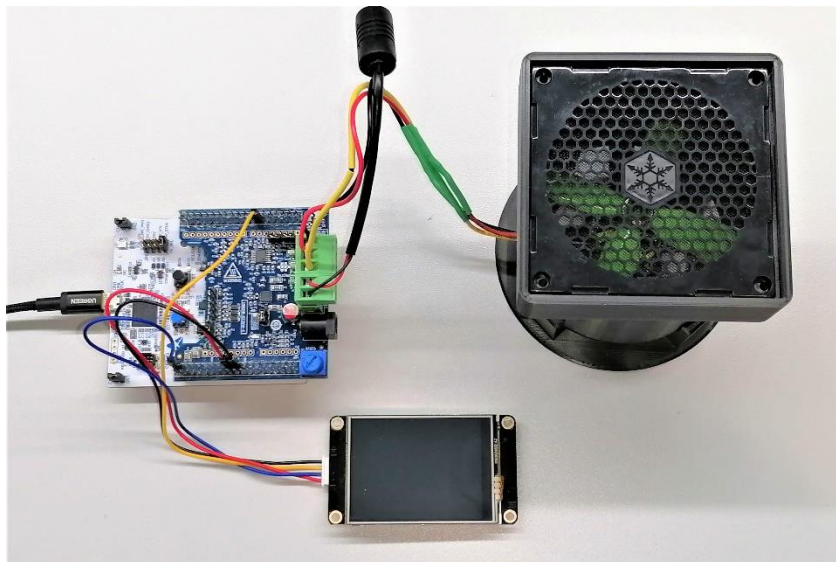


## NanoEdge AI 實際範例：風扇堵塞偵測

作者：意法半導體

此篇文章將介紹如何使用NanoEdge AI Studio快速部署AI應用。

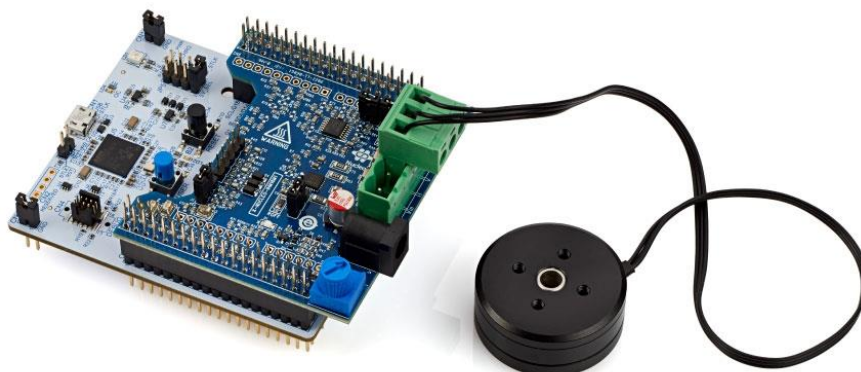
本應用的目的是透過馬達控制板的電流訊號，偵測風扇濾網的堵塞百分比。當風扇堵塞時，馬達電流訊號波型將有所不同，但利用傳統演算法偵測差異並不容易。因此，機器學習演算法便成為解決這個問題的絕佳選擇。



風扇堵塞示範

此範例可應用於空調濾網和吸塵器濾網堵塞偵測等類似情況，也可延伸應用於電動馬達的其他異常偵測。

### 硬體與軟體前置準備



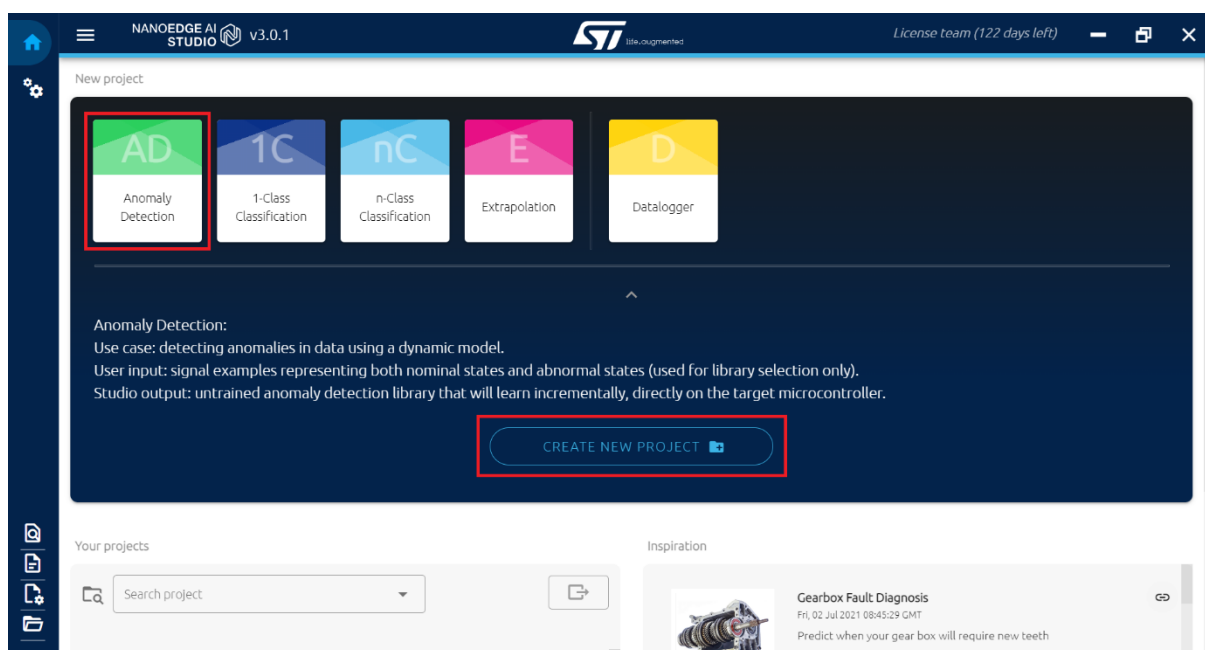
[P-NUCLEO-IHM03](#)馬達控制套件用於驅動風扇，由NUCLEO-G431RB主板、馬達控制擴充板與無刷馬達所組成。

[NanoEdge AI Studio](#)則用於自動產生機器學習函式庫，並且整合至由[STM32 Motor Control Workbench](#)所產生的馬達控制軟體中。

## 利用NanoEdge AI Studio 尋找最佳AI函式庫

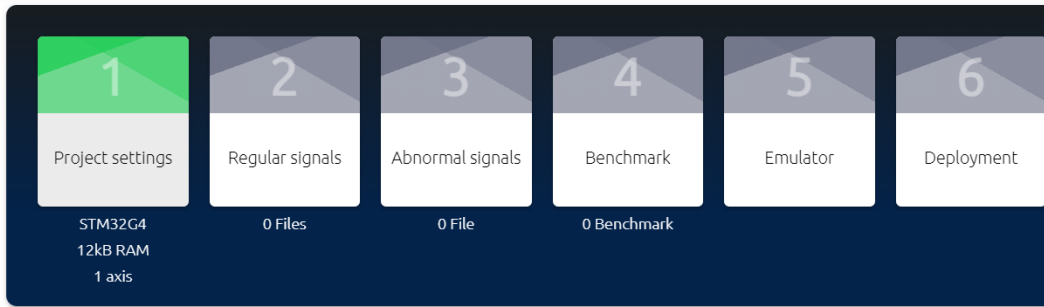
### 建立新專案

在主視窗中選擇「Anomaly Detection」，並建立新專案。



在「Project Settings」步驟中，需進行以下設定：

- Name: 專案名稱
- Max RAM: 使用者希望為 AI 函式庫配置之最大的 RAM 空間。Studio 僅會在「Benchmark」步驟當中，利用這項硬體資源限制來搜尋 AI 函式庫。
- Max Flash: 使用者希望為 AI 函式庫配置之最大 Flash 空間，與最大 RAM 相似。此選項僅會在選擇「Limit Flash」時啟用。
- Target: 此專案的目標 MCU 或開發板。使用者可選擇 STM32 MCU、ISPU 或 STM32 MCU 任一所對應的開發板。
- Sensor type: 用於資料收集的感測器類型。此處採用的是內建於馬達控制板的電流感測器。



Name: FanClogging

Max RAM: 12 kB

Description:

Limit Flash:  Limit Flash,  No Flash limit

Max Flash: 64 kB

Target: STM32G4

Sensor type: Current sensor

SAVE & NEXT

## 匯入訊號檔案

ADD SIGNAL

Data format example:  
n buffers of 256 values x 3 axes (x,y,z) with space separator

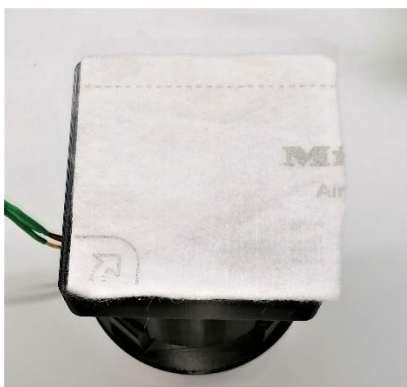
```
line 1 X0 y0 z0 X1 y1 z1 (...) X255 y255 z255
line 2 X0 y0 z0 X1 y1 z1 (...) X255 y255 z255
(...)
line n X0 y0 z0 X1 y1 z1 (...) X255 y255 z255
```

在接下來的兩個步驟（步驟 2 與步驟 3），需要匯入兩個訊號檔案，Studio將會提供格式說明，如上圖所示：

- 「Regular signals」檔案對應的是風扇在正常運作下的行為，這些資料是在風扇濾網未堵塞時（如下圖所示）收集而得。



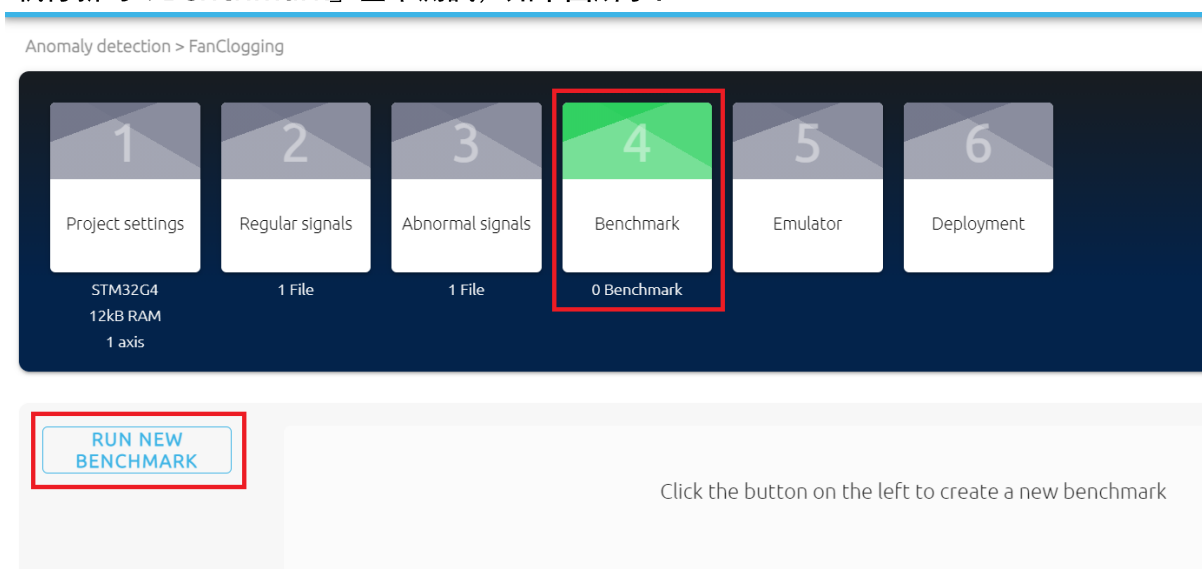
- 「Abnormal signals」檔案對應的是風扇異常的行為，這些資料是在風扇濾網完全堵塞時（如下圖所示）收集而得。



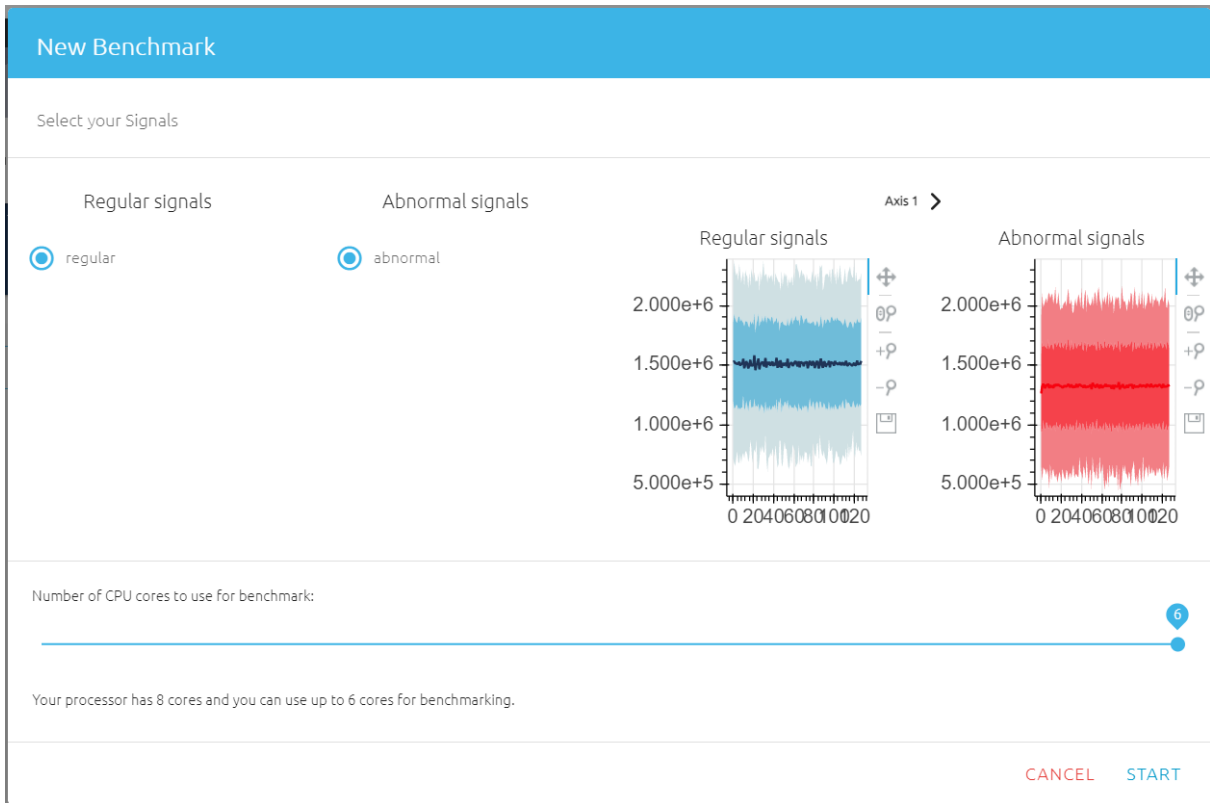
### 函式庫基準測試

在步驟 4 中，我們將啟動函式庫的「Benchmark」並進行監測。NanoEdge AI Studio會依據步驟 2 和步驟 3 所得之訊號，搜尋最佳且可用的AI函式庫。

首先，執行新的「Benchmark」基準測試，如下圖所示：

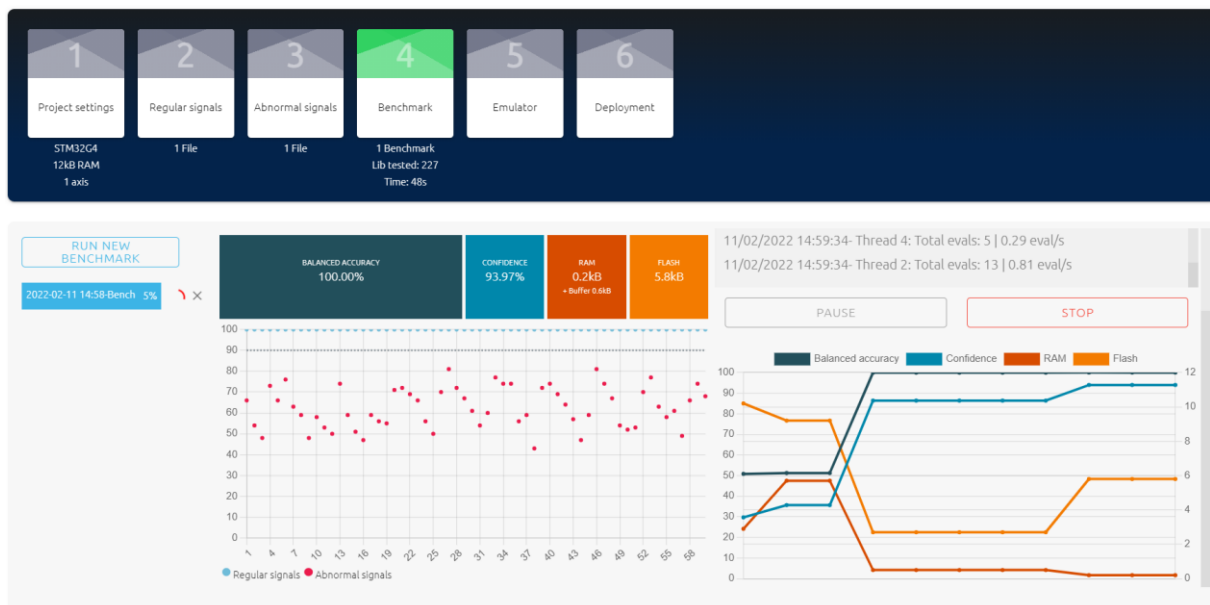


然後，選擇正常訊號和異常訊號，以及電腦在進行基準驗證時所使用的微處理器核心數量。



啟動「Benchmark」後便能即時監測候選AI函式庫的效能和以下效能指標的變化：

- 「Balanced accuracy」表示正確分類的數量與輸入樣本總數的比例。這是機器學習中最常用的評估指標之一。
- 「Confidence」表示對結果的信心程度。正確分類的正樣本和負樣本之間的差距越大，信賴度就越高。
- 「RAM」表示候選 AI 函式庫所需之 RAM 的大小。
- 「Flash」表示候選 AI 函式庫所需的 Flash 大小。



基準驗證完成後，會出現摘要畫面。這表示當AI函式庫內嵌至最終的硬體應用時，為取得最佳效能所需的最低學習次數。在此特定範例中，NanoEdge AI Studio建議應在偵測階段前，至少呼叫 learn() 函數 30 次來學習 30 個正常運作的訊號。



### 透過模擬驗證函式庫

NanoEdge AI Studio也提供模擬器，無需撰寫任何嵌入式軟體便可協助使用者測試和驗證在「Benchmark」過程中所選取的AI函式庫，。

依照上一步驟建議，讓AI函式庫學習最低次數的正常訊號後，再執行偵測，藉以測試AI函式庫的行為是否符合預期。

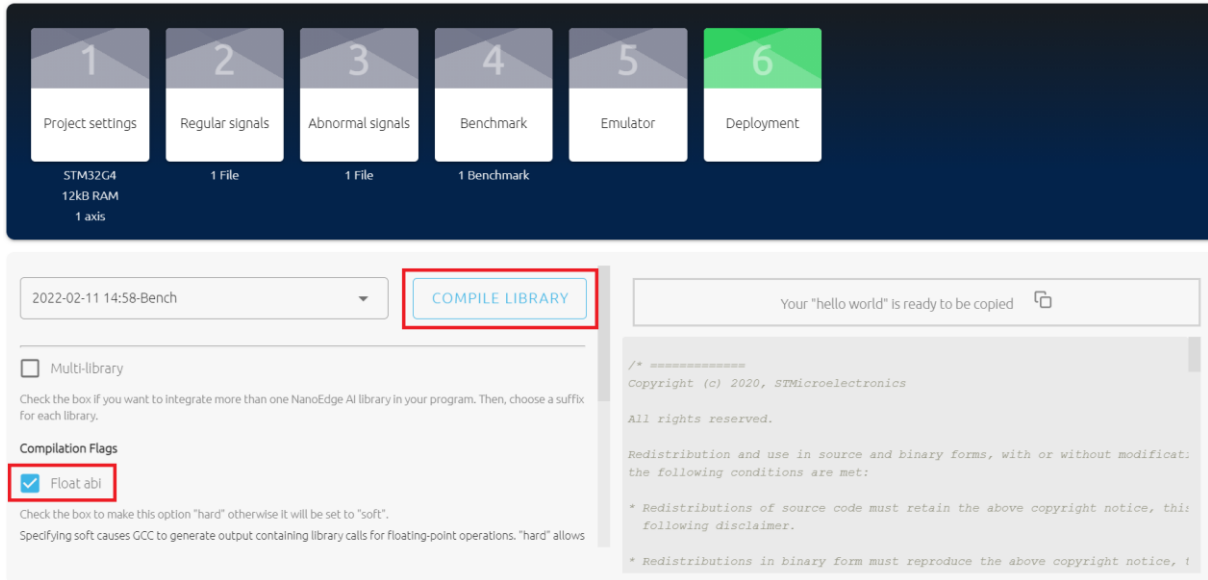
如下圖範例所示，100個訊號已學習完成，而即時訊號和先前學習之正常訊號相似度為 35%，這代表風扇有部分堵塞。

The screenshot displays the NanoEdge AI Studio interface. At the top, a workflow consists of six steps: 1. Project settings (STM32G4, 12kB RAM, 1 axis), 2. Regular signals (1 File), 3. Abnormal signals (1 File), 4. Benchmark (1 Benchmark), 5. Emulator (highlighted in green), and 6. Deployment. Below this, the 'Detection' screen is active, showing 'Initialization' and 'Learning' completed. It features a 'FROM FILE' and 'FROM SERIAL (USB)' section. Under 'FROM SERIAL (USB)', 'COM Port' is set to 'COM29' and 'Baudrate' is '115200'. A red box highlights '100 Signals learned'. Below that, 'Enter your limit line' is set to '100', and 'Number of lines' is '193'. A 'START/STOP' button is visible. The 'Serial output' section shows a list of numerical values. A red box highlights '35% Similarity'.

### 函式庫部署與整合

當選取的AI函式庫經過驗證後，就可以進入最後一個步驟：「Deployment」，其中可針對AI函式庫進行編譯、下載及為用於嵌入式軟體做準備。

在編譯函式庫前，有數個編譯選擇可供使用。在此範例中需勾選「Float-abi」選項，才能支援浮點數資料作業。然後，按一下「COMPILE LIBRARY」即可下載NanoEdge AI函式庫。



一個.zip壓縮檔案將會下載至電腦，其中包含了所有的相關文件、NanoEdge AI模擬器、靜態 AI函式庫和函式庫的標頭檔。此靜態函式庫可輕鬆整合至嵌入式軟體。

Name	Size	Packed Si...	Modified
docs	260 916	260 916	
emulators	496 616	496 616	
libneai.a	5 752	5 752	2022-02-...
metadata.json	2 203	2 203	2022-02-...
NanoEdgeAI.h	2 923	2 923	2022-02-...

最後，在NanoEdge AI Studio的協助下，無需具備任何 AI 專業知識，只需幾個簡單步驟，就能快速部署 AI 應用。