


東海大學
數位創新碩士學位學程

碩士論文（技術報告）

即興音樂視覺化

Visualization of Improvisational Music

The seal of Tunghai University is a circular emblem with a scalloped border. It features a central cross, a cross with a circle above it, and the year '1955' at the bottom. The text 'TUNGHAI UNIVERSITY' is written around the inner circle, and '東海大學' is written around the outer circle.

指導教授：邱浩修 博士
張國賓 博士

研究生：蘇重光

中華民國 108 年 8 月

中文摘要

本研究主要在探討將即興演奏中的音樂即時做視覺化之後，音樂附加視覺效果前後的比較，還有其對於提升觀眾體驗的有效性，主要使用數位樂器當作演奏樂器，並以視覺化程式設計語言—Puredata（或稱 Pd）做為視覺化工具。

方法主要在收集彈奏時所產生的音符訊息傳送給電腦處理，並將存放於音符訊息中的各種要素對應到相關聯的動態參數，基於這些參數設計各種多變化的型態，在演奏的同時產生出即時的視覺動態畫面，原先以聽覺為欣賞音樂主要的角度，提升為聽覺加上視覺的體驗層次，聽眾不再只用耳朵聆聽音樂的旋律，更變成觀眾能看見音樂在空間中的視覺變化。不同風格的音樂與不同節奏的旋律，在視覺化後所顯示的畫面對觀眾來說，視覺體驗是否符合聽覺體驗，甚至視覺上的刺激能讓觀眾更投入於音樂的表演中，這些都是要去評估的問題。

最後加入收音器材接收觀眾的聲音，以「觀眾區的環境聲音變化」來代表觀眾「看見音樂時的反應狀態」，並讓此聲音訊號去控制畫面的某些視覺參數，即時改變演出時所呈現的畫面，屆時，表演者會因為突如其來的畫面做出某些反應，這些反應又透過演奏顯示於畫面中，其目的在於打破傳統音樂演出時存在「台上表演者在演出時，台下的觀眾不要發出聲音」的舞台框架，除了拉近觀眾與表演者的距離，甚至讓表演者與觀眾憑藉著能「共同影響畫面」這點，讓彼此之間存在一種互動的關係，最後形成一種表演者—畫面—觀眾三方互相影響的新形態共創表演形式。

關鍵字：音樂即興、音樂視覺化、音樂的空間性、互動表演。

Abstract

The study is mainly discussing about the visualization of the impromptu music, and the comparison of music before and after adding these visual effects. Besides, it also aims to examine whether visualization of impromptu music could raise effectiveness among audience or not. In the study, the electronic digital instruments are primarily used as a mean for research along with the “Puredata” (or Pd) as visualization tool.

The method is to collect the data which are generated when the music is played, and then send them to computer to process. Afterwards, the various element of note in data will match the relevant visual parameter and then further designing different types of variation. Thus, while you are playing the music, the instant dynamic visual scene will also be produced. It means that the angle of how you experience music will raise to visual level from the previous acoustic level. In other words, audience can not only merely appreciate the music acoustically but also visually since they can see the visualization of music. Will the different style of music and different types of rhythm bring different feeling to audience after visualization? Is the visual experience of music correspondent to acoustic experience? Can the visual stimulus make the audience more enjoy the music performance? These questions are what the study aims to assess.

In the last section, the radio equipment will be used to receive the sound from audience, using the change of sound from audience area to represent the reflection when they see the music. Moreover, the sound from audience will also be introduced to control some of the visual parameter of the music, instantly change the scene when the performance is ongoing. Meanwhile, the performer will react to the sudden changing scene which represent the audience’s reflection on previous music performance. Subsequently, the reaction will show again through the scene. The purpose of it is to break the traditional form of performing music that the audience should be quiet once the performance began. Because of it, the audience can not only be closer to the performer, but can also have the interaction between them due to the reason that they can both influence the scene. Eventually, it will become a new performing form which is interrelated among performer, scene and audience.

Keyword: Improvisation, Music Visualization, Spatiality of Music, Interactive Performing.

誌謝

首先，感謝指導教授浩修老師和國賓老師，在我研究初期時因為想法過於擴散，給了我許多建議與方向，也教導我關於如何紀錄想法和歸納整理的方法，於是在每一次會議討論時，對於實驗作品都能夠有一些進展，最重要是獲得想法上的突破，在混亂中慢慢地找到方向，漸漸了解該如何去表達所想要表達的音樂與影像最為洽當；謝謝浩修老師在研究後期，每次會議中不斷要求我對於視覺變化的研究，以及去思考如何闡述想要表達的內容，因為每一次的想法更新「打破框架，設計內容，再打破，再思考設計」，實驗作品才得以順利完成。

謝謝數創學程的老師，每位老師都有自己對各自領域獨到的見解與想法，讓我在碩一修習課程的過程中，學到了龐大且宏觀的新知識和一些專業的科學研究方法，也讓我體悟到自身的不足，雖然每到一個階段，都為了跨眾多領域的作業報告頭痛而辛苦熬夜，也許最後無法完全吸收老師的教學內容，但是將所學的知識和內容盡自己所能呈現於成果作品上，對我來說已經是最棒的一段成長「體驗」，也成功在碩一結束時將畢業學分都修習完畢。其中想要特別感謝誠展老師，在對於工坊期末作品毫無頭緒的時候，老師知道我對音樂很有興趣，推薦了一套專門對音樂和影像做處理的軟體，也就是我在研究中所使用的視覺化程式—Puredata，當我回家研究此套軟體和應用後，腦海直冒出「這就是我要的東西！」因此非常感謝誠展老師，不僅課堂上給了我們專業的技術指導，也幫助我讓我可以「開始」研究。

最後謝謝我的家人讓我自己決定自己想要念的科系以及做自己想做的研究，也在我遇到瓶頸的時候鼓勵我勇於完成自己想走的道路，待在東海的時間，包含大學加上碩士班也有七年了，一路走來，對學校的熟悉與認識，在校期間修習的課程、實驗，還有參與過的社團、校內/外活動，這些都讓我增進了視野，開闊了我看待事情的角度和框架，很感謝這些年來在東海遇到的每個人，你/妳們每一位都帶給我重要的成長的契機。特此感謝。

目錄

中文摘要	II
ABSTRACT.....	IV
誌謝	VI
目錄	VIII
圖目錄	X
第一章、緒論	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的	2
第二章、文獻探討	4
2.1 音樂的特性	4
2.1.1 音樂的空間性	4
2.1.2 音樂的視覺性	5
2.2 音樂的表現方式	8
2.2.1 傳統音樂的表現方式	8
2.2.2 新媒體藝術	8
2.3 音樂即興	9
2.3.1 音樂即興的定義	10
第三章、創作研究方法	13
3.1 方法結構	13
3.1.1 輸入參數	13
3.1.2 架構圖	14

3.2 研究環境	15
3.2.1 Puredata (Pd) 簡介	15
3.2.2 配置 Pd	15
3.2.3 Pd 程式主介面	17
3.2.4 功能/Gui 物件：	18
3.2.5 編輯和執行模式：	20
3.2.6 Midi 物件	21
3.2.7 GEM 物件清單	21
3.3 檔案結構	22
第四章、創作內容與過程轉化	25
4.1 創作作品	25
4.1.1 幾何圖	25
4.1.2 粒子系統	27
4.2 評估修正	28
4.2.1 音符的位置及顏色表現	28
4.2.2 使粒子應用動作的數種模式	30
4.2.3 針對演奏狀態所做的細部修正	34
4.2.4 增加外部音源影響畫面的效果	35
第五章、結論與展望	37
5.1 結論	37
5.2 未來展望	39
參考文獻	41
附錄	44

圖目錄

圖 2-1 MAM PIANO ROLL VIEW.....	5
圖 2-2 MAM PART MOTION VIEW	6
圖 2-3 iTUNES VISUALIZER.....	6
圖 2-4 VICTOR DOVAL 所做的影像畫面(白天)	7
圖 2-5 VICTOR DOVAL 所做的影像畫面截圖(黑夜).....	8
圖 2-6 岩井俊雄《PIANO—AS IMAGE MEDIA, 1995》	9
圖 3-1 研究方法架構圖	14
圖 3-2 AUDIO SETTINGS	16
圖 3-3 MIDI SETTINGS.....	17
圖 3-4 載入路徑	17
圖 3-5 PD 主介面	18
圖 3-6 OBJECT 物件	18
圖 3-7 MESSAGE 物件	18
圖 3-8 NUMBER 物件	18
圖 3-9 SYMBOL 物件	19
圖 3-10 COMMENT 物件	19
圖 3-11 BANG 物件	20
圖 3-12 TOGGLE 物件，送出為 0 的訊號	20
圖 3-13 TOGGLE 物件，送出為 1 的訊號	20
圖 3-14 SLIDER 物件，送出為 0 的整數	20
圖 3-15 SLIDER 物件，送出為 127 的整數	20
圖 4-1 實驗作品：以方形輪廓大小表現音量的瞬間變化	26
圖 4-2 實驗作品：以圓點紀錄所演奏音符的相對位置	27

圖 4-3 粒子系統	28
圖 4-4 左手以藍色粒子表示	29
圖 4-5 右手以紅色粒子表示	29
圖 4-6 粒子靠近原點時的軌跡	30
圖 4-7 粒子分開運動的軌跡	30
圖 4-8 模式 1：點狀	31
圖 4-9 模式 2：線狀	31
圖 4-10 模式 3：相連的線狀	32
圖 4-11 模式 4：極細三角形狀	32
圖 4-12 尖角狀	33
圖 4-13 幾何塊狀	33
圖 4-14 修正粒子視覺上的柔和度及位置	34
圖 4-15 突然改變為模式 6 的畫面(1).....	35
圖 4-16 突然改變為漠視 6 的畫面(2).....	35
圖 4-17 粒子提高射出角度	36
圖 4-18 粒子受引力影響的狀態	36
圖 5-1 實際演奏視覺畫面	39
圖 5-2 輸出粒子的圖形改為幾何圖形	40

第一章、緒論

1.1 研究背景

常聽到熱愛音樂的人說「音樂的力量來自於人心」，每個人都有自己的生活經歷與屬於自己的故事，音樂敘述著每個人的故事，同時反映了表演者在生活中的情感；也常聽到「音樂具有打動人心的力量」，參與表演的時候，除了聽到好聽的音樂，似乎也能感受到表演者的情感，透過歌唱或是演奏樂器，傳達給觀眾，讓聽眾去理解，甚至彷彿能看到表演者想要敘述的故事劇情。實際上，我們是看不見音樂的，但是沉浸於演奏的氛圍中，音樂又似乎以某種形式存在於空間中，這股看不見的力量究竟是如何去影響聽眾，讓聽眾感同身受，實在令人好奇又深受吸引。

隨著電子樂器的發展，表演者可以使用的聲音從近似於噪音的機械音，或是錄製自然界中的聲音來回放，到能夠使用數位合成器內建的音色庫中的音色來演奏，幾百種音色包括傳統樂器或是自製特殊音效，都被預先採樣好並儲存在音色庫中，讓表演者在製作和表演時能即時去挑選、更換音色來演奏，這些都讓表演變得更加豐富，也讓表演者在表演當下有更多的音樂元素，創造出更多不同音色效果。

音樂數位介面（MIDI）的標準普及化後也解決了電子樂器通訊的問題，新樂器開始可以和其他樂器及電腦溝通並控制指令，樂手在彈奏樂器時相關參數的控制訊息還有音樂的聲音資料，都可以被收集和儲存為 MIDI 訊息並傳輸到電腦，透過後台音樂軟體編輯製作，或是用其他軟體編輯聲音訊息在藉由硬體輸出，以不同形式呈現訊號的內容，也同時去解釋訊號或參數的意義。在現代音樂軟體及電腦硬體設備不斷地在更新，表演者和音樂製作互動的科技都相當成熟，這些發明和進步讓表演者獲得更多幫助，能夠以不同於傳統音樂表演型式的手法去製作音樂，甚至創造出新的媒介去詮釋新型藝術表演，讓演出及其作品更加個性化。

然而在音樂表演中無論是何種表演型式，還存在著許多的問題，最容易發現的就是：舞台的存在就像一道無形的牆，分隔了表演者和觀眾。身為表演者在舞台上盡情演出，當然希望觀眾能接受自己詮釋作品當中的故事和意義，同時也許希望觀眾能理解自己對作品的理解與想法，但是觀眾真的接收到了嗎？還是一切都只是表演者單方面向觀眾傳遞大量訊息，演出結束後觀眾實際能感受到的卻很少，最常見的例子就是某一場辦在國家級音樂廳的演奏會，論場地裝潢典雅、光線照度合宜、座椅舒適、音場優良，再論大師級的音樂家和樂團名氣顯赫、演奏技巧更是精湛沒有話說，但是當台上表演越來越精彩的時候，往往台下的一些聽眾似乎也越來越想睡了，舒適良好的舞台環境究竟是幫助聽眾更享受於表演中，或是讓舞台更加拉遠了聽眾和台上表演者的距離。本研究以「即興音樂視覺化」的創作作品，嘗試透過視覺化、即時性與互動性，來增進表演者、音樂形式與觀/聽眾之間，多重且雙向的解讀與對話關係。

1.2 研究目的

將樂手彈奏的狀態與彈奏中之音符的狀態，即時從數位合成器上傳輸 MIDI 資訊至電腦，同時測試用軟體技術能將數據轉換產生的各種影像和特效，實驗並找尋出相對應於當下即時演奏音符的特性、音色風格最合適的視覺化模式。希望在音樂即時視覺化之後，讓聽眾不再只能用耳朵聽音樂，甚至轉換角色成為觀眾，能夠用肉眼看見音樂的即時變化與效果，加深觀眾對音樂演奏的感受，並能得到更深層的感官體驗。

在現場架設麥克風，即時接收現場觀眾的聲音，藉由即時接收到聲音的分貝數值變化，去影響音樂視覺化後的影像，讓觀眾發覺到因為他們對於表演的反應與自身發出的聲音，對於表演內容是有影響力的，希望藉由此種方式能夠打破以往舞台對於表演這和觀眾的隔閡，讓觀眾有更多的參與感和多層次體驗。

設定表演者以即興演奏的方式演奏，將其表演內容即時視覺化產生影像，觀

眾看到了影像有所反應，這些反應的聲音訊號被麥克風接收並透過軟體處理之後，再去影響畫面中的影像，而畫面因為現場狀況所產生的即時變化並非表演者能預料，於是讓表演者突然有了新的創意想法，又或是為了要讓畫面照著自身意思變動，進而改變了演奏方式，也改變了表演內容和產生的影像，表演者和表演內容還有觀眾間形成了即時互相影響的關係，此時舞台似乎不會再隔開觀眾和表演者，反而因為表演內容的變化拉近了彼此的距離，而這是否能成為一種新型態的表演型式，也是想要去探究發明的。

第二章、文獻探討

本章的首節探討音樂的空間性與視覺性，第二節舉例一些關於音樂作品的形式探討與新媒體藝術的表現方式，末節說明音樂即興的定義與特性，並解釋以即興演奏來當表演者主要的演奏方式相較於演奏固定樂曲更為合適。

2.1 音樂的特性

2.1.1 音樂的空間性

音樂瞬息而生，又瞬間消失，為了將音樂記錄下來，於是開始有了樂譜的發展，在音符被記錄在樂譜上的同時，我們終於能在空間中看見音樂的樣子，同時也能窺探音樂的空間概念，建築師王昀（2001）表示「樂譜之所以能表達音樂的兩個關鍵點，一是音符各自在樂譜中的相對位置，二是音符與音符之間的時間距離」也提到「樂譜表達的還有一個音樂空間和音樂場的概念」，王昀（2001）認為：

在樂譜中，音的高低表達一個聲音的表情，而高低不同的音在出現所經過的時間距離，就是所謂樂的出現和音樂空間的生成，進一步解釋，音樂空間生成的根本原因是在先後出現的音與音之間所經過的時間，而這段時間在樂譜上被表現、紀錄為音符與音符之間的距離，也是通過樂譜中音符間距離的轉換，才能讓音樂在實際演奏時得到時間上的還原，並最終通過人的聽覺在頭腦中產生空間的想像，所以我們可以說，樂譜中音符與音符之間的距離表現的不僅是時間的延伸，同時也是音樂空間在視覺上的表現。

因為音符與音符之間存在空間，空間的鬆散程度就影響了空間感的變化，同時也形成了所謂的節奏感，以欣賞音樂的角度來說，當演奏的音符之間距離越近，聽起來節奏就越急促，容易會讓人產生緊張感，反之，若是演奏的音符距離越長，聽眾便會感到越放鬆，也能感受到空間的寬廣，總體而言（王昀，2001）「樂譜中的音符與音符之間的距離關係是實際的音樂空間於視覺上的具體化，也是視覺和聽覺之間對應性存在的表現」。

2.1.2 音樂的視覺性

上節提到樂譜中音符間的距離關係是實際音樂空間的視覺具體化，除了樂譜本身存在這樣空間與視覺的特性，在軟體開發較為完善的環境，也有許多研究是直接針對音樂的視覺性去探討，David W. Fourney 與 Deborah I.Fels（2009）在研究中提到，音樂能提供的信息和娛樂並不能服務到一些有聽力障礙的音樂消費者，他們希望解決這個問題，於是著手研究關於音樂視覺化（Music Visualization）的方法，他們使用了三種不同的視覺化工具來展示出五種顯示器，實際讓有聽力障礙與聽不見的受訪者參與實驗過程，透過訪談來評估他們的研究成效。

其中研究所開發的工具音樂動畫機（原文為 Music Animation Machine，縮寫為 MAM）是基於輸入 MIDI 文件中所提供的各種實時音樂數據並將這些數據視覺化，由 MAM 創建的鋼琴捲(Piano Roll)顯示器【圖 2-1】與部份運動(Part Motion)或稱球 (Ball) 顯示器【圖 2-2】，都有一條時間軸表示目前音樂播放的瞬間，而前者透過顏色條表示音符的結構訊息，這些顏色條在螢幕上的高低位置代表音符的高低，左右位置代表音符與音符之間發出聲音相對的時間，不同顏色條則代表不同樂器發出的聲音；後者則是用圓圈來代表音符，圓圈的大小代表音符的長度，每個部分的音符都照順序連接（一部分是獨特的音軌或聲道組合），當音符發出聲音時，每個球的核心與輪廓會分離並移向下一個音符，隨著核心移動，球會漸漸縮小。

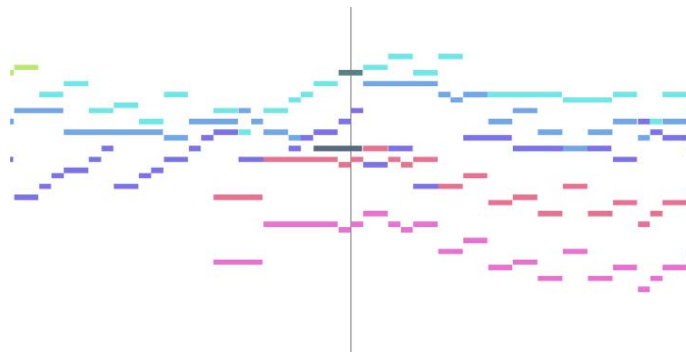


圖 2-1 MAM Piano Roll view



圖 2-2 MAM Part Motion view

另一種工具是 iTunes 媒體播放器，在顯示畫面【圖 2-3】中可以看到一些圍繞著黑色行星狀球體的移動光流，它是基於磁性的類比，去模擬相互作用的帶電粒子之運動，雖然動態畫面在視覺上是令人滿意愉悅的，但是音頻輸入實際上是如何影響視覺化效果尚不清楚，開發商（2004）表示對於音頻輸入所關聯的視覺參數（如顏色、形狀、運動）的選擇（如頻率、幅度、音色）傾向是任意的，加上聽不到聲音的時候，視覺上的興奮可能會誤導觀眾認為這首歌在情感上也是讓人興奮的。

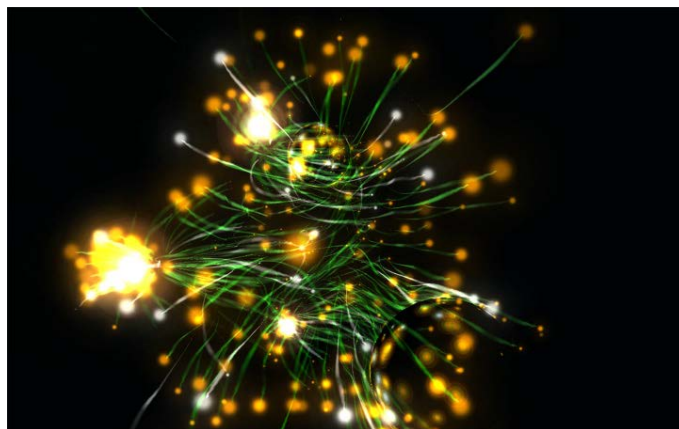


圖 2-3 iTunes visualizer

訪談過程發現，大多數人都對 MAM 視覺化所做出的內容「感到無聊」，如果沒有聲音或是對正在發生的事情做一些解釋，觀眾很難去聯想視覺畫內容與音樂本身的關係，結果證實，針對音符結構信息去做視覺化的方式，少了音樂的影響基本上是沒有意義的。受訪者也表示希望能看到「更有活力」的畫面，如 iTunes

顯示器的畫面最常得到「在視覺上具有吸引力和令人振奮」的回饋，儘管這樣的視覺化內容對於音樂本質其實是最不重要的，視覺相對於音頻輸入的參數幾乎沒有關聯性，然而這樣的呈現方式卻最受歡迎，由此可見，觀眾對於視覺化表現音樂內容的準確程度並不那麼感興趣，但對於所得到的表現形態內容很感興趣。

另一個案例是由 Meier & Erdmann 和視覺藝術家 Victor Doval 所合作的作品，Meier & Erdmann 於 2017 年發行的 Howler Monkey 當作影像的音樂，由 Victor 負責視覺概念的創作，Victor 使用 Processing 和 Blender 來製作影像和所有建模基底，他擷取歌曲不同的頻率區段將每一種樂器分類，並用建模好的物品將其具象化，影像一開始像是樹枝的東西伴隨著風聲從地面下生長出來；隨著音量變化綠色草地就會跟著隆起下沉；高音旋律發出就會有像紅黃色氣球的物體冒出；鼓聲每敲一次就會經過一座像光環的橋樑；其他不同聲音也轉換成一些像是建築模型和奶油狀的物體，也有飄浮在空中的幾何狀物體，若是仔細觀察也會發現音色的變化會去影響到在花草樹木生成中的一些細部變化。

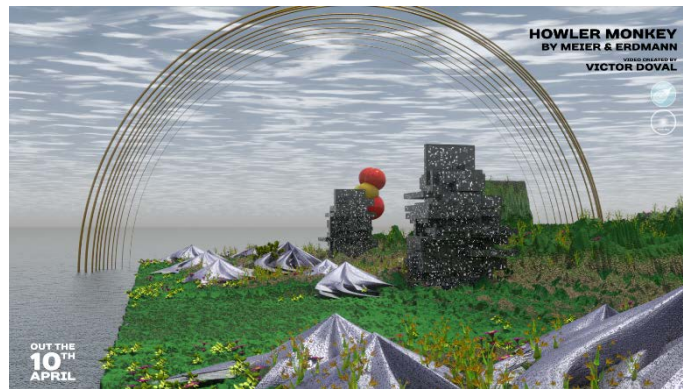


圖 2-4 Victor Doval 所做的影像畫面(白天)

背景的天色也會有日夜的時間變化，他將一天 24 小時的時間換算成整首歌的時間 290 秒，使得觀賞音樂影像的同時也身歷其境的感受到時間的變化，由其在天色漸暗到最終入夜的時候，因為背景景色變黑反而凸顯了花草和奶油狀物體的螢光色，並出現像是白色的蝴蝶群在飛舞又像是精靈在黑夜中穿梭的畫面，這種視覺上的變化轉換讓觀賞者的體驗旅程更加豐富有趣。



圖 2-5 Victor Doval 所做的影像畫面截圖(黑夜)

2.2 音樂的表現方式

2.2.1 傳統音樂的表現方式

音樂作品有許多表現的方式，除了用樂器演奏，傳統音樂就常以聲樂、歌劇的形式「演」、「唱」出來，甚至是更早由人類用各種方式「繪製」出來。謝斐紋教授（2006）提到，「回溯繪畫與音樂的關係，在早期的壁畫或羊布畫常見到慶典中，樂手們以不同樂器演奏、一同歌唱，中世紀時期（Middle Ages，500-1450），因為宗教的影響，也能見到許多畫繪製出天使手持著樂器、唱報佳音的場景」，從這裡就能看出繪畫和音樂存在密不可分的關聯性，教授表示（2006）「到了巴洛克時期（The Baroque Period，1600-1750），歌劇（Opera）形式的表演出現，音樂作品開始以希臘羅馬的神話為題材，而這些正是當時畫派最常見被畫出的題材」，教授更以繪畫與音樂的基本要素去加以對應，如線條對應旋律、色彩對應織度、媒材和型式對應曲式。

2.2.2 新媒體藝術

隨著近代的科技日益進步，帶來許多不同的媒材，同時激發出更豐富的創作思維，不僅讓藝術創作者能結合其中並製作出跨領域的藝術形式，甚至在作品上能呈現富有創新與獨特性的視覺力量，這些作品打破了舊傳統的框架，也脫離單純就藝術創作面向發展的道路。陳永賢教授（2005）表示「藝術家不僅將數位資

訊當作創作素材，也藉由公共參與、互動機制的條件，吸引觀者更能融入藝術情境」，關於互動式的概念說明，教授引用史蒂芬·威爾森（Stephen Wilson，1993）的解釋「互動，代表著控制者、瀏覽介面與觀眾之間，彼此有能力的去產生作用、影響事件產生的過程與修改其當下發生的狀態。」並提到「當觀眾介入互動式機制，表面上是藉由互動效果達到作品解釋的目的，實際上卻消彌創作者的主觀意識，使解讀藝術的權力回歸參與者的互動行為上。這種有別於傳統藝術的內在思維，互動性主控權的轉移，也成了創作元素中不可取代的特質」，並以日本藝術家的作品來表示創作者的創作需要觀眾的參與介入才能完成，其中，岩井俊雄的《Piano—as Image Media，1995》【圖 2-4】就是需要觀眾透過滑鼠來控制音符的對應關係，電腦本身會記憶滑鼠游標的移動軌跡而產生光點，移動滑鼠後光點會擲向鋼琴並發出旋律，讓參與者能成為一位即時的作曲家。原本創作者藉由作品來詮釋內在的創作理念，在觀眾的介入之後，反而產生一個新的結果，也許這樣的結果會和本身初衷不同，但是經過意念上的衝突與碰撞所產生出來的作品，或許也能得到嶄新且有趣的解釋效果。



圖 2-6 岩井俊雄《Piano—as Image Media, 1995》

2.3 音樂即興

音樂發展有很長的歷史，在不同時期與地域中存在著很大的變化，其受到民族的文明和其他社會文化層面的影響，人們表達音樂的方式與想法都不大相同，

進而創造出屬於該時期的特色音樂風格。談到演奏方式，相對於視譜演奏的即興演奏，在音樂詮釋上自由度更為高，劉新圓（2011）對音樂即興做了很清楚的整理，她提到第一位著書專論即興的音樂學者費蘭德（Ernst T. Ferand，1887-1972）在1938年出版的書籍《音樂的即興》（Die Improvisation in der Musik），書中以即興的觀點來分析不同時空的音樂間的共通性，並引用費蘭德提出的幾項重要見解如下：

第一，音樂皆起源於即興。

第二，原始階段音樂的演出與欣賞，為不可分割的整體，至於音樂創作與再現的分工，實為歐洲音樂高度發展的結果。

第三，在音樂流傳的過程中，或多或少會隨著時空的變動，發生本質上的改變，可能是透過個別或集體的變異，亦可能改變形式或與其他旋律混合，導致新曲的產生。在特殊情形下，還可能受到其他文化影響，致使風格改變。

第四，「反覆」為早期音樂即興之特色，原始及東方民謠，往往透過多次反覆產生變奏，創造了豐富多變的形式。不斷反覆產生的變奏，可能在不經意間，逐漸產生音高或節奏上的偏離，甚至難以辨識其原形。

從中可以分析出，音樂的原始樣貌其實來自於即興，音樂在不斷反覆演奏時，會無意間產生變奏，而創造更多變的可能樣貌。

2.3.1 音樂即興的定義

即興（improvisation）一詞，係源自拉丁文之 in 與 provideo 之組合。拉丁文之 in 意指「無」，而 provideo 意指「預見」。其形容詞為 improvisus，副詞為 ex improviso、de improviso 或 improviso，表突然或不可預測之意。劉新圓（2011）表示，雖然有的文獻從「音樂的不可預測性」的角度探討音樂即興的定義，但大多數的學者還是以「創作與演出同步發生」的觀點來加以談論，以下引用（劉新圓，2011）關於這兩者不同觀點的整理：

一、創作與演出同步發生

費蘭德在 MGG 1957 的 Improvisation 詞條，對音樂即興下了三種定義：

- (一) 在無直接而明確的準備之下，同時進行之音樂創作與演出。
- (二) 即席演奏（唱）（Stegreif-Spiel 或 Extempore-Spiel）。
- (三) 音樂學之新定義：作曲之補充或其變奏，此處所言之「作曲」包括有記譜的、成品、半成品的，或粗略可稱為作曲的。

二、不可預測性

另一種對音樂即興的定義是「音樂的不可預測性」，見於 MGG 1996，該詞條指出，音樂的即興牽涉到：

(一) 內容：音樂上的不可預測性，通常是就主要特徵而言，亦即音高與節奏之不可預測；至於次要特徵，如音色、力度等，其可預測與否，是屬於詮釋的範圍。但若這些特徵無主次之別，則即興與詮釋的差異就必須重新界定。

(二) 對象：音樂的不可預測性，可同時適用於演出者與聽者。因此，音樂是否有即興，就演出者和聽者而言，可能有所不同，甚至就不同的演出者或不同的聽者而言，也會有差別。

(三) 標準：如何斷定音樂之可預測或不可預測，可能根據下列幾項標準：

1. 直接根據即興本身，也就是已聽過的部分為基礎。
2. 根據音樂以外的媒介，如透過書寫形式（譜），得知其預留多少即興空間。
3. 根據一些對即興有約束力的規則，如由音階、旋律、節奏、和聲等等水平或垂直等因子所構成的規範，或者也可能是一些音樂的框架，此框架所依憑的，可以是譜，亦可以是記憶，或者在演出前或演出當中，呈現的音響。

無論是從何者觀點出發去討論即興的定義，任何形式的即興都存在一部分音樂的發生是出乎預料的，費蘭德（1938）稱即興是「音樂的反射動作」，但是這種反射動作是需要經過長期鍛鍊，累積出來才能得到更高層次的反應。達爾豪斯（1990）認為作品強調的是每個音樂瞬間必須相聯繫，即興則強調各個獨立的瞬間，由於二者的本質目標不同，前者是為了讓聽眾聽到一部完整作品，因此勢必走向實體

化並與聽眾保持距離，聽眾才能看清楚整個作品的客體；而後者本身就是一種「執行」，演奏即興音樂當下鼓勵聽眾參與，縮小甚至是去除奏者和聽眾間的距離。

第三章、創作研究方法

本章將闡述透過彈奏合成樂器獲取各種即時的音符 MIDI 數據，並解釋將這些數據傳遞給電腦後，如何利用程式語言去設計視覺化參數所產生即時的動態影像，藉此輸出的視覺效果來表現在演奏中音樂的旋律變化。

3.1 方法結構

3.1.1 輸入參數

一、擷取合成樂器在彈奏音符時，即時產生的 MIDI 數值。

- i. 音量 (Volume)：影響音符輸出的聲音大小。
- ii. 音高 (Pitch)：音符在鍵盤上的位置。
- iii. 力度或稱觸鍵力度的音量 (Velocity)：樂手以特定速率彈奏琴鍵時，通常會將此速率轉變成音符的音量。與 Volume 不盡相同，Velocity 值的大小會直接影響音色音質的變化。
- iv. 鍵盤聲道 (Keyboard Channel)：頻道能儲存選好的鍵盤音色，本研究使用之合成樂器能儲存兩個聲道。用同一排鍵盤選取不同聲道來分別彈奏兩種音色；也可以使用疊音或分鍵功能，同時彈奏兩種音色。

二、擷取合成樂器中，常用效果器的即時 MIDI 數值。

- v. 起音 (Attack)：調整音色的快慢進出，通常是會在按壓鍵盤後慢一點出聲。
- vi. 衰減 (Decay)：調整音色的衰退，如按著鍵時聲音一直持續，或斷音衰減。
- vii. 延音 (Sustain)：持續音色的聲音長度，多搭配Decay使用。
- viii. 釋音 (Release)：只需要做增加量值的調整，彈奏後手放掉，即有音色延長之效果。可以配合Sustain做持續音色的使用
- ix. 音高轉輪或稱扭音輪 (Pitch bend wheel)：用作音高控制，MIDI 將曲率彎曲表示為 14 位整數，允許 16,384 的值 (0~16,383)。通用 MIDI 實現的默

認值為±2 半音範圍。

- x. 調製輪 (Modulation wheel): 用作音色振動控制, 可以增加音色的顫音量。

三、擷取現場環境聲音狀態

- xi. 觀眾區音量: 接收現場觀眾區的聲音, 用以表現環境狀態與觀眾反應。

註: 為使接收聲音受到非觀眾區音量之外部聲音干擾以增加接收音量變化之準確性, 本研究將加裝收音裝置以接收特定區域之聲音。

3.1.2 架構圖

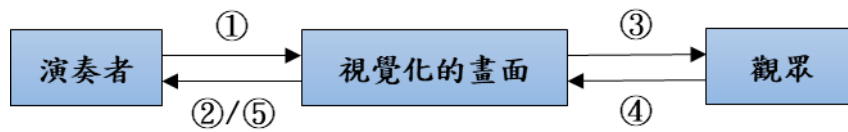


圖 3-1 研究方法架構圖

架構圖說明:

- ①: 演奏者的演奏影響視覺化的畫面。
- ②: 演奏者受視覺化的畫面影響而改變演奏方式。
- ③: 觀眾聽見音樂/看見視覺化的畫面而有所反應。
- ④: 觀眾的反應所發出的聲音影響視覺化的畫面。
- ⑤: 觀眾的反應/觀眾影響視覺化的畫面影響演奏者, 進而再一次改變演奏方式與內容。

3.2 研究環境

3.2.1 Puredata (Pd) 簡介

(參考 Pd 網站, <http://write.flossmanuals.net/pure-data/introduction2/>)

Puredata (或稱 Pd) 是一種即時圖形化編寫程式環境, 多針對音頻、視頻和圖形的處理。Pd 的應用相當廣泛, 例如現場音樂表演、VeeJaying、聲音效果、構圖、音頻分析、與感測器對接、使用鏡頭、控制機器人甚至與網站互相交換訊息等。所有這些媒體在程式內都以數位數據 (digital data) 做處理, 因此當中存在著許多能讓這些數據之間做交叉合成的機會。

使用 Pd 進行程式編譯, 是一種獨特的交互作用, 像是在物理世界中操縱事物的體驗。最基本的功能單元是一個盒子 (box), 程式是通過將這些盒子連接成圖表來形成的, 而圖表既代表數據流, 又實際執行了圖中繪製的操作。程式本身一直在運行, 編寫與執行程式之間沒有分離, 每個動作皆在完成後即時生效。

Pd 的核心是由 Miller S. Puckette 所編寫和維護的, 其中也包括許多開發人員的工作, 社群的努力使得整個套件非常優秀。Pd 能運行在 GNU/Linux、Windows、Mac OS X, 以及 Maemo、iPhoneOS、Android 等移動裝置的平台上。

3.2.2 配置 Pd

一、音頻設定 (Audio Settings)

(一) 位置: Media > Audio Settings

(二) 說明: 更改採樣率、延遲、塊、輸入和輸出設備以及它們使用的通道數。

(三) 設置:

1. Sample rate: 44,100

2. Delay: 80 msec

3. Block size: 512 bytes

4. Input Devices: USB Audio CODEC (外部連接混音器以啟動收音器材)

5. Input Channels : 2

6. Output Devices : 聲音由合成樂器連接外部音響輸出，因此這裡不做勾選。



圖 3-2 Audio Settings

二、MIDI 設定 (MIDI Settings)

(一) 位置 : Media > MIDI Settings

(二) 說明 : 選擇 MIDI 訊號輸入與輸出的特定裝置。

(三) 設置 :

1. Input Devices : Yamaha MX Series-1 (合成樂器-YAMAHA MX61)

2. Output Devices : none (不需要做任何 MIDI 輸出故不選擇)

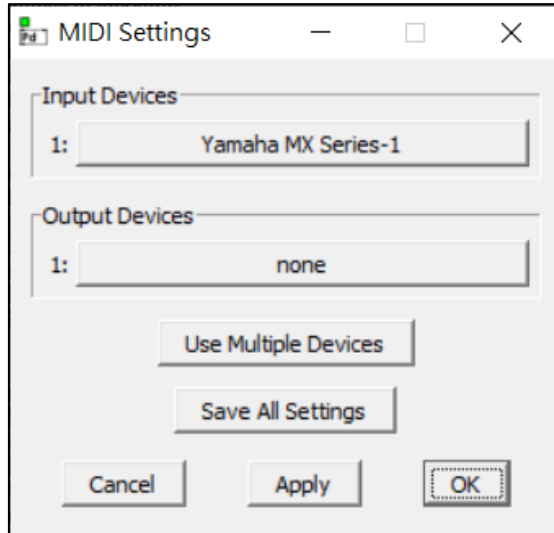


圖 3-3 MIDI Settings

三、載入路徑 (Path)

(一) 位置：File > Preferences > Path

(二) 說明：為了使程式能成功使用自行加入的物件、幫助，字體或是任何音頻、視頻文件等，必須先載入擴充程式庫，並設置擴充程式庫的存放位置，使程式在編譯或執行時可透過路徑去尋找到所要的物件。

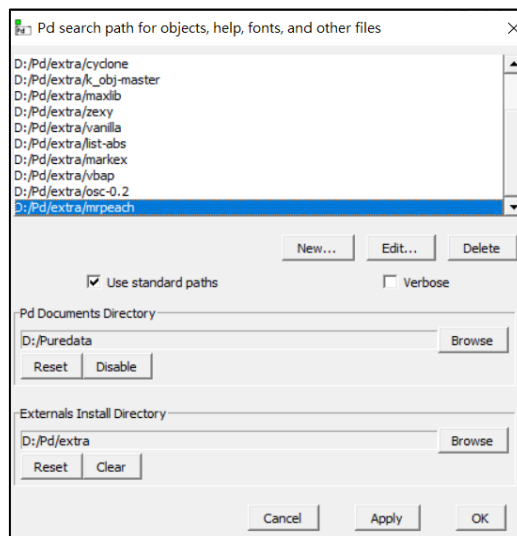


圖 3-4 載入路徑

3.2.3 Pd 程式主介面

說明：打開 DSP 開關以啟動聲音處理引擎。

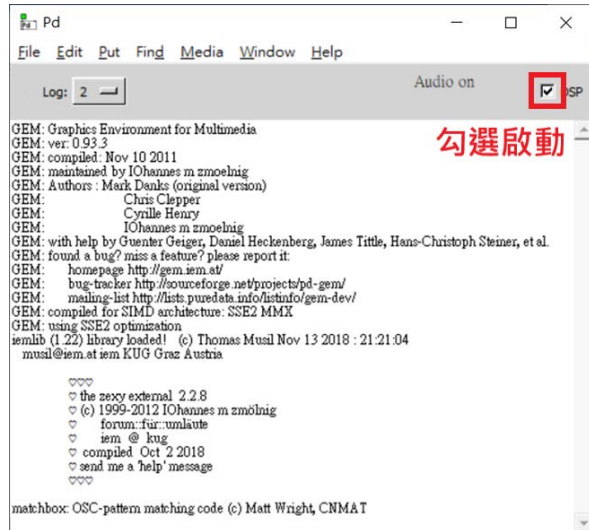


圖 3-5 Pd 主介面

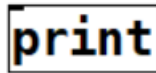
3.2.4 功能/Gui 物件：

(參考網站：王新仁(2013)[教學]Puredata 聲音設計 1)

位置：Put >

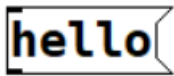
一、功能物件：

- i. Object (ctrl+1)：具備邏輯運算的功能。



【圖 3-6 Object 物件】

- ii. Message (ctrl+2)，靜態的訊息物件。



【圖 3-7 Message 物件】

- iii. Number (ctrl+3)，動態的訊息物件。



【圖 3-8 Number 物件】

- iv. Symbol (ctrl+4)，動態的字串物件。

symbol

【圖 3-9 Symbol 物件】

- v. Comment (ctrl+5)，用於註解。

comment

【圖 3-10 Comment 物件】

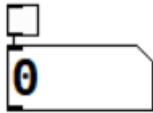
二、Gui 物件：

- vi. Bang (ctrl+shift+b)，觸發物件，送出 bang 訊號。

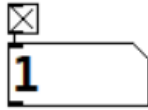


【圖 3-11 Bang 物件】

- vii. Toggle (ctrl+shift+t)，開關物件，送出 0、1 訊號。



【圖 3-12 Toggle 物件，送出為 0 的訊號】



【圖 3-13 Toggle 物件，送出為 1 的訊號】

- viii. Slider (ctrl+shift+j)，滑桿物件，預設為 0-127 的整數。



【圖 3-14 Slider 物件，送出為 0 的整數】



【圖 3-15 Slider 物件，送出為 127 的整數】

3.2.5 編輯和執行模式：

一、編輯模式（滑鼠游標為手的符號），在此模式下撰寫程式。

二、執行模式（滑鼠游標為箭頭符號），在此模式下點擊 Gui 以及執行程式。

註：快捷鍵為 ctrl+E：切換編輯/執行模式。

3.2.6 Midi 物件

一、MIDI 輸入 (MIDI Input) :

- i. notein – 鍵入音符。
- ii. ctlin – 控制器輸入。
- iii. bendin – 扭音輪輸入。
- iv. stripnote – 抓取 MIDI 流中放掉一個鍵 (note-off) 時的音符訊息。

3.2.7 GEM 物件清單

(參考網站：Ye Olde Gem Manual—List Of GEM Objects(2007))

一、控制器 (Controls)

- i. gemhead – 渲染連結鍊的開始。
- ii. gemwin – 視窗管理器。

二、操作器 (Manipulators)

- i. rotateXYZ – 用 3 個分別的數值去旋轉。
- ii. translateXYZ – 用 3 個分別的數值去移動。

三、粒子 (Particles)

- i. part_color – 設定新粒子的顏色。
- ii. part_draw – 應用動作並且渲染粒子。
接受使用“draw line”或是“draw point”的訊息物件去改變其顯示風格。
- iii. part_gravity – 擁有一個方向的粒子加速器。
- iv. part_head – 粒子群組的開始。
- v. part_killold – 移除過去某一時期的粒子。(粒子持續時間)
- vi. part_orbitpoint – 使粒子圍著指定的點環繞軌道運行。
- vii. part_render – 渲染保留的 gem-tree 作為粒子。
- viii. part_source – 產生多個粒子。
- ix. part_velocity – 設定速度範圍。

3.3 檔案結構

一、合成樂器輸入 (KeyboardMIDI)

(一) 檔案名稱：KbMIDI.pd

(二) 功能：接收合成樂器傳送 MIDI 訊號及輸入麥克風音量。

(三) 輸入參數：

Volume、Pitch、Velocity、Keyboard Channel、Pitch bend wheel、
Modulation wheel。

(四) 程式物件說明：

在彈奏過程中，按壓與放掉一個鍵各會產生一次力度 (Velocity) 值，也就是說彈奏 (按壓加放掉) 一個鍵總共會傳送兩次 MIDI 訊號，過程大致如下：按壓瞬間產生一次數值，放開瞬間產生的數值為 0，而後者所產生的數值會取代前者所產生的數值，因此力度值又變為 0。為了在演奏過程中，正確擷取到快速按壓的觸鍵力度，使用 stripnote 物件來記錄鍵入的瞬間訊息，也就是力度的瞬間數值。

欲使音符音高 (Pitch) 對應於產生畫面的位置，將合成樂器所能演奏之最高音與最低音之代表 MIDI 數值，透過數學運算得出與輸出畫面之 X 軸坐標相對應的數值 (最低音相對於顯示畫面的最左側，X 座標為-4；最高音相對於顯示畫面的最右側，X 座標為 6)，最後使用 send 物件 (在程式中此物件可縮寫成 s) 將運算後的參數值作為發送端，使接收端的輸出畫面能夠接收即時變動的參數。另外也使用音高的參數來控制輸出粒子的顏色，根據音符位置不同顏色會有深淺變化。

使用 bendin 物件來讓扭音輪去控制 part_orbitpoint 物件的重力參數，演奏中使用扭音輪作音高增減效果的同時，重力參數的改變也會讓畫面中的粒子做出瞬間的吸引作用與炸裂效果。

使用 ctlin 物件來擷取調製輪的參數，因為一台合成樂器中有許多控制器，首先要找到調製輪為數個控制器中的第幾個，透過 MIDI 測試找到其 MIDI 訊息

(controller, channel) 為 (1,1)，表示調製輪為第 1 個控制器，並且此調製輪目前正在控制第一個聲道的聲音，找到以後一樣連接到 send 物件，將他傳送給使粒子應用動作的物件，來改變粒子運動的模式。

使用 adc~訊號物件將麥克風接收到的音源，從類比訊號轉為數位訊號，並用 env~訊號物件將數位訊號得到的數值轉換成分貝 (dB)，然後透過加上條件語法得到的兩種不同結果（條件成立與條件不成立分別輸出兩種數值）去影響輸出畫面的某個參數，並做測試評估。

(五) 程式碼：見【附錄一】。

二、檔案呼叫

(一) 檔案名稱：Open.pd

(二) 功能：用來設定畫面大小並建置，同時呼叫已經設計好之輸出參數，這裡要注意欲呼叫的檔案必須與做呼叫的檔案存放於相同的資料夾內。

(三) 程式物件說明：

使用 Message 物件來定義欲輸出的畫面大小 (1920*1080)，並使用 clone 物件來呼叫並且複製 100 次 Part_1、Part_2 此兩份檔案。

(四) 程式碼：見【附錄二】。

三、視覺效果輸出

(一) 檔案名稱：Part_1.pd、Part_2.pd

(二) 功能：連結輸入參數與輸出參數，設計並決定畫面呈現形式。

(三) 輸出參數使用物件：

part_color、part_draw、part_gravity、part_killold、part_orbitpoint、part_source、
part_velocity。

(四) 程式物件說明：

由 stripnote 物件所擷取到鍵入的 Velocity 值，經過 line 物件轉換成一組數據流（從最初的數值依照設定的時間，整數的數值型態，遞增或遞減至設定的最後一個數值）去影響產生粒子的數量參數（part_source），使用 line 物件的目的在於利用粒子的產生與消除，來表現音符產生音樂的瞬間與消失。初始的力度值同時也被拿來決定粒子存在的時間（part_killold），使得彈奏力度越大粒子存在時間越久，反之越短。

使用音高參數經過數學運算後轉換成的數值，直接代表將粒子吸引過去的引力點之 X 座標（The position x of part_orbitpint），此時粒子將會反映所彈奏的音符在鍵盤的左右位置，並朝其方向沿著軌道運行過去。音高參數也用來影響粒子的顏色（part_color），顏色會隨著參數值改變做深淺變換。

（五）程式碼：見【附錄三】。

註：控制不同聲道的 Part_1 與 Part_2 程式設計結構一樣，因此僅放上 Part_1 的程式碼作為代表參考。

第四章、創作內容與過程轉化

本章紀錄創作的過程，並整理出在不同階段中相對具有代表性的實驗作品，並討論作品中想表達的意涵及畫面的動作意義。

4.1 創作作品

在研究初期，礙於創作想法過於發散，加上對於軟體技術的不純熟，很難去想像創作的畫面並賦予它一個明確的框架與界定，於是想先用簡單的幾何圖形去表現音樂的要素與變化狀態。到了研究中期，除了技術更為精進，學習到關於粒子物件的應用，發現其特性與效果非常適合拿來應用，於是改用粒子系統來當作視覺上的呈現；在文獻探討的過程中也發現許多視覺效果的例子，皆可當設計上的參考。

4.1.1 幾何圖

一、實驗作品：方形 (Square)

實驗作品說明：使用基本 GEM 幾何物體物件繪製出一個方形【圖 4-1】，由電腦麥克風接收音源輸入，將接收到的類比訊號轉為數位訊號後，再將訊號轉換為分貝數值，最後將此數值連結至圖形的 scale 物件，去影響所繪製出方形的輪廓大小參數。此時若以拍手的方式製造聲響，畫面中的方形就會像是跟隨著拍手的頻率，瞬間膨脹縮小，視覺上看起來很有節奏感。

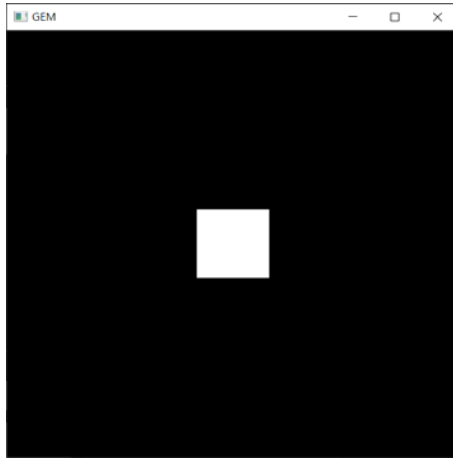


圖 4-1 實驗作品：以方形輪廓大小表現音量的瞬間變化

二、實驗作品：圓點 (Point)

實驗作品說明：

此作品同樣使用基本的 GEM 幾何物體物件繪製出圓點 (Point)【圖 4-2】，還使用了 `tabwrite` 與 `tabread` 這兩個物件，前者的功能是以陣列的形式存放數值進指定的表 (table) 裡，後者則是讀取儲存在表裡以陣列排序的數值。在彈奏的過程中，即時記錄左右手所彈奏琴鍵的音符高低之 MIDI 數值，分別儲存在表中，透過數學運算將得到的 MIDI 數值對應到 (x,y) 座標並將繪製原點的位置，使用 `translateXYZ` 物件將 x 與 y 座標位置分別與兩個表連結，此時彈奏音符時，就能看見畫面呈現即時彈奏音符的相對應位置，以 x 軸的圓點代表右手彈奏的主旋律之音符，以 y 軸的圓點代表左手彈奏的和弦之音符。相關程式碼見附錄四。

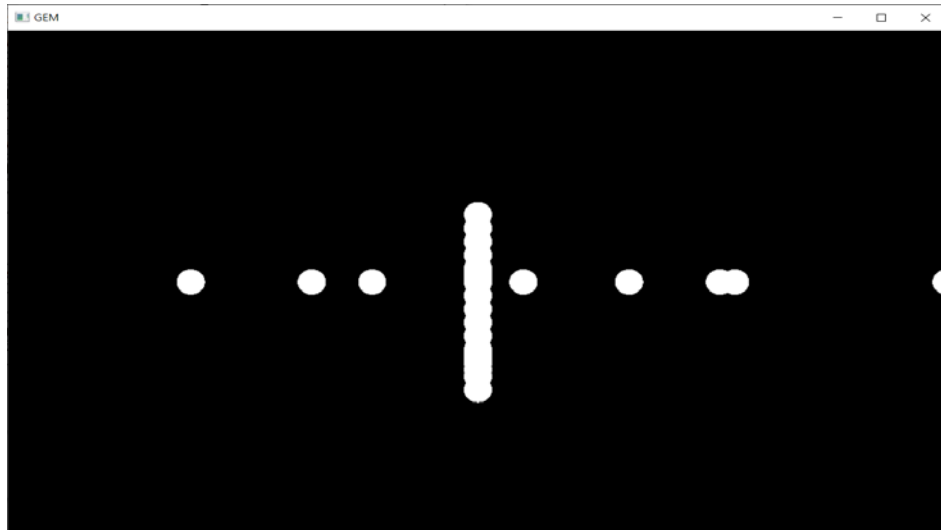


圖 4-2 實驗作品：以圓點紀錄所演奏音符的相對位置

針對此兩種實驗作品中存在的音樂特性討論，雖然前一作品確實能夠表現出音量的瞬間變化，甚至能與帶有重音節奏的音樂同步產生視覺上的節奏與韻律感，但是其畫面的視覺效果過於單一，容易讓觀眾失去視覺上的興致感；而後一作品雖然能夠用視覺呈現出音符彼此在空間中的對應關係，但是它幾乎沒有視覺效果的變化，從頭到尾只有圓點在打點，整體的畫面「看起來太無聊」，因此這兩種模式似乎都不能滿足：讓觀眾透過視覺的刺激得到比只有聽覺更好的體驗。

4.1.2 粒子系統

一、實驗作品：粒子系統 (Particles System)

實驗作品說明：因為粒子系統本身就具有大量粒子及軌跡運動變化的特性，數量眾多及變化性大的特性，使得粒子系統非常適合做為視覺化參數的主要架構。在實驗粒子系統的效果的初期，因為對於 particles 物件使用尚不熟悉，因此只針對粒子的產生數量與持續時間，還有增加、減少影響粒子運動的引力作用，來觀察粒子的變化，儘管透過重力的吸引，能讓粒子做出忽快忽慢或是改變方向的軌跡運動，但只是固定在中央的粒子團並維持定周期的運動畫面【圖 4-5】，很難去連

結所彈奏的音樂旋律，畫面所呈現的視覺效果與音樂也似乎沒有關聯性。因此在一連串研究評估後，決定對粒子的參數值做出更多的條件修正。

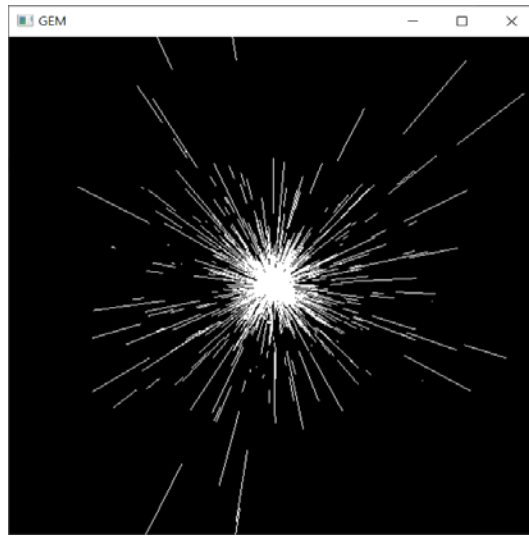


圖 4-3 粒子系統

4.2 評估修正

4.2.1 音符的位置及顏色表現

首先找尋到鍵盤區分左右聲道的中心琴鍵位置，並將其代表為粒子系統中 x 坐標系的原點 ($x=0$)，原點左側表現左手的音符訊號，原點右側表現右手的音符訊號。放置 (Put) 一個訊息物件宣告一個引力點的位置連結到 `part_orbitpoint` 的接口，並以變數 $\$1$ 用作 x 座標的值，它會即時接收到鍵入音符的音高 (音高的數值已用數學運算換算成符合畫面左右寬長的坐標數值) 並隨時依照鍵盤彈奏的位置去更改引力點中心的左右位置，同樣的利用變數 $\$1$ 來改變顏色參數，以藍色作為左手端【圖 4-4】，紅色作為右手端【圖 4-5】，彈奏時，粒子將會一團團被吸引到所彈奏的相對位置，粒子運動軌跡也會在音符持續聲音的情況下，呈現環繞著引力點的軌跡【圖 4-6，圖 4-7】。

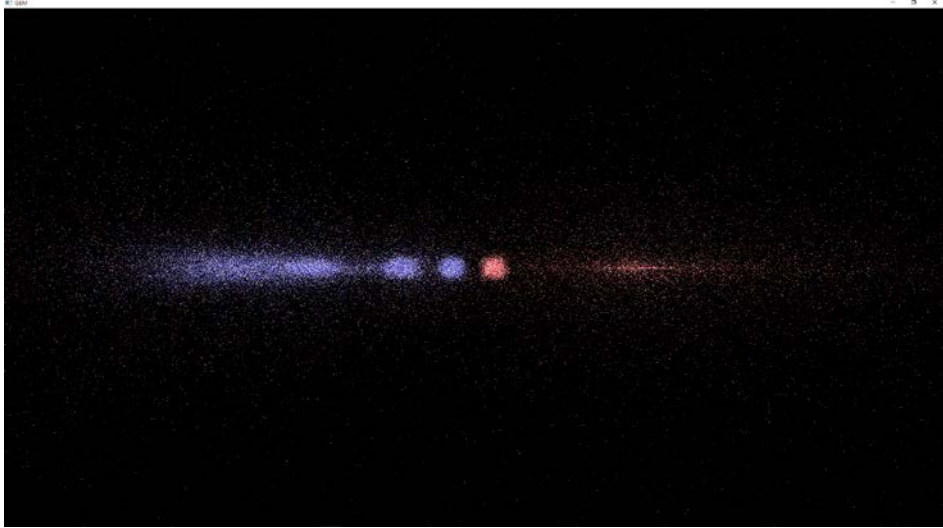


圖 4-4 左手以藍色粒子表示

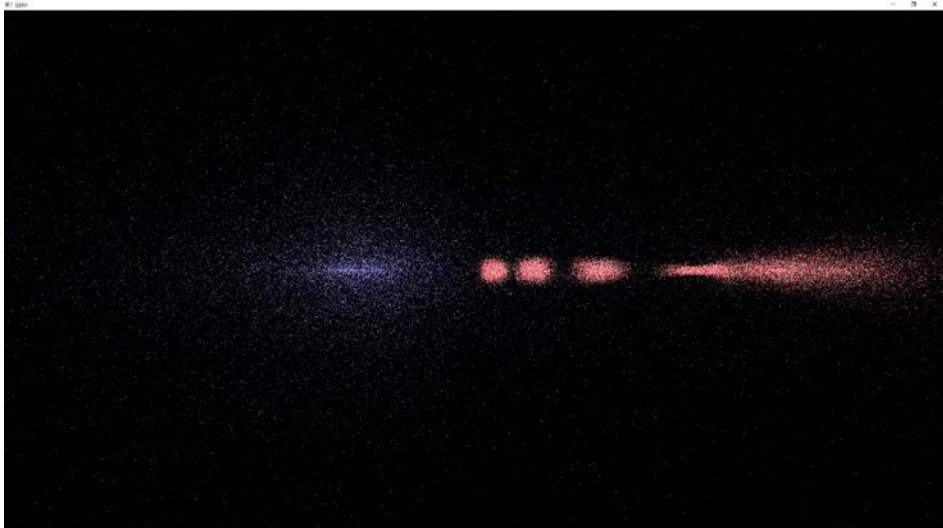


圖 4-5 右手以紅色粒子表示

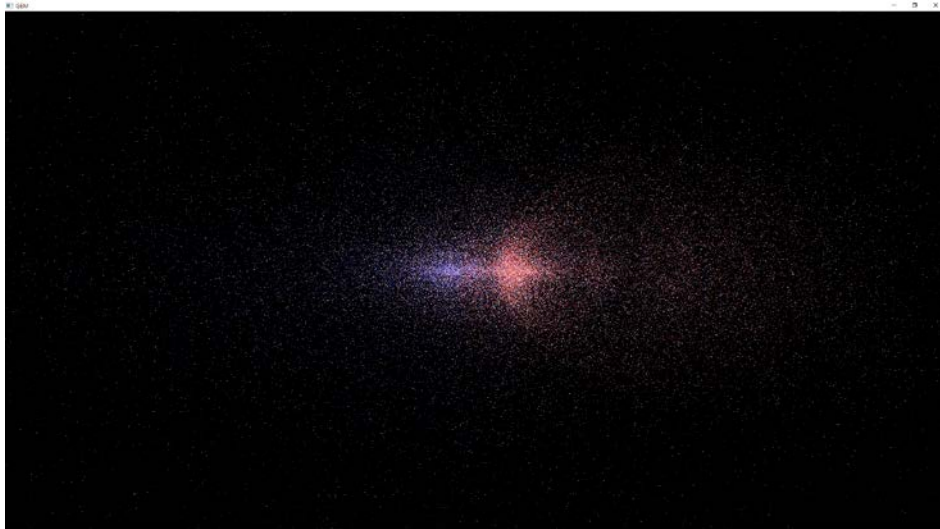


圖 4-6 粒子靠近原點時的軌跡

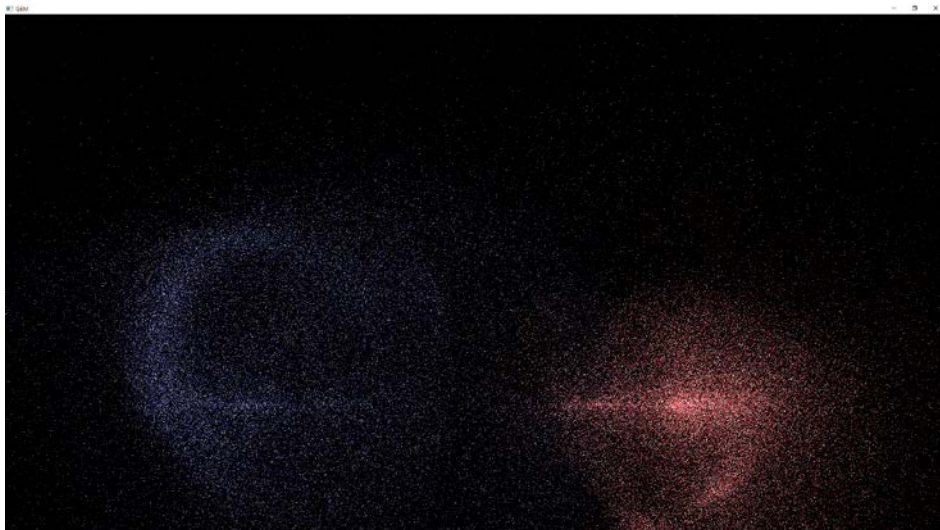


圖 4-7 粒子分開運動的軌跡

4.2.2 使粒子應用動作的數種模式

粒子系統在程式設計架構上最後本來就都會要使用 `part_draw` 物件來應用前面設定好的粒子動作參數，預設的動作狀態有線狀 (line) 和點狀 (point)，為了使粒子的應用動作狀態能有更大的變化，給 `part_draw` 物件中的 `draw` 訊息一個可變變數 \$1，然後去控制變數來改變粒子呈現的動作外觀，主要動作外觀以範例程式整理成數模式如下：

一、模式 1：點狀

說明：此模式為 draw 變數設為 0 時所應用的狀態，與預設 point 動作外觀的效果雷同，所有產生之粒子以點狀的型態運動【圖 4-8】。

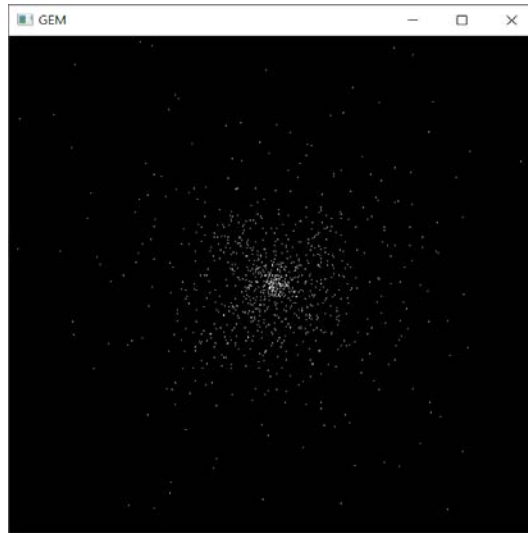


圖 4-8 模式 1：點狀

二、模式 2：線狀

說明：此模式為 draw 變數設為 1 時所應用的狀態，與預設 line 動作外觀的效果雷同，所有產生之例子以線狀的型態運動【圖 4-9】。

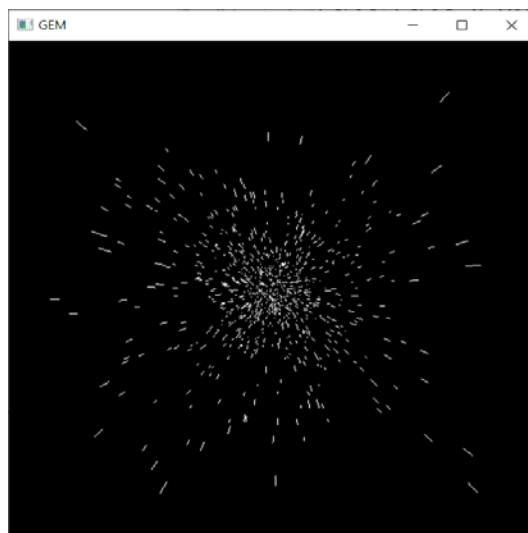


圖 4-9 模式 2：線狀

三、模式 3：相連的線狀

說明：此模式為 draw 變數設為 2 和 3 時所應用的狀態，所有產生之例子以互相相連的線狀的型態運動，視覺上像有雜訊彈射出來的效果【圖 4-10】。

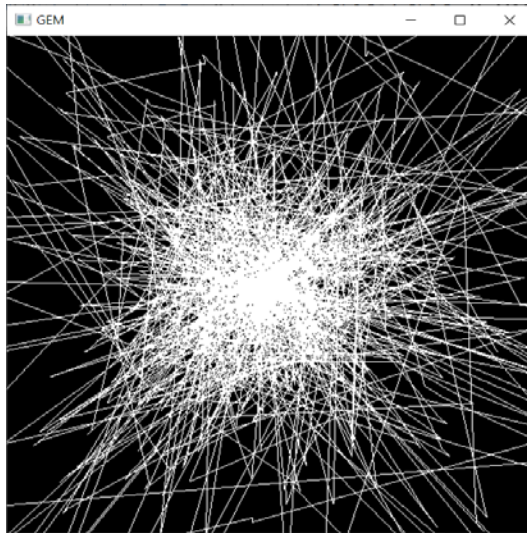


圖 4-10 模式 3：相連的線狀

四、模式 4：極細三角形狀

說明：此模式為 draw 變數設為 4 時所應用的狀態，與模式 2：線狀的動作外觀的效果相似，只是線狀粒子變為極細長的三角形，視覺上看起來就像是一條條彩帶灑出來一樣【圖 4-11】。

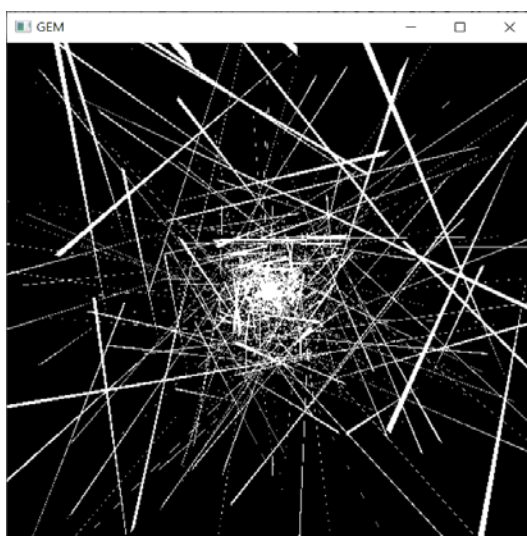


圖 4-11 模式 4：極細三角形狀

五、模式 5：角尖狀

說明：此模式為 draw 變數設為 5 時所應用的狀態，為前一模式投射出的極細三角形兩兩同寬相連後所形成角尖的效果，畫面開始勾勒出幾何的輪廓【圖 4-12】。

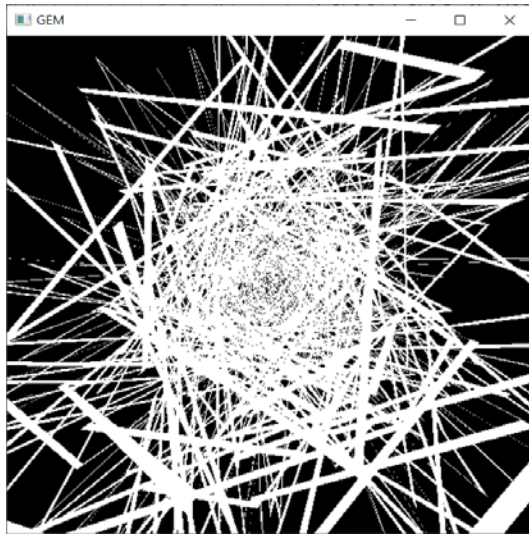


圖 4-12 尖角狀

六、模式 6：幾何塊狀

說明：此模式為 draw 變數設為 6 時所應用的狀態，所產生的粒子以看似不規則的幾何圖形向外擴散，相對於前幾個模式的效果，幾何塊狀所產生的視覺畫面顯得較為擁擠【圖 4-13】。



圖 4-13 幾何塊狀

註：當 draw 變數設為 7 以上之數字時，所應用的狀態將重複上述 6 種模式，故只整理出此 6 種的模式。

4.2.3 針對演奏狀態所做的細部修正

為了讓畫面更接近演奏的狀態，需要加入更多條件參數來影響細部的視覺效果。演奏時，以粒子整體呈現外觀來說，在點狀的模式下，希望畫面配合優美的旋律能看起來不要太生硬，於是微調重力的數值，讓它的引力不至於那麼強，使得畫面中的粒子較為分散，看起來也比較柔和，並且針對演奏場地投影畫面的高度，去改變產生粒子的位置【圖 4-14】。

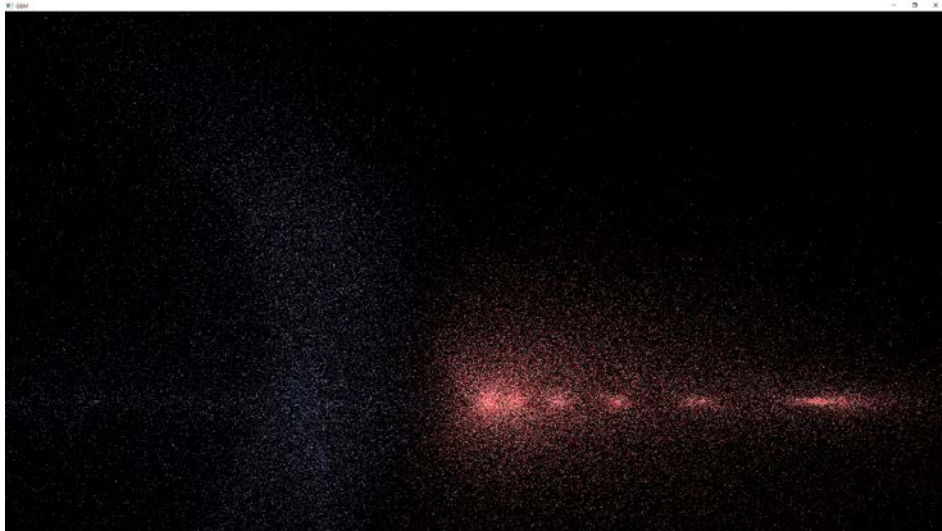


圖 4-14 修正粒子視覺上的柔和度及位置

演奏過程，手指的觸鍵力道隨時在改變，原先想用力度參數影響繪製模式，當力度超過一定數值（實驗設定為 70）時 draw 參數會變為 6（模式 6），讓突然改變的畫面去表現彈奏音符的強音，但是實際演奏時影像的效果太過於突兀、不自然，反而嚴重影響視覺的感官體驗。再者，第 6 種模式初始輸出資源本身就預設較多量值，假使沿用前幾種模式接收到的力度參數，對於幾何塊狀的效果來說會整個佔據畫面，因此若要使用這樣的視覺效果，需要做更多的實驗修正。擷取演奏過程突然改變的視覺畫面，如圖 4-15、圖 4-16。

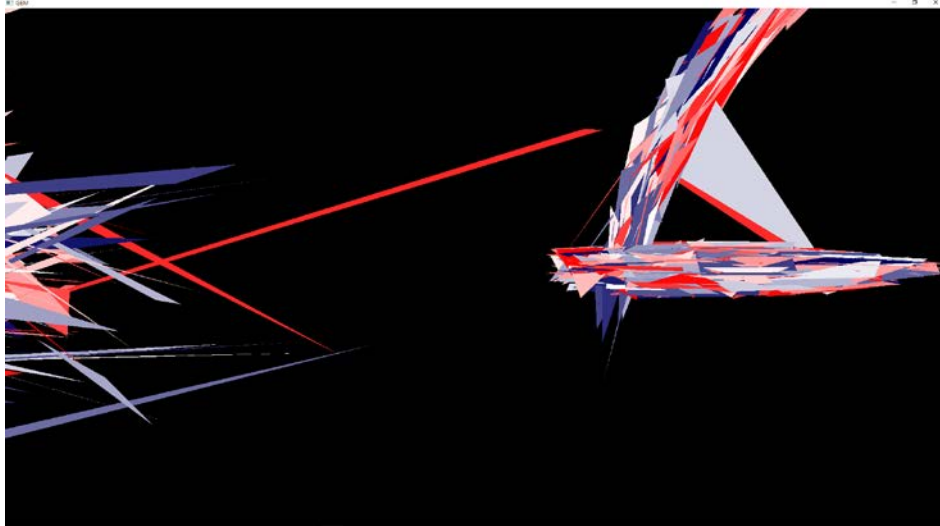


圖 4-15 突然改變為模式 6 的畫面(1)



圖 4-16 突然改變為漠視 6 的畫面(2)

4.2.4 增加外部音源影響畫面的效果

演奏狀態與畫面設定穩定之後，開始加入外部音源參數，也就是去接收觀眾區的環境音量，利用觀眾看見演奏中呈現的視覺效果所做出的反應，例如驚呼聲，或是在觀賞中個人行為所產生的細微聲響，擷取這些聲音參數並設定條件「當收到音量大於環境音量時，將聲音參數導入欲輸出的視覺參數，進而改變粒子的動作畫面」。實驗初期將聲音去改變粒子的運動速度，當收到大於環境音量的聲音時，粒子動作會變慢，雖然畫面上看得出具體影響，但是對於演奏中的音樂來說，改變粒子的運動節奏似乎會讓視覺和聽覺對不上。也使用了讓聲音影響重力的正負

值，收到聲音時粒子會瞬間往反方向運動，呈現炸裂的狀態，只是此種效果在視覺上又太過於單一無趣。在無數次實驗測試之後，最後決定讓聲音去影響粒子生成的運動方向性，當接收到高過於環境音量的聲音時，粒子原本是水平的運動方向會提高射出的角度【圖 4-17】，高於環境音量越大，所射出的角度就越大，又為了讓視覺效果更為自然柔和，另外又增加了引力點，它的應用條件和前者改變入射角度一樣，當接收聲音高於環境音量才會應用，此時向上射出的粒子團射出至頂點之後，就會像繞圓一般落下，甚至粒子軌跡會描繪出一絲絲的圈型線條【圖 4-18】，實驗至此，整體程式設計的輸出視覺參數才算是設定完成。

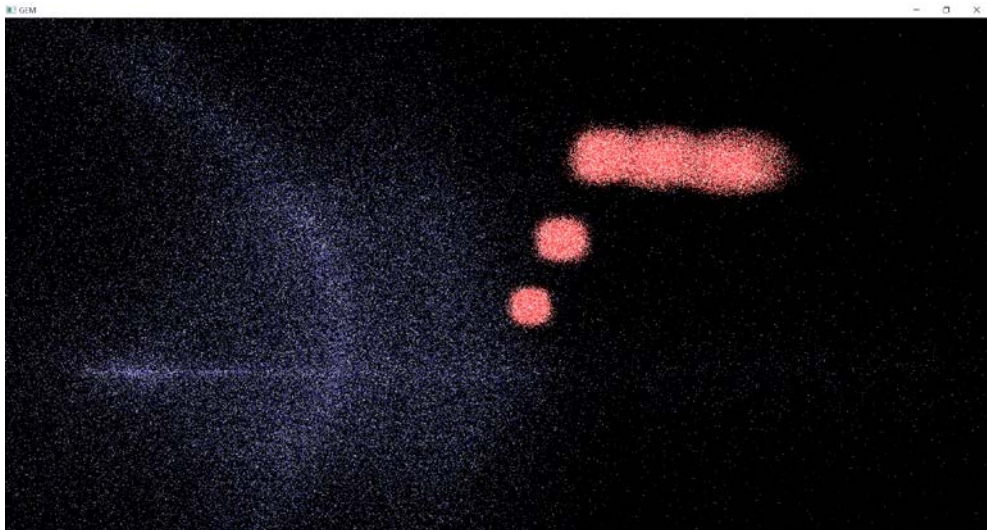


圖 4-17 粒子提高射出角度

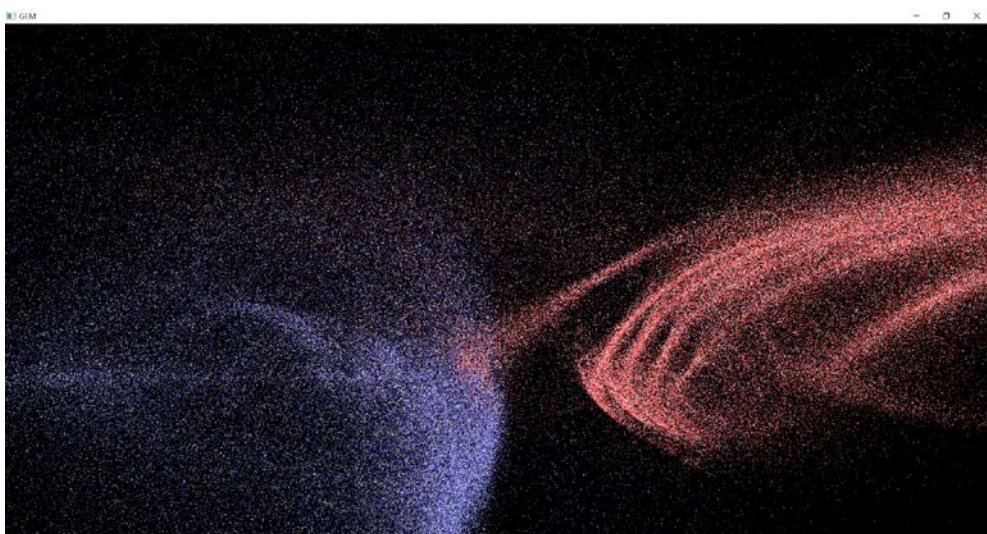


圖 4-18 粒子受引力影響的狀態

第五章、結論與展望

5.1 結論

一場音樂表演透過視覺化產生畫面之後，觀眾對於能看見的視覺效果，似乎要比表演者與音樂聽覺更感興趣，但也因為特別專注於眼前視覺上的變化，很容易就會對相同且重複的變化感到無趣，就演奏時聽覺對於視覺來說，在不同模式下彈奏相同旋律，會發現有些模式的視覺效果看似很適合這段旋律，但是只要換了另一種模式後，聽覺和視覺上就立刻出現不平衡；而就視覺效果對於聽覺來說，用一組設定好的效果參數，以不同的旋律或是技巧彈奏，也會有聽覺和視覺上搭配是否合適的問題，因此視覺效果與音樂作品的設計編排，如何先從編曲的起承轉合中，找到每一個段落裡面最具代表性的旋律，並依照旋律的感覺去搭配欲呈現的視覺效果，找出最能代表旋律特性的視覺效果是非常關鍵的。

進一步以實際演奏的現場情況來說，不僅是觀眾會專注在畫面上，演奏者本身也會因為看見彈奏出來的視覺效果（實際演奏時的視覺畫面如圖 5-1），為了主動影響畫面的呈現而替換演奏的內容，甚至是去改變平常彈奏樂器的習慣，例如在音樂中的某一段旋律，原本習慣用一樣的力道去彈奏，但為了讓聽覺與輸出的視覺效果變化「看起來」更同步，就會先用輕微的力道去彈奏，隨著時間漸漸加重，使得畫面變得「聽起來」更加生動；或者是平常按壓和弦的位置，產生的粒子團在畫面呈現中看起來太過鬆散，於是將和弦的幾個音符移位至相近的地方彈奏，使畫面看起來像是好幾團聚集在一起的毛球，視覺上就能產生讓人感到療癒效果。演奏當下會臨時發生什麼狀況都是未知數，例如本來想彈奏的音樂，琴鍵按下去才發覺表現出來視覺效果不盡理想，或是突然有來自外部的聲音干擾：如觀眾發出的細碎聲、手機鬧鈴等等，為了要能隨時應對演奏當下的各種狀況，選擇使用即興的方式去演奏音樂，比起照著樂譜完整規矩的彈完一首曲子要來的適當，因為演奏方式自由沒有限制，演奏者可以選擇用一段名曲的旋律敘述自己當

下的心情，下一小節隨即以即興作曲延續情緒，突然有一位觀眾咳了兩聲，竟然擾亂了音樂在空間中流暢感，但在演奏者隨即迅速的彈了幾個切分音，劃開了空氣中的尷尬氛圍，也順勢改變了音樂的風格和節奏，重新讓音樂的流動感再次回到一個平衡點上；反觀單純演奏一首曲子的情況，因為演奏者必須要遵守五線譜上的記號與音符彈奏，現場發生了任何狀況，甚至是中斷了彈奏的進行，這時演奏者似乎除了接續演奏沒有其他選擇，但若是能以即時的反應力去作出演奏上的修飾，突兀的中斷點反而能成為表演中的一個驚喜，或是帶領觀眾進入另一種音樂體驗。

加入外部聲音去影響畫面的條件，這有別於以往聽/觀眾在欣賞音樂時的狀態，反倒觀眾也能是創作者，觀眾的聲音就是創作的來源，藉由賦予觀眾有影響畫面的能力，讓觀眾能「近距離」實際參與到演出與創作的過程，不只是「遠遠看著、聽著」而已，但也因為演出多了一個外部參數，可能會導致原本主要的音樂演奏反而受到外部因素的干擾而進行不下去，若是場面控制不佳，更可能變成僅是觀眾在隨意製造噪音的混亂狀況；進一步討論收音問題，觀眾區的聲音會因為場地不同，現場環境音量差異去影響到收音狀況，連帶影響到演奏者和觀眾區的配置，在程式端關於聲音輸入的參數條件也都會要去修正調整，所以這樣的新型態互動演出模式，還有許多實際演出時才會遇到的問題，是需要做過多次現場演出測試後，才能有效修正完善的。

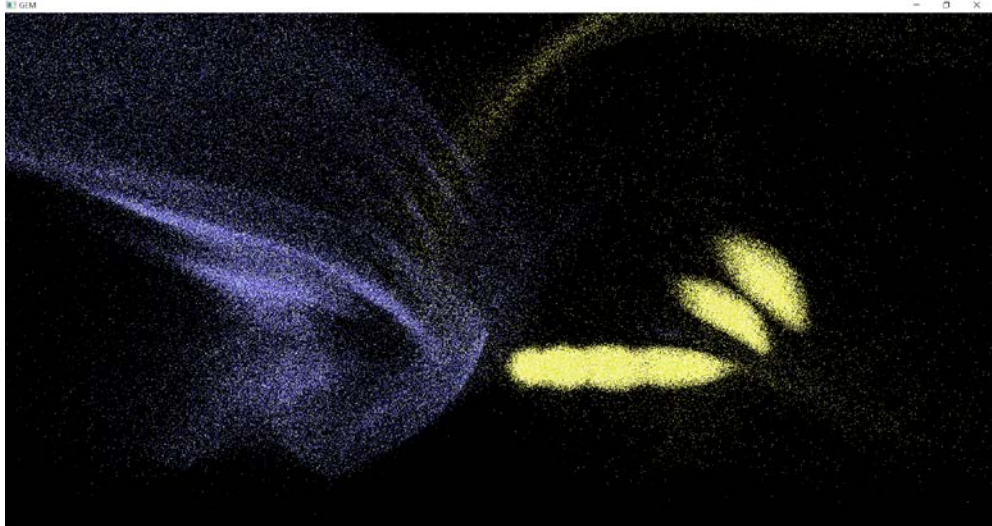


圖 5-1 實際演奏視覺畫面

5.2 未來展望

此研究尚有許多可以探討的空間，例如畫面中的粒子是否要用不同的幾何圖形或是符號來替換，如【圖 5-2】，這個圖形或符號又代表著何種意義，是否會去限制觀眾對於音樂的想像，甚至變成帶有框架來欣賞音樂演出，都是可以去深入作個別探討的。至於表演場域的部分，希望未來可用到更專業的音樂廳或是展演空間去做實測，如在 360°圓頂的放映廳去做實際的演出和投影，或是改變媒介將整個系統設置搬運由虛擬實境（Virtual Reality）來驅動，讓觀眾戴上頭戴式顯示器，直接「走進」由視覺化參數所設計出來的音樂空間中，並以不同的角度觀看音符在空間中流動的各種即時變化，屆時無論是設計視覺參數的程式技術還是音樂編曲的鋪陳，都需要磨練的更加精進並做不同的測試優化，才能達到理想中音樂的多層次體驗效果。

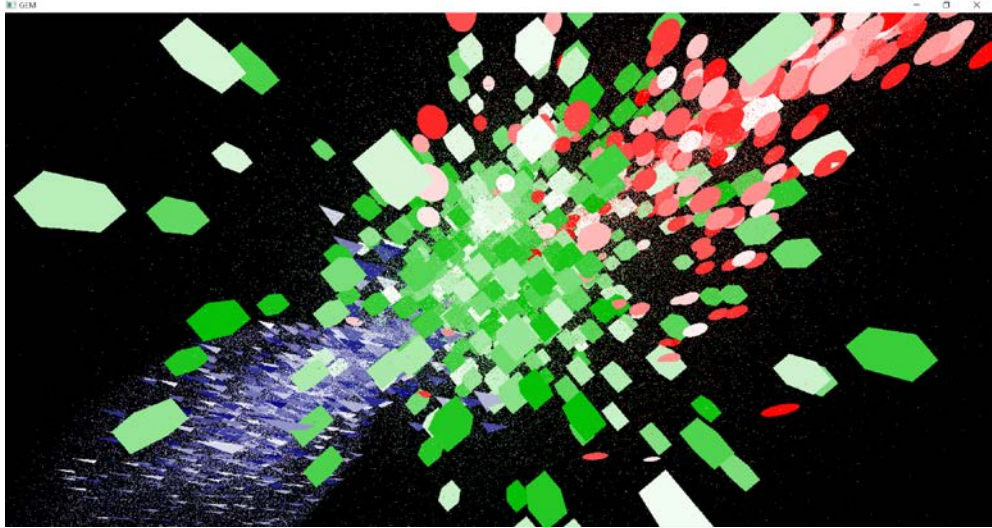


圖 5-2 輸出粒子的圖形改為幾何圖形

參考文獻

中文文獻

- 王昀 (2001)。论音乐空间与建筑空间的对应性。《华中建筑》，Vol. 18，No. 4，pp. 47-48。doi:10.13942/j.cnki.hzjz.2001.04.018
- 謝斐紋 (2006)。《現代繪畫與音樂思維的平行性》。台灣：秀威。pp. 20。
- 陳永賢 (2004)。《互動式媒體藝術的創作思考》。「ACM SIGGRAPH TAIPEI 2004 國際學術研討會」發表之論文，臺北：數位內容學院與國立臺灣藝術大學主辦。
- 劉新圓 (2011)。《音樂即興：理論與實務初探》。pp. 4-6, 8-9, 16。

英文文獻

- Carl Dahlhaus (1990). On the Decline of the Concept of the Musical Work, in *Schoenberg and the New Music*, translated by Derrick Puffett & Alfred Clayton. Cambridge: Cambridge University Press. pp. 222-226.
- David Hiley, Lorenz Welker, Klaus Miehling, Thomas Seedorf, Rudolf Frisius, Reinhard Anfreas & Artur Simon (1996). Improvisation, in *Die Musik in Geschichte und Gegenwart: Allgemeine Enzyklopädie der Musik*. Kassel New York: Bärenreiter, Sachteil. 4. pp. 538-541.
- Ferand, Ernst T. (1938). *Die Improvisation in der Musik*. Zürich: Rhein-Verlag. pp. 14-15, 35-81.
- Ferand, Ernst T. (1957). Improvisation, in *Die Musik in Geschichte und Gegenwart: Allgemeine Enzyklopädie der Musik*. Kassel New York: Bärenreiter, Sachteil. 6. pp. 1135.
- Tullia Magrini (1998). Improvisation and Group Interaction in Italian Lyrical Singing,

in

In The Course of Performance: Studies in the World of Musical Improvisation.
Chicago: The University of Chicago Press. pp. 169.

David W. Fourney, & Deborah I. Fels (2009). *Creating Access to Music through Visualization.* Paper presented at the 2009 IEEE Toronto International Conference Science and Technology for Humanity (TIC-STH), Toronto, ON, Canada. pp. 939-944. doi:10.1109/TIC-STH.2009.5444364

Lipscomb, S.D. & Kim, E.M. (2004, August). *Perceived match between visual parameters and auditory correlates: An experimental multimedia investigation.* Paper presented at Proc. 8th International Conference on Music Perception and Cognition, Evanston, Illinois, USA. pp. 72-75.

網路資源

王新仁 (2013)。[教學]Puredata 聲音設計 1。檢自

<http://www.dazegraffiti.com/2013/03/puredata-1.html> (June 8, 2019)

岩井俊雄，Piano—as Image Media (1995)。檢自

<https://www.kousakusha.com/ks/ks-t/fig48-1.html> (June 10, 2019)

Victor Doval es Producciones Luminosas。Retrieved from

<http://www.produccionosluminosas.com/#Howler-Monkey-by-Meier-&-Erdmann>
(July 22, 2019)

Stephen Wilson (1993). *The Aesthetics and Practice of Designing interactive Computer Events.* Retrieved from

<http://userwww.sfsu.edu/swilson/papers/interactive2.html> (June 10, 2019)

/chapter: Introduction2/PUREDATA. Retrieved from

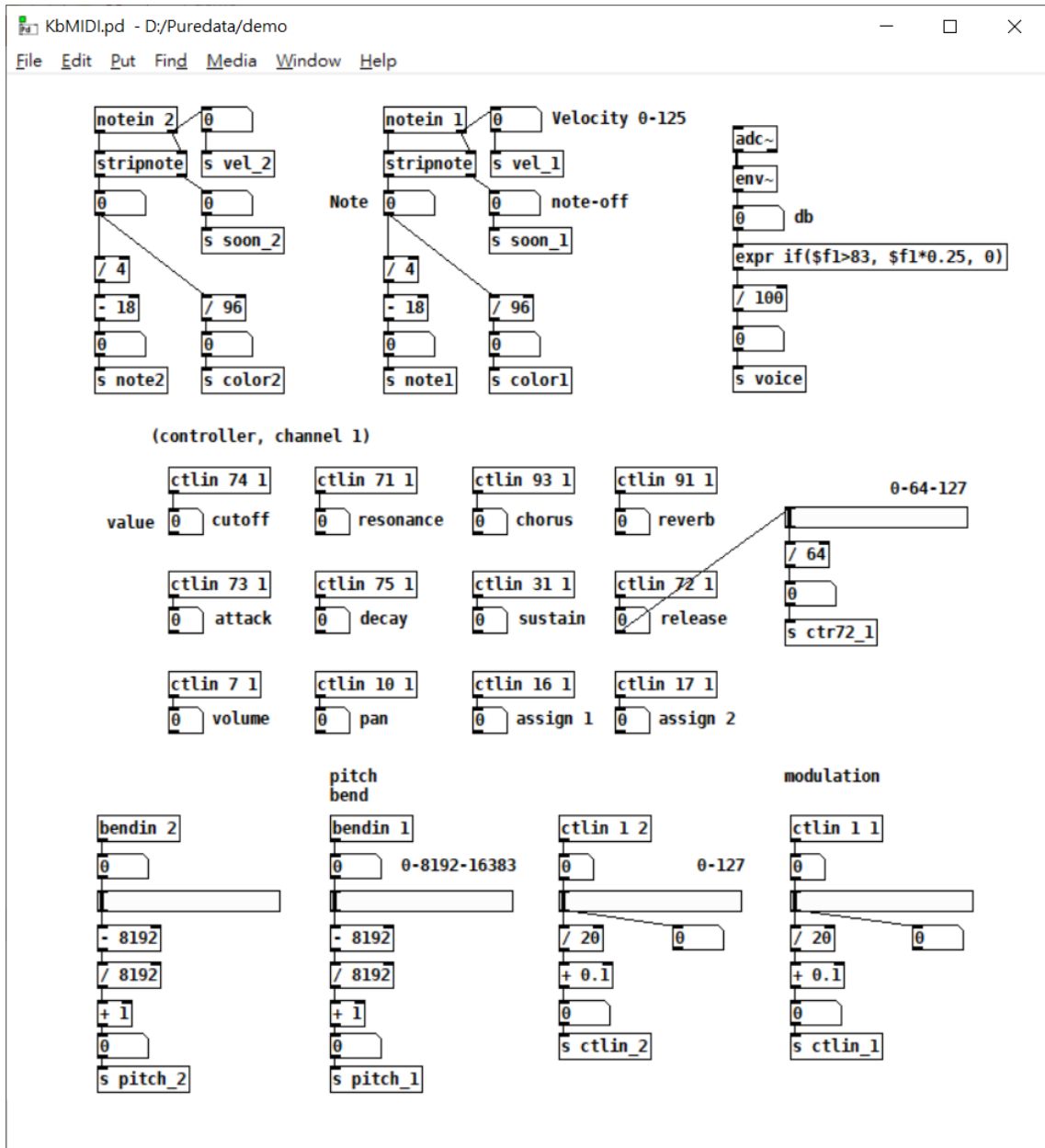
<http://write.flossmanuals.net/pure-data/introduction2/> (June 8, 2019)

Ye Olde Gem Manual: 11. List Of GEM Objects (July 03, 2007). Retrieved from

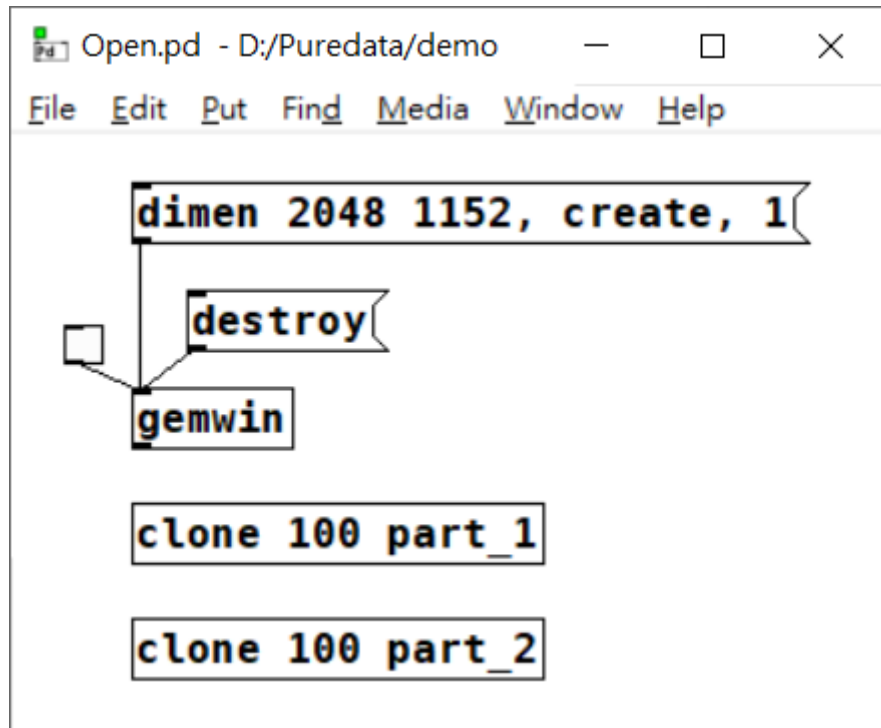
<http://gem.iem.at/documentation/manual/manual/list-of-gem-objects> (June 8, 2019)

附錄

附錄一、KbMIDI.pd 程式碼



附錄二、Open.pd 程式碼



附錄四、實驗作品：圓點 (Point) 程式碼

