

RFID 於電動遊樂器材使用管理之應用

Application of RFID Technology in the Management of Electronic Entertainment Equipment

饒瑞佶 *Ruey-Chi Jao*

建國科技大學 資訊管理系 助理教授

陳明星 *Min-Hsin Chen*

建國科技大學 資訊管理系 副教授

黃錦裕 *Chin-Yu Huang*

建國科技大學 體育室 副教授

摘要

本研究使用無線射頻辨識 (Radio Frequency Identification, RFID) 技術開發電動遊樂器材使用管理系統，將以往紙本與投幣的管理方式 e 化，同時進一步提升管理的安全性與便利性。系統使用 Mifare 13.56 MHz 高頻 (High Frequency, HF) 的技術，事先將使用者資料、存取密碼與餘額儲存在 RFID 卡片的記憶體內；遊樂器材則是串接上 RFID 扣款機與控制器，使用者需要使用卡片感應扣款機，待通過存取密碼確認且扣款成功後方可以啟動控制器，開始使用遊樂器材，不但能限定使用者每次的使用時間，同時將每次的使用記錄儲存於扣款機的記憶體內，提供管理者進行後續的追蹤管理與分析，達到安全管理與效率提升的目的。

關鍵詞：無線射頻技術、遊樂器材、資訊系統

Abstract

This study adopted RFID technology to develop an entertainment-equipment management information system to replace traditional management methods such as manually recorded paperwork and coin-operated systems. Mifare technology (13.56 Mhz) was used to store access codes, user data, and pre-saved money amounts into an RFID tag. The RFID reader, machine controller, and entertainment equipment were linked together. Users used a tag to activate the reader. Once the users' access code was recognized and the money deducted, the entertainment equipment would start to work. This system controlled the length of time that users could operate the equipment and also kept usage records in the RFID reader. Managers could use those records to analyze the entertainment equipment usage to aid them in security management and to increase efficiency.

Keywords : RFID Technology, Entertainment Goods, Information System

一、緒論

以往遊樂場的電動遊樂器材，例如旋轉木馬與咖啡杯等，電動玩具店的遊戲台等多數是透過人力或是投幣式方式進行管理，管理上需要牽涉到現金交易，同時無法追蹤使用者與設備的使用狀況。大家所熟析的台北捷運悠遊卡使用的是預付卡方式進行消費，使用者付費後取得一張悠遊卡，卡片內記錄有目前可用餘額與驗證金鑰，搭乘捷運時使用者可以將悠遊卡在扣款機上透過無線感應，待扣款成功後才能進入捷運站搭程捷運，過程中牽涉到發卡、設定、驗整與消費的過程，是一個成熟且成功的系統。

悠遊卡所使用的技術稱為無線射頻辨識（Radio Frequency Identification, RFID）技術，什麼是 RFID 呢？簡單來說就是一種無線的辨識技術，與其他像條碼、晶片卡與磁條等技術，相同的部分都是要做辨識的用途，只是使用的技術不同而已。RFID 使用無線電波的方式來進行辨識的工作，這樣的無線電波頻段大致分成（1）低頻（Low Frequency, LF）；（2）高頻（High Frequency, HF）；（3）超高頻（Ultra High Frequency, UHF）與（4）微波（Microwave）等四部份（表 1）。以市面上買的到或實際已經運用的系統來說，低頻主要指的是頻率在 125 KHz 或是 134 KHz 附近，高頻的主流則是在 13.56 MHz，超高頻差異性則較大，常因地區與國家所開放的頻段不同而不同，各國 RFID UHF 開放頻段如表 2 所示，微波則是落在 2.45 GHz 或是 5.4 GHz，其中 2.45 GHz 是屬於全球通用的 ISM（Industrial Scientific Medical）公用頻段，因此，LF 與 HF 是現階段較為成熟與可商業化應用的頻段，例如門禁系統與悠遊卡等。

表 1 我國各頻段 RFID 頻率與使用狀況列表

頻段	頻率	感應距離	我國使用現況
LF	125 KHz	< 1.5 m	117.6~126 KHz, 129~160 KHz：已指定業務分配但尚未使用
	135 KHz		
HF	6.78 MHz	> 1.5m	134.1~157 MHz：已指定業務分配但尚未使用，但 13.56 ± 0.007 MHz：供工業,科學,醫療設備使用
	13.56 MHz		
UHF	860-950 MHz		864.1~868.1 MHz：Low-Tier
			870~890 MHz：3G
			895~915, 940~960 MHz：GSM
	2.45 GHz	> 1.5m	2.45 ± 0.05 GHz：供工業,科學,醫療設備使用

表 2 世界各國 RFID UHF 開放頻段列表

國別	頻段範圍 (MHz)	國別	頻段範圍 (MHz)
歐盟	869.4~869.65, 865.6~867.6	紐西蘭	864~868
南非	869.4~869.65, 915.2~915.4	日本	905~956
美加	902~928	韓國	910~914
澳洲	918~926	台灣	922~928

RFID 具備有 (1) 無方向性限制讀取資料；(2) 辨識距離長；(3) 辨識速度快；(4) 辨識正確性高；(5) 讀/寫功能，資料記憶量大；(6) 安全性高；(7) 壽命長；(8) 標籤穿透性佳與 (9) 可在惡劣環境操作等數種優點 (饒瑞佶, 2006a)。目前 RFID 已經被應用在許多領域上，包括動物追蹤 (Kampers, 1999; Wang and Zhang, 2006)、醫療管理 (曾慶元, 2002; 黃君毅, 200; 李岳縉, 2005)、物流業 (李文祥, 2005)、零售業 (謝長志, 2005)、國防工業 (江佳益, 2005; 林與馬, 2005) 與農業 (黃永東, 2004) 等領域上。

近年來由於美國零售業龍頭 Wal-Mart 與美國國防部 (DoD) 的大力推動，讓 RFID 的應用越來越受重視，1980 年代後，許多公司開始投入減少 RFID 尺寸大小與成本的研究，隨著矽晶片技術的發展，使得 RFID 在尺寸與成本上逐漸被市場所接受，許多 IT 大廠如德州儀器、Infineon、Motorola、Microchip 與 Philips 等等都相繼投入 RFID 硬體與軟體的研發行列，基於成本大幅下降與研發廠商越來越多的前提下，讓許多行業導入 RFID 技術變的可能 (饒瑞佶, 2006b)。

本研究將 RFID 技術導入於現行的電子遊樂器材使用管理上，透過與悠遊卡相同的運作方式，發給使用者 RFID 卡片，所有的消費過程都透過卡片與扣款機來進行，期望達成取代現有的現金收費或是投幣式的管理方式、減少現金交易 (電子錢包)、減少人為管理負擔、使用記錄可追蹤管理、安全性消費、方便使用與提高管理效率的目的。

二、研究方法

本研究使用 RFID 技術達成電動遊樂器材使用管理的目的，此處的遊樂器材指的是需要使用電源或是電子設備控制的遊樂器材，透過資訊系統管理使用者資料、可使用器材、可使用時間與儲存使用記錄，提升管理者的管理效率。除可以限制未經授權的使用者無法使用器材外，更可以設定某些會員只能使用某些器材以及每項器材的使用時間，自動提供不同身分的使用者不同的服務，減少某些器材被長時間占用等問題，降低器材損壞率，自動記錄所有設備的使用狀況，可以隨時進行查詢與分析。

系統使用 RFID HF 13.56 MHz 的技術，系統分為 (1) 消費與 (2) 設定卡片等兩大功能，消費指的是使用遊樂器材；硬體設備包含儲值機、扣款機與塑膠卡片三項，使用者需持有設定已授權的卡片方能使用遊樂器材，遊樂器材串接上扣款機，扣款機同時兼具有讀卡、扣款、儲存紀錄與啟動設備 Relay 等功能，任何授權的卡片只要經過扣款機感應辨識扣款成功後，才可以啟動遊樂器材，開始依據器材被設定可使用的時間來控管每次的使用情形。

塑膠卡片規格採用 Mifare 1，共有 1 K Bytes 的記憶體，共劃分成 16 個 Sector，1 個 Sector 大小為 64 (1024/16) Bytes，1 個 Sector 可以存取的資料為 48 Bytes；每一個 Sector 又被劃分成 4 個 Block，最後一個 Block 又稱為 Sector Trailer，用以存放每個 Sector 的存取金鑰，金鑰分成 Key A 與 Key B 兩組 (圖 1)。每個 Block 擁有各自獨立的編號 (圖 2)，由第一個 Sector 的第一個 Block 編號成 Block 00 開始，依序編號直到第十六個 Sector 的第四個 Block 編號成 Block 63 結束，共計 64 個 Blocks，其中 Block 00 屬於特殊 Block，用來存放卡片的辨識碼 (UID)，只能讀取不能寫入，因此第一個 Sector 可以使用的記憶體只有 24 Bytes，其餘 Sector 則是

36 Bytes。

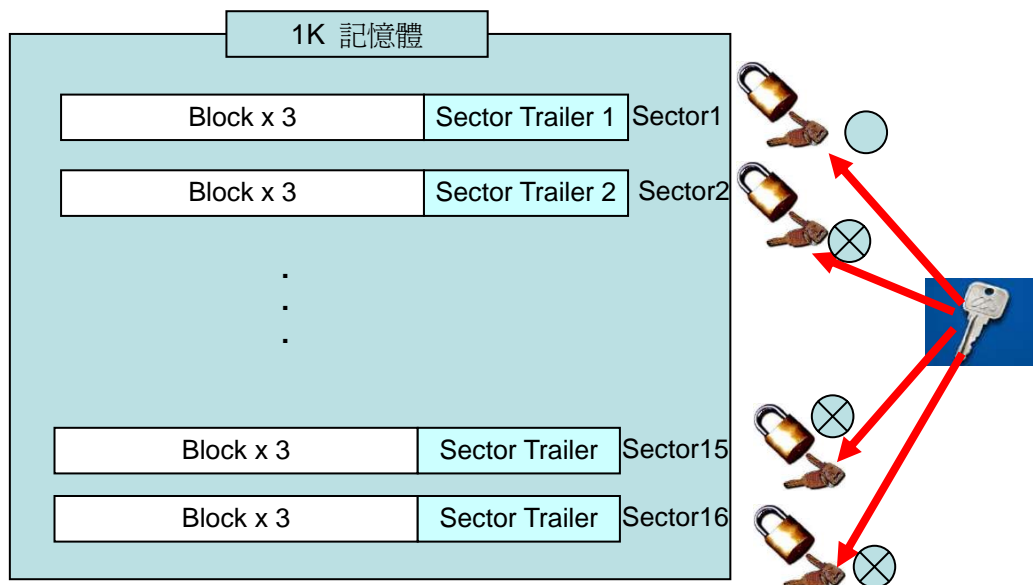


圖 1 Mifare 1 記憶體劃分示意圖

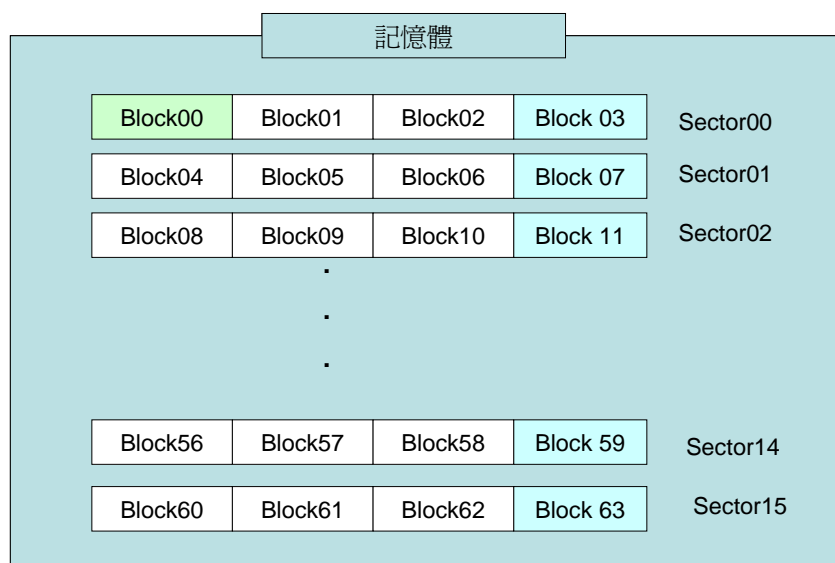


圖 2 Mifare 1 記憶體位置編號示意圖

每個 Sector 獨立運作，亦即同一張卡片可以同時提供 16 個不同系統儲存資料使用，各自使用各自的金鑰做為存取依據。本研究的卡片儲存使用者資料、目前餘額與使用記錄（日期+時間+扣款機代號+動作+當時餘額）等三項資料，使用第一個 Sector 的第二個 Block 來儲存使用者資料，第三個 Block 儲存目前餘額，使用紀錄則由第二個 Sector 開始存放到第十五個 Sector，每筆使用記錄使用一個 Block，共計可以儲存 42 筆交易紀錄；當紀錄已滿時可以設定重新覆蓋資料或是停止交易，需要重新設定才能再使用，亦可以設定卡片的到期日，可以扣款的扣款機機號（Machine ID）這些設定則記錄在第十六個 Sector 的三個 Block 中。

消費流程圖如圖 3 所示，當使用者使用卡片在扣款機上感應時，扣款機會先

比對卡片內的 Machine ID 是否符合？如果不符合則無法使用，接著判斷第一個 Key A 與 Key B 是否正確？如果不正確則無法使用，其次進行扣款與寫入本次使用記錄的動作後，開始依據設定的使用時間啟動器材 Relay，直到使用時間過期，至此完成一次消費過程。

設定卡片流程圖如圖 4 所示，設定卡片功能包含 (1) 格式化卡片；(2) 設定使用者資料；(3) 儲值；(4) 設定 Key A/ Key B；(5) 設定卡片有效期限；(6) 設定紀錄儲存方式 (7) 可配對使用的扣款機系統代碼與 (8) 資料讀取顯示等八項功能。針對未設定過資料的卡片需要先格式化卡片，格式化的同時也將 Key A 與 Key B 寫入卡片中，接著可以進行使用者資料設定、儲值、設定紀錄儲存方式與設定卡片到期日等功能。針對已經設定過的卡片，系統會先判斷卡片的 Key A/ Key B 是否正確？亦即與本系統格式化時的設定是否相同？如果不正確則無法進行進一步設定，只能允許進行卡號 UID 的讀取；如果正確，則可以讀取卡片內部的設定值與交易紀錄，進行新設定值的修改變更。

管理者使用設定卡片功能發卡給授權的使用者，設定使用者可以使用的器材、使用時間、卡片的有效期限與其他使用設定等資料。如果不需要付費就可以使用器材，管理者可以將扣款機的扣款金額設定為 0，其他功能則不變。

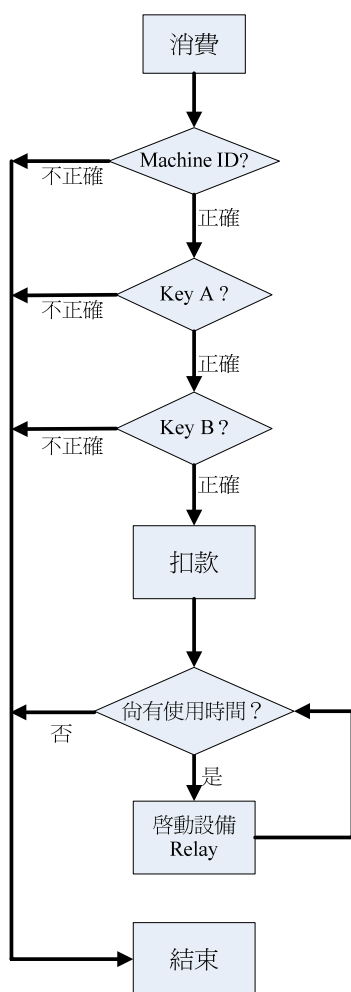


圖 3 消費流程圖

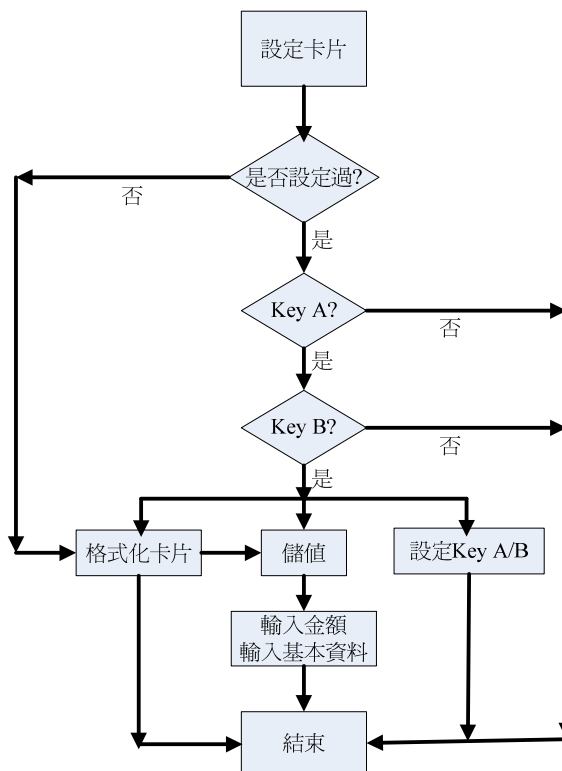


圖 4 設定卡片流程圖

三、研究設備

(一) 硬體

1. RFID 儲值機 (PCR310, GIGA-TMS Inc., Taiwan)：用於設定卡片資料時使用，如圖 5 所示。



圖 5 RFID 儲值機

2. RFID 扣款機 (AC906, GIGA-TMS Inc., Taiwan)：同時兼具有讀卡、扣款、儲存紀錄與啟動設備 Relay 等功能，控管授權的卡片才可以啟動遊樂器材，如圖 6 所示。



圖 6 RFID 扣款機

3. RFID 塑膠卡片 (Mifare 1, ASIA TAG, Taiwan)：頻率為 13.56 MHz，共有 1 K Bytes 記憶體，用於人員辨識、儲值/扣款與儲存使用記錄等功能，實體圖如圖 7 所示。

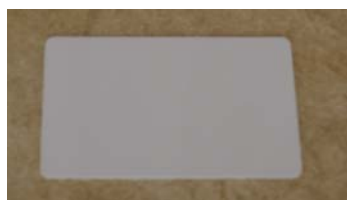


圖 7 Mifare 1 RFID 塑膠卡片實體圖

(二) 軟體

1. Visual Basic 6.0 (Microsoft Corp., U.S.A.)：開發卡片設定管理與扣款機設定系統。
2. Access 資料庫 (Microsoft Corp., U.S.A.)：儲存備份使用者資料與交易紀錄。

四、結果與討論

本研究開發一套電動遊樂器材管理系統，透過 RFID 卡片具有唯一辨識卡號 UID 同時可以儲存資料的特性來完成；UID 可以作為使用者的辨識碼，將使用設定預先儲存在卡片內，再透過扣款機讀取判斷以完成一次消費。此些資料的讀取與寫入都需要先通過兩組金鑰 Key A 與 Key B 的檢查，藉以提高使用與管理上的安全性。

系統分為 (1) 消費與 (2) 設定卡片等兩大功能，消費功能可以設定扣款機的設備編號、系統代碼、扣款金額、D01 Relay 開啟時間與金鑰等參數，如圖 8 所示，連接上扣款機後可以由機器下載目前設定值，待設定完成後可以將新值回存到機器上，如圖 8 目前設定設備編號為 001，系統代碼為 00000000，扣款金額為 50 元，Relay 開啟時間為 5 秒。如圖 9 所示可以設定金鑰與時間，同時可以顯示扣款機內的使用紀錄，管理者可以選擇下載儲存或是刪除記錄。卡片內設定有一組金鑰與系統代碼，當使用者使用卡片在扣款機上感應時，扣款機會比對本身的金鑰與卡片內的金鑰是否相同？如果不同則無法使用，再比對系統代碼使否相符？如果正確才開始進行消費過程。



項目	設定值
設備編號	001
系統編碼 (HEX)	00000000
功能碼	004
餘額不足時是否交易?	禁止
扣款方式	次數
DI1, Sensor	常開
DI2, Switch	常開
DI3, Tamper Sensor	禁止
扣款金額 (元)	50
延遲時間 (sec)	0
D01, Period Time (sec)	5
D02, Defense Alarm	禁止
D02, Alarm Period (sec)	0

Buttons: 掃描設備, 下載設定值, 回存設定值, 設定驗證碼與時間, 設定密碼

圖 8 消費扣款機資料設定畫面

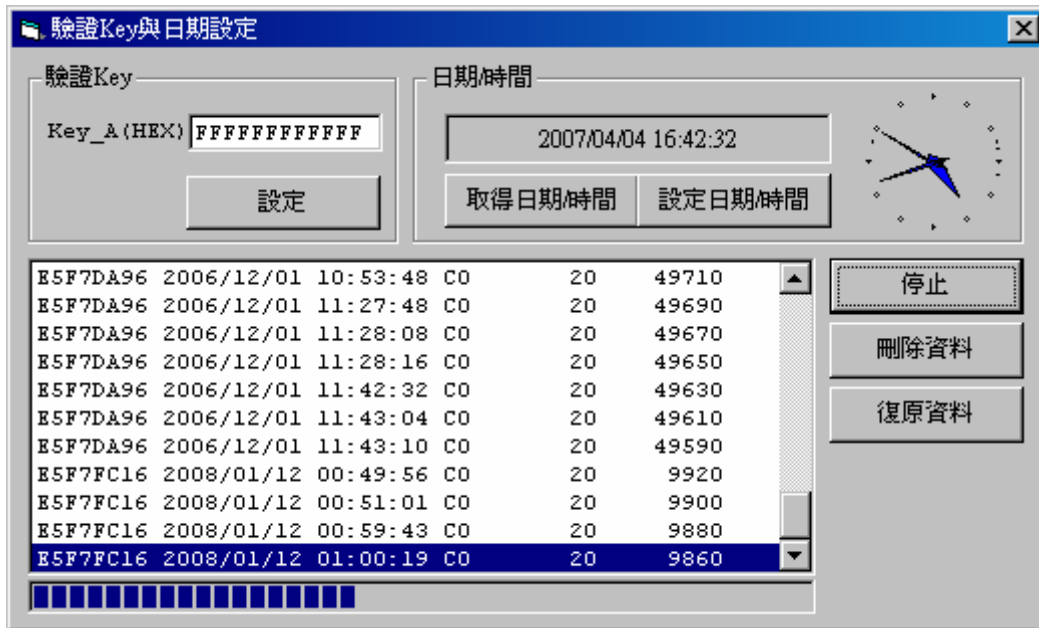


圖 9 金鑰與時間設定及交易紀錄顯示畫面

設定卡片功能包含 (1) 格式化卡片；(2) 設定使用者資料；(3) 儲值；(4) 設定 Key A/ Key B；(5) 設定卡片有效期限；(6) 設定紀錄儲存方式 (7) 可配對使用的扣款機系統代碼與 (8) 資料讀取顯示等八項功能。系統起始畫面如圖 10 所示。



圖 10 設定卡片功能主畫面

針對未設定過資料的卡片需要先格式化卡片，格式化的同時也將 Key A 與 Key B 寫入卡片中，如圖 11 所示，同時可以設定允許的扣款機系統代碼，格式化完成後如圖 12 所示，可以讀取到卡片卡號 E69EE536，但尚未有任何歷史交易紀錄。

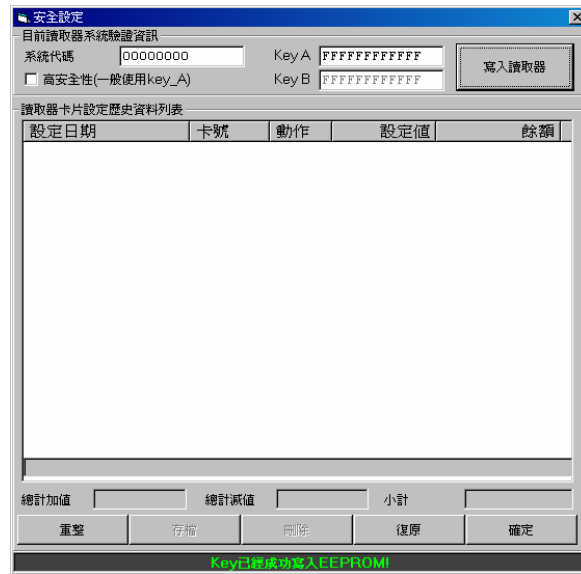


圖 11 卡片格式化金鑰設定畫面



圖 12 格式化完成後畫面

接著可以進行使用者資料設定、儲值、設定紀錄儲存方式與設定卡片到期日的使用期限等功能，如圖 13 所示。針對已經設定過的卡片，系統會先判斷卡片的 Key A/ Key B 是否正確？亦即與本系統格式化時的設定是否相同？如果不正確則無法進行進一步設定，只能允許進行卡號 UID 的讀取；如果正確，則可以讀取卡片內部的設定值與交易紀錄，如圖 14 所示，使用者饒瑞佶共有一筆儲值的交易紀錄，目前餘額為 1100 元，同時可以透過圖 13 的設定介面再進行新設定值的修改變更，當使用者餘額不足時亦可以透過圖 13 的介面進行儲值的動作。

圖 13 卡片資料設定畫面

卡號	使用者名稱	餘額	狀態
E69EE536	饒瑞佶	1100	已設定資料

日期	讀卡機編號	功能代號	加值	減值/扣款	餘額
2007/04/04 16:25:03	00	00	1,100		1,100

圖 14 已設定資料的卡片紀錄與設定值顯示畫面

使用者可以使用設定完成後的卡片透過扣款機進行消費，以圖 8 與圖 9 的設定參數為例，金鑰為 FFFFFFFFFF，設備編號為 001，系統代碼為 00000000，每次消費扣款 50 元，每次器材使用時間為 5 秒鐘；搭配圖 11 與圖 13 的卡片設定，金鑰同樣為 FFFFFFFFFF，系統代碼為 00000000，使用者為饒瑞佶，卡片記憶體額滿時採取覆蓋紀錄方式繼續消費。如此扣款機與卡片內的金鑰與系統代碼都相符，所以可以順利進行消費，消費後的紀錄畫面如圖 15 所示，較圖 14 多一筆

交易紀錄，消費金額為 50 元，由 001 號讀卡機所執行，目前餘額為 1050 元。反之，如果金鑰錯誤則會顯示「認證錯誤」的訊息，除了卡號 UID 外，將無法讀出與設定任何資料到卡片中。

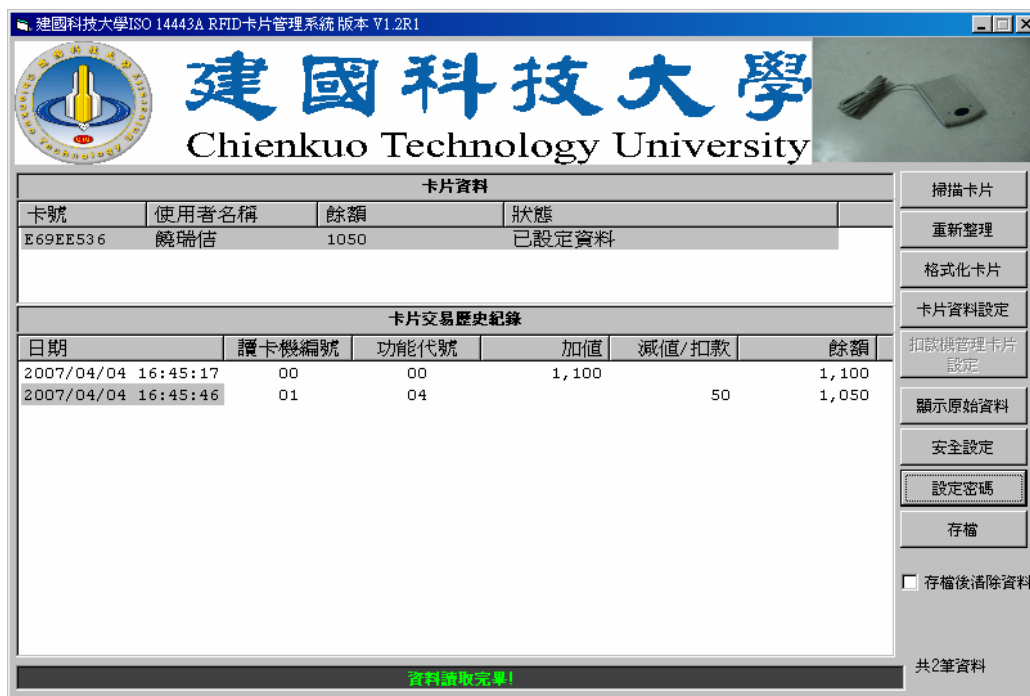


圖 15 消費後紀錄顯示畫面



圖 16 金鑰認證錯誤畫面

管理者可以選擇將交易紀錄從卡片上讀出儲存到資料庫或是匯出成為 EXCEL 記錄檔，進行後續的追蹤與分析功能，如圖 17 所示。



圖 17 卡片資料匯出成 EXCEL 資料檔畫面

本系統可以應用在現有的遊樂場、電動玩具店或是網咖店中進行電動遊樂器材的使用管理，取代現有的現金收費或是投幣式的管理方式，減少現金交易使用量，讓使用者不用攜帶大量金錢就可以進行消費；同時減少人為管理負擔，讓使用記錄可以追蹤管理，透過消費的安全機制控管，達到安全性消費，方便使用，進而提高管理效率的目的。

本系統除可以用作為電動遊樂器材使用管理外，亦適用於任何需要透過辨識後方能開啟功能，同時具備使用記錄的場合，例如健身房或健康中心等「休閒服務業」上。既然是服務業當然強調讓消費者能夠消費的安全、輕鬆的消費、滿意的消費與再次光臨消費，透過 RFID 技術同時能夠進行個別化的消費管理；由使用者開始消費起便進行管理，包括進出場門禁管理、遊樂器材使用管理、餐廳的消費等用途上；以遊樂器材使用為例，是需要付費使用的，而針對門禁管理而言則不需要付費，使用上只要將扣款金額設定為 0 元就可以使用在門禁管理上，先辨識後動作。

本研究是個開始，以電動遊樂器材為對象建立起辨識後提供服務的機制，以目前台灣許多遊樂園來說，有主題遊樂園、生態樂園與觀光樂園等，可以讓消費者達到不使用現金一卡消費的目的，未來更可以擴展提供如生態內容導覽介紹、參觀路線規劃建議與即時資訊提供等服務。不在只是單向的提供服務，進一步可以針對消費者提供客制化的服務內容，變成資訊無所不在的互動式服務，而這些服務的基礎都是需要透過 RFID 自動辨識方能完成。

五、結論

本研究使用 RFID 技術開發電動遊樂器材使用管理系統，利用 RFID 標籤可以被唯一辨識的特性，達成電動遊樂器材使用控管的目的。透過本系統核發使用者卡片，卡片中設定儲存使用者、存取密碼 Key A 與 Key B、扣款機系統代碼、目前

餘額與交易紀錄等資料，遊樂器材上串接有 RFID 扣款機暨 Relay 控制器，控制器中允許設定系統代碼、扣款金額與使用時間等參數。使用者只要將卡片在扣款機上感應並成功扣款後就可以開始使用設備，使用時間的長短則取決於控制器中使用時間的設定，每次的使用記錄都紀錄於扣款機的記憶體中，管理者可以下載進行進一步管理與分析用途。透過本系統可以達到無人遊樂器材室管理的目的，控管只有授權的會員或消費者才能使用設備，更可以明確得知設備的使用狀況，提升管理效率。

參考文獻

1. Kampers FWH, W Rossing, WJ Eradus (1999). The ISO standard for radiofrequency identification of animals. *Computers and electronics in agriculture*, 26:27-43.
2. Wang N, N Zhang, M Wang (2006). Wireless sensors in agriculture and food industry-Recent development and future perspective. *Computers and electronics in agriculture*, 50: 1-14.
3. 李岳縉 (2005)。應用 RFID 於醫療院所之分析與系統規劃，國立中正大學醫療資訊管理研究所碩士論文。
4. 李文祥 (2005)。以無線射頻識別技術導入物流中心作業流程之研究，天主教輔仁大學資訊管理學系在職專班碩士論文。
5. 江佳益 (2005)。應用射頻識別系統於空軍飛機維修流程分析與改善，立德管理學院科技管理研究所碩士論文。
6. 林傑毓、馬正義 (2005)。RFID 應用於空軍戰備之探討，*國防雜誌*，20(8):6-12。
7. 黃永東 (2004) 無線射頻編碼在農產品供應鍊的追蹤管理系統探討，*機械工業雜誌*，254:224-230。
8. 黃君毅 (2004)。跨醫院緊急醫療救護支援系統，國立台灣科技大學資訊工程學所碩士論文。
9. 曾慶元 (2002)。射頻辨識器系統設計於急診流程之應用，中原大學醫學工程所碩士論文。
10. 謝長志 (2005)。RFID 應用於零售賣場作業流程之研究，國立第一科技大學行銷與流通管理研究所碩士論文。
11. 饒瑞佶 (2006a)。RFID 系統設計與應用。彰化長堤出版社。
12. 饒瑞佶 (2006b)，RFID 業界應用成果與在農業發展之可行性，推動農產品運銷系統電子化研討會－利用 RFID 實現可視化農業經營及競爭優勢，頁 1-38，中興大學，台中。