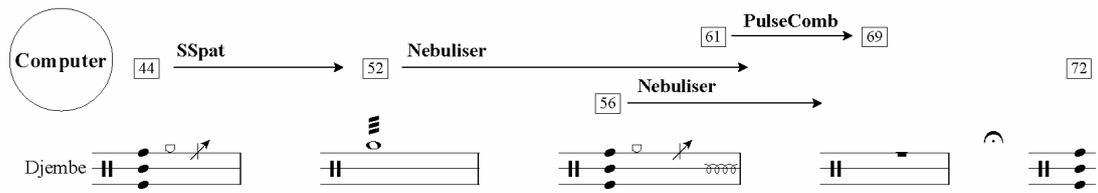
圖 43 AudioMulch 之 5combs 介面

譜例 16 《廿一世紀的非洲鼓》第 28-44 小節



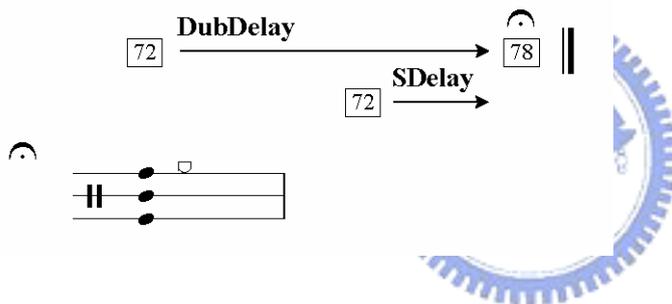
4. 發展部：第 44-72 小節加入了許多的效果器與濾波氣得使用，如 SSpat、Nebuliser、PulseComb 等，配合豐富的演奏法，如左手肘貼壓整面鼓皮，當右手拍打鼓皮邊時，逐漸放開手肘，造成音高逐漸上升的效果；輪奏以及用指甲摩擦鼓皮等，其目的在於產生豐富的音色與節奏變化，締造生動的音樂姿態。演奏者依據電腦所產生的迴響，做下一步演奏的決定（譜例 17），此樂段如同樂曲的發展部。

譜例 17 《廿一世紀的非洲鼓》第 44-72 小節



尾奏：第 72 小節之前，樂譜中標示了延長記號，即為樂曲將近入尾聲。第 72-78 小節的演奏法，回歸至單純的基本演奏法，電腦使用的效果器使用了延遲的效果，其用意在於讓樂曲的結束回歸原始，在聲響效果上由豐富變為單薄。演奏者依據電腦所產生的迴響，做下一步演奏的決定（譜例 18），此樂段如同樂曲的尾奏（Coda）。

譜例 18 《廿一世紀的非洲鼓》第 72-78 小節



第二節 《木笛幻想曲》

《木笛幻想曲》是一首寫給木笛家族（高音木笛、中音木笛、次中音木笛）與 MAX/MSP 軟體的互動式音樂作品，其樂曲解析如下：

1. 吟唱式的木笛獨奏：樂曲開頭以次中音木笛（Tenor recorder）獨奏做為引導，次中音木笛渾厚與溫暖的音色藉著特殊的現在吹奏法來營造悠遠、飄渺的東方色彩。樂譜中標示自由速度（Tempo free），演奏者透過指法的變換來製造滑音效果，並且利用運氣來控制抖音的幅度，以達到音樂張力的表現（譜例 19）。緊接著以四分音符等於六十的速度、由慢而快以及自由速度等三種不同的速度變化方式演奏，此處的旋律使用了中國七聲音階徵調式，演奏者需透過轉身向右、向左的舞台動作來呈現聲音的上揚與聲

響效果變化。筆者的構想是希望此樂段的氛圍能營造中國詩詞吟詠的呈現，利用西方樂器的音色來表達東方音樂色彩，作為揭開木笛幻想曲的序幕（譜例 20）。

譜例 19 《木笛幻想曲》之開頭

譜例 20 《木笛幻想曲》之次中音木笛獨奏樂段

2. 電子原音與效果器的搭配：樂譜中踏瓣編號一的出現，演奏者使用 MIDI 踏瓣驅動電腦預設的電子原音，筆者以準則作曲手法預置了一個以全音階作為基礎的隨機音樂（圖 44）作為次中音木笛轉換成中音木笛（Alto recorder）的橋段。此處的用意在於利用超現實聲響製造音色的變化，也是本曲中首次出現的電腦聲響。當樂器轉換為中音木笛時，以自由速度演奏樂譜中標示的音群，搭配全音音階效果的電子原音製造傳統器樂與超現實聲響的形色交織。踏瓣編號二之功能為播放預置的電腦聲響，此聲響使用了虛擬音源器錄製，有科幻的效果。踏瓣編號三之功能為殘響(reverb)，其目的在於改變木笛的聲響，利用效果器即時處理，讓木笛的音色變得更悠遠。踏瓣編號四之功能為迴響(delay)，其目的用於區別踏瓣編號三的音色，使聲響密度更緊湊。（譜例 21）

select 0 2 4 6 8 10

圖 44 《木笛幻想曲》MAX 之全音音階設計

譜例 21 《木笛幻想曲》之中音木笛演奏樂段

Alto recorder

♩=60

pedal ①

pedal ②

pedal ③

pedal ④

pedal ⑤

accel.

♩=182

3. 大自然聲音素材的使用：樂譜中踏瓣編號五的功能為播放預置的電腦聲響（圖 45），此聲響取自於大自然的蟲鳴聲，搭配高音木笛嘹亮的音色，筆者欲於此處營造出寧靜、樸實、自在的氛圍。高音木笛以自由速度演奏，樂譜中並且以延長記號標示出五個樂句，其目的在於使演奏更加從容。緊接著轉換為中音木笛演奏，其目的有二：一為音色改變，二為音域改變。其中四四拍段落之音樂設計，是為了展現演奏技巧而編寫。（譜例 22）

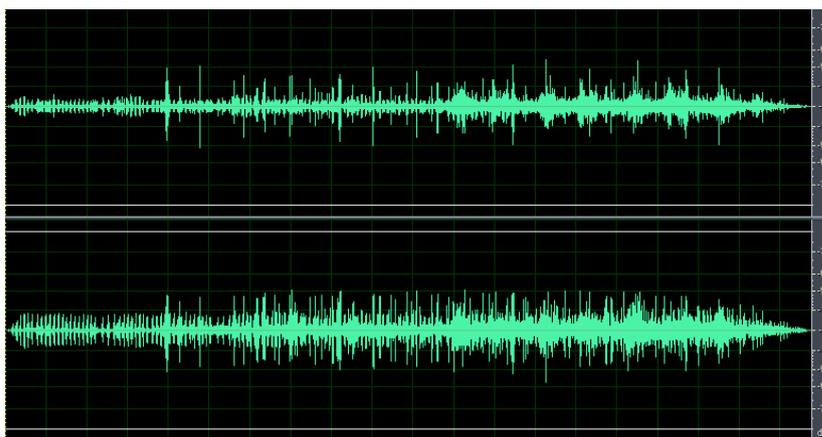


圖 45 《木笛幻想曲》預置的電腦聲響 - 蟲鳴

譜例 22 《木笛幻想曲》之高音木笛與中音木笛演奏樂段

4. 慢板樂段：樂譜中標示慢板（Adagio）的樂段使用次中音木笛渾厚的音色演奏，並且利用踏瓣編號四之殘響效果器製造悠遠的聽覺感知，此段音樂設計使用了裝飾奏，其目的在於模仿民族音樂的色彩。隨後之正常速度（in tempo）使用了踏瓣編號六之即時和聲效果器 - mda_RePsycho!（圖 46），此效果器的功能為即時將聲音以濾波的處理方式，將木笛的音高隨機產生大二度、小三度、大三度、完全四度、完全五度的音程，使音樂產生豐富的和聲色彩。（譜例 23）



圖 46 《木笛幻想曲》之 mda_RePsycho! 介面

譜例 23 《木笛幻想曲》之慢板樂段

Tenor recorder

Adagio $\text{♩} = 60$

mp

④ pedal

tr

in tempo

rit. ⑥ pedal

tr

rit.

5. 即興演奏樂段：樂譜中標明 Ad lib. 處為即興自由演奏樂段，此樂段利用了踏瓣編號七、八的聲響循環功能 (Ringmodulator) 製造緊湊的聲音形變效果，演奏者依據所聽到的電腦聲響結果來決定下一步的即興動作，這樣一來一往的互動式演奏，形成了樂曲的高潮片段。(譜例 24)

譜例 24 《木笛幻想曲》之即興演奏樂段

Ad lib.

⑦ or ⑧ pedal

6. 尾奏：筆者以擷取樂曲開頭的音樂做為此作品的尾奏，用意在於讓音樂有回歸的意味。為了音色的區別，尾奏使用了踏瓣編號四的迴響效果，讓聽覺上有餘音繞樑的感知。(譜例 25)

譜例 25 《木笛幻想曲》之尾奏

$\text{♩} = 60$

p

④ pedal

Tempo free (turn right)

f

(turn left)

mp

$\text{♩} = 60$

第三節 《水的姿態》

水有三種不同的型態，包含固體、液體、氣體，在常溫之下，水為液體，能透過不同的物質發出不同的聲音。創作的想法，主要是因為自然聲響是提供聲音創作許多素材，經過人為的設計，能將這些聲音素材加以變化而獲得更豐富的聲響效果！此首《水的姿態》全曲預設為六分鐘左右，演奏者利用不同的器材與水結合，透過 AudioMulch 的時間軸預設效果器，企圖讓聲音的變化如同音樂般地展現給聽眾。

《水的姿態》的演奏方式，於啟動電腦之同時，以碼錶同步計時。樂譜中以數字標示演奏時間，作為演奏動作、使用器材的說明與樂段區隔。

1. 電腦即時處理聲響形變：樂曲開頭至一分三十二秒處，演奏者從倒冰塊、倒水、以保特瓶裝水產生氣泡聲等動作，均屬於即興式的演奏。此樂段的電腦效果器使用了聲音即時粒狀合成技術（Granular）與迴響效果將水的聲音轉化為科幻的聲響，其目的在於使水的聲音不再是單調的，經由電腦的即時運算能讓水的聲音變得更豐富。（譜例 26）

譜例 26 《水的姿態》0' 00" 至 1' 32"

START 8" 32" 56"

|| — 倒冰塊 倒水 保特瓶

♩ = 60
COMPUTER SOUND

1' 32"

|| 拿圓筒 ||

2. 水的聲響形變預置聲：筆者利用多種水的聲音，包括水滴、河流、下雨…等水聲以聲響形變手法按照節奏模式編排出預置的水聲（圖 47），於一分三十二秒處開始播放。此樂段，演奏者使用鞋墊拍打圓筒口，並將圓筒的另一端放置於水中，隨著圓筒於水下的深淺製造出音高不同的聲響。音樂設計概念為節奏式對位，其目的為真實的水聲與電腦水聲做呼應，如同演

奏者與電腦之間的對話。(譜例 27、譜例 28)

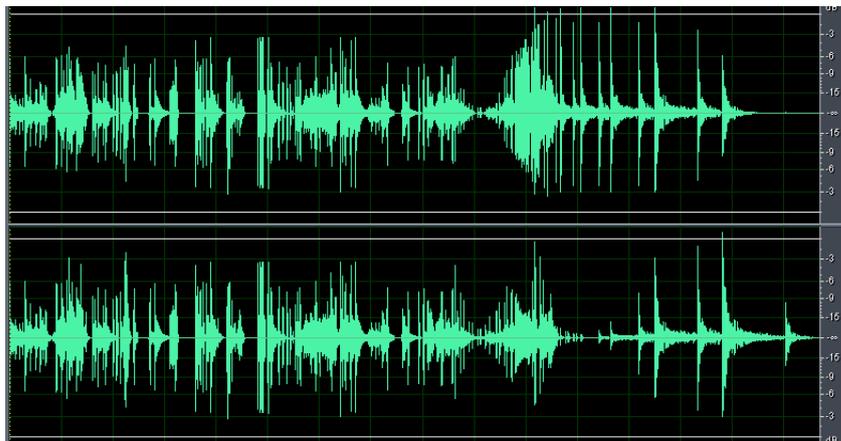


圖 47 《水的姿態》1' 32" 之預置聲響

譜例 27 《水的姿態》1' 32" 至 2' 52"

COMPUTER SOUND

$\text{♩} = 60$

1'32" (圓筒插入水面，深度隨機，
1'40" 鞋墊拍打圓筒口，製造音高不同的聲響)

拿圓筒

mf *f*

p *mf* *ff* *sf subito p* *mp*

(鋪塑膠袋於水面上)

$\text{♩} = 120$

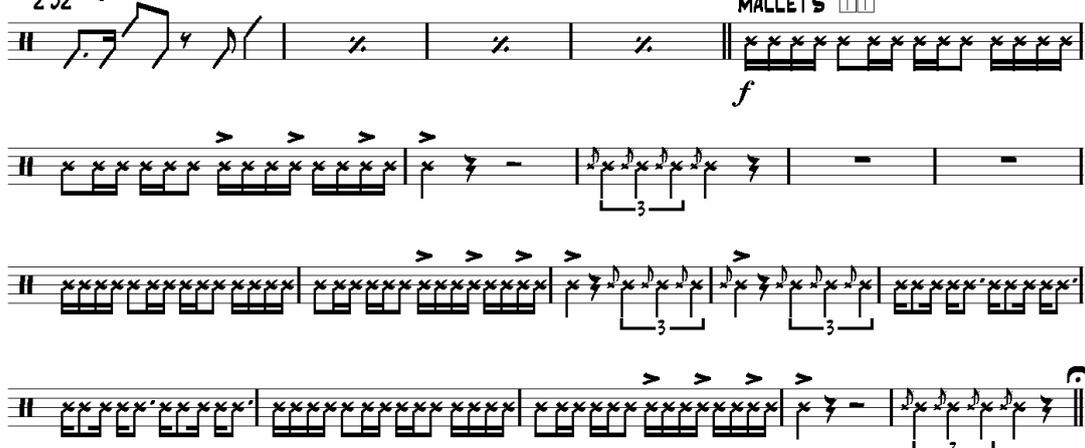
2'52" (COMPUTER SOUND)

譜例 28 《水的姿態》2' 52" 至 4' 00"

♩=120
2'52" (COMPUTER SOUND)

MALLETS  

f



4'00" MALLETS  

裝水的玻璃瓶

3. 音樂素材的蒙太奇：自 4' 00" 起，演奏者以不同的素材，包括裝水的玻璃瓶、保麗容碗、保特瓶、塑膠袋…等，透過水來發出許多不同的聲響，並且藉由電腦的效果器，包含 Granulator、Delay、Flanger…等，將聲音做各種姿態的形變。筆者的用意是希望利用許多不相關的媒介與水產生關係，讓電腦即時運算處理將聲音變形之後，衍生出隨機的音色組合。樂曲的結尾，筆者設計利用洗菜籃漏水的聲音作為聲音淡出效果 (fade out)，使此作品的演奏呈現自然結束的方式。(譜例 29)

譜例 29 《水的姿態》4' 00" 至曲終

4'00" MALLETS  	4'52" COMPUTER SOUND	5'40" MALLETS  
裝水的玻璃瓶		裝水的保特瓶
6'08"	6'20"	
輕放洗菜籃於水中	用力拉起洗菜籃 (大漏水)	

第四節 《互動》

《互動》是以綜合打擊樂器，包括一台五個八度的木琴、一組邦戈鼓 (Bongo)、康加鼓 (Conga)、五顆木魚，結合 MAX/MSP 軟體設計之電腦界面的即時互動音樂作品，演奏者於演奏之同時，以腳控制 MIDI 踏瓣做電腦聲響播放與指定效果器的功能。樂曲的構思來自於樂器編制、演奏技術以及聲音素材等方面，以下為《互動》之解析：

1. 樂器編制：筆者選擇使用一台五個八度的木琴作為旋律樂器，一組邦戈鼓、康加鼓、五顆木魚與一面吊鈸作為節奏樂器，用意在於以精簡的樂器編制表現打擊樂器的多元，能讓音樂表現充滿色彩。
2. 演奏技術：
 - (1) 樂曲開頭是以木琴獨奏方式導入，演奏手法源自日本木琴作曲家及演奏家－安倍圭子，其手法類似低限音樂，即運用相似的音樂模式來製造音樂張力。筆者設計演奏者以左手的重音來製造音樂起伏的效果(譜例 30)。

譜例 30 《互動》之開頭－木琴獨奏

Vivace
(double-tone mallets)

Marimba

pp *mf* *pp* *mp*

p *p*

cresc. left hand only

pp *f* *pp*

p *p*

pp *mf* *p*

p *p*

(2) 樂曲中七四拍的设计，透過鼓類樂器與木魚的音色呈現較為詼諧、俏皮的律動感，其音樂意涵類似一個人的喃喃自語與歇斯底里。踏瓣編號二的功能為聲音迴響效果，讓鼓的音色在相同的演奏模式下產生不同的音色面貌，形成音色對比。(譜例 31)

譜例 31 《互動》之七四拍樂段

The musical score for Example 31 is written in 7/4 time with a tempo of 72. It consists of three systems of music. The first system includes parts for Woodblock, Bongo, and Conga. The piano part has dynamic markings of *mp*, *f*, *subito p*, *pp*, and *ff*. The second system features a piano part with *mp* and *fff* dynamics, and a text instruction: "(表情疑惑地走到木魚後方，並嘗試檢查、撫摸木魚，再走回原位)". The third system includes a piano part with *mp*, *f*, *subito p*, *pp*, and *ff* dynamics, and a *rit.* marking. A box at the bottom left contains the text "pedal ② (effect-mda DubDelay)".

(3) 樂譜中標記踏瓣編號三處，為木琴獨奏搭配預置的電腦聲響。此樂段的木琴演奏採用四根棒子的交叉打法，製造出高密度的音群，讓音樂張力更加明顯。結合預置電腦聲響之科幻效果，讓木琴的音色在此樂段變得忽暗忽明，筆者的用意視此段落為音樂的時光隧道，帶領聽眾從幽默的音樂情境到舒緩的音樂情緒。(譜例 32)

譜例 32 《互動》之踏瓣編號三

Tempo free
Marimba *poco accel.*
mp cresc. *fp* *ff* **Animato** 3

pedal ③ (sound02.wav)

Allegro

mf

66

fp *mp* *fp* *mf* *fp* *mp*

Detailed description: This musical score is for a Marimba. It begins with a 'Tempo free' section where the tempo is gradually accelerated ('poco accel.'). The dynamics start at mezzo-piano (mp) and increase through crescendo (cresc.) to fortissimo (ff). The piece then transitions to an 'Animato' section, marked with a '3' indicating a triplet. A pedal effect is noted as 'pedal ③ (sound02.wav)'. The score continues with an 'Allegro' section, starting at mezzo-forte (mf). The final section begins at measure 66, marked with a 3/4 time signature, and features a complex rhythmic pattern with alternating fortissimo (fp) and mezzo-forte (mf) dynamics.

(4) 中段木琴輪奏的技法，主要營造樂曲的緩和，和聲式的演奏使整體聲響共鳴呈現溫暖及富有感情的音樂面相。(譜例 33)

譜例 33 《互動》之木琴輪奏樂段

Tempo free

(5) 樂譜中標示踏瓣編號五之處，筆者讓木琴的音樂加入了節奏樂器的素材，使音色的對比更鮮明，此樂段的用意在於締造第二次的歇斯底里狀態，並以即興式的演奏將音樂帶至踏瓣編號六之規律速度樂段。(譜例 34)

譜例 34 《互動》之踏瓣編號五

very fast

p

Bongo

Conga

pedal ⑤ (sound04.wav)

f

rit.

very fast

mf

f

rit.

Tempo free

Woodblock

mf

f

p

f

sfz

Susp. Cymb.

sfz

fp

Allegro ♩=120

mf

pedal ⑥ (sound05.wav)

(6) 樂譜中標示踏瓣編號六之處，筆者以四顆鼓的綜合敲擊搭配預置的電腦科幻聲來表現此樂段的律動，四個不同音高的鼓聲交織出音樂流動的畫面，猶如一位舞者盡情揮舞肢體、伸展自我。(譜例 35)

譜例 35 《互動》之踏瓣編號六

Susp. Cymb.

sfz

fp

mf

Allegro ♩=120

pedal ⑥ (sound05.wav)

pp

cresc.

ff

p

f

pppp

pedal ⑦ (sound06.wav)

Detailed description: The score is for a piano piece in 4/4 time, marked Allegro with a tempo of 120 beats per minute. It begins with a suspended cymbal sound effect (sfz) and a piano dynamic (fp). The main melody is marked mezzo-forte (mf). A specific section is marked with a box containing 'pedal ⑥ (sound05.wav)'. The dynamics range from pianissimo (pp) with a crescendo (cresc.) to fortissimo (ff), and then to piano (p). The piece concludes with a very soft dynamic (pppp) and a final sound effect marked 'pedal ⑦ (sound06.wav)'.

- (7) 樂曲尾奏部分，再次回歸到開頭的木琴樂段，筆者用意在於回應音樂的開頭，唯獨於踏瓣編號八之處的演奏法，以激動快速的方式 (Animoso) 結束，目的是為了使整體表演終止於高昂的情緒。(樂譜 36)

譜例 36 《互動》之尾奏

Animoso

pedal 8 (sound07.wav)

3. 聲音素材：

《互動》為綜合打擊樂器結合電腦聲響與效果器之作品，在聲音素材的選用可分為：

- (1) 傳統樂器的多元音色：結合旋律樂器與節奏樂器的演奏，於聲音的表現方面如同點狀式與線條式的聲響，構築成音樂的畫面。
- (2) 傳統器樂結合電腦聲響：傳統樂器的具象聲音結合科幻式的電腦聲響，形成了傳統與超現實的對比與融合。
- (3) 效果器的即時運算：傳統樂器聲響經過電腦的即時運算之後產生新的聲音，在音樂的意義裡，有「延伸」的概念。

《互動》之創作為表現傳統器樂與現代科技結合之可行性，筆者意圖讓擊樂多元的音色得以延伸。此作品的電腦介面設計概念，包含了音樂時間與機械時間的考量，為了不限制演奏者的表演，充分發揮音樂性，因此選擇了利用 MIDI 踏瓣作為控制電腦的媒介，以利演奏者能隨心所欲地決定其演奏何時與電腦聲響發生關係。

第六章 結論

如前文所言，新的音樂創作方式，對新時代作曲家更提高了要求：除了仰賴作曲家本身的藝術心靈外，也需要作曲家本身對於科技的熟悉。科技互動音樂從類比時代發展至數位時代，其間有許多致力於結合當代科技與音樂創作之應用的先驅，為尋求音樂發展開創新的方向而創作了數量相當的不朽之作。藉由品味這些作品，令筆者能一窺諸多先輩的音樂理念及其研究精神與奧義，使筆者願意以現代科技結合個人之藝術觀來著手即時互動音樂作品之創作。

創作過程中，令筆者深感困難之處在於，樂念的構築與電腦軟硬體的搭配、調整。屢次的測試與素材尋找，雖常常碰壁，甚至是毫無頭緒，卻也是收穫最多、印象最深刻之處。國內目前即時互動音樂作品數量不多，雖說跨領域合作之概念已為現代人接受，但仍需要更多人著手參與科技互動藝術的實驗與創作，方能提供後來者較多的資訊可尋。

筆者藉由文獻探討至實際的運用現代科技技術創作即時互動音樂作品《延伸》，是希望以此戶動式音樂運用的案例，期能提供國內相關領域之學者與研究者做為參考。多媒體型式的表演藝術為現代趨勢，外掛軟體所提供的功能也不勝枚舉，創作者若能善用這些資源，必能充分發揮、表達其藝術理念。

參考文獻

一、中文資料

1. 石鄭榮、呂明芳。大眾MIDI系列叢書-MIDI入門答客問。台北市：第三波文化事業股份有限公司，1998初版。
2. 林志杰。MIDI玩家手冊。台北市：第三波文化事業股份有限公司，1994二版。
3. 謝朝宗。MIDI與電腦音樂。台北市：第三波文化事業股份有限公司，1991四版。
4. 李賢輝，天馬行空－話說多媒體概論與實務，台北：財團法人資訊工業策進會，1999。
5. 林佩儒、蔡劭儒，互動視覺化數位音樂創作平台之設計初探，南台科技大學資訊傳播系所、南台科技大學多媒體與電腦娛樂科學研究所，2006.12。
6. 曾毓忠，電子原音音樂之聲音形變與音樂應用探討，《2004國巨科技藝術國際學術研討會論文集》，2004.05。
7. 曾毓忠，電子/電腦互動音樂初探，淡江大學數位音樂研討會，2006.12。
8. 曾毓忠，聲音科技的音樂功能與美學角色，國立台北藝術大學，2006.06。

二、英文資料

1. Bencina, R. "The AudioMulch Process – Software development in musical practice," Proceedings of the Australasian Computer Music Conference, Brisbane, 2005.
2. Donald J. Grout and Claude V. Palisca, A History of Western Music : electronic music, New York, Norton, p. 679, 734, 2001.
3. Donna Hewitt. EMIC – Compositional experiments and real-time mapping issues in performance, School of Contemporary arts, University of Western Sydney, Penrith.
4. Franco, E., Griffith , N. J. L., & Fernström, M. **Issues for Designing a flexible expressive audiovisual** system for real-time performance & composition. In Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME04), Hamamatsu , Japan, 2004.
5. Hewitt, D. and I. Stevenson. EMIC - Extended MicStand Interface Controller. in NIME03. Montreal: McGill University, 2003.
6. Hewitt, Donna G. EMIC - Compositional experiments and real-time mapping issues in performance. In Vickery, Lindsay, Eds. Proceedings Australasian Computer Music Association Conference 2003 - Converging Technologies, pages pp. 96-104, Western Australian Academy of Performing Arts at Edith Cowan University, Perth, Australia, 2003.
7. Richard Bowers, Cardiff, Wales, "S.A.A.B.'s 'Mouth' at the Sightsonic Digital Arts Festival 2001 – Notes from the artists Richard Bowers and Gwilym Edmondez" published in SAN Diffusion, SonicArts Network, 2002.
8. Ross Bencina. Oasis Rose the Composition – Real-time DSP with AudioMulch, Australian National University, Canberra, 10-12 July 1998.
9. Ross Bencina. The Metasurface – Applying Natural Neighbour Interpolation to Two-to-Many Mapping, Barcelona, Spain.

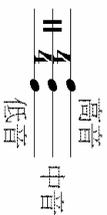
「二十一世紀的非洲鼓」演奏說明

劉聖賢
Liu, Shen-hsien

Intro

序奏為非洲鼓獨奏部分，共有七個不同的節奏素材，供演奏者自由組合。當序奏結束時，可利用漸慢導入電腦互動部分，並同時按下電腦的驅動鍵。

非洲鼓演奏技法說明



以手指頭輕輕敲打鼓皮



以彈指方式，將手指頭猛力貼住鼓皮邊，發出較高的泛音。



左手肘貼壓整面鼓皮，當右手拍打鼓皮邊時，逐漸放開手肘，造成音高逐漸上生的效果。



以指甲摩擦鼓皮

二十一世紀的非洲鼓

The 21st Century Djembe

非洲鼓與AudioMulch的遊戲
Interactions within Djembe and AudioMulch

劉聖賢
Liu, Shen-Nsien
January, 2006

Intro

The Intro section consists of several rhythmic patterns on a staff. It begins with a 2/4 time signature, followed by a 3/4 time signature with a triplet of eighth notes. The next pattern is in 6/4 time, and the final pattern is in 7/4 time. The notation includes various note values, rests, and triplet markings.

A diagram showing the signal flow from a **Computer** source. The signal passes through an **SDelay** block (labeled 2), then a **DubDelay** block (labeled 8), and another **SDelay** block (labeled 13). It then goes through a **DubDelay** block (labeled 17) and finally an **Scombs** block (labeled 28). The output is shown as a single note on a staff with an 'x' above it.

A diagram showing the signal flow from a **Computer** source. The signal passes through an **Sspat** block (labeled 44), then a **Nebuliser** block (labeled 52), and another **Nebuliser** block (labeled 56). It then goes through a **PulseComb** block (labeled 61) and a **DubDelay** block (labeled 72). The final output is shown as a single note on a staff with a smiley face above it.

Fantasia for Recorders

(for soprano, alto, tenor recorders and MAXMSP with MIDI foot controller)

Lin, Shen-hsien
Dec. 2006

Tenor recorder

Tempo free

0123456 012346 01234 0124

p *ff* *p*

vibrato poco a poco

f (turn right) *mp* (turn left)

$\text{♩} = 60$

Alto recorder

Tempo free

(turn right) (turn left)

f *mp*

$\text{♩} = 60$

① *p* *ff* *p*

vibrato poco a poco

② *p*

③ *p* *ff* *p*

④ *p*

⑤ *p*

⑥ *p*

⑦ *p*

⑧ *p*

⑨ *p*

⑩ *p*

⑪ *p*

⑫ *p*

⑬ *p*

⑭ *p*

⑮ *p*

⑯ *p*

⑰ *p*

⑱ *p*

⑲ *p*

⑳ *p*

㉑ *p*

㉒ *p*

㉓ *p*

㉔ *p*

㉕ *p*

㉖ *p*

㉗ *p*

㉘ *p*

㉙ *p*

㉚ *p*

㉛ *p*

㉜ *p*

㉝ *p*

㉞ *p*

㉟ *p*

㊱ *p*

㊲ *p*

㊳ *p*

㊴ *p*

㊵ *p*

㊶ *p*

㊷ *p*

㊸ *p*

㊹ *p*

㊺ *p*

㊻ *p*

㊼ *p*

㊽ *p*

㊾ *p*

㊿ *p*

accel.

soprano recorder

Tempo free

accel.

$\text{♩} = 182$

③ *p* *ff* *p*

④ *p*

⑤ *p*

⑥ *p*

⑦ *p*

⑧ *p*

⑨ *p*

⑩ *p*

⑪ *p*

⑫ *p*

⑬ *p*

⑭ *p*

⑮ *p*

⑯ *p*

⑰ *p*

⑱ *p*

⑲ *p*

⑳ *p*

㉑ *p*

㉒ *p*

㉓ *p*

㉔ *p*

㉕ *p*

㉖ *p*

㉗ *p*

㉘ *p*

㉙ *p*

㉚ *p*

㉛ *p*

㉜ *p*

㉝ *p*

㉞ *p*

㉟ *p*

㊱ *p*

㊲ *p*

㊳ *p*

㊴ *p*

㊵ *p*

㊶ *p*

㊷ *p*

㊸ *p*

㊹ *p*

㊺ *p*

㊻ *p*

㊼ *p*

㊽ *p*

㊾ *p*

㊿ *p*

accel.

alto recorder

Tempo free

accel.

③ *p* *ff* *p*

④ *p*

⑤ *p*

⑥ *p*

⑦ *p*

⑧ *p*

⑨ *p*

⑩ *p*

⑪ *p*

⑫ *p*

⑬ *p*

⑭ *p*

⑮ *p*

⑯ *p*

⑰ *p*

⑱ *p*

⑲ *p*

⑳ *p*

㉑ *p*

㉒ *p*

㉓ *p*

㉔ *p*

㉕ *p*

㉖ *p*

㉗ *p*

㉘ *p*

㉙ *p*

㉚ *p*

㉛ *p*

㉜ *p*

㉝ *p*

㉞ *p*

㉟ *p*

㊱ *p*

㊲ *p*

㊳ *p*

㊴ *p*

㊵ *p*

㊶ *p*

㊷ *p*

㊸ *p*

㊹ *p*

㊺ *p*

㊻ *p*

㊼ *p*

㊽ *p*

㊾ *p*

㊿ *p*

accel.

Tenor recorder

Adagio $\text{♩} = 60$

mp ^④ pedal

rit. ^⑥ pedal

in tempo

Ad lib.

^⑦ or ^⑧ pedal

$\text{♩} = 60$

p ^④ pedal

Tempo free (turn right)

f

Tempo free (turn left)

mp

$\text{♩} = 60$

水的姿態

劉聖賢
May, 2007

START	8"	32"	56"
	-	倒冰塊	倒水 保特瓶

$\text{♩} = 60$
COMPUTER SOUND

1'32" (圓筒插入水面，深度隨機，
1'40" 鞋墊拍打圓筒口，製造音高不同的聲響)

拿圓筒

mf *f*

p *mf* *ff* *sf* *SUBITO p* *mp*

(鋪塑膠袋於水面上)

$\text{♩} = 120$
2'52" (COMPUTER SOUND)

MALLETS

f

4'00" MALLETS 裝水的玻璃瓶

4'52" COMPUTER SOUND

5'40" MALLETS 裝水的保特瓶

6'08"

6'20" 輕放洗菜籃於水中 用力拉起洗菜籃 (大漏水)

互 動 Interactions

劉聖賢
Liu, Shen-hsien
Feb, 2007

(For 5 oct. Marimba, Multi Percussion & MAX/MSP)

獻給擊樂家—謝長恩

Vivace
(double-tone mallets)

Marimba

pp *mf* *pp* *mp*

p *cresc. left hand only* *p*

pp *f* *pp*

pp *mf* *p*

mp

mf *mf*

2

ff cresc.

(8) *as fast as possible*

fff

pedal ① (sound01.wav)

8"

72

Woodblock

Bongo

Conga

mp *f* *subito p* *pp* *ff*

mp *fff*

(表情疑惑地走到木魚後方，並嘗試檢查、撫摸木魚，再走回原位)

mp *f* *subito p* *pp* *ff* *rit.*

pedal ② (effect-mda DubDelay)

Tempo free

Marimba *poco accel.*

mp cresc. *fp* *ff*

Animato 3

pedal ③ (sound02.wav)

Allegro

mp

mf

$\text{♩} = 66$

fp *mp* *mf* *fp* *mp*

4

fp *ff* *mf* *fp*

ff *mp* *cresc.*

fff

pedal ④ (sound03.wav)



Tempo free

mp *espress.* *rit.*

p *very fast* *mf* *f* *rit.* *rit.*

Bongo
Conga (sound04.wav)

pedal ⑤

Tempo free  Woodblock 5

Susp. Cymb.

Allegro ♩=120

pedal © (sound05.wav)

pp *cresc.*

ff

p

f

pppp **pedal** ⑦ (sound06.wav)

6

Marimba

slowly accel. *pp* *mf*

slowly accel. rit. *pp* *mp* *ppp*

very slow accel. *pppp* *cresc.*

fast *fff*

Animoso *pedal* (sound07.wav)