

**2024 年教育部**  
**智慧晶片系統應用創新專題實作競賽**  
**參賽書面報告書**

**一. 報名類組**

請擇一	類組	說明
<input checked="" type="checkbox"/>	智慧健康	以晶片系統技術、感測器技術或平台來解決健康上的議題。例如：智慧健康 IoT 系統感測、讀出、獵能電路等面向的核心技術或應用系統皆是。
<input type="checkbox"/>	智慧終端裝置	以晶片系統技術、智慧化技術或平台來解決終端裝置上的議題。例如：快速應用加速器開發、前瞻高速智慧 edge AI 晶片設計、終端裝置智慧感知等面向的核心技術或應用系統皆是。
<input type="checkbox"/>	智慧環境	以晶片系統技術、感測器技術或平台來解決環境上的議題。例如：空氣品質監測、水資源品質監測、土壤酸鹼度監測等面向的核心技術或應用系統皆是。

**二. 作品名稱：**SunBone 向日骨健

**三. 團隊名稱：**太骨達人

**四. 作品介紹：**

**1. 作品摘要**

由於骨質疏鬆症會隨著年齡的增長而增加罹患的機率，並且無顯著發生徵兆，使得該疾病不易預防。然而，藉由適當接觸紫外線，讓皮膚經由接觸陽光來幫助自體合成維生素 D，將可引導年長者主動預防骨質疏鬆症。為此，本團隊利用水壺外出運動攜帶的關聯性，結合具有整合 AI 深度學習視覺處理技術的 K210 開發板及紫外線感測模組等硬體元件，開發出「SunBone 向日骨健」系統。本系統採用開源資料平台蒐集的運動姿勢判定公開資料集，基於 PoseNet 姿勢估計模型框架，訓練自行開發的深度學習模型，用以判斷運動姿勢是否正確。此外，本系統將透過 AI 語音助理告知使用者當前的運動流程，並搭配 SunBone 水壺上的 QVGA 顯示屏提示使用者即時矯正錯誤姿勢，以確保有效的活動程序。系統也將依照當前偵測使用者運動時長結合紫外線強度，分析運動當下較易忽視的適當水分補充時刻，藉以判斷當前的總熱量消耗以及使用者的喝水時機，保障使用者維持健康而適度運動，以此預防罹患骨質疏鬆症。

## 2. 構想說明

### A. 設計理念

骨質疏鬆症是最常見的慢性代謝性骨疾病，由於骨骼組織的密度和質量下降使得骨折風險大幅增加，從而導致疼痛、殘疾，並喪失生活能力使日常活動變得極其困難，嚴重更可能造成死亡。隨著人口老化和壽命延長，骨質疏鬆症日益成為全球流行病[1]。目前估計有超過 2 億人患有骨質疏鬆症，其中年長者罹患骨質疏鬆症的風險最高，近 75% 的髖部、脊椎和手腕骨折皆發生於 65 歲以上的人群中。根據國際骨質疏鬆基金會的最新統計，全球 50 歲以上的族群中有三分之一的女性和五分之一的男性，在一生中會經歷骨質疏鬆性骨折。然而，骨質疏鬆症又被稱為「無聲疾病」，因沒有任何臨床特徵而導致大多數人患有骨質疏鬆症卻不自知，因此即早進行預防與治療變得致關重要，不僅須確保攝取足夠的鈣和維生素 D，也須培養良好的運動習慣來改善平衡、姿勢、協調性和肌肉力量[2]。不僅如此，對於年長者以及患有骨質疏鬆之患者，運動時更需注意能否持續保持良好的運動姿勢，以降低受傷與跌倒的風險。錯誤的姿勢可能會增加關節的壓力，並加重關節磨損、產生疼痛或不適感反而造成反效果。此外，運動時也須注意及時補充水分，特別針對於年長者由於身體調節溫度能力以及口渴機制的變化，年長者更容易受到熱壓力和中暑的影響，但即使脫水也可能不會感到口渴，進而導致脫水的風險更高，因此有意識地監測液體攝取量變得更加重要，運動時保持水分同時也可以幫助年長者控制體溫並降低熱相關疾病的風險[3]。

為此，本團隊開發「SunBone 向日骨健」系統，幫助使用者能夠在運動時透過**姿勢偵測判斷**是否在運動過程中保持正確姿勢，透過偵測**單腳站立、抬手、原地跑步以及深蹲**以上四種姿勢，並記錄每項運動的次數與運動時長，針對使用者本身平衡、姿勢、協調性和肌肉力量[4][5]，以有效預防骨質疏鬆症。本系統也將透過**紫外線偵測**，確保使用者在曝曬期間皮膚能適當的產生維生素 D，同時在紫外線過高時也能提醒使用者避免外出運動或做好防曬措施，並且協助使用者記錄曝曬時間，當曝曬時間過長時，便會警告使用者需盡快返回室內，另外再搭配自行設計的「**飲水時機評估演算法**」提醒使用者運動期間須即時補充水分，以此避免使用者在運動期間產生中暑或脫水的情況。此外，為了方便使用者以最直觀的方式進行操作，本系統將利用 **AI 語音助理**傳達至使用者當前需執行的各項運動指令，同時也會即時偵測各項的運動次數以及使用者姿勢是否正確，並適時的提醒使用者需補充水分。期望透過「SunBone 向日骨健」能夠讓使用者保持良好的運動習慣和姿勢，以此有效的保護使用者的骨骼健康，預防骨質疏鬆症的發生。「SunBone 向日骨健」系統示意圖如圖 1 所示。

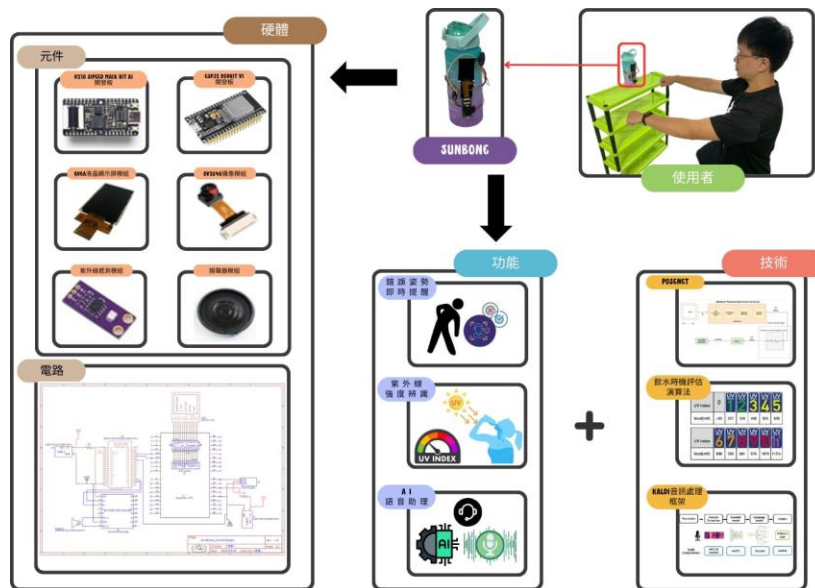


圖 1、「SunBone 向日骨健」系統示意圖

## B. 創新價值

### i. 即時偵測運動姿勢是否正確

透過 PoseNet 節點辨識技術，精確地識別人體的骨節點，讓年長者在進行運動時得到即時的姿勢指導與反饋，確保使用者採取正確的姿勢以減少骨骼負擔，從而有效地預防或減緩骨質疏鬆的發生，提升年長者的運動效果，降低因不當姿勢而引起的損傷風險，進而改善他們的生活品質和健康狀態。

### ii. 適時提醒合適補水時機

基於交通部中央氣象署提供紫外線預報提供之適合運動之 UVI [6]，以及衛福部國民健康署指出運動時適當地補充水分之頻率，本團隊搭配紫外線感測器，自行設計「飲水時機評估演算法」，即時監測環境中的紫外線強度以及使用者的運動情況，並將以上結合提供較精準的飲水建議，以避免中暑或脫水的情況發生。

### iii. AI 語音提示輔助操作

整合硬體設備與 AI 語音助理技術，SunBone 向日骨健能夠即時偵測使用者的姿勢節點，提供準確的語音回饋以告知當前正確運動流程，提升運動效果同時也減少受傷的風險，並透過「飲水時機評估演算法」以語音提醒使用者須適當補充水分。設計目的在於讓年長的使用者無需繁瑣的操作也能輕鬆使用本系統，透過語音助理的輔助降低使用步驟的複雜性。

#### iv. 產品比較

本團隊將「SunBone 向日骨健」與市面上相似智慧健康產品進行比較，分別為「微軟 Microsoft Band 智慧手環」[7]及「NIX Hydration Biosensor」[8]，以下將針對兩樣相關產品進行簡單介紹，並分別針對四方面功能進行整合地分析與比較，其智慧健康產品比較表如表一所示；透過功能性及性能，進行三樣智慧健康產品之綜合評估，其綜合評估表如表二所示。

##### (1). 微軟 Microsoft Band 智慧手環

一款由微軟開發與設計，帶有健身手環功能的智能手錶，使用者可藉由智慧手環了解行走步數、移動距離、心跳、卡路里與睡眠情況，除了具有一般智慧型手錶功能外，因內建 10 種感測器，可偵測紫外線照射、皮電反應（測試壓力用）等健康指標，手環搭載的 GPS，還可記錄運動行走路徑等，實現健康目標。

##### (2). NIX Hydration Biosensor

一種輕型水合監測器，推薦用於 45 分鐘或更長時間的鍛煉，它可以量化何時、喝什麼以及喝多少（水或電解質），同時分析您的出汗情況。在每次運動開始前，可充電夾夾在一次性汗貼上，讀取資料並將其傳輸到 Nix 應用程式。它可以與智慧型手機或手錶結合，即時提供個人喝水數據，以提高您的運動表現、安全性和健康。

產品名稱 產品功能	SunBone 向日骨健	微軟 Microsoft Band 智慧手環[7]	NIX Hydration Biosensor[8]
紫外線強度偵測	運用紫外線感測模組 有效檢測紫外線強度	有紫外線傳感器可以 檢測紫外線的程度	無紫外線相關設備
喝水頻率提醒	整合運動時長與紫外線強度 提醒使用者適當地喝水頻率	無喝水提醒相關功能	利用水合生物感測器提示運 動期間的飲水時間、飲水量
運動姿勢判讀	使用 PoseNet 姿勢估計模型 判讀使用者運動姿勢正確性	僅用 GPS 記錄運動行 走路徑，無姿勢辨識	可與智慧手錶結合得知運動 時長，但無姿勢辨識
AI 語音助理	透過 AI 語音助理告知使用 者當前的運動流程	有語音助手 Cortana	僅用訊息通知向手機、手錶 發送，無語音助理

表一、智慧健康產品比較表

產品名稱 產品優勢	SunBone 向日骨健	微軟 Microsoft Band 智慧手環	NIX Hydration Biosensor
方便性	藉由聲音及螢幕提醒 提供簡易的使用界面 僅需按下開關即可	手環操作介面相對複雜 不易在短時間內上手	每次運動前皆須對產品 進行多項繁瑣操作與設定
實用性	運動時需攜帶水壺 因此不易遺忘	手環方便攜帶 但因較為耗電 外出前都須確保電量足夠 且較為容易忘記攜帶	須將裝置黏貼在手臂 易發生脫落或遺忘等情況 降低使用者使用意願
準確性	可監測使用者的當下之 運動狀態和環境條件	可能受到手環佩戴位置、 使用者活動水平 等因素的影響	無法提供短時間內準確的 水合狀態監測
性價比	硬體成本較低 因此價格較為實惠 性價比高	定價為\$6400 價格偏高不易負擔 性價比低	定價為\$4200 價格相對而言較高 性價比偏低

表二、智慧健康產品綜合評估表

### 3. 軟硬體實作規劃

#### A. 硬體電路製作

本團隊以 K210 Sipeed MAIX Bit AI 做為主要開發板，並以 ESP32 Devkit v1 作為輔助開發板，搭配紫外線感測模組、QVGA 液晶顯示屏、OV2640 攝像頭與揚聲器模組等元件安裝至水壺上，以構成「SunBone 向日骨健」系統。

本系統將透過 AI 語音助理指示使用者作出相對應之運動姿勢。當攝像頭偵測到人物姿勢擺動時，便會經由部署於 K210 開發板上的 PoseNet 機器學習模型估計，並將估計結果顯示於液晶顯示屏中，而後將紫外線感測模組所探索到的數據結合估計結果，透過揚聲器模組即時傳遞消息於使用者，以此照顧使用者當前的運動進程。

「SunBone 向日骨健」電路設計圖如圖 2 所示。「SunBone 向日骨健」系統硬體元件應用說明如表三所示。

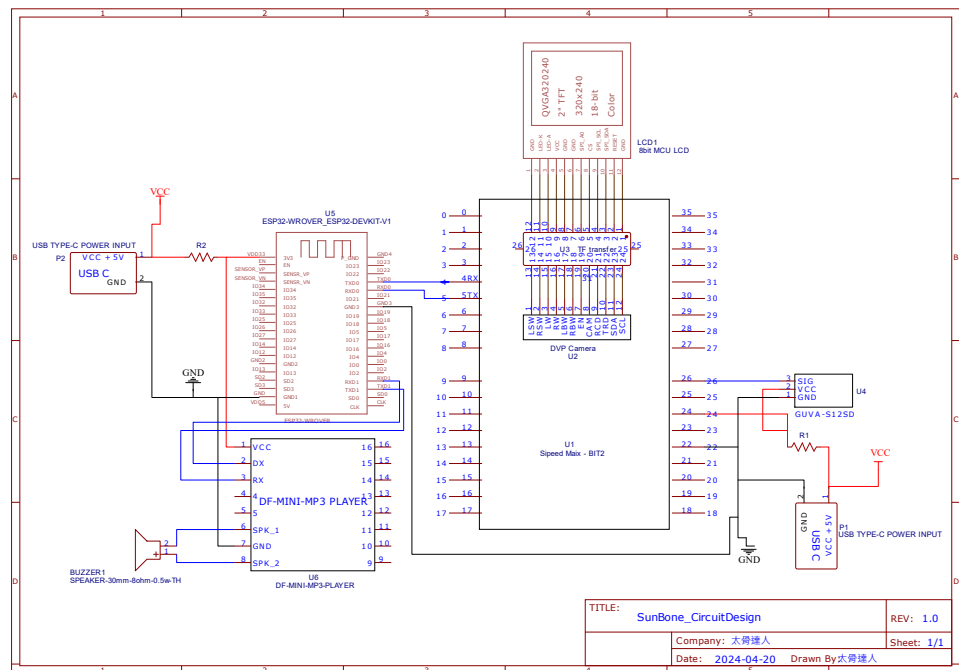



圖 2、「SunBone 向日骨健」電路設計圖

 <p>K210 Sipeed MAIX Bit AI 開發板</p>	<p>K210 Sipeed MAIX Bit AI 為提供 AI 邊緣運算的微控制器開發板，本系統將和 ESP32 Devkit v1 開發板協作，並串接其餘模組，主要用於部署 PoseNet 及其餘元件執行程式。</p>
 <p>ESP32 Devkit v1 開發板</p>	<p>ESP32 Devkit v1 開發板做為輔助開發板，用於部署與控制 AI 語音助理的音訊輸出，並和 K210 Sipeed MAIX Bit AI 開發板進行功能協作。</p>
 <p>OV2640 攝像模組</p>	<p>連接至 K210 Sipeed MAIX Bit AI，提供即時影像捕捉並傳至 PoseNet 進行辨識，以利後續的運動姿勢判斷。</p>
 <p>QVGA 液晶顯示屏模組</p>	<p>連接至 K210 Sipeed MAIX Bit AI，用於將 PoseNet 節點辨識的影像結果輸出，顯示使用者當前的運動姿勢。</p>
 <p>紫外線感測模組</p>	<p>透過 K210 Sipeed MAIX Bit AI 開發板，偵測並接收紫外線訊號，並輸出模擬電壓數值進行轉換，以此量測紫外線指數。</p>

 揚聲器模組	連結至 ESP32 Devkit v1 輔助開發板，AI 語音提示之音訊輸出則透過部署於 ESP32 Devkit v1 之 AI 語音助理，以此供使用者參照助理之提示做出相對應的運動姿勢。
--	---

表三、「SunBone 向日骨健」系統硬體元件應用說明

## B. 軟體功能與技術

### i. PoseNet

PoseNet 為一種用於估計人體姿勢的機器學習模型[9]，基於 TensorFlow 深度學習模型，透過影像中人體抓取節點特徵的方式，以此辨認使用者姿勢正確與否。PoseNet 本身接受過由 Google 開發的 MobileNet 輕量級模型架構進行訓練，通過使用深度可分離卷積來加深網絡並減少參數、計算成本以及提高準確性，其最大的特色之一便是可在瀏覽器中運行，而不需依賴於 API，可以在有限的硬體資源下進行開發。PoseNet 會抓取 17 個人體節點進行姿態估計，其關鍵節點位置圖如圖 3 所示。

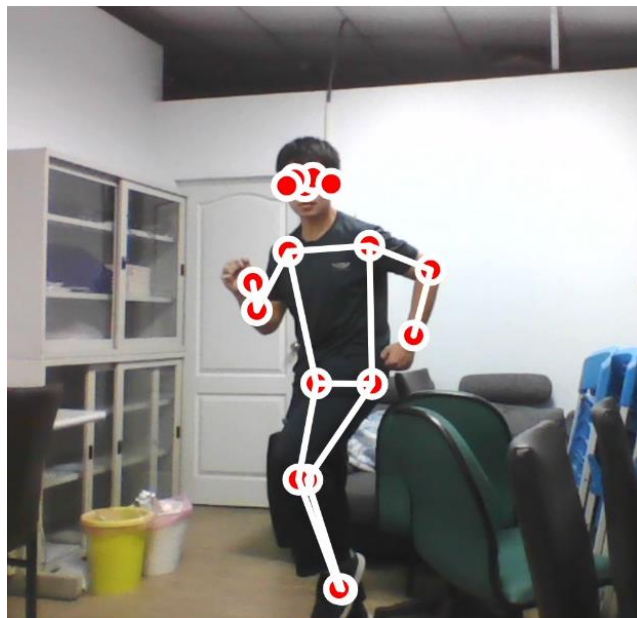


圖 3、PoseNet 關鍵節點位置圖

本團隊將透過偵測單腳站立、抬手、原地跑步以及深蹲以上四種姿勢，進而能夠有效改善使用者本身平衡、姿勢、協調性和肌肉力量。本團隊收集了上述四種動作影片(10 幀/秒)，將長達 10 分鐘訓練資料加載到系統中以進行訓練，利用 PoseNet 抓取人體節點，同時提取每幀的骨架特徵，採用 EFS 技術對提取的骨架特徵進行處理，再利用 OpenPose 算法抽取(1)身體速度、(2)正規化節點位置以及(3)身體節點速度作為特徵，最後透過 KNN 分類器進行分類，以判斷姿勢是否正確。

## ii. 飲水時機評估演算法

為了能讓使用者在適當的時機即時補充水分，本團隊開發出了飲水時機演算法，基於紫外線指數、運動時長以及運動次數等數據，來判斷何時為合適的飲水時間，其步驟如下：

### (1). UV 指數運動水分補充公式

依據世界衛生組織相關規範，紫外線指數分級指數小於等於 2 時為低量級、指數 3~5 為中量級，指數 6~7 為高量級，指數 8~10 為過量級，指數大於等於 11 則為危險級。因此本系統將會透過紫外線感測器所輸出的模擬電壓數值進行轉換，以此作為量測紫外線指數之分級標準。

當系統量測紫外線指數低於 6 時代表紫外線強度適中，為合適的運動時間，且對人體皮膚較為安全，不易造成曬傷，建議運動時長 20 分鐘時補充一次水分，此時系統螢幕會以綠色外框顯示；當紫外線指數為 6~7 時，紫外線強度偏高，須做好防曬並且曝曬時長需控制於 30 分鐘內，建議運動時長 15 分鐘時補充一次水分，此時系統螢幕會以黃色警告顯示，並在偵測到人物時開始計時運動時長，超過 30 分鐘時便會出現紅色禁止符號，同時停止計時；若紫外線指數大於 7 時則表示強烈不建議出門運動，此時系統便會以紅色禁止符號顯示，即使偵測到人物時也不會記錄運動時長，其 UV 指數運動水分補充公式如公式(1)所示。

$$Tr(UV) = \begin{cases} 0, & UV > 7 \\ 15, & UV = 7, 6 \\ 20, & UV < 6 \end{cases}$$

Tr = 建議每次補充水分之運動時長

UV = 紫外線指數

UV 指數運動水分補充公式(1)

### (2). 喝水時機評估公式

根據「UV 指數運動水分補充公式」所得之建議每次補充水分之運動時長作為基準，再透過使用者之當前運動時長、各項運動次數與各項運動建議總次數來評估合適的喝水時機，並以 MET 值作為衡量各項運動強度之指標[11]，喝水時機評估公式如公式(2)所示；其各項運動建議次數與 MET 值對照表如表四所示。



$$W(\%) = \frac{T}{Tr} * 100\% + \sum_{e=1}^n \frac{M * N}{Nr}$$

W = 喝水時機

T = 運動時長

e = 運動項目

M = MET 值

N = 運動次數

Nr = 建議運動次數

喝水時機評估公式(2)

運動項目	建議次數	MET 值	訓練項目
單腳站立	30 秒/次 共兩次	2.0	平衡練習可提高保持直立的能力，並有助於防止跌倒
抬手	12 次	1.5	肌肉強化與伸展運動，讓肌肉關節保持靈活
原地跑步	10 次	8.0	負重練習，有助於增強骨骼
深蹲	8 次	3.0	肌肉強化運動

表四、各項運動建議次數與 MET 值對照表

### iii. Kaldi 音訊處理框架

本系統將提供 AI 語音助理功能，讓使用者透過聆聽助理的提示來執行指定的運動動作。此 AI 語音助理是基於 Kaldi 所開發，Kaldi 為使用 C++ 所編寫的開源音訊處理模型框架，專門用於語音辨識和語音訊號處理。本系統將採用 Kaldi 工具包中的 TDNN(Time Daily Neural Network)模型來訓練一個簡單的神經網路模型，並利用 formosa 繁中語料庫以及由 PoseNet 所評判的結果作為訓練資料集。整體訓練流程將會以結構化的流程中完成，最終模型將根據 PoseNet 姿勢判斷結果進行語音提示輸出，並透過 ESP-IDF 物聯網開發框架部署於 ESP32 Devkit v1 開發板中，以確保系統能夠準確地提供相應的運動姿勢建議。

## C. 系統開發工具

開發工具分為硬體與軟體兩大部分，在硬體部分，本系統採用 K210 Sipeed MAIX Bit AI 開發板做為核心，以利其控制其餘硬體元件完成本系統的各项功能，並串接至 ESP32 Devkit v1 輔助開發板。而在軟體部分，本團隊使用 Anaconda 為 IDE 並在 Python 3.8 環境下執行模型設計與訓練，透過 MaixPy IDE 將訓練好的模型部署於 K210 開發板中，並燒錄其餘元件操作程式，而 ESP32 Devkit v1 輔助開發板則是透過 ESP-IDF 物聯網開發框架部署語音助理。

#### 4. 場域應用

##### A. 「SunBone 向日骨健」系統架構圖

為了協助年長者主動預防骨質疏鬆症，我們可將「SunBone 向日骨健」系統應用在室內、外運動場所，當使用者在運動時，可以透過 PoseNet 姿勢辨識結合 AI 語音提示使用者運動流程以及搭配螢幕提示姿勢正確性，並搭配紫外線強度辨識及計算運動時長，提醒使用者適當的喝水頻率。「SunBone 向日骨健」系統架構圖如圖所示。

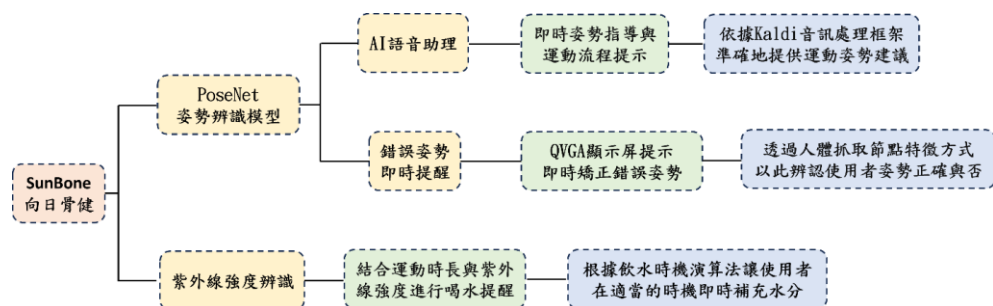


圖 4、「SunBone 向日骨健」系統架構圖

##### B. STP 分析

透過整合 STP 市場分析和不同場域的運用，使「SunBone 向日骨健」系統確定在市場上的定位和針對目標受眾的有效推廣策略，從而提高產品在市場上的競爭力，本團隊之進行 STP 分析如下：

<p>■ <b>S (segmentation, 市場區隔)</b></p> <p>a. <b>年長者市場</b>：專注於年長者，特別是容易罹患骨質疏鬆症的潛在客群。</p> <p>b. <b>健康意識高的消費者</b>：注重健康且願意主動預防疾病的消費者。</p> <p>c. <b>戶外運動愛好者</b>：定位於喜歡戶外運動且願意利用運動時間來提升自身健康的族群。</p>	<p>■ <b>T (targeting, 選擇目標市場)</b></p> <p>根據市場區隔，選擇室內外運動場所作為主要的目標市場。本團隊專注於年長者市場和健康意識高的消費者。這些群體對於預防骨質疏鬆症和保持健康相對重視，因此可能對於 SunBone 系統有較高的興趣和需求。</p>
<p>■ <b>P (positioning, 定位)</b></p> <p>a. <b>強調健康保護</b>：本系統定位為關注健康並能主動預防骨質疏鬆症的產品，提供健康管理解決方案的智能設備。強調系統提供的紫外線偵測、適時喝水提醒和運動姿勢及時辨識功能以及 AI 語音助理，幫助使用者保持健康的骨骼和運動狀態。</p> <p>b. <b>技術創新</b>：SunBone 系統搭載的 AI 深度學習技術和紫外線感測模組，讓使用者了解該產品不僅是普通的運動輔助裝置，更是一個融合了科技和健康保護的創新產品。</p> <p>c. <b>便利性與實用性</b>：強調 SunBone 系統的便攜性和即時提醒功能，特別是針對喜歡戶外運動的人群。讓消費者可以在任何地方使用 SunBone 系統，結合 AI 語音助理減少使用上的複雜性輕鬆進行運動，同時確保健康和 safety。</p>	

## 五. 獲獎紀錄

1. 同一作品之部分成果曾獲獎？（請勾選）☐ 是（請續填）☒ 否
2. 若同一作品之部分成果曾獲獎，請敘明獲獎作品與此參賽作品之差異。

## 六. 參考資料

- [1] Sözen, Tümay, Lale Özışık, and Nursel Çalık Başaran. "An overview and management of osteoporosis." European journal of rheumatology 4.1 (2017): 46. <https://reurl.cc/4rgVeD>
- [2] INTERNATIONAL OSTEOPOROSIS FOUNDATION <https://www.osteoporosis.foundation/>
- [3] Li, Shizhen, Xun Xiao, and Xiangyu Zhang. "Hydration status in older adults: current knowledge and future challenges." Nutrients 15.11 (2023): 2609. <https://reurl.cc/EjK5l0>
- [4] Harvard Health Publishing "Effective exercises for osteoporosis" <https://reurl.cc/qVDWAY>
- [5] National Institute of Arthritis and Musculoskeletal and Skin Diseases "Exercise for Your Bone Health" <https://reurl.cc/8vLxaX>
- [6] 交通部中央氣象署-紫外線預報 [https://www.cwa.gov.tw/V8/C/W/MFC\\_UVI\\_Map.html](https://www.cwa.gov.tw/V8/C/W/MFC_UVI_Map.html)
- [7] Microsoft Band <https://support.microsoft.com/en-gb/topic/what-can-i-still-do-with-my-microsoft-band-a2a59355-5be0-3441-9fff-4dc27bcba5b5>
- [8] NIX Hydration Biosensor <https://nixbiosensors.com/>
- [9] Posture Detection using PoseNet <https://reurl.cc/lQRxpq>
- [10] Malik, Najeeb Ur Rehman, et al. "Multi-view human action recognition using skeleton based-fineknn with extraneous frame scrapping technique." Sensors 23.5 (2023): 2745. <https://reurl.cc/QR9vmM>
- [11] Ainsworth, Barbara E., et al. "Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities." Medicine and science in sports and exercise 32.9; SUPP/1 (2000): S498-S504. <https://reurl.cc/2Y0Le4>