

## 古琴減字譜數位系統

### 摘要

古琴的琴譜-減字譜是接近文字類的數位圖書，但又不完全屬於文字類型的一種應用。這是一種發展於古代，為了簡化複雜的文字譜而發展出來的記譜方式，其目的希望一方面可以像文字譜一樣，詳細的記載古琴的演奏方式，另一方面，又簡單到可以用符號來表示。這種特殊的記譜方式使用彈法關鍵字的漢字偏旁，由左上到右下組合成一個綜合符號，再加上一些裝飾用的彈法符號而成。只要符號不同，同一弦，同一音高的音位就會呈現不同的音色，而其代表的琴曲，陰陽轉折不同，寓意也就不同。這是一種源自漢民族所特有的精緻文化，乃為西方的各種記譜方式所遠遠不及的。可惜的是這種複雜的記譜方式(已較文字譜大為簡化)，一方面不見於制式的音樂教育體系，一方面過於難學，因此在一切唯西方文化是從，講求速成的現代社會，了解的人也就越來越少了。

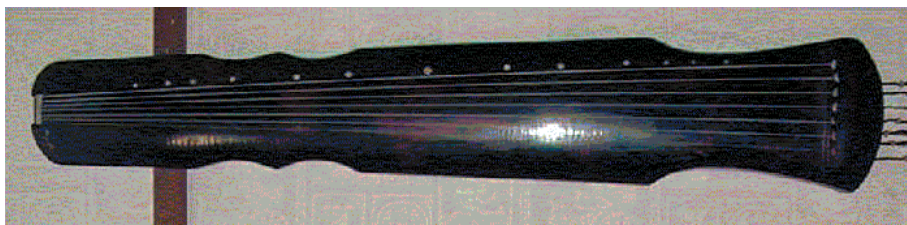
目前遺留下來的完整的古琴琴曲有約700首，而由古代墓穴中調查取得，殘缺不全者約有6000首以上，因此一直有一些古琴音樂的愛好者欲設法使其完整化(這情形類似由巴赫(J.S.BACH)所遺留殘缺文稿中，挖掘與重新譜成樂曲的情形一般)；此外，也有一些琴譜叢書面市(如四庫全書的松弦館琴譜)，不過將之數位化的工作在國內一直未見進行。我們過去在古琴方面的研究一直致力於工程技術方面的實現[1]-[3]。然而，不管音樂合成技術如何逼真，其靈魂仍在於忠實呈現出作曲家的傑出作品。換言之，沒有優美的曲譜作品，任何合成技術都如巧婦難為無米之炊。因此，為了讓這種精緻藝術得以保存並易於推廣，我們希望發展一套古琴琴譜的數位圖書，以供有興趣者參考搜尋，藉由它來了解古琴文化，並作為學習古琴的入門指引。

我們開發了一套工具軟體用以處理減字符號的輸入，並可秀出利用漢字偏旁組成之中國書法字型，雖然它還未能處理所有的減字符號，但對於部份較簡易的琴曲已是綽綽有餘；另一方面我們就所收集整理之文獻架設了古琴藝術數位典藏網頁[4]，並定期更新。

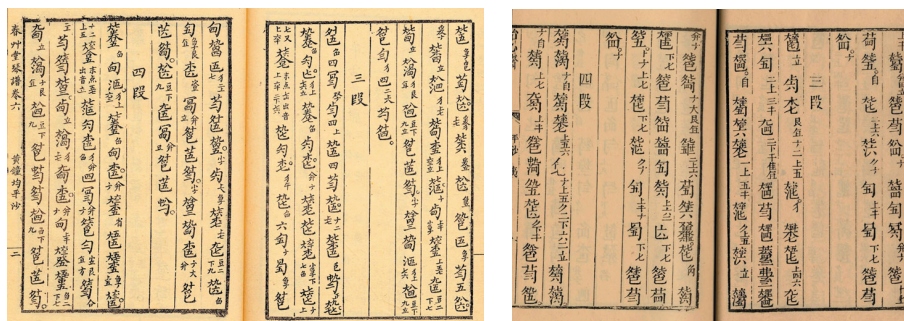
**關鍵詞：**數位圖書、古琴、古琴琴譜、減字譜

## 壹、引言

要將減字譜數位化，首先要了解古琴的結構以及其彈法，古琴的構造如圖一，上有七弦，最低音為第一弦，最高音為第七弦。在第一弦的上方有用貝殼鑲的13個記號稱為徽，其它更詳細的記號就不在此贅述，一般的彈奏以左手按弦，右手彈弦為主，但亦有例外的情況。古琴琴音有三大類，一曰散，二曰按，三曰泛，代表人地天等三才，散音為空弦音，左手不按弦，按音則須按弦。而泛音則以左手微觸琴弦，右手撥弦後，左手快速離開而成一音。一般而言，古琴琴曲有十二律說及五調說二種，由於國樂多以宮商角徵羽五音音階為主，因此五調較常用，中有黃鐘、太簇、沖呂、林鐘、無射等五種。再加上大呂、夾鐘、姑洗、蕤賓、夷射、南呂、應鐘等七種，是為十二律說，在視譜之前必須先定調性，如果採用林鐘調則一至七弦定弦依次為宮(do)商(re)角(mi)徵(so)羽(la)宮(do)商(re)，其他調性可參考名家之琴譜[5][6]，以單音而論，一張古琴可以有七種散音，147種按音及91種散音，共245音。



圖一 古琴



圖二 古琴減字譜平沙落雁曲片段(右：琴學練要，左：春草堂琴譜)

古琴琴譜的數量與質量相當龐雜，相同的曲有眾多不同版本，如圖二，因此更須仰賴技巧性的處理方式，現行琴譜的缺點，多半在於解釋不易令人一目了然，雖然琴曲的詮釋在各琴譜中已有敘述，但都相當簡略，對於指法的詮釋也相當粗略，自古以來古琴琴曲的傳授都是師生一對一口傳心授方能得其意旨，如何斷句，如何決定節拍都是問題。單就減字符號而言，由於減字符號並非一般通用的文字，而是一連串演奏指法的綜合描述，對於每一種組合都需要給予一個工整的字體符號，因此有必要為之重造一種字型，有了字型，自然需要有輸入法，這和中文的各種輸入法，如倉頡或無蝦米...等輸入法相似，不過減字符號有其實際的指法對應，則稍有不同，另外文字的註解對古琴音樂的是相當重要的，而僅得一家之言，對曲子的詮釋常流於偏頗，因此整理名家的解釋有其必要性。

在完成減字譜分析與數位化輸入後，對於未來建立琴譜之數位資料庫以及多媒體呈現等工作將可提供更有利的支援；我們將於第二節描述減字符號的構成通則以及如何剖析為電腦中的資料結構，第三節敘述利用上述資料結構重建減字符號貼圖，第四節介紹我們所開發的減字符號輸入系統，最後是結論與對未來相關工作的展望。

## 貳、減字符號結構剖析

分析減字符號的構造是琴譜數位化重要的第一步。減字譜的符號構成是以漢字減少筆劃的結果形成所謂的 "減字"，再將數個減字依一定的規則排列而形成的符號，與西方的記譜方式有極大的不同處是它記錄的不是音高及音名，而是指法和徽位等資訊，其中隱含了音高的資訊。因此我們嘗試建立一個代表減字符號的剖析樹（parser tree）資料結構，利用這個剖析樹結構，我們可以將左右手的指法，及彈法合為一個綜合的符號，也就是重建減字符號；這個減字符號的剖析樹資料結構，將成為數位化工作中最重要的資料交換中介。

要建立一個剖析樹，我們需要兩個運算元來連結兩邊的子樹，即左右手指法、徽位的結合，因此我們定義了運算元「+」及「\*」如下：

「+」：用來連接左右手不同的指法或是不相關的指法。

「\*」：左手所用到的指法和右手所用到的組合指法。

例如：

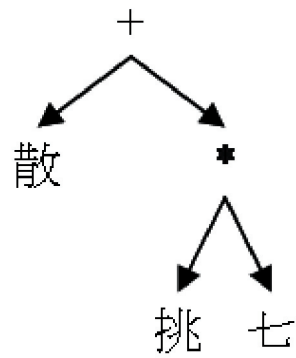
散挑七弦-->[散]+[挑]\*[七]

大九勾三弦-->[大]\*[九]+[勾]\*[三]

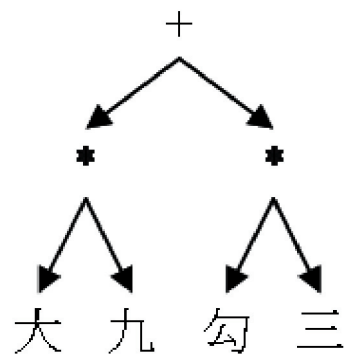
名指十徽六注剔四弦-->[名]\*[十]\*[六]+[注]\*[剔]\*[四]

如同處理加減乘除運算，先處理「\*」符號而後處理「+」符號，建立剖析樹，以下是幾個由簡易到複雜的減字符號的剖析樹。

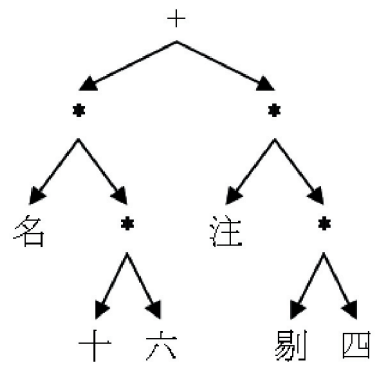
[散]+[挑]\*[七]



[大]\*[九]+[勾]\*[三]



[名]\*[十]\*[六]+[注]\*[剔]\*[四]



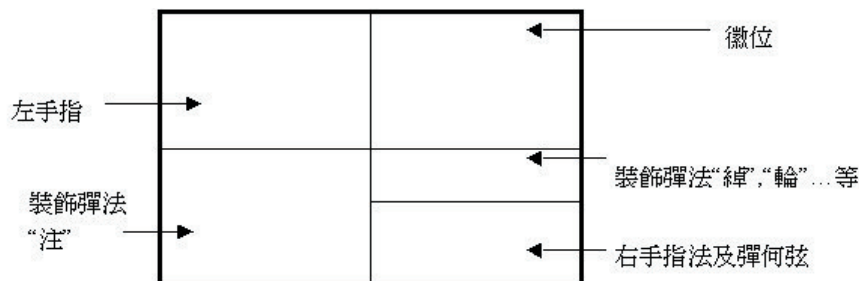
依此原則能剖析出約六成較簡易的減字符號，對於較複雜的減字符號，我們採用分析歸納後之原則，另外建立例外規則。

### 參、減字符號重建

一般而言，減字符號可以分上下兩半(也有一些例外的狀況)。上半部代表左手指法而下半部代表右手的指法。上半部又可以分為左右兩部份，上左部通常是指明由左手那一根手指執行按弦的動作，而上右部則為按弦的位置。下半部也可以分為左右兩半，下左部通常為裝飾彈法，如「注」所在的位置，而下右部則指明什麼彈法及彈何弦。而右手裝飾彈法通常位於下右部的上方，如「綽」。以上的規則並非固定不變的，例如不用按弦時，則上半部以「十」為符號，即散音。而如果沒有裝飾彈法「注」，則下右部就移至中間來。有時某一部份會省略，則該位置的資訊就是和前一音相同。因此基於上面的解釋，通用且常用的減字符號可以用上左，上右，下左，下右，下右上，五部份來分辨各部的意義，圖三為一典型的減字符號。



圖三 減字符號「名指十徽二注勾二弦」



圖四 重建減字符號架構

圖四為本系統減字符號重建的基本架構，可依實際需求而增加或減少某一部份，但最後為求字體工整，會將各部份的位置及比例作調整。

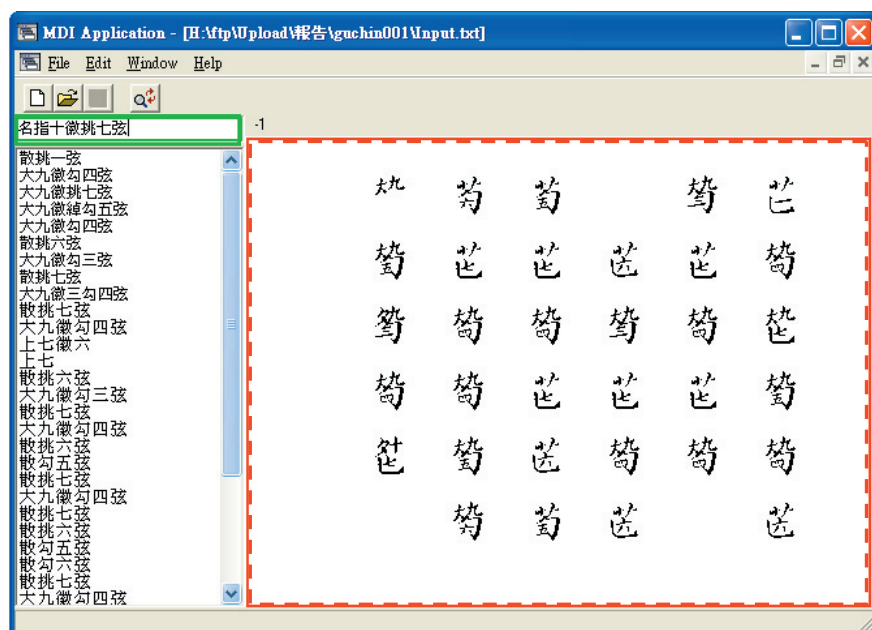
## 肆、減字譜輸入系統

目前所開發之減字譜輸入系統雛形可分為使用者直接輸入與批次輸入兩種，前者以互動方式讓使用者自行鍵入琴曲指法，由程式解析貼出減字構成減字譜，後者使用電腦批次作業，方便建立琴譜資料庫時，節省大量操作人力。

由使用者線上輸入一個減字符號的指法，透過程式來剖析結構，進而貼出其對應減字符號，如圖五，我們使用一般之中文輸入法在輸入指法的欄位，依序鍵入「散挑一弦」、「大九徽勾四弦」和「大九徽挑七弦」等指法，即會在減字貼圖欄位中顯示所鍵入之對應減字符號貼圖。

減字譜輸入程式亦支援批次輸入，為免除線上逐字輸入的費時，使用者可先行準備好一純文字檔案，每一行指法代表一個減字符號，經由程式判讀後，即可得到剖析結果，如圖五中所示；倘若使用者發現有若干小錯誤，則可以使用直接輸入加以更正；如此我們可以快速地建立起大量正確的琴譜資料。





圖五 減字譜輸入程式介面(實：輸入指法欄位；虛：減字貼圖欄位)

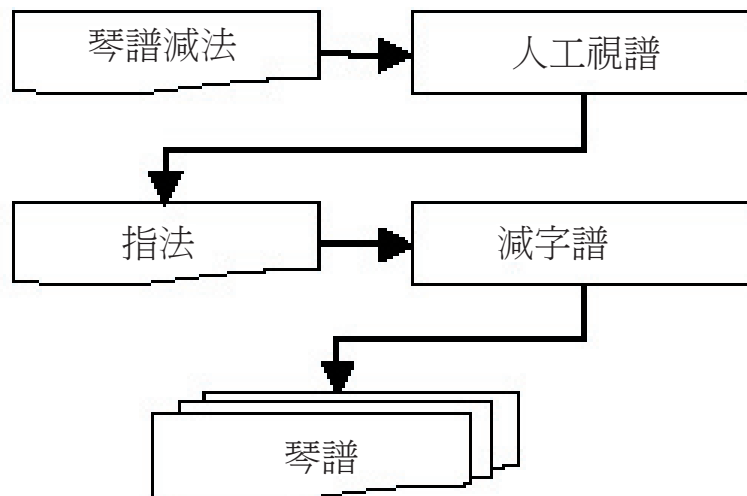
C調(ㄉㄜ)	D調(ㄉㄨㄞ)	E調(ㄇㄟ)	G調(ㄌㄜ)	A調(ㄎㄚ)
宮調	商調	角調	徵調	羽調
1.4.0	1.3.6	1.3.0	1.2.2	1.1.6
1.7.0	1.6.5	1.6.0	1.5.0	1.4.6
2.1.4	1.13.0	1.11.0	1.9.0	1.7.9
2.4.4	2.4.0	2.3.6	2.2.6	2.2.2
2.7.6	2.7.0	2.6.5	2.5.6	2.5.0
3.2.0	3.1.4	2.13.0	2.10.0	2.9.0
3.4.8	3.4.4	3.4.0	3.3.2	3.2.6
3.8.5	3.7.6	3.7.0	3.6.2	3.5.6
4.2.6	4.2.2	4.1.6	3.12.0	3.10.0
4.5.6	4.5.0	4.4.6	4.4.0	4.3.6
4.10.0	4.9.0	4.7.9	4.7.0	4.6.5
5.3.2	5.2.6	5.2.2	5.1.4	4.13.0
5.6.2	5.5.6	5.5.0	5.4.4	5.4.0
5.12.0	5.10.0	5.9.0	5.7.6	5.7.0
6.4.0	6.3.6	6.3.0	6.2.2	6.1.6
6.7.0	6.6.5	6.6.0	6.5.0	6.4.6
7.1.4	6.13.0	6.11.0	6.9.0	6.7.9
7.4.4	7.4.0	7.3.6	7.2.6	7.2.2
7.7.6	7.7.0	7.6.5	7.5.6	7.5.0
		7.13.0	7.10.0	7.9.0

圖六 五音音階調性分析

古琴不同於一般調性樂器，因其豐富的指法，以及長音停頓等的差異，造成一些西洋樂譜無法表達的泛音，只能盡可能的抓相對音高，本系統對此亦做了初步判定，並可於輸出中標示該指法之音高，以林鐘調為例，如圖六中，3.7.6的意思代表了左手按壓第7個徽位之第6個次徽位，右手撥彈第3弦，相當於西洋樂譜中的D調；要完整的表達古琴的音韻仍有賴前述古琴名家對琴譜琴曲彈奏的解釋，收集其相關經驗來分析其中原則。

## 伍、結論與未來工作

我們已大致完成減字譜輸入之工作，未來除了增加減字符號辨識數量、指法容錯和使用更親和的人機介面外，更進一步可建立琴譜之數位資料庫以及多媒體呈現等二項工作。透過具備古琴減字譜視譜能力的人員，將琴譜的減字符號輸入減字譜輸入程式，轉換為資料庫中的剖析樹資料結構，建立大量完整的琴曲減字譜指法內容，其流程如圖十五所表示，有助於日後多項應用，包含減字譜數位輸出、動畫製作及音樂合成等。



圖十五 減字譜資料庫建立流程

以往我們已發展出相當成熟的古琴音樂合成技術，並多次在國際相關會議展示[7]-[9]，不論就聲音波形或實際聆聽，都相當逼真，獲得相當大的迴響。因此我們將擴展此技術使其能與琴譜資料庫結合，經由琴譜彈法的詮釋以及規則建立所分析歸納後的規則，將具體轉化為眾多的模糊法則(Fuzzy rule)，根據這些法則來決定樂曲的合成參數，最終產生更優美的旋律，更進一步希望能結合多媒體編碼系統，如MPEG-4[10]-[12]，使之容易在網際網路(Internet)上使用。

我們相信古琴減字符號之意義在於記載琴曲之音韻，而非符號，惟有透過對減字符號的正確剖析，數位化工作才能有所依托，萃取出琴曲的演奏元素，進而以數位方式記錄並重建其音樂內涵，

## 致謝

本系統為國家型數位典藏開放性計畫，由國科會編號 NSC-91-2422-H-006-321計畫所支持。

## 參考資料

1. S. F. Liang, A. W. Su and C. T. Lin, "A New Accurate Model-Based Music Synthesis Technique by Using Scattering Recurrent Neural Networks," in Proceedings of 16th ICA/135th Meeting of Acoustical Society of America, pp. 2535-2536, Seattle, 1998.
2. A. W. Su and S. F. Liang, " A Generalized Model-Based Analysis/Synthesis Method for Plucked-String Instruments by Using Recurrent Neural Networks," in Proceeding of the 106th Convention of the Audio Engineering Society, 1999.
3. A.W. Su and R. W. Wang, "A Novel Portamento Embedded Model For Analysis and Synthesis of Musical Sound," in Proceeding of the 110th Convention of the Audio Engineering Society, 2001.
4. "「古琴藝術數位典藏」網頁", <http://140.116.82.181/~guchin/htm/index.htm>

5. "梅庵琴譜", 原著者: 王燕卿, 編輯者: 徐立孫
6. "怎樣彈古琴", 許光毅編著, 人民音樂出版社
7. A. W. Su and S. F. Liang "Recurrent Neural Network Based Physical Model For the Chin and Other Plucked-String Instruments," Journal of The Audio Engineering Society, vol. 48, no. 11, 2000.
8. S. F. Liang, "Novel Approaches for Physical Modeling, Analysis and Synthesis of Plucked-string Instruments and Their Application to the Chin," Ph. D. Dissertation, Depart. of Electrical and Control Engineering, NCTU, 2000.
9. 王瑞文, "實體模擬技術運用於撥弦樂器, 滑音處理與古琴輸入法之人機介面研究", 中華大學資工系碩士論文, 2001.
10. "MPEG-4 Structured Audio" Machine Listening Group, MIT Media Laboratory, <http://sound.media.mit.edu/mpeg4/>
11. "Image Communication Journal-TUTORIAL ISSUE ON THE MPEG-4 STANDARD", [http://www.cselt.it/leonardo/icjfiles/mpeg-4\\_si/](http://www.cselt.it/leonardo/icjfiles/mpeg-4_si/)
12. "Moving Picture Experts Group", <http://www.mpeg.org>