



life.augmented

## STM32 低功耗電腦視覺：類比儀表展示

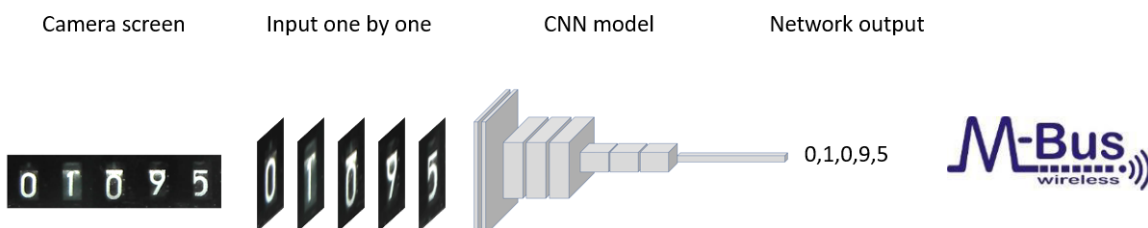
作者：意法半導體

水表是常見的家庭設備，不過類似下圖的類比水表多達數千個，需要技術人員每個月到現場人工記錄資料，才能計算當月的使用量，這是十分費時且費力的工作。現在，電表逐漸被智慧電表所取代，不過成本仍然很高，對於缺乏連線能力的使用者，或尚未規畫更換經費的國家來說，這更加是艱鉅的任務。意法半導體（STMicroelectronics，ST）將在本文中展示，如何透過使用具MCU嵌入式連線能力的低解析度攝影機所組成之低功耗、低成本系統，有效地將類比儀表數位化。



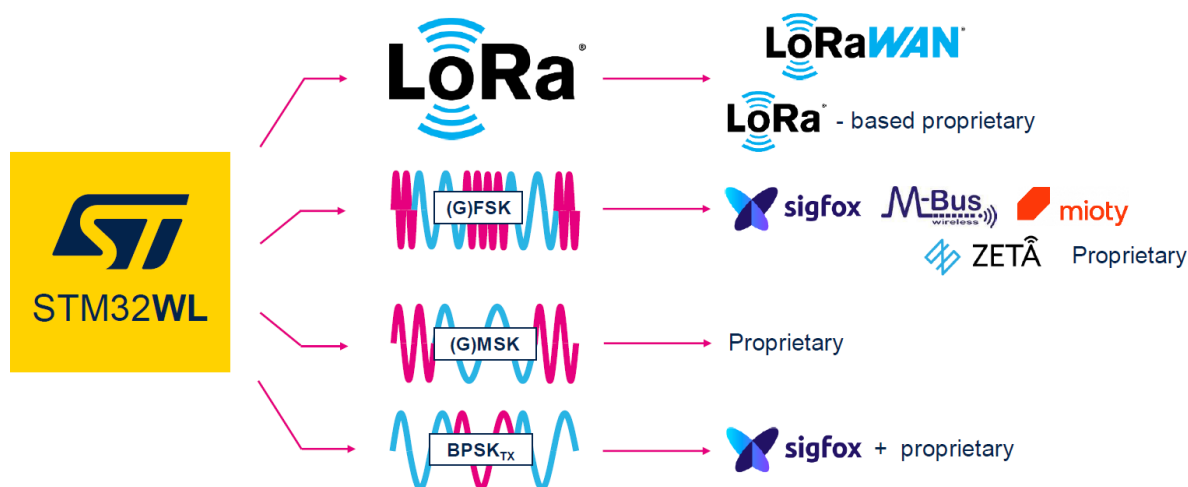
經由採用ST的STM32WL55，透過攝影機擷取水表讀錶區域，接著利用MCU上執行的AI演算法識別讀表。AI分類器演算法的結果（也就是讀錶）以STM32WL（如LoRaWAN）支援的遠端sub-GHz無線網路傳輸。傳統的連線裝置會將影像傳送到雲端，而ST的解決方案則是傳輸讀數。這個方案的優勢在於，透過本地AI模型，可以快速準確地識別讀數，然後只需要將讀數傳送回資料中心即可。

這種方法不僅可以有效保護使用者資料的隱私（僅傳輸推論結果），而且效率更高，並且節省頻寬。如此，使用者就能以低成本、低功耗、高效率的方式解決這個問題。



WL 系列是全世界第一款支援長距離無線通訊的 MCU。

STM32WL系列作為市面上首款可以連接LoRa低功耗廣域網路的系統晶片，其整合STM32L4超低功耗系列和支援多種調變方案的Sub-GHz射頻子系統。



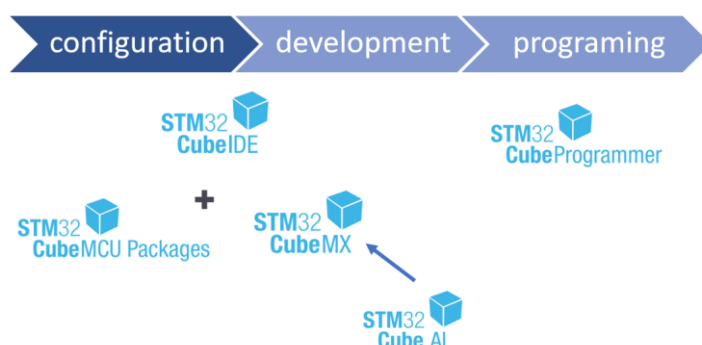
STM32 成功的重要因素為其強大的生態系統。從事STM32WL工作的開發人員可以運用已在市場上獲得驗證之成熟的STM32生態系統，使用STM32通用開發所熟悉開發的工具，以及 subGHz 無線電開發和 AI 設計工具專用的套裝軟體組成。如此即可大幅降低開發門檻，加速產品上市時間。

生態系統中的資源包括STM32CubeMX專案配置和程式碼產生工具、STM32CubeMonitor執行階段監控、視覺化工具，以及 STM32CubeProgrammer 程式碼燒錄工具。

STM32Cube.AI有助於使用者將經過訓練的AI模型快速部署到STM32上並進行驗證測試。

STM32CubeWL MCU套裝軟體元件包含STM32WL系列執行所需之所有嵌入式軟體模組，包括周邊裝置驅動程式、ST LoRaWAN 通訊協定堆疊、Sigfox通訊協定堆疊，以及使用ST 安全啟動和安全韌體更新技術實現LoRaWAN韌體無線更新的範例程式碼。

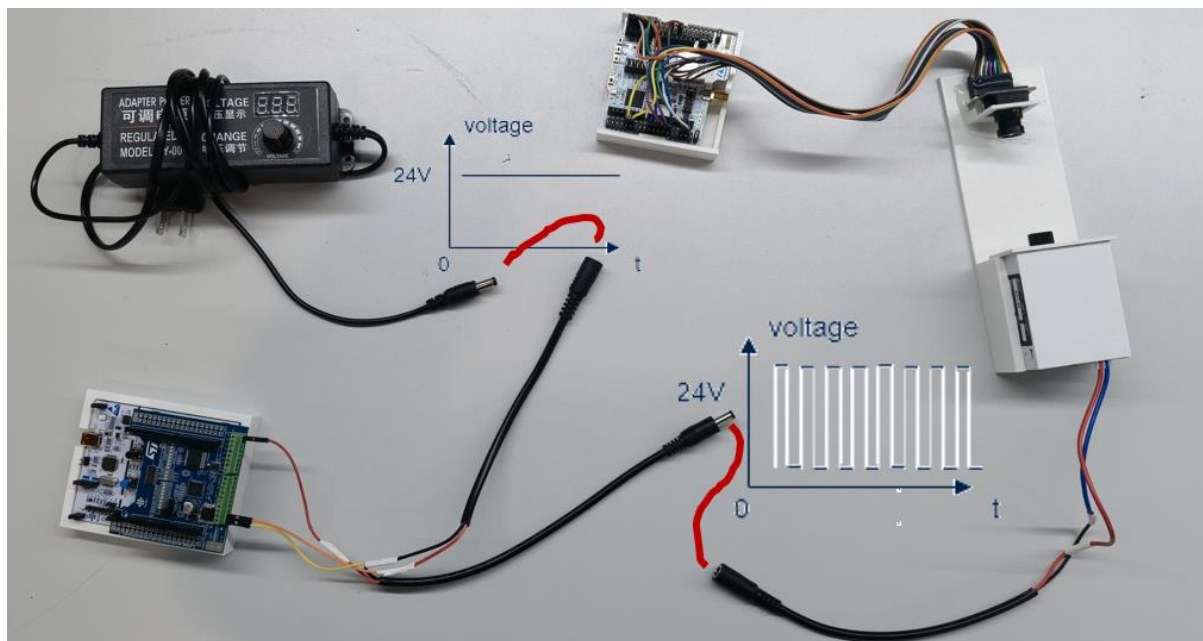
另外還有兩個採用STM32WL的核板，用於快速原型設計：NUCLEO-WL55JC1（868pm 915amp 923 MHz）和NUCLEO-WL55JC2（433Accord470 MHz），以及兩個Nucleo開發板板，用於快速原型研發。而本文的使用範例即採用了NUCLEO-WL55JC2開發板。



除了NUCLEO-WL55JC2之外，這個專案的另一個關鍵元件是攝影機。

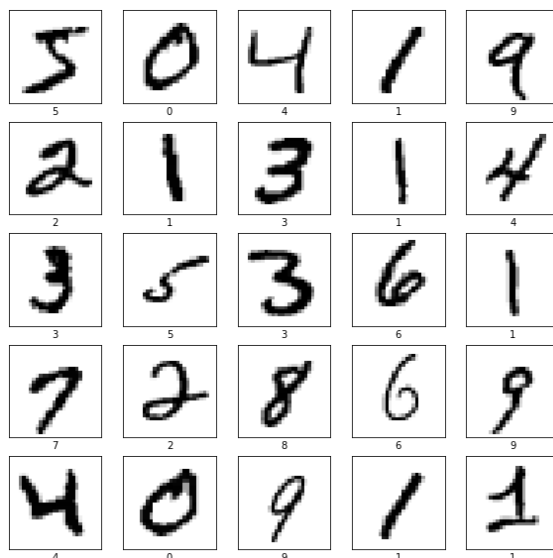
攝影機模組（採用低成本OV2640感測器）透過標準GPIO直接連接到NUCLEO-WL55JC2開發板中的STM32 MCU。由於STM32WL系列中沒有可用的DCMI介面，在示範中使用了電磁計數器，這個計數器在多數常見的線上商店容易取得，因此容易複製重現。

實驗系統如下圖所示。



當所有硬體準備就緒之後，使用者就可以製作資料集，進行模型訓練。

在電腦視覺中有典型的入門專案，就是識別 MNIST 資料集。MNIST資料集收集0-9共十個阿拉伯數字的手寫字型，包括訓練集中6萬個樣本和測試集中的1千個樣本。對於想要使用現實世界資料，嘗試學習技術和模式識別方法，同時在預處理和格式化方面動用最少的人力來說，這是很好用的資料庫。

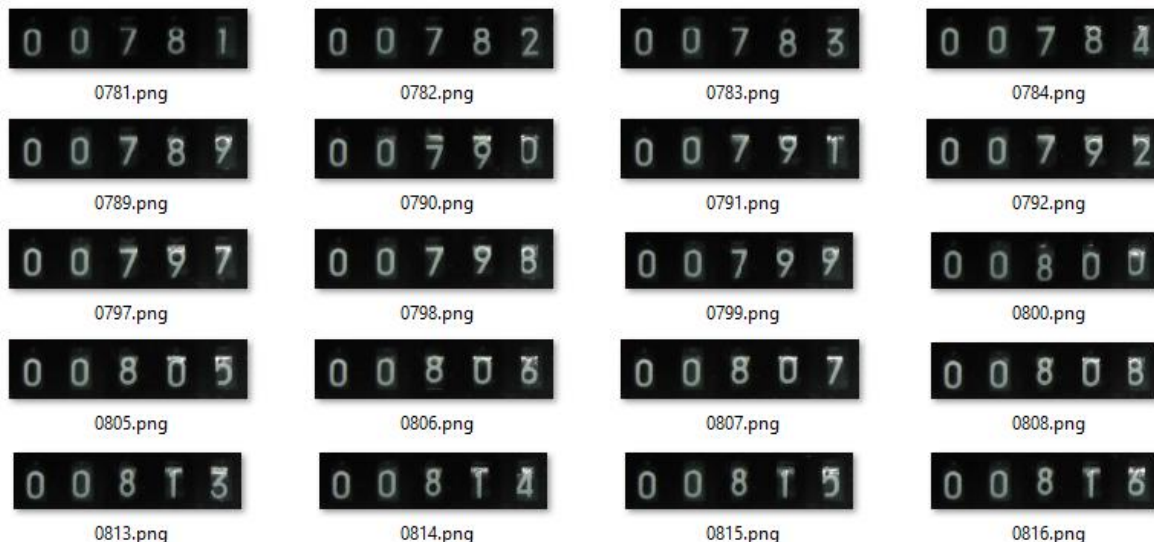


不過我們無法直接使用這個資料集，因為水表上的數字字型和色彩與此資料集有極大的不同，為了達到更

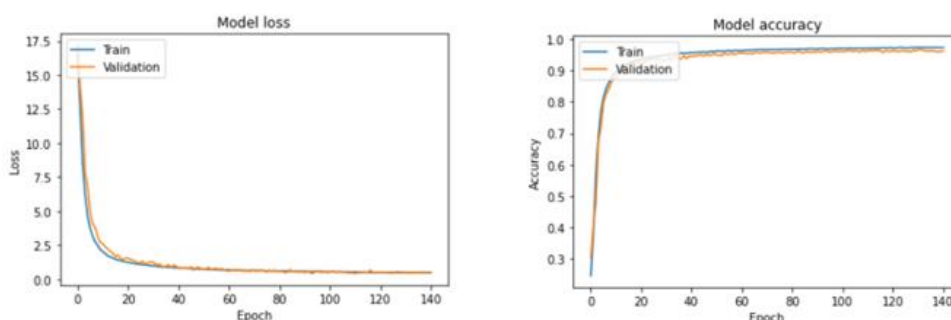
好的效能，我們會使用上述所提到的設備，讓資料集與MNIST類似。

今天我們就來討論這個專案，開啟 STM32 電腦視覺的大門。

這個資料集大約有 4千個樣本，每個樣本包含五個數字。資料集的部分樣本如下所示。



當有資料集之後，就可以建立神經網路，並使用自己的資料集訓練模型。在這個模型中，我們輸入40X32（數字）的灰階影像來識別從0到19的20個類別，分別為：0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19。下圖則是訓練中失誤和準確度的變化。這個資料集背景很簡單，由於數字字型很規則，因此訓練效果很好。其實我們可以收集不同的水表讀數（不同的字型和色彩）一起訓練，如此一來，模型就可以識別多個水表讀數。



訓練結束後，我們會取得模型檔案。截至目前為止，我們可以使用STM32cube.AI 工具，將模型轉化為最佳化程式碼，快速部署到 NUCLEO-WL55JC2開發板上。

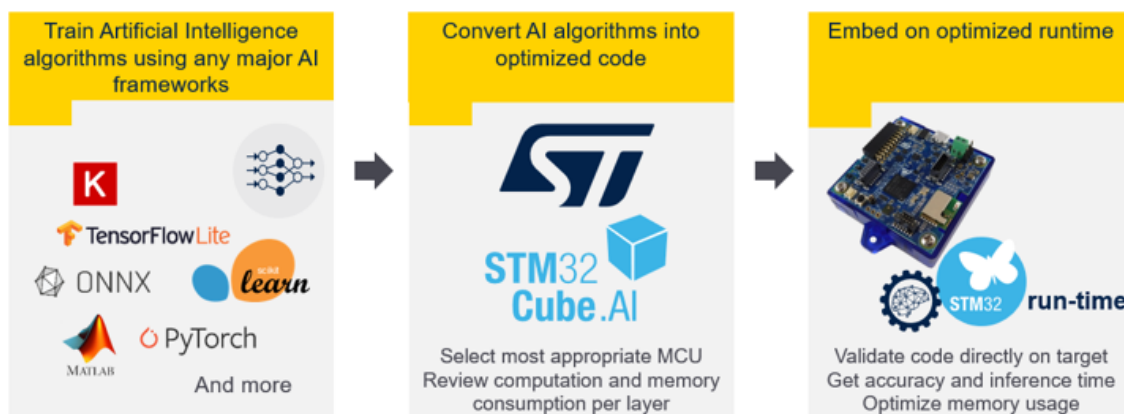
由於整合STM32Cube，讓STM32Cube.AI使用者能夠有效地將模型移植到多樣化的STM32 微控制器系列中。而且，對於類似模型也適用於不同產品的情況，能夠在STM32產品組合中輕鬆移轉，而此專案亦是利用STM32Cube.AI將模型部署到STM32WL。

此外，我們還可以透過外掛程式擴充STM32CubeMX的功能，自動轉換預訓練的人工智慧演算法，並將產生的最佳化資料庫整合到使用者專案中，而不是建構手動輸入的程式碼。而且，我們還能將深度學習解決方案嵌入各種STM32 微控制器產品組合中，藉以對每個產品新增智慧功能。

STM32Cube.AI 提供對各種深度學習框架的原生支援，例如 Keras、TensorFlow™ Lite、ConvNetJs，並支援所有可以匯出為ONNX標準格式的架構，例如PyTorch™、Microsoft® Cognitive Toolkit、MATLAB®等。

此外，STM32Cube.AI支援來自大量機器學習開放原始碼程式庫Scikit-Learn的標準機器學習演算法，例如Isolation Forest、支援向量機器（SVM）、K-Means。

在這個專案中，我們使用了TensorFlow 架構。



最後，我們來看看實際效能。為了方便展示，我們將攝影機拍攝的影像和MCU上的識別結果傳送到電腦螢幕。影片中黑底白字的數字為攝影機所拍攝的圖片，第一行是AI模型的結果。我們將儀表設定為每五秒驅動一次，因此數字每五秒更新一次。以下是未經編輯的實際螢幕擷取畫面。



Water Meter Reader

如需 STM32WL 的詳細資訊，請造訪以下連結：

[STM32WL 系列 - STMicroelectronics](#)