

# 機房冰機節能 AI 模擬訓練平台

## AI Simulation training platform for practice in energy-saving of chiller unit

陳家進<sup>1</sup> 林佑青<sup>2</sup> 黃維誠<sup>3</sup> 方育斌<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 國家實驗研究院國家高速網路與計算中心

E-mail: [chester@nchc.org.tw](mailto:chester@nchc.org.tw)

<sup>2</sup> 國家實驗研究院國家高速網路與計算中心

E-mail: [1203043@narlabs.org.tw](mailto:1203043@narlabs.org.tw)

<sup>3</sup> 國家實驗研究院國家高速網路與計算中心

E-mail: [whuang@narlabs.org.tw](mailto:whuang@narlabs.org.tw)

<sup>4</sup> 國家實驗研究院國家高速網路與計算中心

E-mail: [ybfang@narlabs.org.tw](mailto:ybfang@narlabs.org.tw)

### 摘要

國際能源總署 (IEA) 指出全球數據中心的耗電量持續大幅增加，預估 2026 年將會突破 1000 太瓦時 (TWh)，其中空調成本約佔用電總成本的百分之 40 幾，因此數據中心機房的空調節能相當重要。本研究旨在應用機房內冷卻空調系統長期數據訓練之 AI 模型，結合「AIoT 人工智慧物聯網雲端服務」或混合相似之技術建構模擬訓練平台，人員透過平台的「操作與顯示介面」輸入模擬操作數據，這些數據傳送至推論引擎做預測，預測之數據與輸入的模擬操作數據儲存入資料中樞並顯示在「操作與顯示介面」，讓人員檢視操作的結果，藉此方式，可將看似無序的空調系統操作與監控的數據，透過 AI 模型轉化成有序的操作與輸出，讓人員可反覆模擬操作機房內冷卻空調系統了解不同操作下冰機消耗功率，順利學習該系統之操作並傳承節能操作的經驗。

**關鍵字：**AI；機房節能；數位學習

### Abstract

The International Energy Agency (IEA) points out that the power consumption of global data centers continues to increase significantly and is expected to exceed 1,000 terawatt hours (TWh) in 2026. The cost of air conditioning accounts for about 40% of the total electricity cost. Therefore, the air conditioning energy saving of the data center computer room is very important. This research aims to build a simulation training platform that combined AI models, which were trained by long-term computer room cooling and air conditioning system data, with the "Artificial Intelligence Internet of Things Cloud Service (AI<sup>2</sup>CS)" or the hybrid from AI<sup>2</sup>CS and similar techniques. Personnel input simulated operation data through the "Operation and Display Interface" of the simulation training platform. Then, these simulated data was sent to the inference engine for prediction. The prediction data and the input of simulated operation data

were stored in the data hub and displayed in the "Operation and Display Interface" , allowing personnel to review the results of operations. In this way, the seemingly disordered data of air conditioning system operation and monitoring was transformed into orderly operations and output through the AI model. Thereby, personnel were able to repeatedly simulate the various operation of air conditioning system in the computer room to understand the power consumption of the chiller unit. The operation of the system and the experience of energy-saving were learned and inherited smoothly.

**Keywords** : AI; Computer room energy saving; Digital learning

## 壹、前言

根據研究指出 2006 年美國 IT(Information Technology)數據中心運轉耗能約佔美國總電力的 1.5%(Scofield, C. M. & Weaver, T.S. , 2008)並持續增加中(EPA. , 2007),而在數據中心快速發展的愛爾蘭該產業在 2022 年消耗該國總電力的 17%, 預估在 2026 年前該產業將消耗該國總電力的 32% (陳又嘉, 2024), 將視野進一步擴大至全球, 國際能源總署 (IEA) 指出, 2022 年全球數據中心的耗電量約為 460 太瓦時 (TWh), 約佔國際總電力需求 2%, 近年來 AI (Artificial Intelligence) 研究及大數據應用蓬勃發展, 更加速了用電量驚人的增加, 預估 2026 年將會突破 1000 太瓦時, 相當於日本全國的用電量。數據中心的用電主要為 IT 設備, 其餘絕大部分用於空調系統, 為了避免 IT 設備因為過熱或潮濕產生零件氧化造成設備不穩定甚或故障, 計算中心或數據中心的機房必須長年使用空調系統維持機房的溫濕度, 為保持恆溫恆濕造成比一般空調機更為耗能(錢穎濃, 2010), 數據中心的空調成本約佔用電總成本的百分之 40 幾(張銘陽, 2009; 台達電技術文章), 因此空調冰機的節能對計算中心或數據中心可說是一日益重要的課題。

根據熱力學之冷凍循環原理, 相關節能技術一一被提出, 然而機房設備不同空氣流場不相似節能模式亦不同(吳建德, 2009), 且運行中的機房很難如實驗室中的機組精準控制各項參數甚或停機進行評估, 加上實際的冷卻系統監控資料大量複雜, 難以經由傳統統計分析明確了解節能技術的應用成效, 因此實際的機房冷卻系統操作多賴人員的經驗, 然而人員異動時此種經驗傳承長年下來會衍生出技術傳承標準是否一致, 技術傳遞過程中是否有部份技術流失與技能如何留存等問題(王姿宜, 2010), 為解決此等問題, 本研究使用國網中心實際的機房冷卻系統監控數據, 應用 AI 演算法進行模型訓練並建立模擬訓練平台, 期能應用在人員異動交接時, 使新進操作人員對機房冷卻系統相互耦合之控制條件有較明確的了解, 以便順利接手空調操作持續節能改善工作。

## 貳、AI 模擬訓練平台建置

計算中心機房內及冷卻空調系統監視儲存的監控數據相當多, 以傳統統計方式分析數據有相當大的困難, 機器學習對於處理計算中心複雜且大量的監控資料是一個相當適合的研究方式(Gao, 2014), 本研究應用 multi-layer neural network

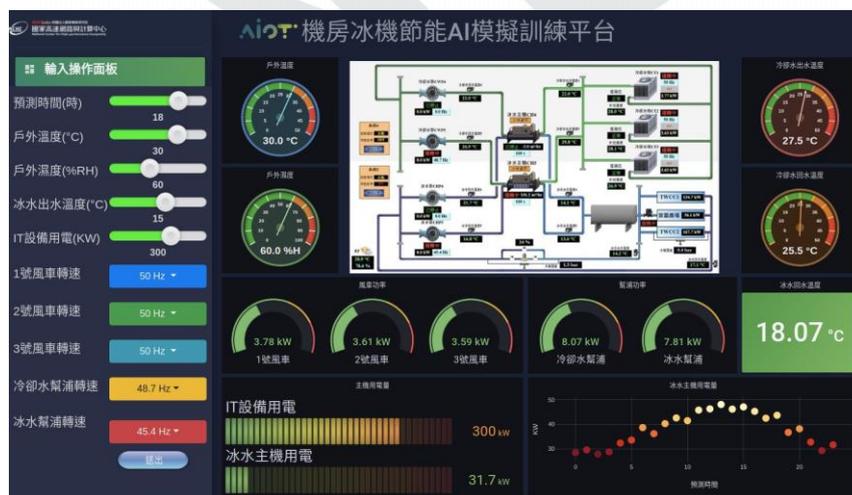
(MNN)演算法訓練完成之模型結合「AIoT 人工智慧物聯網雲端服務」或相似之技術建立模擬訓練平台，以進行人員操作訓練，傳承節能之操作方式與經驗。

## 一、 AI 模型訓練

平台使用之 AI 模型以 tensorflow 及 keras 建立(Implementing an MLP in TensorFlow & Keras)之 multi-layer neural network (MNN)演算法進行訓練，使用兩層神經網絡，每層 1000 個神經元，訓練資料為機房監控數據一年之資料，資料前處理係將所有數據處理成 5 分鐘平均資料並經隨機重置(shuffle)，訓練資料與測試資料分別占整體數據的 0.9 及 0.1，AI 模型分為冷卻水循環、冰水循環及冰機三個，三個模型 r2 score 皆在 0.9 以上，冷卻水循環與冰水循環模型各自分別獲得冷卻水出水溫度、冷卻水回水溫度及冰水回水溫度，將其帶入冰機模型可得到冰機消耗功率，模型架構程式碼、相關標籤(label)、特徵(feature)及模型 r2 score 詳見參考文獻(陳家進、方育斌、林佑青、黃維誠，2023)。

## 二、 平台架構

平台以由研華引入建立於國網中心之「AIoT 人工智慧物聯網雲端服務」建構或混合相似之技術建構。純粹應用雲端服務方式，可使用「人工智慧應用框架服務(AI Framework Service)」建立三個 AI 模型之「推論引擎(inference engine)」，使用「資料庫與數據串接服務(Data Hub)」作為儲存資料的「資料中樞(Data Hub)」，以及使用「數據分析和可視化服務(Dashboard)」結合網頁平台語言程式(HTML、Javascript 及 jQuery)建立「操作與顯示介面」；混合技術方式，可用一般資料庫如 MySQL 替代 Data Hub，開源的分析 and 視覺化工具 Grafana 替代 Dashboard，圖一為以混合技術建立之訓練平台操作與顯示介面。由操作與顯示介面輸入的模擬數據傳送至推論引擎做預測，接著將輸入與預測數據存入資料中樞，最後顯示於操作與顯示介面，人員可藉此方式不斷模擬操作機房內冷卻空調系統，了解實際操作下冰機消耗功率，用以學習與傳承節能操作的經驗。



圖一、AI 模擬訓練平台操作與顯示介面

## 參考文獻

### 一、中文部分

#### 博碩士論文

錢穎濃(2010)。IT 資訊中心空調系統(CRAC)節能研究—以半導體廠資訊中心改善為例。未出版之碩士論文，國立勤益科技大學冷凍空調與能源系研究所，台中市。

張銘陽(2009)。網路資料中心空調節能設計之模擬分析研究。未出版之碩士論文，國立台北科技大學能源與冷凍空調工程研究所，台北市。

吳建德(2009)。電腦機房空調氣流分析與節能潛力評估。未出版之碩士論文，國立台北科技大學能源與冷凍空調工程研究所，台北市。

王姿宜(2010)。傳統製造業員工技能數位學習系統之導入。未出版之碩士論文，國立勤益科技大學流通管理系研究所，台中市。

#### 會議或研討會論文

陳家進、方育斌、林佑青、黃維誠(2023)。計算中心機房冰機節能 AI 研究。2023 台灣網際網路研討會論文集。台北市。

#### 電子資源

陳又嘉(2024)。IEA 估數據中心耗電量三年翻倍低碳能源滿足供電需求。。上網日期:(2024 年 1 月 31 日)，檢自

RECESSARY : <https://www.recessary.com/zh-tw/news/world-market/electricity-demand-data-centers-ai-seen-doubling-2026>

淺談數據中心的效率與 PUE 量測。檢自台達電技術文

章:<https://www.deltapowersolutions.com/zh-tw/mcis/white-paper-datacenter-efficiency-and-pue-measurement.php>

### 二、英文部分

#### 期刊論文

Scofield, C. M. & Weaver, T.S. (2008). Using Wet-Bulb Economizes Data Center Cooling. *ASHRAE Journal*, 50, 62-67.

#### 研究報告或技術報告

EPA. (2007). Report to Congress on Server and Data Center 1 Energy Efficiency. Washington D.C. : U.S. Environmental Protection Agency.

#### 電子資源

Gao, J. (2014). Machine Learning Applications for Data Center Optimization. Google Research. from <https://research.google/pubs/machine-learning-applications-for-data-center-optimization/>

Implementing an MLP in TensorFlow & Keras. LearnOpenCV, from <https://learnopencv.com/implementing-mlp-tensorflow-keras/>