

國立臺東大學執行教育部 107 年高教深耕計畫

C-1 校園示範點專題創作

綠色知識經濟創新成果轉化成過報告書

議題 C1: 虛擬實境視錯覺對觀看者
視覺及心智疲勞影響之研究

主持人: 國立臺東大學資管系 謝明哲教授

參與學生 : 資管四 李偉勝 10412160

資管四 袁迪宇 10412161

資管四 溫智皓 10412162

資管四 李伊婷 10412119

中華民國 107 年 12 月

目錄

第一章 緒論.....	5
1.1 研究動機與目的.....	5
1.2 研究問題.....	5
1.3 研究範圍與限制.....	5
第二章 文獻探討.....	6
2.1 相關實境介紹.....	6
2.1.1 虛擬實境(VR).....	6
2.2 相關技術與軟硬體.....	6
2.2.1 虛擬實境設備.....	6
2.2.2 開發工具.....	7
2.2.3 程式語言.....	7
2.3 相關領域知識.....	8
2.3.1 視覺疲勞.....	8
2.3.2 視錯覺.....	8
2.3.3 腦波.....	14
第三章 研究方法與步驟.....	15
3.1 實驗設計.....	15
3.1.1 實驗步驟.....	16
3.1.2 受測者.....	17
3.2 實驗假說.....	17
3.3 變數.....	17
3.4 實驗環境.....	18
3.5 實驗設備.....	19
3.5.1 虛擬實境.....	19
3.5.2 視覺疲勞.....	20
第四章 虛擬場景製作與實驗實施.....	22
4.1 視錯覺圖.....	22
4.2 無視錯覺.....	24
第五章 研究結果.....	27
5.1 視覺疲勞.....	27
5.1.1 敘述統計.....	27
5.1.2 成對樣本檢定.....	28
5.2 心智疲勞.....	28
5.2.1 成對樣本檢定.....	29
第六章 討論與結論.....	32
參考文獻.....	33

附錄二 受測者個人基本資料.....	37
附錄四 視覺疲勞客觀量表.....	40

圖目錄

圖 1 頭盔與感應器	7
圖 2 部分程式說明	8
圖 3 艾賓浩斯錯覺圖	9
圖 4 赫林錯覺圖	10
圖 5 加斯特羅圖形圖	10
圖 6 弗雷澤圖形圖	10
圖 7 赫曼方格圖	12
圖 8 馬赫帶圖(棋盤陰影)(字母 A 與字母 B 所在方格實為同色。)	12
圖 9(ASCII 立體圖其中的遠近距離例子).....	12
圖 10 奈克方塊圖	13
圖 11 圖地反轉圖(魯賓之盃).....	13
圖 12 圖地反轉圖(鴨兔錯覺).....	13
圖 13 腦電波常用種類	14
圖 14 實驗室圖	18
圖 15 資料填寫區	18
圖 16 探索體驗(正面).....	19
圖 17 探索體驗(側面).....	19
圖 18 閃光融合儀	21
圖 19 互補色	22
圖 20 呼吸幻覺	23
圖 21 實驗的艾賓浩斯錯覺圖	23
圖 22 艾姆斯房間錯覺	23
圖 23 右尖左鈍	24
圖 24 (無)互補色	24
圖 25 (無)呼吸幻覺	25
圖 26(無)實驗的艾賓浩斯錯覺圖	25
圖 27(無)艾姆斯房間錯覺	26
圖 28(無)右尖左鈍	26

表目錄

表格 1 VR 設備介紹	19
表格 2 主機設備介紹	20
表格 3 閃光融合閾值儀器規格	21
表格 4 主觀視覺疲勞問卷-可靠統計量	27
表格 5 成對樣本檢定-主觀視覺疲勞問卷	28
表格 6 成對樣本檢定-閃光融合閾值	28
表格 7 成對樣本檢定-LOW ALPHA	29
表格 8 成對樣本檢定-HIGH ALPHA.....	29
表格 9 成對樣本檢定-LOW BETA.....	29
表格 10 成對樣本檢定-HIGH BETA	30
表格 11 成對樣本檢定-GAMMA.....	30
表格 12 成對樣本檢定-THETA.....	31

第一章 緒論

1.1 研究動機與目的

在完成「應用視錯覺之 VR 解謎益智遊戲開發」的專題後，本組覺得視錯覺可以運用在更廣泛的地方，不只局限於遊戲，因此有了想要在其他的其他地方也嚐試的念頭，而後看完「虛擬實境眼鏡對於觀看者視覺疲勞影響之研究」的專題報告書，產生了一個新的想法。

在「虛擬實境眼鏡對於觀看者視覺疲勞影響之研究」中以證明虛擬實境會對使用者造成視覺疲勞的問題，但是在視錯覺的部分卻沒有，且在此狀態下的心智情況如何我們也是不知道的，因此本組有了想要研究視錯覺與視覺疲勞的關係及視錯覺與心智情況的關係。會使用主觀及客觀視覺疲勞量表問卷量測疲勞數值與藉由腦電波儀器所收集到的數據，利用統計方法分析結果，找出他們之間的影响因素和顯著性，證明本研究之問題。

為什麼使用 VR 作為媒介來測試呢?是因為如果使用其他的方式，例如我給他一張有視錯覺的圖片紙張看，他可能會因為受到圖片外的東西影響，而降低了準確度，像是看到了圖片外的桌子因而受到影響，因此降低了視錯覺對他的影響性，但是如果使用 VR 的話就沒有這個問題，因為我們可以限制他的觀看範圍，確保他不會受到其他的影響。

1.2 研究問題

綜合以上論述，將對於本研究統整兩項研究目的(1)視錯覺是否會造成視覺疲勞(2)觀看完視錯覺後，是否會對心智造成疲勞(此部分以腦電波做量測)，對於兩項研究目的分別提出兩項研究問題。

1. 視錯覺是否會造成視覺疲勞?
2. 視錯覺是否會造成心智上的疲勞(此部分以腦電波做量測)

1.3 研究範圍與限制

由於本研究操作環境與範圍、經費、設備...等考量下，仍有部分限制存在，將詳細說明如下：

1. 本研究目的著重於虛擬實境與視錯覺，因此受測者除了視覺以外的感知回饋，不在本研究範圍內。
2. 整個實驗過程受限於虛擬實境設備的可移動最大範圍與本實驗室，不能

- 超過。
3. 現在VR設備廠商不只一家，本實驗VR設備設限為HTC的VR設備。
 4. 因為眼睛的疲勞程度會影響實驗結果，所以在實驗一小時前會要求受測者盡量不要使用3C產品。

第二章 文獻探討

2.1 相關實境介紹

2.1.1 虛擬實境(VR)

虛擬實境，是利用電子設備模擬產生一個三維空間的虛擬空間，透過虛擬空間提供給使用者在視覺跟聽覺的感官模擬，讓使用者可以沉浸在空間中彷彿身歷其境。

使用者進行位置移動或者互動時，可以透過手把跟感測器還有紅外線定位互相回傳的資訊立即在電子設備中進行複雜的運算，將精確的三維空間影像傳回產生臨場感。該技術整合了電腦圖形、電腦仿真、人工智慧、感應、顯示及網路並列處理等技術的最新發展成果，是一種由電腦技術輔助生成的高技術模擬系統。

2.2 相關技術與軟硬體

2.2.1 虛擬實境設備

1. 一對無線控制器(手把)
2. 一對紅外線基地台
3. 一個頭戴式顯示器

簡單的來說Lighthouse也就是基地台會不斷的傳出紅外線，而這些紅外線會傳到手把控制器和頭戴式顯示器的凹點，並且凹點同樣會傳出訊息給處理器，

告訴電腦我們現在在哪個位置，所以使用者可以在現實空間裡四處走動，在虛擬世界裡也會一起移動。



圖 1 頭盔與感應器

2.2.2 開發工具

目前在 3D 或虛擬實境開發裡，開發引擎有很多種，而現在熱門的遊戲開發引擎為 UNITY、Virttools、Unreal 等。

我們選擇的開發引擎為 UNITY，因為它最主要的優勢是低成本高學習的效率，並且 UNITY 在 VR 技術發放有著 STEAMVR 來協助開發，使得使用者在使用 UNITY 的時候可以很快的上手關於 VR 開發的技術，促使開發的進行。

Unity 支援 PhysX 物理引擎、粒子系統，並且提供網路多人連線的功能。

2.2.3 程式語言

在 UNITY 中，我們可以使用的程式語言有 C# 與 JAVA，而我們主要運用的是 C# 語法。

在 UNITY 要新增一個 C# 程式語言檔(腳本)的時候，可以直接在 UNITY 中直接右鍵新增一項 C# 腳本，再來命名也是一項很重要的步驟，因為命名腳本會影響裡面程式名稱，如果程式名稱和腳本名稱不一致，最後的程式會顯示錯誤，無法執行。

C# 程式的開始是這樣的，如果在 UNITY 直接新增的腳本，已經有匯入資料，再來就是遊戲開始程式(start ())及程式執行的程式(update ())。

```
//匯入資料  
using UnityEngine;
```



```
using System.Collections;

public class 腳本名稱: MonoBehaviour {
    //開始
    void Start () {
    }
    //執行
    void Update () {
    }
}
```

圖 2 部分程式說明

2.3 相關領域知識

2.3.1 視覺疲勞

視覺疲勞可以分為視覺疾病綜合症和感情上、心理上的疲勞，會產生這種徵狀是因為眼睛長時間使用不當導致，例如：近距離目視、高度緊張等，之後出現眼睛不適的情形像是視模糊、乾澀等情形，甚至後來有全身不適應的狀況，例如：頭痛、暈眩等的一種綜合症。

當出現視覺疲勞的時候就要去醫治掉它，而且大部分的病患只要注意休息及搭配眼藥水就能稍稍緩解了，病徵也會很快就消失，卻也因為如此，大部分的患者就未重視它，視覺疲勞不是獨立的疾病，而是由各類原因引起的疲勞綜合症，雖然是主因是眼睛本身，但用眼環境不好也會有所影響，此外，神經衰弱、身體過度勞累或更年期婦女，也容易出現。

2.3.2 視錯覺

在談視錯覺之前，我們要先知道「看東西」這件事是如何形成的，牽涉到兩個部分，第一，因為光被物體反射，進入眼睛後在視網膜上成像；第二，此影像的訊息透過視神經傳遞到大腦，大腦再對此影像做出判斷及解讀。何謂錯覺？失真或扭曲的經驗就稱作「錯覺」，而視覺上的錯覺就是「視錯覺」，當我們經驗到的特質如大小、顏色等與實際狀況有所不同時，即可稱作視錯覺，也可以說是利用視覺欺騙成分的圖像進行眼球欺騙來達成此現象，因為這是自然且正常的視覺知覺現象，所以是不能完全避免掉的，因此發生時也不必感到害怕。

視錯覺一般被分為三種，第一種是因圖像本身的構造所造成的「幾何學錯覺」，第二種是因感覺器官，例如：眼、耳、鼻、舌、皮膚等，在這裡我們是指眼睛引起的「生理錯覺」，第三種是因為心理原因導致的「認知錯覺」。其中幾何學因為種類多而有較多人知道。

幾何學錯覺：

是由視覺上的幾何構成，例如：大小、長度等，但是與實際上測得的數字是有明顯不同的錯覺，即稱為幾何學錯覺。而最早開始研究這部分的是1855年Oppel發表的分割距離錯覺。

1. 謬勒·萊伊爾錯覺：兩條其實是等長的線段。

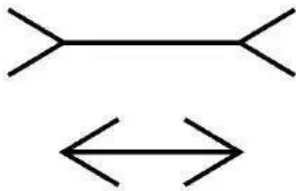


圖 2 謬勒·萊伊爾錯覺圖

2. 艾賓浩斯錯覺：是一種對實際大小知覺上的視錯覺。



圖 3 艾賓浩斯錯覺圖

3. 赫林錯覺：也可稱為發散線條錯覺、彎曲錯覺，是因為兩條平行線受到斜線的影響而呈現彎曲狀。

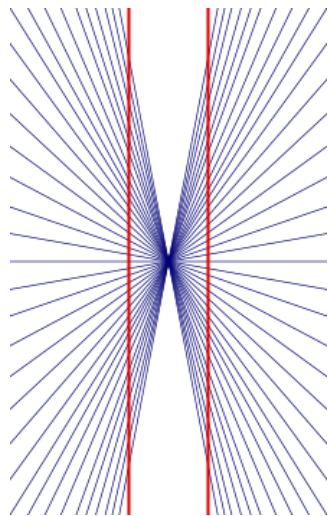


圖 4 赫林錯覺圖

4. 加斯特羅圖形：也可稱為賈斯特羅錯覺，是一種光學錯覺，兩個扇形圖案雖然大小形狀完全相同，可是下方的扇形圖案感覺更大。

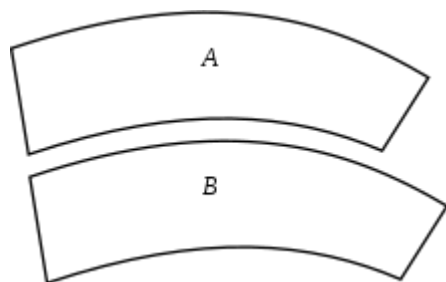


圖 5 加斯特羅圖形圖

5. 弗雷澤圖形：這圖形是一個產生角度、方向錯覺的圖形，被稱作視錯覺之王。雖然你看到的好像是一個螺旋的圖形，但其實它是由同心圓組成的。

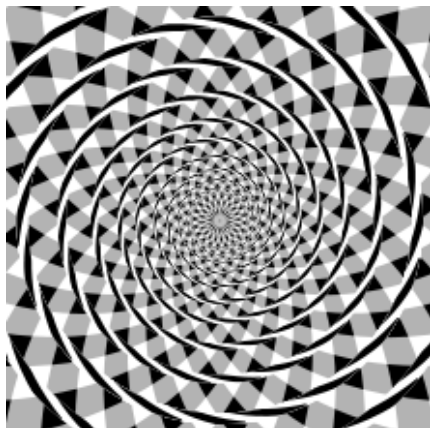


圖 6 弗雷澤圖形圖

生理錯覺：

主要是人的視覺器官也就是眼睛，因為受到外界亮度的刺激而產生變化，加上接收刺激的時間過長，所造成的補色及視覺暫留的生理錯覺。

要知道這兩色光是否為互補色，只要將你要測試的兩種色光加在一起，如呈現白光即為互補色光。視網膜上的細胞受到某種色光長時間刺激後，會對該色產生疲勞，導致在視線離開其色後，該部分的細胞暫無法作用，而未接受到刺激的細胞已開始活動，而產生另一種視感，就是所謂的補色的殘像。這部分在我們的專題關卡中是有應用到的。

視覺暫留指的是光對視網膜所產生的視覺，在光停止作用後，仍然有保留一段時間的現象，也可稱為正片後像。之所以會這樣是因視神經的反應速度所造成的，其時值約是1/16秒，根據不同頻率的光會有不同的暫留時間。是動畫、電影等視覺媒體形成和傳播的根據。

1. 赫曼方格:產生的現象可歸因於人類眼球細胞的側抑制作用。受體被激活，所帶來的刺激就會抑制它鄰近的受體被刺激後的效果。這種錯覺造成了相反及突出的邊緣。

赫曼方格視錯覺現象的方格與間距關係比為1:0.75，也就是方格與間距面積比為4:3時，灰點就會被看見。側抑制也被用來解釋赫曼的grid illusion，但最近已被反駁。視覺適應是視覺器官的感覺隨外界亮度的刺激而變化的過程。

色彩對赫曼方格視錯覺效果以黑色最強黃色最弱，在定點下視錯覺就會產生，三種情形會導致視錯覺之效果：

1. 一目光平穩在方格上移動時。
2. 二目光持續定位，平穩替換方格時。
3. 三清晰顯現方格子時，對比越強導致方格視錯覺越高，會降低有效的明視度，或高模擬速度下，會減少誤視之強度。

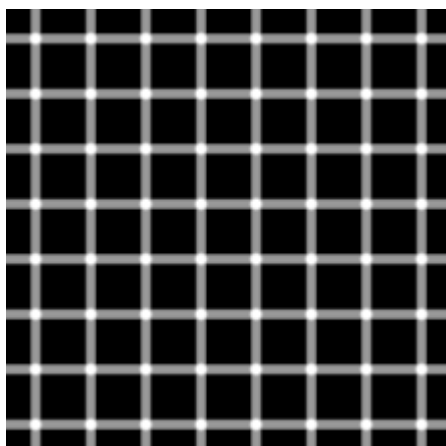


圖 7 赫曼方格圖

2. 馬赫帶:是視覺系統的側抑制作用引起的現象。而在明暗交界的地方，亮區一側的抑制作用會大於暗區的抑制作用，產生暗區更暗，亮區更亮的馬赫帶現象。

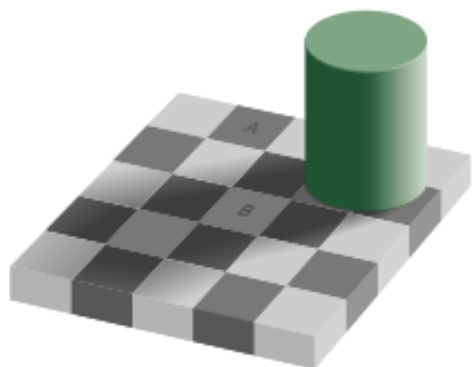


圖 8 馬赫帶圖(棋盤陰影)(字母 A 與字母 B 所在方格實為同色。)

認知錯覺:

這主要來自於人類的[知覺恆常性](#)屬於[認知心理學](#)的討論範圍。

1. [ASCII 立體圖](#):是 [ASCII 藝術](#)的一種形式，利用觀察[圖像](#)時，讓視線產生適當的交叉從而生成[三維](#)圖像的[錯視](#)。

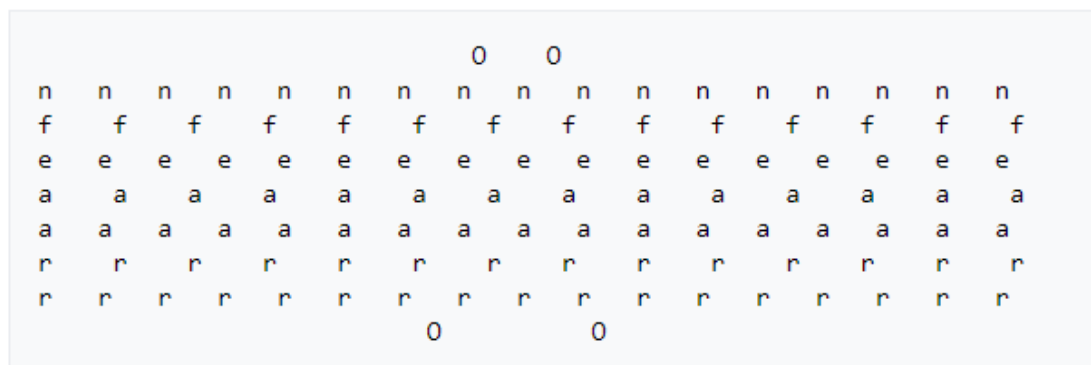


圖 9(ASCII 立體圖其中的遠近距離例子)

2. 奈克方塊:也可稱為內克爾立方體，由 12 條線所組成的圖像，由等大透視的角

度繪畫一個立方體，等長的平行線不論其遠近，在圖中會畫成等長的平行線，其中沒有任何關於立體的資訊。因此對於立方體的放置位置及觀看角度會有模稜兩可的詮釋。

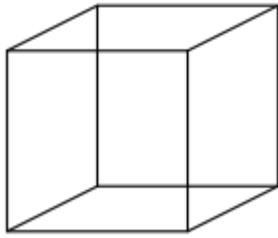


圖 10 奈克方塊圖

3. 同化

3. 圖地反轉：因為人的知覺具有組織性，所以會想辦法將視覺對象由背景中獨立出來，而這個獨立出來的部分即為「圖」，周圍的部分則是「地」，有名的作品「魯賓之盃」則是研究圖地反轉的代表作。



圖 11 圖地反轉圖（魯賓之盃）

4. 鴨兔錯覺：由於人類對於已知物體的認知來自於特徵及主要輪廓的記憶，人腦會自動的將與腦中印象相似的形狀及物件做比對來判讀並賦與圖像的意義，因此只要該圖具有人腦中對該物的主要形象就會做出判讀，在不破壞主要認知特徵的情況下再加上新的特徵，就會造成大腦的誤判。同類有名的創作者還有達利。

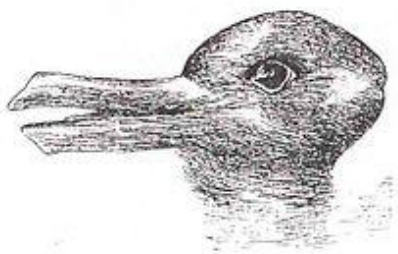


圖 12 圖地反轉圖(鴨兔錯覺)

2.3.3 腦波

是指人腦內的神經細胞活動時所產生的電氣性擺動。因這種擺動呈現在科學儀器上，看起來就像波動一樣，故稱之為腦波。腦波依頻率可分為四大類： β 波（顯意識）、 α 波（橋樑意識）、 θ 波（潛意識）及 δ 波（無意識）。這些意識的組合，形成了一個人的內外行的行為、情緒及學習上的表現。

波形	頻率	說明
δ 波(Delta)	0.5-3Hz	是屬於低頻率慢波且高振幅，是一種深層熟睡且無夢魘的狀態。睡眠品質好壞與 δ 波有關。
θ 波(Theta)	3.5-7Hz	是屬於低頻率慢波且高振幅，表示做白日夢或專注於問題時的壓力或情緒狀態。 θ 波對於觸發深層記憶、強化長期記憶(LTP)等幫助極大，科學界稱之為「通往記憶與學習的閘門」。
α 波(Alpha band)	8-13Hz	是屬於高頻率快波且低振幅，是一種人類清醒而且放鬆的狀態。 若腦的活動活潑，亦即學習與思考的最佳腦波狀態。過往研究亦曾指出，High alpha(10-11.75Hz)俗稱輕鬆腦波，指的是人在身體放鬆、專注、平靜、意識清醒精神狀態，亦即人在身心放鬆而注意力集中的狀態下 α 波會提高。 Low alpha(7.5-9.25Hz)為睡前頭腦茫茫然的狀態，意識逐漸走向模糊。
β 波(Beta)	13-30 Hz	是屬於高頻率快波且低振幅，是人類在活躍思考及專心的心理狀態，亦指一般清醒時的精神狀況。 隨 β 波的增加，身體將準備隨時因應外在環境作反應。過往研究亦顯示，High beta(18-29.75Hz)俗稱緊張腦波。 在一般日常生活中，人經常處於備戰狀態，以隨時因應外在環境，在這種狀態下beta波會增加。 Low beta(13-16.75Hz)是指「人類在輕鬆又專注的狀態下，且具有協調性的精神狀態。」
γ 波(gamma)	30-70Hz	是指介於深層睡眠到即將清醒之間的精神狀態，或是提高意識、幸福感、減輕壓力、冥想。

資料來源：Başar et al. (2001); Teplan (2002)

圖 13 腦電波常用種類

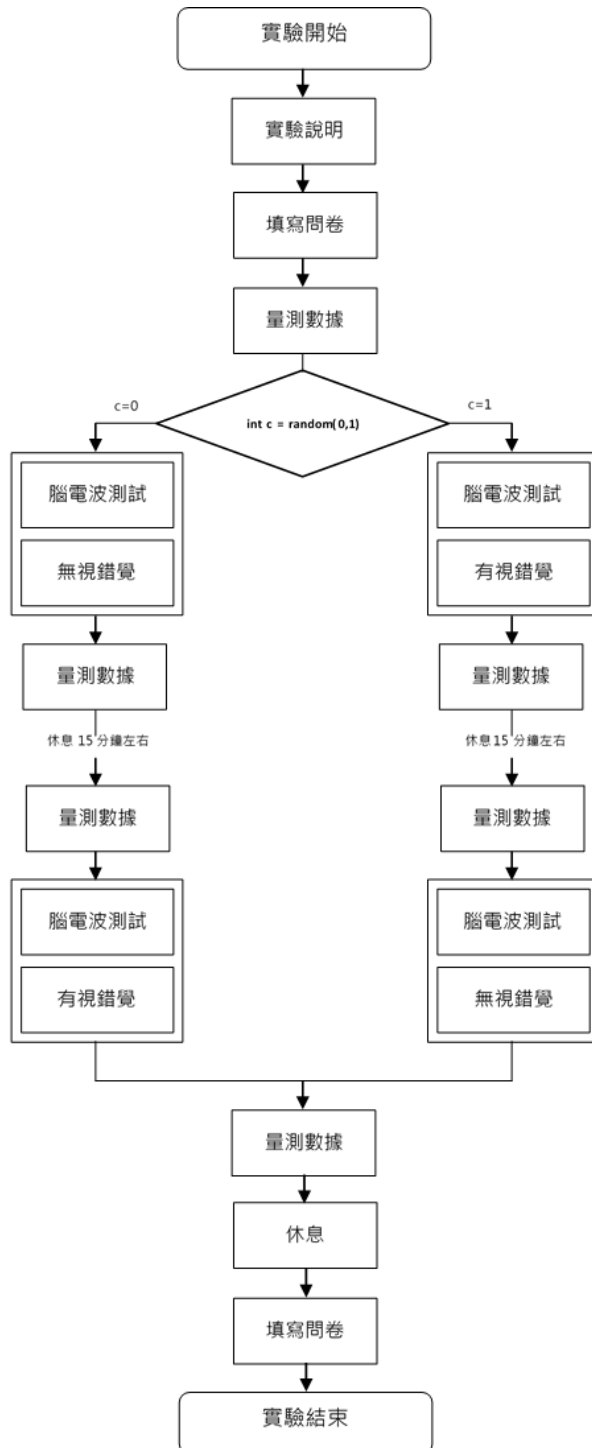
第三章 研究方法與步驟

3.1 實驗設計

本研究使用 Unity3D 建置虛擬實境場景，分別場景建置為「無視錯覺」場景和「有視錯覺」場景，進行有無視錯覺效果場景之間的對比及探討。受測者若符合受試者資格，才會開始填寫實驗同意書和填寫實驗前的主觀視覺疲勞量表，接著量測目前的閃光融合閾值後，即開始該受測者實驗項目，受測時間為 15 分鐘，受測結束後再進行一次量測閃光融合閾值，量測完後休息 15 分鐘，重複 2 次，共 60 分鐘，最後填寫實驗後的主觀視覺疲勞量表即完成此次實驗。

此實驗設計的目的在於將受測者分為「無視錯覺」、「有視錯覺」兩種，利用組內設計的特色，能夠將體驗的數據做比較。探討無視錯覺場景體驗與有視錯覺場景體驗之間，是否對受測者所產生的視覺疲勞會差異，以及分別在有無視錯覺的場景中心智狀況是如何的。

3.1.1 實驗步驟



3.1.2 受測者

受測者須符合以下資格，並能夠充分遵守實驗前之相關規定，避免實驗數據受到其他因素干擾。

1. 本研究因與探索體驗相關，故挑選本校大學部樂意參與實驗研究之學生為本次研究之受測對象。
2. 視力矯正後達 0.8 以上，且無其他眼睛重大疾病(如：散光、色盲等)，並能夠清楚看見虛擬實境顯示內容。
3. 實驗開始前一小時，受測者應避免長時間使用電子產品(如：平板電腦、智慧型手機等)，如長時間使用有可能會影響視覺疲勞數據的蒐集。

3.2 實驗假說

本研究目的是透過虛擬實境裝置進行以視錯覺對視覺及心智疲勞的影響，提出研究問題為虛擬實境視錯覺對觀看者視覺及心智疲勞影響之研究，透過主觀性問卷、客觀性問卷、BrainLink Lite、閃光融合閾值儀。

BrainLink Lite 而持續檢測採集腦電波信號，以統計分析有無視錯覺對心智疲勞有否差異程度、推論是否會影響受測者的心智疲勞。閃光融合閾值儀來檢測受測者視覺疲勞程度，觀察使用前、後及有無視錯覺對視覺疲勞有否差異程度、推論是否會加深受測者在虛擬實境中視覺疲勞之影響。此外，蒐集受測者在有底無視錯覺的視覺疲勞及腦波數據以統計分析對比，能夠推論使用者會否因視錯覺而影響心智疲勞及加深視覺疲勞。探討心智疲勞與視覺疲勞在有無視錯覺的情況下的變化程度，因此本實驗著重於心智疲勞與視覺疲勞兩方面，下方為設立之假說。

H1: 使用者觀看有無視錯覺時，視錯覺對於視覺疲勞加深影響是否有差異。

虛無假說(Null hypothesis)→ 視錯覺對於視覺疲勞沒有加深影響

對立假說(alternative hypothesis)→ 視錯覺對於視覺疲勞有加深影響

H2: 使用者觀看有無視錯覺時，視錯覺對於心智疲勞影響是否有差異。

虛無假說(Null hypothesis)→ 視錯覺對於心智疲勞沒有差異

對立假說(alternative hypothesis)→ 視錯覺對於心智疲勞有差異

3.3 變數

視錯覺對於視覺疲勞影響程度方面，使用到的變數有「無視錯覺之閃光融合閾值」(雙眼)，「有視錯覺之閃光融合閾值」(雙眼)與主觀問卷。

視錯覺對於心智疲勞影響程度方面，使用到的變數有「無視錯覺之 Low Alpha」、

「有視錯覺之 Low Alpha」、「無視錯覺之 High Alpha」、「有視錯覺之 High Alpha」、「無視錯覺之 Low Beta」、「有視錯覺之 High Beta」、「無視錯覺之 High Beta」、「有視錯覺之 High Beta」、「無視錯覺之 Gamma」、「有視錯覺之 Gamma」、「無視錯覺之 Theta」、「有視錯覺之 Theta」等等。

3.4 實驗環境

本實驗於人因與智慧資訊系統實驗室中進行，空間大小為長 9.65 公尺寬 5.9 公尺，選擇實驗室主持人研究區作為本實驗區域。實驗過程時大多不開空調，開窗戶，溫度大概維持在 25±1℃，使受測者能夠在舒適的環境下體驗。個案測試區照明度為 523UX，符合 CNS 國家標準-學校實驗室 500LUX。

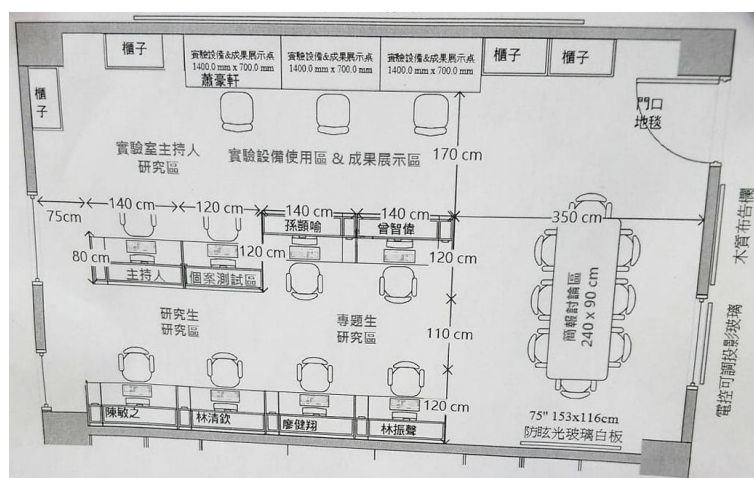


圖 14 實驗室圖



圖 15 資料填寫區



圖 16 探索體驗(正面)



圖 17 探索體驗(側面)

3.5 實驗設備

3.5.1 虛擬實境

本實驗使用虛擬裝置 HTC VIVE 使用 2160*1200 像素螢幕搭配雙手持搖桿、120 度基地台、Dell 20 P2016 螢幕和 ASUS D620MT-BM3CF 主機組成符合官方要求的配備，以下為詳細規格表：

表格 1 VR 設備介紹

產品名稱: HTC Vive Pre

產品型號: HTC Vive Pre
保固期限: 1 年
主要元件: 頭戴式顯示器、無線控制器、串流盒、基地台
產品解說: 頭戴式裝置使用可更換海綿, 並加入鼻墊, 配戴時能夠完美貼合鼻型, 增添整體使用時穩定度, 簡易調整可適用於各種臉型, 配戴眼鏡時也能舒適使用。
產品設計頭戴式裝置搭配束帶設計, 提供平衡、穩定且舒適的配戴感受, 讓使用者輕而易舉的沉浸於眼前的虛擬世界。
影像技術: 使用 Mura Correction 技術使畫面更加清晰明淨
相機: 前置相機, 讓使用者進入虛擬實境的同時, 偵測並捕捉到進入自己周遭空間的真實物體, 並投影到眼睛所見的虛擬空間之中。
手把: 兩段式板機按鍵, 讓使用者與物體互動更加流暢, 震動時的反饋也使虛擬世界中的互動更顯真實。控制器採用可重複充電的鋰電池, 搭配 micro-USB 充電器, 單次充電可使用長達 4 小時。
操作環境: 建議 3.5 公尺 3.5 公尺空間
螢幕解析度: 2160*1200
資料傳輸: HDMI、USB3.0、電線搭配串流盒連接主機

表格 2 主機設備介紹

產品型號: MD580(BM3CF)
處理器: Intel Core i5 6500(3.2G with Turbo 3.6GHz)
記憶體: DDR4 2133 8G(MAX 64G)
顯示卡: DUAL-GTX1060-6G-GAMING
電源供應器: Cooler Master New GX 550W
儲存裝置: 1TB S-ATA3
光碟機: DVD Super Multi
網路裝置: Intel Ethernet 10/100/1000/Gigabits Mbps
作業系統: Win10 Pro downgrade Win7 Pro 64bit
連接裝置:USB 2.0/USB 3.0

3.5.2 視覺疲勞

本實驗所使用到量測視覺疲勞的設備閃光融合儀和近點調節尺, 詳細的設備將在以下詳細說明:

3.6.2.1 主觀評量表

視覺疲勞問卷引用 Heuer(1999)視覺疲勞主觀評量表, 歸納以下五項情境, 作為此視覺疲勞問卷使用, 請參閱附件三。本問卷採用李克特量表

(5-point scale)，能夠讓受測者簡便填答，歸納視覺疲勞的分布。每個問項共有 5 個選擇，依序為數字 1 至數字 5，讓受測者依照目前的感受圈選對問項的同意程度。數字分別代表①「非常不同意」②「不同意」③「普通」④「同意」⑤「非常同意」，數字越小代表越不同意；數字越大代表越同意該問項所描述之問題，因此問卷得分越高代表疲勞程度越嚴重。

3.6.2.2 閃光融合閾值：

本研究所使用量測閃光融合閾值儀器規格如下表：

表格 3 閃光融合閾值儀器規格

量測設備-閃光融合閾值	
儀器	Flicker Fusion
型號	MODEL 12021
廠商	Lafayette Instrument Company

此套設備操作十分方便，光源閃爍方式有兩種，分別為頻率(Hz)由小到大(持續閃爍到不閃爍為止)、由大到小(由不閃爍到閃爍)；此外，還能夠量測雙眼、左眼和右眼的數值，可依操作人員設定閃爍的頻率變化和設定起始頻率，操作相當簡易。操作人員可以藉由操作主機調整量測方式和起始數值，受測者將觀看黑色暗箱中的光源，依指示操作並且按下按鈕極為當下閃光融合閾值，下圖 18 為閃光融合儀。



圖 18 閃光融合儀

第四章 虛擬場景製作與實驗實施

本實驗使用 UNITY 與 Maya 來建構實驗場景，並搭配 Steam VR 來使用。

4.1 視錯覺圖

此圖在實驗中是會動的，利用互補色的原理使人產生看到綠光的錯覺。首先，你先盯著中間的 X 看，此時同時搭配不斷轉動的粉色圓圈，你就會看到綠色的圓圈出現，並跟著轉動。

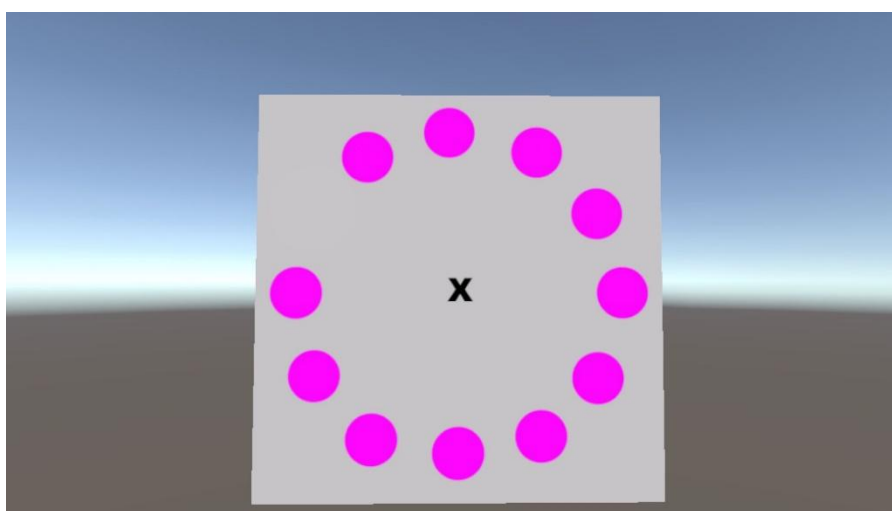


圖 19 互補色

此圖在實驗中是會動的，藉由“呼吸幻覺”讓觀看者產生裡面的紅色方形忽大忽小的效果。其實裡面的紅色方形大小沒有改變，只是它進行不斷的旋轉動作而已。

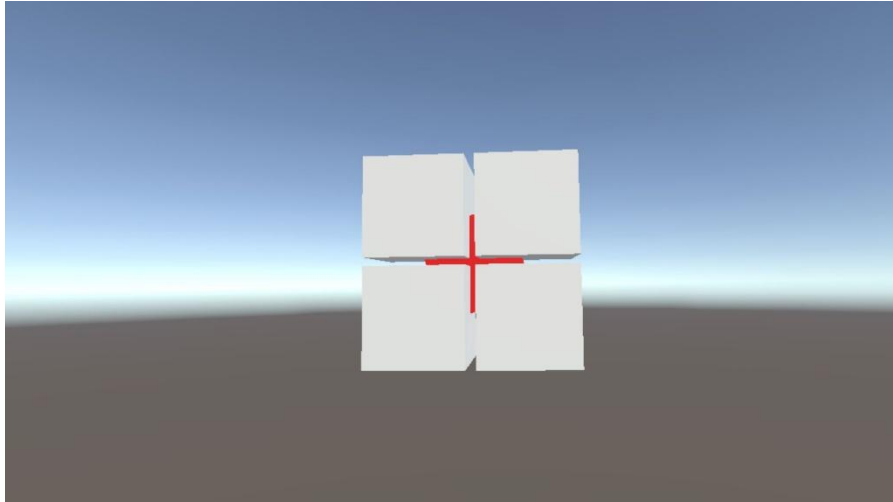


圖 20 呼吸幻覺

此圖是利用艾賓浩斯錯覺圖的原理去設計。紅色的球其實都一樣大，只是因為旁邊白色球的大小讓觀看者產生錯覺，以為左邊的紅色球比較小，右邊則相反。

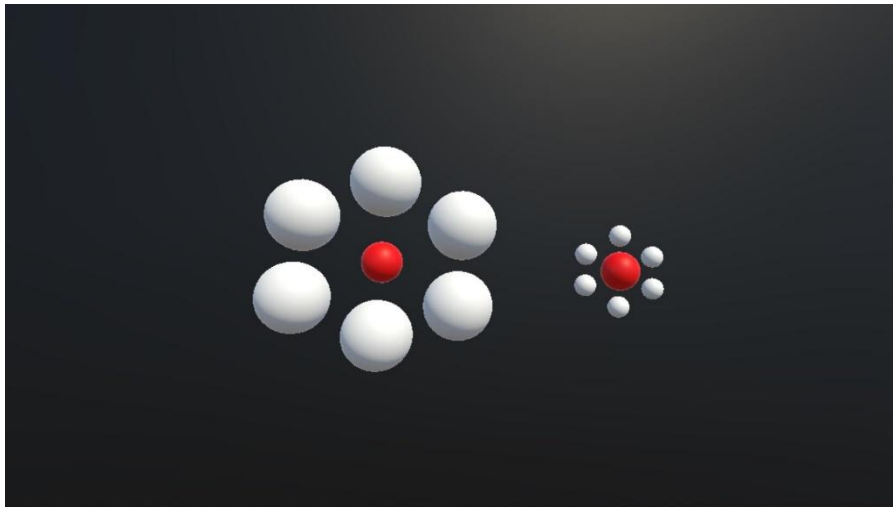


圖 21 實驗的艾賓浩斯錯覺圖

此圖是利用俗稱視錯覺房的「艾姆斯房間錯覺」原理設計，讓人產生 A 看起來比較大的錯覺。實際上 A、B 是一樣大的，只是因為一些房間設計的關係，所以才會讓觀看者覺得不一樣。

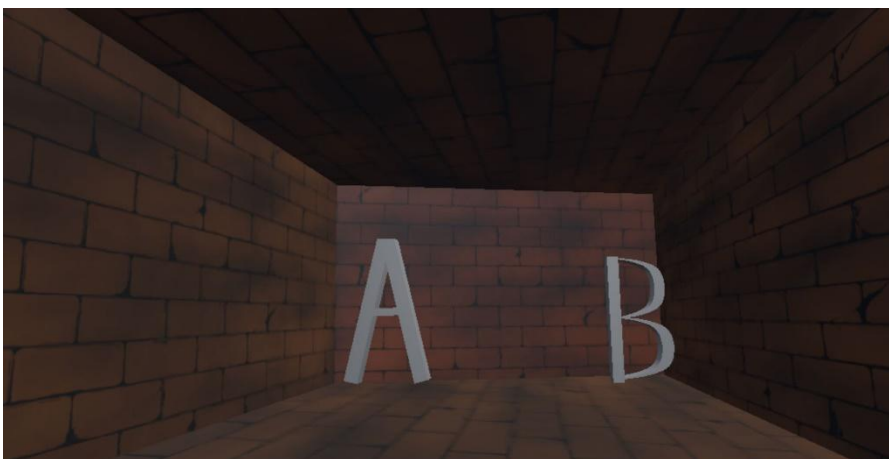


圖 22 艾姆斯房間錯覺

此圖在實驗中是會動的，是利用凹凸結構製造陰影錯覺讓它看起來永遠都指著右邊。在實驗的過程中，觀看者會發現右邊一直都是尖的，而左邊是鈍角的，但它其實是因為用到我上述的原理才会有此現象。



圖 23 右尖左鈍

4.2 無視錯覺

與圖 18 相反，去除掉會產生視錯覺的因素，把中間的 X 與背景灰色改成黑色後所產生的畫面，藉此來對比觀看者觀看兩者的狀況。

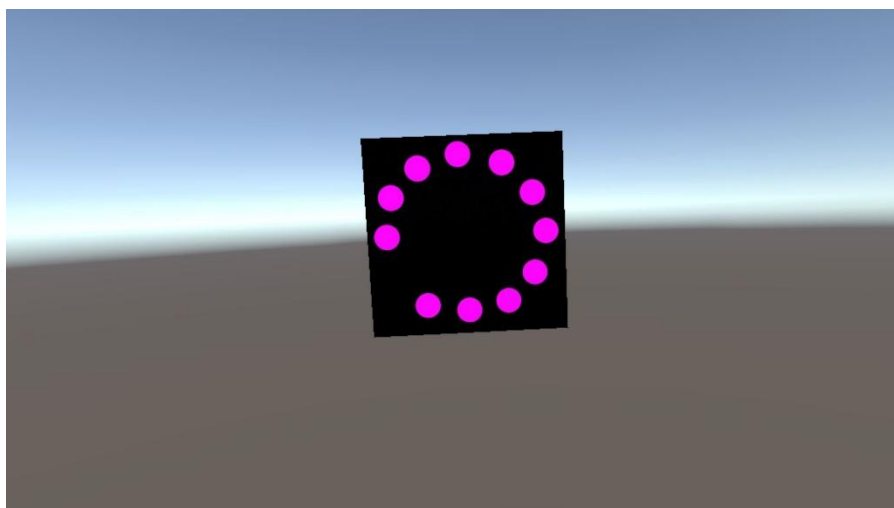


圖 24 (無)互補色

與圖 19 相反，去除掉會產生視錯覺的因素，把白色方形變小，讓觀看者能清楚看到實際情況後所產生的畫面，藉此來對比觀看者觀看兩者的狀況。

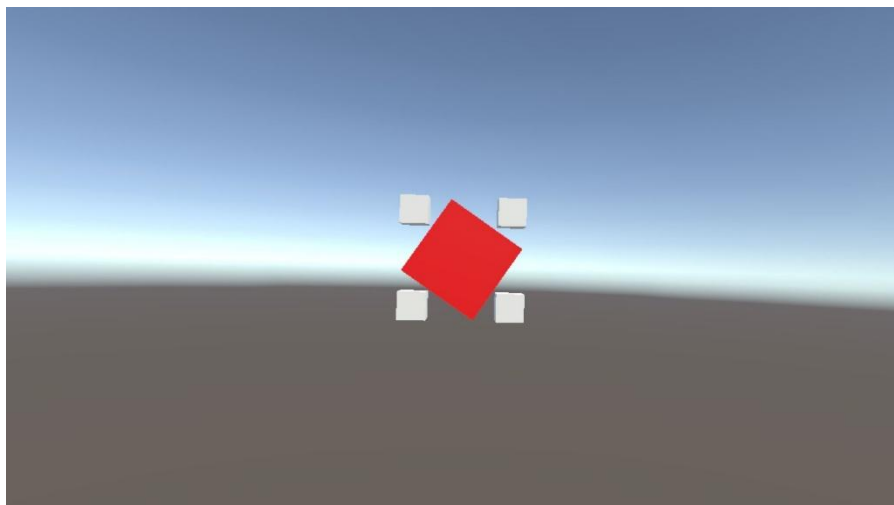


圖 25 (無) 呼吸幻覺

與圖 20 相反，去除掉會產生視錯覺的因素，讓圖片動起來，讓觀看者能實際印證真實情況所產生的畫面，藉此來對比觀看者觀看兩者的狀況。

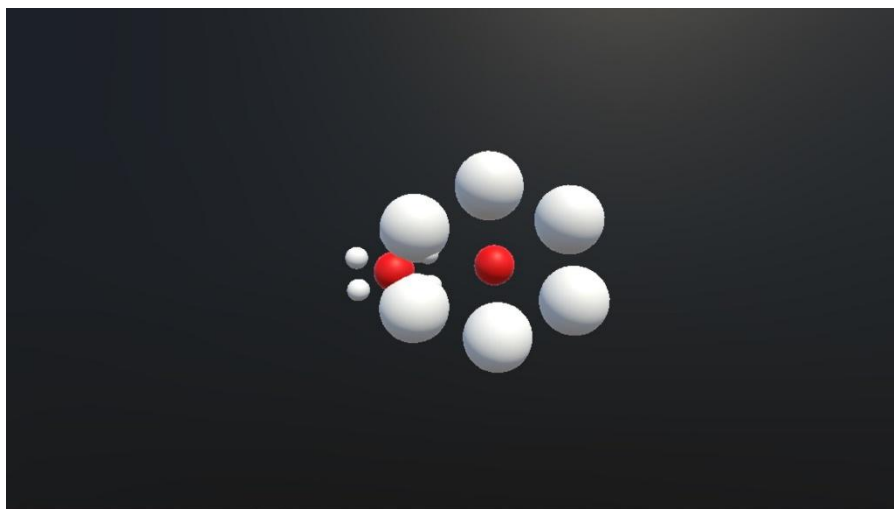


圖 26(無)實驗的艾賓浩斯錯覺圖

與圖 21 相反，去除掉會產生視錯覺的因素，讓房子變成原先未更改前的樣子，讓觀看者能實際印證真實情況所產生的畫面，藉此來對比觀看者觀看兩者的狀況。

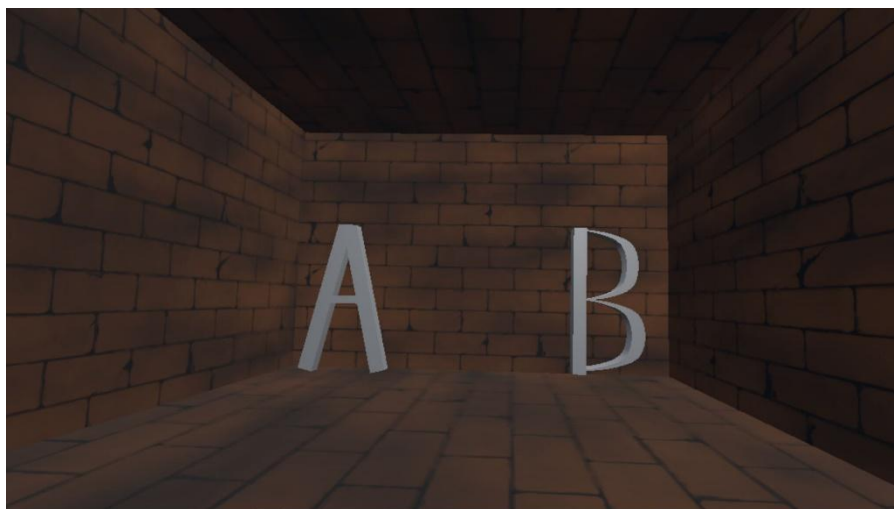


圖 27(無)艾姆斯房間錯覺

與圖 22 相反，去除掉會產生視錯覺的因素，讓圖形變成沒有凹凸的情況消除陰影，讓觀看者能實際印證真實情況所產生的畫面，藉此來對比觀看者觀看兩者的狀況。

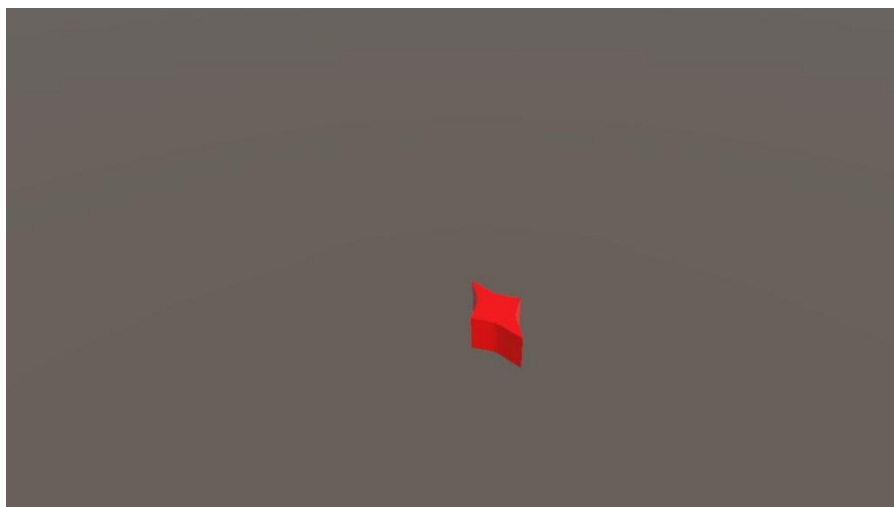


圖 28(無)右尖左鈍

第五章 研究結果

此研究欲探討兩項問題，使用者在虛擬實境中觀看視錯覺時，會否加深視覺疲勞之影響；以及使用者在虛擬實境中觀看視錯覺時，是否影響心智疲勞。故以主觀視覺疲勞問卷共 31 筆有效樣本進行信效度分析與成對樣本 t 檢定分析受測者在無視錯覺與有視錯覺之視覺及心智疲勞是否有差異，探討數據的顯著性之成因，得出該研究結果。

5.1 視覺疲勞

視錯覺對於視覺疲勞影響程度方面，使用到的相依變項有「無視錯覺之閃光融合閾值」(雙眼)，「有視錯覺之閃光融合閾值」(雙眼)；主觀問卷進行信效度分析問卷可靠性以及成對樣本 t 檢定兩組相依樣本是否有顯著性差異，以下為分析之整理：

5.1.1 敘述統計

主觀視覺疲勞問卷

表格 4 主觀視覺疲勞問卷-可靠統計量

可靠性統計量	
Cronbach's Alpha	項目數
.913	32

以寬鬆標準信度大於 0.6 即為可信，得出該份欲試問卷為高信度。

5.1.2 成對樣本檢定

主觀視覺疲勞問卷

表格 5 成對樣本檢定-主觀視覺疲勞問卷

成對樣本檢定								
成對差異								
	平均值	標準差	標準誤平均值	差異的 95% 信賴區間		t	自由度	顯著性 (雙尾)
				下限	上限			
配對 1 無視錯覺之問卷評分 - 有視錯覺之問卷評分	-.005555556	.5224524641	.0953863333	-.200642512	.1895314007	-.058	29	.954

有無視錯覺之主觀視覺疲勞問題相差的 t 統計值為-0.0055，雙尾顯著性 p 值 =0.954>0.05，無法拒絕虛無假說。

閃光融合閾值

表格 6 成對樣本檢定-閃光融合閾值

成對樣本檢定								
成對差異								
	平均值	標準差	標準誤平均值	差異的 95% 信賴區間		t	自由度	顯著性 (雙尾)
				下限	上限			
配對 1 無視錯覺之閃光融合閾值_雙眼 - 有視錯覺之閃光融合閾值_雙眼	-.020555556	1.987357953	.3628402603	-.762647211	.7215361002	-.057	29	.955

有無視錯覺之閃光融合閾值問題相差的 t 統計值為-0.020，雙尾顯著性 p 值 =0.955>0.05，無法拒絕虛無假說。

因此實驗中主觀與客觀的視覺疲勞在有視錯覺與無視錯覺的視覺疲勞是沒有差異。

5.2 心智疲勞

視錯覺對於心智疲勞影響程度方面，使用到的相依變項有「無視錯覺之 Low Alpha」、「有視錯覺之 Low Alpha」、「無視錯覺之 High Alpha」、「有視錯覺之 High Alpha」、「無視錯覺之 Low Beta」、「有視錯覺之 High Beta」、「無視錯覺之 High Beta」、「有視錯覺之 High Beta」、「無視錯覺之 Gamma」、「有視錯覺之 Gamma」、「無視錯覺之 Theta」、「有視錯覺之 Theta」，以成對樣本 t 檢定相依樣本是否有顯著性。

5.2.1 成對樣本檢定

Low Alpha

表格 7 成對樣本檢定-Low Alpha

		成對樣本檢定					t	自由度	顯著性 (雙尾)
		成對差異			差異的 95% 信賴區間				
		平均值	標準差	標準誤平均值	下限	上限			
配對 1	無視錯覺之LowAlpha - 有視錯覺之LowAlpha	-5827.17085	13288.02872	2426.051024	-10789.0023	-865.339383	-2.402	29	.023

結果如表格 7，無視錯覺之 Low Alpha 與有視錯覺之 Low Alpha 相差的 t 統計值為 -2.402，雙尾顯著性 p 值 = 0.023 < 0.05，拒絕虛無假說。

由 95% 差異數的信賴間，下限 -10789.0023，上限 -865.339383，均為負值，不含 0，表示腦波 Low Alpha 在有視錯覺高於無視錯覺。

根據 Low Alpha 的定義以及分析的結果可以得出受測者的 Low Alpha 在觀看有視錯覺的場景時比無視錯覺的場景更容易進入頭腦茫茫然的狀態，意識漸漸變得模糊。

High Alpha

表格 8 成對樣本檢定-High Alpha

		成對樣本檢定					t	自由度	顯著性 (雙尾)
		成對差異			差異的 95% 信賴區間				
		平均值	標準差	標準誤平均值	下限	上限			
配對 1	無視錯覺之HighAlpha - 有視錯覺之HighAlpha	-3755.12670	10249.90419	1871.367913	-7582.50383	72.25042343	-2.007	29	.054

結果如表格 8，無視錯覺之 High Alpha 與有視錯覺之 High Alpha 相差的 t 統計值為 -2.007，雙尾顯著性 p 值 = 0.054 > 0.05，無法拒絕虛無假說。

根據 High Alpha 的定義以及分析的結果可以得出受測者的 High Alpha 在觀看有視錯覺的場景時並沒有比無視錯覺的場景更容易進入身體放鬆、專注、平靜、意識清醒精神狀態。

因為我們的實驗假說是視錯覺對於心智疲勞影響是否有差異，因此 High Alpha 在視錯覺的環境下更難進入身體放鬆與意識清醒精神的狀態。

Low Beta

表格 9 成對樣本檢定-Low Beta

		成對樣本檢定					t	自由度	顯著性 (雙尾)
		成對差異			差異的 95% 信賴區間				
		平均值	標準差	標準誤平均值	下限	上限			
配對 1	無視錯覺之LowBeta - 有視錯覺之LowBeta	-3791.03948	8210.761420	1499.073081	-6856.98818	-725.090780	-2.529	29	.017

結果如表格 9，無視錯覺之 Low Beta 與有視錯覺之 Low Beta 相差的 t 統計值為

-2.529，雙尾顯著性 p 值=0.017<0.05，拒絕虛無假說。

由 95% 差異數的信賴間，下限-6856.98818，下限-725.090780，均為負值，不含 0，表示腦波 Low Beta 在有視錯覺高於無視錯覺。

根據 Low Beta 的定義以及分析的結果可以得出受測者的 Low Beta 在觀看有視錯覺的場景時比無視錯覺的場景更容易進入焦慮的狀態，同時身體將準備隨時因應外在環境作反應。

High Beta

表格 10 成對樣本檢定-High Beta

成對樣本檢定								
成對差異								
	平均值	標準差	標準誤平均值	差異的 95% 信賴區間		t	自由度	顯著性 (雙尾)
				下限	上限			
配對 1 無視錯覺之HighBeta - 有視錯覺之HighBeta	-4878.77078	11558.38523	2110.262773	-9194.74276	-562.798802	-2.312	29	.028

結果如表格 10，無視錯覺之 High Beta 與有視錯覺之 High Beta 相差的 t 統計值為-2.312，雙尾顯著性 p 值=0.028<0.05，拒絕虛無假說。

由 95% 差異數的信賴間，下限-9194.74276，下限-562.798802，均為負值，不含 0，表示腦波 High Beta 在有視錯覺高於無視錯覺。

根據 High Beta 的定義以及分析的結果可以得出受測者的 High Beta 在觀看有視錯覺的場景時比無視錯覺的場景更容易提升注意力。

Gamma

表格 11 成對樣本檢定-Gamma

成對樣本檢定								
成對差異								
	平均值	標準差	標準誤平均值	差異的 95% 信賴區間		t	自由度	顯著性 (雙尾)
				下限	上限			
配對 1 無視錯覺之Gamma - 有視錯覺之Gamma	-3492.52570	8163.254394	1490.399525	-6540.73499	-444.316416	-2.343	29	.026

結果如表格 11，無視錯覺之 Gamma 與有視錯覺之 Gamma 相差的 t 統計值為-2.343，雙尾顯著性 p 值=0.026<0.05，拒絕虛無假說。

由 95% 差異數的信賴間，下限-6540.73499，下限-444.316416，均為負值，不含 0，表示腦波 Gamma 在有視錯覺高於無視錯覺。

根據 Gamma 的定義以及分析的結果可以得出受測者的 Gamma 在觀看有視錯覺的場景時比無視錯覺的場景更容易提高意識。

Theta

表格 12 成對樣本檢定-Theta

		成對樣本檢定							顯著性 (雙尾)
		成對差異			差異的 95% 信賴區間		t	自由度	
		平均值	標準差	標準誤平均值	下限	上限			
配對 1	無視錯覺之Theta - 有視錯覺之Theta	-26166.7096	51925.94433	9480.337010	-45556.1758	-6777.24329	-2.760	29	.010

結果如表格 12，無視錯覺之Theta與有視錯覺之Theta相差的t統計值為-2.760，雙尾顯著性 p 值=0.010<0.05，拒絕虛無假說。

由 95%差異數的信賴間，下限-45556.1758，下限-6777.24329，均為負值，不含 0，表示腦波 Theta 在有視錯覺高於無視錯覺。

根據 Theta 的定義以及分析的結果可以得出受測者的 Theta 在觀看有視錯覺的場景時比無視錯覺的場景更容易觸發深層記憶、強化長期記憶；有可能是大腦在為現在情況找出合適的理由或解釋同時把現在的情境記憶成長期記憶。

結合以上腦波的統計分析與定義，我們經過討論得出因視錯覺的效果引起受測者的注意從而提升注意力(High Beta)與意識(Gamma)，同時因為視錯覺是欺騙大腦而造成錯覺使受測者更容易進入焦慮狀態的同時身體亦將準備隨時因應外在環境作反應(Low Beta)。

另外受測者亦因為視錯覺因素觸發深層記憶與強化了長期記憶(Gamma)，有可能是大腦在為視錯覺的情況找出合適的理由或解釋同時把現在的情境記憶成長期記憶；大腦因視錯覺而更容易進入意識漸漸變得模糊的狀態(Low Alpha)。受測者受視錯覺影響更難使身體放鬆及意識清醒(High Alpha)，導致心智疲勞比無視錯覺的場景更有影響。因此使用者觀看有無視錯覺時，視錯覺對於心智疲勞影響是有差異。

第六章 討論與結論

依據分析完的結果，以都是位於虛擬實境中實驗為前提下，視錯覺不會造成視覺疲勞，在第五章視覺疲勞中的主觀視覺疲勞問卷分析與閃光融合閾值分析結果裡，在觀看完有無視錯覺的場景後對於視覺疲勞是沒有差異的，也就是可以說視錯覺並不會特別造成視覺疲勞，但也有可能是因為我們並未讓受測者看比較久的原因，所以尚未出現明顯的表現；視錯覺會造成心智上的疲勞，在第五章的腦波分析結果發現，受測者受到視錯覺的影響，為了提升注意觀看與因應隨時可能發生的情況因而提升注意力與意識，所以他們的腦波此時專注力是有所提高的，所以在這樣的情況下會出現心智疲勞的狀況，也就是為何會說是錯覺會造成心智上疲勞的原因。

在製作的過程中有發生我們找的視錯覺圖放在虛擬實境中是看不太出來效果的現象，因此必須做更換的動作，原先我們以為只要是視錯覺圖都可以，畢竟同樣都有視錯覺的效果，沒想到會有放在虛擬實境中反而看不出來的情況發生，不過也有可能是我們的技術還沒有辦法把它完整的效果呈現出來也說不定。

參考文獻

- (1) 台灣 wiki 2013 年 9 月 9 日 視覺疲勞：
<http://www.twwiki.com/wiki/%E8%A6%96%E8%A6%BA%E7%96%B2%E5%8B%9E>
- (2) 維基百科 2018 年 6 月 9 日 視錯覺：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%A6%96%E9%8C%AF%E8%A6%BA>
- (3) 維基百科 2017 年 12 月 8 日 視覺暫留：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%A6%96%E8%A6%BA%E6%9A%AB%E7%95%99>
- (4) A+醫學百科 2011 年 3 月 2 日 視覺適應：
<http://cht.a-hospital.com/w/%E8%A7%86%E8%A7%89%E9%80%82%E5%BA%94>
- (5) 百度百科 2018 年 1 月 21 日 視覺器官：
<https://baike.baidu.com/item/%E6%84%9F%E8%A7%89%E5%99%A8%E5%AE%98>
- (6) 花瓣 susu1986 從彩虹聖光蓮 2015 年 12 月 20 日 繆勒·萊伊爾錯覺：
<http://huaban.com/pins/560417263/>
- (7) 維基百科 2014 年 11 月 8 日 艾賓浩斯錯覺：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%89%BE%E8%B3%93%E6%B5%A9%E6%96%AF%E9%8C%AF%E8%A6%BA>
- (8) 視錯覺 2015 年 3 月 1 日 赫林錯覺：
<http://shicuoju.com/article-306-1.html>
- (10) 維基百科 2016 年 6 月 4 日 加斯特羅圖形：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8A%A0%E6%96%AF%E7%89%B9%E7%BD%97%E5%9B%BE%E5%BD%A2>
- (11) 百度百科 2017 年 10 月 15 日 弗雷澤螺旋：
<https://baike.baidu.com/item/%E5%BC%97%E9%9B%B7%E6%B3%BD%E8%9E%BA%E6%97%8B>
- (12) 維基百科 2017 年 9 月 4 日 ASCII 立體圖：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/ASCII%E7%AB%8B%E4%BD%93%E5%9B%BE>
- (13) 維基百科 2017 年 6 月 9 日 奈克方塊：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%A5%88%E5%85%8B%E6%96%B9%E5%A1%8A>
- (14) 台灣 Wiki 2013 年 9 月 17 日 馬赫帶：
<http://www.twwiki.com/wiki/%E9%A6%AC%E8%B5%AB%E5%B8%B6%E7%8F%BE%E8%B1%A1>
- (15) 維基百科 2018 年 6 月 9 日 魯賓之盃的圖：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%A6%96%E9%8C%AF%E8%A6%BA>
- (16) 維基百科 2018 年 6 月 9 日 鴨兔錯覺的圖：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%A6%96%E9%8C%AF%E8%A6%BA>
- (17) 維基百科 2018 年 11 月 25 日 腦電波：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%85%A6%E6%B3%A2>

(18) 虛擬實境探索體驗對使用者視覺疲勞影響之研究專題 莊英發 2018 年 3 月

(19) 電腦作業視覺疲勞的量測方法. 紀佳芬, & 林房儋. (1997).

(20) 以腦波及閃光融合閾值評估電腦終端機作業視覺疲勞之研究
吳品萱. (2013).

(21) 好好玩《不停指著右邊的箭頭》運用錯覺讓你看起來永遠都指右邊
2018 年 6 月 12 日:

https://news.gamme.com.tw/1570121?fbclid=IwAR0QICCKhK8YafI5_XRz1HsAgRA3k2D8C6s8EPoQfLq1lWh0CwHwwiPt0x8

(22) 腦波與排隊決策之探究 梁直青 郭文甄 蔡佩舒

東吳經濟商學學報第九十二期(民國一〇五年六月)

(23) Visual Phenomena & Optical Illusions 2018 年 9 月 17 日:

http://www.michaelbach.de/ot/?fbclid=IwAR1zkonwIT8EaNZdOdI1yGhB0yb81CjdGBaBVbgPb8z_SfXBATcS4ImHsbA

附錄一 實驗同意書

受測者編號： _____

實驗名稱： 虛擬實境視錯覺對觀看者視覺及心智疲勞影響之研究

專題生： 李偉勝 袁迪宇

溫智皓 李伊婷

指導老師： 謝明哲

單位： 資訊管理學系

親愛的受測者您好，非常感謝您參與本次實驗！

本實驗著重於探討虛擬實境視錯覺對觀看者視覺及心智疲勞影響之研究。實驗時間約 60 分鐘，其中包含基本資料填寫、問卷填寫、實驗量測、有無視錯覺虛擬實境體驗、休息時間。

本實驗將會秉持著專業倫理道德，確保受測者的個人隱私，任何能夠辨別您的身分或個人隱密性資料，將會妥善管理並以加密。

本人 _____ (簽名) 已充分了解實驗目的與程序，並同意參與本次實驗允許實驗人員在確保個人隱私情況下，將測量的資料應用於學術論文發表上。

中華民國 _____ 年 _____ 月 _____ 日

附錄二 受測者個人基本資料

受測者編號：_____

親愛的受測者您好，本實驗將會秉持著專業倫理道德，確保受測者的個人隱私，任何能夠識別您身分或個人隱密性資料，將會妥善管理並以加密。

請你安心填寫以下內容：

基本資料

姓名			
學號			
性別	<input type="checkbox"/> 男性 <input type="checkbox"/> 女性 <input type="checkbox"/> 第三性別		
年齡			
連絡電話			
學歷	<input type="checkbox"/> 高中 <input type="checkbox"/> 大學 <input type="checkbox"/> 碩士 <input type="checkbox"/> 博士 <input type="checkbox"/> 其他_____		
視力狀況	<input type="checkbox"/> 沒有 <input type="checkbox"/> 近視 <input type="checkbox"/> 度數(L)_____(R)_____(<input type="checkbox"/> 已矯正 <input type="checkbox"/> 未矯正) <input type="checkbox"/> 遠視 <input type="checkbox"/> 其他		
是否散光	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
曾接觸過虛擬實境或其他立體顯示技術如：(3D 電影)			
	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否	
使用 3D 產品容易感到暈眩			
	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否	
實驗前一小時內是否使用 3C 產品			
	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否	

附錄三 視覺主觀量表

受測者編號：_____

親愛的受測者您好，非常感謝您參與本次研究！請你針對以下問題和目前感受，勾選回答您同意或不同意的程度：每題共有 6 個選項，分別為①「非常不同意」、②「不同意」、③「普通」、④「同意」、⑤「非常同意」。數字越小代表越不同意；數字越大代表越同意該問題所描述的情形。

問題描述

實驗一：____視錯覺之視覺疲勞資料

		實驗前	① 非常不同意	② 不同意	③ 普通	④ 同意	⑤ 非常同意		實驗後	① 非常不同意	② 不同意	③ 普通	④ 同意	⑤ 非常同意
1. 注視螢幕時，我感到暈眩														
2. 我覺得眼睛疲勞														
3. 我覺得眼睛周遭有奇怪的感覺(如：酸痛感)														
4. 我看東西有困難														
5. 我覺得眼睛乾澀														
6. 我有頭痛感														

實驗二：___視錯覺之視覺疲勞資料

	實驗前	① 非常不同意	② 不同意	③ 普通	④ 同意	⑤ 非常同意	實驗後	① 非常不同意	② 不同意	③ 普通	④ 同意	⑤ 非常同意
1. 注視螢幕時，我感到暈眩												
2. 我覺得眼睛疲勞												
3. 我覺得眼睛周遭有奇怪的感覺(如：酸痛感)												
4. 我看東西有困難												
5. 我覺得眼睛乾澀												
6. 我有頭痛感												

附錄四 視覺疲勞客觀量表

受測者編號：_____

實驗一：___視錯覺之視覺疲勞資料

閃光融合閾值	次數	實驗前	實驗後
頻率(Hz)低→高	1 st		
	2 nd		
	3 rd		
頻率(Hz)高→低	1 st		
	2 nd		
	3 rd		

實驗二：___視錯覺之視覺疲勞資料

閃光融合閾值	次數	實驗前	實驗後
頻率(Hz)低→高	1 st		
	2 nd		
	3 rd		
頻率(Hz)高→低	1 st		
	2 nd		
	3 rd		

國立臺東大學執行教育部 107 年高教深耕計畫

B-4 打造綠色國際大學

校園示範點專題創作報告書

議題 C2：健康校園射頻電磁波監測與防
護資訊平台之實現

主持人：國立臺東大學資管系 謝明哲副教授

參與學生：資管四 王廷瑜 10412175

中華民國 107 年 11 月

摘要

電磁波，又稱為電磁輻射，是由同相振盪且互相垂直的電場與磁場在空間中以波的形式傳遞能量和動量，電磁輻射的載體為光子，不需要依靠介質傳播，在真空中的傳播速度為光速，電磁輻射可按照頻率分類，從低頻率到高頻率，隨者不同的頻率對人體也會造成不同的危害。

德國健康住宅規範(SBM 2008)將睡眠區電磁波安全標準設定在 $10\mu\text{W}/\text{m}^2$ 以下，歐盟議會(STOA 2001)則將非睡眠區電磁波安全標準建議控制在 $100\mu\text{W}/\text{m}^2$ 以下，而目前臺灣仍採用比較寬鬆的工業標準（ $10,000,000\mu\text{W}/\text{m}^2$ ）。為了建立健康校園對射頻電磁波的認知，本研究應用商業智慧系統技術，建立資料倉儲，發展一套完整的校園射頻電磁波監測與防護資訊平臺，提供資訊推介、OLAP分析、與資料視覺化服務。同時，參考STOA 2001和SBM 2008標準，透過助推(Nudge)理論和跨理論模式(Transtheoretical Model)讓使用者能階段性的改變網路使用行為模式，讓全校師生在享受科技便利之餘能夠轉型養成更健康、經濟、節能的使用行為。

關鍵字：電磁波、行動裝置、Nudge、高頻低頻、行為科學、跨理論模式

目錄

摘要.....	II
圖目錄.....	V
表目錄.....	VI
第一章 緒論	1
1.1 背景與動機	1
1.2 研究目的	1
1.3 研究方法	2
第二章 文獻探討	3
2.1 電磁波	3
2.2 電磁波過敏症.....	3
2.3 長期暴露於電磁波之影響.....	4
2.4 Nudge	
2.5 OLAP線上分析處理	4
2.6 跨理論模式	5
2.7 雙盲研究	6
2.8 電磁波安全措施.....	6
2.9 電磁波安全標準.....	7
2.10 英國國家輻射防護委員會評估報告.....	8
第三章 統規劃與分析	9
3.1 系統規劃	9
3.2 系統架構	9
3.3 環境關聯圖	11
3.4 使用個案圖	12
3.5 系統藍圖	12
3.5.1 使用者介面藍圖（一）	12
3.5.2 使用者介面藍圖（二）	13
3.5.3 電磁波量測記錄藍圖	14
3.5.4 以地圖方式呈現儀表板	15
第四章 系統設計與實作	16
4.1 系統內容	16
4.2 系統設計	16
4.3 綠色國際大學平台資訊.....	16
4.4 e-page.....	17
4.5 互動式網頁	18
4.6 Power BI 儀表板	18
4.7 網頁設計	20

4.8 資料庫設計	21
第五章 系統展示與評估	22
5.1 系統完成度評估.....	22
5.2 系統操作	23
5.2.1 使用者.....	23
5.2.2 管理者.....	24
5.3 資料庫介面展示.....	26
5.4 Power BI 儀表板	26
第六章 結論與討論	28
6.1 結論	28
6.2 成果轉化	28
6.3 未來發展	29
參考文獻.....	30

圖目錄

圖 1行為改變螺旋模式.....	5
圖 2系統架構圖.....	10
圖 3環境關聯圖.....	11
圖 4使用個案圖.....	12
圖 5使用者介面藍圖.....	12
圖 6互動式網頁藍圖.....	13
圖 7儀表板結合Google Map	15
圖 8 e-page平台項目管理.....	17
圖 9 e-page新增資訊.....	18
圖 10 Power BI儀表板匯入資料	19
圖 12 Power BI儀表板設計	19
圖 12電磁波紀錄表設計(1).....	20
圖 13電磁波紀錄表設計(2).....	20
圖 14資料庫資料表.....	21
圖 15系統完成度評估.....	22
圖 16使用者操作介面.....	23
圖 17使用者查詢介面.....	24
圖 18量測人員操作介面.....	24
圖 19資料庫新增成功.....	25
圖 20資料庫新增不完整.....	25
圖 21資料庫介面.....	26
圖 22 Power BI儀表板	26
圖 23資料倉儲設計.....	29

表目錄

表 1 長期暴露於電磁波之影響.....	4
表 2 德國健康住宅電磁波規範.....	6

第一章 緒論

1.1 背景與動機

現今科技日益發達進步，每個人都在追求方便快捷的生活，其中一個現在人最不可或缺的工具就是手機，不僅不用面對面即可聯繫，傳送訊息的速度更是比以往快上好幾倍。手機現已普及化，每個人身上都至少帶著一支手機甚至是更多，以至於現在路上所見的都是成群的低頭族，手機不離身的成癮症案例已不再是少數，此舉不僅危險也讓一些隱性淺在的狀況再傷害我們。

這個隱性殺手也就是人人皆知卻大多數被忽略的電磁波，在手機使用過程中都會釋放出電磁波，這是用眼睛或是其他感官器官都感受不到的，這是由電場與磁場進行交互作用所產生的能量。使用者可能因為在追求便利的過程中忽略了電磁波所造成的傷害，而手機電磁波所造成的傷害最大，因為離使用者本身距離最近，因此想探討電磁波造成的危害並且實施相關防護措施與建議，希望能讓大家擁有一個健康的校園。

1.2 研究目的

1. 在綠色國際大學網站上建立一個電磁波監測及防護建議平台，讓師生都能了解到電磁波的重要性。
2. 電磁波資料視覺化呈現，提醒協助師生注意，讓台東大學能有更健康的校園。
3. 整合平台與儀表板，提供意見回饋及相關防護措施，形成自我改善防護，達成設立效果。

1.3研究方法

1. 透過已建立好的綠色國際大學平台，提供資料視覺化呈現、資訊推介及改善維護建議等。
2. 參考歐盟議會、德國健康住宅規範，彙整並定義台東大學健康校園的指標。
3. 將德國健康住宅規範帶入研究，並透過 Nudge 讓使用者能階段性的改變網路使用行為模式。
4. 利用 Power BI 儀表板呈現校園電磁波偵測結果，定期追蹤測量更新資料讓防護工作能更完善。

第二章 文獻探討

2.1 電磁波

電磁波又稱電磁輻射，是能量的一種。是由相同震盪且互相垂直的電場與磁場在空間中以波的形式傳遞能量和動量，其傳播方向垂直於電場與磁場構成平面，而其構成的面隨時間變化下電場產生磁場，伴隨著磁場亦產生電場，這些連續不斷相同震盪的電場和磁場共同形成了電磁波，而我們生活周遭凡是能夠釋出電能的物體，都會釋出電磁波。

電磁波可以分為以下三類：（國家通訊傳播委員會，2017）

1. 游離輻射：波長小於3nm（ 10^{-9} 公尺）的輻射線，在極高頻率區段中，例如X光及伽瑪射線等均屬於游離輻射，這種游離輻射的能量會破壞生物細胞分子，影響人體健康。
2. 有熱效應的非游離輻射：不會破壞生物細胞分子，但會讓人覺察到溫度變化，例如可見光及紅外線，其對人體的影響是感覺到熱。
3. 無熱效應的非游離輻射：不會破壞生物細胞分子，也不會產生溫度變化，如無線電波。行動基地臺發射之電磁波即屬於此種。

2.2 電磁波過敏症

電磁波過敏症指的是電磁波所造成的頭痛、頭暈、心悸、失眠等症狀。患者往往對行動電話基地台、智慧型電表、手機、無線網路(Wi-Fi)、無線電話、交流電磁場、中頻電磁波、電場等電磁波發生源有不良健康效應或過敏反應。

以下簡單介紹電磁波過敏症之症狀：

1. 神經系統：頭痛、頭暈、噁心、記憶力衰退、無法集中注意力、失眠、憂鬱、焦慮、疲勞、乏力、肌肉或關節疼痛

2. 心血管系統：心悸、心律不整、高血壓
3. 視覺系統：視覺疲勞、眼睛感到不舒適、白內障
4. 耳朵：耳鳴
5. 其他：皮膚問題、呼吸困難

2.3 長期暴露於電磁波之影響

華盛頓大學科學家亨利·賴 (Henry Lai) 發現高頻電磁波的強度愈低，老鼠的行為變化就要愈長的時間才會出現。在一小時以內，老鼠暴露於高強度 (3.75 W/kg) 的1.28 GHz電磁波之下就顯出行為變化，在較低強度 (0.7 W/kg) 的2.45 GHz電磁波之下，則需要十四星期，若每天七小時的暴露才會顯出該行為變化。短期至長期暴露於電磁波下之影響如下表 1。

0-3年	3-5年	5-10年	10年以上
沒有症狀或症狀很輕	症狀較輕	中等症狀	嚴重症狀接近疾病

表 1 長期暴露於電磁波之影響
(改繪自EMF WISE, 2012)

2.4 Nudge

《Nudge》是由Richard Thaler和Cass Sunstein合著而成。Nudge的精神不是強迫，而是一種助推與提醒。Nudge並不會直接強制人們必須做某一特定選擇，也不會間接增加其他選擇的負擔，而是透過間接且溫和的「引導」人們去做選擇。

如果人們選擇增設基地台，Nudge並不會支持應強制拆除或要求訂定相關法律，人們的選擇並沒有受到限制，可能的選項也沒有減少，也無須因特定選擇而承受額外的附加成本。因此在Nudge理論下，人們的行為仍然是自由的，只是選擇受到了某些引導。

2.5 OLAP線上分析處理

OLAP主要被使用在資料分析的應用上。資料分析的主要步驟包括：1.從大筆資料中抓取所需的資料2.將抓取的資料彙整成一個檔案3.彙整結果以圖形化呈現4.分析結果後再從資料庫抓取其他資料。

成功的OLAP系統必須具備高度彈性，隨時面對使用這類的需求，OLAP仍須依賴所支援的資料倉庫且具備龐大資料量與資料品質，才能分析出高價值的實用資訊，因此OLAP與資料倉儲的連結是最佳組合，使用者可以將不同的策略相互評比及了解決策後會造成的結果，達到更多元的資料分析需求。

2.6 跨理論模式

跨理論模式是一種行為改變模式，Prochaska和DiClement證明行為的改變必須經過一系列的過程，並不是簡單的二元結果，理論架構因橫跨心理治療與行為改變的論點，故名為跨理論模式。其中包含五個改變階段：無意圖期(思考前期)、意圖期(思考期)、準備期、行動期、維持期。

在無意圖期，使用者並不會意識到自己的行為是有問題的，所以必須在意圖期讓使用者知覺到改變的益處並付諸行動。準備期代表使用者已經開始要改變行為，到了行動期，使用者已經確實改變行為，在跨理論模式架構裡，行為改變已經降低造成的傷害才算進到行動期，繼續持續六個月以上且行為改變已漸趨穩定則進入維持期。

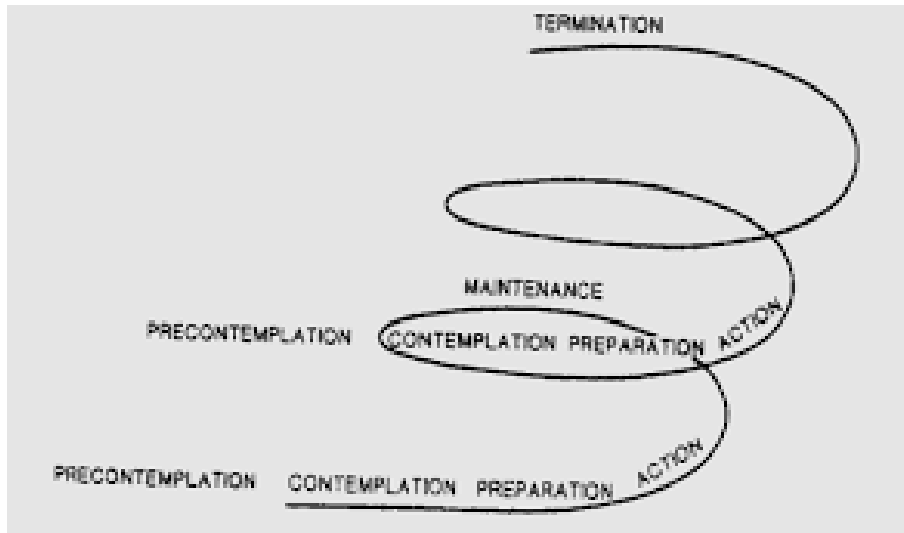


圖 1 行為改變螺旋模式

2.7 雙盲研究

雙盲研究是進行實驗時，受試者與施測人員雙方皆不知道受試者屬於實驗組或對照組，直到資料蒐集完成後核對受測者代碼才知道分組，此法可避免受測與施測兩方人為因素影響試驗結果。

以下透過雙盲研究觀察電磁波造成的生物不良反應：

1. 電磁波過敏症患者在 DECT 無線通訊的電磁波下會造成心跳過快。
2. 十位健康狀況良好的人接觸 35 分鐘的行動數位電磁波以後，會有血壓上升的現象。
3. 一位女醫生接觸了電磁波以後，就出現電磁波過敏的症狀。

2.8 電磁波安全措施

生活周遭到處都有可能電磁波，透過以下幾種方法，盡可能避免自身暴露在電磁波的環境下。

1. 當你不在使用手機通話的時候，別讓手機發出訊號。
2. 以乙太電線 (Ethernet cables) 取代無線網路。

3. 小心 DECT 無線電話基座和 DECT 嬰兒監視器。
4. 認識室外高頻電磁波發射機，不要常停留在離行動電話基地台 400 公尺以內。
5. 避免使用調光器，也以 LCD 電視取代等離子(Plasma)電視。
6. 以白熾燈取代節能日光燈。根據實驗結果（陳亞函，2009）表示，傳統鎢絲燈泡所造成的電磁波比日光燈管、省電燈泡、LED 燈來的小，以 27W/110V 傳統鎢絲燈泡為例，距離 0cm 的電磁波量為 0.5mG，完全不受影響的距離為 8cm。
7. 使用筆記型電腦時，最好跟電腦和螢幕保持一點距離、拔掉電線直接使用電池、以有線 USB 鍵盤和滑鼠取代無線鍵盤和滑鼠。
8. 注意家用電器的電線和牆壁後面和地底下的隱形電線。

2.9 電磁波安全標準

1. SAR（Specific Absorption Rate）— 手機輻射的技術標準

SAR（電磁波能量吸收率）值是指手機產品中電磁波所產生的熱能，對人體產生影響的衡量數據。目前美國聯邦通訊傳播委員會（FCC）所公佈行動電話的安全標準值為 1.6 W/Kg，而歐洲的安全標準值是世界衛生組織推薦的 2.0 W/Kg，因此只要行動電話的 SAR 值在 2.0 W/Kg 以下，都是在安全標準內。SAR 值越大，表示對人體的影響越大；反之則影響較小。

2. 行動電話、WiMAX 基地臺的安全標準值

雖然非游離輻射電磁波對人體影響十分微小，但政府仍對行動電話基地臺之電磁波暴露訂有標準。行政院環保署 90 年 1 月公告的「非游離輻射環境建議值」，其中 GSM900 MHz 的標準，需低於 0.45 W/cm^2 、GSM1800 MHz 的標準，則需低於 0.9 W/cm^2 ；而 WiMAX 的標準，需低於 1 W/cm^2 。

3. 德國健康住宅電磁波規範

德國健康住宅針對電磁波量之規範標準如下表 2。

類別	單位	安全	輕微	嚴重	極嚴重
交流電磁場 (低頻, ELF/VLF)	mG	<0.2	0.2-1	1-5	>5
無線電頻輻射 (高頻, 電磁波)	功率密度 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	<0.1	0.1-5	5-100	>100

表 2德國健康住宅電磁波規範

(改繪自 Institut für Baubiologie und Ökologie Neubeuern IBN)

4. STOA2001 歐盟議會標準

歐盟議會對於室內電磁波的安全限制值為 $100 \mu\text{W}/\text{m}^2$ 。會制定安全限制值的主要原因有以下既像原因：

1. 兒童容易受到不利於健康的影響，因此強烈不鼓勵兒童甚至是青少年使用行動裝置
2. 手機行業避免透過同齡壓力和青少年易受其他廣告的策略來造成兒童長時間使用手機
3. 保護和耳塞等設備是不能抵抗來自行動裝置的電磁輻射
4. 能避免使用者受到電磁波影響的裝置都必須透過生物測試來確定

2.10 英國國家輻射防護委員會評估報告

英國國家輻射防護委員會 (NRPB) 於2002年發表關於功率—頻率場與癌症的報告，報告中指出實驗室的研究和人類流行病學的研究無法提出證據來支持「極低頻率電磁場會致癌」。但一些流行病學報告指出，長期暴露在極高的電磁場下，會有造成兒童白血病的風險。

由於缺乏清楚明確關於成人癌症的相關證據，也缺乏對於實驗動物或體外細胞實驗之解釋，因此無法堅確的認定那樣的場強度會造成兒童白血病。但是更多的研究認為，實驗總是有一些無法確認的偏差，所以如果長期暴露在高磁場強度之下，可能會增加罹患兒童白血病的風險。

第三章 系統規劃與分析

3.1 系統規劃

透過臺東大學綠色國際大學平台，提供電磁波顯示儀表板、相關電磁波規範、電磁波的影響及改善維護建議等並參考歐盟、德國健康住宅規範，彙整並定義臺東大學健康校園的指標。

利用PowerBI儀表板呈現校園電磁波偵測結果，定期追蹤測量更新資料，讓防護工作能更完善。

3.2 系統架構

系統主要分為兩大部分，一個是綠色國際大學平台，另一個則是電磁波量測紀錄表，使用者可透過平台及儀表板觀測到校園各處的電磁波量，並針對超標的地方提出相關的建議及改善方法，也提供電磁波相關知識及防護規範等提供使用者參考。

電磁波量測人員會定期量測並記錄於資料庫中，再透過Power BI儀表板即時呈現於綠色國際大學平台。下圖 1 為系統架構圖。

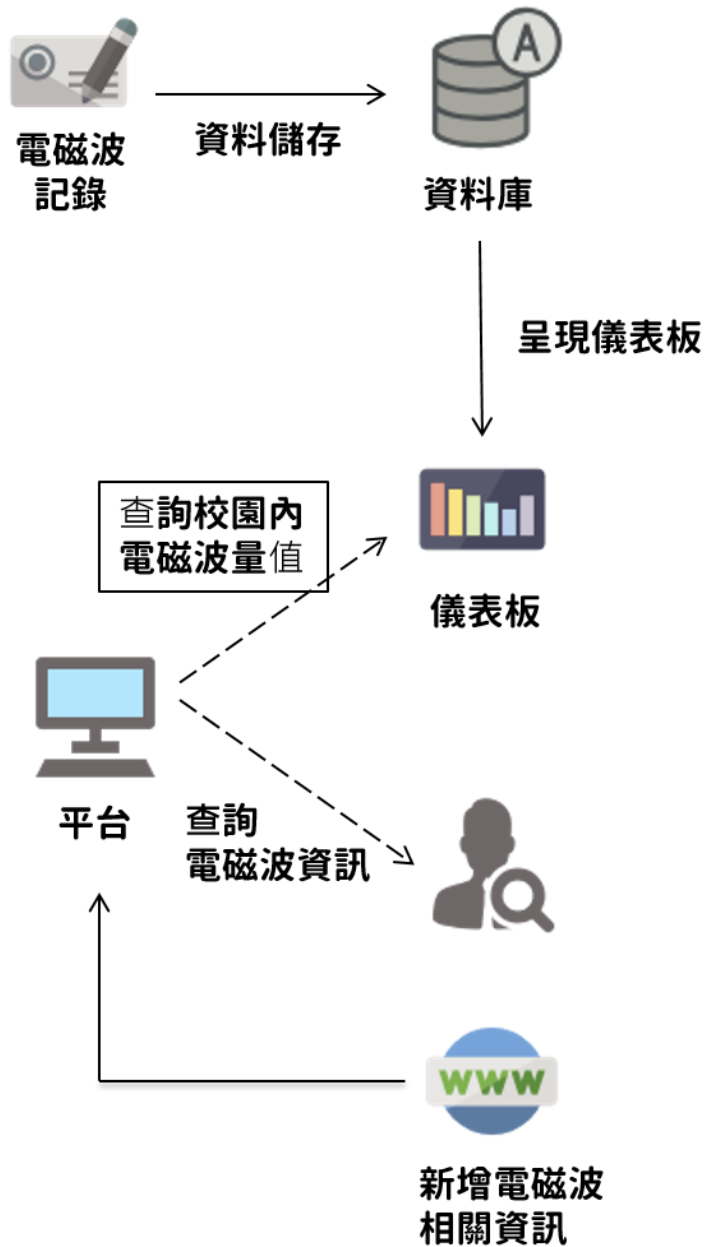


圖 2系統架構圖

使用者在平台上操作，查詢想了解的資訊，儀表板可以讓使用者簡單明瞭的查閱各處的電磁波量，馬上得知自己所在的位置是否有超標，若是有也能參考相關防護措施，一起改善、降低電磁波量。

3.3環境關聯圖

使用者主要分為兩個部分，為綠色國際大學平台及電磁波量測人員，前者負責維護並管理平台上的資訊，定期更新資料確保提供最正確的資訊給使用者。電磁波量測人員則是定期將所測得的值輸入進資料庫，並設計儀表板，方便使用者操作。

下圖 3為本系統的環境關聯圖，對象以國立臺東大學全體師生為主。

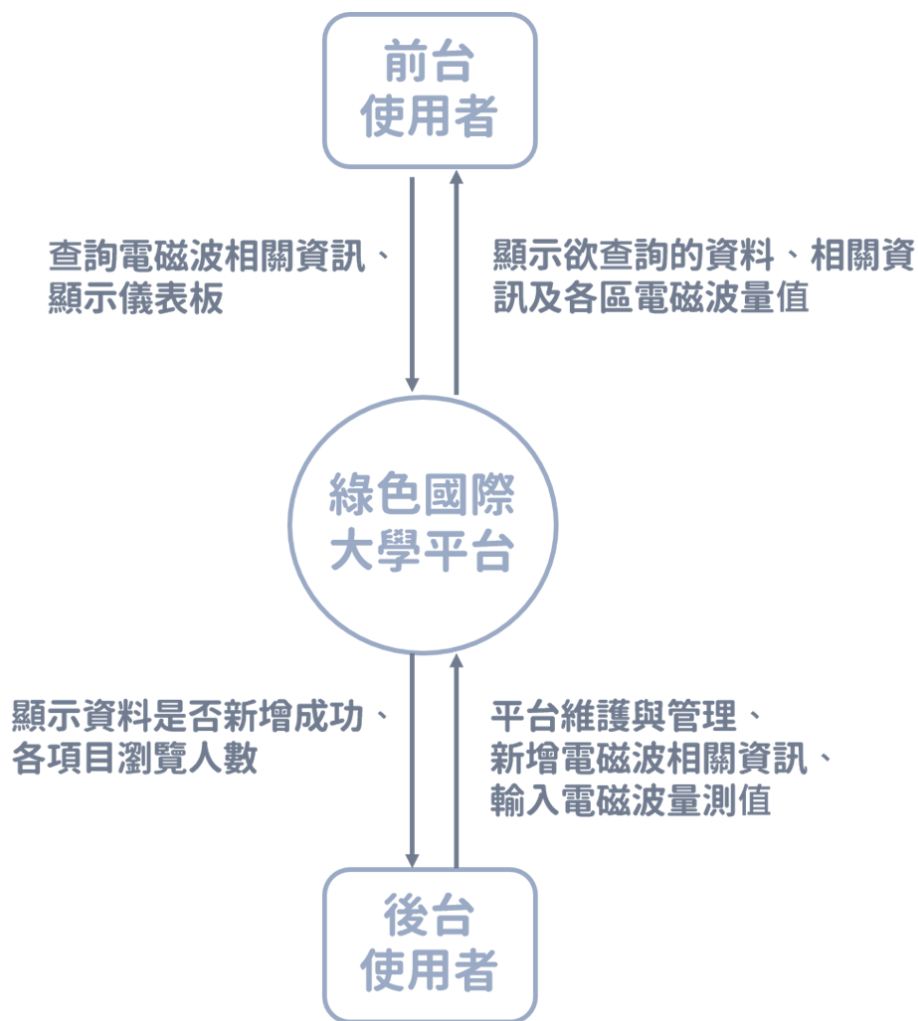


圖 3環境關聯圖

3.4 使用個案圖

使用者可透過前台網站取得所需資訊，後台可根據使用者需求以及資訊的更新進行平台的維護與管理。詳細操作方式如下圖 4。

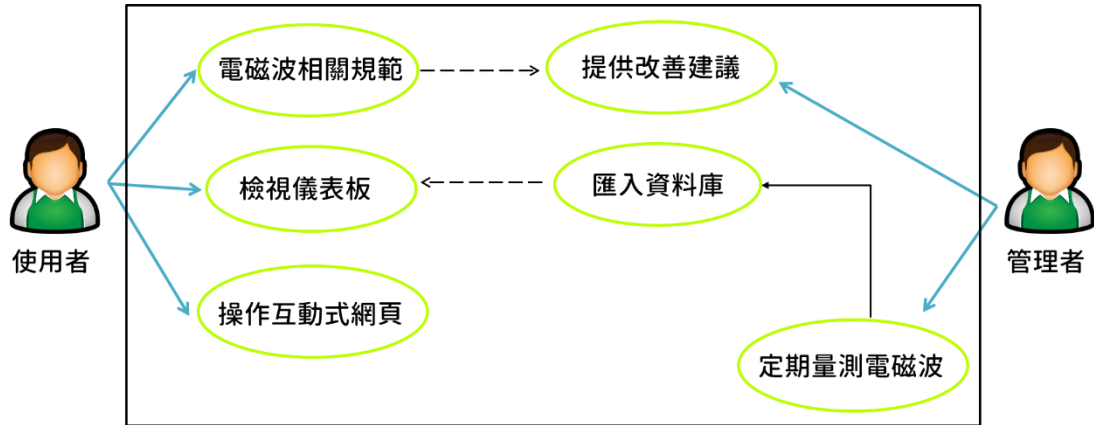


圖 4 使用個案圖

3.5 系統藍圖

系統藍圖設計著重於綠色國際大學平台及電磁波量測紀錄表兩大部分。

3.5.1 使用者介面藍圖 (一)

國立臺東大學 綠色國際大學推動委員會 International Green University Initiative at NTTU

■ 回首頁 ■ 國立臺東大學首頁 ■ 管理登入

關於我們

- 設置要點
- 白皮書
- 檔案下載
- 評比指標
- 示範點
- 綠色國際大學社群

相關連結

- 相關計畫成果
- UI Green Metric
- 臺灣綠色大學聯盟
- 教育部綠色學校夥伴網絡

健康

電磁波相關規範及理論

- 世界衛生組織 (WHO) 將電磁波列為「2B級可能致癌物」。
- 歐盟議會規定電磁波限制值為100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
- 美國聯邦通信委員會OET-65規定電磁波限制值為10,000,000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
- 德國健康住宅：

類別	單位	安全	輕微	嚴重	極嚴重
交流電磁場 (極低頻·ELF/VLF)	mG	<0.2	0.2-1	1-5	>5
無線電頻輻射 (射頻·電磁波)	功率密度 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	<0.1	0.1-5	5-100	>100

備註：
 $1\text{W}=1000\text{mW}=1000000\mu\text{W}$
 $1\text{mW} / \text{cm}^2 = 1\text{千萬}\mu\text{W} / \text{m}^2$

校本部：95092臺東市大學路二段369號 電話(總機)：089-318855 傳真：089-517316
 24小時校安緊急專線：089-517119 校務建言信箱：president.mailbox@nttu.edu.tw
 國立臺東大學版權所有 © 2012-2014

圖 5 使用者介面藍圖

上圖為國立臺東大學綠色國際大學平台呈現畫面藍圖，將提供相關規範供使用者參考。使用者可根據網頁提供的資訊進行點選。

3.5.2 使用者介面藍圖 (二)



圖 6 互動式網頁藍圖

在綠色國際大學平台上設計一個互動式頁面，希望透過實驗做一個動畫，讓使用者明確了解 wifi、3G、4G 網路開與關的電磁波量差異。

3.5.3 電磁波量測記錄藍圖

日期

地點	mV/m	μA/m	μW/m ²	μW/cm ²	時間(24h)
室內					
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

各個測試點

圖 7 電磁波量測紀錄表藍圖

量測人員透過記錄表輸入資料，輸入內容主要為日期、時間、量測人員及校園各處電磁波量，資料送出後會進到資料庫，儀表板也會同步進行更新。

3.5.4以地圖方式呈現儀表板

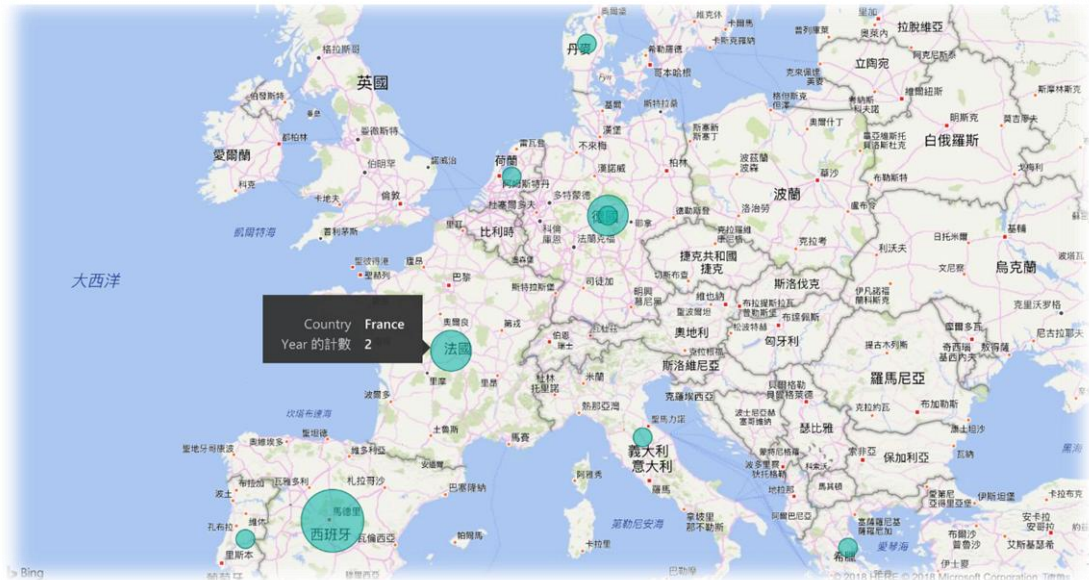


圖 8儀表板以地圖方式呈現

上圖 6是以歐洲足球聯賽做範例在儀表板上呈現的結果，希望蒐集校園各處座標，將電磁波儀表板以地圖呈現各區電磁波量，綠色圓圈越大則代表電磁波量越高，讓使用者容易查閱。

第四章 系統設計與實作

4.1 系統內容

1. 系統呈現的內容概括以下幾種：
2. e-page(綠色國際大學平台)
3. PowerBI
4. 資料庫
5. 建立儀表板
6. 資料庫結合PowerBI
7. 資料倉儲設計

4.2 系統設計

(一) 國立臺東大學 綠色國際大學推動委員會

1. 能提供使用者電磁波相關資訊
2. 建立一個互動式的網頁與動畫
3. 電磁波量儀表板

(二) 電磁波量測

1. 建立一個能讓量測人員紀錄的網頁
2. 測量結果輸入後進到資料庫
3. 資料庫結合PowerBI，呈現儀表板

4.3 綠色國際大學平台資訊

平台上所提供的資訊主要分為以下幾種：

1. 德國健康住宅規範

2. 十個電磁波安全措施
3. 電磁波規範表
4. 電磁波過敏症
5. 相關組織、單位介紹
6. 電磁波規範佐證資料
7. 為甚麼歐盟議會要對電磁波量限制
8. 電磁波對於生活上的影響（電費、行動網路造成的電磁波實驗）

4.4 e-page

透過e-page將要呈現在平台上的資訊、內容新增進去。

The screenshot shows the ePage platform interface. At the top, it says "Welcome, amber" and "12". Below this is a navigation bar with tabs for "首頁", "模組管理", "連結模組", "頁面樣式變更", "自定模組", and "內容管理". There are four main buttons: "快速設定", "頁面建立", "模組管理", and "常用功能". Below these are tabs for "最近修改", "最新加入的會員", and "今日提醒". The main content area features a table with the following data:

資訊名稱	修改日期	操作
92年綠色數位競爭力計畫	2018-03-16 13:03	[Edit] [Delete] [Copy]
指標介紹	2017-11-29 20:24	[Edit] [Delete] [Copy]
綠色國際大學青年學苑	2017-11-23 17:57	[Edit] [Delete] [Copy]
關於世界綠色大學評比	2017-11-23 12:10	[Edit] [Delete] [Copy]
使用能源效率設備取代傳統設備(%)	2017-11-22 01:52	[Edit] [Delete] [Copy]
紙類與塑膠類減量	2017-11-22 01:26	[Edit] [Delete] [Copy]
校園資源回收	2017-11-22 01:05	[Edit] [Delete] [Copy]
綠色樂活大學推動委員會設置要點	2017-11-22 00:49	[Edit] [Delete] [Copy]
綠色大學白皮書	2017-11-22 00:48	[Edit] [Delete] [Copy]
年度用电量	2017-03-25 15:48	[Edit] [Delete] [Copy]
更多...		

At the bottom left, it says "Powered by HeimaVista Inc." with the HeimaVista logo.

圖 9 e-page平台項目管理



圖 10 e-page新增資訊

4.5 互動式網頁

為了讓使用者更瞭解電磁波對自身以及生活周遭的影響，想要透過實驗，並且將實驗結果以動畫或影片等有趣的方法來呈現。

實驗的內容主要分為：

1. Wifi、3G、4G 網路開與不開對電磁波量的差異
 - 採用2~3種不同品牌的手機，每一個品牌約使用2~3隻手機進行實驗
2. 控制網路的使用量電費會不會有所不同(是否能省錢?)
3. 先紀錄目前的電費，實際控制網路使用量(不用時關閉)觀察電費是否有所減少

4.6 Power BI 儀表板

將量測人員所輸入的資料匯入至PowerBI呈現儀表板，方便使用者瀏覽。

在Power BI匯入資料，可以從任意位置將想要呈現在儀表板上的資料匯入，無論是Excel資料表、文字檔、資料庫皆可匯入。畫面如圖 9。

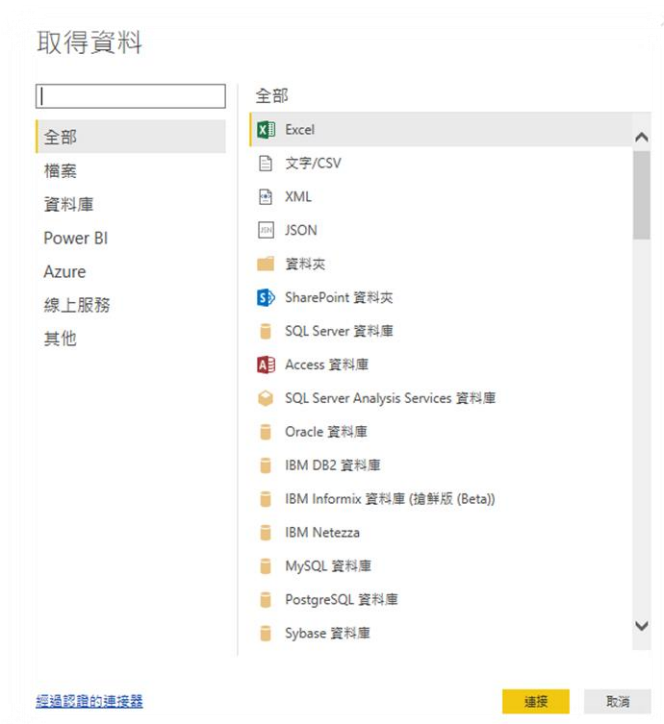


圖 11 Power BI儀表板匯入資料

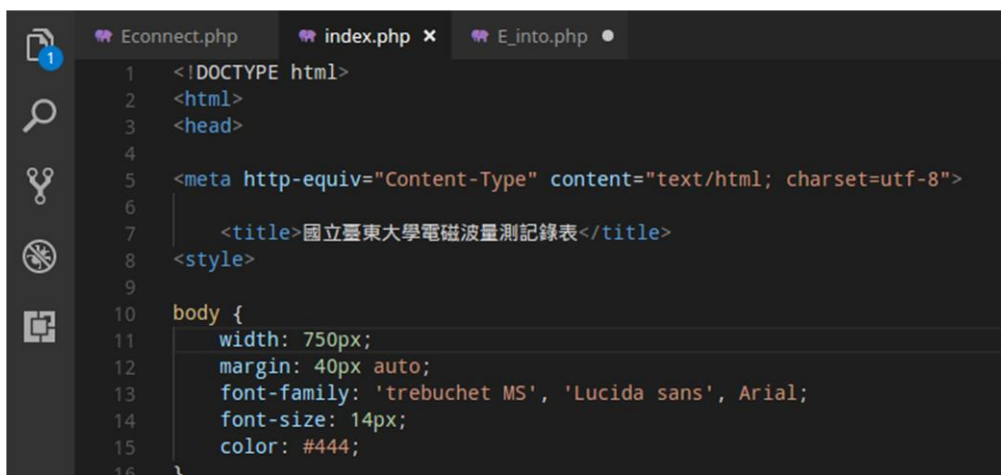
在工作區針對個人需求製作各式的報表、儀表板，根據使用者匯入的資料，會顯示資料裡面的各項資料表。點選想要的圖表和資料表，即可開始製作。



圖 12 Power BI儀表板設計

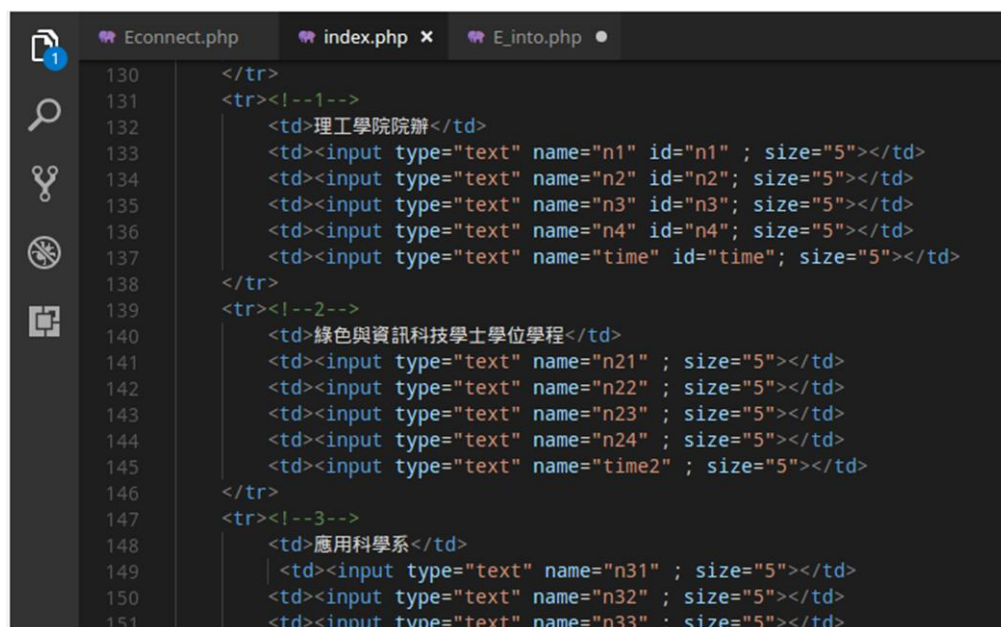
4.7 網頁設計

使用HTML建立一個紀錄電磁波量的網頁，想呈現一種較簡單明瞭的網頁，由於量測的範圍涵蓋了整個校園，數量多、量測單位也有許多種，所以用最容易使用的表格來呈現。畫面如圖 11及圖 12。



```
1 <!DOCTYPE html>
2 <html>
3 <head>
4
5 <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8">
6
7 <title>國立臺東大學電磁波量測記錄表</title>
8 <style>
9
10 body {
11   width: 750px;
12   margin: 40px auto;
13   font-family: 'trebuchet MS', 'Lucida sans', Arial;
14   font-size: 14px;
15   color: #444;
16 }
```

圖 13電磁波紀錄表設計(1)



```
130 </tr>
131 <tr><!--1-->
132 <td>理工學院院辦</td>
133 <td><input type="text" name="n1" id="n1" ; size="5"></td>
134 <td><input type="text" name="n2" id="n2"; size="5"></td>
135 <td><input type="text" name="n3" id="n3"; size="5"></td>
136 <td><input type="text" name="n4" id="n4"; size="5"></td>
137 <td><input type="text" name="time" id="time"; size="5"></td>
138 </tr>
139 <tr><!--2-->
140 <td>綠色與資訊科技學士學位學程</td>
141 <td><input type="text" name="n21" ; size="5"></td>
142 <td><input type="text" name="n22" ; size="5"></td>
143 <td><input type="text" name="n23" ; size="5"></td>
144 <td><input type="text" name="n24" ; size="5"></td>
145 <td><input type="text" name="time2" ; size="5"></td>
146 </tr>
147 <tr><!--3-->
148 <td>應用科學系</td>
149 <td><input type="text" name="n31" ; size="5"></td>
150 <td><input type="text" name="n32" ; size="5"></td>
151 <td><input type="text" name="n33" ; size="5"></td>
```

圖 14電磁波紀錄表設計(2)

4.8 資料庫設計

建立資料庫以存放每一次的量測記錄，使用phpMyAdmin建立資料庫，用來存放量測結果，並且結合PowerBI呈現儀表板。

每一個測量地點皆有一個資料表，整個校園一共設置了39個量測點，以下將以理工學院院辦資料表為例，欄位共有六項，分為電磁波的四個量測單位、時間及量測人員。畫面如圖 13。

欄位名稱	型態 (長度)	屬性	敘述
n1	varchar(50)		單位：mV/m
n2	varchar(50)		單位：μA/m
n3	varchar(50)		單位：μW/m ²
n4	varchar(50)		單位：μW/cm ²
time	varchar(50)		時間(24H)
member	varchar(50)		量測人員

圖 15 資料庫資料表

第五章 系統展示與評估

5.1 系統完成度評估

根據系統實際完成及可否上線狀況進行評估，詳細如下圖 14。

1. 完成度

根據系統實際完成狀況來評估（0~5）。

2. 網頁呈現

根據系統是否可實際上線供使用者使用（0~1），0為可以上線、1為尚在調整。

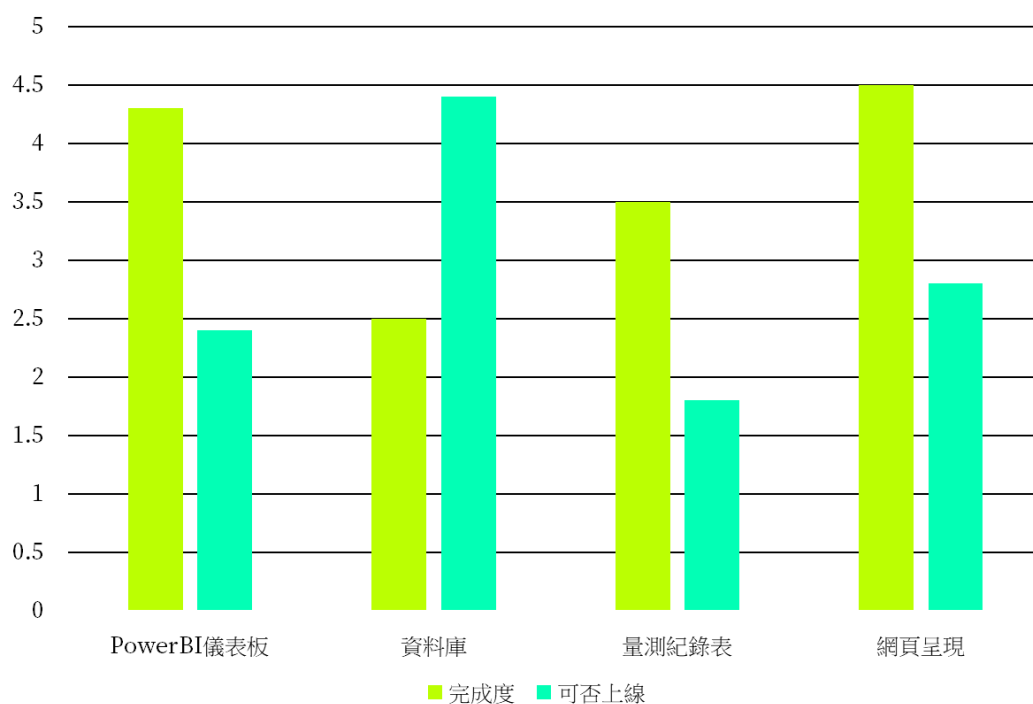


圖 16系統完成度評估

5.2 系統操作

以下將以使用者及管理者兩種不同操作情境來呈現本系統功能。

5.2.1 使用者

操作情境：學生A是國立臺東大學大一新生，想要了解知本學苑第二宿舍的電磁波情況。

操作步驟一：到國立臺東大學綠色國際大學推動委員會平台查閱電磁波量顯示儀表板，並選取欲了解的學院或系所。查詢畫面如下圖 15，由圖即可得知知本學苑第二宿舍的電磁波量。

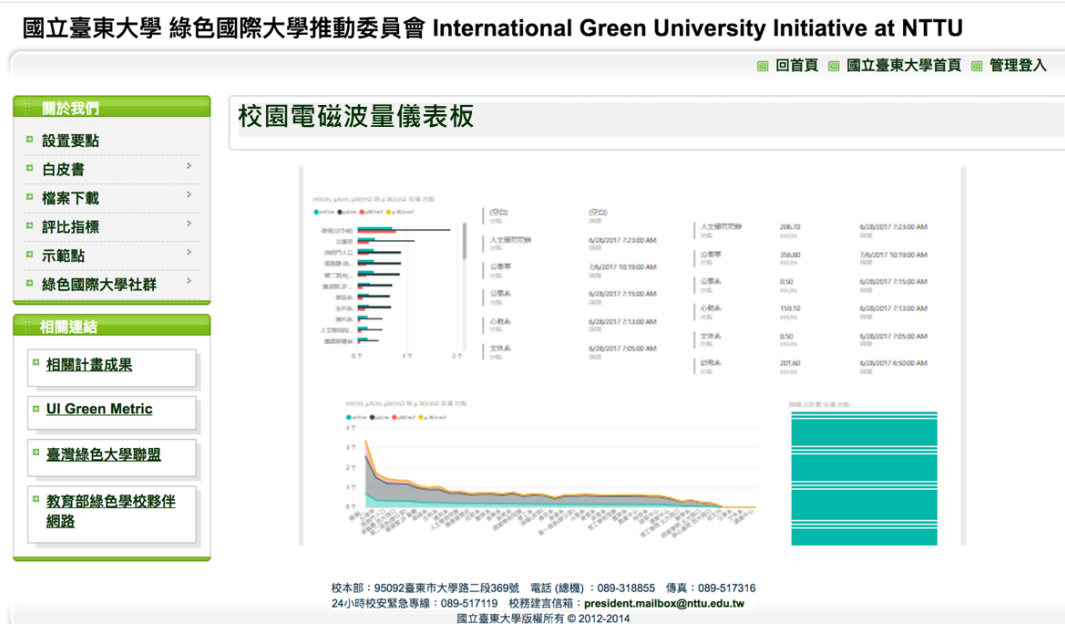


圖 17 使用者操作介面

操作步驟二：由步驟一的儀表板可以看到「知本學苑第二宿舍」的電磁波量為 $182.56 \mu W/m^2$ ，接著到電磁波規範表頁面查詢是否超標，結果發現已超過歐盟議會之標準。查詢畫面如圖 16。

- 關於我們
- 設置要點
- 白皮書
- 檔案下載
- 評比指標
- 示範點
- 綠色國際大學社群

- 相關連結
- 相關計畫成果
- UI Green Metric
- 臺灣綠色大學聯盟
- 教育部綠色學校夥伴網路

健康

電磁波相關規範及理論

類別	單位	安全	輕微	嚴重	極嚴重
交流電磁場 (極低頻, ELF/VLF)	mG	<0.2	0.2-1	1-5	>5
無線電頻輻射 (射頻, 電磁波)	功率密度 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	<0.1	0.1-5	5-100	>100

備註：
 $1\text{W}=1000\text{mW}=1000000\mu\text{W}$
 $1\text{mW}/\text{cm}^2 = 1\text{千萬}\mu\text{W}/\text{m}^2$

校本部：95092臺東市大學路二段369號 電話(總機)：089-318855 傳真：089-517316
 24小時校安緊急專線：089-517119 校務語言信箱：president.mailbox@nttu.edu.tw
 國立臺東大學版權所有 © 2012-2014

圖 18使用者查詢介面

5.2.2 管理者

操作情境：學生B是校內電磁波量測人員，想要登入所測結果。

操作步驟一：到國立臺東大學電磁波量測紀錄表輸入資料，表格分為室內、室外兩大類，每個地點都必須輸入四種單位的測量值及測量時間，全部輸入完畢再送出資料進資料庫。畫面如下圖 17。

電磁波量測記錄表

日期： >

地點	mV/m	$\mu\text{A}/\text{m}$	$\mu\text{W}/\text{m}^2$	$\mu\text{W}/\text{cm}^2$	時間(24h)
室內					
理工學院院辦	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
綠色與資訊科技學士學位學程	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
應用科學系	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
生命科學系	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
應用數學系	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
資訊管理學系	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
資訊工程學系	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
農產中心	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
人文學院院辦	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
英美語文學系	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

圖 19量測人員操作介面

操作步驟二：確認是否成功將資料輸入進資料庫，資料輸入後會出現以下兩種結果。畫面如圖 18及圖 19。

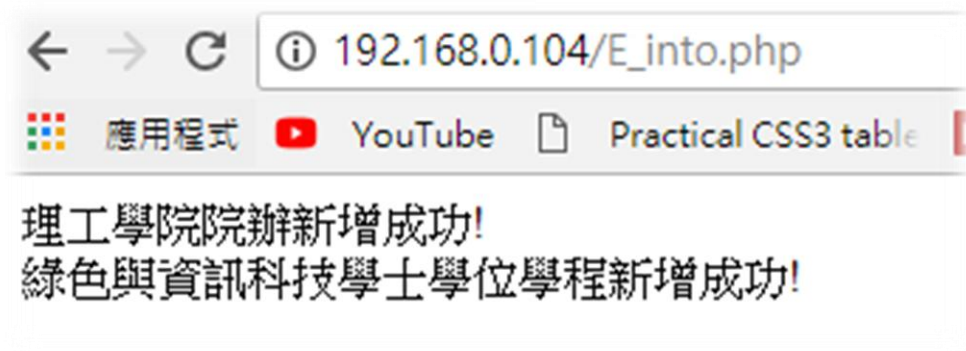


圖 20資料庫新增成功

上圖 18這種結果代表資料新增成功，所有資料皆有進到資料庫。



圖 21資料庫新增不完整

上圖 19這種結果代表資料新增不完全，由圖可知「理工學院院辦」未輸入資料，是空值，「綠色與資訊科技學士學位學程」的資料則有成功輸入進資料庫。

5.3 資料庫介面展示

由下圖 20可知資料庫裡每一個量測點都是獨立的資料表，由於數量眾多，若要查詢過去的量測記錄較不易搞混，根據要查詢的地點進行選取，即可查看資料表裡詳細記錄的每一項資料。

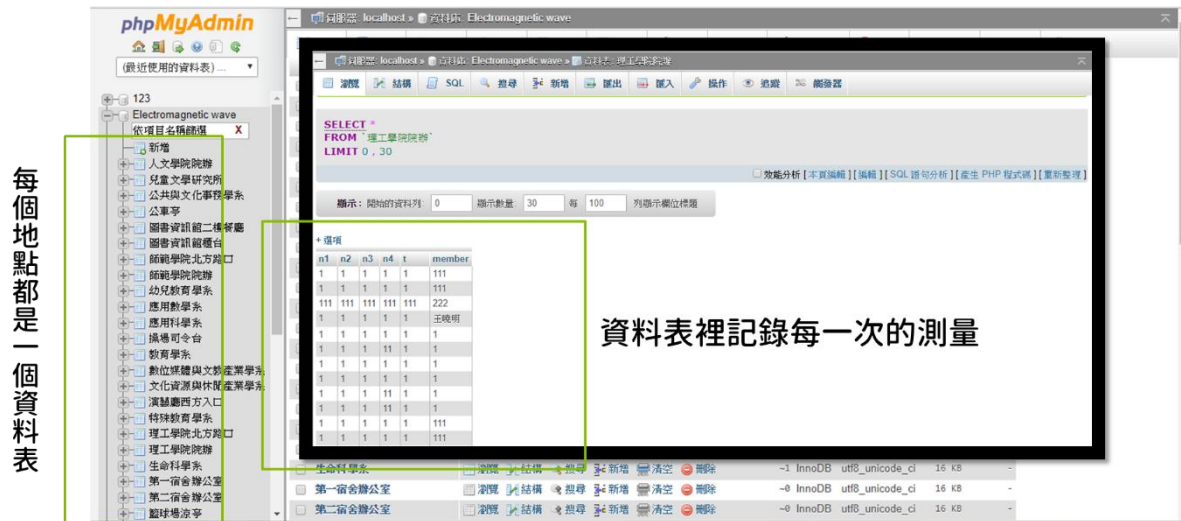


圖 22 資料庫介面

5.4 Power BI 儀表板

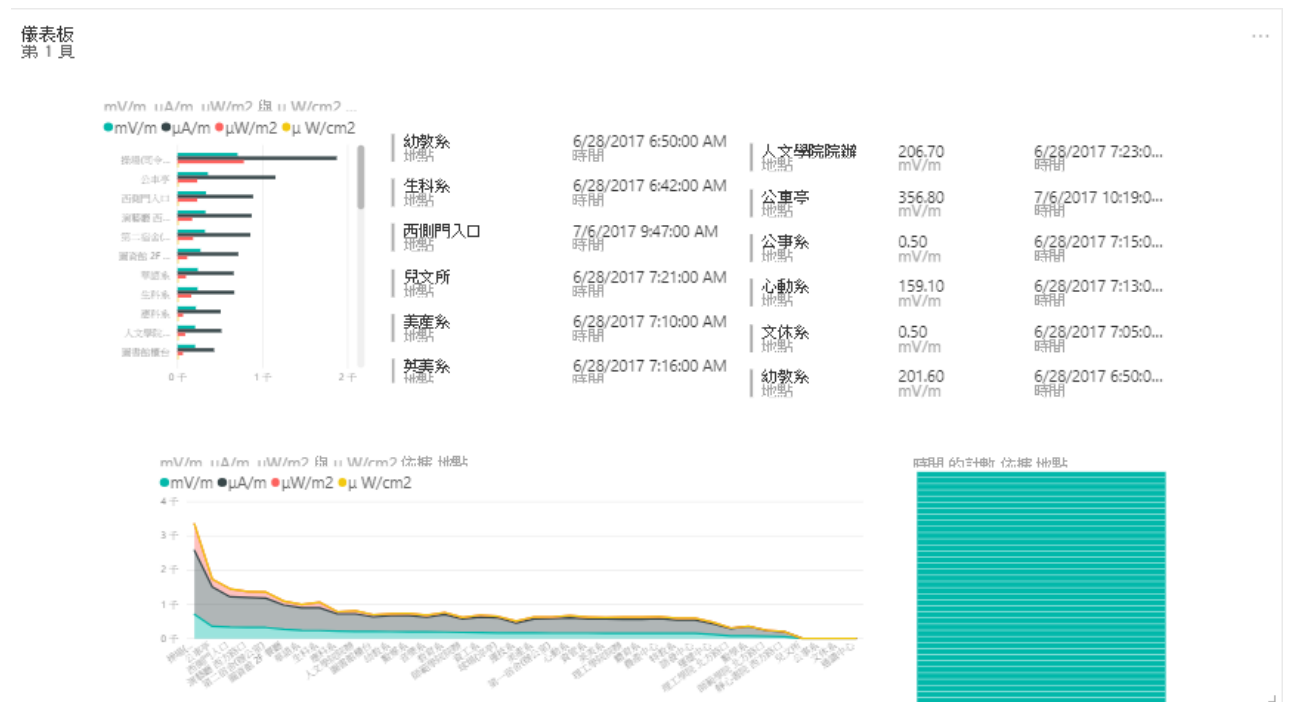


圖 23 Power BI 儀表板

上圖 21為Power BI儀表板畫面，由左到右由上到下說明。

1. 圖一為校園各個測量處及四個量測值的呈現，方便使用者清楚且容易查閱。
2. 圖二為校園各個測量處及測量時間的呈現。
3. 圖三為主要量測單位 (mV/m) 及測量時間的呈現，這兩張表可讓使用者將時間、地點與測量結果對照，進而了解那些時段的電磁波量容易超標。
4. 圖四同圖一為校園各個測量處及四個量測值的呈現，色彩話與圖形化的呈現方式可以馬上清楚的看出各個量測地點的電磁波量差異。
5. 圖五為搜尋工具，例如欲查詢「理工學院院辦」的電磁波量，則只需要按下在圖五上「理工學院院辦」的圖示，其餘四張圖將只呈現「理工學院院辦」的記錄，其餘則不會顯示。

第六章 結論與討論

6.1 結論

透過平台的建立，提倡大家時時注意身邊任何可能造成環境傷害的裝置並且降低校園裡的電磁波量，參考健康指標及其他電磁波相關規範，使校園電磁波量維持在一定標準內，讓師生能夠在健康的校園裡更有效的學習。

在網頁設計及資料庫設計上，因為項目很多，測量單位又必須精確，所以資料庫的設計常常一改再改，但由於數量很多，只要是一小個細節要修改就要花費許多時間。

設計PowerBI 儀表板時，所呈現的數值有時候會自動換為整數，但電磁波測量結果都一定會有小數點，且為了計算精確所以小數點不能捨去，所以為了讓儀表板仍然能清楚地呈現所以在儀表板製作過程中，單位數字的部分要更多注意。

6.2 成果轉化

本專題的所有資料是要放上國立臺東大學綠色國際委員會的平台上，由於現在系統所連結的只是一般的資料庫，所以要再設計並將資料整合移至平台的資料倉儲，也會針對量測人員的反饋及需求將系統設計的各完善、精緻。

資料倉儲設計如下圖 22。

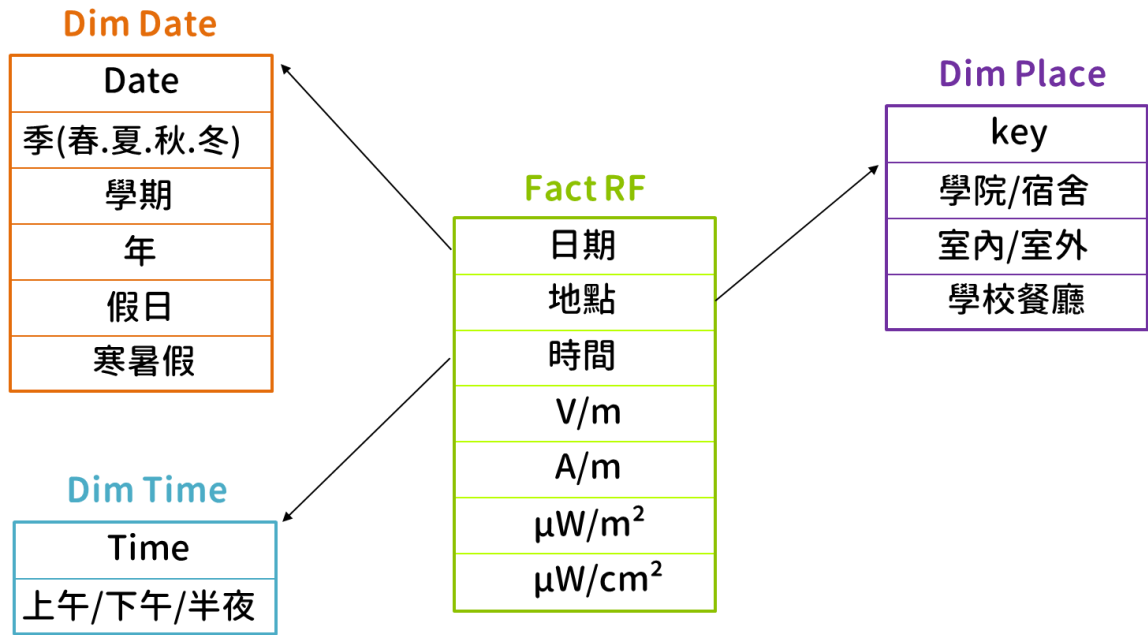


圖 24 資料倉儲設計

6.3 未來發展

未來希望能為平台發展推波系統，提供自動推波功能讓全校師生都能及時得到最新的資訊，透過此系統減少使用者查詢資訊所花費的時間，也較能達到立即改善的效果。

參考文獻

- (無日期). 擷取自 National Radiological Protection Board:
<http://www.nrpb.org/faq/emf/index.htm>
- (2008). 擷取自 TEPCA 台灣電磁輻射公害防治協會: <http://tepca.blogspot.com/>
- (2010). 擷取自 EMFWISE: <http://emfwise.com/zh-tw/>
- (2011). International Journal of Neuroscience.
- Health Effects from Radiofrequency Electromagnetic Fields. (2013). Documents of the NRPB. National Radiological Protection Board.
- PARLIAMEN TEUROPEAN. (2001年3月). THE PHYSIOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL EFFECTS OF NON-IONISING ELECTROMAGNETIC RADIATION.
- Society Medical Massachusetts. (1997). The New England Journal of Medicine.
- 行動通訊電磁波. (2017). 擷取自 國家通訊傳播委員會:
http://memf.ncc.gov.tw/site_node.aspx?sn=430
- 何佳琪. (2013). 電磁波健康效應之評估報告. 國家衛生研究院 — 國家環境毒物研究中心.
- 高君陶. (2003). 電磁波與生活. 中山女高學報, 頁 41-48.
- 高淑芬, 邱紹華. (2013). 電磁波風險爭議分析與風險治理之省思 The Analysis of EMF Risk Controversies and Reflection on Risk Governance. 國家發展研究, (頁 13:1·41-92).
- 康家偉. (2016). 環境電磁波曝露比值之量測與數據分析. 國立臺灣海洋大學通訊與導航工程學系.
- 黃婷意. (2006). 電磁波安全不安全? 解構電磁波爭議之風險知識. 國立清華大學歷史研究所.

國立臺東大學執行教育部 107 年高教深耕計畫

成果報告書

道路水位警示系統

主持人：國立臺東大學資訊工程學系 范揚興教授

參與學生：

資工系 曾鵬儒 10511228

資工系 葉明蒼 10611233

資工系 陳泓霖 10611224

中華民國 107 年 12 月

前言

由於台灣是屬於海島型氣候，夏季的颱風通常威力驚人，加上氣候暖化，讓近年來許多不曾淹水的地方受到嚴重的災害，我們的組員也曾經遭遇過兩次由颱風帶來嚴重災害，家園泡在水中，許多家具泡水腐蝕，深感痛苦。為了可以提早準備，或是提醒未發現淹水的群眾，因此設計了此款「道路水位警示系統」。

這個道路水位警示系統的目的，就是藉由它來偵測水位高低，當水位過高時，會藉由蜂鳴器通知使用者，以便進行防災或逃離，來達到設計這個系統的目的。

提早通知使用者，令使用者可以盡早做準備，避免家具及其他貴重物品受到淹水的襲擊，使得更多家具泡水腐蝕，無法使用，臺灣更需要這方面的技術，尤其是靠海、長年深受淹水困擾的民眾，如果有辦法知道水位大概的位置，就可以盡早做出防災準備。

目錄

前言 1

文獻探討 5

1-1. 關於淹水災情之颱風影響力 5

1-2. 對於水災的成因分析 6

1-3. 海水溫度對於降雨量的影響 7

1-4. 臺灣的排水系統分析 8

系統規劃與分析 9

2-1. 開發版 9

2-2. 水位偵測模組 10

2-3. LCD 液晶顯示模組 11

2-4. 免焊萬用電路板 12

2-5. 蜂鳴器 13

2-6. 水位感測模型盒 14

系統設計與實作 15

3-1. 程式碼 15

3-2. 開發板、元件與測試模型的組合 17

系統展示與評估 20

4-1. 感測器是否正常 20

4-2. 測試水位升高時，警報是否正常 20

4-3. 測試水位降低時，是否解除警報 20

4-4. 實作圖 21

結論與未來發展 22

5-1. 總結概要 22

5-2. 結論與研究成果 23

5-3. 未來發展、展望 24

附件 25

一. 文獻探討

1-1 關於淹水災情之颱風影響力

依據交通部中央氣象局對於臺灣有紀錄(1958)至現今的數據統計，約有 400 個颱風侵襲，每年平均有 6.8 個颱風訪臺，而其中強烈颱風佔了 1/3。而 1958 年到 2016 年間，因颱風而死亡失蹤人數 4,388 人，受傷人數 15,010 人，房屋全倒約 11.9 萬戶，半倒約 22.2 萬戶，財物損失更是以億為單位起跳。因全球暖化，損失近年來有逐漸上升的趨勢，難以計數。

以下是近 20 年來重大颱風侵襲損失表

颱風名稱	侵臺時間	死亡失蹤 人數	受傷人數	屋毀戶數	農業損失金額 (當年)
海棠	94.7.18	15	31	33	約 68 億元
柯羅莎	96.10.6	13	128	30	約 76 億元
薔蜜	97.9.28	5	65	7	約 63 億元
莫拉克	98.8.8	703	1555	349	約 101 億元
凡那比	99.9.19	2	61	79	約 85 億元
蘇德勒	104.8.08	12	439	167	約 96 億元
梅姬	105.9.26	8	714	122	約 169 億元

大部分淹水情形是豪雨導致，並分為以下幾種。豪雨帶來的泥沙淤積導致排水不佳，或是地形造成排水效率不佳，地下水超抽導致地層下陷，海平面水位配合漲潮湧進臺灣陸地，造成嚴重的淹水現象發生。

1-2. 對於水災的成因分析

依據氣候天氣災害研究中心統計，隨著人口的增加，經濟的成長，臺灣歷年來的洪災損失有逐年上升的趨勢，而且上升得非常迅速。而損失上升的可能原因為兩點，都市化與氣候暖化，隨著經濟開始擴展，開始興建漁塭，超抽地下水導致地層下陷，暴雨來襲時將無法把積水順利排出，若是遇上漲潮，那將加大排水的難度。

而依據科學人雜誌提出的研究報導，全球暖化導致聖嬰現象、反聖嬰現象的極端劇烈化，令海水變暖，而暖和海水便是颱風的溫床，配合季風，對於全球造成巨大的迫害，今年(2018)的 7、8 月有多達 14 個颱風就是個實際的例子。

1-3. 海水溫度對於降雨量的影響

依據科學人雜誌提出的研究報導，海溫上升 1℃，降雨量就增加 19%，而利

用高中所學，當熱帶氣旋的水氣增加，水氣凝結，釋放潛熱，導致更多空氣上升，流入氣旋的風速也隨著增加。所以海溫上升，風速就跟著增加，這樣風就可以帶著更大量的水氣進入熱帶低壓，導致颱風形成，而海溫帶來的影響持續著，造成風暴挾帶著大量的水氣，一旦進入陸地，將帶來超大豪雨以及強風。而自 1970 年來，海水溫度上升了 0.6°C ，也就是近 40 年來，大氣裡的水氣增加了 4%，相對的降雨量也增加了 8%，由此可知，不論是理論還是觀測結果都顯示了，當地球變得更暖，颱風的強度會持續增加，雖然這不直接證明颱風的數量也會增加，但降雨量的增加是顯而易見的。

1-4. 臺灣的排水系統分析

依據經濟部水利署水利規劃試驗所所提供的數據，經分析後，發現臺灣的排水系統水準高於世界水平之上，但臺灣的降雨量也是世界水平之上，也因此

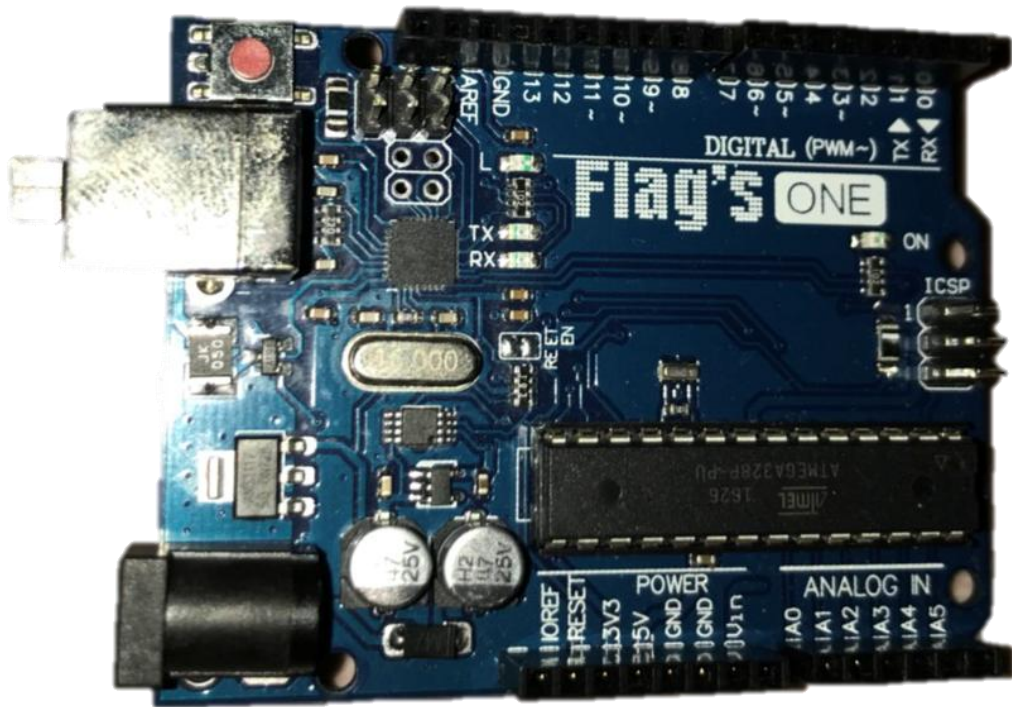
招架不住。例如臺北可承受的時雨量目前是 77 毫米，但因對流引響旺盛，曾出現好幾次，每小時時雨量高達 90 以上，造成積水無法及時排出，導致淹水。

二. 系統規劃與分析

2-1. 開發版

一開始我們利用一塊 Flag's ONE 主控制板，配合 arduino 來進行撰寫程式及燒錄，以及與其他配件的連接，都需要這塊開發版，也是最重要的組件。

開發版如圖：



我們用其來撰寫水位感測、警報器(蜂鳴器)、LCD 顯示器的程式碼。

2-2. 水位偵測模組

再來要接上水位偵測模組，顧名思義，是用來偵測水位高度的。

水位偵測模組圖如下：



我們利用它來偵測水位高度後，回傳到開發版上做處理，以便於我們下一步要做的情況判斷。

它具有暴露的平行導線線跡測量其水滴/水量大小從而判斷水位。進而完成水量到模擬信號的轉換，輸出的模擬值可以直接被 Arduino 開發板讀取，達到水位報警的功效。

而它的工作溫度也是適合用來偵測與水及積水的 $10^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，既不會令感測器被破壞，也是個適合的好選擇。

2-3. LCD 液晶顯示模組

當開發版接收到水位的相關數據後，在做完程式處理後，會將需要知道的結果顯示到這塊 LCD 液晶顯示模組上。

LCD 液晶顯示模組如下圖：

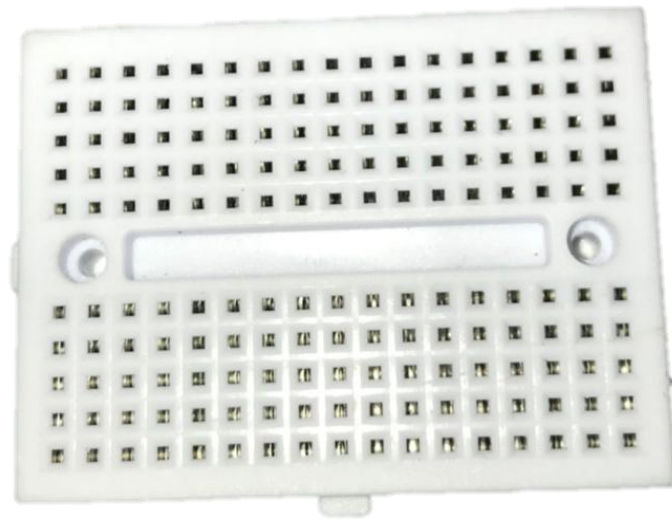


他將會顯示目前的水位高度，令使用者有更多判斷的時間，去做一些防災的措施或是準備。

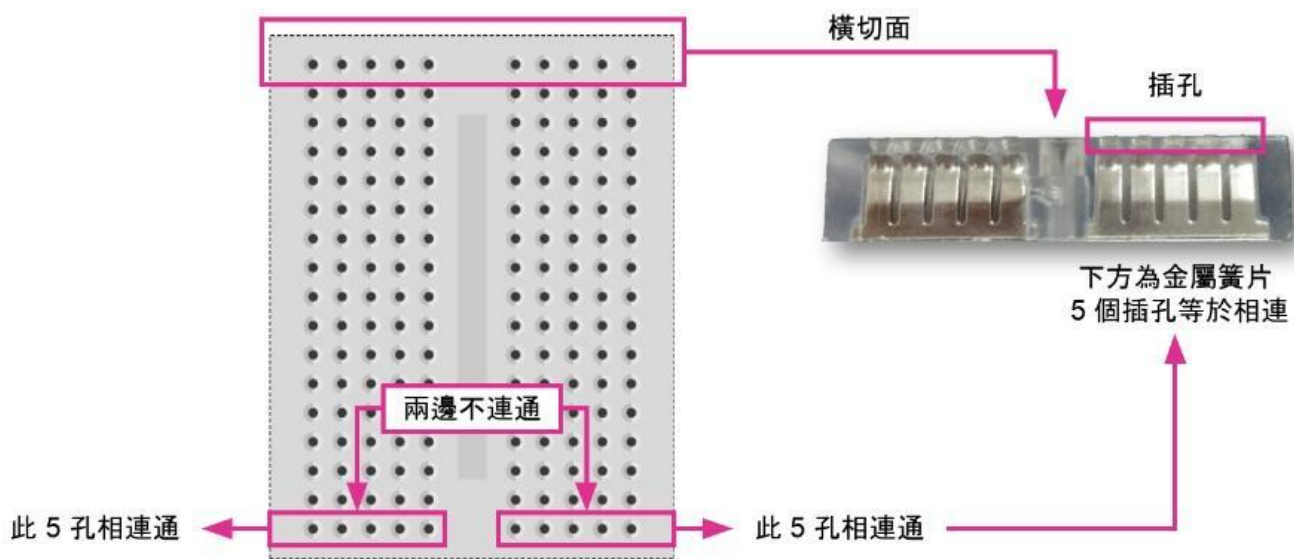
2-4. 免焊萬用電路板(麵包板)

免焊萬用電路板，也就是俗稱的麵包板，是電子電路設計中所常用的一種基底，顧名思義就是不用到手工焊接，只要插著接線便可以使用，但左右並不可以相連。

下圖為麵包板：



使用說明：



2-5. 蜂鳴器

我們利用蜂鳴器來發出聲音提醒使用者，水位到達某種程度了，需要注意。

下圖為蜂鳴器：



利用開發板連接蜂鳴器，當水位危險時，程式會判斷是否讓蜂鳴器發出聲音來警告使用者。

2-6. 水位感測模型盒

我們最後自製了一款水位感測模型，利用簡單的素材要來模擬淹水時的現象及開發板與其他元件的架設。

下圖為水位感測模型盒：



我們必須將開發板與其他的元件按裝在上方的藍色塑膠瓦楞板，然後在下方的紙箱作為實驗地點，以不透水的塑膠布覆蓋，形成一個簡單方便的實驗地點。

三. 系統設計與實作

3-1. 程式碼

在實作部分，我們以購買來的開發板作為基礎，在原先的程式碼基礎上，加入適當的設定，讓它更適合在模擬道路的部分做延伸。以下是程式碼及註解。

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

int WaterLevel;//設置一個目前水位變數
boolean WhetherWarning;//布林函數是否發出警告

LiquidCrystal_I2C __flagI2CLCD( 0x3F, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);//設定LCD及其腳位

String __rightPaddingStr(String content, int width) {
    int len = content.length();
    for(int i = 0; i < (width - len); i++)
        content += " ";
    return content;
}

void BuzzerAlarm() { //定義是否讓蜂鳴器警報並讓LCD閃爍
    __flagI2CLCD.backlight();//開啟LCD背光
    digitalWrite(6, HIGH);//設腳位6為高電位
    delay(300);//延遲0.3秒
    __flagI2CLCD.noBacklight();//關閉LCD背光
    digitalWrite(6, LOW);//設腳位6為低電位
    delay(300);//延遲0.3秒
    __flagI2CLCD.backlight();//開啟LCD背光
}

// setup() 會先被執行且只會執行一次
void setup() {
    __flagI2CLCD.begin(16,2);
    pinMode(A0, INPUT);
    pinMode(6, OUTPUT);

    __flagI2CLCD.setCursor(0, 0);//清除第0列
    __flagI2CLCD.print(__rightPaddingStr(String(u8"Current level:"), 16)); //顯示文字
    WhetherWarning = false;//是否發出警報設為假
}

// loop() 裡面的程式會不斷重複執行
void loop() {
    WaterLevel = analogRead(A0);
    __flagI2CLCD.setCursor(0, 1);//清除第一列
    __flagI2CLCD.print(__rightPaddingStr(String(WaterLevel), 16)); //在第一列顯示目前水位
    if (WaterLevel > 480) { //如果目前水位高於480
        WhetherWarning = true; //設是否發出警報為真
    } else if (WaterLevel < 450) { //如果目前水位低於450
        WhetherWarning = false; //設是否發出警報為否
    }
    if (WhetherWarning == true) { //如果是否發警報為真
        BuzzerAlarm(); //呼叫蜂鳴器的函式
    } else {
        delay(300); //否則延遲0.3秒
    }
}
```

在程式碼的部分，大致的意思是如下：

1. 設定水位變數
2. 設定一個布林函數來判別蜂鳴器 LCD 與是否發出聲音及閃爍
3. 設定開發板及其他元件的腳位
4. 設定蜂鳴器
5. 寫入蜂鳴器發聲的待判別事件

接下來是系統啟動時的設定

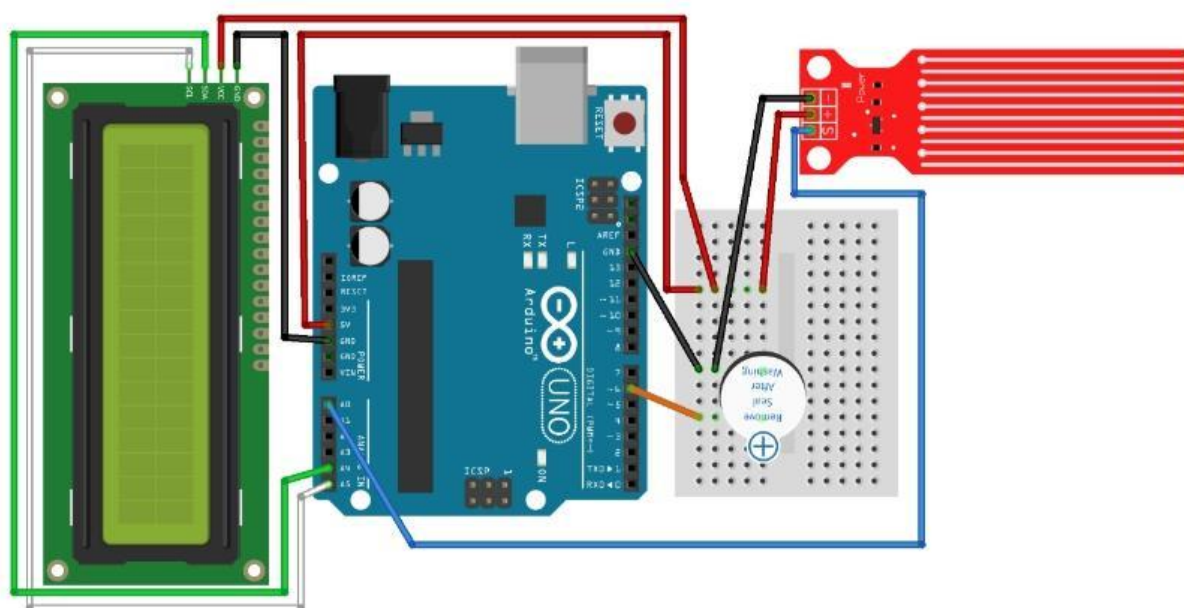
1. 定下輸入輸出的腳位
2. 清除 LCD 上的的 0 列
3. 顯示 LCD 上的測試文字
4. 將蜂鳴器的警報發出設為暫時關閉

接著是迴圈的部分

1. 清除 LCD 上的第一列
2. 讀取水位
3. 在第一列顯示水位高度
4. 判斷水位是否高度如果高於警報值，如果高於警報值便開啟蜂鳴器
5. 判斷水位是否高度如果低於警報值，如果低於警報值便關閉蜂鳴器
6. 上述兩點若成立其中一點，便改變蜂鳴器的狀態
7. 如果都沒有事件發生，便等待 0.3 秒後重新開始迴圈的內容

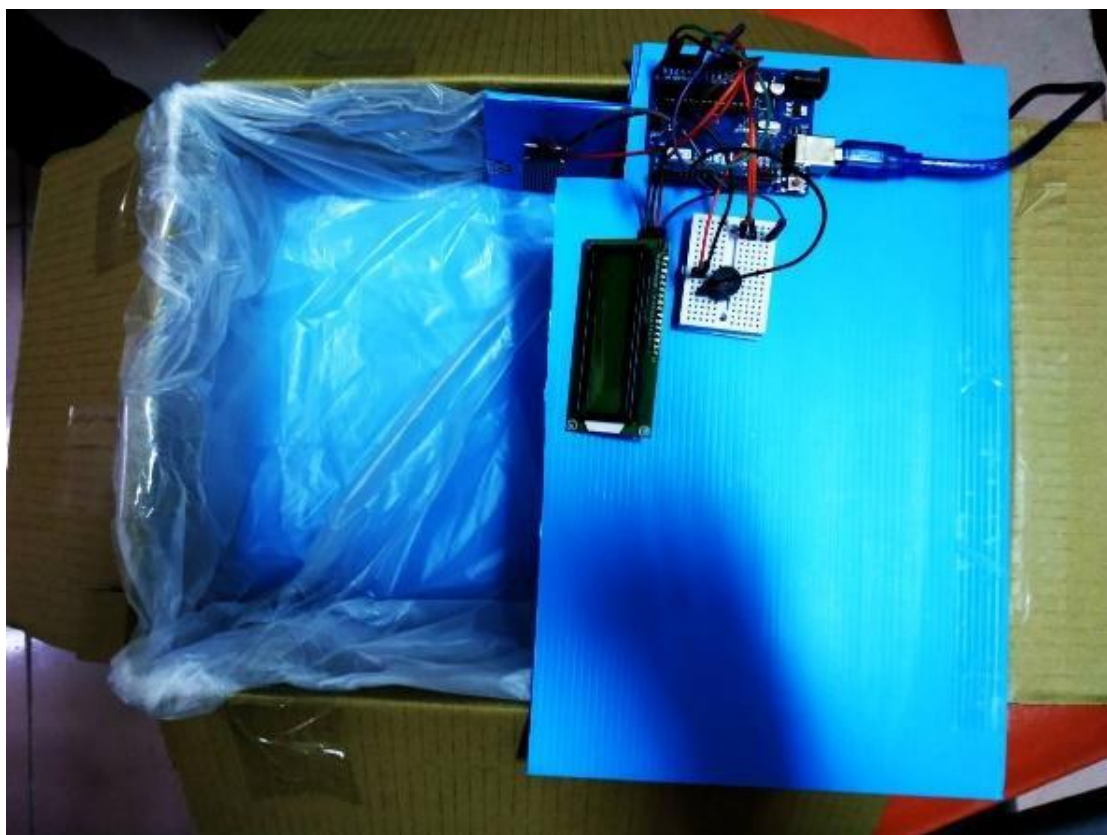
3-2. 開發板、元件與測試模型的組合

完成以上步驟後，程式碼便撰寫完成了，接著再將線組安裝上去，線組的安裝方式參考至旗標科技公司的線組安裝方法，如下圖：



緊接著就是安裝到水位感測模型盒上，準備開始進行實作及觀測，準備一杯適量的水，及適合的場地，二次確定線材及元件、模組都安裝好，不會被水所浸泡之後，即將開始實作。

將以上材料及事前工作準備好後，將各項元件、板子都組裝上去，以下為實作圖。



在接上電之後，LCD 顯示器確實的亮了，代表線組及程式碼無誤。

以下為接電後，正常的實作模組圖。



在接上電，成功顯示字樣後，需要準備一杯水，以方便實驗進行。

四. 系統展示與評估

將整個模組結合系統後，我們將進行實測。

4-1. 感測器是否正常

1. 準備一杯水
2. 將水倒入些許，使感測器碰觸到些許水，但請勿將水加入超過 480 感測單位，令感測器成功發出閃爍即可
3. 查看 LCD 是否有顯示水位
4. 若有顯示水位，即為正常

4-2. 測試水位升高時，警報是否正常

1. 將水再次加入實驗模組盒，使其感測單位超過 480
2. 感測單位超過 480 後，查看蜂鳴器有無警報聲響
3. 查看 LCD 顯示是否超過 480 感測單位
4. 若超過 480 感測單位並有警報聲響起，即為正常

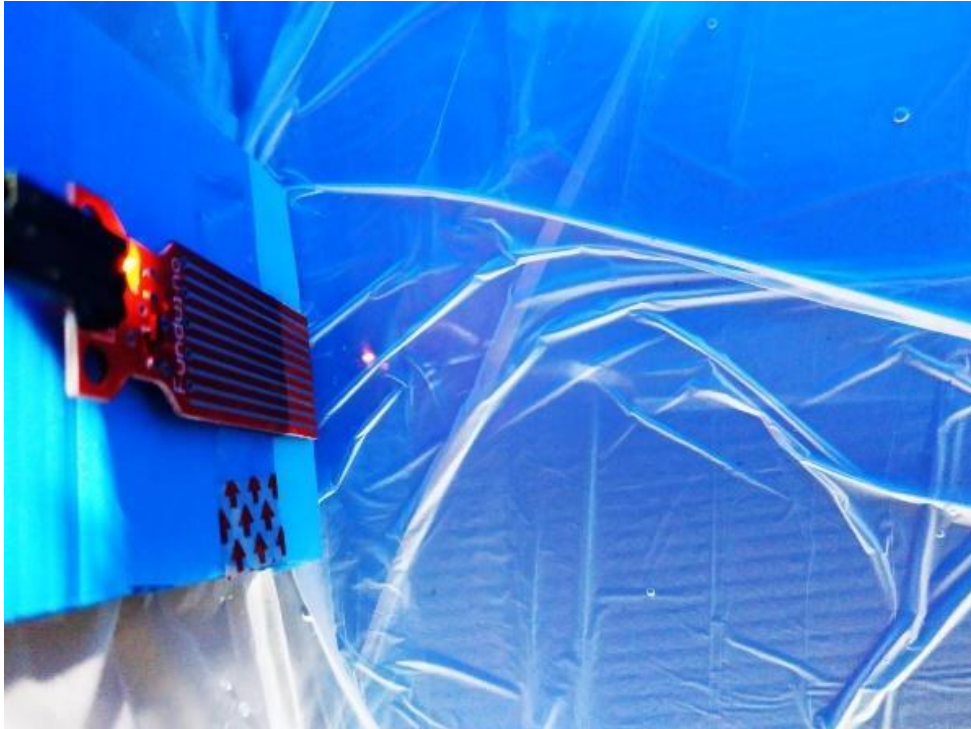
4-3. 測試水位降低時，是否解除警報

1. 將水用容器撈起部分，直到 LCD 上的感測單位降到 450 之下
2. 感測單位低於 450 之後，查看蜂鳴器有無警報
3. 查看 LCD 顯示是否低於 450 感測單位之下
4. 入低於 450 感測單位並無警報聲響起，即為正常

4-4. 實作圖

以下為實作圖。

下圖為加入水後，水位感測器成功亮起 LED，表示正常



同時 LCD 顯示器也成功亮起水位目前高度，表示成功。



五. 結論與未來發展

5-1. 總結概要

本文主要目的在於希望由水位檢測技術達到提前準備災難發生的目的，若辨識出水位超過警戒水位時，系統將發出警報提醒相關人員，令其能及時處理，降低災損。

本次材料來源為教育部之高教深耕計畫所提供，所有水位數據經由水位感測器感測後送達開發板上進行運算後，才由各元件來顯示其結果。

本章將針對目前研究結果進行說明，最後提出未來可在進行之研究方向與展望。

5-2. 結論與研究成果

本系統經實際測試，確實可以達到辨識即時水位高低資訊¹，並於達到警戒水位時，具有發送警報聲響之功能。系統將感測到的水位轉化成有意義的數據資訊，在經由開發板結合程式碼，透過判別後來識別目前情況是否發出警報。以下說明系統各項研究結果：

1. 電路板腳位判定

為找出接線方式，透過網路搜尋出眾多方法，一一篩選，並結合系上教授及學長姐的指導，得出眾多結論後，決定透過網路教材來實作，利用課程所學之電路理論及經驗，使電路順利接上，能夠順利運行無礙。

2. 水位單位判定

由於程式碼形成之初，不清楚所用單位為何，與組員探討之後，研判應為類比數據，但因非專業人員，最後並未果斷定義，因此在本文中一貫採用「感測單位」一詞。

3. 水位識別

由於並無基準點，所以將水位感測器沒有碰到水時設為 0，爾後隨著水位升高，單位水位隨之定量增長，測得合理數據，方便研究使用。

4. 警報器通知識別

分析以上資訊後，系統須能夠判別水量多寡，當有水時，LCD 顯示之單位須配合水量等比上升，但當無水時，系統須能準確判斷積水已被排除，且不因殘留水滴而受影響。本文提出兩種方式判斷是否該發出警報：

- A. 該水位若超過 480 感測單位時，系統需發送訊號使蜂鳴器開始作業，並定時偵測水位，以便持續發出警報，直到水為消退。
- B. 該水位若降到 450 之下時，系統需發送訊息使蜂鳴器停止作業，並定時偵測水位是否突然上升，以便確認警報停止，且系統採用類比感測訊號，因此殘留水滴並不會影響觀測結果與顯示結果。

5-3. 未來發展、展望

1. 未來預期可結合 App，提升方便性，也可將效率提高。因利用網路發送，即使身在他處，也可以得知最新水位訊息。不用隨時隨地守候該處。
2. 也可結合人員管理，與政府相關部門結合，深入民間，尤其沿海民眾，在需要的地方安裝該系統，便可提早得知水位上升，由政府部門發送相關訊息，使民眾得知警報訊息，既方便又快速。
3. 結合三軸感測器，透過其得知流速及方向，可讓救災者得知水流去向，找出堵塞點或是逃生點，或是利用流速讓救災者自行判斷是否能夠進入現場搶救他人。

附件

部分文獻參考自：

維基百科

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8F%B0%E7%81%A3%E7%81%BD%E9%9B%A3%E5%88%97%E8%A1%A8#1949%E5%B9%B4%E5%8F%8A%E4%BB%A5%E5%BE%8C%E6%9C%80%E5%B0%9110%E4%BA%BA%E6%AD%BB%E4%BA%A1%E7%9A%84%E9%A2%A8%E7%81%BD%E3%80%81%E6%B0%B4%E7%81%BD%EF%BC%88%E6%AD%BB%E4%BA%A1%E6%95%B8%E5%8C%85%E6%8B%AC%E5%A4%B1%E8%B9%A4%E6%95%B8%EF%BC%89>

交通部中央氣象局：

<https://www.cwb.gov.tw/V7/knowledge/encyclopedia/ty055.htm>

颱風資料庫

<http://rdc28.cwb.gov.tw/TDB/ntdb/pageControl/basic>

科學人雜誌-地球科學-氣候越暖颱風越強

<http://sa.ylib.com/MagArticle.aspx?Unit=featurearticles&id=1056>

經濟部水利署水利規劃試驗所

https://rdi-123.wrap.gov.tw/integration2017_wрпи_drainage/index.html

經濟部水利規劃試驗所-高時空解析度淹水模式之應用研究

http://astdr.colife.org.tw/file_download.aspx?auto_id=1663&pid=657

國立台灣科技大學 101 學年度電機工程系碩士論文-
應用影像處理技術的河川水位檢測與辨識

[https://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-
bin/gs32/gsweb.cgi/ccd=d4zAk0/search#result](https://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/gs32/gsweb.cgi/ccd=d4zAk0/search#result)

國立中央大學 105 學年度土木工程學系碩士論文-
台灣地區淹水損失分析－以中港溪及其附近流域為例

[https://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-
bin/gs32/gsweb.cgi/ccd=d4zAk0/search#result](https://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/gs32/gsweb.cgi/ccd=d4zAk0/search#result)

經濟部水利署-分佈式水位感測技術研發與區域性淹水檢核及通報系
統先期計畫精簡論文

http://astdr.colife.org.tw/file_download.aspx?auto_id=83&pid=10