

2023仰望盃全國科學 HomeRun 實作大賽

複賽作品說明書

隊伍名稱： 電學之子

作品名稱： 告別瞌睡蟲-穿戴式坐姿提醒神器

隊 員： 吳泓學、何健賓、白庭宇、林宥懷

指導老師： 王奕淳、洪睿懌

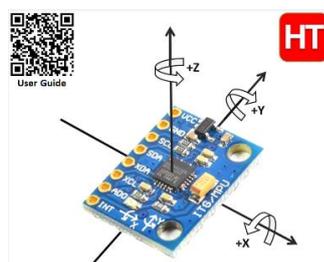
科學概念1：

脈搏血氧濃度感測器：適用於健身和醫療保健的高靈敏度脈搏血氧儀和心率生物感測器。晶片包括內部LED、光電探測器、光學元件和濾除環境光雜訊的精密電路。當這些光線穿過皮膚，部分光被紅血球吸收。沒有被吸收的部分會被反射到光電傳感器 (sensor)。由於氧合血紅蛋白 (HbO₂, oxyhemoglobin) 及還原血紅蛋白 (Deoxyhemoglobin) 吸收這兩種波長的比例有分別，所以經過運算之後就能計算出這兩種血紅蛋白的比例亦即是含氧量飽和度。



科學概念2：

MEMS陀螺儀(Gyroscope)又名角速度計：為角慣性感測器，用於感測圍繞某個軸發生的旋轉，測量以度/秒為單位的角速度，核心元件是一個經過微加工之機械元件，利用科裡奧利力(Coriolis)原理把角速率轉換成特定感應結構直向位移，進而取得變化量資訊。不同於傳統的陀螺儀用於測量角位移，角速度測量能夠間接測量出角位移和速度。



複賽作品說明書內文

壹、發想動機：

「坐要有坐相，彎腰駝背對身體會有不好的影響！」這句話相信大家耳熟能詳，現代人由於智慧手機、平板、電腦、電視科技產品的長時間使用，坐姿不正確的比例越來越高，無論醫生、教師、父母親常常都會提醒，坐姿對於身體無論內在器官神經的壓迫、呼吸的順暢，外在的體態、精神、自信度等，都有一定的影響，盡可能要保持良好的坐姿，但如果沒有一定的自制力與自我覺察力，其實很容易又會恢復到不正確的姿勢！如果有一項產品能隨時監控坐姿，利用心理學的「操作制約」理論，適時的給予刺激提醒，並記錄下坐姿矯正的次數，慢慢的矯正到良好的坐姿，養成習慣成自然。本專題除了能矯正良好的坐姿，更能讓想睡覺的學生或上班族透過振動功能來提振精神，一舉數得！

貳、硬體及電路架構圖：

本專題如圖1所示，為穿戴式坐姿提醒神器的系統架構圖，由七大方塊構成包含ArduinoUNO、陀螺儀MPU6050、振動馬達、血氧脈搏MAX30102、OLED模組128*64、RGB-LED WS2812B、升壓電路134N3P。

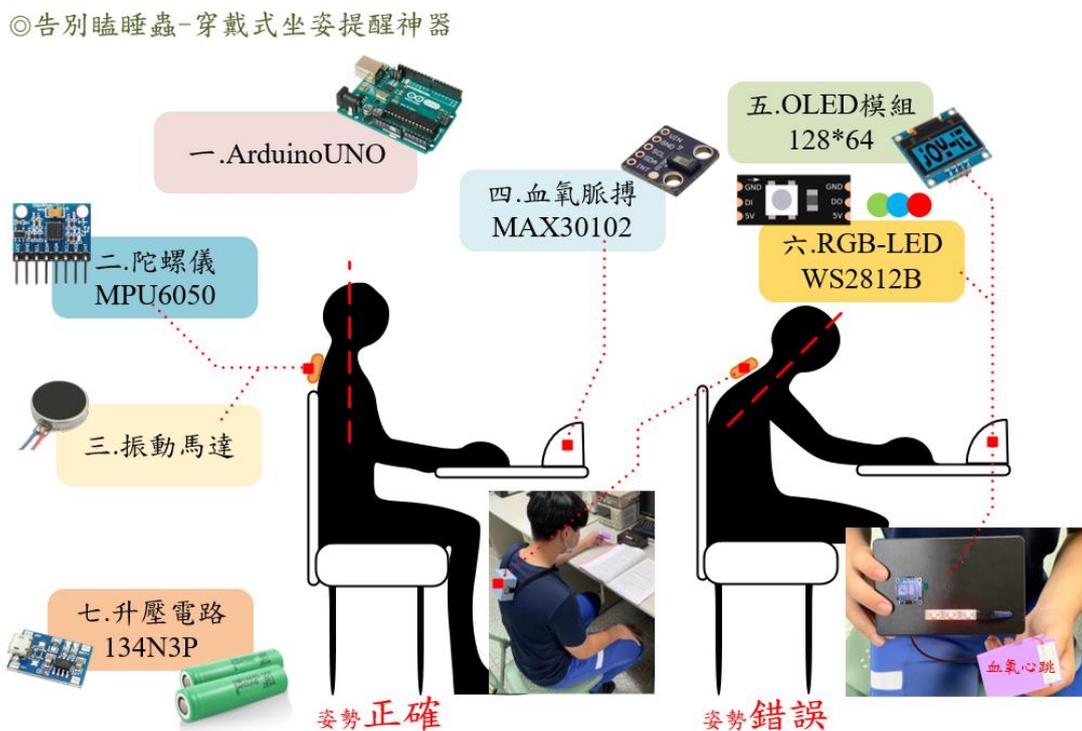


圖1、穿戴式坐姿提醒神器系統架構

參、作品使用說明及應用：

一、ArduinoUNO

Arduino UNO是一款流行的開源微控制器，它基於ATmega328P微控制器，為電子愛好者和創客提供了一個簡單易用的硬體和軟體平台。硬體處理器：ATmega328P，這是一款8位AVR微控制器，具有32KB的閃存，2KB的SRAM和1KB的EEPROM。工作電壓：5V，可通過USB接口或外部電源供應器供電。數字輸入/輸出引腳：14個，其中6個可用作PWM輸出。類比輸入引腳：6個，具有10位分辨率。通信埠：包括UART、SPI和I2C，用於與其他微控制器或外圍設備通信使用。編程：Arduino UNO使用Arduino IDE進行編程，該開發環境支持C和C++語言，具有豐富的函式庫，方便用戶快速開發各類應用，已成為電子工程師和創客的首選微控制器之一。如圖2所示，為ArduinoUNO接腳功能圖。本專題主要使用此晶片將各個感測模組的訊號統整，透過MQTT的Publisher與Subscriber功能，將數據同步並記錄於APP中監控。

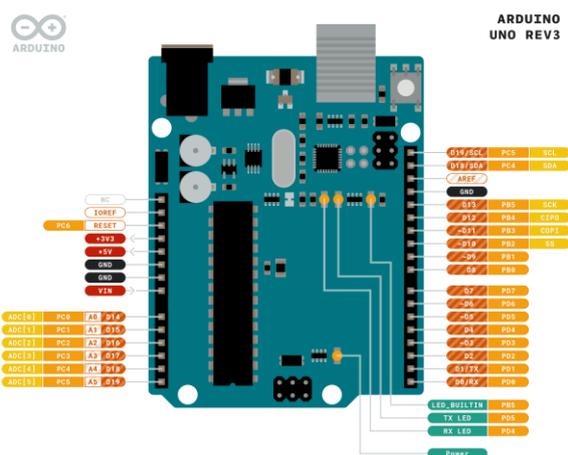


圖2、ArduinoUNO 接腳功能



圖3、AI2 APP 介面設計說明

二、AI2 APP介面設計

如圖3為AI2 APP介面設計說明圖，APP中可以顯示許多參數，包含使用者目前精神狀態、座位有無坐人、血氧濃度、模搏次數、X軸角度、Y軸角度、一節課(50分鐘)的姿勢不良次數、一節課的姿勢不良%等數據顯示，當啟動開關AUTO開啟後系統才會開始動作，當血氧或脈搏為0時表示坐未目前沒有坐人，當血氧大於95%與脈搏大於60次/分時，表示目前精神狀態良好。當系統偵測到X軸小於230度或大於270度(如圖14所示)，表示使用者前、後傾斜的角度過大。當Y軸小於130度或大於230度，表示使用者左、右傾斜的角度過大，都會記錄於姿勢不良次數中，並使用一節課50分鐘為基準，換算出一節課的姿勢不良百分比%，方便使用者了解自己的上課或工作情況。此外，XY軸的傾斜角度，皆可以於APP下方自行設定。此外，也會利用裝

置內的振動馬達，當坐姿錯誤時，會立即產生振動來刺激使用者改善坐姿，達到操作制約的改善效果。

肆、作品創意性：

一、坐姿提醒功能

本專題使用ArduinoUNO、陀螺儀、振動馬達、血氧脈搏、WS2812B(RGB-LED)等模組所組成，經由陀螺儀所產生的X軸(前後傾斜)、Y軸(左右傾斜)角度變化，來定義出使用者坐時身體的傾斜程度，當超出所設定的角度範圍時，隨即觸發振動馬達與RGB-LED閃爍來提醒使用者變更到正確坐姿，對於坐姿不正確或是打瞌睡都能偵測。

二、操作制約理論應用

我們針對學生與上班族設計了一個「穿戴式坐姿提醒神器」利用心理學的「操作制約」理論，透過微型振動馬達適時的給予振動刺激提醒，並記錄坐姿不良的次數與百分比，慢慢矯正到良好的坐姿狀態，養成習慣成自然。本專題除了能矯正良好的坐姿外，更能讓想睡覺的學生或上班族透過振動功能來提振精神。

三、精神狀態偵測

為了避免坐姿正確但處於睡覺的情況，本專題增加了血氧與脈搏偵測功能，因為睡眠時的血氧與脈搏都會低一些，可用來判別精神好壞，透過監控脈搏、血氧數據，配合陀螺儀的角度偵測，就能完整的偵測使用者坐姿的情況，也能告別瞌睡蟲。此外，也可透過血氧與脈搏，偵測使用者是否有在座位上，當座位有人才開始啟動系統偵測。

伍、作品成果報告

一、模組介紹

(一)陀螺儀MPU6050

如圖4所示，是MPU6050陀螺儀模組實體圖，MPU6050(GY-521的感測器)是InvenSense公司推出的全球首款整合性 6 軸運動處理元件，相較於多元件方案，免除了組合陀螺儀與加速器時之軸間差的問題，減少了安裝空間。內部包含三軸陀螺儀以及三軸加速計，結合在一起的數位運動處理器(簡稱DMP)，以 I2C 輸出6軸旋轉矩陣的數位資料。繞X軸旋轉角度為roll，繞Y軸旋轉角度為pitch，繞Z軸旋轉角度為yaw，晶片檢測上下左右前後哪幾個面受了多少力（包

括重力)，然後計算出偏轉角速度與重力加速度。MPU解析度在3軸加速度和3軸陀螺儀分別用了3個16位的ADC，每個軸輸出的資料數值範圍是-32768至+32768。本專題利用MPU6050所獲得的6軸旋轉矩陣數據轉換成3軸的角度，將此晶片安裝於使用者的上背，測量出目前使用者的前後(X軸角度)與左右(Y軸角度)的數值，比較後判別使用者目前坐姿是否處於姿勢不良、趴著、後仰等各種姿態。

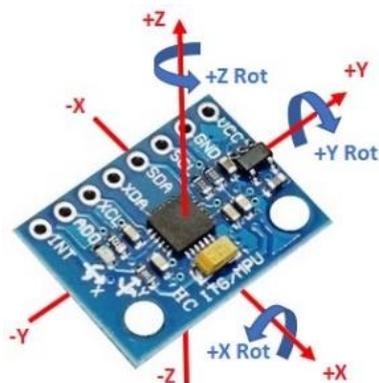


圖4、MPU6050陀螺儀模組



圖5、微型振動馬達實體

(二)振動馬達

如圖5所示，是微型振動馬達的實體圖，此馬達的使用電壓範圍：DC 2.7~3.3V，使用壽命：50000次 (1秒開啟，1秒關閉)，機械噪音小於50分貝。本專題用於坐姿不良時的振動提醒功能，讓使用者可以即使知道自己現在的坐姿是否正確。

(三)血氧脈搏MAX30102

如圖6所示，為MAX30102血氧脈搏模組實體圖，MAX30102為一脈搏血氧濃度感測器模組，適用於健身和醫療保健的高靈敏度脈搏血氧儀和心率生物感測器。晶片包括內部LED、光電探測器、光學元件和濾除環境光雜訊的精密電路。MAX30102提供完整的系統解決方案，可簡化設計過程，適用於移動和可穿戴設備。通訊協定使用I2C。其工作原理基於血紅蛋白在血液中的吸收特性，「氧合血紅蛋白」吸收較多的紅外光，而「脫氧血紅蛋白」吸收更多的紅光，如圖7所示為血氧脈搏模組使用情況，因此，晶片透過光電探測器獲得未被吸收的反射光數據，換算出血液中的氧氣百分比，如圖8所示為血氧脈搏模組使用情況。基於動脈血流的脈動性質，在測量期間還確定脈搏率和脈搏強度。本專題使用此模組，獲得使用者的血氧濃度與脈搏脈搏數據，用來評估目前使用者的精神狀態，精神好時血氧濃度與脈搏會較高，反之當睡著後會較低，此外，也可以判斷是否有人在座位上，當有人在座位時系統才會啟動姿勢不良偵測功能，避免誤判或作弊情況產生。

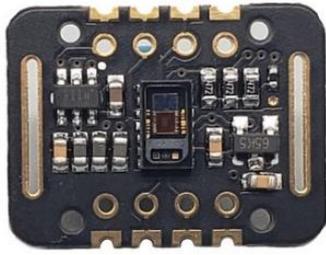


圖6、MAX30102血氧脈搏模組實體

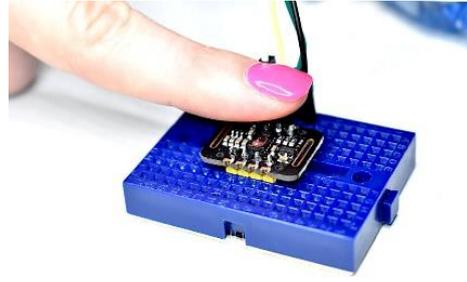


圖7、血氧脈搏模組使用情況

(四) OLED 128*64模組

如圖8所示，為OLED 模組的實體圖，此模組為128*64點陣 OLED 0.96吋液晶顯示，使用I2C通訊協定來控制，驅動晶片為SSD1306，OLED優點為自發光，無需背光，省電節能，常用於穿戴式的裝置上使用。本專題使用此模組來顯示所測量到的脈搏、血氧濃度等參數，讓使用者可以隨時看到數據變化，增加專注力。



圖8、OLED 128*64模組實體

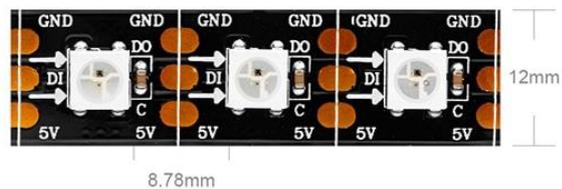


圖9、WS2812B電路實體

(五) RGB-LED WS2812B

如圖9所示，為WS2812B電路實體圖，此晶片是一個結合控制電路與發光電路於一體的智慧三色LED光源。其外型與一個5050-LED燈相同，每個元件即為一個圖點。圖點內部包含了智慧數位介面資料信號整形放大驅動電路，還包含有高精度的內部振盪器和5V可程式設計定電流控制部分，有效保證了圖點的顏色量度一致。本專題使用此RGB-LED用來提醒使用者，當坐姿不良時，會產生紅綠色的閃爍燈號來提醒使用者修正姿勢，姿勢正常時則顯示綠色燈號。

(六) 升壓電路134N3P

升壓電路，如圖10所示，為134N3P模組的實體圖，是一款專為移動電源設計的單晶片解決方案，內部結合了充電管理模組、放電管理模組、電量檢測及LED指示模組以及保護模組，充電電流可以設定，最大充電電流和最大放電電流1A，保護部分包含恆溫充電工作模式、過溫

保護、過充與過放保護、輸出過壓保護、輸出重載保護、輸出短路保護等幾乎所有安全保護功能以保證晶片和鋰離子電池的安全。搭配鋰電池18650，如圖11所示，即可將3.7V轉換成5V供給穩定電壓、電流給系統使用。



圖10、134N3P模組實體



圖11、鋰電池18650實體

二、物聯網系統功能說明

將上述裝置穿戴式坐姿提醒神器，使用App Inventor來設計監控的APP，經由裝置內ArduinoUNO配合ESP32模組透過MQTT Server，將各種數據同步並記錄於APP畫面中，即可完成整個物聯網的架構，如圖12所示。以下將針對MQTT Server、AI2 APP介面設計二個部分部分作介紹。

◎物聯網架構

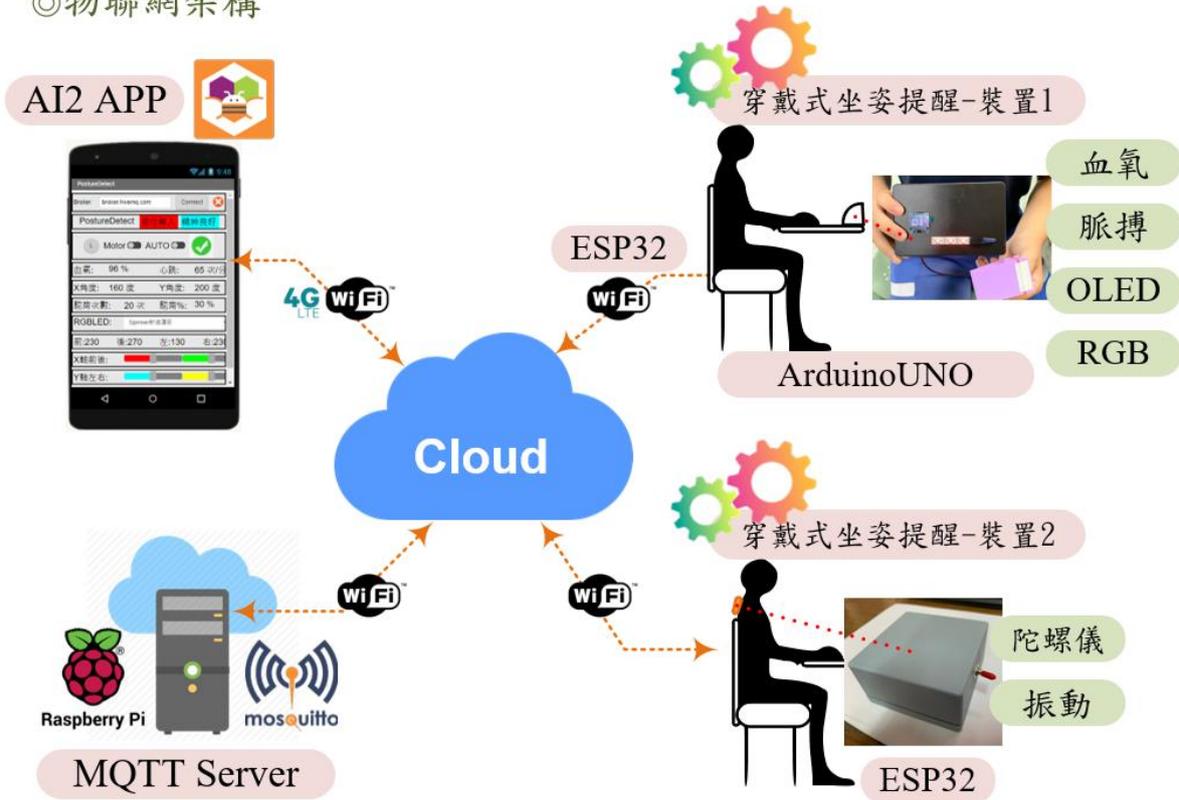


圖12、物聯網架構圖

(一) MQTT Server (mqttgo.io)

如圖12所示，會發現本專題將穿戴式坐姿提醒神器分成2個裝置製作，裝置1安裝於桌子上方，用來偵測使用者左手的血氧與脈搏數據，也能透過OLED顯示血氧脈搏數據與RGBLED的提醒功能。裝置2穿戴於使用者上背，用來偵測目前使用者的坐姿狀態與振動提醒功能。此兩個裝置與手機APP都藉由樹莓派所架設的MQTT伺服器(Broker)來同步彼此間的資料，由於MQTT協定的訊息內容很精簡，非常適合用於處理器資源及網路頻寬有限的物聯網裝置，透過多個節點設定、訂閱(Subscriber)、發布(Publisher)，如圖13所示為MQTT Server使用架構，作為本專題的主要架構，圖13中的溫度節點(temperature)則可以替換成專題所需要的各種節點來完成本專題。

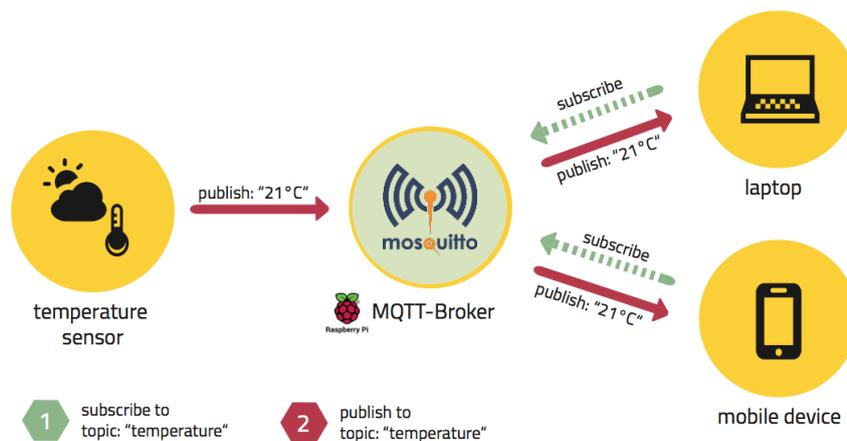


圖13、MQTT Server 使用架構

三、作品功用與操作方式

(一) 坐姿提醒功能測試

如圖14所示，為坐姿角度範圍與警示燈號說明圖，本專題透過使用者背上裝置內的陀螺儀來偵測使用者坐姿的角度是否正確，經由實驗獲得正確坐姿的角度約在230度至270度之間，當使用者坐姿角度介於230度至270度之間時，RGB-LED燈條顯示綠燈，表示坐姿正確；當使用者坐姿角度小於230度或大於270度時，RGB-LED燈條顯示紅燈，表示坐姿錯誤，提醒使用者目前情況，此外，也會利用裝置內的振動馬達，當坐姿錯誤時，會立即產生振動來刺激使用者改善坐姿，達到操作制約的改善效果。如圖15所示，為陀螺儀角度與範圍設定說明圖，本專題可以透過APP來隨時監控使用者陀螺儀的角度，並且可以設定觸發振動的角度範圍。

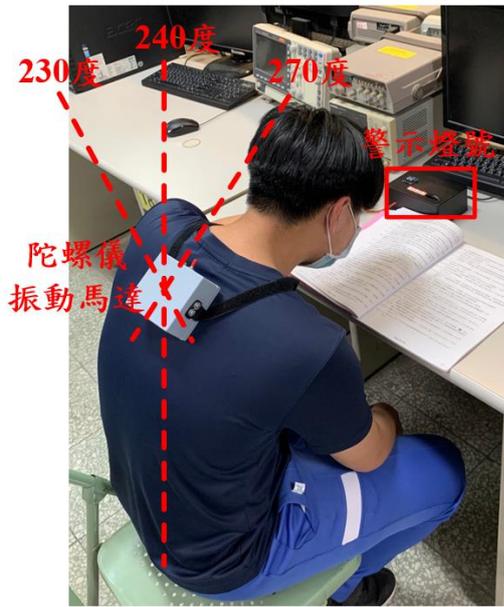


圖14、坐姿角度範圍與警示燈號



圖15、陀螺儀角度與範圍設定

(二)血氧濃度與脈搏次數偵測

如圖16所示為血氧脈搏測量與顯示圖，系統啟動後會於OLED螢幕上顯示目前所測量到的血氧與脈搏數值，APP會顯示「座位有人」，如圖17所示為血氧脈搏數值與座位狀態圖，讀取數值的穩定時間約為10秒，當使用者沒有放置手指頭於模組上方時，血氧與脈搏都會顯示數值零，表示目前沒有有人在座位上，APP會顯示「座位無人」。系統會於座位有人時才會啟動陀螺儀偵測提醒功能，也避免使用者不正常的使用造成錯誤判斷。



圖16、血氧脈搏測量與顯示



圖17、血氧脈搏數值與座位狀態

(三)精神狀態偵測

如圖18所示為趴著睡著情況說明圖，當使用者趴著睡著時系統可以透過陀螺儀的角度偵測來知道使用者是否趴著，血氧脈搏數值於睡眠時也會比一般情況低，此時系統會產生紅色燈號與振動警示。如圖19所示為坐著睡著情況說明圖，此時雖然坐姿角度正常但血氧脈搏數值會偏低，系統此時還是會產生紅色燈號與振動警示來提醒使用者。



圖18、趴著睡著情況說明

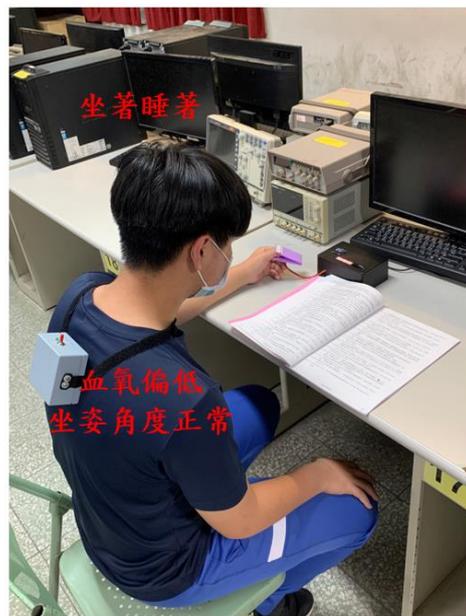


圖19、坐著睡著情況說明

(四)坐姿不良次數與百分比說明

如圖20所示為坐姿不良次數與百分比顯示圖，本專題除了可以偵測坐姿不良、精神狀態外，利用每分鐘擷取一次坐姿的方式，計算出一節課50分鐘內，坐姿不良的次數(包含駝背、打瞌睡等不良姿勢)，例如使用者50分鐘內姿勢不良達10次，系統會計算出20%，此時APP上會顯示「√」符號，如圖21所示為AI2姿勢不良百分比程式定義圖，AI2程式中定義當姿勢不良百分比大於75%時會顯示「X」符號，當介於25%至75%時顯示「△」符號，當小於25%時系統顯示「√」符號，方便使用者、家長或老師快速了解姿勢不良情況，並給予適當的協助，加以改善。



姿勢不良次數與%

圖20、坐姿不良次數與百分比



睡覺提醒

姿勢不良%定義

座位有無人偵測

圖21、姿勢不良百分比程式定義

陸、參考文獻：

- [1] 陳致中、乾龍工作室 (2018)。AIOT 智慧物聯網。新北市：台科大圖書。
- [2] 蔡忠福 (2017)。創新與創意發明應用。新北市：台科大圖書。
- [3] 柯清長、賴建宏、胡均綸、陸向陽 (2019)。Ameba&Arduino IOT 物聯網實戰應用，新北市：台科大圖書。
- [4] 梅克2工作室、郭瀨文、陳美齡 (2014)。微電腦控制實習。新北市：台科大圖書。
- [5] 趙英傑 (2016)。超圖解 Arduino 互動設計入門。台北市：旗標出版。

2023仰望盃全國科學 HomeRun 實作大賽

作品設計費支出明細表(複賽用)

隊伍名稱：電學之子

項目名稱	費用	備註
陀螺儀 MPU-6050	75元	
ESP32 wifi 模組*2	390元	
血氧脈搏 MAX30102	150元	
OLED 模組128*64	210元	
振動馬達	15元	
RGB-LED WS2812B	150元	
升壓電路134N3P	9元	
塑膠盒外殼	120元	
單芯線	35元	
總價 (新台幣) (元)	1,154元	

註：除了大會所提供之 Arduino UNO 外，其餘作品設計費每組花費限額3,000元(大會不補助)。若作品有使用到網際網路，提供網路的設備不計入作品設計費，該設備只作為提供網路給作品使用。

複賽時並請提供「作品設計支出明細表」。