

打造穿戴式心率監控器



作者：Joseph Downing，Mouser Electronics（貿澤電子）

近幾年，穿戴式裝置的用途跨足多個市場，主要是因其便利性，且能顯示大量資訊，舉幾個例子，像是 Samsung Gear Fit2 的活動追蹤器、Qardio®Arm 血壓計的醫療裝置，甚至是 Under Armor UA 的 SpeedForm®Gemini 3 Record-Equipped 智能跑鞋等。這些裝置能為使用者提供各種回饋，包括睡眠品質、VO2 等級、活動程度，以及步行和跑步的踏頻，還有許多其他的資料點。

設計穿戴式裝置，需要加入周邊裝置，以用來感測及顯示各種資料，還有在雲端儲存及擷取資料。本專案使用 Maxim Integrated™ (Maxim) 的 Pegasus 快速開發平台，其將關鍵的周邊裝置整合到 Maxim 700-MAXREFDES117# 心率監控器參考設計所附的開發板內，有助於簡化開發作業。為了讓專案技術更為完整，我們還使用 Mbed 作業系統 (OS) 的雲端編程，Ubidots 的雲端服務，以及 Android Studio 軟體的雲端介面。

假如您是一位設計人員（或「DIY 愛好者」），使用這些整合功能、參考設計和雲端編程工具，能讓您在著手起步時省下不少功夫。以下各節確認所需要的專案材料，並協助您完成裝置編程、開發板接線、編譯和載入 Android 應用程式，以及將資料傳輸到雲端服務。

專案材料和資源

建議在開始本專案之前先收集下列的材料和資源：

專案材料清單 (BOM)

存取 Mouser.com 上的專案 BOM，取得下列的必備元件：

- Maxim 的 700-MAX32630FTHR# 開發平台，此平台搭載 MAX32630 Arm®Cortex®M4F 微控制器，並隨附 MAX14690 PMIC 電池充電管理裝置
- Maxim 的 700-MAXREFDES117# 心率監控器，含心率/脈搏血氧儀感測器、降壓 DC/DC 轉換器和邏輯位準轉換器
- 鋰聚合物電池

專案程式碼

- [貿澤 HRM Mbed 儲存庫](#)
- [貿澤 HRM GitHub 儲存庫](#)

硬體

- 烙鐵
- 跳線或一般連接線
- 助焊劑
- 接頭腳位
- 模擬電路板
- 數位萬用電錶（選擇性）
- 示波器（選擇性）
- [擴充周邊裝置](#)（選擇性）

帳號與軟體

- [Ubidots Cloud 服務帳號](#)
- [Mbed.org 帳號](#)
- [Android Studio 軟體](#)

專案技術概觀

這是一個介於中級到高級的專案，專為具備編程和焊接經驗的工程師與 DIY 愛好者所設計。我們使用下列技術設計本專案：

Maxim MAX32630FTHR Pegasus 開發平台

本專案為 Maxim 最新的 [MAX32630FTHR Pegasus 開發平台](#) 為基礎（[圖 1](#)）。此平台搭載 [MAX32630 Arm®Cortex® M4F 微控制器](#)，並隨附 [MAX14690 PMIC 電池充電管理裝置](#)，可協助工程師快速建立原型。此多功能電路板具備許多整合式周邊裝置，例如加速度計/陀螺儀、雙模藍牙，以及 SPI、I²C、UART、66 個 GPIO 等。MAX32630FTHR 外型尺寸小巧，相容許多立即可用的擴充板和標準型模擬電路板，能發揮無限的可能性。欲知所提供的選項，您可造訪 [擴充周邊裝置](#) 下的連結。

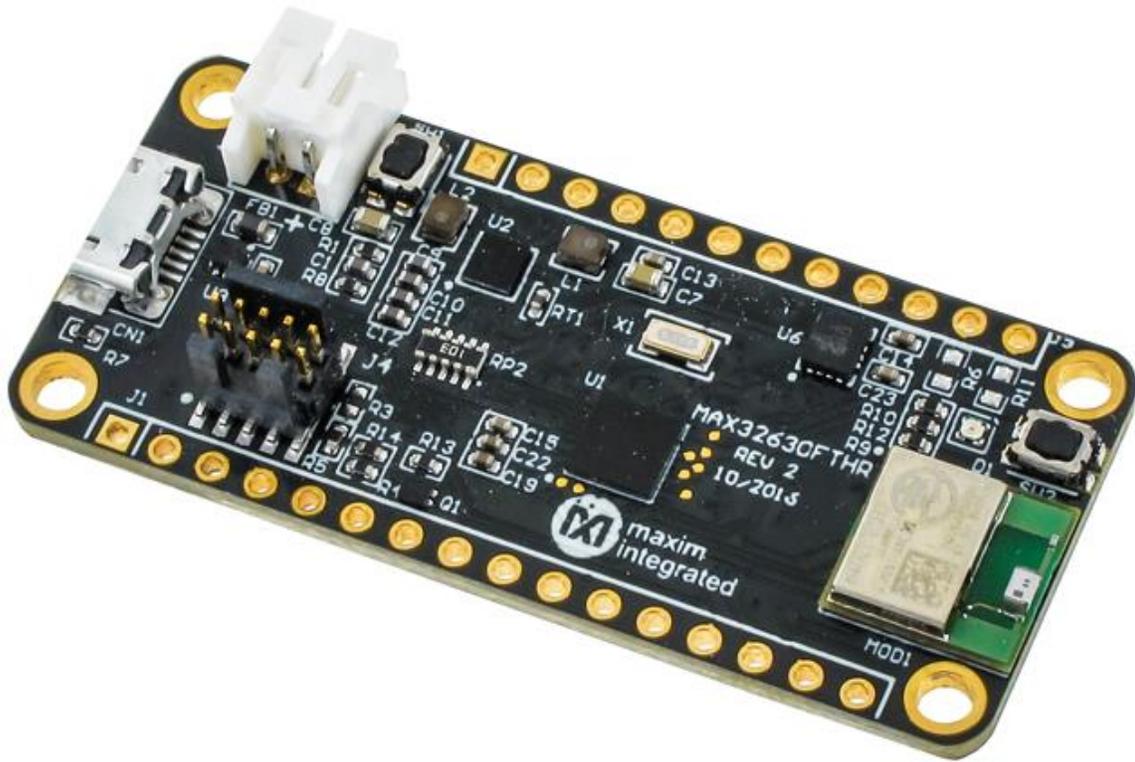


圖 1：Maxim 的 MAX32630FTHR# Pegasus 開發平台搭載 Arm® Cortex® M4F 微控制器，並隨附 PMIC 電源管理裝置。

Maxim MAXREFDES117#心率模組參考設計

Maxim 廣受歡迎的 MAXREFDES117#心率模組參考設計（圖 2）尺寸小巧，但配備了 Maxim 的 MAX30102 心率/脈搏血氧儀感測器、MAX1921 降壓 DC-DC 轉換器和 MAX14595 邏輯位準轉換器。此多功能的設計可用於 Arduino 和 Mbed 兩種平台，方便快速整合。提供有兩個平台的韌體範例，為使用者提供用於判斷心率和 SpO₂的最基本演算法，幫助使用者起步。

您需要有介面，才能從 Maxim 電路板和感測器傳送資料到雲端。可用平板電腦或手機等行動裝置來執行傳送。在本專案中，我們保持在 Android 架構的範圍內，並使用 Android Studio 建立應用程式，以協助將感測器提供的資訊視覺化。

開發心率監控器

使用 Mbed

如果已有 Mbed 帳號，請使用[貿澤 HRM Mbed 儲存庫](#)，然後將提供的程式碼匯入您的編譯器。

初次使用者：

1. 前往 [Mbed.org](#)。
2. 按一下 Mbed 作業系統連結，您將進入開發人員網站。
3. 按一下「登入/註冊」，提供必要資訊。

完成註冊後，可選擇反白的「編譯器」連結開始新專案，或存取[貿澤 HRM Mbed 儲存庫](#)，然後將程式碼匯入編譯器。您可按一下右上角的連結，在編譯器畫面內選擇、檢閱、新增或變更平台。您會發現許多 Mbed 也支援的其他 Maxim 產品和軟體範例。

連接電路板和參考設計

MAX32630FTHR 和 MAXREFDES117 只需要幾條線路就能連接在一起，也可建立模擬電路板，以輕鬆完成連接。若要連接，請使用下列步驟：

1. 將心率感測器的 SCL 和 SDA 線路連接到 MAX32630FTHR 的 P3_5 和 P3_4，接著將心率裝置的 INT 連接到 P3_0 腳位（[圖 3](#)）。
2. 心率感測器的 VIN 需要介於 2.5 至 5.5V，但建議從連接電池的 3V3 或 SYS 供電。筆者嘗試使用 5V 時在這兩個部分之間發生過不少問題。
3. 連接接地腳位。

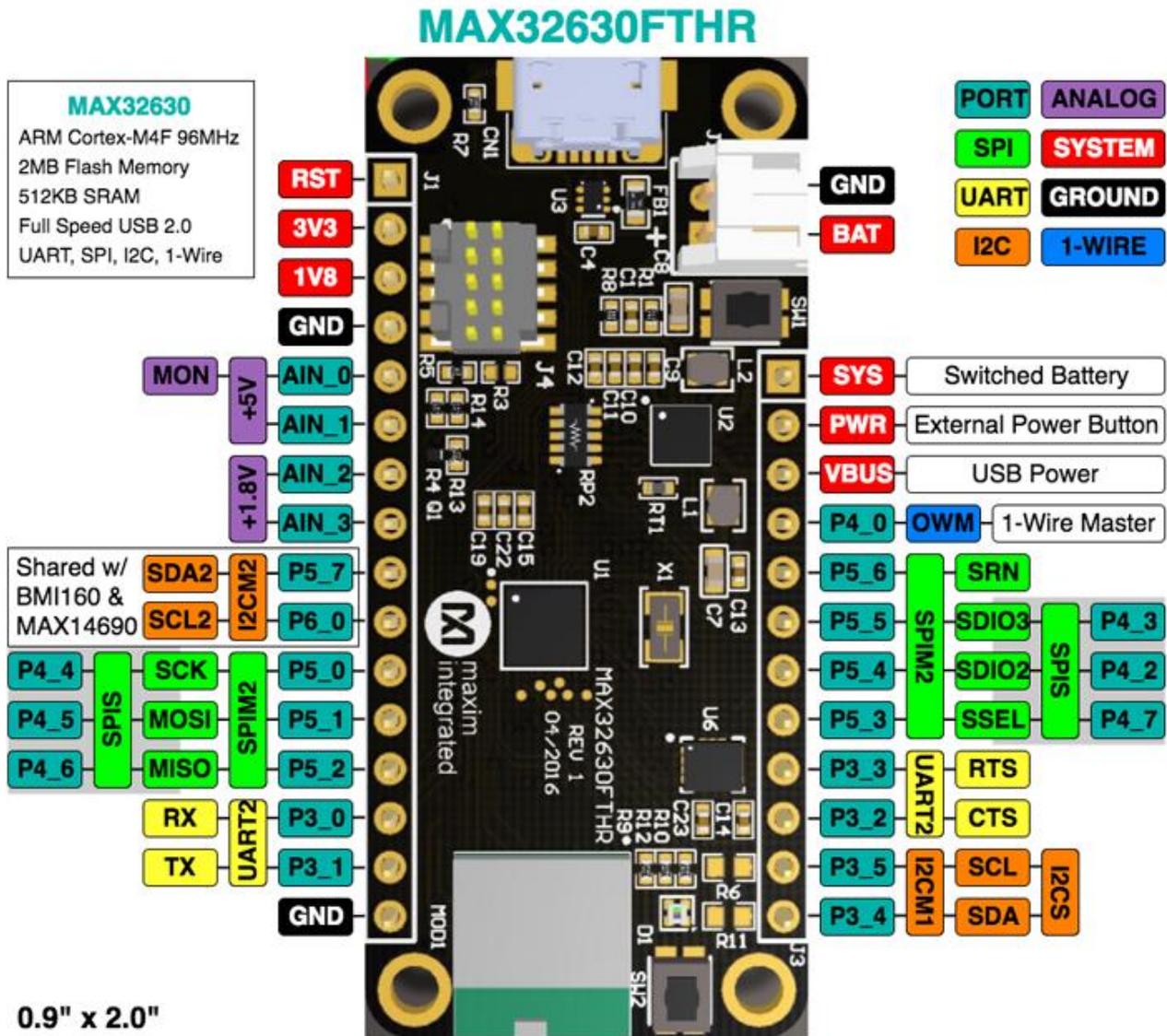


圖 3 : Maxim MAX32630FTHR#產品資料的腳位映射

電路板編程

電路板的編程極為簡單，只需要將檔案從某一資料夾拖放到其他資料夾即可。MAX32630FTHR 配備偵錯介面，可用於將您的程式碼上傳到電路板。

若要開始：

1. 將介面卡上經過極化的 10 腳位連接器連接到 MAX32630FTHR。如果連線沒有護套，請特別注意腳位 1。
2. 將標示 HDK（在介面卡上）的 micro USB 連接器連接到電腦的 USB 連接埠，接著應該會自動開始安裝驅動程式。您需要依據所收到的 DAPLINK，來決定連接多處或一處（圖 4 或圖 5，視情況定）。安裝完驅動程式後，檔案總管內會出現標示 DAPLINK 的新磁碟機。
3. 透過 micro USB 或 JST 電池連接器為 MAX32630FTHR 供電。

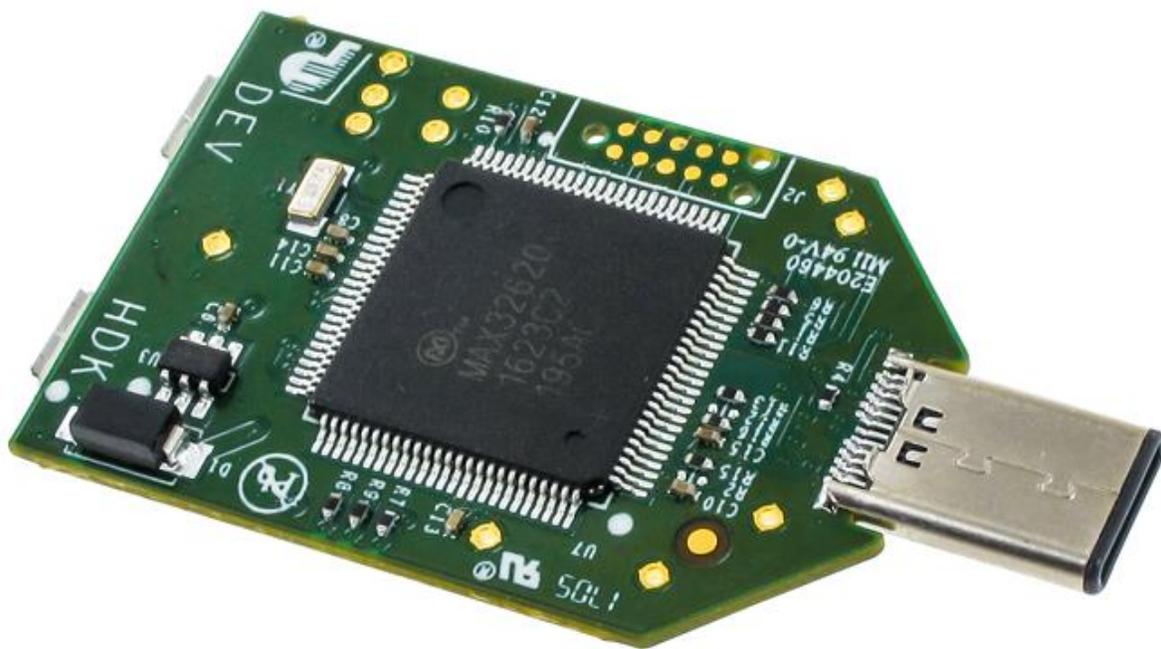


圖 4：具多重輸入的 DAPLINK

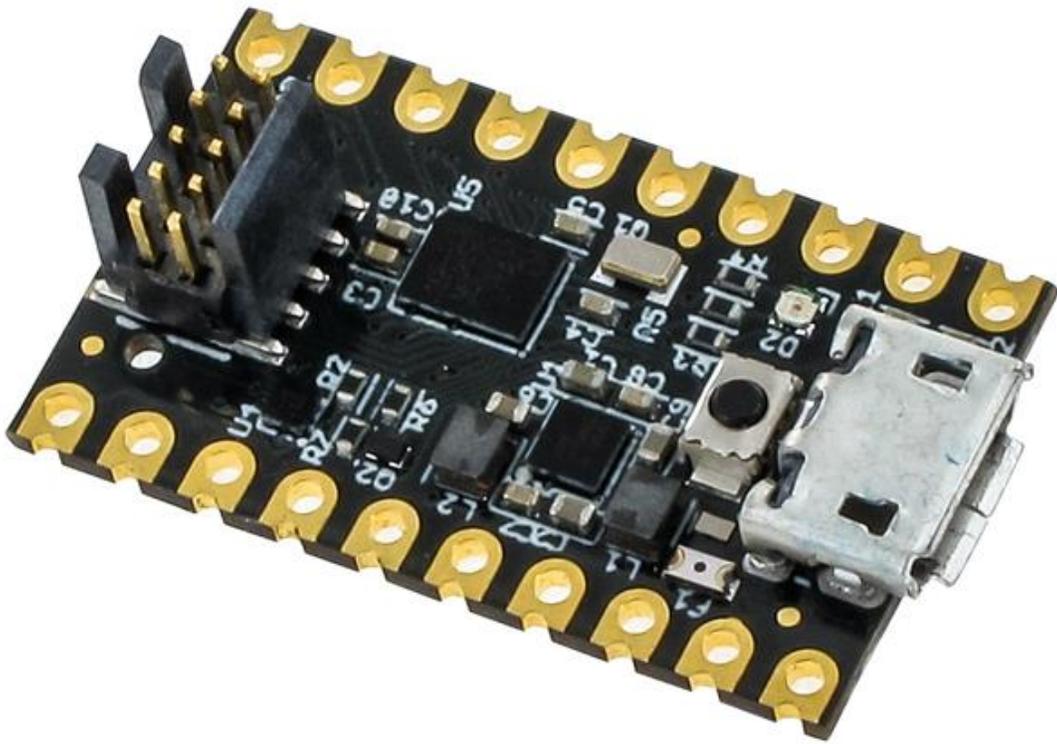


圖 5：僅單一輸入的 DAPLINK

完成連接及連接電路板後，您需要編譯程式碼，以建立 MAX32630FTHR 編程所需要的.bin 檔案。在 Mbed 編譯器畫面的工具列上：

1. 按一下「編譯」，或使用下拉式功能表，選擇想要使用的選項。過一段時間後，軟體會在您的 Downloads 資料夾內新增一個標示 bin 的檔案，您需要找出該檔案。
2. 進入 Downloads 資料夾並找出.bin 檔案。
3. 開啟新的檔案總管視窗，現在將出現新的 DAPLINK 磁碟機，這便是您的介面卡。
4. 將新建立的.bin 檔案從下載的位置拖放或複製到 DAPLINK 資料夾，開始為電路板編程。

編程時 DAPLINK 電路板的 LED 會快速閃爍。完成編程後，DAPLINK 上的 LED 將熄滅或持續緩慢閃爍。

5. 按下 MAX32630FTHR 上的重設鍵，開始編程式碼。

電路板重設後，兩塊電路板上的紅色 LED 將保持亮起。

雲端

登入後您會在儀表板頁面上發現自己的帳號，接著您可選擇多種選項，例如檢視建立的裝置、檢視可用的事件、檢閱自己的個人檔案，以及查看帳號有多少可用的點數。API Token、裝置和可變 ID 專案所需的注意事項：

檢視 API Token

若要檢視 API Token，請按一下畫面右上角的「個人檔案」圖示，接著選擇「API 憑證」，將出現下拉式欄位，並在左側顯示 API Token。每位使用者都擁有獨一無二的 API Token，API Token 會在建立帳號時建立。這可防止裝置內的資料被傳送到錯誤的帳號。

新增裝置

新增變數時，會在每個新裝置內建立可變 ID。若要開始，請先新增裝置：

1. 確認是在「裝置」畫面上（[圖 6](#)）。
2. 按一下右上角帶有+符號的黃色圓圈。
3. 從「我的資料來源」將裝置重新命名為您想要的名稱。
4. 按一下視窗中的任何位置，完成裝置。您將看到彈出式的簡短訊息，表示建立成功。

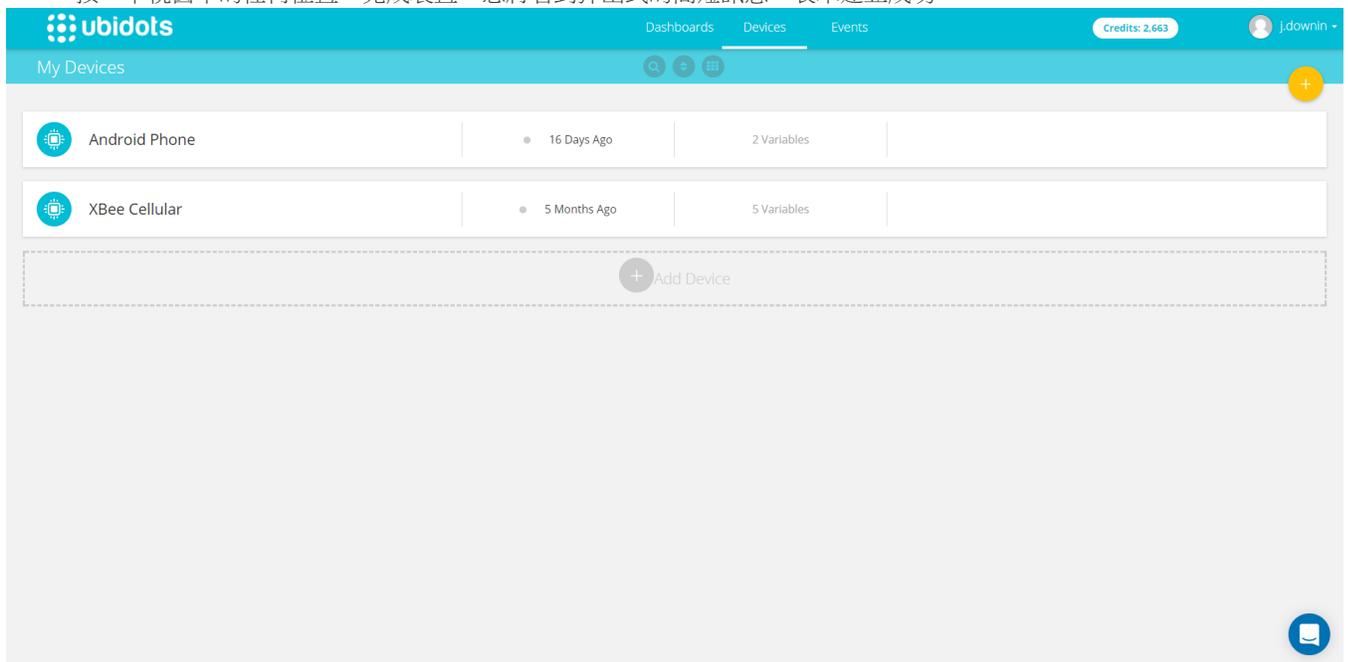


圖 6：從「裝置」畫面開始。

「裝置」會顯示您的所有專案，在同一帳號下允許擁有多個專案。「可變 ID」可幫助每個建立的裝置識別特定感測器和裝置指派或內建的輸入，並將輸入指向正確位置的畫面。如此可協助您維護獨立或在裝置之間共用的多個專案和感測器。

建立可變 ID

建立可變 ID 與建立裝置的方式相同：

1. 按一下「新增裝置」圖示，可開啟此裝置，並允許您建立個別的變數。
2. 按一下右上角帶有+符號的黃色圓圈，建立您的新變數。
3. 重新命名變數。

4. 按一下視窗中的任何位置。會出現彈出式的簡短訊息，表示 ID 建立成功。

按一下這個新圖示，將開啟「已建立變數」畫面（圖 7），在左側顯示多項資訊。您可編輯左欄中的多數資訊，包括：API 標籤、允許的範圍、測量單位等（需要注意的項目為 ID，其可識別程式資料要放入的位置）。

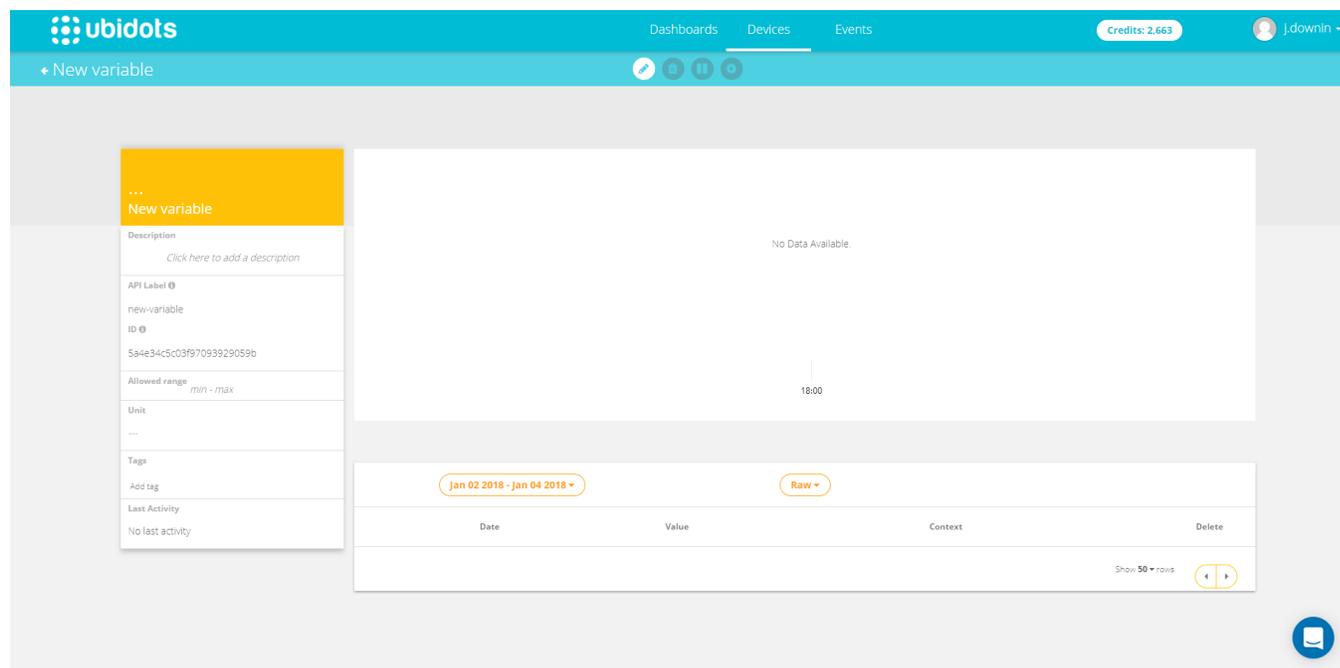


圖 7：Ubidots「變數」畫面

筆者強烈建議查看教學課程文件，可將滑鼠移到「個人檔案」圖示上方，從下拉式功能表中找到這些文件。另有許多非常有用關於像是 MQTT 和 HTTP API 介面等主題的資訊，也有關於其他物聯網裝置的教學課程。

Android Studio

您需要有介面，才能從 Maxim 電路板和感測器傳送資料到雲端。可用平板電腦或手機等行動裝置來執行傳送。在本專案中，我們保持在 Android 架構的範圍內，並使用 Android Studio 建立應用程式，以協助將心率感測器提供的資訊視覺化。

為節省時間，會從應用程式範例 BluetoothLeGatt 開始，您可用它來掃描可用的藍牙裝置、連接這些裝置，以及查看可用的資源。此範例提供很好的例子，能幫助您建構自己的藍牙功能應用程式（如您選擇此方式）。Ubidots 亦提供關於連接及透過應用程式傳送資料到其服務的教學課程，建議檢閱這些教學課程，以取得關於 API 和可變權杖放入位置的指示。

匯入程式碼

1. 從寶澤 GitHub 下載自 Android Studio 匯入程式碼時所需標示 BLEHR.7z 的檔案。由於檔案大小的限制，專案程式碼將經過兩次壓縮，您需要將檔案解壓縮。
2. 在開始主畫面中按一下「開啟現有的 Android Studio 專案」，或進入檔案 à 開啟功能表，將程式碼匯入 Android Studio。您可從下方看到我如何針對 Ubidots 變更及實作 API（圖 8）。

（注意：如前所述，記得在建構程式前變更權杖金鑰；如果未在建構前更新金鑰，資料將不會出現在 Ubidots 上。）

```

public class HRMUbidots extends AsyncTask<Integer, Void, Void> {
    private final String API_KEY = "Insert API Token";
    private final String HRM_ID = "Insert Variable ID";

    @Override
    protected Void doInBackground(Integer... params) {
        ApiClient apiClient = new ApiClient(API_KEY);
        Variable data_value = apiClient.getVariable(HRM_ID);

        data_value.saveValue(params[0]);
        return null;
    }
}

```

圖 8 : Android Studio Ubidots API Token 程式碼

建構應用程式

若要測試及偵錯程式碼，您可以：

- 建構應用程式，以側載裝置。如果除了更新 API 和可變權杖以外您不打算修改程式碼，請使用此選項。
- 使用「開發人員」選項。使用此選項啟用 USB 偵錯。此選項也可讓您將手機或平板電腦直接插入編程用的電腦內，以作為虛擬測試平台。您可透過搜尋網路或 Android Studio 內的教學課程，找到關於進入「開發人員模式」的指示。

如您決定使用裝置作為開發工具，只要按下功能表列中的「執行」並選擇裝置，便能開始建構及執行應用程式。載入應用程式後，其應該會出現在所選的裝置上。（**注意：**您無法從虛擬裝置執行此應用程式，因為其不支援藍牙。）

如果您只打算要側載，則需選擇「建構」，然後選擇「建構 APK」，以先行建構程式碼。這將建立新的檔案，您可將該檔案複製到所選的裝置上，以安裝檔案。

雖然側載應用程式這個選項在您不打算變更軟體時也能順利執行，但仍建議您使用所選的裝置作為測試平台。在「USB 偵錯模式」下使用裝置，讓您可以重複地更新、重建和執行程式碼，這在進行編程和偵錯時非常有用。

合而為一

當您載入應用程式並啟動時，右上角則會出現「掃描」圖示，該圖示可用來掃描範圍內的任何藍牙裝置。假如 MAX32630FTHR 和 MAXREFDES117 已正確連接及編程，裝置開啟電源後您應該會在出現的裝置清單中看到標示 HRM 的裝置。

準備好要檢視結果了嗎？

1. 請確認已啟用位置權限。如您不確定這個選項在何處，請參閱裝置的線上說明或文件。
2. 選擇 HRM，開啟新畫面。您會看到一小部分的資料：裝置位址、目前狀態和資料輸出。
3. 按一下右上角的「連接」按鈕，允許連接該裝置，並從下拉式功能表中檢視服務清單。
4. 最後，選擇「心率測量」，接著您會看到畫面開始填入資料（圖 9）。

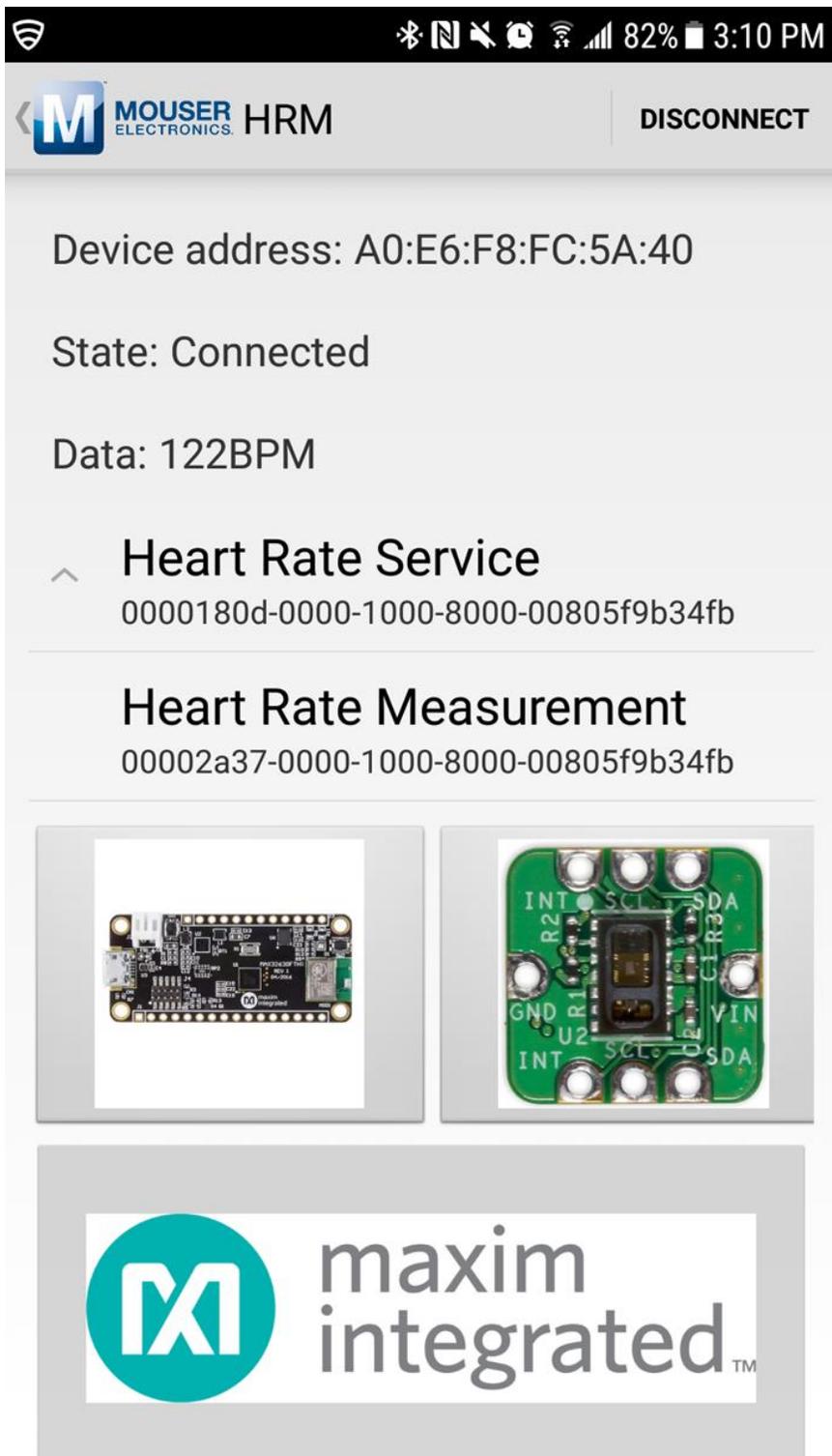


圖 9：選擇「心率測量」，接著畫面將開始填入資料。

如您已更新程式碼，加入正確的 API 和可變權杖，您現在應能登入 Ubidots 帳號並從「裝置」索引標籤中檢視該裝置內可用的資料。

您現在可建立儀表板，以依照您的需求快速檢視多種不同格式的資訊（圖 10）。Ubidots 近日已推出 Android 應用程式的試用版，您可在手機或平板電腦上安裝該應用程式，以檢視儀表板和裝置（圖 11）。

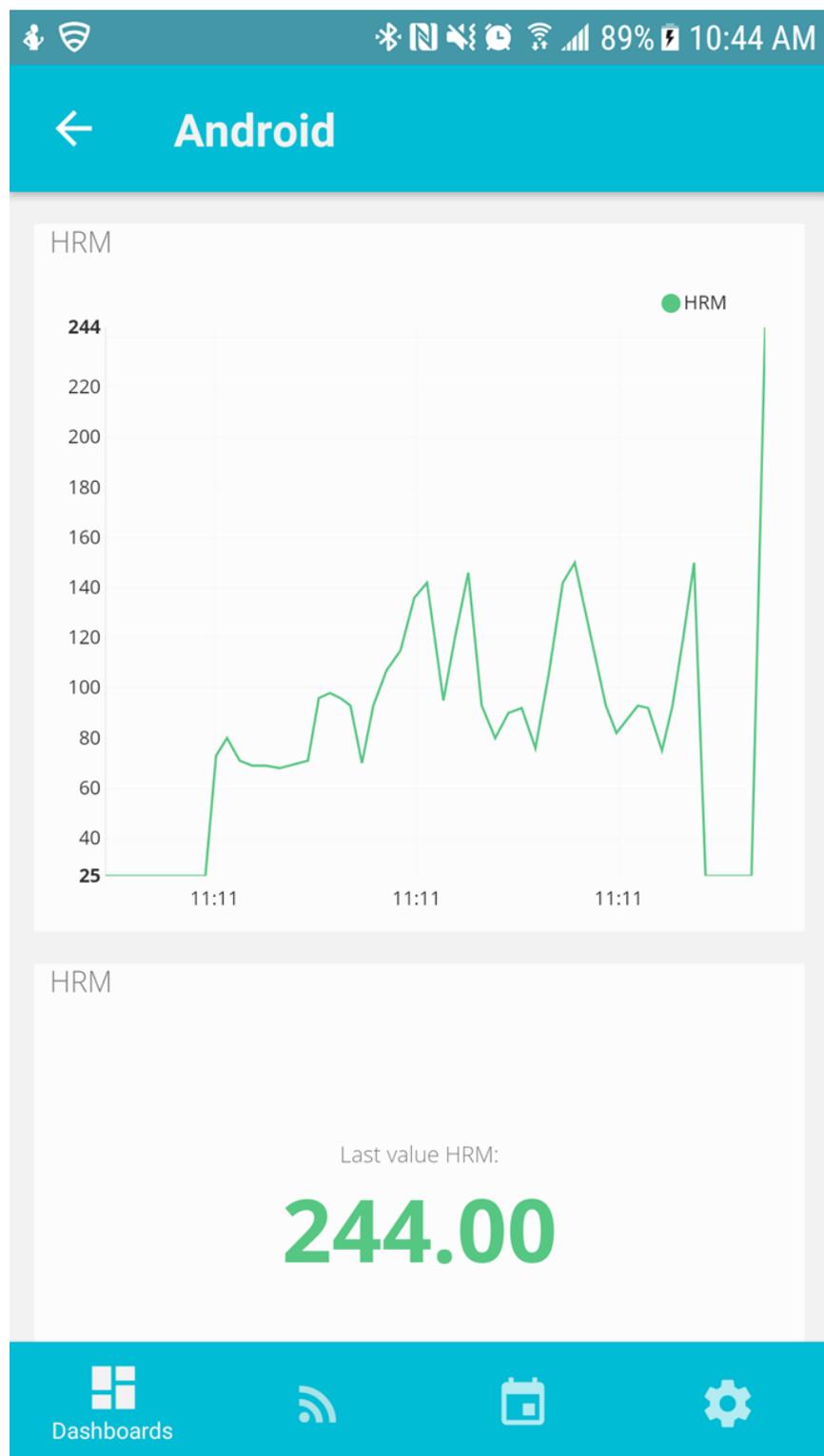


圖 10 : Ubidots Android 應用程式儀表板

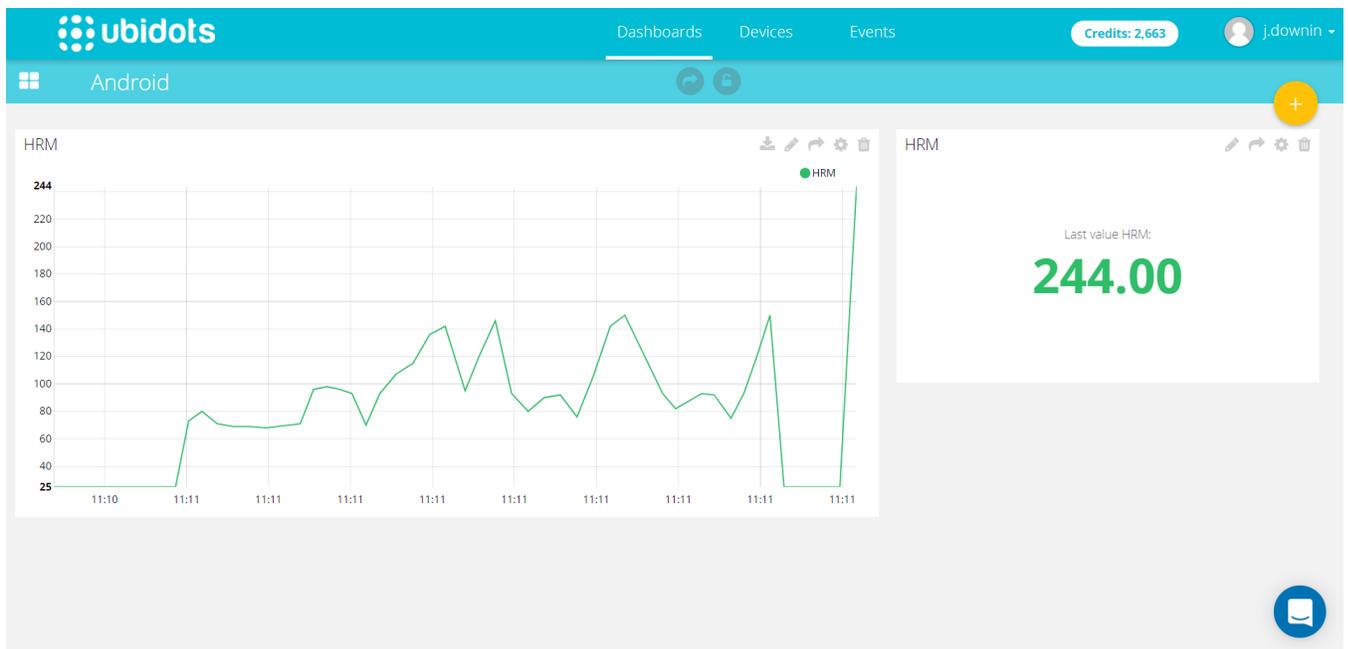


圖 11 : Ubidots 網站儀表板

結論

穿戴式裝置能為我們的日常生活增添便利性，是很方便的工具。這些裝置能為使用者提供各種回饋，包括睡眠品質、VO2 等級、活動程度，以及步行和跑步的踏頻，還有許多其他的資料點。此外，這些裝置還能傳送像是每天的血壓或血糖等資訊，協助您監控您自身的健康，並與保健服務供應商通訊。

設計穿戴式裝置需要加入周邊裝置，用這些裝置來感測、顯示、儲存和擷取資料。Pegasus 快速開發平台將關鍵的周邊裝置整合到開發板內，對簡化開發相當有幫助，另外還有方便好用的 700-MAXREFDES117# 心率監控器參考設計。加上 Mbed 作業系統、Ubidots 和 Android Studio 軟體，使雲端編程、雲端服務和雲端介面等各項技術更為完整。

結果如何？請與我們分享！請透過 [Facebook](#)、[Twitter](#)、[LinkedIn](#)、[Instagram](#) 或 [Google+](#) 與我們分享您的專案和想法。