

羅濟群、郭庭歡、龔旭陽、陳志華、林淳皓（2014），『基於資訊檢索技術之個人化音樂治療服務推薦系統』，*資訊管理學報*，第二十一卷，第一期，1-24。

基於資訊檢索技術之個人化音樂治療服務推薦系統

羅濟群

國立交通大學資訊管理研究所

郭庭歡

國立屏東科技大學資訊管理系

龔旭陽*

國立屏東科技大學資訊管理系

陳志華

國立交通大學資訊管理研究所

中華電信研究院

林淳皓

國立交通大學資訊管理研究所

摘要

隨著生活步調快速，生活壓力的增加，失眠和憂鬱症的病患日益增加。然而，音樂可以讓心靈放鬆情緒，故將音樂的特色加入到治療中，讓音樂治療需求者或病患能透過音樂治療能放鬆情緒，達到健康照護的效果。有鑑於此，本研究著重一套決策支援系統—個人化音樂治療服務推薦系統（Personalization Music Therapy Service Recommendation System: PMTSRS），提供最適音樂治療服務的推薦，同時結合醫療專家的知識，並考量不同療法對於病症所可能產生的影響，再依使用者的病症和音樂偏好，推薦給使用者一個合適的音樂治療綜合資訊服務。

關鍵詞：音樂治療、推薦系統、音樂內容分析、音樂內容分類、資訊檢索。

* 本文通訊作者。電子郵件信箱：kung@mail.npust.edu.tw

2012/11/27 投稿；2013/11/7 第一次修訂；2013/12/5 第二次修訂；2013/12/17 接受

Lo, C.C., Kuo, T.H., Kung, H.Y., Chen, C.H. and Lin, C.H. (2014), 'Personalization Music Therapy Service Recommendation System Using Information Retrieval Technology', *Journal of Information Management*, Vol. 21, No. 1, pp. 1-24

Personalization Music Therapy Service Recommendation System Using Information Retrieval Technology

Chi-Chun Lo

Institute of Information Management, National Chiao Tung University

Ting-Huan Kuo

Department of Management Information System, National Pingtung University of
Science and Technology

Hsu-Yang Kung*

Department of Management Information System, National Pingtung University of
Science and Technology

Chi-Hua Chen

Institute of Information Management, National Chiao Tung University
Telecommunication Laboratories, Chunghwa Telecom Co., Ltd

Chun-Hao Lin

Institute of Information Management, National Chiao Tung University

Abstract

The quantity of sleeplessness and melancholia patients is becoming more and more with the fast living pace and high life stress in modern society. However, music has three characteristics which are relaxation, recreation, and rejuvenation. Therefore, the music therapy applies the music to let patients relax and decompress. In this paper, we propose a decision support systems, the *Personalization Music Therapy Service Recommendation System* (PMTSRS), which provides an adaptive *Music Therapy Service* (MTS). The MTS will provide relevant recommendations to its user. The PMTSRS is built upon an integrated service platform in which medical experts' knowledge and all influence of the proposed therapy are considered. Above all, a patient's symptom and preferences are inferred by rule-based reasoning to provide and adaptive MTS.

Keywords: Music Therapy, Recommendation System, Music Content Analysis, Music Content Classification, Information Retrieval

* Corresponding author. Email: kung@mail.npust.edu.tw

2012/11/27 received; 2013/11/7 1st revised; 2013/12/5 2nd revised; 2013/12/17 accepted

壹、前言

現在的社會生活壓力大及生活步調快速，導致失眠和憂鬱症的病患日益漸增。然而，音樂擁有讓心靈放鬆情緒、生命再造、生命再生之三大特色（Medical Resonance Therapy Music 1998），因此如果能將音樂的特色加入至治療中，讓音樂需求者、病患能透過音樂治療放鬆情緒，減緩生活壓力再造新生活，讓生活能再生樂活。「樂活族（Lifestyles Of Health And Sustainability: LOHAS）」以再生健康生活為目標，其漸漸成為社會主流目標。根據研究機構自然行銷研究所（Natural Marketing Institute）的統計顯示，美國約有 6800 萬樂活族，佔全美人口 23%（張漢宜 2007）。東方消費者行銷資料庫也指出，台灣消費者每三人就有一位泛樂活族。樂活族市場之中的「SHAPE」，主要包括有永續發展的經濟（Sustainable Economy）、健康的生活形態（Healthy Lifestyle）、另類療法（Alternative Healthcare，例如自然療法）、個人發展（Personal Development）、符合自然生態的生活（Ecological Lifestyle），其中在「健康的生活形態」和「另類療法」的市場分別占有 500 億美元和 400 億美元的市場價值，具有高度的發展潛力（張漢宜 2007）。

行政院發佈的「2015 年經濟發展願景」（行政院 2010）中可以發現未來將會著重於發展寬頻通訊、數位生活和健康照護等，透過此可了解到健康照護與數位生活在未來中，佔有相當重要之地位。但是目前現有的醫療系統，仍缺乏服務導向決策系統，以利提供音樂治療服務推薦。

有鑑於上述相關服務所衍生的需求，本研究設計一套個人化音樂治療服務推薦系統（Personalization Music Therapy Service Recommendation System: PMTSRS），建置推論引擎分析使用者需求、能主動判定病患狀況即時給予適當的音樂服務。並且依據醫療專業知識和音樂服務資源為基礎，進行音樂分類之搜尋、比較、重組，以及整合。需提供有效率且流程簡單的搜尋機制。

PMTSRS 將提供服務導向架構（Service Oriented Architecture: SOA），情境感知，有效為病患、音樂治療服務需求者、一般使用者提供最適音樂治療服務搜尋決策支援功能。PMTSRS 為六大元件所組成之系統，其擁有(1)行動醫療監控端（Mobile Medical Monitor: M3）：具有多種醫療感測器可將量測的生理值，主動判定行動使用者的即時生理狀況，且使用者同意被系統所擷取生理值；(2)行動使用者（Mobile Users: MUs）：可以利用終端設備進行遠端存取最適合音樂治療服務。透過行動設備存取音樂治療服務伺服器中相關資料；(3)UDDI 登錄中心（UDDI Registries: UDDIRs）以 Web Services 的概念，讓音樂內容服務提供者進行服務註冊，並提供音樂內容需求者查詢服務；(4)音樂內容服務提供者（Music Content Service Providers: MCSPs）：創作和發佈音樂內容服務至簡單物件存取協

定 (Simple Object Access Protocol: SOAP) 伺服器上, 可透過網路服務 (Web Services: WS) 將自己所提供的服務發佈到 UDDI 登錄中心上; (5) 音樂治療服務伺服器 (Music Therapy Service Server: MTSS): 提供智慧型代理人和音樂治療服務推論模組等技術, 接收與推論使用者需求, 進而提供最適合音樂治療服務; (6) 主動式資料庫伺服器 (Active Database Server: ADS): 負責儲存網路服務快取資料庫 (Web Services Cache: WSC)、使用者需求等, 來解決健康照護資訊系統兩大挑戰:

1. 在取得使用者同意下, 由使用者主動輸入病徵資訊或經由生理感測器收集使用者生理狀況, 再進行使用者需求推論服務。依據各個使用者不同的情境, 能夠針對使用者不同身體狀況或所輸入的病症推理出每位使用者的需求, 以提供最合適個人化、客製化的音樂治療服務。
2. 透過最適音樂治療推論, 可以自動依音樂內容進行分類, 將音樂分類至合適的療法集合中, 當使用者有音樂治療需求時可透過最適音樂推論代理人、服務擷取代理人取得合適的音樂, 並推薦予使用者。

此論文以下分為五個章節, 在第二節中將探討音樂治療和音樂內容分類相關的研究背景。第三節說明本系統設計原理, 包括最適音樂治療推論模組與最適音樂推論代理人等。第四節分析說明系統架構與功能設計, 再以 Case Study 方式展示系統實作成果, 並進行系統效能評估 (Evaluation)。最後一節則說明此論文之結論與未來研究方向。

貳、研究背景

本研究所設計之個人化音樂治療服務推薦系統是針對音樂治療服務 (Music Therapy Service) 搜尋與整合之應用系統, PMTSRS 應考量的因素主要有: (1) 音樂治療推論和 (2) 音樂內容分類, 將針對此研究背景與相關技術說明如下。

一、音樂治療文獻探討

音樂是心靈語言表達, 心靈受到音調與旋律滋潤而變的無限寬廣。靈性音樂可以洗滌俗世塵埃, 完整提供靜修身心靈過程中所需要的元素 (謝汝光 2002; 謝汝光 2004; 施以諾 & 蘇逸珊 2007; 謝汝光 2008; 林惠娟 & 陳淑齡 2008; 孫中肯 2008; 陳宥伊等 2009)。音樂療法最早起源於希臘哲學家 Aristotle 和 Pythagoras, 提出音樂具有治癒的力量, 並能提供不同的療法來治癒病患。19 世紀留聲機問世, 將音樂治療用在醫院中, 主要是輔助病患睡眠的訓練, 減輕病患手術前的焦慮。陸續的研究中進一步發現音樂治療在生理層面上可影響心臟、血管、呼吸、肌肉、骨骼、神經與代謝系統功能, 進而達到改善血壓、呼吸率及肌

肉張力等現象 (Livingston 1979)。專家學者進一步研究音樂是否可以改善上述的生理狀況，在 1944-1946 年間，科學化運用音樂改變個體行為，成立了科學的音樂研究法 (Cook 1981)。近年來日本對音樂治療非常重視，更在 1995 年成立臨床音樂治療協會與全日本音樂治療聯盟，並將音樂治療定義為「音樂治療為以音樂在生理、心理、社會方面的作用，協助身心障礙的恢復、維持並以改善身心功能、提升生活品質為前提，有計畫、有意識的應用並實施的治療法 (筱田知璋 & 加藤美知子 2004)」。

由於現代醫療科技的進步，人類壽命不斷延長，雖然醫療能提供整體性治療，但對於某些因為老化而衍生之病狀，醫學能支援的仍有所限制，因此需要另類療法 (如音樂治療) 來輔助醫學的不足 (謝汝光 2004; 施以諾 & 蘇逸珊 2007)。舉例來說：國內陸續將音樂治療引入醫療系統中。由德國作曲家 Peter Hubner 研發而成的「醫學共振音樂」，目前已經正式引進台灣，此身心靈的整體醫療也經證實在精神領域比一般藥物效果高出 4 倍 (謝汝光 2002)。Hero 和 Foulkrod 等學者研究 Lambdoma 矩陣，並分析其影響人類的生理、情緒、心理和精神刺激層級感覺的音高，資訊科技可將任何音高依主音為基礎的產生任何可聽頻率，影響腦波產生精神生理效應，以達音樂治療效果 (Hero & Foulkrod 2000; 謝汝光 2004)，因此本研究後續將針對音高進行分析。

在 1989 年有研究醫學專家指出「水晶冥想」(Crystal Meditations) 和「永恆的搖籃曲」(Timeless Lullaby) 可有效降低收縮壓。其他的相關研究亦指出聽巴洛克這類的音樂可以讓收縮壓和舒張壓同時降低五個單位 (mm/Hg)，每分鐘的心跳可以減少 4~5 次 (Don Campbell 1999)。過去有許多的學者提出音樂對於疾病的療效的探討與研究，並以臨床實驗來證實音樂的療效，証明音樂對於病況有實際的療效。本研究將過去學者提出的案例整理如下表 1 所示。

由上述案例中說明音樂治療能有效的幫助病患，可將音樂療法分類分成四大類 (新世紀、巴洛克、蒙羅、微宇宙)，整理如表 2 所示 (謝汝光 2002; 謝汝光 2004; 謝汝光 2008; 復御企業 2010)。

表 1：音樂治療相關文獻整理

研究文章	針對疾病	產生之療效
頭痛、偏頭痛的音樂療法 (謝汝光 2010)	頭痛、偏頭痛	醫學共振音樂可產生類嗎啡物質 (Endorphin)，具有止痛作用可消除焦慮、緊張引起之頭痛、偏頭痛。
運用音樂療法減輕骨科術後病患急性疼痛之護理經驗 (蕭采云 & 謝秀芳 2009)	急性疼痛	在換藥前 10~15 分鐘開始聽音樂直到整個過程結束，可有效的減輕換藥疼痛。

音樂與芳香療法介入對減緩賽前狀態性焦慮之探討—以朝陽科技大學女子籃球校隊為例（張君如等 2008）	認知焦慮、身體焦慮、心跳加速	使用音樂療法可對籃球選手賽前的心跳認知焦慮及身體焦慮達到減緩的效果。
加賀谷式音樂療法在健康照護之運用（施以諾 & 駱天惠 2008）	復健、老年憂鬱症、心血管疾病	由音樂配合復健的活動，可協助達到復健的目的，並且音樂治療可以降低老年憂鬱症患者的憂鬱症狀，並幫助失智症患者有較穩定的血壓，進而預防心血管疾病。
音樂療法於改善機構失智老人認知、行為問題及憂鬱之成效探討（董曉婷 & 陳桂敏 2007）	認知、行為問題及憂鬱	實驗結果顯示參與音樂療法之失智老人於第 12 週認知、行為問題及憂鬱有顯著的差異。
以焦點團體來探討長期照護機構老人對團體音樂療法的體驗（林惠娟 & 陳淑齡 2007）	憂鬱、焦慮和行為噪動	有 10 位老人在接受音樂治療後，其憂鬱、焦慮和行為噪動的情況獲得改善
音樂療法於失智老人之應用（董曉婷 & 陳桂敏 2006）	行為噪動	經實驗證實在接受音樂治療後，行為噪動情況明顯改善，第二週下降 46%

表 2：音樂治療類型相關文獻整理

音樂類型	音樂的特色	適合治癒的情況
新世紀 （維基百科 2010）	以冥想與心靈層面為出發點而創作的音樂	營造出大自然平靜的氣氛或宇宙浩瀚的感覺，洗滌聆聽者心靈，令人心平氣和
巴洛克 （楊沛仁 2001）	節奏精確，用較多弦樂，通常伴隨著每分鐘拍的低音伴奏 音樂的節奏每分鐘拍上下，可與身體的脈搏形成共振	使人體身心、血壓、呼吸達到舒適的狀態
蒙羅（ 楊沛仁 2001）	以特殊的頻率刺激左右腦 藉由音樂的共振音頻，產生相同節奏的腦波，使大腦達到最佳的合作狀態	對學習、記憶、創造、想像與注意力有幫助
微宇宙 （謝汝光 2002）	德國作曲家與工程師和技術人員創造出一種以自然諧和與生物間自然諧和存在的共振特性為基礎的觀念	開發個人潛能，對人體各種機能產生治癒的功效

二、音樂內容分類文獻探討

在音樂內容分類上，目前已經發展許多的分類技術，如： k 個最近鄰居 (k -Nearest Neighbor: k NN) (陳若涵 2006；羅有隆 & 林奕昌 2011)、高斯混合模型 (Gaussian Mixture Model: GMM) (Shirazi & Ghaemmaghami 2010)、類神經網路 (Artificial Neural Network: ANN) (Dhanalakshmi et al. 2011)、支援向量機 (Support Vector Machine: SVM) (Wan & Renals 2005) 等技術。主要將分析音高、音頻、音色、旋律、節拍、以及合弦等音樂特徵，再結合不同的分類方法進行運算判斷最適類別。學者陳若涵的研究中比較了 k NN、GMM、以及 SVM 三種模型，由實驗結果中指出 k NN 的效能表現最佳，可以提供最高的正確率 (陳若涵 2006)。而學者羅有隆等人的研究中比較了各種特徵和各種特徵組合情境下的正確率，由實驗結果中指出以音符和前後音差變化兩個特徵組合下的正確率可以達到最高。因此，本研究將採用 N-gram 切割方式同時考慮 N 個音符和音高，再運用 k NN 演算法進行分類。此外，有鑑於 k NN 傳統二分法上的缺點，本研究將結合潛在語意分析 (Latent Semantic Analysis: LSA) 進行向量空間調整，提升推論演算法的準確率。

參、音樂治療服務推薦方法設計原理

音樂治療服務推薦方法主要結合本體論描述和相關資訊檢索技術，主要包含最適音樂治療推論模組 (Adaptive Music Therapy Service Inference Module: AMTSIM) 和最適音樂推論代理人 (Adaptive Music Therapy Service Inference Agent: AMTSIA)，如圖 1 所示。由各個音樂內容服務提供者將音樂內容服務以 Web Services 型態提供線上欣賞服務，由最適音樂治療推論模組進行音樂內容分類，並將此存放至多媒體資料庫。行動使用者可將其病症和偏好輸入至最適音樂推論代理人，由代理人程式自動推論後向多媒體資料庫取得合適之音樂，並推論結果和樂曲清單回傳予行動使用者選擇，相關系統設計原理分述如下。

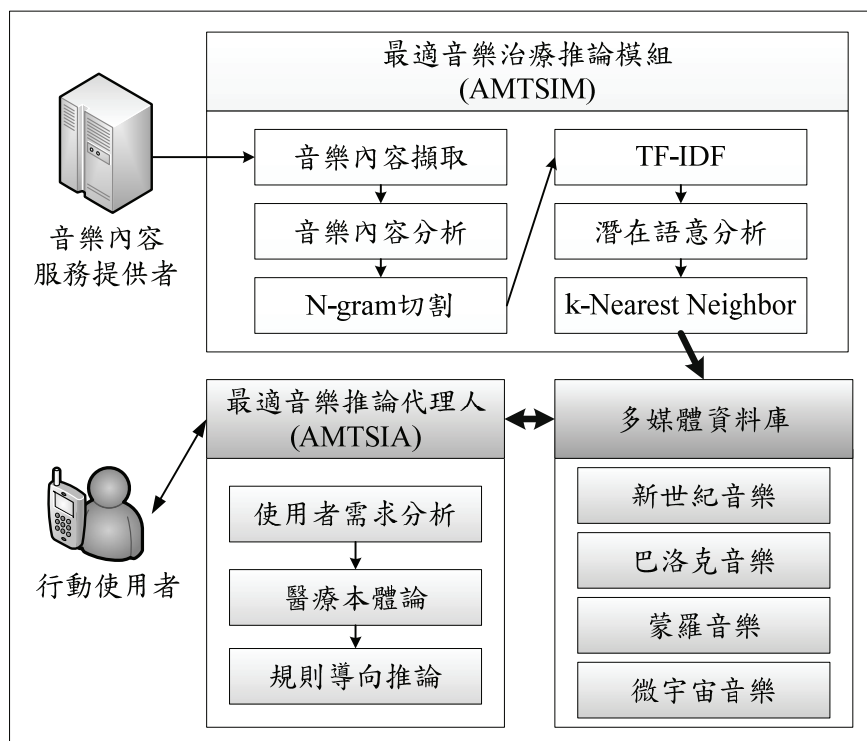


圖 1：音樂治療服務推薦方法處理流程

一、最適音樂治療推論模組

當系統從音樂內容服務提供者取得新的音樂內容（例如：小蜜蜂樂曲）時，最適音樂治療推論模組負責將音樂內容轉換成特徵文字，再由以文字型態進行資訊檢索分析，主要提供(1)音樂內容分析模組（Music Content Analysis Model: MCAM）和(2)音樂內容分類模組（Music Content Classification Model: MCCM），依音樂治療類別進行音樂內容自動分析。

（一）音樂內容分析模組

音樂內容分析模組主要整合音樂內容擷取（Music Content Retrieval: MCR）、音樂內容分析（Music Content Analysis: MCA）和 N-gram 切割（N-gram Segmentation: N-gram）演算法，如圖 1 所示。

1. 音樂內容擷取

音樂內容擷取將擷取來自音樂內容服務提供者之樂曲內容進行分析，並擷取音樂內容之音高、音色、以及音頻。在本論文中主要取得樂曲音高進行分析，並將所蒐集的樂曲資訊轉換成數值紀錄以進行後續分析。

2. 音樂內容分析

音樂內容分析主要將音樂內容從音訊內容轉換成文字訊息。本研究採用 jMusic 套件 (Brown 2009) 進行系統實作開發，將可把 MIDI 檔音樂內容依音高轉換為數字，再將其數字對應至合適的音名。例如，小蜜蜂樂曲可從其音高分析出簡譜為 5, 3, 3, 4, 2, 2, 1, 2, 3, 4, 5, 5, 5，再依表 3 將其轉換成為音名依序為 G, E, E, F, D, D, C, D, E, F, G, G, G，再以音名判斷相對音高。

3. N-gram 切割

N-gram 為一種複合詞的詞彙，其主要由大量的語料庫觀察或計算連續詞彙組合出現的頻率，根據統計值判定這種一起出現的現象是否是出於隨機，如果不是隨機出現就屬於複合詞或是詞組 (Smadja & McKeown 1990)。本研究將每個音名視為一個 gram，再採用 N-gram 方式將 N 個 gram 合併為視為一個字詞，再計算每個 N-gram 出現的機率。本研究主要採用前後音名的相對音高作為後續音樂內容分類的輸入因子，也就是令 $N=2$ ，並計算前後音名之音高差。例如，小蜜蜂樂曲依 2-gram 進行切割得到 GE、EE、EF、FD、DD、DC、CD、DE、EF、FG、GG、GG，可得到 12 個字詞和相對音高，再由音樂內容分類模組以資訊檢索技術進行音樂內容自動分類。

表 3：簡譜、唱名、音名轉換表

簡譜	唱名	音名
1	Do	C
2	Re	D
3	Mi	E
4	Fa	F
5	Sol	G
6	La	A
7	Si	B

(二) 音樂內容分類模組

音樂內容分類模組主要整合 Term Frequency-Inversed Document Frequency (TF-IDF)、潛在語意分析 (Latent Semantic Analysis: LSA) 和 k-Nearest Neighbor (kNN) 演算法進行音樂內容分類，如圖 1 所示，本研究所推論的方法分述如下。

1. TF-IDF

本研究採用 TF-IDF 演算法來計算音樂分類字詞與整首音樂的重要性，經由音樂內容分析模組所得到之矩陣 $M = \{f_{kc} \mid k \in K, c \in C\}$ ，公式(1) f_{kc} 為第 k 個 N-gram 字詞於第 c 首音樂內容中之 TFIDF 值，N-gram 字詞總數量為 K ，共有 C 首音樂內容。

$$\begin{aligned} f_{kc} &= TFIDF(k, c) = TF(k, c) \times IDF(k) \\ &= tf_{kc} \times \log \left(\frac{|C|}{DF(k)} \right) \end{aligned} \quad (1)$$

其中 $TFIDF(k, c)$ 為音樂內容 c 中 N-gram 字詞 k 之權重， $IDF(k)$ 為 N-gram 字詞 k 在音樂內容集合中的頻率，且 $k \in K, c \in C$ 。

2. 潛在語意分析

當計算完矩陣後，將矩陣進行奇異值分解 (Singular Value Decomposition: SVD)，令 $M = UZV^T$ ，其中為矩陣 U 為 $K \times r$ 大小之左方奇異值向量 (left singular vectors) 矩陣，矩陣 Z 為 $r \times r$ 大小之奇異值向量對角矩陣 (diagonal matrix of singular values)，矩陣 V 為 $C \times r$ 大小之右方奇異值向量 (right singular vectors)，並且 $r \leq \min(K, C)$ (Yeh et al. 2005)。

透過減少矩陣 Z 數個項目以進行維度縮減，使矩陣 Z 降維為 $p \times p$ 大小之矩陣 Z' ，其中 $p \leq r$ 。依此分別產生新矩陣 U' 、 Z' 和 V' ，令其分別從矩陣 U 、 Z 和 V 中取出其前 p 個奇異值，並將 U' 、 Z' 和 V' 三個矩陣進行矩陣相乘，最後取得矩陣 M' 。矩陣 M' 能使原始矩陣 M 值進行平滑化處理，有助於找出潛在語意，減少錯誤率，表示公式(2)如下。

$$M' = U'Z'V'^T = \{f'_{kc} \mid k \in K, c \in C\} \approx M \quad (2)$$

3. k-Nearest Neighbor

本研究將音樂內容透過音樂內容擷取、音樂內容分析和 N-gram 切割、TF-IDF，以及潛在語意分析進行音樂治療推論模式之訓練，以產生矩陣 M 提供最適音樂治療服務推論。當音樂內容服務提供者輸入樂曲後，音樂內容分析模組經由音樂內容擷取、音樂內容分析和 N-gram 切割將音樂內容轉換成矩陣 Q ，並由音樂內容分類模組以 kNN 演算法進行需求分類推論，以取得最合適療法。kNN 演算法作法如下：

(1) 透過音樂內容擷取、音樂內容分析和 N-gram 切割、TF-IDF，以及潛在語意分析將使用者需求轉換成矩陣 Q ，其中 $Q = \{qf_k \mid k \in K\}$ ， qf_k 為音

樂內容在 N-gram 字詞 k 之 TFIDF 值， $tf(k, q)$ 為音樂內容在 N-gram 字詞 k 中的字詞頻率 (term frequency)。

$$qf_k = \begin{cases} tf_{(k,q)} \times \log\left(\frac{|N|}{DF(k)}\right), \\ \text{if 音樂內容有 N-gram 字詞 } k \\ 0, \text{ otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

(2) 矩陣 Q 和矩陣 M' 之相似度計算如公式(4)：

$$\begin{aligned} sim(Q, M'_c) &= \frac{\vec{Q} \cdot \vec{M}'_c}{|\vec{Q}| \times |\vec{M}'_c|} \\ &= \frac{\sum_{k=1}^K [qf_k \times f'_{kc}]}{\sqrt{\sum_{k=1}^K [(qf_k)^2 \times (f'_{kc})^2]}} \end{aligned} \quad (4)$$

其中 $k \in K, c \in C$ 且 $0 \leq sim(Q, M'_c) \leq 1$

(3) 經由 kNN 計算出需求矩陣 Q 最適音樂治療療法類別。

二、最適音樂推論代理人

最適音樂推論代理人主要結合醫療本體論 (Medical Ontology: MO) 和規則導向推論 (Rule-Based Reasoning: RBR) 技術。當使用者手動輸入特徵或由生理感測器感知即時使用者生理狀況時，可依醫療本體論和推論使用者病徵，再採用規則導向推論，取得最適合使用者狀況之音樂治療類別，依此類別推薦音樂。

(一) 醫療本體論

過往研究本體論都以建構階層為主，如分析網站資料語意，定義語意階層，找出資料隱含的錯誤。(劉艾華等 2009)，以及建構醫療本體論，定義症狀規則，推論其對應的病症(羅濟群等 2009)，本研究改進過往本體論疾病分類法改以國際疾病分類 (International Classification of Diseases: ICD) 第十版架構出一個具有醫療領域知識本體，並以醫療領域的知識來描述各種不同疾病的相關詞彙及關係，作為建立醫療本體論的基礎，如圖 2 所示 (ICD 2010)。

經由醫療專家和國際疾病分類對疾病的定義和分類進行使用者可能病徵之判斷，例如：高血壓前期為收縮壓 120~140 mmHg 或舒張壓 81~88 mmHg。當使用

者經醫師診斷或偵測得知，具有高血壓性心臟病或高血壓性腎臟病時，可依醫療本體論得知其患有高血壓病症（圖 2 中之概念層級），並可得知該使用者具有循環系統疾病（圖 2 中之目錄層級）。因此，後續推論上將也可以推薦使用者聆聽適合循環系統疾病、高血壓病症等的療法。

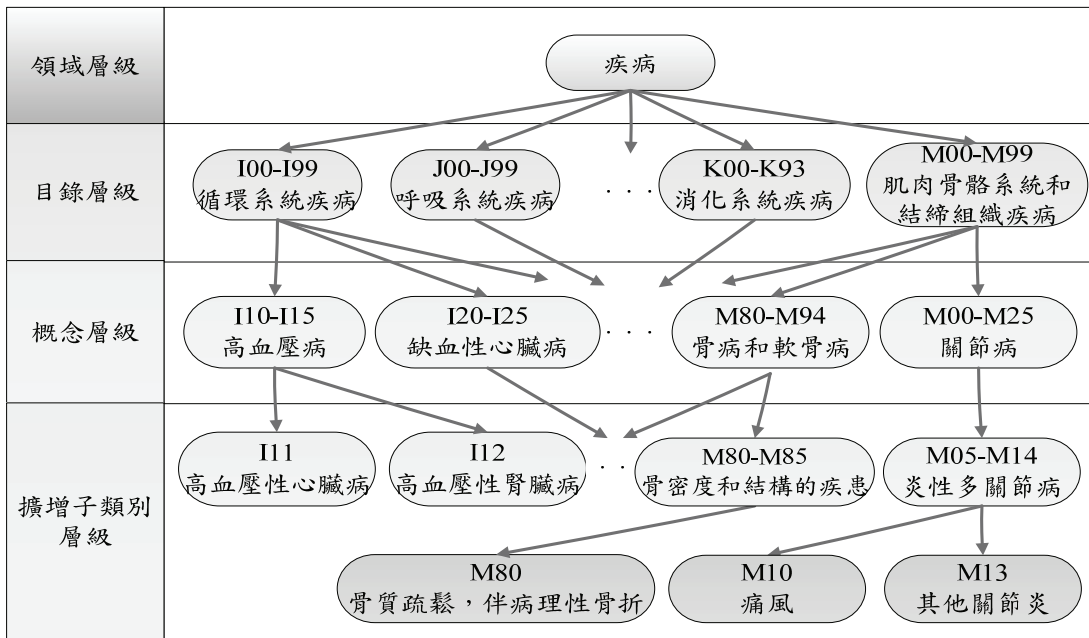


圖 2：醫療本體論（MO）

（二）規則導向推論

最適音樂推論代理人中主要參考目前臨床實證結果和音樂治療專家建議之相關文獻，將音樂治療專家之疾病與療法關係表示為 If-Then 形式的規則，依各個疾病對應 ICD 疾病分類中的疾病（如高血壓的子類別有高血壓性心臟病、高血壓性腎臟病等）和音樂治療類別建置規則庫。當採用醫療本體論推論完使用者病徵時，可採用規則導向推論依使用者病徵推論最適音樂治療類別，再向資料庫取得該類別之音樂內容服務，例如：高血壓患者適合聽巴洛克類別之音樂，推論機制如表 4 所示（Don Campbell 1999; 楊沛仁 2001; 謝汝光 2004）。最適音樂推論代理人可以依據 3.2.1 節中評估使用者之疾病分類及不同層級之相關病症，當使用者具有高血壓病症時，將可以依表 4 推論機制以規則導向推論方式，推薦巴洛克類別之音樂給使用者聆聽。

表 4：推論機制

假如	狀況	則	合適療法類別	合適樂曲
IF	高血壓、心跳加速、體溫升高、肌肉緊張、呼吸急促、復健、學習與記憶	Then	巴洛克音樂	巴哈、魔笛、四季、月光奏鳴曲、水晶冥想、永恆的搖籃曲、費加洛婚禮、哈夫納交響曲、邱比特交響曲

肆、系統實作與驗證

本章節將介紹個人化音樂治療服務推薦系統之系統架構，並進行實例展示和說明系統功能，最後再進行系統驗證，評估系統之正確性。

一、系統架構

個人化音樂治療服務推薦系統分為六個元件，包含有(1)行動醫療監控端、(2)行動使用者、(3)UDDI 登錄中心、(4)音樂內容服務提供者、(5)音樂治療服務伺服器、以及(6)主動式資料庫伺服器，其系統架構及流程如圖 3 所示。行動監控端具有多種醫療感測器可將量測的生理值，給予行動使用者端主動判定。使用者可以利用終端設備進行遠端存取最適合音樂治療服務，其中包括個人行動數位助理、智慧型手機，透過應用程式存取音樂治療服務伺服器中相關資料。UDDI 中心以 Web Services 的概念，讓音樂內容服務提供者進行服務註冊進行。音樂內容服務提供者可提供相關樂曲內容和服務，再經由個人化音樂治療服務推薦系統自動將音樂分類為蒙羅音樂、巴洛克音樂、微宇宙音樂、新世紀音樂。其可透過 Web Service 將自己所提供的服務發佈到 UDDI 中心上。音樂推論服務伺服器提供智慧型代理人和音樂治療推論模組等技術，結合主動式資料庫伺服器，負責接收與推論使用者需求，進而提供最適合音樂治療服務，相關系統元件設計分述於 4.1 節中的各小節，並於 4.2 節以案例方式描述系統流程。其中，個人化音樂治療服務推薦系統主要於 Microsoft Windows 作業系統環境，採用 Tomcat 網頁伺服器和 MySQL 資料庫以 Java 程式語言進行系統各元件開發，所使用之軟硬體設備整理於表 5 和表 6。

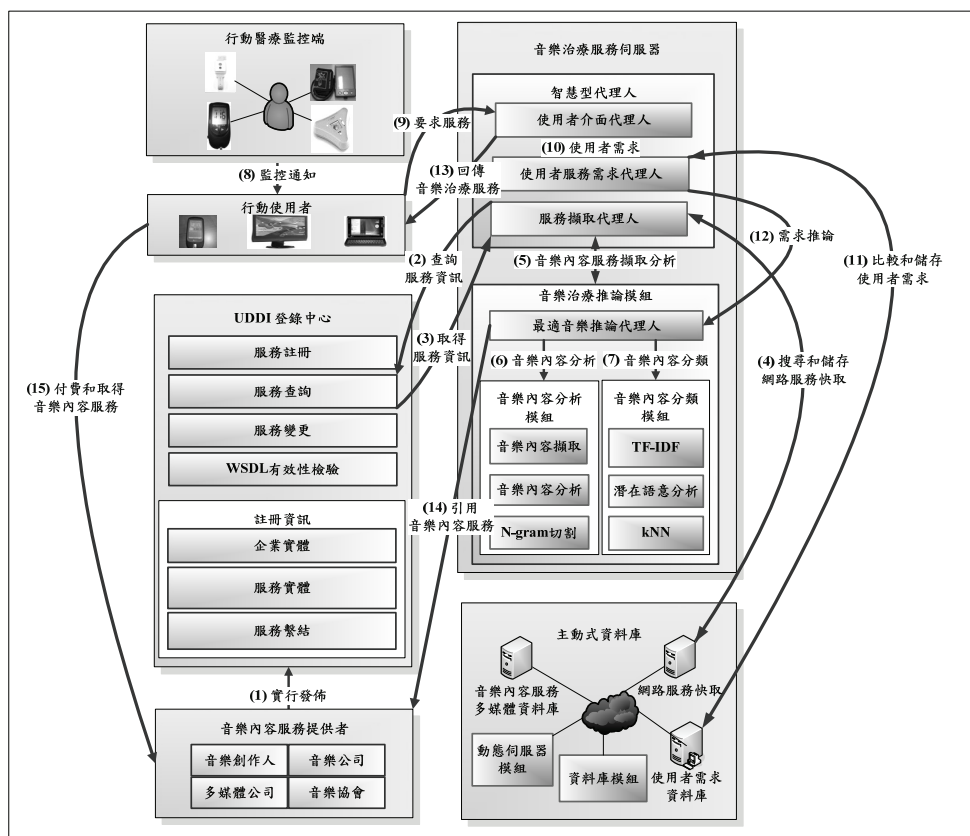


圖 3：個人化音樂治療服務推薦系統（PMTSRS）系統架構和流程圖

表 5：系統使用之硬體規格

硬體規格	
1. 伺服器主機	3. 血壓計
2. HTC Hero 智慧型手機	4. 血糖機

表 6：系統使用之軟體規格

軟體規格	說明
1. Java SDK	1. 程式開發語言
2. JSP	2. 網頁程式開發語言
3. MySQL	3. 資料庫
4. jUDDI	4. UDDI 模組
5. AXIS2	5. SOAP 模組
6. OWL	6. 本體描述語言
7. WSDL	7. 網路服務描述語言

（一）行動醫療監控端

行動醫療監控端建置於使用者端，利用生理感測器（如：血壓計和血糖機），監控使用者的生理狀況。如表 7 所示分別為本系統採用之血壓計和血糖機，生命訊號感測器的設計以省電、價格低廉、體積小、且具有感應生命訊號裝置為目標，可明確地感應使用者當下的生理訊號。依據世界衛生組織（World Health Organization: WHO）於 1999 年的指引，120/80 毫米汞柱（mmHg）以下是理想的收縮壓/舒張壓，139/89 mmHg 以下是正常血壓，140/90 mmHg 至 160/95 mmHg 是偏高血壓，180/90 mmHg 以上便屬於高血壓（World Health Organization/International Society of Hypertension 1999）；另方面在 2006 年世界衛生組織標準定義飯後兩小時血糖如果大於等於 11.1 毫摩爾/升表示血糖訊號過高（World Health Organization/International Diabetes Federation 2006）。因此系統依據世界衛生組織之指引分析所量測生理資訊後，再透過無線傳輸裝置將資料回傳給資料收集器，可收集使用者的血壓和血糖狀況，如果生理參數出現異常值，便會主動將資訊傳輸至音樂推論服務伺服器進行判斷，並依據推論之最適音樂治療服務取得音樂至行動設備中，減緩使用者狀況，達到音樂治療的目的。

表 7：生命訊號感測器之名稱與圖片

設備名稱（型號）	圖片
血壓計（MO701i）	
血糖機（羅氏 Go 讚血糖機）	

（二）行動使用者

行動使用者可以由各種行動式設備輸入其需求至音樂治療服務伺服器或由行動醫療監控端量測生理參數，當生理值異常時，將此值傳送至音樂治療服務伺服器中，進行需求推論。由音樂治療服務伺服器依使用者的情況推論和推薦最適合

的音樂內容給使用者。

（三）UDDI 登錄中心

UDDI 登錄中心可供查詢與發佈 Web Services 的功能，並可自動地將服務查詢與註冊變更組合。本研究設計建置 UDDI 環境並提供企業實體（Business Entities）、服務實體（Service Entities）、服務繫結（Binding Templates）用來表述音樂治療內容服務業者及其服務內容。音樂治療推論模組可以由公司名稱、音樂名稱、價格等資訊來找尋相關服務，並經由實驗分析 JUDDI 查詢效能較好（Blake et al. 2007），故採用 JUDDI 進行實作，服務擷取代理人可採用 UDDI4J 函式庫與 JUDDI 進行通訊以取得相關之音樂治療服務資訊，支援和加強 UDDI 的功能，提供音樂內容服務之取得。

（四）音樂內容服務提供者

音樂內容服務提供者將建立 SOAP 伺服器環境，本研究採用 AXIS2 進行模擬實作，提供音樂治療於 SOAP 伺服器上，讓音樂推論服務伺服器進行存取，達到耦合且更具彈性的自動化服務存取。音樂內容服務提供者包含有音樂創作人、音樂公司、多媒體公司、音樂協會等，可創作和發佈音樂內容到 SOAP 伺服器中儲存，再經由網路發佈至 UDDIRs。當使用者有需求時可經由音樂治療服務伺服器自動推論及存取 UDDIRs 中的音樂服務資訊，再主動連結至提供音樂內容之 SOAP 伺服器，達到自動流程整合的效果。

（五）音樂治療服務伺服器

位於網際網路前端音樂治療服務伺服器，主要提供音樂治療相關的音樂轉換並找出最適合的音樂推論，其中包括智慧型代理人和音樂推論模組。

1. 智慧型代理人

智慧型代理人進行使用者需求和音樂服務之間的資訊的蒐集、搜尋、分類、處理等工作，依據使用者需求自動擷取最適合音樂服務，並回饋給使用者。本系統所設計之代理人包括使用者介面代理人、使用者服務需求、服務擷取代理人。

- (1) 使用者介面代理人：分辨使用者所使用的設備，當使用者上線時，給使用者適合的系統內容。
- (2) 使用者服務需求代理人：主動收集使用者需求和行動醫療端生理參數監控數據，如使用者之查詢、操作、歷史生理狀況及音樂喜好紀錄蒐集。將蒐集的資訊進行比對，替使用者病情進行追蹤，最後把結果傳送最適合音樂治療推論代理人，提供推論引擎進行分析與推薦。
- (3) 服務擷取代理人：在過去許多研究中，詞彙和 UDDI 整合需花費許多時間在階層式查詢上，因此，本研究設計服務擷取代理人從 UDDI 登

入中心取得服務，將服務資訊進行存取至主動式資料庫之網路服務快取資料庫，節省當查詢時存取 UDDI 登入中心時間。服務擷取代理人能加速查詢程序以快速使用者需求找最適音樂治療服務，讓存取能夠更有效率的執行，並有效減少 UDDI 查詢處理，提高音樂服務推論效率。當推論結果傳送至服務擷取代理人後，服務擷取代理人將推論最適音樂治療服務給予行動使用者端，並依使用者需求確認後進行音樂治療服務引用，自動預定最適音樂治療服務。

2. 音樂推論模組

音樂推論模組結合資料探勘技術之智慧型推論引擎進行使用者需求推論和音樂內容自動分類，其中主要包含最適音樂治療推論模組和最適音樂推論代理人。最適音樂治療推論模組主要是將音樂轉換成文字，並使用 N-gram 方式進行詞彙存取，並經由音樂內容分類模組結合 TF-IDF、潛在語意分析和 kNN，進行相似度計算和音樂內容自動分類。最適音樂推論代理人可分析使用者生理狀況或是輸入的特徵推論使用者病徵，並依醫療本體論進行規則導向推論，取得最適合使用者狀況之音樂治療類別，再依此類別推薦音樂。

首先服務擷取代理人發現新的音樂內容時，可由最適音樂治療推論模組之音樂內容分析模組分析音樂，接著將音樂內容轉換成文字，並將文字由 N-gram 存為字詞，後續將字詞用矩陣方式進行推論。第二，音樂內容分類模組結合 TF-IDF、潛在語意分析提高推論的正確性。最後，依 kNN 演算法進行推論，判斷合適的音樂治療類別。

當行動使用者輸入需求或是生理數值發生異常時，可經由行動醫療監控端即時將生理狀況傳輸至音樂治療服務伺服器，由最適音樂推論代理人推論使用者可能的病況，並找出適合之音樂治療類別，最後再依該類別進行音樂內容推薦。

(六) 主動式資料庫伺服器

主動式資料庫屬於網際網路後端之資料庫伺服器，擁有動態伺服器模組、動態資料庫模組、使用者需求資料庫、網路服務快取資料庫、音樂內容服務多媒體資料庫。主要提供整合性音樂治療服務儲存控管多媒體以及使用者資訊與偏好，作為後端比較，對音樂服務需求與快速擷取，提供可靠的資料參考資訊為音樂治療的推論工具。

二、案例展示

各個音樂內容服務提供者將音樂內容服務以 Web Services 型態提供線上欣

賞服務，並發佈 (Publish) 到 UDDIRs 上，PMTSRS 即可有效為病患、音樂治療服務需求者、以及一般使用者的治療和音樂欣賞提供最合適音樂治療服務搜尋決策支援功能。其中，本研究所採用的音樂治療類別主要參考表 2 的分類進行分析。PMTSRS 可推薦最適當音樂治療服務給予行動使用者，步驟和處理流程如圖 3 所示，以下將以案例進行展示。

- Step 1：各個音樂內容服務提供者將架設 SOAP 伺服器（如 AXIS2），並將音樂內容服務以 Web Services 型態提供線上欣賞服務，再將服務資訊發佈到 UDDI 登錄中心上，其中包含有公司名稱、音樂名稱、價格等資訊。
- Step 2~5：服務擷取代理人平時將週期性地查詢 UDDI 登錄中心中的服務資訊，並確認與儲存至網路服務快取資料庫，維持快取為最新狀態，提供快速的查詢服務。當服務擷取代理人發現新的音樂內容服務時，將擷取該音樂內容並傳送最適音樂治療服務推論代理人進行音樂內容分析和分類，讓該音樂內容可以對應至音樂治療之類別，以供後續音樂治療服務推薦。
- Step 6：音樂內容分析模組將依據擷取音樂內容（如：音高），將 Do、Re、Mi、Fa、Sol、La、Si 轉換為簡譜之 C、D、E、F、G、A、B 來表示，將音樂內容轉換為字元方式呈現，以利進行後續分析。當音樂內容轉換後，再以 N-gram 的方式進行切割，將一首樂曲切割為數個 N-gram，視每個 gram 的相對音高為一個字詞，並將結果儲存於矩陣中。
- Step 7：在搜尋最適音樂治療服務上，音樂內容分類模組結合 TF-IDF、LSA、以及 kNN 等演算法，將音樂內容分析模組取得之音樂內容矩陣依序進行 TF-IDF、LSA、kNN 演算法處理，可將音樂內容分類至合適之音樂治療服務類別，例如：帕海貝爾卡農、巴哈小提琴奏鳴曲、韋瓦第四季等可分類至巴洛克音樂類別。
- Step 8：行動醫療監控端將即時監測使用者生理狀況，當使用者狀況發生異常時將發出通知訊息，如：收縮壓升高至 150 mmHg，則發出「高血壓」之訊息告知行動使用者端。
- Step 9：病患、音樂治療服務需求者、以及一般使用者可以經由一般 PC 或各種行動式設備（如 Tablet PC、PDA 或智慧型手機）進行最適音樂治療服務查詢，可由系統自動或使用者手動連結至 PMTSRS，經由使用者介面代理人進行需求輸入。
- Step 10~11：使用者介面代理人將把使用者需求資訊傳送給使用者需求推論

代理人進行後續推論。例如，行動使用者使用 PC 或 PDA 輸入其病況情境為「高血壓、憂鬱症」，如圖 4 所示。使用者需求推論代理人可支援語意分析處理，並比對和儲存至主動式資料庫伺服器中的使用者需求資料庫以推論使用者需求。

- Step 12：使用者需求推論代理人從使用者介面代理人收到使用者需求後，將需求資訊傳送到最適音樂治療服務推論代理人。當最適音樂治療服務推論代理人收到使用者需求情境後，將依醫療本體論和規則導向推論推論使用者病徵，並搜尋最適音樂治療類別之音樂內容服務。以本案例展示，當使用者血壓升高時，適合欣賞巴洛克音樂，則 PMTSRS 可自動推薦帕海貝爾卡農給使用者欣賞。
- Step 13~14：PMTSRS 將回傳結果並推薦最合適音樂治療服務給予行動使用者，如圖 5 所示。當使用者選擇音樂治療服務提供者後，PMTSRS 將自動幫使用者取得音樂內容服務。
- Step 15：行動使用者支付金錢取得音樂內容服務，並直接於行動裝置進行線上欣賞音樂內容。



圖 4：PMTSRS PDA 版查詢畫面



圖 5：PMTSRS PDA 版選擇畫面

三、系統驗證

本研究收集 38 首音樂內容來進行模式訓練，在此章節中將採用 k-fold cross-validation 方法 (Han & Kamber 2006) 來進行音樂內容自動分類之效能評估，將每筆資料分別進行交叉訓練和測試評估，其中資料筆數共 38 筆 ($k = 38$)。首先，取出一筆資料為測試資料，其他 37 筆資料進行模式訓練；當訓練結束後，再將測試資料輸入進行評估，並判斷正確率。依上述方式將每筆資料進行測試，累計重覆執行 38 回。

實驗可以將樂曲採用 N-gram 切割、TF-IDF、LSA、以及 kNN 等方法進行音樂內容服務自動分類，實驗數據如表 8 和表 9 所示。實驗結果顯示若只採用 N-gram 切割、TF-IDF、kNN 演算法，其在「新世紀音樂」、「巴洛克音樂」、「蒙羅音樂」、和「微宇宙音樂」的類別中，正確率分別為 72.73%、100%、100%和 75.00%，其 Micro-average 和 Macro-average 的正確率分別為 86.93%和 86.84%；但再加入 LSA 方法後，將可以提高音樂內容自動服務分類正確率，其 Micro-average 和 Macro-average 的正確率提升為 89.20%和 89.47%。

表 8：以 kNN 結合 MTSM、MO 或 LSA 分類正確率（各類別）一覽表

class	資料曲數	N-gram + TFIDF + kNN 分類推論 正確曲數	N-gram + TFIDF + LSA + kNN 分類推論 正確曲數	N-gram + TFIDF + kNN 正確率	N-gram + TFIDF + LSA + kNN 正確率
新世紀音樂	11	8	9	72.73%	81.82%
巴洛克音樂	9	9	9	100%	100%
蒙羅音樂	10	10	10	100%	100%
微宇宙音樂	8	6	6	75.00%	75.00%

表 9：以 kNN 結合 MTSM、MO 或 LSA 分類正確率（各類別）一覽表

class	N-gram + TFIDF + kNN	N-gram + TFIDF + LSA + kNN
Micro-average	86.93%	89.20%
Macro-average	86.84%	89.47%

伍、討論與結論

一、結論

本研究著眼在音樂治療與醫療資訊的綜合決策需要，發展出一套個人化音樂治療服務推薦系統，提供音樂治療相關資訊的推薦，進而提供一套整合的服務平台，同時結合醫療專家的知識，並考量不同療法對於病症所可能產生的影響，進行音樂治療服務之推薦。首先，可由音樂內容服務提供者創作和提供音樂內容至音樂治療服務伺服器，再搭配整合音樂內容擷取、音樂內容分析、N-gram 切割、TF-IDF、LSA、以及 kNN 演算法的建構，依音樂治療類別進行音樂內容自動分類，在音樂內容自動分類演算法上平均正確率可達 89.47%。之後，再由行動醫療監控端結合生理感測器，即時收集使用者生理狀況，或由使用者主動輸入其病徵，並傳輸至最適音樂推論代理人推論使用者的狀況，再依使用者狀況推薦給使用者最合適的音樂治療類別的相關音樂。

二、未來研究

在音樂內容自動分類的部分，本研究目前主要針對音高進行分析，後續可考慮加入音頻和音色之分析，並評估音頻和音色，並依據醫學音樂處方箋（謝汝光 2004; 謝汝光 2008）進行音樂內容分類。並且，可將音樂治療分類結果實際與相關醫療院所專業人員合作，判斷音樂內容分類的正確性與治療效果，最後與病患進行互動，進行臨床實證。

致謝

本論文承國科會專題研究計畫支援，計畫編號：NSC 102-2218-E-020-001、NSC 102-2622-H-009-001-CC3、NSC 102-2410-H-009-052-MY3。

參考文獻

- 行政院（2010），2015 年經濟發展願景三年衝刺計畫，<http://www7.www.gov.tw/egov/2015/index.html>（存取日期 2010/06/30）。
- 筱田知璋、加藤美知子（2004），標準音樂治療入門，陳美如（譯），五南圖書出版股份有限公司，台北。（原著出版年：2003）
- 林惠娟、陳淑齡（2007），『以焦點團體來探討長期照護機構老人對團體音樂療法的體驗』，護理雜誌，第五十四卷，第二期，頁 38-46。

- 施以諾、蘇逸珊 (2007),『音樂治療與老人照護』,臺灣老人保健學刊,第三卷,第二期,頁 62-72。
- 施以諾、駱天惠 (2008),『加賀谷式音樂療法在健康照護之運用』,臺灣職能治療研究與實務雜誌,第四卷,第一期,頁 27-33。
- 孫中肯 (2008),『以樂療傷～憂鬱症的音樂治療』,諮商與輔導,第兩百七十二卷,頁 6-9。
- 張君如、張婷翔、邱凡韶 (2008),『音樂與芳香療法介入對減緩賽前狀態性焦慮之探討—以朝陽科技大學女子籃球校隊為例』,興大體育學刊,第九卷,頁 67-78。
- 張漢宜 (2007),『樂活族激增 商機無限』,天下雜誌,第三百三十七卷,頁 34-35。
- 陳若涵 (2006),『以音樂內容為基礎的情緒分析與辨識』,未出版碩士論文,國立清華大學資訊系統與應用研究所,新竹市。
- 陳宥伊、張雅如、陳協慶、楊熾璇、陳譽齡、陳淳宏、黃美涓 (2009),『音樂對年輕族群睡眠的影響』,臺灣復健醫學雜誌,第三十七卷,第三期,頁 161-168。
- 復御企業 (2010), 新世紀音樂, <http://www.fuyu.com.tw/ContentList.asp?MainCatNo=014&SubCatNo=01401&SubAdvCatId=0140101&ContentId=42> (存取日期 2012/10/20)。
- 董曉婷、陳桂敏 (2006),『音樂療法於失智老人之應用』,長期照護雜誌,第十卷,第三期,頁 296-306。
- 董曉婷、陳桂敏 (2007),『音樂療法於改善機構失智老人認知、行為問題及憂鬱之成效探討』,實證護理,第三卷,第四期,頁 309-318。
- 維基百科 (2010), 音樂療法, <http://zh.wikipedia.org/zh/新世紀音樂> (存取日期 2012/12/20)。
- 楊沛仁 (2001), 音樂史與欣賞, 美樂出版社, 台北。
- 劉艾華、王茂年、林英潔 (2009),『本體論及推論應用於資料語意偵錯之研究』,資訊管理學報,第十六卷,第三期,頁 29-54。
- 謝汝光 (2002), 微宇宙音樂穿透 DNA—進入生命中的身心靈, 自然風文化事業股份有限公司, 台北。
- 謝汝光 (2004), 音樂精神療法, 百善書房, 台北。
- 謝汝光 (2008), 心腦共振音樂, 久佑達圖書有限公司, 台北。
- 謝汝光 (2010),『頭痛、偏頭痛的音樂療法』,健康世界,第兩百九十二卷,頁 83-84。
- 蕭采云、謝秀芳 (2009),『運用音樂療法減輕骨科術後病患急性疼痛之護理經

- 驗』, *護理雜誌*, 第五十六卷, 第四期, 頁 105-110。
- 羅有隆、林奕昌 (2011), 『以多特徵分析為基礎之音樂資料分類』, *資訊科技國際期刊*, 第五卷, 第一期, 頁 146-157。
- 羅濟群、程鼎元、陳志華、盧盈蓉、陳昌民 (2009), 『智慧型觀光醫療服務推薦系統之設計與實作』, *資訊管理學報*, 第十六卷, 第五期, 頁 131-152。
- Blake, M.B., Sliva, A.L., Muehlen, M.Z. and Nickerson, J.V. (2007), 'Binding now or binding later: the performance of UDDI registries', *Proceedings of the 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, Waikoloa, Big Island, Hawaii, Jan 3-6, pp. 171-177.
- Brown, A.R. (2009), *Making Music with Java: An Introduction to Computer Music, Java Programming, and the jMusic Library*, Lulu, Raleigh, N.C. USA.
- Cook, J.D. (1981), 'The therapeutic use of music: a literature review', *Nurse Forum*, Vol. 20, No. 3, pp. 252-267.
- Dhanalakshmi, P., Palanivel, S. and Ramalingam, V. (2011), 'Classification of audio signals using AANN and GMM', *Applied Soft Computing*, Vol. 11, No. 1, pp. 716-723.
- Don Campbell (1999), *莫札特效應：音樂身心靈療法*, 林琴如、夏荷立 (譯), 先覺出版股份有限公司, 台北。(原著出版年。1997)
- Han, J. and Kamber, M. (2006), *Data Mining: Concepts and Techniques*, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, California, USA.
- Hero, B.F. and Foulkrod, R.M. (2000), 'Integrative music of the lambdoma', *Integrative Physiological and Behavioral Science*, Vol. 35, No. 3, pp. 224-232.
- ICD (2010), 'Classification of Diseases, Functioning, and Disability' available at <http://www.cdc.gov/nchs/icd.htm> (accessed 8 June 2012).
- Livingston, J.C. (1979), 'Principles and practice: music for the childbearing family', *Journal of Obstetric, Gynecologic, and Neonatal Nursing*, Vol. 8, No.6, pp. 363-367.
- Medical Resonance Therapy Music (1998), 'Medical Resonance Therapy Music® – Scientific Research' available at <http://www.medicalresonancetherapymusic.com> (accessed 8 June 2012).
- Shirazi, J. and Ghaemmaghani, S. (2010), 'Improvement to speech-music discrimination using sinusoidal model based features', *Multimedia Tools and Applications*, Vol. 50, No. 2, pp. 415-435.
- Smadja, F.A. and McKeown, K.R. (1990), 'Automatically extracting and representing collocations for language generation', *Proceedings of the 28th Annual Meeting of*

the Association for Computational Linguistics, Stroudsburg, PA, USA, May 27-30, pp. 252-259.

Wan, V. and Renals, S. (2005), 'Speaker verification using sequence discriminant support vector machines', *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*, Vol. 13, No. 2, pp. 203-210.

World Health Organization/International Diabetes Federation (2006), *Definition and Diagnosis of Diabetes Mellitus and Intermediate Hyperglycemia: Report of a WHO/IDF Consultation*, World Health Organization, Geneva, Switzerland.

World Health Organization/International Society of Hypertension (1999), 'Guidelines for management of hypertension', *Journal of Hypertension*, Vol. 17, No. 2, pp. 151-183.

Yeh, J.Y., Ke, H.R., Yang, W.P. and Meng, I.H. (2005), 'Text summarization using a trainable summarizer and latent semantic analysis', *Information Processing and Management*, Vol. 41, No. 1, pp. 75-95.