

XML 數位樂譜存取系統之設計與製作

Design and Implementation of a XML-based Digital Score Access System

[#]張修銘，*葉榮木，張書誠，邱宗源

*國立台灣師範大學機電科技研究所

[#]sherman@ie.ntnu.edu.tw，*zongmu@cc.ntnu.edu.tw

論文摘要

數位圖書館將各種資料數位化儲存，便利檢索。樂譜是數位圖書館極重要的典藏項目之一。在目前的存取機制中，樂譜常以圖檔格式進行數位化儲存，這種格式對於在擷取、編修與檢索上有極大的不便利。本文設計並製作一種以 XML 技術為資料核心的數位樂譜存取架構，解決傳統樂譜資料在儲存、編修、檢索上的不便利，更增進樂譜資料在不同硬體平台顯示上的便利性，並可減少樂譜資料在轉換上的複雜度，便捷教學上各種樂譜之取用。

關鍵字: XML、數位樂譜、數位圖書館

ABSTRACT

The computer technology is used in digital libraries to store all assortments of written, audio, and video data in small, invulnerable and speedy way. Scores are critical items to reserve among the creation of mankind; however, for conventional access system, scores are usually digitally stored in image formats, which are not easy to fetch, edit and search. In this paper, a new access system is proposed based on XML score format to downsize the storage, to facilitate the editing, to accelerate the searching in current systems, and to minimize the complexity of converting from one kind of score format to another thus facilitate the retrieval of all sorts of scores for educational usage.

Keywords: XML、Digital Score、Digital Library、Score

1 引言

當前樂譜有著不同的表現格式：五線譜為最典型且最完整的樂譜呈現方式；簡譜有簡潔明白、篇幅較小等特色；六線譜則專為吉他等和弦樂器所設計；除上述傳統樂譜外，科技產品如手機亦因不同廠牌而有不同的樂譜定義，這些樂譜各有其使用目的與場合，而表達的卻可能是同一首曲子。現階段的樂譜典藏、存取的功能，在各種樂譜互相轉換與應用上，仍以人工為主，使用者利用某一軟體所編寫的樂譜，亦無法輕易的轉換成其他格式，增加其流通性。本系統提出一 XML 中介格式，可以減低樂譜轉換的困難度更可強化數

位樂譜存取的平台與檢索的方便性。

2 背景及研究目標

2.1 背景

能完整而迅捷地取得各種資料是人類在資訊革命時代一直努力的目標。在我國知識經濟發展會議之中，將數位博物館、圖書館列為發展的項目之一[1]。數位儲存為利用電腦技術，將書籍、聲音、影像及圖片等資料數位化，利用電腦儲存這些數位化過後的資料，再藉由資料庫，增進使用者在搜尋、擷取與編輯上的便利性[2]，是以利用網路便捷了人類知識的交換與聯繫。我國臺灣地區有許多機構在從事珍貴藏品數位化的計畫，例如國科會的數位博物館專案計畫、國科會數位圖書館暨館際合作計畫、地方文獻數位化計畫等相關的計畫正在進行中或已經逐步完成。

在 metadata 資料格式定義上，XML 為目前網際網路界極力推廣的語言[3]，故現今資料格式廣用 XML 加以定義；在資料擷取技術上，數位圖書館普遍透過網際網路加以檢索與瀏覽，方便突破時空的限制進行資料存取；在資料儲存技術上，透過各類資料庫規劃，能將資料分類儲存，也可迅速達成檢索、排序等工作。本研究即是在這樣的背景下，企圖將樂譜資料進行數位儲存。

2.2 問題

現今的圖書館中，樂譜資料除非是集成成書，否則是很難檢索或擷取的，甚至在現今圖書館當中，僅見對於樂譜在編目上的定義[4]，若要進行樂譜全文檢索或者是擷取後的編修，則有所缺憾或麻煩。分析當前樂譜資料存取的問題主要有：(1) 樂譜資料檢索不易 (2) 樂譜全文資料擷取不易 (3) 樂譜全文資料編輯不易 (4) 樂譜種類繁多，轉換之間有困難。

2.3 目標

本研究以發展以 XML 資料格式為中介資料的數位樂譜存取系統為目標，解決當前樂譜數位化存取之困難，計有目標：(1) 發展數位樂譜存取系統之架

構(2)發展樂譜之 XML 中介資料格式設計之標準(3)以中介格式為基礎，設計樂譜格式轉換之參考機制(4)以中介格式為基礎，發展樂譜編輯系統及數位樂譜管理系統之參考機制(5)提供在不同平台上檢視樂譜資料的參考機制。

3 系統設計

配合數位圖書館的建立，並考量編修、檢索上的便利性，本研究提出以 XML 為核心概念的樂譜存取系統架構圖，如圖 1 所示。本圖是一大系統的概念圖，其應用將不侷限於此範疇中，而是可以模組化的擴展。在這個架構中主要分為輸入、中介格式與處理、輸出三部分，以下分就這三個部份進行細部設計討論。

3.1 系統輸入設計

數位樂譜存取系統應嘗試提供多樣化的輸入，除了一般樂譜編輯軟體所能夠達成的樂譜編輯效果以外，亦在音樂辨識領域、現有檔案格式匯入裡進行發展。就訊息與裝置上的結合看來，在音樂辨識領域裡，共有三種方向：(1)光學樂譜辨識系統：就已經完稿的樂譜，使用光學掃描器擷取其影像，經過辨識系統處理後，產生可供電腦播放與編輯的音樂格式檔案。(2)手寫輸入樂符辨識系統：針對習

慣利用紙筆作曲者，可利用數位板來擷取其手寫輸入的連續訊息，透過辨識系統的分析後，再經由電腦螢幕顯示，即時修正與確認輸入的符號。其最後的結果，不但可輸出為電腦音樂格式檔案，也可列印成一般的印刷樂譜。(3)樂器輸入聲音辨識系統：對於習慣利用樂器即興作曲者，利用音效卡的錄音功能擷取外界聲音資料，再透過聲音的波形與樂器的特色分析後，產生音樂格式檔案。

除此之外，現有的音樂格式，諸如 MIDI 檔案、MP3 檔案、WAV 檔案等等，都廣泛的為大家所接受，一個完整的樂譜存取系統應開發適合的轉換程式，以轉存成相對應的檔案格式。這些與一般圖形編輯系統，能夠接受很多圖片檔案格式是一樣的道理。

3.2 系統中介格式與處理設計

在一套數位樂譜存取系統中的中介格式為其核心，輸出、輸入的各項機制，均依其而生，一個完整的格式定義，宜包含音樂中的所有要素：(1)樂譜的編目定義。(2)樂譜的音樂演奏資料。(3)樂譜的表情記號、演奏記號資料。(4)樂譜的歌詞資料。(5)相關的和弦、和聲。(6)演奏使用的樂器。(7)其他。

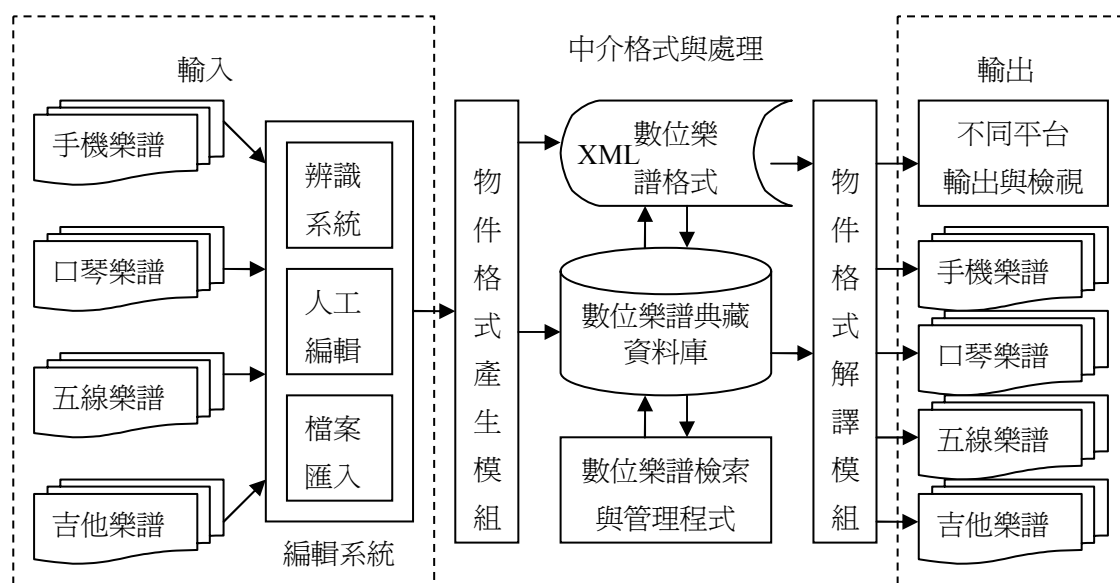


圖 1：數位樂譜存取系統設計架構圖（資料來源：本研究）

本研究嘗試利用 XML 文件格式，定義一跨平台的樂譜資料儲存格式，讓各種型態的樂譜資料顯示與交換得以便利的進行。在本研究中之中介格式定名為 XScore，亦即樂譜的 XML 定義之意。

所謂『跨平台的資料儲存格式』，其著眼點在於提供使用者端在進行檢視資訊時，不限任何作業環境的存取方式。要達成這樣的功能，通常必須有統一而一致的標準，而針對類似的文件，也要提供適當

的方針進行文件的轉換。XML 文件一般需要透過產生器（generator）與解讀器（parser）進行資料的轉換工作，

在系統中，樂譜編輯系統內含產生器之功能，能夠將所編輯的資料轉存成為 XScore 格式。此外，針對不同檢視平台，則利用不同的 Parser 進行跨平台的檢視，使各終端使用者能隨心所欲的存取樂譜資料。

XML 文件是結構化的文件格式，在操作上，有類似資料庫的特性。透過適當的機制，可將 XML 與數位樂譜典藏資料庫統整，能夠進行雙向的互換功能。藉由資料庫在資料搜尋上的便利性，可以彌補 XML 文件在過長時搜尋困難的缺點。而藉由 XML 文件跨平台之特性，各終端使用者甚至程式設計師間，能免除資料庫選用之疑慮，行資料交換之便。

3.3 系統輸出設計

系統的輸出可牽涉到很多層次，一個理想的樂譜存取系統應能夠使樂譜在資料擷取上有很大的便利性，也期使其能夠相容與各種平台中，以增加樂譜在閱讀上的便利性。本系統在系統輸出部份則利用中介的 XScore 格式進行不同的應用，期使達成如國家型數位典藏計畫般的典藏效果。

資料儲存、轉換 XScore 格式，透過產生器（generator）產生，而對於不同的使用者端瀏覽環境，則以不同的解讀器（parser）加以解讀。在輸出的部份，藉 XML 樂譜資料格式之便，能夠在不同的硬體平台透過不同的 Parser 進行檢視，例如提供在 WWW 上、PDA 上、WAP 上的檢視機制。

透過網際網路進行檢索與管理為當前資料搜尋與分享最方便的機制。透過類似書籍分類的方式，將樂譜仔細分類之後，將可以有效促進樂譜資料尋找的便利性。此外，各項網站管理機制及自動化作業也將有助於管理人員在樂譜資料分類、統整上的便利性。

當前，樂譜資料以各種不同的形式存在，諸如五線樂譜、六線吉他樂譜、口琴簡譜、手機樂譜等等，藉由中介格式之定義，可解決樂譜資料格式轉換之問題，系統中透過檢索後的樂譜資料，可選擇輸出的形式。利用這個方式可以減少人力於轉換樂譜資料上的消耗。

4 XScore 音樂文件格式定義要項

XML 是新一代的資料交換標準格式，利用公定的標準，各平台的程式開發者可以很容易開發出存取這種格式的程式，以擴展各種資料的可用範圍。樂譜資料長久以來，以 MIDI 資料作為電子樂器的演奏標準，但是這種音樂格式，僅適用於音樂的播放之用，若要進行樂譜資訊檢索或者歌詞的填寫，則有其困難之處，在本研究當中，檢視原 MIDI 檔案的優缺點，取其優點並加入新的資訊，利用 XML 定義出適用性廣的資料儲存格式，便利樂譜資料存取與利用。本文將一個初定 XScore 的例子列於附錄之中。

經研究 MIDI 格式與音樂各要素，歸納分析出 XScore 的定義，共分為『編目資料』、『演奏資料』、『

演唱資料』、『樂曲表達資料』四個區段，分別儲存不同需求的樂譜相關資訊，以下就這四個部份分述之。

4.1 編目資料格式之定義

（1）由編目規則分析

編目資訊是圖書館在進行圖書分類時的一個重要的資訊，也是對於一各作品的基本陳述與介紹。在編目格式上，我國有統一的標準，故本系統在訂定編目資料格式的時候，需要考慮當前實際的編目定義。我國國家圖書館為統整各種書籍文獻編目的一個重要機構，當中亦針對樂譜進行編目方式的定義，收錄在中國編目規則甲編著錄的第六章—樂譜中。透過分析，將編目資料概分為題目、資料類型、著者、型式、出版五個項目，每個項目中，再列出子項目，對應如表 1 所示。

表 1 XScore 編目格式定義

主項目	子項目	英文名稱
題名	正題名	maintitle
	並列題名	cotitle
	副題名	subtitle
資料類型		datatype
著者	作曲者	composer
	作詞者	songwriter
	刻譜者	scorewriter
型式	主調	mainmelody
	主音符	mainnote
	小節拍數	tempopersyllable
	總音節數	totalsyllable
	曲風	musictype
	譜集	totalset
出版	出版地	publishplace
	經銷地	marketplace
	出版者	publisher
	經銷者	marketing
	出版年	publishyear
	經銷年	sellyear
	印製地	printplace
	印製者	printer
	印製年	printyear

（2）由樂曲資訊分析

除了一般常用的編目規則之外，針對流行樂的檢索，使用者常有針對歌手、專輯、歌名、演唱、作詞、作曲、編曲、年份進行檢索的需求，這些也是必須一併列於編目規則中提供的。

4.2 演奏資料格式之定義

（1）由音樂本質分析

音樂演奏的基本要素，包含旋律、節奏及和聲三部分。MIDI 音樂藉由控制每一『單位時間』，音效裝

置『不同頻道』，以不同『音色』，演奏各音的『音高』，來表達音樂的旋律、節奏以及和聲，如表 2 所示。

表 2 MIDI 音對於演奏的表達方式

音樂要素	時間軸	頻道	音色	音高	說明
旋律	✓	✓	✓	✓	不同時間的發音構成旋律的要件
節奏	✓			✓	節奏為音樂起伏速度的時間變化
和聲		✓	✓	✓	和聲透過不同頻道發出的音高與音色決定

由此可知，一首音樂演奏，本質上以單音為主。單音，也就是由發聲裝置，發出單一基頻的音。而和弦（和聲）則是同一時間中，發出不同頻率的音所疊合起來的。基於這樣的觀念，儲存格式在紀錄演奏資料的時候，主要會將樂曲以單音的方式進行記錄。

音樂中的單音，必須要記錄其發聲的時間。在樂譜中，常以『拍子』做為音樂演奏長短的一個標的。MIDI 儲存格式中，利用四分音符的時間來定位每一個音的演奏長短，而一般演奏家的演奏，則是以直覺的方式詮釋每個音的長短。基於不同曲子，也有不同的樂曲速度，所以每各音演奏的快慢也會有所改變。在一般的狀況下，會紀錄整首曲子的速度（tempo），以作為演奏的參考標準。這種決定音樂長短的因素，也是在演奏中，必須要考量的。

（2）由樂譜分析

分析一首完整的鋼琴五線樂譜及口琴簡譜，在有關於音樂旋律的表達上的部份，整理如表 3。

表 3 已經將常見記號歸類為基本的四類，針對單音為其音高、音域、音長，此外，亦有針對和弦的一種分類。與之前由音樂本質比較起來，已經包含了音樂演奏的基本要件。

表 3 樂譜中有關音樂旋律的符號

分類	名稱	說明
音高	音名記號	五線譜用在五線譜上的位址表示，簡譜以數字表示
	升降記號	調號、升記號、降記號
音域	譜號	五線譜中的：高音譜記號、中音譜記號、低音譜記號
	高低標記	簡譜中，利用數字上加點與數字下加點代表不同的音域
音長	音符	全音符、2 分音符、4 分音符、8 分音符、16 分音符、32 分音符、附點
	休止符	全休止符、2 分休止符、4 分休止符、8 分休止符、16 分休止符、32 分休止符、64 分休止符

	延長記號	附點、簡譜中的延音線
	演奏速度	一般以四分音符的速度表示，也有特定的曲風與語句
和弦	和弦記號	五線譜直接在樂譜上重疊，簡譜則以和弦編號代替

特別值得一提的是，在手機的鈴聲當中的樂譜功能，亦有類似的樂譜記錄方式。分析手機樂譜可以發現，這種樂譜一般只注重於旋律的正確性，在其他細節控制，或者和弦處理上，則加以簡化或不提供此一功能。故一般的手機樂譜當中，除了一般的音符之外，就是拍子的控制了，如果有一點變化的話，就只有升降記號的加入，所以是相當單純。手機上的樂譜資料格式，如表 4 所示。

表 4 手機樂譜元素

編號	名稱	分類
1	音符	全音符、2 分音符、4 分音符、8 分音符、16 分音符、32 分音符、附點
2	休止符	全休止符、2 分休止符、4 分休止符、8 分休止符、16 分休止符、32 分休止符、64 分休止符
3	變化記號	升記號、降記號

由於電子樂器演奏和弦，乃是利用不同演奏頻道（channel）的同時發聲來進行的，所以欲記載一個和弦時，是將其每一個和弦的個別音，拆分到每一個頻道當中演奏，如此演奏模擬和弦的效果。是故，基於相容於電子音樂演奏之必要性，本研究在演奏樂譜資料所訂定的資料格式，亦將每個和弦拆成個別的單音，交由不同的頻道來處理。

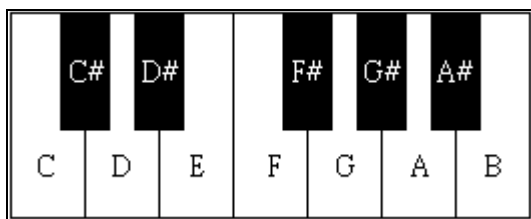
（3）演奏資料格式定義

在定義演奏資料的時候，本研究希望能把握的要點列表如表 5 所示。

表 5 演奏資料格式訂定方針

訂定要點	訂定方針
相容於現今的演奏模式（例：MIDI）	●將每一和弦拆開至不同演奏頻道 ●將不同部別獨立記譜
以簡單而有意義的方式記載	●採用手機簡譜模式記譜 ●利用音名（A~F）記譜 ●用音域、音名、音長標記每個音
符合一般人閱讀樂譜的習慣	●照樂譜的順序記載，不以數位開關的方式記譜 ●保留小節線

綜上所述，訂定如圖 2 的演奏資料格式。



代表 音符	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Ti	休止 符
代表 字元	C	D	E	F	G	A	B	0
代表 音符	Do 升 半音	Re 升 半音		Fa 升 半音	Sol 升 半音	La 升 半音		
代表 字元	C#	D#		F#	G#	A#		

音域	低四 音域	低三 音域	低二 音域	低一 音域	中央 音域	高一 音域	高二 音域	高三 音域
代表 字元	1	2	3	4	5	6	7	8

節拍 排行	全音 符	2 分 音符	4 分 音符	8 分 音符	16 分 音符	32 分 音符	附點
輸入 字元	1	2	4	8	16	32	.

圖 2 演奏資料定義格式

單一音組合方式：節拍排行＋代表音符＋音階，每個音之間則以一格作為間格。舉一些例子如表 6 所示。

表 6 XScore 演奏資料格式

文字說明	口琴簡譜表示	XScore 格式表示
四分音符附點 中央 Do	$\underline{1} \cdot$	4.c5
八拍子低八度 Ti	$\underline{7} \cdot$ $\underline{=}$	8b4

4.3 演唱資料格式之定義

演唱資料即一般所謂的『歌詞』(lyrics)，是現今流行樂中不可或缺的一部份，當前的流行樂界，歌詞常常伴隨著樂曲而生，而由作詞者與作曲者分別為該首歌進行詞曲的填寫，一首動聽的曲子因而產生。在本研究自訂的 XScore 格式當中，亦將這部分的資料引入，並其與演奏資料進行適度的整合，希望能夠達成在檢索下的便利性，以及在樂譜顯示（排版）上的便利性。

（1）基於檢索功能之分析

由於歌詞為純文字資料，所以不論是針對於資料庫的儲存，或是資料庫的檢索，都有很大的便利性。在理論基礎與技術背景中已經論述有關於歌詞搜

尋引擎的部分，除了針對樂曲的基本資訊（本研究中將其歸類為編目資訊），亦可以針對樂曲全文進行檢索，此外，也利用字串比對的方式，讓搜尋的結果更加完美。

（2）基於樂譜顯示（排版）之分析

分析樂曲以及歌詞的分佈情形，可以發現歌詞有下面幾種出現的情況：

(1)一個字（單字）對上一個音符：這是就單音節的英文字來說，中國文字也都是一字一音節的。(2)好幾個字對上一個音符(3)單字對上好幾個音符：當一個字必須要一直唱下好幾個音的時候，利用延長線來延長發音長度。(4)多音節對上多音符：這是英文歌詞中最常見的，將幾個音節的字拆成相對應的音節來表示。以中文字來說，最常出現的情況是 1 與 3，而 2 基本上是不會出現的。故針對某一樂曲進行演唱資料填寫的時候，需考量每一個音的相對位址。沒有音的部份就留白，如此準確的對位，可以保證在排版上的正確性。

4.4 樂曲表達資料格式之定義

樂曲表達主要傳達的有表情符號、連音記號等功能，也是一般電子樂器所無法模仿的功能。以 MIDI 音樂格式來說，並沒有這部份的資訊，主因在於電子化的樂器無法掌握『情感』等表達。樂曲的表達資料格式是以每一行的方式寫於這個區段當中，在進行樂譜顯示的時候，可以在原本的位址還原顯示。

5 結論

本研究提出了一套數位樂譜存取系統之架構，能夠將紙本樂譜之數位化儲存，並達成在數位圖書館中有效率地擷取、修改等。藉由 XML 格式之定義 XSocre 樂譜儲存格式，得以在各種硬體平台上進行樂譜檢視，其儲存容量大小也較以圖檔方式儲存的樂譜，小了 50%以上。分析本研究成果可以帶來的效益為：(1)各樂譜編輯軟體間可以用共通格式互通，減少重製成本(2)XML 樂譜儲存格式便利各式樂譜的轉換(3)全球資訊網樂譜管理系統增進數位樂譜檢索上的便利性。此一系統將有助於教學上在取得及應用各種樂譜資料時的便利性，亦便於各校樂譜資源的統一利用與分享與流通，藉以減少儲存成本、傳遞成本。

6 致謝

本研究承蒙國科會大專學生參與專題研究計畫 NSC90-2815-C-003-025-E 案補助，特此致謝。

參考文獻

- [1] 行政院新聞局 (民 89 年 11 月 5 日): 全國知識經濟發展會議總結報告。
- [2] 柯皓仁、張瑞川 (民 87): **InfoSpring 浩然數位圖書館建置計畫**, TANET97 研討會。
- [3] 陳昭珍、陳雪華、陳光華 (民 89)。XML/Metadata 管理系統—Metalogy 之設計。《中國圖書館學會會報》, 第 65 期, 頁 1-11
- [4] 中國編目規則甲編第六章有關於樂譜在編目格式上的規定 [Online]。Available : <http://datas.ncl.edu.tw/catweb/crule6.htm> [2003, Jan 10]
- [5] 李肅 (民 84): 多媒體聲音處理的昇華--MIDI 樂聲處處開。《自動化科技》130 期 (民 84 年 2 月)。頁 185-191。
- [6] 杜奕瑾 (民 90): **數位博物館資訊管理與呈現系統之研究**。國立臺灣大學資訊工程學研究所碩士論文。
- [7] 馬志輝 (民 86): **MIDI 世界**。台北: 美工圖書社。
- [8] 國家圖書館 (民 89): **中文詮釋資料 (Metadata) 格式彙編**。台北: 國家圖書館。
- [9] 張瑋娟 (民 89): **模糊類神經節奏控制器在自動伴奏系統上的應用**。中華大學 電機工程學系碩士班論文。
- [10] 郭志忠、凌明煌、薛沛宏 (民 84): **多媒體電腦音效規格與技術簡介**。《電腦與通訊》第 40 期 (民 84 年六月)。頁 29-42。
- [11] 陳昭珍、陳雪華、陳光華 (民 89): XML/Metadata 管理系統—Metalogy 之設計。《中國圖書館學會會報》, 第 65 期, 頁 1-11。
- [12] 赫連·古柏著、林芬櫻譯 (民 76): **別怕豆芽菜: 增進讀譜能力手冊**。台北: 大呂。

附錄

一個 XScore 文件的例子:

```
<?xml version="1.0" encoding="Big5" standalone="yes" ?>
- <XScore>
  <maintitle>萍聚</maintitle>
  <cotitle />
  <subtitle />
  <datatype>口琴簡譜</datatype>
  <composer />
  <songwriter />
  <scorewriter />
  <mainmelody>C</mainmelody>
  <mainnote>4 分音符</mainnote>
  <temponote>4/4</temponote>
  <tempo speed>120</tempo speed>
  <music type />
  <total set />
  <publish place />
  <publisher />
  <publish year />
  <market place />
  <marketing />
  <sell year />
  <print place />
  <printer />
  <print year />
  <ScoreData>8G4 8A4 8L4 4.C5 8D5 4E5 8G5 8G5 8L5 4.A5 8G5 4E5 8E5 8D5 8L5 4.C5 8C5 8C5 8A4
8A4 8C5 8L5 1D5 8G4 8A4 8L4 4.C5 8D5 4E5 8G5 8G5 4.L5 4.A5 8G5 4E5 8E5 8D5 4L5 4.C5 8C5 8C5
8A4 8A4 8G4 8L4 1C5 8C5 8C5 4.L5 4.D5 8C5 4D5 8E5 8F5 4.L5 4.G5 8A5 4G5 8E5 8G5 4L5 4.A5 8A5
4A5 8G5 8E5 4.L5 4.D5 8C5 4D5 8G4 8A4 8L5 4.C5 8D5 4E5 8G5 8G5 8L5 4.A5 8G5 4E5 8E5 8D5 8L5
4.C5 8C5 8C5 8A4 8A4 8G4 1L5 1C5 1L5</ScoreData>
</XScore>
```