RFID技術於校園安全建置之經驗分享

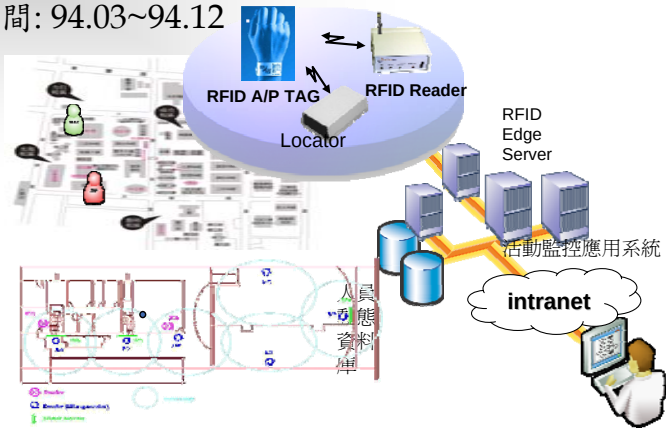
Presented By
黃詰琳
kaio@mail.cjcu.edu.tw
2009.04.08

主講者

- 黃詰琳 助理教授
  - 現任長榮大學資工系助理教授
  - 專長領域
    - 數位影像處理(Digital Image Processing)
    - 視訊影像處理(Video Processing)
    - RFID技術應用(RFID technology)
  - RFID 計劃參與經歷
    - 94.03~94.12 資業會計畫(精神病患追蹤)
    - 94.09~95.04 教育部計畫(學生安全應用先導)
    - 94.08~97.07 國科會計畫(精神病患管理系統)
    - 96.05~ 成大優質生活體驗屋-智慧臥房
    - 98.01~98.12 教育部計畫(校園安全應用)

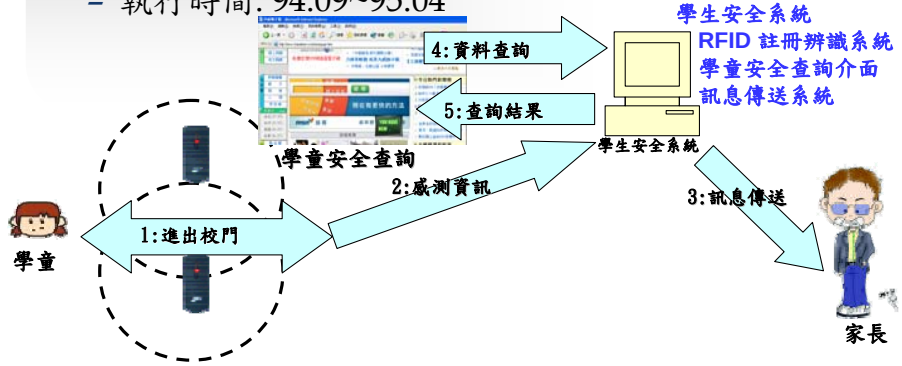
RFID 計劃參與經歷

- 提升RFID精神病患追蹤可靠性之研究
  - 資業會計畫 以成大醫院心理健康中心為實驗對象
  - 執行時間: 94.03~94.12



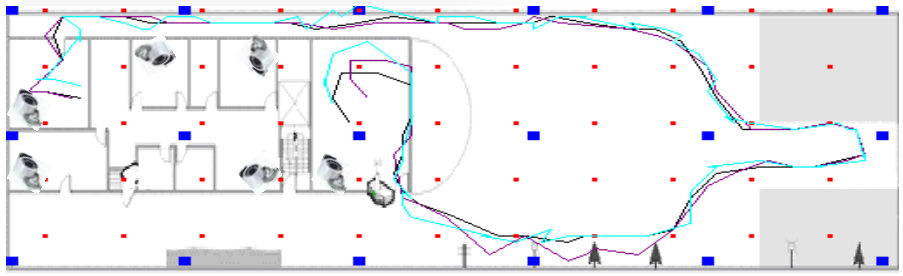
RFID 計劃參與經歷

- 校園安全協助-
  RFID學生安全應用之先導研究專案規劃
  - 教育部計畫 以台南啟聰學校為實驗對象
  - 執行時間: 94.09~95.04



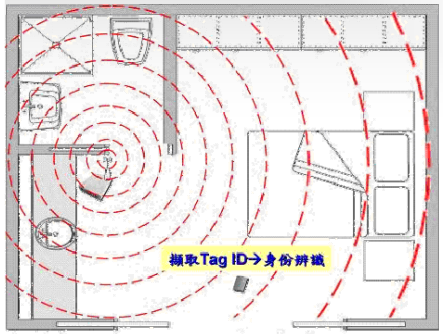
RFID 計劃參與經歷

- 植基於視訊影像分析與RFID 定位之精神病患管理系統
  - 國科會計畫　以成大醫院心理健康中心為實驗對象
  - 執行時間: 94.08~97.07

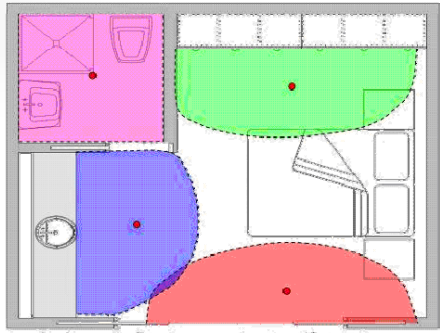


RFID 計劃參與經歷

- 成大優質生活體驗屋-智慧臥房
  - 成大優質生活體驗屋座落於成大自強校區的奇美樓
  - 智慧臥房使用RFID與紅外線辨識人員進出



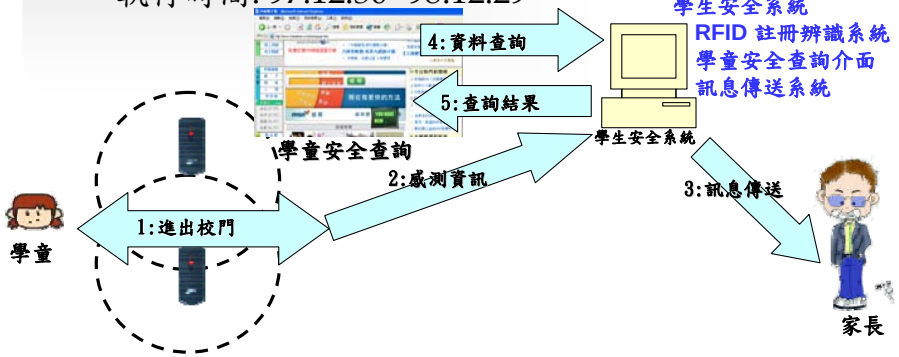
無線射頻識別 -> 辨識人員身份



紅外線溫度感測 -> 識別人員位置

RFID 計劃參與經歷

- 教育部97年度校園安全應用RFID協助學生安全建置計畫(B標)
  - 教育部計畫　以台南啟聰學校為實驗對象
  - 執行時間: 97.12.30~98.12.29



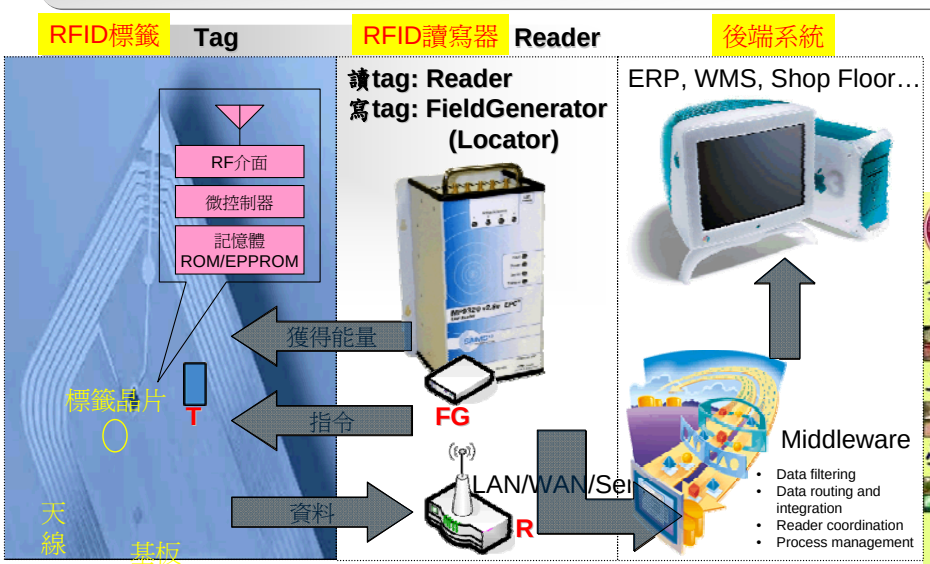
報告內容

- RFID概述
- RFID相關計劃經驗
  - RFID校園安全應用情境
  - 台南啟聰學校實地情境規劃
  - 與RFID硬體廠商意見交流

RFID概述

RFID系統基本組成
RFID常用頻率與特性
RFID運作原理

RFID系統基本組成



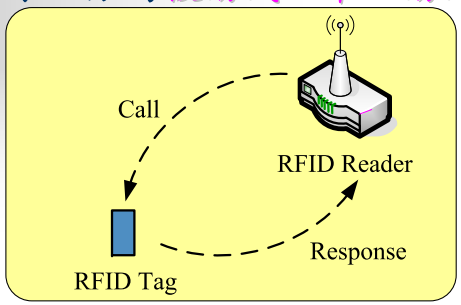
RFID常用頻率與特性

	低頻(LF) 30~300 KHz	高頻(HF) 3~30 MHz	超高頻(UHF) 300MHz~1 GHz	微波 1GHz~
常用頻率	135KHz	13.56MHz	433, 868, 915, 927MHz	2.45 GHz
開放頻段與法規	共通規格 農牧應用	共通規格 悠遊卡	歐洲：868MHz；0.5W 美國：915MHz；4W 日本：950~956MHz(預) 台灣：922~928MHz	均以2.45GHz為主 歐洲： 室外/室內 0.5W/4W 美國：4W 日本：1W
最大讀取範圍(被動式標籤)	< 0.5m	< 1m	3m~100m	1m~100m
一般特性	資料傳輸慢，不適合大量資料傳輸	最適合應用在短距離讀取多個標籤	資料傳輸快 在讀取距離及效能上提供了良好的平衡	擁有最快的讀取速率訊號具有最佳的指向性，適合特殊應用

RFID運作原理

RFID依運作原理分為被動式、半主動式、主動式

- 被動式



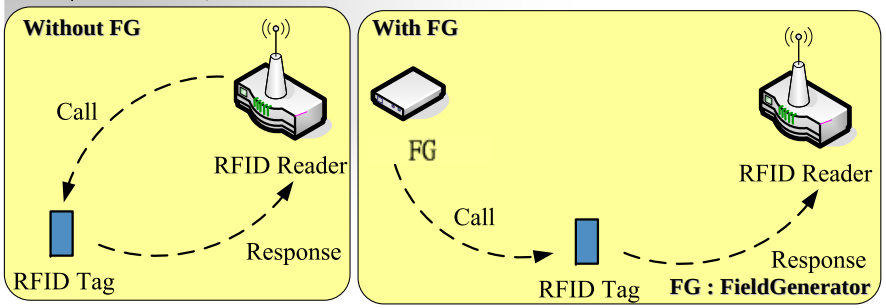
Tag利用Reader 呼叫(Call)訊號的殘餘功率回報(Response) Tag ID給Reader

因此傳輸距離短,並容易受金屬、水的影響

應用：Wal-Mart百貨物品管理、台北捷運悠遊卡等應用

RFID運作原理

- 半主動式



動作原理與被動式類似，但Tag內建電池，因此回報(Response)距離長，受金屬、水的影響較低。

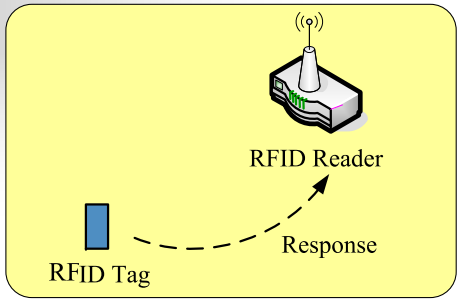
應用:成醫健康中心使用RFID技術來追踪精神病患的活動區間

Reader:負責讀取Tag訊號

Locator:負責發送訊號給Tag,又稱Field Generator

RFID運作原理

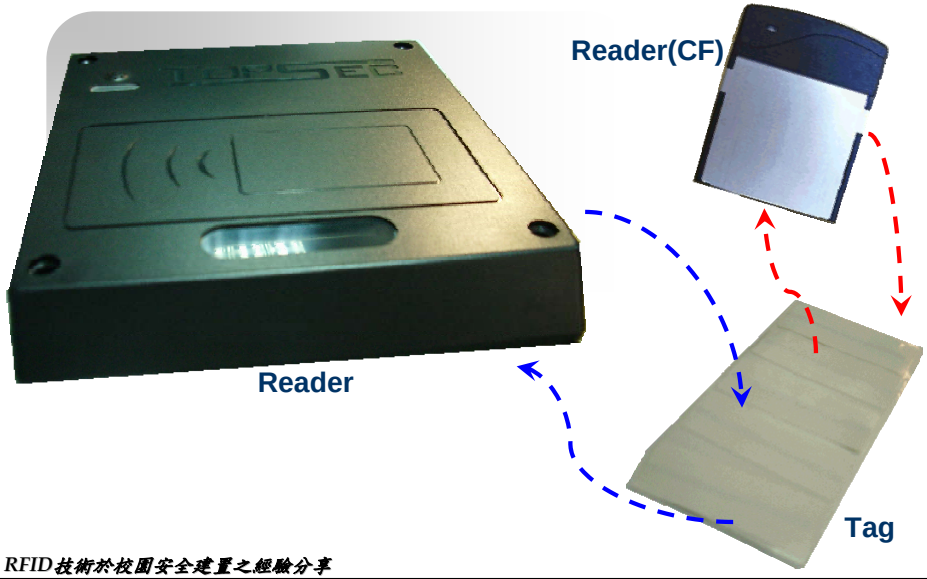
- 主動式



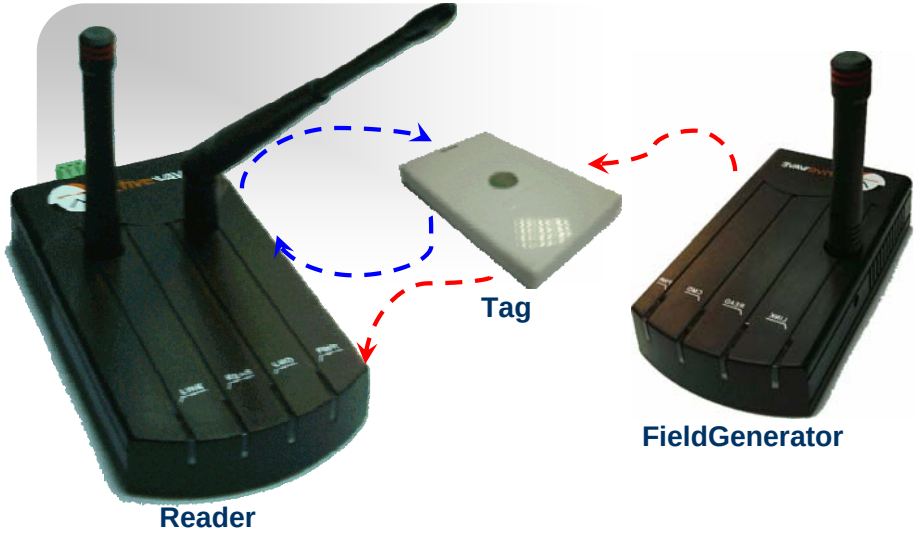
Tag內建電池，由Tag主動發送回報(Response)訊號

應用:成大優質生活體驗屋的智慧臥房使用RFID來辨識臥房主人的身份。

被動式RFID (日晶)



半主動式RFID(帝商)



主動式 RFID(英保)

Tag

Reader

RFID相關計劃經驗

教育部-校園安全協助
RFID學生安全應用之先導研究

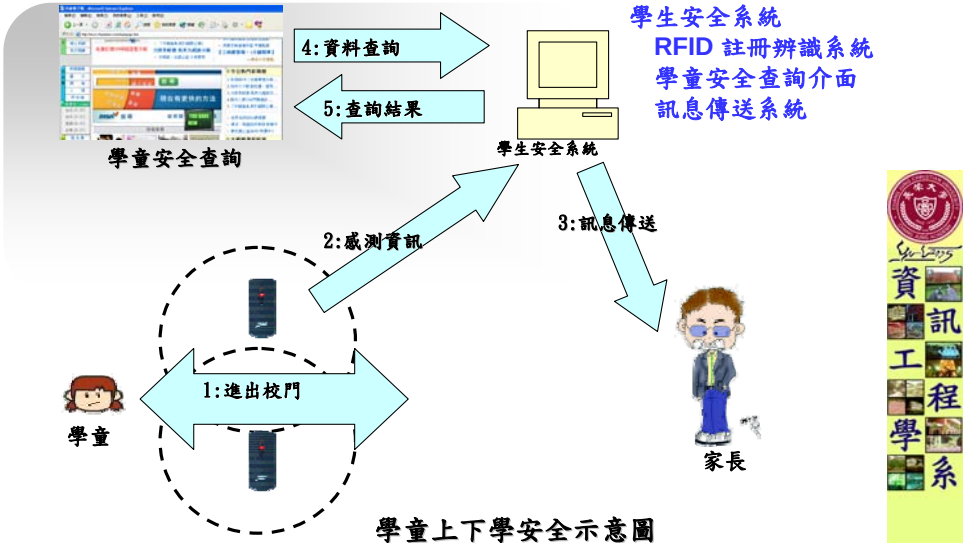
RFID校園安全應用情境

情境介紹
問卷調查結果(對象:台南市國小老師)

RFID校園安全應用情境

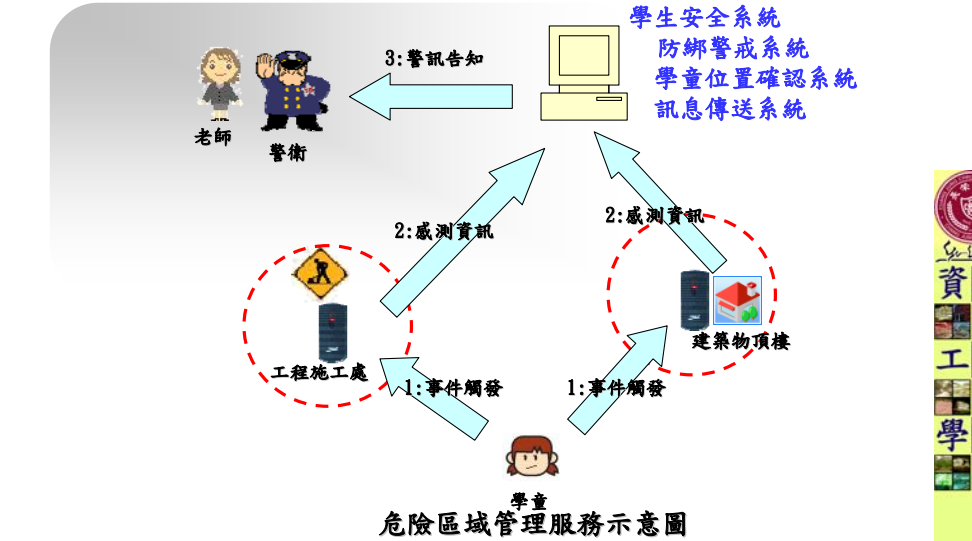
- RFID定位資訊應用
  - 學童上下學安全(主動式)
  - 危險區域管理服務(主動式)
  - 防堵歹徒詐騙手法(主動式)
- RFID狀態資訊應用
  - 學童體溫異常檢查(主動式)
  - 校園資產保護功能(被動式)

學童上下學安全



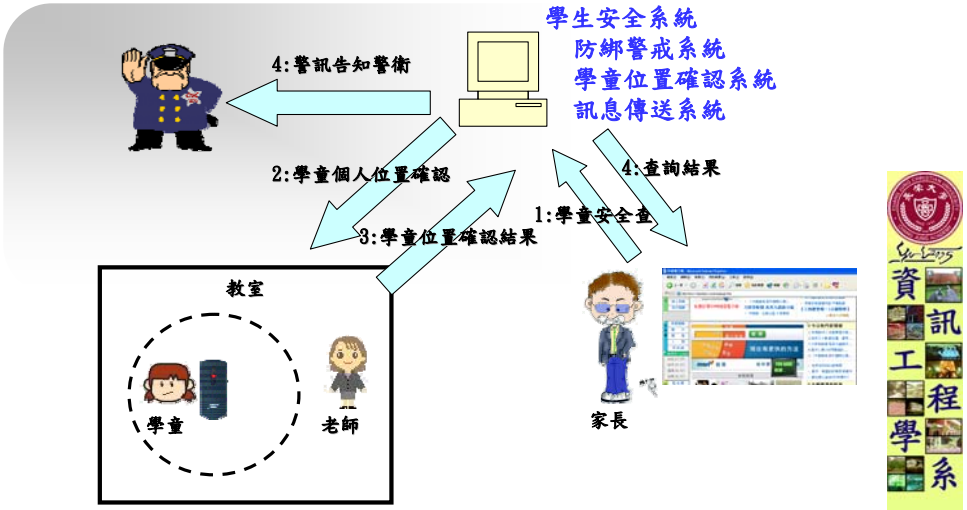
學童上下學安全示意圖

危險區域管理服務



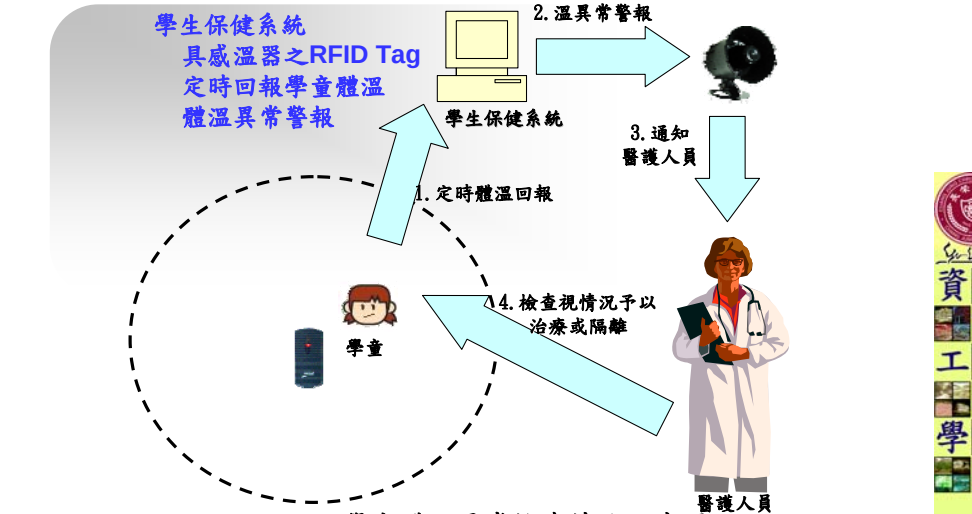
危險區域管理服務示意圖

防堵歹徒詐騙手法



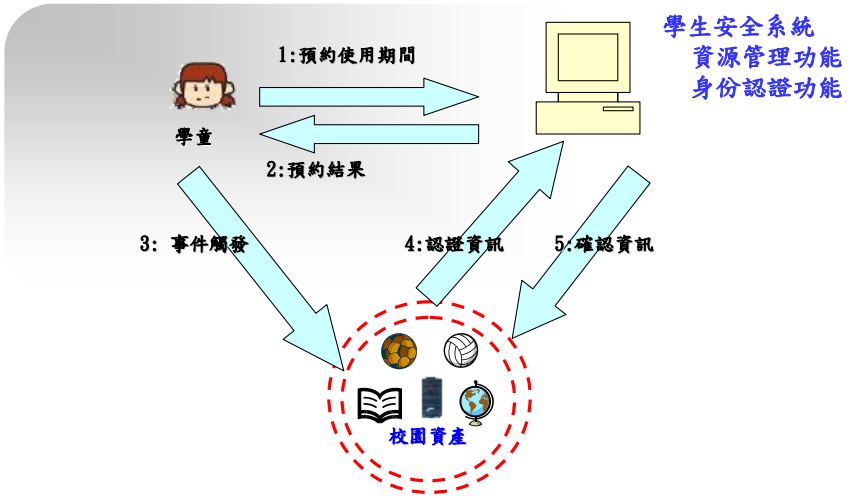
學童上下學安全示意圖

學童體溫異常檢查



學童體溫異常檢查情境示意圖

校園資產保護功能



校園資產保護功能示意圖

問卷調查取樣分佈

學校	區域	抽樣數	學校	區域	抽樣數	學校	區域	抽樣數	學校	區域	抽樣數
啟聰學校	中西區	7	開元國小	北區	10	省躬國小	南區	6	安慶國小	安南區	10
協進國小	中西區	9	大光國小	北區	6	喜樹國小	南區	5	土城國小	安南區	X
新南國小	中西區	10	勝利國小	東區	12	龍崗國小	南區	3	青草國小	安南區	9
成功國小	中西區	3	博愛國小	東區	7	日新國小	南區	10	鎮海國小	安南區	X
永福國小	中西區	10	大同國小	東區	9	永華國小	南區	10	顧宮國小	安南區	X
忠義國小	中西區	10	東光國小	東區	15	石門國小	安平區	6	長安國小	安南區	10
進學國小	中西區	8	德高國小	東區	X	西門國小	安平區	6	南興國小	安南區	X
實仁國小	北區	1	崇學國小	東區	9	安平國小	安平區	10	安佃國小	安南區	X
立人國小	北區	8	復興國小	東區	X	億載國小	安平區	7	海佃國小	安南區	9
大港國小	北區	10	崇明國小	東區	7	安順國小	安南區	X	學東國小	安南區	10
文元國小	北區	9	忠開國小	南區	7	和順國小	安南區	X			
公園國小	北區	X	新興國小	南區	0	海東國小	安南區	X			

問卷調查結果

	情境項目	情境需求*						人數	平均需求
		0	1	2	3	4	5		
整體結果	體溫異常	4	20	34	54	94	72	278	3.55
	上下學安全	1	6	11	36	77	147	278	4.24
	防詐騙	1	6	19	41	92	119	278	4.06
	危險區域	0	8	10	35	88	137	278	4.21
	校園資產	7	23	25	56	87	80	278	3.56

* 情境需求單位為1~5，5表需求性最高。0表示無需求

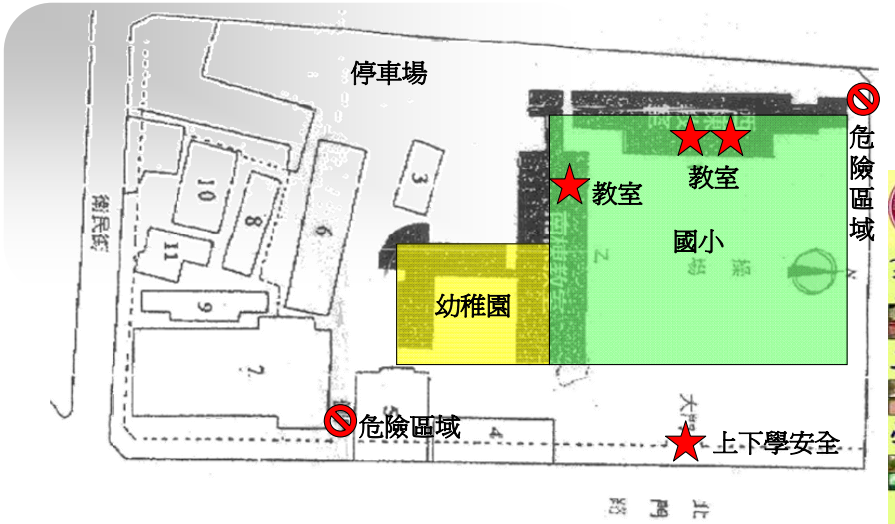
台南啟聰學校實地情境規劃

各情境實地環境
各情境測試規劃

實地實驗情境

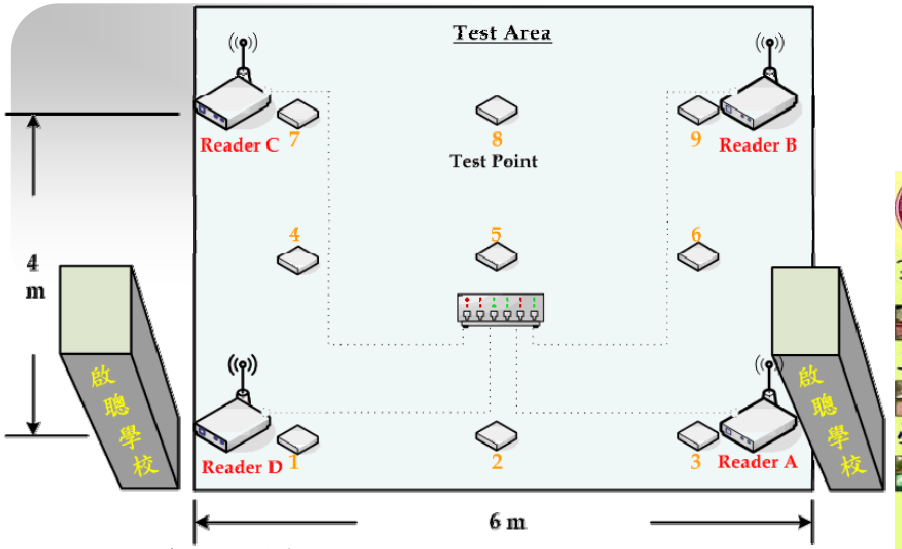
- 依問卷調查結果，計劃選用下列情境
  - ★上下學安全情境
    - 校門口(主動式RFID)
    - 教室(主動式RFID)
  - ⊘危險區域情境
    - 側門(主動式RFID)
    - 環保站(主動式RFID)
  - – 資產管理情境
    - 被動式RFID

台南啟聰學校配置圖



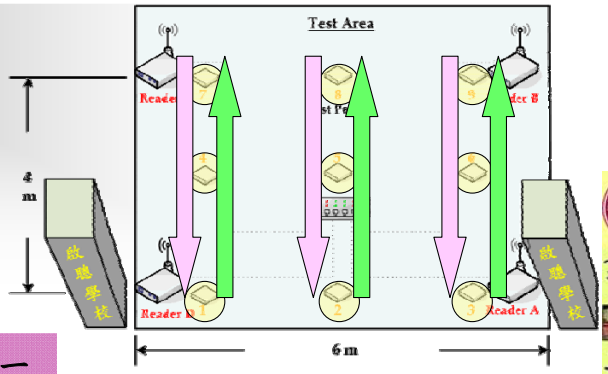
上下學安全(大門)

上下學安全(大門)



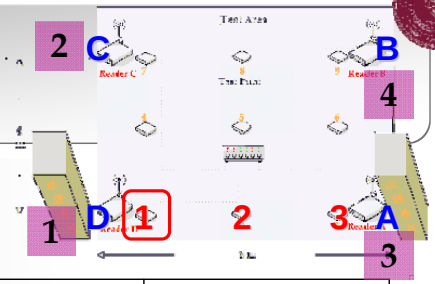
上下學安全(大門)

- 測試方式
  - 定點測試
    - 定點1~9
  - 行走測試
    - 六條路徑
  - Tag讀取率測試



Tag設定每2sec回報一次訊號,定點測試1分鐘理想回報次數為30±1次

校門口

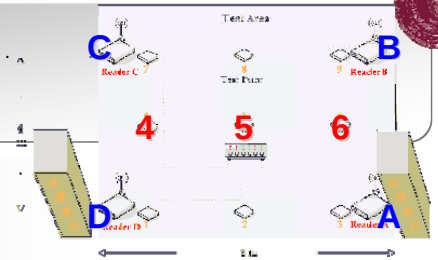


- 主動式
  - 定點測試

測試定點	1				2				3			
Reader ID	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Minimum RSSI value	93	94	92	91	89	95	98	96	91	96	94	91
Maximum RSSI value	109	109	124	106	124	121	120	107	123	108	104	100
Average RSSI value	100	102	108	100	109	110	112	101	101	100	98	96
實際讀取次數	19	11	15	18	22	19	20	9	18	6	9	16
理論讀取次數	30				30				30			
Loss rate	36.67 %	63.33 %	50.00 %	40.00 %	26.67 %	36.67 %	33.33 %	70.00 %	40.00 %	80.00 %	70.00 %	46.67 %

RSSI:Received Signal Strength Indication

校門口

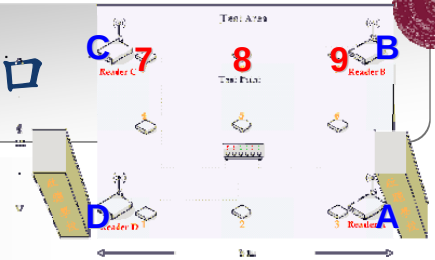


- 主動式
  - 定點測試

測試定點	4				5				6			
Reader ID	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Minimum RSSI value	85	91	95	92	86	97	95	95	91	92	93	91
Maximum RSSI value	108	115	116	121	111	115	113	119	116	122	102	114
Average RSSI value	98	101	106	107	98	105	102	105	107	104	98	98
實際讀取次數	28	23	22	26	4	20	16	21	16	18	10	13
理論讀取次數	30				30				30			
Loss rate	6.67 %	23.33 %	26.67 %	13.33 %	86.67 %	33.33 %	46.67 %	30.00 %	46.67 %	40.00 %	66.67 %	56.67 %

RSSI無法當作距離的參考
平均Loss rate為42.3%

校門口

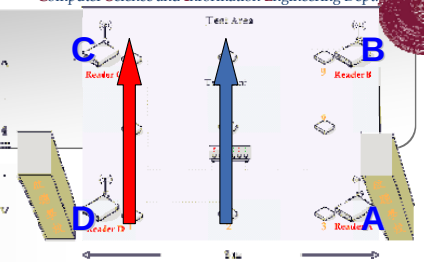


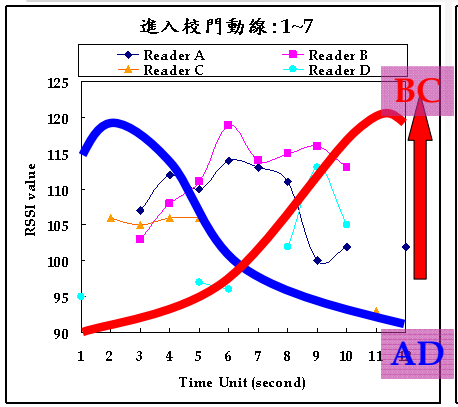
- 主動式
  - 定點測試

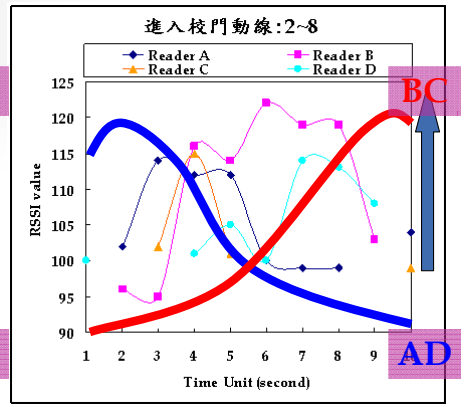
測試定點	7				8				9			
Reader ID	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Minimum RSSI value	91	95	98	112	92	x	94	102	90	95	95	93
Maximum RSSI value	110	110	115	138	104	x	103	128	111	134	110	122
Average RSSI value	100	109	109	127	101	x	97	113	101	110	101	104
實際讀取次數	19	7	25	27	19	0	15	28	21	25	15	23
理論讀取次數	30				30				30			
Loss rate	36.67 %	76.67 %	16.67 %	10.00 %	36.67 %	100.00 %	50.00 %	6.67 %	30.00 %	16.67 %	50.00 %	23.33 %

校門口

- 主動式
  - 行走測試

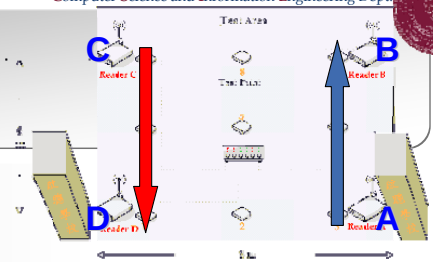


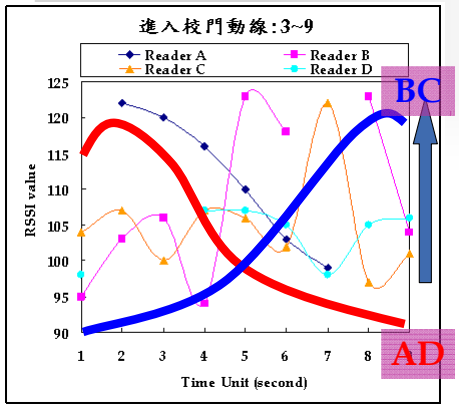


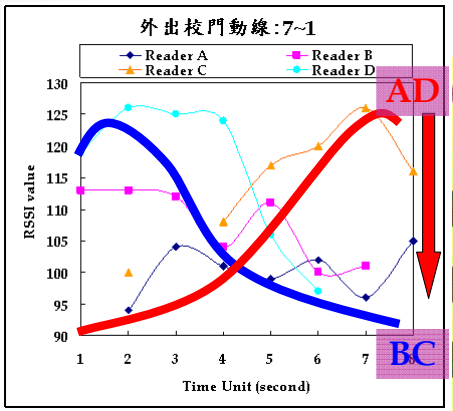


校門口

- 主動式
  - 行走測試



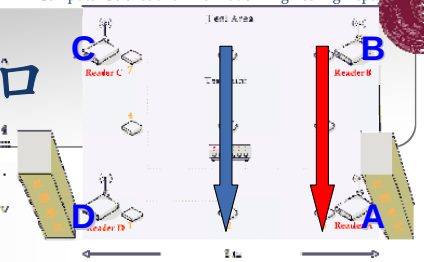


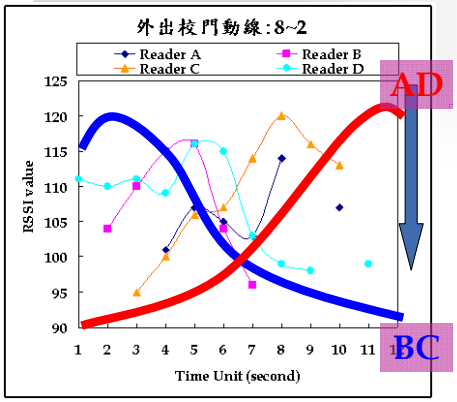


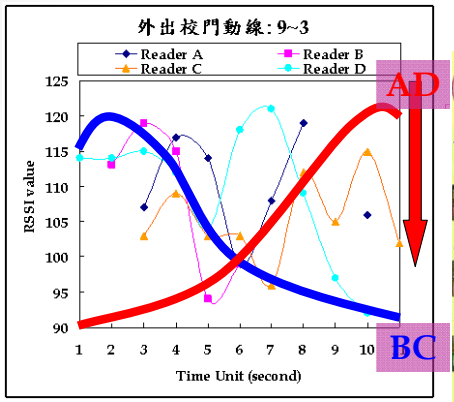
僅測試單人情境,因結果不如預期而未測試多人情境

校門口

- 主動式
  - 行走測試

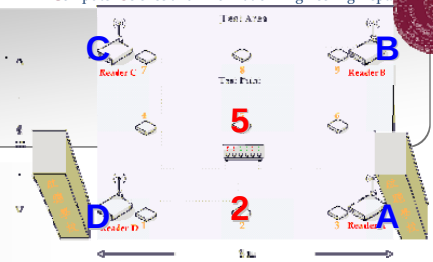






校門口

- 主動式
  - 讀取率測試數據
    - 19個tag置放於定點2及5，並測試ABCD四個Reader讀取19個tag所花費的時間。

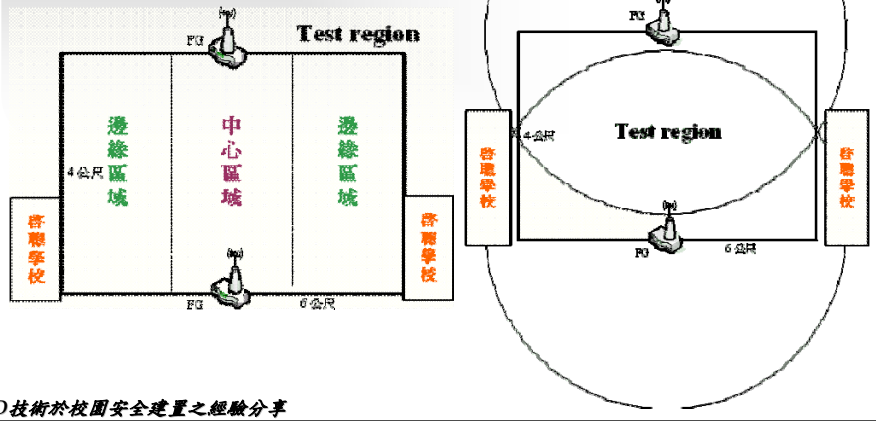


測試定點	2				5			
Reader ID	A	B	C	D	A	B	C	D
19個TAG全部讀取完畢時間	7	3	13	10	13	28	8	11

單位：秒

校門口

- 半主動式
  - 硬體配置



校門口

- 半主動式
  - 讀取率測試
    - 6個TAG 的讀取時間
      - 使用一個FG，並將6個tag置放距FG 0、1、4公尺，並測試Reader讀取6個tag所花費的時間。

距離	時間 (秒)									
零公尺	5	5	4	**18**	5	6	**12**	2	6	3
一公尺	9	4	7	**12**	9	5	6	10	**14**	3
四公尺	**18**	**14**	**13**	**28**	6	**15**	9	8	**24**	**Up**

校門口

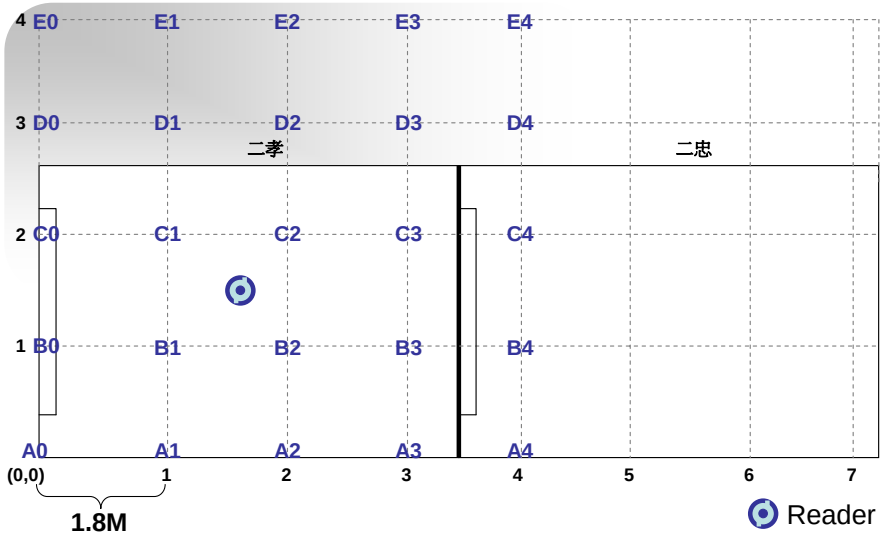
- 半主動式
  - 行走測試

•Tag與FG高度相近時較穩定
•RSSI易受溫度、溼度、地形地物影響
•不適合短距離動向偵測，但適合判斷是否存在FG範圍內
•前-後配置Reader或FG在某些學校門口地形上並不允許

動線			成功次數	失敗次數	特別情況	成功判讀率
單人	中心	進門	14	6		70%
		出門	13	7		65%
	邊緣	進門	14	5	1	70%
		出門	17	3		85%
多人	中心	進門	12	6	2	60%
		出門	8	8	4	40%
	邊緣	進門	18	2		90%
		出門	14	3	3	70%
Total			110	40	10	**69%**

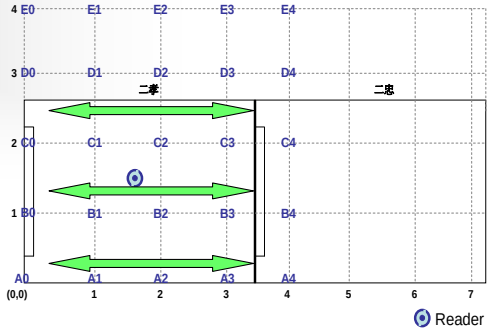
上下學安全(教室)

上下學安全(教室)

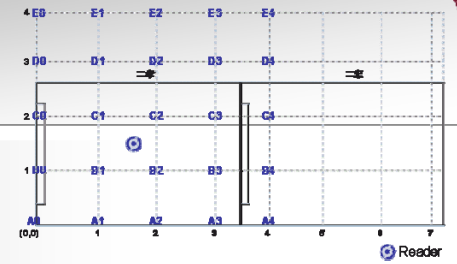


上下學安全(教室)

- 測試方式
  - 定點單人測試
  - 定點多人測試
  - 動線單人行走測試
  - 動線多人行走測試

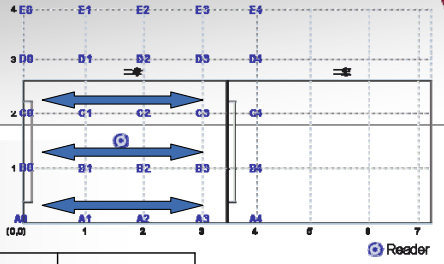


教室



- 主動式
  - 定點單人測試
    - 教室內的Tag：有良好的接收率，接收率為66.67%~80.00%
    - 隔壁教室的Tag：因為牆壁的阻絕效果以至於reader完全接收不到任何的訊號。(黑板為金屬材質)
  - 定點多人測試(5個Tag)
    - 平均接收率為61.33%,而定點單人測試平均接受率為66.87%,多個tag之間的collision會造成接受率些許衰減。

教室



- 主動式
  - 單人移動測試

移動速率	Reader 接收次數	接收率
走路	21	70.00%
快走	23	76.67%
跑步	20	66.67%

  - 多人移動測試(3人)

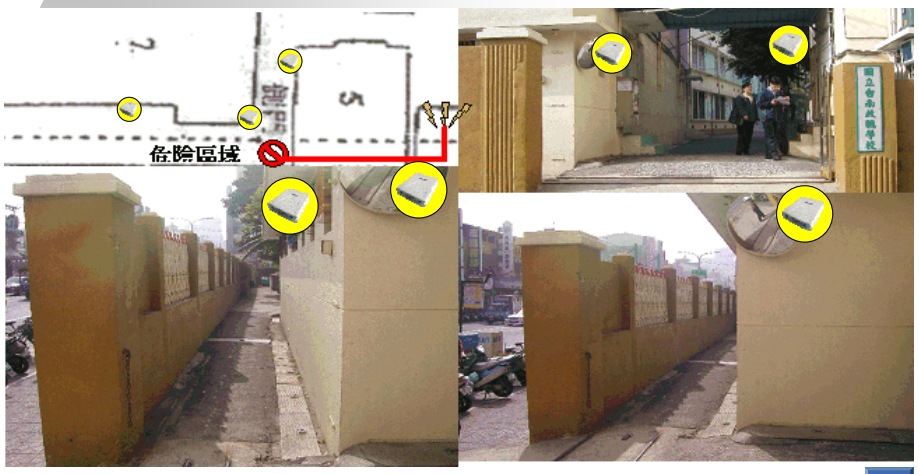
移動速率	Reader 接收次數	接收率
走路	60	66.67%
快走	57	63.33%
跑步	55	61.11%

多人Tag訊號碰撞機會增加降低接收率

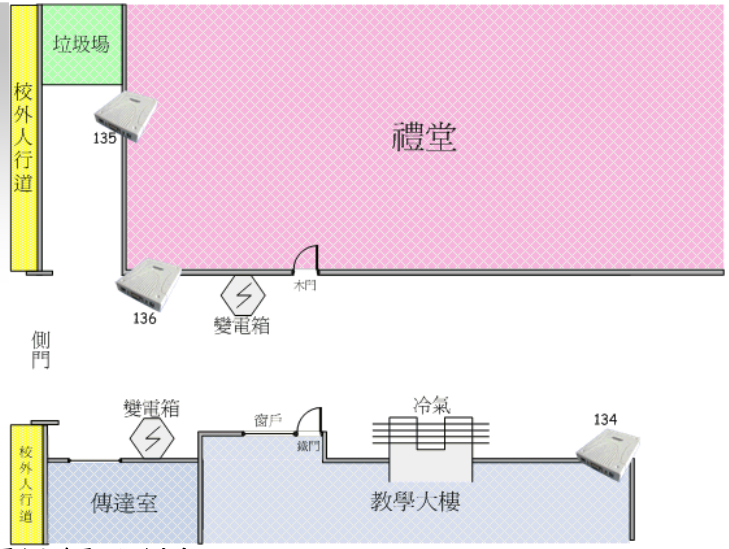
教室

- 半主動式
  - 定點單人測試
    - 教室內的Tag：皆可接收到訊號。
    - 隔壁教室的Tag：因為牆壁的阻絕效果以至於reader完全接收不到任何的訊號。
  - 定點多人測試(5 tag/人)
    - 在教室內各點所需時間最多為11.67s，而在走廊上至少要20.67s，與Field Generator最為接近的定點上，能以較短的時間就能偵測完畢 。

危險區域 (側門)

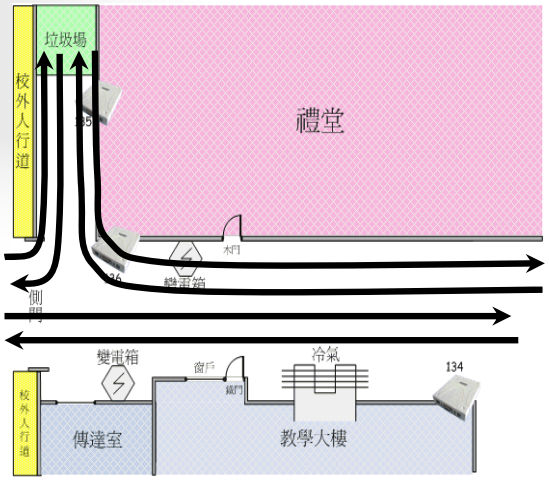


危險區域 (側門)



危險區域 (側門)

- 測試方式
  - 校內到校外
  - 校外到校內
  - 校內到垃圾場
  - 垃圾場到校內
  - 垃圾場到校外
  - 校外到垃圾場



側門

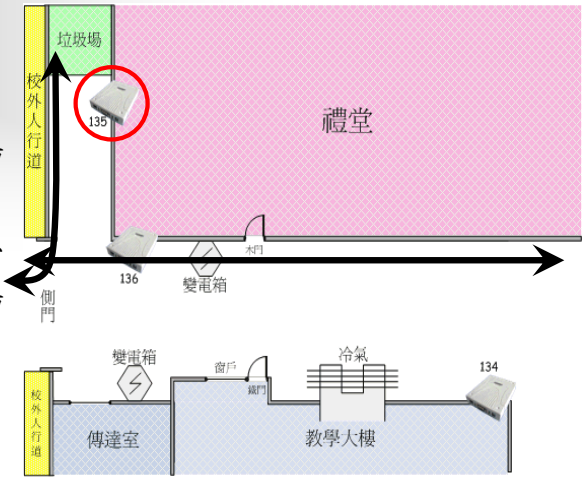
- 主動式

測試環境： 單人、晴天
Tag 配置高度低於 100 cm
Tag 之 Active Time 為 0.1 sec
Reader 135 使用一般天線

速度	時間	校內⇨垃圾場			校內⇨校外			垃圾場⇨校內			垃圾場⇨校外			校外⇨校內			校外⇨垃圾場		
		左	中	右	左	中	右	左	中	右	左	中	右	左	中	右	左	中	右
行走	早	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	0/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	0/10	2/10	10/10	10/10	2/10	10/10	10/10
	中	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	0/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	0/10	2/10	10/10	10/10	2/10	10/10	10/10
跑步	早	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	0/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	0/10	1/10	10/10	10/10	1/10	10/10	10/10
	中	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	0/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	0/10	2/10	10/10	10/10	1/10	10/10	10/10

危險區域 (側門)

- 測試方式
  - 校內到校外
  - 校外到校內
  - 校內到垃圾場
  - 垃圾場到校內
  - 垃圾場到校外
  - 校外到垃圾場



側門

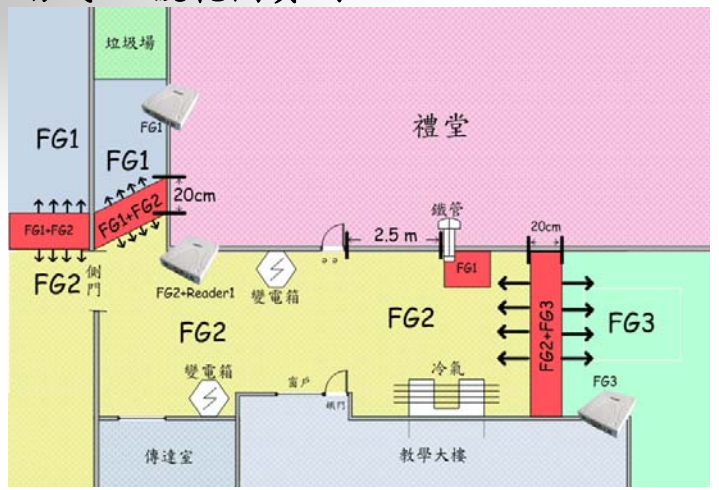
- 主動式

測試環境： 單人、晴天
Tag 配置高度低於 100 cm
Tag 之 Active Time 為 0.1 sec
Reader 135 使用指向性天線架設在地面上

速度	時間	校內⇨垃圾場			校內⇨校外			垃圾場⇨校內			垃圾場⇨校外			校外⇨校內			校外⇨垃圾場		
		左	中	右	左	中	右	左	中	右	左	中	右	左	中	右	左	中	右
行走	早	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10
	中	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10
跑步	早	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10
	中	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10

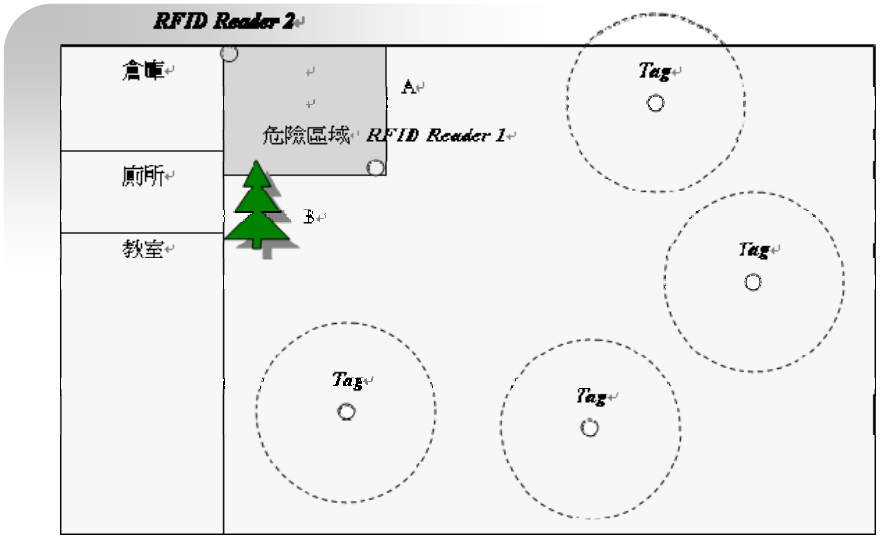
側門

- 半主動式-訊號範圍實測



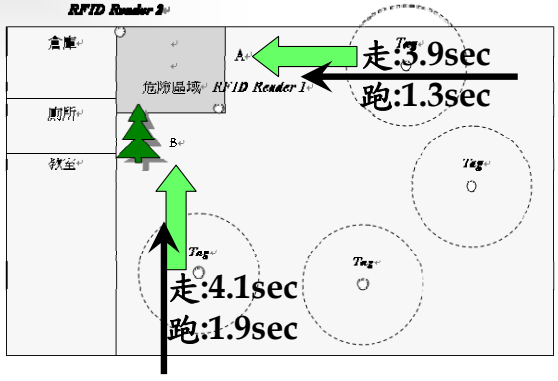
危險區域(環保場)

危險區域 (環保場)



危險區域 (側門)

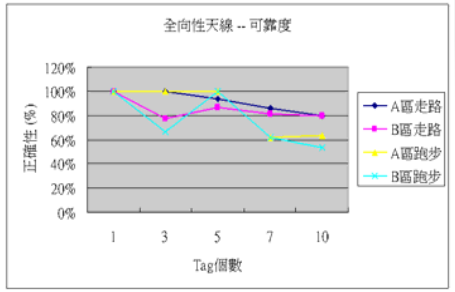
- 測試方式
  - 從A 方向進入危險區域
  - 從B方向進入危險區域
  - 全向性天線
  - 指向性天線



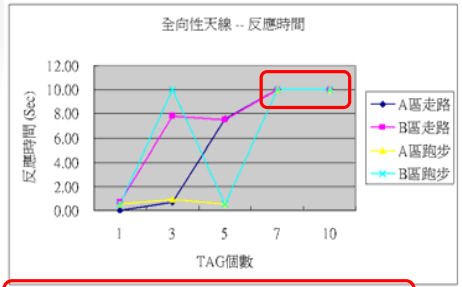
環保區

- 主動式
  - 全向性天線

10秒內偵測tag個數準確性



Tag讀取時間

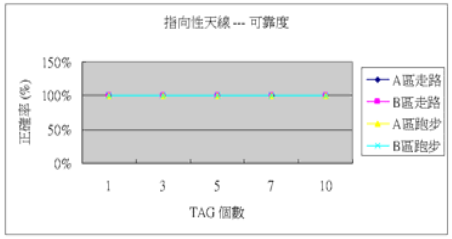


Tag讀取時間超過10秒以10秒計算

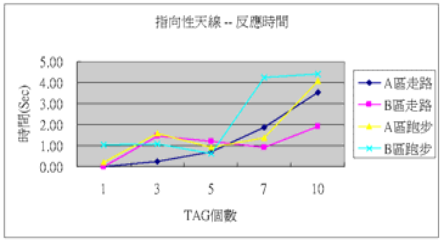
環保區

- 主動式
  - 指向性天線

10秒內偵測tag個數準確性



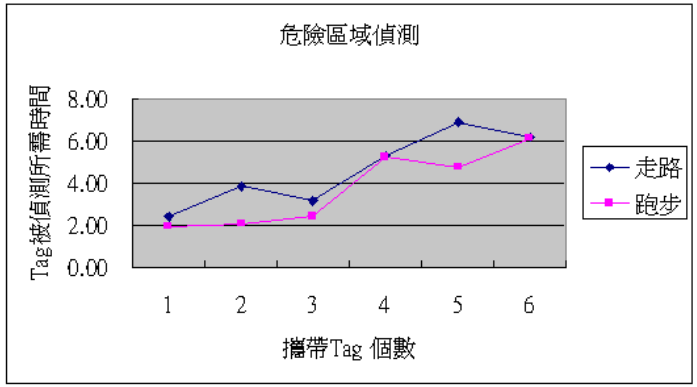
Tag讀取時間



Tag讀取時間超過10秒以10秒計算

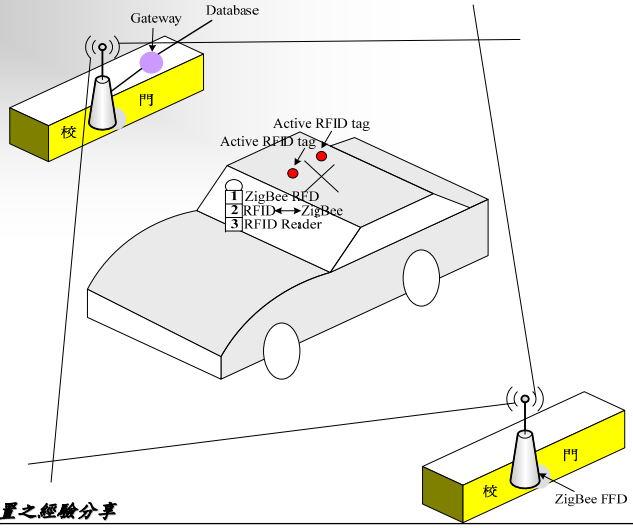
環保區

- 半主動式
  - 系統反應時間



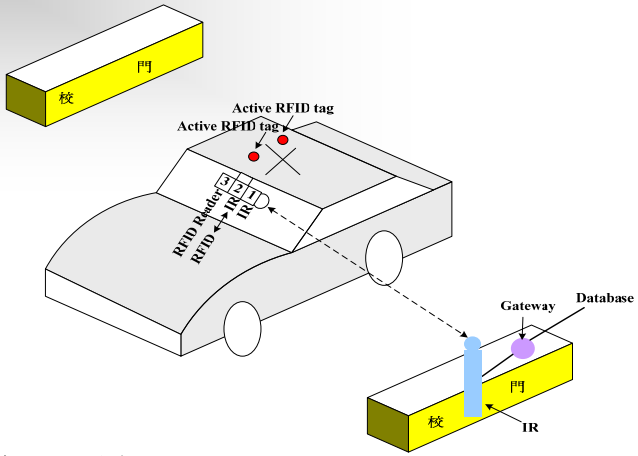
輔助測試方案
(提案,未實地測試)

- 使用ZigBee輔助



輔助測試方案
(提案,未實地測試)

- 使用紅外線輔助

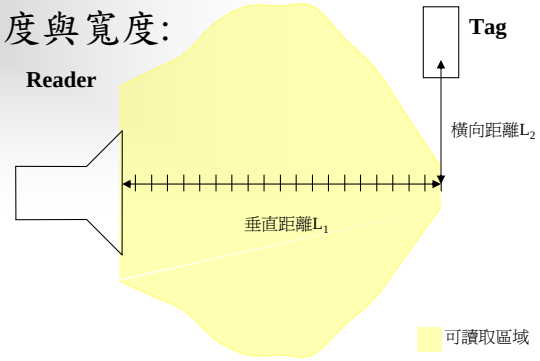


被動式RFID計畫測試規劃

- 校園資產管理
  - 將校園資產(如投影機.錄影帶.)貼上被動式tag
  - reader負責在借出入器材時,讀取被借物的RFID
- 測試方式
  - tag在不同情況下的讀取狀況
    1. 正常無遮蔽干擾
    2. 表面沾灰塵
    3. 表面折曲
    4. 表面沾濕
    5. 貼於金屬上

資產管理情境

- 被動式
  - 可讀取長度與寬度:



L_1(cm)	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0
L_2(cm)	±1	±4	±7	±9	±11	±11	±11	±10	±8	±7	±6

資產管理情境

- 被動式
  - 最大tag讀取數:

Tag貼於曲面可Read 但凹折會損壞

L_1(cm)	10	8	5	3	2
N(個)	14(±1)	14(±1)	14(±1)	14(±1)	13(±1)

與RFID硬體廠商意見交流

建置經驗分享
廠商對計劃的建議
實測遭遇的問題討論
廠商對情境的建置建議

建置經驗分享

- Reader易受高溫而產生"熱當"的現象，建議為戶外的Reader加裝散熱保護箱(冷卻外箱，用以對Reader及DC變壓器散熱)，以維持系統的穩定性。
- Field Generator在一般溫度下，比較不受高溫而影響系統的穩定性。
- RTLS(Real Time Location System)的技術大多採用RSSI的平均值來取得較可靠的RSSI值，以利準確定位。
  使用實際地圖來輔助(目前GPS定位常用的矯正方法)目前誤差皆在1~5公尺之間。
- 某一建置的門口進出偵測，採用特定的流程來提高系統的準確性。利用門口右進左出之流程，在門口斜對角架設兩顆Field Generator來達成。

廠商對計劃的建議

- 現階段RFID技術仍是Learning的過程，應當尋求適當的解決方案。
- 現階段提高系統準確性的方向:
  - 軟體協助:例如RTLS有現成的軟體，但現成的軟體費用比硬體貴上好幾倍。因此可自行因情境需求自行開發適合的軟體。
  - 採用特定的流程來提高系統的準確性。但這方面必須使用此系統人員配合此一特定的流程。
  - 在Field Generator加裝遮罩鉛板，以加強特定區域RF訊號與降低不同RF訊號間的干擾問題。

實測遭遇的問題討論

- **程式會讀出怪異的FG ID?**
  - 這個廠商會再了解一下情況。
- **當Tag重疊時,無法正常讀取所有Tag ID?**
  - 因為Tag重疊時，在Tag回報RF訊號時易產生碰撞而失效所致。但實際狀況下，Tag不易重疊。
- **Tag晃動的ID讀取率較Tag不晃動的ID讀取率高?**
  - 因為訊號接收有接收切面角度的問題，因此晃動Tag較易獲得較佳的接收切面角度。這是RF技術的限制，因此以賣場的例子，通常結帳時，購物車轉一圈會得到較高的準確性。
- **Tag之參數(TIF,GC)在不同TAG個數的環境下最佳化參數值為何?**
  - 這部份需再搭配現場場測情況而定。

GC：為了防止碰撞，訊號每次重複發射次數
TIF Time：每隔多少秒後，卡片會再重新接受一次命令

實測遭遇的問題討論

- **Tag功能與外觀可否客製化(使其各適合學童配帶)?**
  - Tag有手環樣式的，比較適合學童配戴。
- **請廠提供官方(廠商)測試參考數據。**
  - 整理後再提供。
- **Tag回報訊號可否附帶時間資訊?**
  - Tag回報訊號無法附帶時間資訊，若要附帶時間資訊必須克服時間同步的問題。
- **Field Generator訊號強弱可否透過軟體調整?**
  - 有同型透過軟體調整的Field Generator: Smart Field Generator，但其可調整範圍較手動調整的範圍小。

廠商對情境的建置建議

- **門口情境**
  - 建議採對角建置兩個Field Generator。
- **側門情境**
  - 利用金屬隔板限制Field Generator的訊號範圍。
- **教室情境**
  - 教室間的RF訊號干擾將是個問題。
- **環保區情境**
  - 戶外建議加裝冷卻外箱，以維持系統的穩定性。