

Exploring the Communication Protocols for Internet of Things: A Case Study of AWS

李慧蘭 王迎春 陳敏

財團法人國家實驗研究院國家高速網路與計算中心
{gracelee, alphawang, minchen}@narlabs.org.tw

摘要

隨著邊緣運算技術的成熟，資料可即時推論和快速分析，加速物聯網(Internet of Thing, IoT)產業發展。開發者面對不同領域和不同環境所應採用的IoT協定至今仍相當分歧，如何選出合適的協定仍是一大挑戰。本文探討廣泛採用的IoT協定：如 DDS、MQTT、AMQP、CoAP 等，並透過使用 AWS IoT 平台實作與觀察分析，期以作為各類型IoT技術應用在雲端資料中心之建置參考。

關鍵詞：IoT, DDS, MQTT, AMQP, CoAP

Abstract

With the maturation of the edge computing and the competence of the real time data inference and analysis, the growth of IoT is significantly boosted. However, choosing the right protocol from the divergent IoT protocols is a big challenge for the developers. In this thesis, various IoT protocols, such as DDS、MQTT、AMQP、CoAP are introduced and compared. We also perform an IoT case study on the AWS IoT platform. Our experience in designing a reference implementation of cloud-IoT interconnection is elaborated.

Keywords: IoT, DDS, MQTT, AMQP, CoAP

1. 介紹

隨著5G通訊時代的來臨，高傳輸速度、低延遲度和大頻寬等特性，加速了終端裝置皆可連網的時代，物聯網(Internet of Things; IoT)利用邊緣運算(Edge Computing)減輕雲端傳輸的頻寬負載並加速人工智慧(Artificial Intelligence ; AI)分析的效率，再借助雲端運算的數據分析能力和儲存能力。AIoT 搭載5G基礎設施將創造 AIoT 的產業革新。到2022年5G 將成為 AIoT 的主要通訊技術。雲端服務平台的巨擘亞馬遜 AWS 擁有在全球 IoT 平台的完整體系，從雲端運算、雲端儲存、人工智慧和數據分析等的整合式物聯網服務。因此，本文也會以 AWS IoT 平台作為範例，介紹如何建立連線。

2. IoT protocol

物聯網終端的種類眾多，終端設備的體積、處理能力、通訊環境等各不相同，對通訊協定的要求也不相同，每一種通訊應用協定也都有其適用的範圍。

2.1 DDS

DDS 是由 Object Management Group (OMG) 為了物聯網開發的通訊標準，架構上為巴士(bus)狀架構，允許點對點(peer-to-peer)溝通、訊息群播(Multi-cast)及動態發現(Dynamic Discovery)等功能，當客戶端發佈特定主題的消息，這些消息直接傳遞給該主題的訂戶。資料的傳送以 UDP 或 TCP 方式往共通的資料空間(data space)傳送，所以能避免單一節點故障引發問題。

DDS 在服務質量(QoS)上提供非常多的保障途徑，這也是它適用於國防軍事、工業控制這些高可靠性、安全性應用領域的原因。若系統有一堆自主性很高的裝置，彼此又需要即時且穩定的資料傳輸，使用 DDS 是最好的方式，裝置直接對裝置，不透過中央伺服器溝通，速度會較快。

2.2 MQTT

Message Queue Telemetry Transport Protocol (MQTT)協定的原始規格是由 IBM 與 Eurotech 所擬定，2014年正式成為 OASIS 國際標準[2]。

MQTT 運作是基於星狀架構，如圖1所示。安裝 MQTT client 程式庫的裝置稱為 Client，俱有訂閱/發佈 (Subscriber/ Publisher) 的功能，透過 MQTT Broker 伺服器連接進行資料交換。MQTT Broker 知名的程式庫有：Mosquitto、ActiveMQ、HiveMQ、RabbitMQ 等。由架構上知，裝置跟裝置之間不會直接通訊。

MQTT 底層是使用 TCP/IP 傳輸。TCP 的預設傳送是明文訊息，但支援 TLS/SSL 傳送過程加密和裝置認證。透過裝置所送出的 CONNECT 訊息，來取得 Broker 的信任。MQTT 的標頭採用數字編碼，整個長度只佔 2 bytes，訊息內容精簡，適合用在處理器資源及網路頻寬有限的 IoT 裝置[3]，如環境感測、電燈控制、智慧電錶等用途。

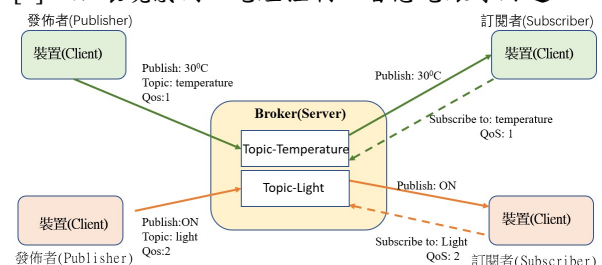


圖 1 MQTT 架構

2.3 AMQP

Advanced Message Queuing Protocol (AMQP) 協定是應用層協定，訊息佇列的特性是非同步和可靠傳輸，是 OASIS 國際標準。

AMQP 使用 TCP 可靠性傳輸，支援和 MQTT 相同的三種 QoS。訊息不會直接發佈到 Broker 的佇列(queue)中，而是送至扮演訊息路由的

Exchange，如圖2所示。再送至不同的佇列，最後發佈到訂閱者端。所以 broker 主要負責交換資訊和佇列管理，進入佇列的訊息以儲存和轉發(store and forward)模式來確保可靠性傳輸。

AMQP 是相當耗費電源和系統資源的重量型協定，被認為應用在 IoT 中較為劣勢。會採用 AMQP 通常是有充足的網路頻寬、有限的網路延遲和足夠的計算能力的環境下。因此，主要適用於手持式裝置的應用和後台數據中心的系統之間的通訊 [3][4]。

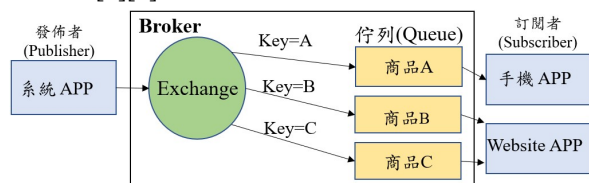


圖 2 AMQP 架構

2.4 CoAP

Constrained Application Protocol(CoAP)協定是應用層協定，簡化 HTTP 協定中的 RESTful API，目前已是 IETF 標準(RFC 7252) [5]，專門用在裝置跟裝置(M2M)之間取得 IoT 裝置內的資料。

一般網路節點採用 HTTP 與 TCP 為主，資源受限的物件基於網路頻寬與電力消耗條件上，可改 CoAP 與 UDP 協定。CoAP 是輕巧的 HTTP/UDP 傳輸機制，透過 CON / NON / ACK / RST 達成可靠的機制，使用 URIs (Uniform Resource Identifier) 來取得裝置資料，提供 HTTP method : requests /responses。利用 web 的指令 GET/POST/PUT/DELETE 取得物聯網的資訊。

綜合以上各式 IoT 通訊協定，表1為各協定比較。

表 1 IoT Protocol 比較

Protocol	DDS	MQTT	AMQP	CoAP
發展年	2004	1999	2003	2010
傳輸層	TCP/UDP	TCP	TCP	UDP
優勢	適合即時通訊/俱 QoS	省電/省記憶體/俱 QoS	高可靠度/俱 QoS	輕量級
劣勢	擴展性受限制/複雜	擴展性受限制	需較高頻寬/耗電	不成熟
適合應用	國防/航太/工業控制	環境感測/電燈控制/智慧電錶	銀行業	智慧家庭

3. AWS Case Study

AWS 的 IoT 雲端系統可提供已與網際網路連線的 device (例如感測器、傳動器、嵌入式微控制器或智慧型設備) 間通訊。在本案例中，可以直接使用 MQTT 通訊協定或是經 WebSocket 的 MQTT 來發佈和訂閱，也支援利用 HTTP REST 介面發佈。連進 AWS 平台後可以從 Management Console 選擇 IOT Core 的服務，並進行以下設定：

- (1) 首先註冊 device。
- (2) device 的註冊可以選擇註冊單一 device 或是一

次同時註冊多個 device。

- (3) device 註冊時可以加入型態(type)、群組及屬性，以提供 device 分類及搜尋的需求。
- (4) device 註冊需考量安全性認證，在系統上產生認證碼放到 device。以確認連線的安全性。
- (5) AWS 平台上提供 MQTT 的 client 以協助使用者驗證雲端的設定狀態。
- (6) 完成 device 連線設定後，如圖3的 Monitor 畫面看到所收到的訊息數量及相關統計資料。

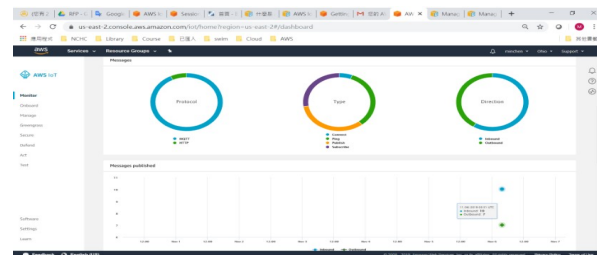


圖 3 AWS 設定 AIOT device 連線完成

在四大雲平台上實作各 IoT 連線，所需量量的支援協定如表2所列。

表 2 IoT Protocol 在各雲平台的支援

Protocol	DDS	MQTT	AMQP	CoAP
Amazon AWS	X	支援	X	X
Microsoft Azure	X	支援	支援	支援
IBM IoT platform	X	支援	支援	X
Google GCP	X	支援	X	X

4. 結論與未來發展

IoT 結合 AI 技術成為人工智慧物聯網 (AIoT)，是未來5G 發展的關鍵性應用。本文綜合評述各類型 IoT 協定技術應用在雲端資料中心，並實作一以終端設備連接 AWS 系統作為建置的參考依據。

國家高速網路與計算中心已經建置完成 AI 雲端平台 TWCC(Taiwan Cloud Computing)，接下來將導入銜接國內業界 AIOT 平台，串連各式 IoT 模組化元件，打造即時運算的 AIoT 技術平台的基礎架構。未來可將智慧農業、智慧製造、智慧醫療和智慧城市等 AIoT 應用搭建在全新的 AIoT 雲端平台。

參考文獻

- [1] <https://www.rfwireless-world.com/Terminology/DDS-protocol-architecture.html>
- [2] Jasenka Dizdarevic, ..., "A Survey of Communication Protocols for Internet of Things and Related Challenges of Fog and Cloud Computing Integration", ACM Computing Surveys, Vol. 1, No. 1, Article. February 2019
- [3] https://www.researchgate.net/publication/315764651_A_Survey_of_Distributed_Message_Broker_Queue
- [4] <https://www.postscapes.com/internet-of-things-protocols/>
- [5] IETF RFC 7252: "The Constrained Application Protocol (CoAP)"