

國立台北大學資訊工程學系專題報告

Elytone Music Player

- A Wireless Audio System Using Reliable UDP-Based Broadcasting

專題組員：李崑育、李耘憲、張任毅、鄭智元

專題編號: PRJ-NTPUCSIE-104-001

執行期間:104 年 09 月至 105 年 06 月

一、摘要

隨著近年來科技日新月異的發展，人類對於科技的需求及依賴也跟著上升，現有的科技已經無法滿足當前多數使用者的需求，因此各式各樣用來支援高科技的軟硬體不斷地推陳出新。其中，物聯網中多媒體聯網抑或稱娛樂聯網的發展更是其中一個受人矚目的焦點，無論是圖片、音樂，或是遊戲，每年都有數百，甚至是數千種不同的軟、硬體上市。Wi-Fi 作為當前最主要的數位移動裝置聯網的技術之一，卻很少被利用在音樂無線傳輸的應用，目前大多數無線音訊系統多利用藍牙等其他低功耗傳輸技術，而在 Wi-Fi 的方式傳輸音樂串流的應用卻不常見。而這次研究的主題將會深入探討、設計以及實作 Wi-Fi 無線音訊傳輸的系統。因此，如何同時實踐 Wi-Fi 無線音訊傳輸、並搭配完善的使用者介面(User Interface, 簡稱 UI)，以及設計多空間環境下之一對多的音訊系統成了本次研究的主要課題。

本次研究採用 Android 平臺之裝置以及 BeagleBone 開發板作為實際測試及研究的工具，在 BeagleBone 開發板上設計相關應用程式，實作 Wi-Fi 連線。以 UDP Broadcasting 架構建構出一對多音訊系統，以減輕行動裝置對於傳輸的負擔更能提升傳輸的效率及品質。同時，也設計更方便且直覺的手機應用程式，提升數位裝置與使用者間的互動性與便利性。透過相關開發工具、實作及設計手機和 BeagleBone 之應用程式，完成本次研究。

二、簡介

(一) 研製背景

數位行動生活現今席捲全球，根據國家發展委員會(NDC, National Development Council)調查，民眾每日上網時間從 2011 年平均 92 分鐘，大幅躍升至 2015 年的 179 分鐘、接近 3 小時；其中又以 20 至 29 歲平均每日達 232 分鐘，接近 4 小時最長。在國發會公布的 2015 年數位機會調查報告中，我國 12 歲以上民眾有 78% 曾上網，50 歲以下民眾上網率介於 93.3% 至 100%，即便 60 歲以上民眾，上網率也逐年穩定成長，目前已接近三成。分析各年齡層民眾使用手機上網的原因，LINE 等行動通訊是高齡手機族的最大誘因，使用率超過九成五，臉書等社群網站則是 40 歲以下較風行，使用率超過九成；20 歲以下世代的媒體使用行為更多元化，透過手機看影片、聽音樂、玩遊戲的比率達七成五至八成一。本次專題研究當中，「音樂串流服務開發」將是研究的主要目標。而目前 Android 市占率仍為大眾，根據 Vpon 「第三季臺灣行動市場的數據報告」，Android 以七成八的比例佔據市場，且開發環境開放，適合作為本次研究的開發平臺。

而過去的無線音訊傳輸模式大多使用的是藍牙傳輸，但在過去藍牙傳輸大多以 A2DP 立體聲音訊傳輸協定的 SBC 編碼或 CSR apt-X 高傳真音訊壓縮技術的基礎下，都必須將原有的音訊檔案進行壓縮處理後，再進行串流影音傳輸，無可避免會產生些許破壞，而造成失真；不過利用 Wi-Fi 影音串流傳輸則可以解決這個問題，因為 Wi-Fi 不僅可以提供更廣闊的連線距離，同時還可以減少音樂在傳輸中過程中失真的可能性，進而提升播放出來的音樂品質。

產品類別	產品數量	使用頻率	傳輸速度	連線方式	音訊壓縮	傳輸距離	抗干擾	成本
藍牙音響	多	2.4GHz	784kbps - 25Mbps	簡單	有	約10m	低	低
Wi-Fi 音響	少	2.4GHz/ 5Ghz	54Mbps - 150Mbps	簡單	無	約100m	中	高

圖 1 藍牙及 Wi-Fi 音響的比較

除了上述的優點外，Wi-Fi 無線音訊系統的另一項優勢在於更容易實現一對多數位裝置連線的可能性。過去的藍牙播放器大多只能在同一時間內提供一對一的連線，若要連接到另一臺藍牙裝置，則必須切斷與第一臺裝置的連結。然而，透過 Wi-Fi 的方式傳輸，使用者只須透過單一行動裝置，方可同時控制相同區域網路內的所有 Wi-Fi 無線播放裝置。另外，如果在區域網路內的電腦或 NAS 有開啟媒體伺服器的功能，這些 Wi-Fi 無線播放裝置還能直接讀取媒體檔案列表，進行音樂串流影音播放。

隨著科技進步，有線網路和無線網路的傳輸技術日益精進，近年來已經有許多家電設備與手機 APP 相關的產品及應用也被提出，也就是所謂的智慧化產品。而常常拿來跟其相提並論的主題也就是數位家庭，不過數位家庭的定義較智慧化產品嚴謹許多。在定義上，數位家庭需要四大應用：居家照顧、數位娛樂、能源管理、居家保全等四項，在本次研究的部分，主要專注於數位娛樂的層面。

過去，數位家庭中的影音娛樂還是圍繞著電腦打轉，大部分無線傳輸功能大多需透過電腦進行，其餘數位裝置尚未廣泛應用。近年來，隨著行動裝置的發展日趨成熟，iOS 和 Android 裝置推出，帶領嵌入式處理器的效能一同發展，製造商於手機及其他數位裝置，如電視、音響等加入更多聯網以及影音娛樂功能，使其突然躍升到檯面上。同時，也因為行動裝置的崛起，人們不再只是坐在電腦前方，而能在家中的任何角落使用，為人們的數位娛樂生活帶來巨大的改變。

(二) 研究目標

本次專題研究分為 2 大類別研究，以(一)Local Music Player 及(二)Wireless Audio System using Reliable UDP-based Broadcasting 方式傳送音樂串流檔案至開發板供音響(Speaker)進行一對多播放。現今音樂播放軟體大多以手機本地音樂 (Local Music Player) 為主，但先前版本並未納入應用程式；而使用 Wi-Fi 方式作為音樂串流傳輸的技術尚未廣泛發展及應用，也是本研究想深入研討的重要原因。

(三) 主要預期結果

1. 透過觀察與實作來印證「無線網路」及「電腦網路」這兩門課程所學得之理論及協定。
2. 極致化使用者介面(User Interface)及設計播放器完善功能。
3. 實際製作並詳細了解藍牙傳輸協定，並實際應用於行動裝置與多個音響之間的傳輸，大部分的設定以及控制皆由藍牙操控。
4. 透過開發 Android 行動應用程式，整合系統中各平臺之間 (BeagleBone、Android 裝置) 的溝通，達到研究目的。
5. 充分了解 Wi-Fi 傳輸協定的運作方式及特性，並且實際應用在系統上。
6. 利用 Wi-Fi 的傳輸方式達到單一數位裝置對多個無線播放裝置的功能，同時最小化各個裝置間在播放時的同步問題。
7. 了解並熟悉各類 Linux 開發板 (BeagleBone) 的使用方式，同時利用 Python 語言撰寫相關程式，配合整體系統的設計及應用。
8. 透過實際製作及實驗，驗證實驗所建立的架構在現實生活中是可以實現的。

三、 專題進行方式

1. 系統分析與設計

以往進行音樂串流傳輸時，多半是透過藍牙協定，所以使用範圍往往被侷限在短短數公尺之內。因此本研究將同時利用藍牙及 Wi-Fi 協定的應用，使數位裝置端以藍牙方式先行設定開發板連線方式，數位裝置方能透過 Wi-Fi 傳輸技術與開發板進行音訊及指令的傳輸。此種連線方式不僅能將傳輸距離向外擴張，並能解決在藍牙協定之下，無法達成的一對多播放的問題。

本研究運用數位手持裝置透過 Wi-Fi 傳輸的方式，將音樂串流傳送至 BeagleBone 開發板，並基於 Reliable UDP-based Broadcasting 的架構，透過 GStreamer 的解碼及傳輸技術，建立一對多音訊系統並解決播放同步的問題。

以下針對系統分析與設計所述，將分為兩大部分加以說明，介紹其中的理論及實作方法。

(A) 實驗環境架設

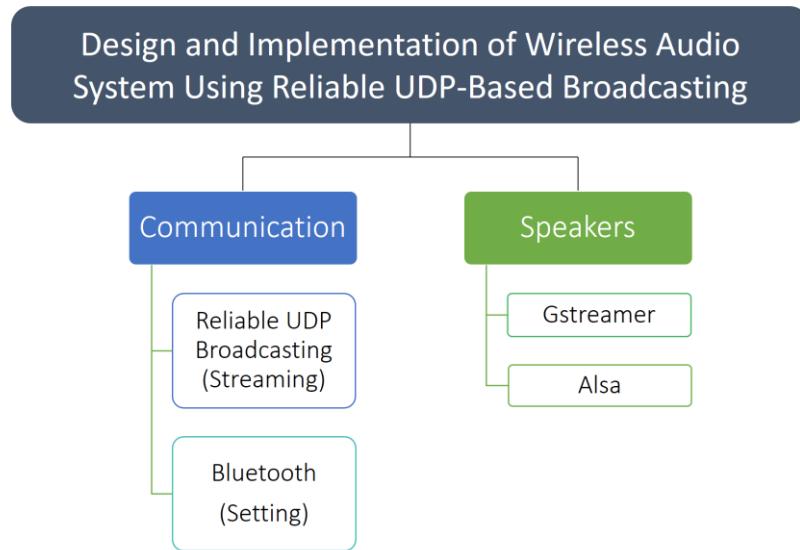


圖 2 本研究之架構圖

本次專題計畫，所採用的架構如圖 2 所表示，以下將詳細介紹各部分之內容：

I. Communication Part

此部分為行動裝置端與開發板之間交換訊息的方式，其中包含設定指令與音樂串流。運用藍牙協定搜尋開發板並進行設定，再經由 IEEE 802.11 協定的相關應用傳輸音樂串流，建立 Wi-Fi 的一對多音訊系統。

II. Speakers Part

此部分定義為 Speakers 開發板扮演 Broadcasting 接收者的角色。Alsa 為 Linux 處理器中，提供音效卡的驅動元件，對所有類型的音訊接口均有極高的相容性。在 GStreamer 接收到音樂串流後，透過 Alsa 將音訊輸出至開發板的 3.5mm 音訊接口。

(B) 以 Reliable UDP-based Broadcasting 架構建構出一對多音訊系統

為達成 Reliable UDP-based Broadcasting 的架構，需先透過藍牙搜尋範圍內的開發板，將欲選取之音響開發板做連線。以下在此說明 Reliable UDP-based Broadcasting 模式的運作方式。

圖 3 為 Reliable UDP-based Broadcasting 運作示意圖。在此模式下，手機於一開始即開啟手機熱點(Wi-Fi Hotspot)，所有的開發板都必須連至手機熱點 AP。行動裝置透過熱點 AP 將音訊串流至 Speakers 開發板，藉此建立一對多音訊系統。

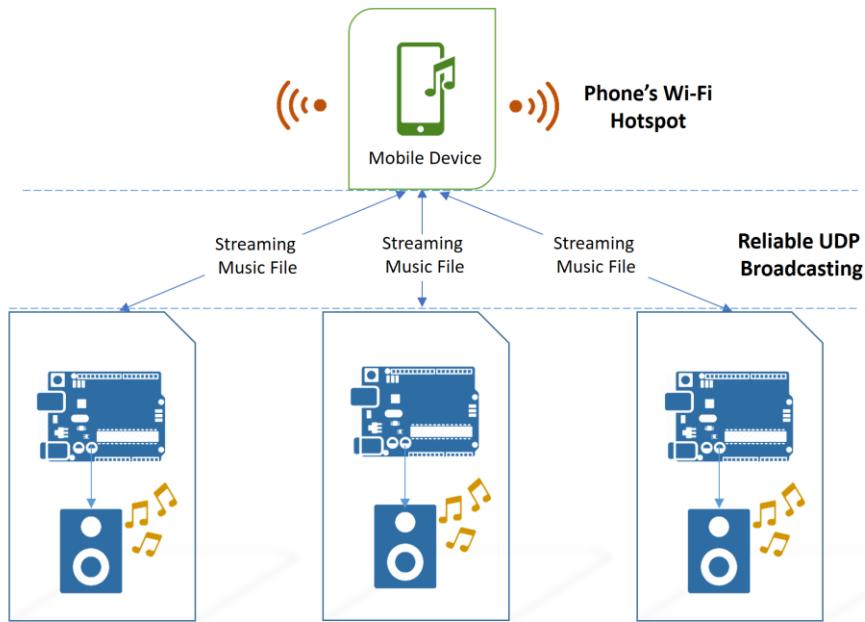


圖 3 Reliable UDP-based Broadcasting 示意圖

此外，在傳輸部分主要如圖 4 所示。Wireless Broadcasting 在播放器中，指令的切換，包含播放、暫停、前一首歌曲、後一首歌曲等指令，運用 TCP 的方式進行傳輸，而音樂檔案封包部分，則運用了上述的 Reliable UDP 方式進行傳輸。

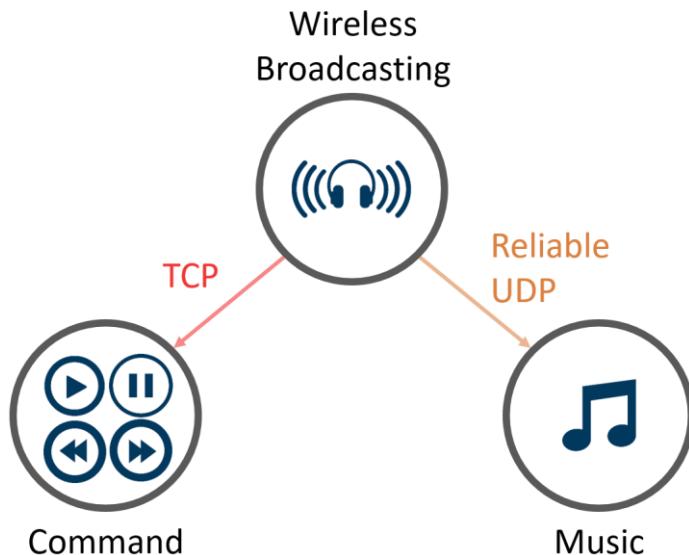


圖 4 Reliable UDP-based Broadcasting 傳輸模式示意圖

2. 主要困難與解決之道

(A) 簡化設定步驟

使用藍牙設定多個開發板連線屬較複雜的過程，而為能使各年齡層使用者均能容易的操作，本次研究在使用者設定的部分，為配合不同的傳輸模式，設計出不同的設定方式。圖 5 為操作流程示意圖。使用者手機端會先開啟手機熱點(Wi-Fi Hotspot)，接著會透過藍牙搜尋到所有範圍內的裝置，在選擇所有欲連線的開發板後，系統會批次處理並逐一變更所有開發板連線狀態。

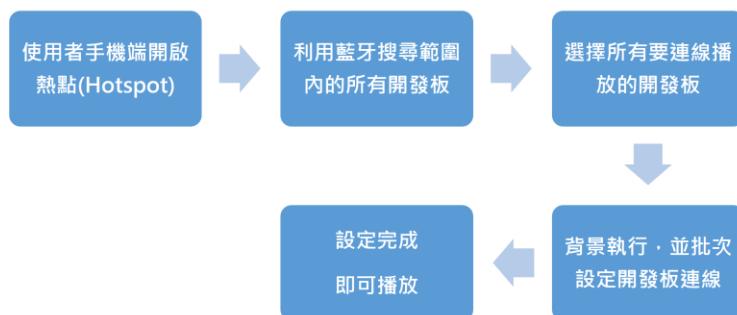


圖 5 Reliable UDP-based Broadcasting 設定之流程示意圖

(B) 執行序間隔時間掌控

實驗過程中發現，Thread 與 Thread 之間若間格時間過短，會造成 BeagleBone 在處理 Play 或 Pause 等基本指令時有所延遲；若時間間隔過大，在傳輸小封包(1K、2K)時，會有傳輸中斷的問題。但為了達成 Reliable UDP，勢必要傳輸小封包，在不斷進行嘗試後，找到了一個既可以穩定傳輸小封包，又不會讓指令延遲的間隔時間，藉此改善延遲問題。

(C) 音樂封包傳輸數據大小

研究過程中，除了執行續間隔時間的掌控外，音樂封包傳輸數據大小也是一大重點。由於使用 UDP 方式傳輸音樂封包，所以在傳輸途中難免會使封包掉落，目前實測數據如圖 6 所示。很清楚的看出，在音樂封包每次傳 4KB 時，能發現和每次傳輸 8KB 相比，成功率大幅提高到 96%；在每次傳輸 1KB 時，封包傳輸成功率甚至提高到 99%。此外，在音樂封包傳輸時，會將相同的封包傳輸兩次，更能提高封包的接受率，以達到如 TCP 傳輸的 Reliable UDP 傳輸模式。

每包16KB	1	2	3	4	5	平均	每包8KB	1	2	3	4	5	平均
手機發送	116包	116包	116包	116包	116包	116包	手機發送	229包	229包	229包	229包	229包	229包
板子接收1	86包	71包	81包	85包	92包	72 %	板子接收1	228包	219包	223包	219包	214包	94 %
板子接收2	90包	89包	83包	85包	96包	76 %	板子接收2	225包	215包	205包	207包	206包	92 %
每包4KB	1	2	3	4	5	平均	每包1KB	1	2	3	4	5	平均
手機發送	455包	455包	455包	455包	455包	455包	手機發送	1812包	1812包	1812包	1812包	1812包	1812包
板子接收1	450包	441包	453包	431包	419包	96 %	板子接收1	1810包	1805包	1770包	1793包	1808包	99 %
板子接收2	410包	412包	444包	441包	399包	92 %	板子接收2	1794包	1791包	1784包	1791包	1780包	98 %

圖 6 音樂封包傳輸成功率之統計比較表

3. 人員配置與職責

職責部分分為三大部分，分別為手機使用者介面(User Interface)、音樂傳輸(Reliable UDP-based Broadcasting)及藍牙設定功能。使用者介面部分由李耘憲同學負責，音樂傳輸部分由張任毅同學和李崑育同學共同開發，藍牙設定部分則由鄭智元同學深入研究。

四、主要成果與評估

在軟體設計的部分，我們採用了 Material Design 的概念設計了我們的應用程式，最主要的設計理念是以簡單明瞭的方式，讓使用者獲得最佳的體驗，如圖 7 所示。整個程式主要可分為兩大部分，分別為 Local Player 與 Wireless Broadcasting (無線播放)模式，可以分別在手機自身播放音樂以及傳輸到多個音響同時播放。

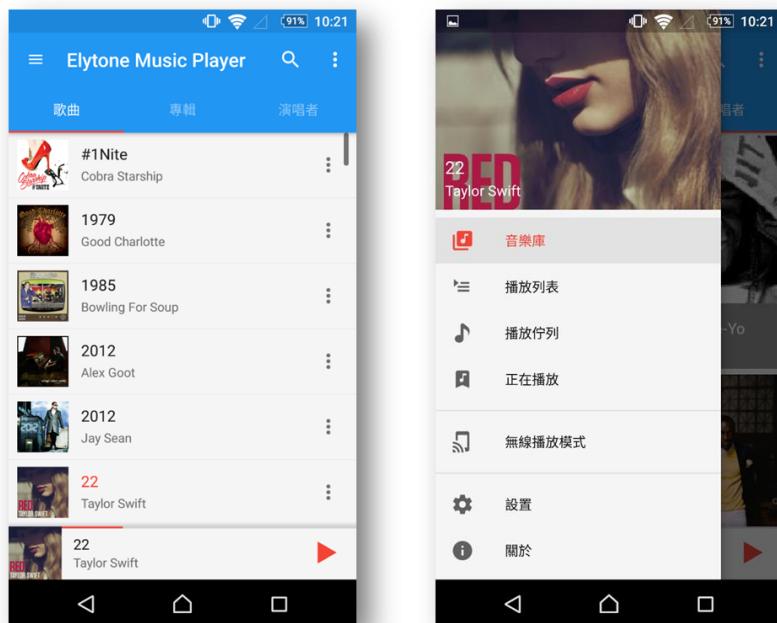


圖 7 手機應用程式使用者介面

同時，我們加入了許多新的特色功能，以下為幾點特色功能之介紹：

1. **自訂主題**：透過設定上多樣化的主題顏色和強調色彩，使用者能夠為自己設計專屬的外觀樣式，以簡單的方式搭配出最適合自己的風格。同時也具備了更改為夜間模式的功能（整體配色從白色底更改為黑色，如圖 8 中間圖片所示），讓使用者的音樂播放體驗更加有趣。

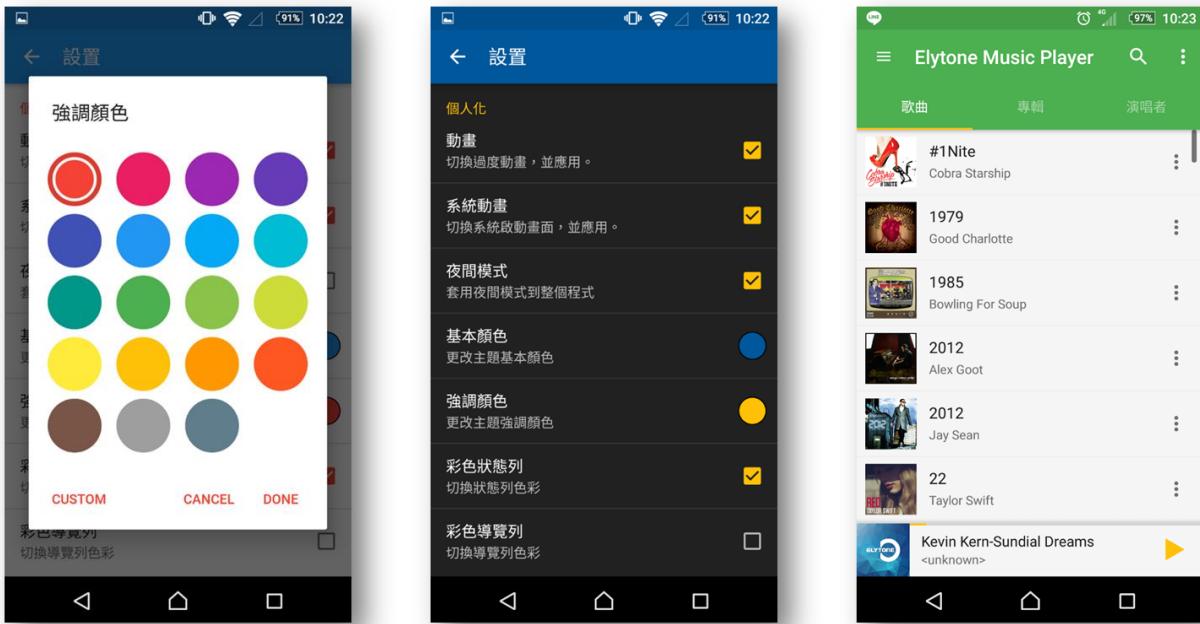


圖 8 自訂主題介面

- 播放佇列：利用播放佇列的功能，可以選擇並且安排下一首使用者想播放的歌曲。選擇使用者喜歡的歌曲，即可把他們加入播放佇列等待播放，同時使用者也可以直接拖曳歌曲來改變播放的順序。

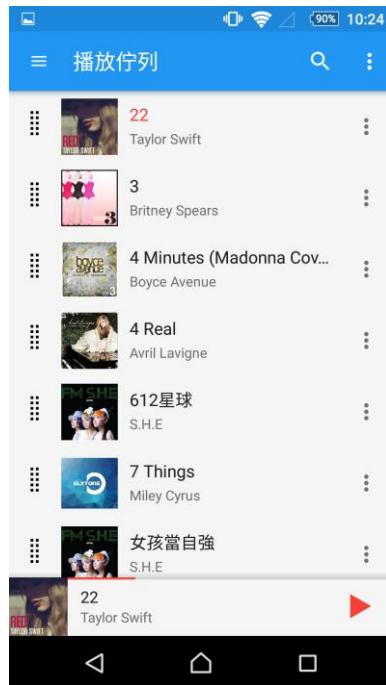


圖 9 播放佇列介面

- 分類歌曲：開啟程式後，播放器會自動將使用者手機裡的所有音樂依照歌手、專輯、歌曲名稱分類，並顯示以專輯封面、歌手圖片的方式分類呈現，讓使用者更容易找到

想聽的歌曲。

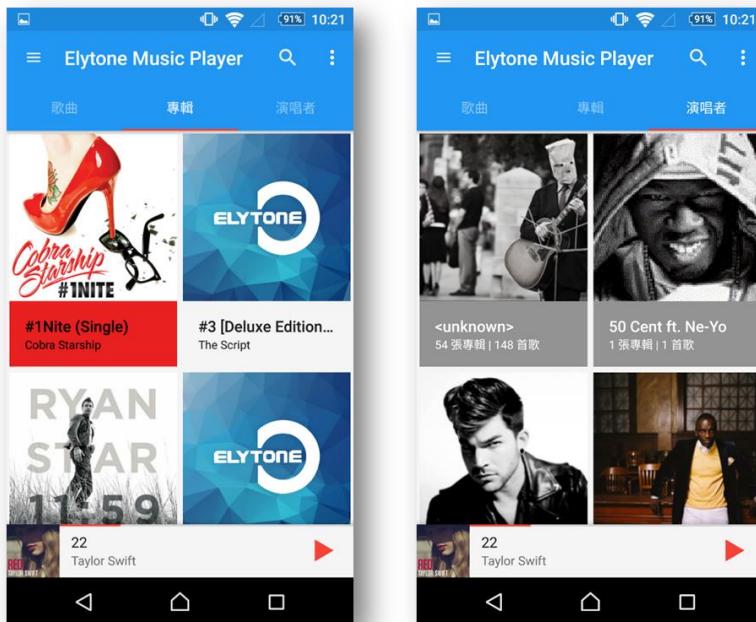


圖 10 分類歌曲介面（左側以專輯作為分類依據，右側以演唱者作為分類依據）

4. 設置簡單：簡化繁複的設定的步驟，使用者只需利用手機的藍牙找尋到附近的音響裝置，並將音響連線至手機的 Wi-Fi 热點即可完成設定的流程。完成後即可以無線方式(Reliable UDP Broadcasting)傳輸音樂到各個不同的音響。
5. 搜尋功能：當使用者要找尋想聆聽的歌曲時，可以利用歌手、歌曲、專輯名稱的方式直接進行搜尋，即可搜尋到使用者想聽的歌曲。

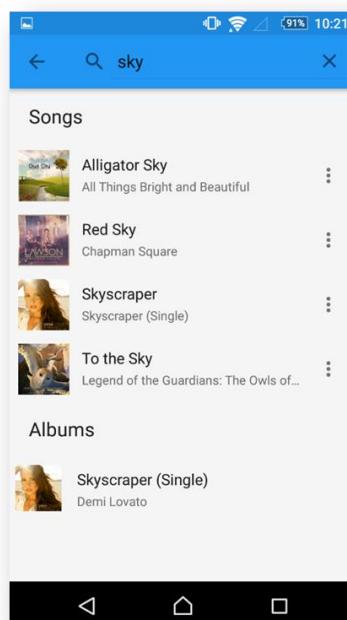


圖 11 搜尋功能介面（在此以搜尋 sky 為例）

6. 通知列及鎖定畫面控制：整合了 Android 的通知列以及鎖定畫面的控制小工具，讓使用者不需解除鎖定或是打開應用程式才可切換歌曲及播放暫停，在任何手機畫面，只需將通知列往下滑即可操作換歌的動作。提供了使用者更方便的操作體驗。如圖 12 所示。
7. 音效等化器：透過整合 Android 的音效等化器，在進一步對於不同頻段的聲音大小做調整，強化特定頻段的音效，例如增強高頻、加強重低音等等，為使用者提供不一樣的播放效果和體驗。

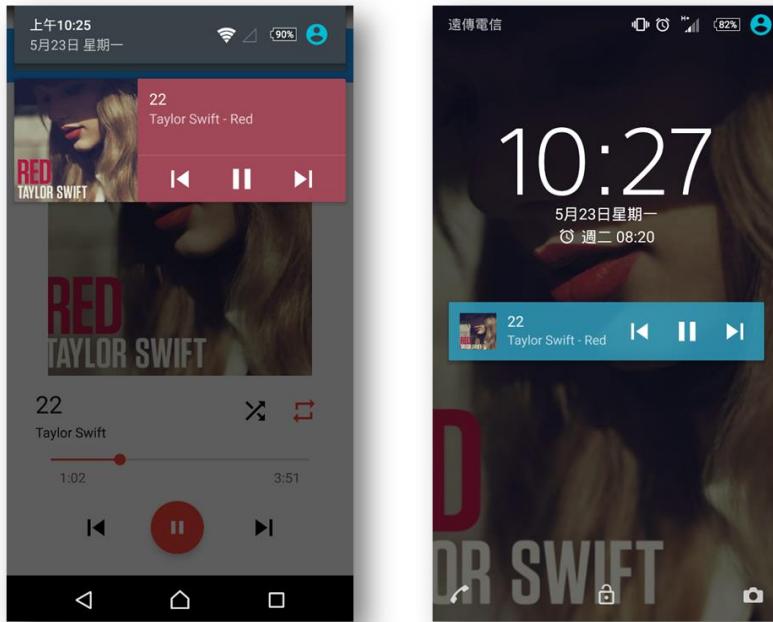


圖 12 通知列及鎖定畫面控制

五、結語與展望

本年度的專題研究中，除了改進過去手機應用程式的版本，增加了 Local Player 提供使用者能更便利的運用我們的 App 外，也同時改變傳輸方式，使用 Reliable UDP Broadcasting 取代先前的 Relay Mode，簡化藍芽連線設定上的許多繁複過程。此外，利用手機開啟 Wi-Fi 热點，使用者能大幅的增加其可攜性和移動性，使得音樂無線傳輸技術能更加方便。希望藉由我們的專題研究與開發，提供使用者不管在使用 Local Player 或於一對多音響的播放，都能擁有最佳的音樂體驗與感受。

六、銘謝

2015 NTPU Wireless and Mobile Network Laboratory
國立台北大學資訊工程研究所 無線暨行動網路實驗室

七、參考文獻

1. Abraham N , Winston P.P.E , Vadivel M , "Adaptive channel allocation algorithm for WiFi networks," International Conference Circuit, Power and Computing Technologies (ICCPCT) , pp. 1307-1311 , 2014.
2. Shadi Esnaashari, Ian Welch, Peter Komisarczuk, "Determining Home Users' Vulnerability to Universal Plug and Play (UPnP) Attacks" , International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops , pp. 725-729, 2013.
3. Lu Yiqin, Fang Fang, Liu Wei, "Home Networking and Control based on UPnP: An Implementation" , Second International Workshop on Computer Science and Engineering, pp.385-389 , 2009.
4. Al-Mejibli and M. Colley, "Evaluating UPnP service discovery protocols by using NS2 simulator," 2nd Computer Science and Electronic Engineering Conference (CEEC), pp. 1–5, 2010
5. Gerald Coley, BeagleBone Black System Reference Manual, April 11, 2013.
6. Naman Dwivedi, Material Design Music Player, Modify From Timber, Naman Dwivedi and redistribute it and modify it under the terms of the GNU General Public License as published by the Free Software Foundation version 3, GitHub, 2015
7. Fitriani, Wooi-Boon Goh, " DESIGN CONSIDERATIONS FOR INTERACTIVE AUDIO STREAMING ON WIRELESS HANDHELD CONTROLLERS, " IEEE 15th International Symposium on Consumer Electronics, pp. 284 – 289, 2011.
8. Rongshan Yu, Haiyan Shu, Susanto Rahardja , "AN ADAPTIVE STREAMING SYSTEM FOR MPEG-4 SCALABLE TO LOSSLESS AUDIO, " IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics, pp.41 – 44, 2011.
9. Yang Yue, Xie Xiang, Wei Yaodu , "A NOVEL OBJECTIVE METHOD FOR EVALUATING THE QUALITY OF STREAMING AUDIO, " Proceedings of IC-BNMT , pp. 555-559, 2009