

傳統類比儀表自動辨識及物聯網儀器智慧管理系統

王柏仁¹ 蔡賢亮²

¹義守大學資訊管理學系

²義守大學資訊管理學系

摘要

本研究的目的是利用物聯網技術、人工智慧技術取代當前醫療或傳統行業的人工抄表動作及提供加值管理。在本研究中，我們開發出一個具實用性、數據正確性、即時讀取的一套物聯網自動抄表系統。到目前為止，在很多領域仍然有不少機器設備是使用類比指針式的儀表，而且這類儀表很多都處在工作環境極不友善的地方，例如具高熱、高濕、高毒性、高粉塵或高髒亂等環境。這對機器設備管理人員或抄表人員而言，是個極危險的任務，而且也有準確性及及時反應的問題，所以本研究想將人工智慧技術來改善此問題。本系統將電腦視覺技術應用在前台的自動智慧儀表抄表，藉此達到比人為抄表更精準的目的，並且降低人員的職業傷害。在後台部分，本研究利用類神經網路技術來協助機器設備管理、機器及時狀況及未來預測。目前本系統已經可以完備可行，經驗證此系統確實可以達到精準抄表、及時反應、智能管理，還可以節省人力及避免出入危險場域之風險，實現無人化儀表數據紀錄及管理。

關鍵字：物聯網、人工智慧、類神經網路、電腦視覺

一、緒論

1.前言

在 21 世紀，我們已經進入數位時代，很多傳統的儀器設備已被新式的數位儀器設備取代，但不可否認目前仍有些傳統的儀器設備無法被取代，而這些設備通常是使用類比指針式儀表。另外，數位儀表與類比指針儀表各有各的優缺點，例如數位儀表板沒有辦法判讀出走勢，類比儀表板可以看出轉速的升降，所以高級車都是以類比儀表板為主，數位儀表板為輔，所以類比指針儀表仍是普遍可見。由於指針式儀表的非數字信號輸出，計算機無法對指針式儀表採集的數據進行處理和遠程傳輸。

但本研究還發現很多類比指針儀表常位於環境極不友善的地方，例如具高熱、高濕、高毒性、高粉塵或高髒亂等環境。這對機器設備管理人員或抄表人員而言，是個極危險的任務，而且也有準確性及及時反應的問題。

但傳統式的類比儀表需花費大量人力抄表，常因抄表者的角度不同而造成儀表上的數值判讀不準確[12]。抄表後的資料表無法做後續的分析及維護，且須使用大量紙張及空間去存放。而且這些設備大多架設在無人看管的機房或地下室等危險場域，可能導致工安意外發生，抄表時的繁瑣程序可能導致漏抄及誤植等造成資料正確性有待確認，抄表得到的數據也不具有

即時性等問題。

雖然可以把類比儀表更換成數位儀表，但常常需要對儀器設備進行修改，造成花費大量成本且需停機更換，造成無法運作等問題，或是該儀器設備是不能隨意停機時，那就無法進行大規模的更換動作。

若是使用在醫療設備(如圖一所示)上的傳統指針式儀表，為確保醫療安全的原故，醫療設備不允許任易做儀表更換的動作，所以較無法將設備上的類比指針儀表更換為數位儀表。若對醫療設備做任何更動，則須先經過衛服部的設備認證才可使用。

因此本研究認為一套具精確性、即時性與智慧管理的一套結合物聯網(Internet of Things, 簡稱 IoT)、電腦視覺(Computer vision)、類神經網路(Artificial neural networks)等技術的儀表抄表與智慧管理系統是有其需求性的。



圖一、洗腎醫院之淨水設備

2.研究目的

因為在很多領域仍然在大量使用類比指針儀表，我們將藉由本研究欲達到利用電腦視覺達到比人為抄表更精準的目的，並且降低人員的職業傷害；利用物聯網來達到資訊互聯網路來達到對物品進行實施跟蹤、監控等智能化管理的目的；利用類神經網路技術從大量數據做出更精確的資訊以利管理者決策。

本研究就透過結合上述三個熱門的人工智慧技術以提供即時的自動數據登錄讓管理者掌握真實的情況，使得這些產業免更換傳統儀表並可以快速升級進入到新的雲端控制世代[7]、[9]。

二、文獻探討

物聯網(Internet of Things, 簡稱 IoT)的定義是透過在物品上嵌入電子標籤、條碼等能夠存儲物體信息的標識，再經由無線網路的資料傳送通道將其即時訊息傳送到後臺的伺服器資料處理系統。進一步將各個資訊系統可互聯形成一個更龐大的資訊互聯網路，從而可達到對物品進行實施跟蹤、監控等智慧化管理的目的。

電腦視覺(Computer vision)是熱門的人工智慧研究之一。其目的是如何使機器或電腦能模擬到人類五感中的“看”的科學。更精確地說，就是利用攝影機或相機和電腦處理資料能力來代替人眼對感興趣的目標進行辨識、追蹤等機器視覺能力。換言之，電腦視覺就是試圖建構能夠從圖像或影片中取得「感興趣資訊」的人工智慧系統。

類神經網路 (Artificial Neural Networks, ANN)，在機器學習和認知科學領域，是一種模仿生物神經網路的生理結構和訊息處理功能的數學模型。類神經網路是通過一個基於數學統計學類型的學

習演算法得以最佳化解決問題的數學模型。

由於類比指針式儀表的非數字信號輸出，計算機無法對類比指針式儀表採集的數據進行處理和遠程傳輸。本研究為類比指針式儀表提供了儀表刻度轉換數字的功能，讓設備能自動讀取儀表刻度並轉換為數字信號。這些問題亟待解決以擴大應用[13]。

Triantoro 開發了一種方法，使用 Kohonen 類神經網路模型(Neural network models)從數位相機手機擷取的數位圖像中讀取 PDAM Tirtanadi 水位計[14]。該研究指出應用程序中有幾個處理流程，即圖像擷取、圖像前置處理、圖像分割、Kohonen 類神經網路訓練流程和 Kohonen 類神經網路數字辨識流程等。

Chi 提出了一種基於計算機視覺的指針式儀表的自動讀取方法。在該研究主要在突顯當前類比指針儀表自動識別方法的缺陷，並提出一個新的策略及演算法，來提升讀數識別的準確性和穩定性等[15]。

現有文獻中，類比指針儀表圖像應先進行圖像前置處理以去除雜訊或增強圖像，特別是對於從工業領域擷取的圖像。圖像前置處理主要是突顯圖像中我們感興趣且有用的特徵，用以提升圖像辨識率。因此，通過圖像分析更容易檢測與指針和刻度標記相關的特徵[15]。

Luo 在研究中探討當儀表盤與相機或攝影機鏡頭表面沒對準時如何減少讀數誤差[16]。論文[17]、[18]提出了一種智慧的儀表讀數方法，以避免或降低圖像失真的影響。

對於基於物聯網 (IoT) 技術的指針式儀表自動讀數的處理過程，Shi 在研究中分析了物聯網和互聯網在大型儀器設備的集約化、共享管理中的設計和實踐，並取

得實際應用的效能，以及對儀器設備共享平台的未來發展提出了展望[19]。

Jing[20]研究物聯網 (IoT) 技術對於智慧醫院的影響。研究介紹了基於物聯網和人工智慧技術的智慧醫院綜合解決方案。解決方案的核心是全院智慧服務雲平台(Intelligent service cloud platform)。這個平台是由智能數據採集端、數據匯聚網路、SQL 數據資料庫、即時監控網站、服務整合智慧平台五部分組成。

基於上述的研究探討，本研究將透過結合電腦視覺技術、物聯網技術及類神經網路等技術提供即時的自動數據辨識、登錄、分析讓管理者能掌握真實即時狀況。本研究可以使得產業免更換傳統儀表並可以快速升級進入到新的雲端控制世代。

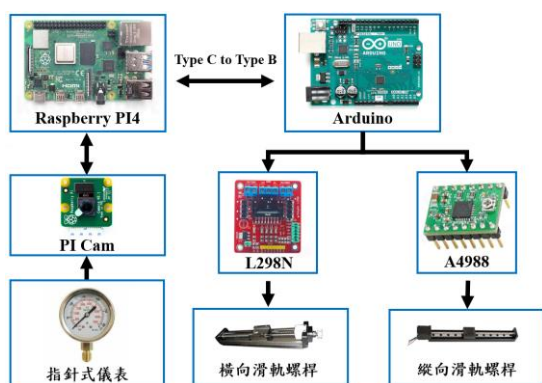
三、研究設計與實施

本抄表系統是透過滑軌移動攝影機來精準對準儀表面盤並進行拍攝，然後經由 OpenCV 影像辨識程式判讀傳統儀表上的數據，如此可改善人眼抄表時的視角誤差。利用霍夫圓函式[1]判斷儀表數值，實現判讀比人更精準的目的。原始的照片與辨識後的結果透過 Socket 將數據回傳到主機端儲存，並撰寫 SQL 將收到的數據存入資料庫。AI 將會分析資料庫內的數據是否合乎正常範圍，除了提供即時的數據更新外並有預警的功能。

1.硬體架構

本研究的硬體架構如圖二所示。我們利用樹莓派(Raspberry Pi)[3]、[4]、[6]的攝影機擷取圖像後進行影像辨識，並將原始照片與辨識數值儲存至記憶體中。再透過串列通訊埠串接 Arduino 機板，樹莓派透過撰寫的通訊程式傳送命令給 Arduino 來驅動馬達將攝影機移至正確之位置並進行

儀表拍照。Arduino 主要負責驅動 A4988 及 L298N 控制步進馬達[2]將攝影機移到正確的位置，並透過 USB 通知樹莓派進行圖像擷取。Arduino 經由 A4988 來驅動 Y 軸上的步進馬達，其中 step 參數為馬達行走的步數，dir 參數為控制馬達轉動的方向。我們使用 L298N 作為驅動 X 軸上的步進馬達。我們使用 L298N 的原因是因為 X 軸上的步進馬達的消耗功率較高。Arduino 透過 IN1~IN4 連接 MOTOR A B 線圈來控制馬達的轉向與行走步數。利用橫向與縱向的螺桿來再定位達到對準儀表表面中心的功能。本研究使用移動式攝影機的目的是可以同時監控多個類比指針儀表，這樣可以使硬體設計的使用率更高。本研究的硬體架構圖如圖二。

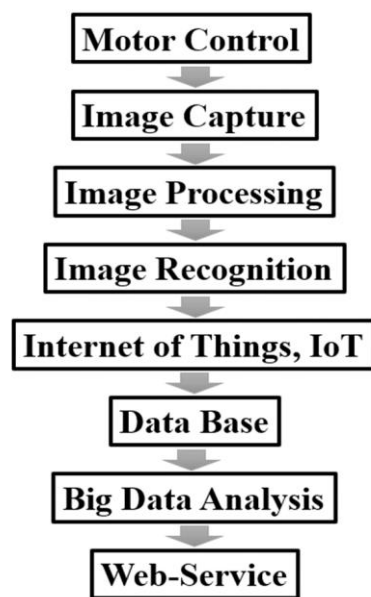


圖二、硬體架構圖

2.軟體流程與架構

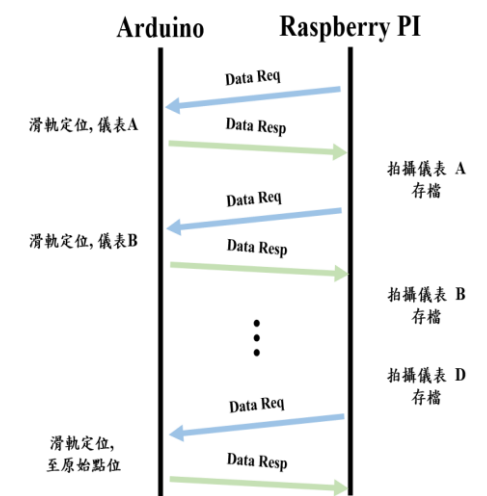
本研究開發所使用的作業系統有後台伺服器端的 Windows 作業系統，樹莓派端 Raspberry Pi OS 的 Linux 作業系統[8]。開發程式語言為 Python，影像函式庫套件為 OpenCV。本研究使用 TCP/IP 的 Socket 通訊機制傳遞判讀後的資料至伺服器端，並將其存入 MySQL 資料庫中。網頁服務整合端則以 PHP 程式語言與資料庫做連結，再透過網頁前端 HTML 做服務及資料呈現，並利用顏色變化提供預警及方便使用者快速判讀各項儀表的資訊狀態[5]。本

研究系統處理流程圖如圖三所示。



圖三、本研究系統處理流程圖

樹莓派負責執行主程式並使用串列通訊埠與 Arduino 連接，兩者透過傳送通訊命令完成操控步進馬達移動、定位通知以及拍攝等功能(資訊通訊流程如圖四所示)。攝影機擷取到的圖像以當下日期與時間做為檔案名稱儲存在樹莓派中，以利日後查詢及溯源。圖像辨識完成後所擷取到儀表數值，再利用 Socket 回送至伺服器端的 MySQL 資料庫中儲存。



圖四、通訊流程圖

3.滑軌定位

滑軌定位(如圖五所示)的目的主要是為了能讓鏡頭準確的移至儀表正前方且完全對準儀表盤面，避免因視角偏差導致辨識結果有所落差，達到比人眼判讀的數值更準確的效果。

X、Y 軸動態定位拍攝可以有效解決因使用多個固定式鏡頭所產生的硬體成本及拍攝角差偏差、校正及準確的問題。本系統架設過程是不需要停機或停工就可完成。



圖五、本研究硬體架構成品圖。

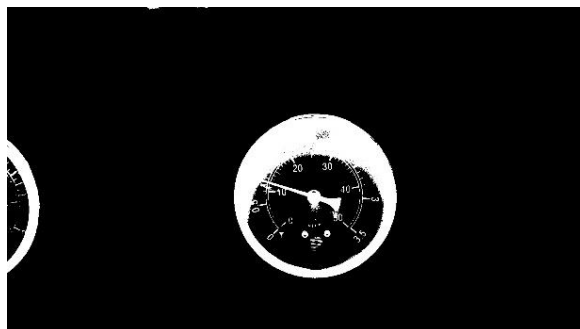
4.電腦視覺

OpenCV 的全稱是 Open source computer vision library，是一個跨平台的電腦視覺庫，可以在商業和研究領域中免費使用。它在即時的圖像處理、電腦視覺以及圖型識別程式有非常好的表現。

OpenCV 中霍夫轉換(Hough transform)是本研究中使用的影像處理技術。它被用來辨別找出物件中的特徵，會通過一種投票算法檢測具有特定形狀的物體，例如：線條或圓形。其演算法流程大致如下，給定一個物件、要辨別的形狀的種類，演算法會在參數空間中執行投票來決定物體的形狀，而這是由累加空間(Accumulator space)裡的局部最大值來決定。



圖六、攝影機擷取之圖像



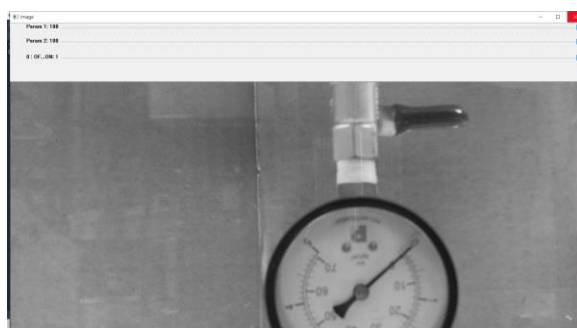
圖七、圖像二值化

首先透過樹莓派上的攝影機擷取影像，然後將此影像進行二值化的處理，降低其像素資料量以利影像辨識處理(如圖六、圖七所示)。處理完成後即可看到圖片已變得簡單許多，且儀表的外形及指針的位置和指向都可以用肉眼明顯看出。接下來透過 OpenCV 中的霍夫圓函式及霍夫直線函式找出指針及儀表的位置。以辨識儀表外框圓形為例，我們使用 OpenCV 提供的 HoughCircles 函式來處理[1]。

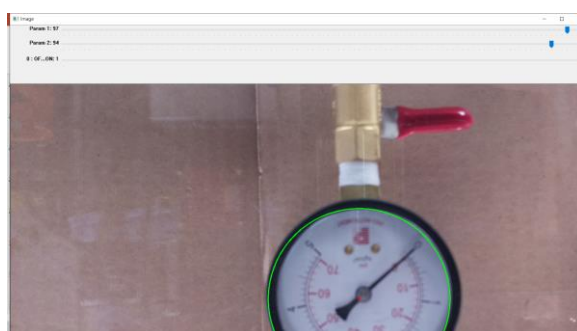
HoughCircles 函式有多個參數可以設定，其中有兩個參數為圓形外框偵測的嚴謹度(範圍為 0%~100%)。0%代表嚴謹度最差；100%則代表嚴謹度最高。該兩參數設定值若皆設為 100%，則會漏掉許多有殘缺的圓，例如圖八所示。

在圖八中，當函式的兩個嚴謹參數皆設定為 100%時，圖中的類比儀表的外框就無法被成功地偵測到，因為圖中的類比儀表外框是殘缺不全。為防止有遺漏任何

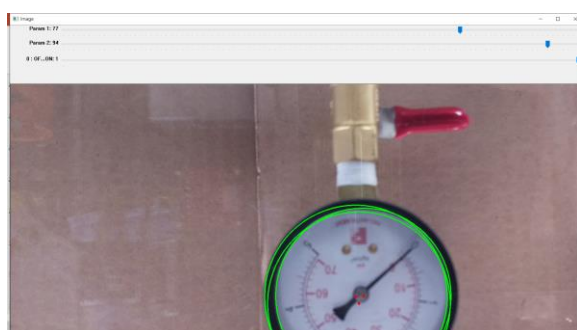
可能是儀表，本研究必需透過動態調整嚴謹度做測試來找出最適合的數值，以儘可能地找到可能的儀表外框圓形。以圖八為例，若將兩個嚴謹度參數分別調整為 97 與 94 時，則可以找出剛好一個圓(如圖九所示)。若將兩個嚴謹度參數分別調低時，則會找出三個圓(如圖十所示)，其實電腦所找到的三個圓，圓心相近座標，半徑也相近，所以我們參考 Hierarchical Clustering 演算法[11]的作法將此三個圓分至同一群組，再將此群組的三個圓合併為一。



圖八、過於嚴謹而無法找出圓



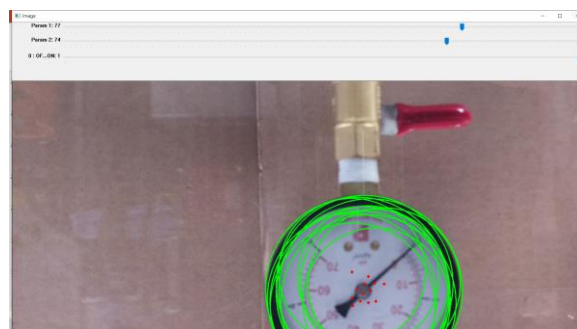
圖九、嚴謹度剛好且找出一個圓



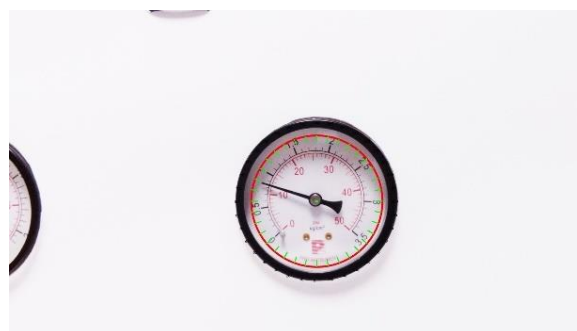
圖十、嚴謹度稍低找出三個圓

若將兩個嚴謹度參數分別調更低時，則會找出更多的圓(如圖十一所示)。接著我們再將圓心座標及半徑相近的圓進行分群及合併。

再利用 HoughCircles 函式找出圓後，以每十度為單位畫上一刻度，共計 36 條線(如圖十三所示)。

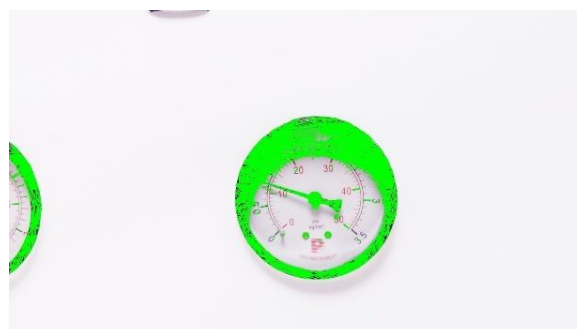


圖十一、嚴謹度過低已經得到太多圓



圖十二、儀表經霍夫圓函式之結果

接下來，透過霍夫直線函式找出該圖片之所有直線，利用演算法一一刪減不必要或是太短的線段，以得到儀表上表針之所在位置(如圖 13 及圖 14 所示)。



圖十三、經霍夫直線函式畫出所有直線



圖十四、經演算法刪減後得到正確直線

再利用演算法給入參數包括儀表最小值、儀表最大值、最小值之起始角度、最大值之終值角度。程式演算法會透過三角函數去計算該儀表指針所指向之值。如圖十四中的表針上有綠色線條即是最終結果。圖十五中紅色框中的數字為本系統最終完成自動抄表的結果，其他數值為系統測試用。

```
In [6]: runfile('C:/python-cv-samples-master/examples/analog-gauge-reader/try.py', wdir='C:/python-cv-samples-master/examples/analog-gauge-reader')
[[[903.5 557.5 237. ]
  [910.5 538.5 225.1]
  [904.5 577.5 194.4]
  [923.5 570.5 160.3]
  [883.5 561.5 152.6]]]
lens:1
size:15
ndim:3

[[[903.5 557.5 237. ]
  [910.5 538.5 225.1]
  [904.5 577.5 194.4]
  [923.5 570.5 160.3]
  [883.5 561.5 152.6]]]
lens:5

[[[903.5 557.5 237. ]
  [910.5 538.5 225.1]
  [904.5 577.5 194.4]
  [923.5 570.5 160.3]
  [883.5 561.5 152.6]]]
lens:3
1 5 3
gauge number: 17
Current reading: 0.7386686500060701 PSI
```

圖十五、辨識結果

5. SQL 數據資料庫

SQL 是一種應用於管理關聯式資料庫管理系統 (RDBMS) 的資料庫查詢語言，基本功能包括資料插入、查詢、更新和刪除，資料庫模式建立和修改，以及資料存取控制。本研究在伺服器端架設 MySQL 資料庫，並將 Socket 傳回已辨識完成的數值存入資料庫，做為數據收集與

架設網站的資訊來源供使用者監控。本研究的資料表欄位分別為：流水編號(ID)、儀表名稱 (GaugeName)、儀表數值 (GaugeValue)、紀錄時間(Time)(如圖十六所示)。

本研究的系統離型完成品是圖十八所示。在此系統離型中，共有四個類比指針儀表，我們分別將其儀表名稱命名為 A、B、C、D。系統離型中的四個類比指針僅供離型測試及演算法改良，未接上機器設備，所以彼此是獨立無關聯。本研究中，資料庫僅為簡單應用範例，若要進行更加值的應用服務時，依需求增加資料表欄位。

id	gaugename	gaugevalue	time
1	A	0.7386686500060701	2021-05-01 10:22:47
2	B	2.718539054288256	2021-05-01 16:51:39
3	C	2.545130745824565	2021-05-01 17:04:19
4	D	3.039285013341178	2021-05-01 17:04:41
5	D	0.7386686500060701	2021-05-01 17:23:16

圖十六、資料庫建置及數據呈現

6 即時監控網站

HTML 是一種用於建立網頁的標準標記語言，網頁瀏覽器可以讀取 HTML 檔案，並將其內容以視覺化展現。本研究以視覺化去設計該網站，將類比儀表辨識出的數值結果即時呈現在網頁上(如圖十七所示)。例如若該儀表的數據大於或小於所規定的安全範圍內，則會使用紅色呈現，代表該設備之儀表數值呈現在不正常值範圍。反之符合安全值範圍之儀表，網頁將以綠色做呈現(如圖十七所示)。



圖十七、即時監控網頁

在圖十七的網頁頁面上呈現 4 個具顏色的圓圈，分別代表儀表 A、B、C、D。儀表上方標示該儀表名稱；圓心中間呈現該儀表目前數值；顏色代表當時儀表的量測值是否位於正常範圍；圓內的水位顯示當下量測值的高低水位；下方呈現最後更新的時間。例如儀表 A 當下的量測值為 0.73866，呈現紅色代表此儀表量測值落在正常範圍之外，而圓內水位較低代表該儀表量測值是位在正常範圍之下。

7 服務整合智慧平台

在一台儀器設備上常常會有若干個類比指針儀表，這些儀表數值共同呈現儀器設計的運作狀況，而且儀表彼此有某些的交互關係存在。在即時監控網站上雖然已呈現每個類比指針儀表的各自資訊，但沒有呈現同台機器設備上所有儀表數值與機器運作狀況的分析。所以我們希望能透過分析同台機器所有儀表值來預測機器設備當下的運作狀況，是處於運作正常狀態或運作崩潰狀態，以提供管理者更有價值的資訊。所以在本系統中，我們還提供一個整合服務功能。

在服務整合智慧平台中，我們利用前饋神經網路(多層感知器 MLP)[21] 做為分析工具。類神經網路是一種自適應系統，也就是說它本身具備學習功能，且通過統計學的方法，類神經網路能夠類似人一樣具有簡單的決定能力和簡單的判斷能力。到目前為止，類神經網路技術已經成功地被用於解決各式各樣的問題，例如圖像辨識、語音辨識、資料分類與預測等。尤其當輸入與輸出間的關係無法完全清楚時，使用類神經網路比起傳統統計數值分析或統計迴歸方法為佳[10]。

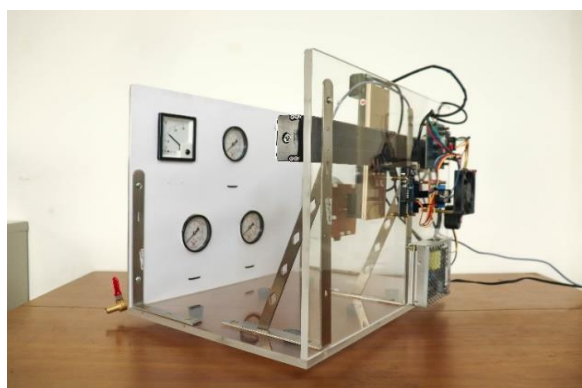
在多層感知器 MLP 中，輸入資料為同台機器設備上所有類比指針儀表數值(輸入層維度由儀表數決定)，輸出為該機器設備的運作狀態(0~1，0 代表機器正常運作中，1 代表機器已進入崩潰停止運作狀態)。隱藏層數目及每個隱藏層的隱藏神經元個數是依問題複雜度來決定。系統就可以在機器進入瀕危時給予管理者預報，以利管理員進行相對應的處置，避免機器崩潰及停機，甚至可以避免讓機器進入更嚴重的火災、爆炸等危機狀況。

唯本研究目前仍是位於離型測試及演算法改良階段中。本系統離型的四個類比指針儀表，僅供校正演算法及量測實驗精確度之用，這四個儀表彼此間是獨立不相關的，所以目前僅能建立抄表 SQL 資料庫，針對各儀表先做簡易預警功能，當各別儀表值超出正常運作範圍時會通知管理者，如圖十七所示。本系統的服務整合智慧平台，要在系統實際上線後，才能收集到足夠的訓練樣本決定適合的類神經網路架構、進行訓練及機器運作狀態預測。所以本研究中，目前無法提供實驗結果來驗證服務整合智慧平台的效能。

四、實驗結果與討論

本研究使用樹莓派、Arduino、相機、驅動板、步進馬達與滾珠螺桿等硬體架設辨識系統與一個 X、Y 軸移動的攝影機平台用來對準拍攝的指針儀表，並將所辨識到的數據透過無線網路存入伺服器端的資料庫，最後再以網頁呈現該數據。我們實現了無須人力且即時的傳統類比儀表自動辨識及物聯網儀器智慧管理系統。從儲存的儀表圖像和網頁呈現的儀表量測值，在比對後，我們發現本系統是相當準確，誤差值很低。另外，網頁端呈現的量測值也

能非常即時。所以本系統是相當準確且有效率。



圖十八、設備成果實體

在本研究中，為評量系統之效能，系統在辨識類比指針儀表時，我們會把當時擷取到的儀表圖像另行存檔備分，所以我們就可以系統辨識的儀表數值對照儀表圖象即可判斷是否準確。為顯示本系統的準確度，我們舉兩個實驗來說明。在實驗一中，圖十九為實驗一的類比指針儀表圖像，圖二十為實驗一系統辨識的儀表數值 0.8205585329；在實驗二中，圖二十一為實驗二的類比指針儀表圖像，圖二十二為實驗一系統辨識的儀表數值 0.9011023364。

另外，我們還將圖十九及圖二十交由三人來讀取圖中類比指針儀表數值，接著將三個讀取數值平均後再與本系統讀取的值做差異比較。實驗一如表一所示；實驗二如表二所示。

由上述實驗範例中，我們發現系統辨識結果與儀表圖像顯示的數值相近，並無較大偏差的問題產生。其實人為抄表的數值存在抄表人的主觀意識等因素，所以本來就存在抄表數值差異，所以在表一及表二中，最後僅呈現人為抄表及系統抄表的差異值，而不是誤差值來呈現系統效能。

人為抄表值一	0.82
人為抄表值二	0.82
人為抄表值三	0.81
人為抄表平均(A)	0.8166666667
系統抄表值(B)	0.8205585329
差異(A-B)	0.0038918662

表一、實驗一數據

人為抄表值一	0.91
人為抄表值二	0.92
人為抄表值三	0.91
人為抄表平均(A)	0.9133333333
系統抄表值(B)	0.9011023364
差異(A-B)	0.0122309969

表二、實驗二數據



圖十九、實驗一類比指針儀表圖像

```
[[[903.5 557.5 237. ]
[910.5 538.5 225.1]
[904.5 577.5 194.4]
[923.5 570.5 160.3]
[883.5 561.5 152.6]]]
lens:1
size:15
ndim:3

[[[903.5 557.5 237. ]
[910.5 538.5 225.1]
[904.5 577.5 194.4]
[923.5 570.5 160.3]
[883.5 561.5 152.6]]]
lens:5

[[[903.5 557.5 237. ]
lens:3
1 5 3
gauge number: 17
Current reading: 0.8205585329123563 PSI
```

圖二十、實驗一系統辨識之儀表數值



圖二十一、實驗二類比指針儀表圖像

```
[[[933.5 626.5 236.3]
 [924.5 608.5 152.4]]]
lens:1
size:6
ndim:3

[[[933.5 626.5 236.3]
 [924.5 608.5 152.4]]]
lens:2

[[[933.5 626.5 236.3]
 [924.5 608.5 152.4]]]
lens:3
1 2 3
gauge number: 18
Current reading: 0.9011023364302453 PSI
```

圖二十二、實驗二系統辨識之儀表數值

研究過程中，我們發現若攝影機在擷取圖像時，若光照造成對比度不足時，常會導致圖片在二值化時無法清楚地呈現(如圖二十三所示)，使得辨識結果不如預期。此問題在加裝補光燈至攝影機兩側後已被克服。



圖二十三、亮度不足所導致照片不清楚

五、結論

本研究提出一種即時監控的全程自動化及智慧化管理系統，同時實現了傳統類比儀表自動辨識及物聯網儀器智慧管理系

統，協助在傳統類比儀表無法或成本過高導致不能升級進入到新的雲端控制世代。

經實驗驗證，本系統確實可以達到精準抄表、及時反應，還可以節省人力及避免出入危險場域之風險，實現無人化儀表數據紀錄及管理。

六、未來研究建議

本研究提出將傳統類比儀表快速升級成物聯網儀器智慧管理的實驗，還需進行更深入的研究系統性的評量探討。

在未來系統實際上線後，我們便可以收集到足夠的訓練樣本來決定適合的類神經網路架構、進行訓練及機器運作狀態預測。希望本系統，不僅可以提供管理人員監控機器設備的運作趨勢，也可在機器進入崩潰當機前給予管理者預報，以利管理員進行相對應的處置，避免機器停機，甚至可以避免讓機器進入更嚴重的火災、爆炸等危機狀況。另外，我們未來會再做更深入系統評估的研究，包括參數的設定，如量測空間的設定光線亮度，攝影角度等方向，進一步探討，以期繼續優化本系統。

參考文獻

- [1] 朱克剛，(2021)，「AIOT 與 OpenCV 實戰應用(第二版)：Python、樹莓派、物聯網與機器視覺」第 12 章霍夫圓形檢測。基峰出版社。
- [2] 曹永忠，許智誠，蔡英德，(2020)，「Arduino 步進馬達控制」。崧燁文化。
- [3] 王玉樹，(2018)，「Raspberry Pi 最佳入門與應用(Python)」。全華圖書。第 1 章 樹莓派基本安裝，第 4 章 Python 程式語言。
- [4] 王玉樹，(2021)，「Raspberry Pi 物聯網應用」。全華圖書。1.3 Linux，第 3 章 駕馭命令行。
- [5] 藍易，(2018)，「PHP & MySQL 武功祕笈」。經緯文化。第 3 章 PHP+HTML 基本語法，第 4 章 MySQL 基礎知識。

- [6] 李凡希譯, (2018), 「愛上 Raspberry Pi/愛上樹莓派」。德源科技。第2章 認識 Raspberry pi 上的 Linux。
- [7] 儀 表 辨 識 網 路 教 學 。
<https://www.youtube.com/watch?v=GUwcNx0bql0&t=93s>
- [8] Linux 網 路 教 學 。
<https://www.youtube.com/watch?v=8grooZWbH9Y>
- [9] 類 比 儀 表 辨 識 網 路 教 學 。
<https://www.youtube.com/watch?v=ylRhinH5LSY&t=29s>
- [10] 蘇昭安, (2003), 應用倒傳遞類神經網路在颱風波浪預報之研究, 國立臺灣大學工程科學與海洋工程學系, 碩士論文。
- [11] 徐聖訓, (2020), 一行指令學 Python : 用機器學習掌握人工智慧, 全華圖書。
- [12] Gellaboina, M. K., Swaminathan, G. and Venkoparao, V. (2013). Analog dial gauge reader for handheld devices, 2013 IEEE 8th Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA), Melbourne, VIC, Australia.
- [13] Lee, D. W., Kim, S. Jin., Han, Y. S., Lee, S.W., Jeon, S. B. and Seo, D. (2020). Automatic Reading Analog gauge with Handheld device, IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), Las Vegas, NV, USA.
- [14] Triantoro, T., Batubara, F. R. and Fahmi, F. (2014). Image based water gauge reading developed with ANN Kohonen, IEEE International Conference on Electrical Engineering and Computer Science, 24-25 November, Bali, Indonesia
- [15] Chi, J., Liu, L., Liu, J., Jiang, Z. and Zhang, G. (2015). Machine Vision Based Automatic Detection Method of Indicating Values of a Pointer Gauge, Mathematical Problems in Engineering, Volume, Article ID 283629.
- [16] Luo, D. C., Wang, S. C., Zeng, H. G., Li, Z. Z. and Lu, X. M. (2007). Design of recognition system of analog measuring instruments, Laser & Infrared, vol. 37, no. 4, 377–380.
- [17] Wen, H., Teng, Z., Yang, S. and Liu, S. (2007). Intelligent reading method for analog meter based on computer vision, Chinese Journal of Scientific Instrument, vol. 28, no. 7, 1234–1239.
- [18] Qi, W., Xiling, T., Cheng, D., Yao, H. and Yanjun, F. (2013) “Automatic alignment system based on center point recognition of analog measuring instruments dial,” in Proceedings of the 39th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON’13), 5532–5536, IEEE, Vienna, Austria.
- [19] Shi, G. Liu, L., Chen, F. (2020). A The Practical Application of IoT for Large-scale Instruments and Equipment Sharing Management Platform, 2020 IEEE 39th International Performance Computing and Communications Conference (IPCCC), Austin, TX, USA.
- [20] Jing, S., Xiao, R., Shan, T., Wang, Z. and Liu, Y. (2020). Application Practice of Smart Hospital Based on IoT Cloud Platform, 2020 IEEE International Conference on Consumer Electronics - Taiwan (ICCE-Taiwan), Taoyuan, Taiwan.
- [21] Krohn, J., Beyleveld, G., Bassens, A. (2019). Deep Learning Illustrated: A Visual Interactive Guide to Artificial Intelligence, Addison-Wesley.

Automatic Recognition of Traditional Analog Gauge and Intelligent Management by IOT Method

Po-Jen Wang¹, Hsien-Leing Tsai²

¹Department of Information Management, ROC, I-Shou University

²Department of Information Management, ROC, I-Shou University

Abstract

The purpose of this study is to use IoT technology, artificial intelligence technology and neural networks to improve current meter reading systems in medical or traditional industries. In this study, we developed a set of IoT automatic meter reading system with practicality, data correctness and instant reading. So far, many machines and equipment in many fields still use analog pointer instruments, and many of these instruments are located in extremely unfriendly working environments, such as high heat, high humidity, high toxicity, high dust or high dirty environment [10]. This is a very dangerous task for machine equipment managers or meter readers, and there are also problems with accuracy and timely response, so this research hopes to use artificial intelligence technology, IoT technology and neural networks to improve this problem. This system applies computer vision technology to automatic smart meter reading at the front desk, thereby achieving a more accurate purpose than manual meter reading, and reducing occupational injuries to personnel. In the background part, this research uses neural networks to assist in the management and timely response of machinery and equipment. At present, the system is complete and feasible. It has been verified that this system can achieve accurate meter reading, timely response, and intelligent management. It can also save manpower and avoid the risk of entering and exiting dangerous areas, and realize unmanned meter data recording and management.

Keywords: Internet of Things(IoT), Artificial Intelligence(AI), Neural networks, Computer Vision