

# 整合無線感測網路與多情境水氧功能 建立新型居家空氣清新系統

林美燕<sup>1</sup>、\*杜翌群<sup>1</sup>、游哲彥<sup>1</sup>、劉璟鋒<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>\*南臺科技大學電機工程系、<sup>2</sup>奇美醫療財團法人奇美醫學中心耳鼻喉部

\* terrydu@stust.edu.tw

## 摘要

隨著人們對生活環境的要求與空氣污染的惡化，居家型的空氣清新系統應用範圍越來越廣泛。空氣污染除了會對人體的健康造成傷害外，空氣清新也對人們的生活品質有莫大的影響。另外在空氣感測與清新功能上，雖然目前市場上已有許多具感測功能的空氣清新產品；然而大多為一體性設計，感測結果通常只能反應產品周圍的空氣品質。在空氣對流有限且不妨礙活動空間的情況下，這樣的設計並無法有效感測使用者活動空間的空氣品質並清新之。有鑒於此，本研究整合無線感測網路與多情境水氧功能，建立一新型居家空氣清新系統。本裝置提供多層的水氧功能設計，藉此實現多情境的定時反饋功能；例如在睡眠時維持空氣濕潤、早晨時散發薄荷精油水霧等。利用藍芽技術所整合的無線空氣感測裝置，可以讓使用者輕易掌握室內各處的空氣品質，並配置空氣清新系統的最佳位置。實驗結果顯示本系統可過濾 99.9% 以上的懸浮微粒，並在 0.5 公尺內達到最佳的清新空氣輸出率（CADR）。然而在無線感測網路的架構下，利用接收訊號強度指示（RSSI）所估算的感測器距離誤差略大，7 公尺內的平均誤差約為 1.4 公尺。

**關鍵詞：**無線感測網路、多情境水氧功能、空氣清新系統、清新空氣輸出率、接收訊號強度指示

## Integration of Wireless Sensing Network and Multi-scenario Atomization Functions for New Home Air Freshening System

Bee-Yen Lim<sup>1</sup>, \*Yi-Chun Du<sup>1</sup>, Che-Yen Yu<sup>1</sup>, Ching-Feng Liu<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Electrical Engineering, Southern Taiwan University of Science and Technology

<sup>2</sup>Department of Otolaryngology, Head and Neck Surgery, Chi-Mei Medical Center

## Abstract

Due to the increased demand for living environment and the deterioration of air pollution, the household air purification system is becoming more and more widely used. In addition to the harm to the health of the human body, air pollution also has a great impact on the quality of life. In addition, there are many air cleaning products with sensing functions in the current market; however, most of these products are designed in one-piece type, and the sensing results usually only reflect the air quality around the device. In the case where the air convection is limited and does not interfere the activity space, such a design does not effectively sense and purify the air in the user's activity space. In view of this, this study integrates wireless sensing network and multi-scenario atomization functions to construct a new household air freshening system. This device is equipped with a multi-layer water atomization design. It is hoped to achieve multi-scenario timing feedback, for example, maintaining air humidity during sleep, and spraying peppermint oil mist in the morning. As for the wireless air sensing device integrated with Bluetooth technology, the user can easily understand the air quality throughout the room and configure the

Received: Nov. 7, 2019; first revised: Nov. 25, 2019, accepted: Dec. 2019.

Corresponding author: Y-C. Du, Department of Electrical Engineering, Southern Taiwan University of Science and Technology, Tainan 71005, Taiwan.

optimal position of the air purification system accordingly. The experimental results indicate that the system can filter more than 99.9% of suspended particles and achieve the best Clean Air Delivery Rate (CADR) within 0.5meters. However, in the detection state of the wireless sensing network, the error of the sensor distance estimated by the Received Signal Strength Indicator (RSSI) is slightly larger, and the average error within 7 meters is about 1.4 meters.

**Keywords: Wireless Sensing Network, Multi-scenario Atomization Functions, Air Freshening System, Clean Air Delivery Rate (CADR), Received Signal Strength Indicator (RSSI)**

## 壹、前言

長期以來，空氣汙染一直是大眾所關注的環境與健康議題，據估計，全球約有 91% 的人口生活在空氣品質超出世界衛生組織（World Health Organization, WHO）所訂定標準的地方，每年因空氣汙染導致中風、心臟病、肺癌和慢性呼吸道疾病所造成的死亡約 420 萬人[1]。污染物包括空氣中的懸浮微粒（particulate matter, PM），泛指懸浮在空氣中微小的固體顆粒或液態粒子，能在大氣中停留很長時間，且容易夾帶戴奧辛、重金屬與病菌等有害物質。懸浮微粒可依其直徑大小區分，直徑小於 2.5 微米的 PM2.5 則會穿越人體直達肺泡，被認為是最大的健康風險。WHO 的研究也指出，長期暴露在 PM2.5 比正常值高  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  的環境下，會增加 8% 的肺癌死亡率、6% 心肺疾病死亡率以及 4% 總死亡率[2]。因此，國際癌症研究機構在 2013 年宣布將 PM2.5 列為一級致癌物[3]。

為減少與室外空氣污染物接觸，大多數人會減少戶外活動，然而室內空氣品質不見得優於室外。根據美國環境保護局研究顯示，室內污染物濃度可能比室外濃度高 2~5 倍，有時甚至高達數十至數百倍以上[4]。大多數人每天約有 80~90 % 的時間處於室內，室內空氣品質的好壞顯得更加重要。室外空氣、掃地揚塵、抽菸、烹飪、木材燃燒、家具與建材、油漆、地毯、香精蠟燭、動物毛屑以及印表機、冷暖器等電子設備等都是室內空氣污染的主要來源[5-9]。空氣中除了懸浮微粒等污染物會對人體健康造成危害之外，濕度也是影響呼吸道疾病的重要因子。隨著環境空氣品質越來越差，許多有過敏困擾、呼吸道疾病的民眾，都會在家中備有一台空氣清淨機，不僅能除臭，還能過濾空氣中的髒污。

空氣清淨機可過濾空氣中的懸浮微粒，改善室內的空氣品質。至今已有多種清潔空氣的方式，依據其過濾原理，可概略分為以下五種：濾網過濾、靜電集塵過濾、光觸媒、活性炭和負離子。清淨空氣輸送率（clean air delivery rate, CADR）是評估空氣清淨機的要點之一，用於測量每分鐘空氣清淨機將污染物從空氣中去除的程度，數值越高代表空間內的淨化效能越佳。CADR 是由美國家電協會定義的比率，測試如何有效去除室內常見的香菸煙霧、灰塵、花粉等懸浮微粒，透過空氣流量與過濾效率相乘而計算。

目前市場上已推出各式各樣功能齊全的空氣清淨機，然而，僅能在有限的範圍內偵測裝置主體周圍的空氣品質，來推估目前的空氣品質狀況。而每台清淨機都有適用的空間範圍，超出有效清潔範圍將導致空氣過濾效果不佳、無法確保人員的呼吸品質，容易有耗時耗能的狀況發生。因此，本研究的開發方向為提供使用者與清新機之間的距離提示。當使用者與清新機距離過遠，將主動發送警示訊息給使用者，提醒使用者重新配置其位置，確保有效發揮過濾功效。除此之外，經文獻搜尋後發現芳香療法配置方式相當適合加入空氣清新系統，因此本研究整合了芳香療法的功能，除了過濾髒空氣、使空氣變乾淨之外，亦能提升使用者的睡眠品質、改善其生理狀態[10-11]。

## 貳、系統架構及流程

### 一、系統架構

本研究建構一套具水霧功能的智慧空氣清新系統可分為空氣清新裝置、空氣感測裝置、及手機 APP 三個部分。空氣清新系統整合水霧功能，設有四層抽拉式夾層可依使用者需求進行液體及精油的更換；空氣清新裝置與空氣感測裝置採微分離式設計，可脫離空氣清新主體獨立運作，解決感測範圍受限問題。空氣感測裝置的原理以雷射散射方式進行溫度及濕度量測和懸浮微粒的偵測，並透過藍芽無線傳輸技術將數據傳送至 APP 實現即時空氣品質偵測。手機 APP 可同時連接多台清新裝置與感測裝置，建構一個無線感測網路，可經 APP、清新裝置與感測裝置三者之間的連動自動開啟清新裝置過濾空氣實現智慧化控制。此外可透過無線能量的衰減評估距離，藉此提醒使用者與清新裝置之間的距離；當兩者距離過遠，將會由 APP 提醒使用者並給予智慧化的配置建議，以確保使用者的呼吸品質，系統架構圖如圖 1 所示。

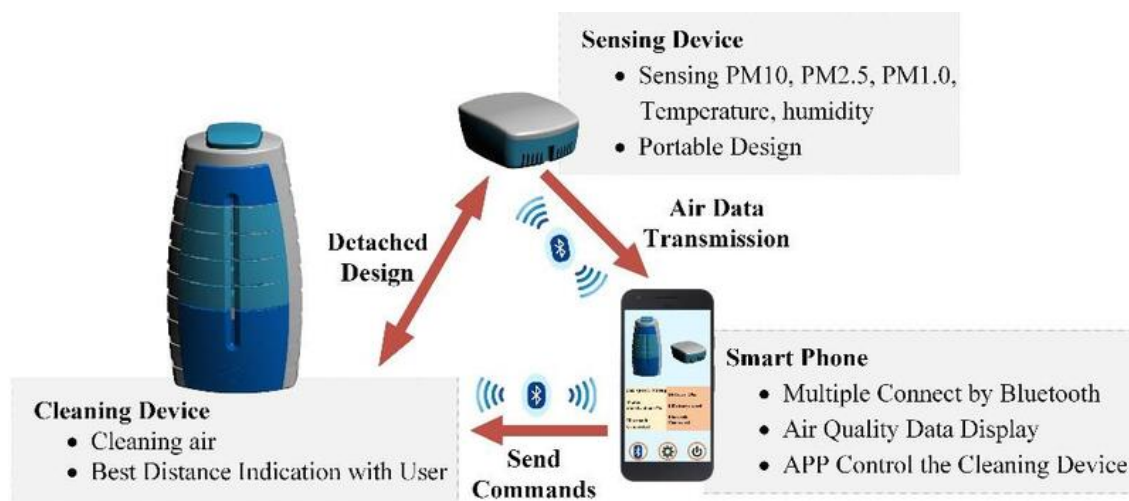


圖 1 系統架構圖

## 二、軟體處理流程

空氣感測裝置啟動後會開始發射雷射光源進行感測、收集數據並經過濾波與放大後，再經由 MCU 進行 A/D 轉換與訊號處理，最終輸出帶有懸浮微粒濃度與空氣溫溼度的訊號，如圖 2 所示。

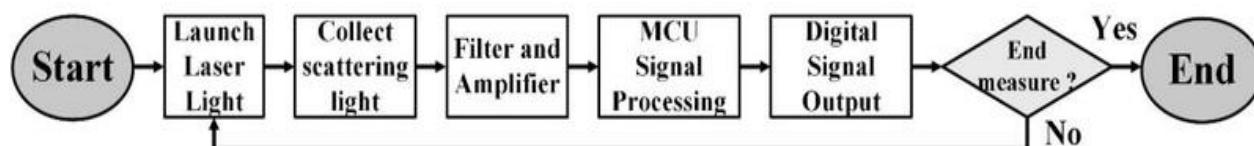


圖 2 空氣感測裝置流程圖

當空氣清新裝置啟動後，等待藍芽與手機連接，確認兩端連接後將開始接收手機 APP 或感測裝置所傳送的指令進行動作，可控制風量強度、定時等功能，如圖 3 所示。

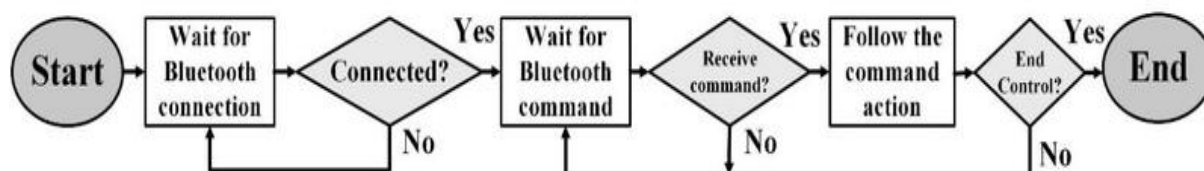


圖 3 空氣清新裝置流程圖

透過手機端掃描周遭的可連線的藍芽裝置，可於介面列表上選擇欲操控的裝置，例如可透過 APP 對清新裝置發送控制指令；選擇感測裝置則可即時顯示感測裝置所測量到的空氣數值，如圖 4 所示。

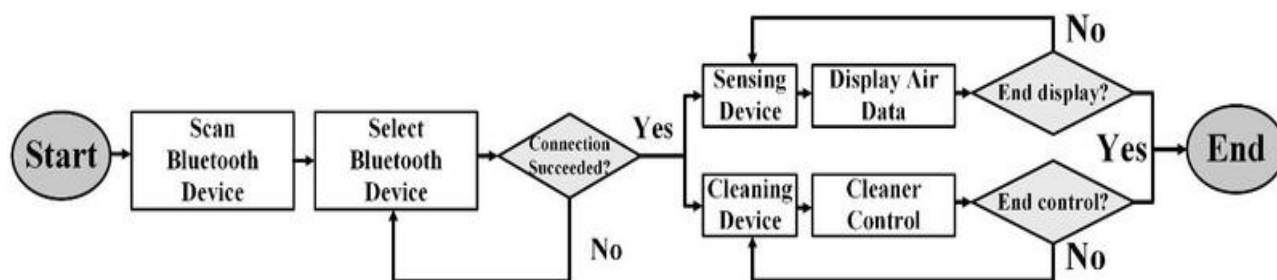


圖 4 手機 APP 軟體流程圖

## 參、空氣清新系統設計與方法

### 一、設計歷程

第一版外型靈感來自行李箱，裝置設有滾輪可方便使用者移動，由前蓋吸入髒空氣透過內部的風扇與濾網將髒污濾除，再由上方的排氣口排出。第二版外型以圓筒狀設計，裝置上方中央的凹槽為空氣感測裝置的放置處，第三版外型為參考建築物設計加入「層」的設計理念，主體可分為風扇層、濾網層、液體存放層等，便於進行耗材的更換以及水霧液體的補充，最終因考量裝置的配置與本研究需求的功能性，故放棄以上三款設計。經第三版設計的發想，將其結構改良至第四版，設計仍以「層」作為裝置的設計理念，髒空氣由前蓋吸入，經過濾後再由風扇向上排出。裝置中央設有四層抽拉式的液體存放槽，可儲放純水或精油；存放槽的後方放置水霧模組，霧化後的液體分子可隨風扇所產生之氣流向上帶出。為節省使用空間和收納問題，裝置的最上方設有空氣感測裝置的擺放處。由於第四版設計在外型與功能上最為齊全，因此本研究採第四版設計作為最終版裝置外型，裝置外型設計歷程如圖 5 所示。

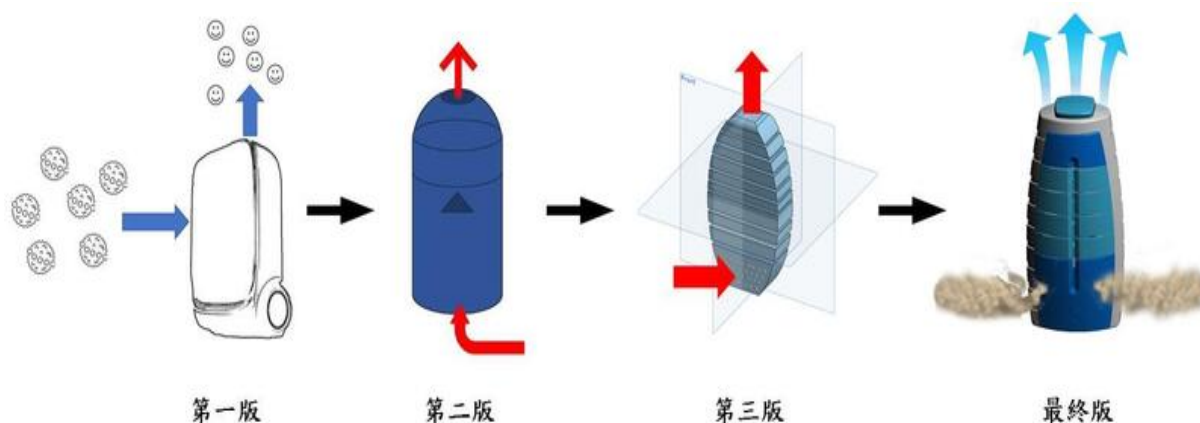


圖 5 外型設計歷程圖

### 二、空氣清新裝置

本系統之空氣清新裝置，內部元件包含風扇、濾網、水霧模組、中央控制器、藍芽傳輸模組，以及電源供應電路，如圖 6 所示。

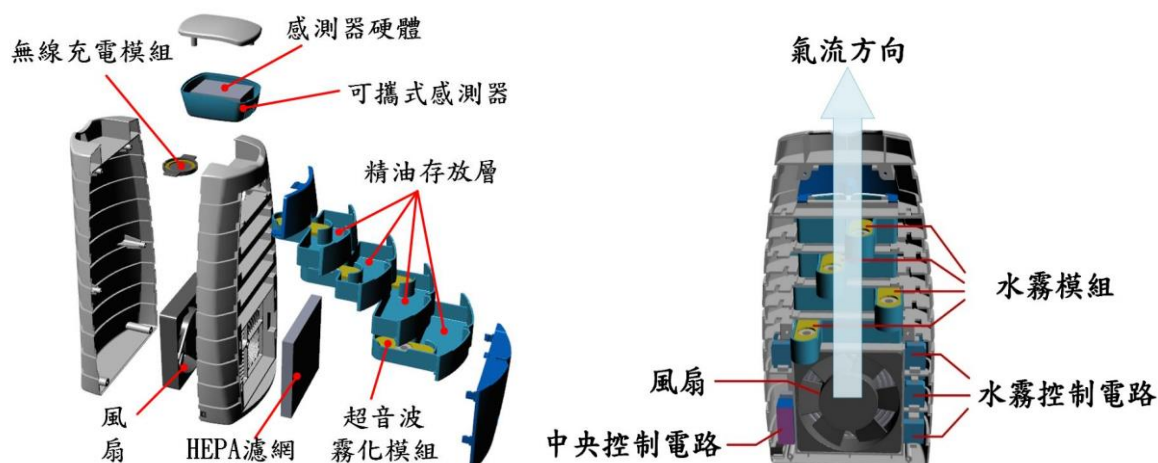


圖 6 空氣清新裝置結構與元件配置側視圖、後視圖

### 三、空氣感測裝置

本系統之空氣感測裝置，內部材料元件包含空氣感測模組、控制電路、藍芽傳輸模組以及裝置供電的鋰電池，如圖 7 所示。

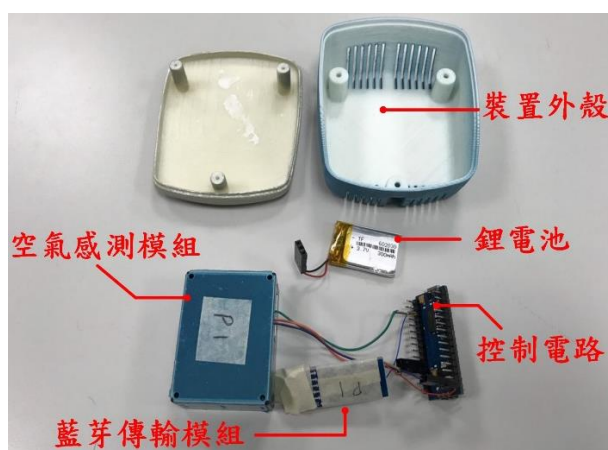


圖 7 空氣感測裝置內部元件圖

### 四、接收訊號強度指示 (RSSI) 距離評估法

本研究採用接收訊號強度指示 (received signal strength indicator, RSSI)，針對室內環境的目標感測器位置做偵測。隨著無線感測網路 (wireless sensor network, WSN) 中定位和測距技術的發展，感測器節點間的障礙物和方向變得更加重要，其能夠準確描述 RSSI 值與距離之間的關係。然而，WSN 的定位方法只有在知道感測節點的所在位置與準確距離時才能有效達到其效果，因此需知道 WSN 內的各個感測器節點間的距離以便計算位置。RSSI 可藉由接收節點來測量接收功率，並透過理論或經驗訊號路徑損耗模型計算傳播損耗並將數值轉換為距離，因此 RSSI 可應用於從發射器到接收器間距離的估計，以計算感測器節點的位置。RSSI 是一個負的 dBm，表示 RF 訊號的數值，訊號越強表示連線品質越好。RSSI-距離的方程式如式 (1)。

$$d = 10^{\left(\frac{A - \text{RSSI}}{10n}\right)} \quad (1)$$

d：距離 (m)    n：環境衰減因子常數    RSSI：接收訊號強度指示 (-dBm)

A：發射端和接收端相隔 1 公尺時的信號強度 (-dBm)



## 五、多情境水氧功能

常見的擴香機、水氧機是透過機器本身的動作原理是將機器中的精油霧化、轉化成更細小的分子散播至空氣中，讓人體經由呼吸系統或是皮膚吸收進入體內。其原理是利用氣流以及伯努力定理的方式，透過震盪的物理原理，以氣流產生真空拉力將精油帶起，經由內部撞擊變成小分子後隨著噴口帶出。由於擴香機不需加熱與加水，因此氣味較為濃烈。本研究所提出之水氧功能是使用超音波霧化模組，透過模組所產生的高頻震盪將液體霧化為細小的水分子，使其飄散至空氣中，除了發散香味亦可增加室內的空氣濕度，避免因長期處於冷氣房，導致空氣過於乾燥而對人體產生不良的影響。依據使用不同的精油會有不同的效果，例如常見的薄荷、薰衣草精油等能達到提神、舒緩緊張情緒、改善睡眠品質等功效。

## 肆、實驗設計與結果

### 一、配置方法評估

本實驗依傳統結構與加入導流層兩種配置方式進行測試，評估密閉空間內的清潔效率，為避免受到外部空氣及對流的影響，實驗於長、寬、高分別為 35 公分、25 公分、45 公分的密閉壓克力箱內進行。於空間內燃燒線香以產生大量髒空氣，5 分鐘後熄滅線香並啟動裝置進行空間過濾，計算裝置將空氣品質由大量汙染清新至乾淨範圍 ( $PM_{2.5} \leq 35 \mu g/m^3$ ) 的所需時間，做為評估裝置清潔效率的依據。第一種傳統結構的配置方式，風扇將髒空氣吸入機殼內透過濾網將懸浮微粒進行過濾，實驗結果花費 10 分 04 秒，從高度污染清潔至  $PM_{2.5} \leq 35 \mu g/m^3$  的安全標準，如圖 8 (a) 所示；而加入導流層的第二種配置方式則是針對機殼外型、內部構造、以及風流方向而建構的新型設計，將過濾後的空氣集中於導流層後再向上排出，實驗結果花費 4 分 25 秒，如圖 8 (b) 所示。

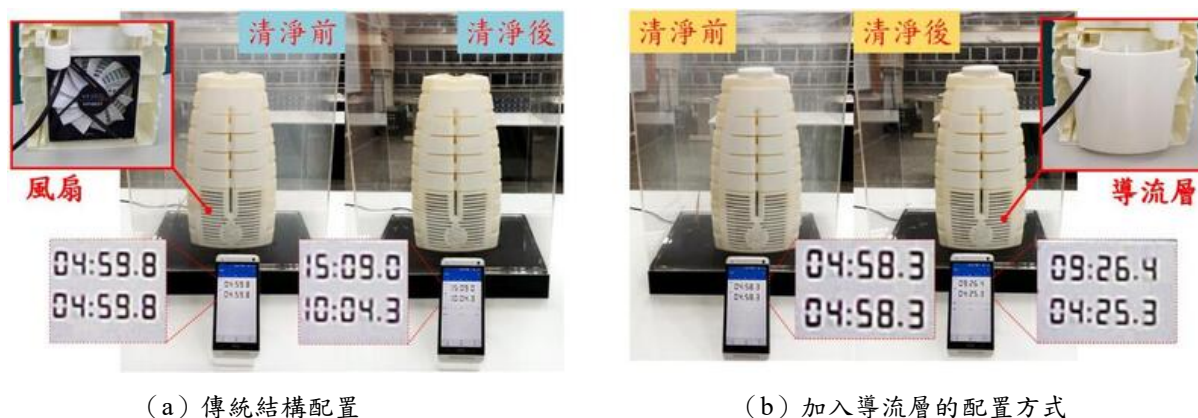


圖 8 清新空氣輸出率 (CADR) 實驗

實驗結果可證明相較於傳統型僅配置風扇和濾網的結構，加入導流層的配置方式具較高的清潔效率，且清潔效率為傳統型的 2.5 倍。由於導流層可將過濾後的空氣集中，並沿著導流層的「軌道」向上排出，使風流更具方向性，因此得到較高的清潔效率。根據此實驗結果，裝置將會採用具有導流層的配置設計。

### 二、清新空氣輸出率 (CADR) 實驗

本實驗為驗證裝置過濾功能的有效性，藉由比較其過濾前後的懸浮微粒濃度變化，來評估空氣清新機過濾效率，做為評估裝置過濾功能是否有效的依據，數值越高代表空間內的淨化效能越佳。將兩個感測裝置分別放置於清新裝置的入風口及出風口處，引入髒空氣並同時啟動清新裝置進行過濾，並分別記錄感測裝置的量測數值，實驗將會重複進行 10 次以提高實驗的精準度與有效性。並根據公式 (2)、(3) 計

算出過濾前、後懸浮微粒濃度的平均值後再套入公式 (4)，計算懸浮微粒濃度的變化率。實驗數據如表 1 所示。

$$\text{Unfiltered PM value}_{(Average)} = \frac{\text{Unfiltered PM value}_{(sum)}}{10_{(Number\ of\ tests)}} \quad (2)$$

$$\text{Filtered PM value}_{(Average)} = \frac{\text{Filtered PM value}_{(sum)}}{10_{(Number\ of\ tests)}} \quad (3)$$

$$\text{Change rate of PM Concentration} = \frac{PM_{(Unfiltered)} - PM_{(Filtered)}}{PM_{(Unfiltered)}} \times 100\% \quad (4)$$

表 1 過濾功能實驗結果

項目 大小	過濾前	過濾後	變化率
PM <sub>1.0</sub>	3368.8±117.2μg/m <sup>3</sup>	13.5±8.2μg/m <sup>3</sup>	99.996%
PM <sub>2.5</sub>	3526.4±104.4μg/m <sup>3</sup>	17.6±12.0μg/m <sup>3</sup>	99.995%
PM <sub>10</sub>	7239.0±138.2μg/m <sup>3</sup>	36.2±9.5μg/m <sup>3</sup>	99.995%

根據實驗結果表 1 得知，經由濾網過濾髒污後空氣中懸浮微粒已被過濾 99.995 %。根據美國能源部規定之標準，本裝置所使用的 HEAPH14 等級的濾網可過濾 99.995 % 以上、大於 0.3 微米的懸浮微粒，而實驗結果顯示本裝置確實能有效達到與濾網規格相同的過濾效果。

### 三、無線感測網路實驗

透過藍芽無線傳輸技術，將手機 APP、空氣清新裝置與空氣感測裝置三者連結，建構一個可相互溝通的無線感測網路。在空間內擺放多個感測裝置與清新裝置，啟動手機 APP 並使用藍芽進行裝置連線，觀察各個感測裝置能否將感測數據傳送至手機 APP 進行顯示、清新裝置能否接收 APP 所發送的控制指令，並根據指令內容進行動作以及感測裝置與清新裝置之間的連動控制。由實驗結果得知，裝置可同時連接四台感測裝置，並即時顯示各感測裝置所感測的空氣品質數據，實驗過程與結果如圖 9 所示。



圖 9 無線感測網路實驗過程

#### 四、距離與清潔效率測試

為評估距離與清新效率之間的關係，實驗在長 5 公尺、寬 5 公尺、高 3 公尺的封閉空間內進行測試。於空間內點燃線香，使其產生  $PM_{2.5}$  濃度約為  $100 \mu g/m^3$  的線香煙霧，做為模擬室外空氣的污染源。以空氣清新裝置的所在位置作為原點，以直線的方式延伸，在距離清新裝置 0.5 公尺、1 公尺、1.5 公尺、2 公尺、3 公尺、4 公尺、5 公尺各放置一個空氣感測裝置。啟動清新裝置進行過濾後每 5 分鐘計算各感測點所量測到的空氣數據，實驗時間共 60 分鐘。由實驗結果得知，清新的效率會隨著距離的增加，而呈現等差級數的下降。距離裝置 0.5 公尺處清潔效率最佳，而距離裝置 1 公尺處，20 分鐘內可將空氣清潔至  $PM_{2.5} \leq 35 \mu g/m^3$  的安全範圍，其清潔效率為可接受範圍。實驗結果如圖 10 所示。

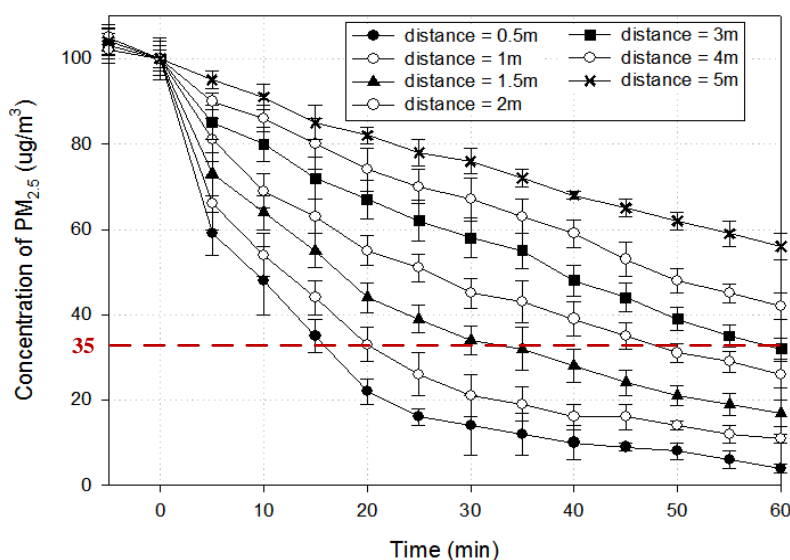


圖 10 距離與清潔效率測試結果

#### 五、RSSI 距離評估實驗

為評估利用 RSSI 距離公式所計算之距離與實際距離之間的誤差，本研究使用裝置與手機之間的 RSSI 值作為距離的評估依據，當使用者與裝置距離過遠，手機 APP 會提醒使用者與裝置間的距離。然而，透過公式計算所得到的距離值會與實際距離有所差距，因此本實驗將評估兩者之間的誤差，藉以改善 APP 距離提醒功能的準確性。實驗流程如下：以裝置為起點延伸，每 0.5 公尺測量一次，測量至 7 公尺處外，並紀錄每次量測時透過公式所得到的距離值。為了提高測量時的精準度，每個量測點將進行 10 次，透過公式得到 10 筆公式距離值後再取平均值，將每個計算距離值與實際距離之間的差距根據公式 (5) 計算即可得到平均誤差值。

$$\text{average error} = \frac{\sum_{i=1}^{14} \text{error}_i}{\text{total number of tests}} \quad (5)$$

將帶入公式後所得到的計算距離與實際距離作為 XY 軸，繪出圖形後如圖 11 所示，數值如表 2 所示。其分布圖圖形的線性趨勢線公式為： $y=0.12x^2-0.03x+0.3$ ，決定係數  $R^2$  為 0.99，而實際距離與計算後距離之間的實際誤差為 1.44 公尺。RSSI 數值會隨著空間的變化而更動，因此，本實驗之結果可作為距離的簡易判斷。



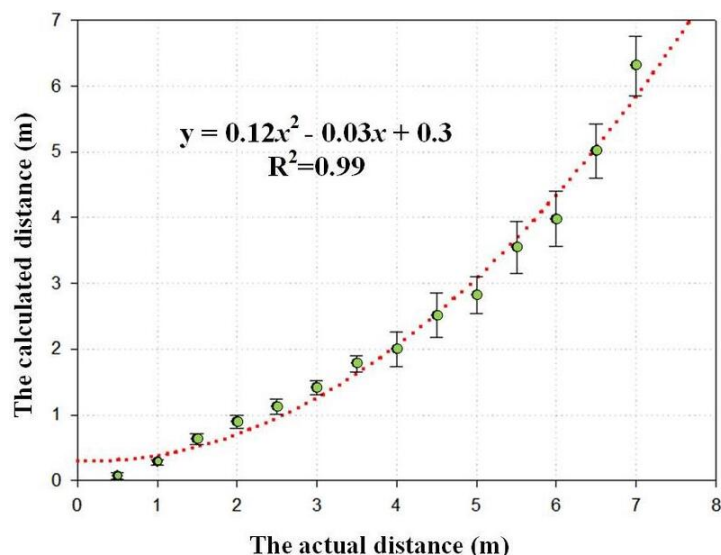


圖 11 實際距離與計算距離結果比較圖

表 2 實際距離與計算距離數據表

實際量測距離	公式推算平均距離	平均距離誤差
0.5	-0.01	0.51
1	0.36	0.64
1.5	0.66	0.84
2	0.93	1.07
2.5	1.17	1.33
3	1.41	1.59
3.5	1.68	1.82
4	2.00	2.00
4.5	2.38	2.12
5	2.86	2.14
5.5	3.46	2.04
6	4.19	1.81
6.5	5.08	1.41
7	6.17	0.83
總平均誤差		1.44

## 伍、結論

本研究所開發之空氣清新系統以為現有空氣清淨機加值為概念出發點，整合感測技術、水氧功能與手機 APP 功能，成功完成一套智慧空氣清新系統。為驗證裝置的功能性與實用性，本研究設計了一系列的實驗，實驗結果顯示加入導流層之裝置的清潔效率較傳統型配置方式高 2.5 倍，於 0.5 至 1 公尺內可有效濾除空氣中的懸浮微粒，並透過藍芽傳輸技術實現智慧化的自動控制。透過 RSSI 距離提醒功能給予最佳的配置建議、藉由釋放精油改善使用者的生理狀態。空氣清新機是目前居家常見配備之一，藉由本研究裝置可讓使用者透過感測裝置、清新裝置與手機 APP 三者之間的連動，更輕鬆得知室內各處的空氣品質

和有效清新範圍，除了提高裝置本身效率之外，亦能減少耗時、耗能的狀況發生。未來將繼續改善裝置測量範圍與精確度，並期望與其它功能進行搭配，如：整合涼、暖風功能、增加裝置送風範圍和擺動角度，藉此提升使用範疇，實際運用於使用者家中。

## 參考文獻

- [1] J. Walter. (n.d.). Ambient air pollution—a major threat to health and climate. Retrieved from: <https://www.who.int/airpollution/ambient/about/en/> (2019/10/01)
- [2] C. A. Pope III, R. T. Burnett, M. J. Thun, E. E. Calle, D. Krewski, K. Ito, & G. D. Thurston. (2002). Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *Jama*, 287(9), 1132–1141.
- [3] D. Loomis, Y. Grosse, B. Lauby-Secretan, F. El Ghissassi, V. Bouvard, L. Benbrahim-Tallaa, ... & K. Straif. (2013). The carcinogenicity of outdoor air pollution. *Lancet Oncol.*, 14(13), 1262–1263.
- [4] L. A. Wallace. (1987). Total exposure assessment methodology (TEAM) study: Summary and analysis. Volume 1 (PB-88-100060/XAB; EPA/600/6-87/002A). U. S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- [5] C. He, L. Morawska, J. Hitchins, & D. Gilbert. (2004). Contribution from indoor sources to particle number and mass concentrations in residential houses. *Atmospheric Environ.*, 38(21), 3405–3415.
- [6] A. Afshari, U. Matson, and L. E. Ekberg. (2005). Characterization of Indoor Sources of Fine and Ultrafine Particles: A Study Conducted in a Full-Scale Chamber. *Indoor Air*, 15,141–150.
- [7] T. Hussein, T. Glytsos, J. Ondráček, P. Dohányosová, V. Ždímal, K. Hämeri ... & M. Kulmala. (2006). Particle size characterization and emission rates during indoor activities in a house. *Atmospheric Environ.*, 40(23), 4285–4307.
- [8] L. Wallace. (2006). Indoor sources of ultrafine and accumulation mode particles: size distributions, size-resolved concentrations, and source strengths. *Aerosol Sci. Technol.*, 40(5), 348–360.
- [9] H. Destailats, R. L. Maddalena, B. C. Singer, A. T. Hodgson, & T. E. McKone. (2008). Indoor pollutants emitted by office equipment: A review of reported data and information needs. *Atmospheric Environ.*, 42(7), 1371–1388.
- [10] A. Hajibagheri, A. Babaii, & M. Adib-Hajbaghery. (2014). Effect of Rosa damascene aromatherapy on sleep quality in cardiac patients: a randomized controlled trial. *Complement. Ther. Clin. Pract.*, 20(3), 159–163.
- [11] M. Kfoury, M. Borgie, A. Verdin, F. Ledoux, D. Courcot, L. Auezova, & S. Fourmentin. (2016). Essential oil components decrease pulmonary and hepatic cells inflammation induced by air pollution particulate matter. *Environ. Chem. Lett.*, 14(3), 345–351.