

知識物件上傳表

計畫名稱：高效能照明系統技術開發及應用推動計畫

上傳主題：智慧照明通訊協定介紹

提報機構：工業技術研究院

提報時間：108年 11 月 28 日

與計畫相關	<input checked="" type="checkbox"/> 1.是 <input type="checkbox"/> 2. 否
國別	<input checked="" type="checkbox"/> 1.國內 <input type="checkbox"/> 2. 國外：(註明國家名稱)
能源業務	<input type="checkbox"/> 1.能源政策(包含政策工具及碳交易、碳稅等) <input type="checkbox"/> 2.石油及瓦斯 <input type="checkbox"/> 3.電力及煤碳(包含電力供應、輸配、煤炭、核能等) <input type="checkbox"/> 4.新及再生能源 <input checked="" type="checkbox"/> 5.節約能源(包含工業、住商、運輸等部門) <input type="checkbox"/> 6.其他
能源領域	<input type="checkbox"/> 1.能源總體政策與法規 <input type="checkbox"/> 2.能源安全 <input type="checkbox"/> 3.能源供需 <input type="checkbox"/> 4.能源環境 <input type="checkbox"/> 5.能源價格 <input type="checkbox"/> 6.能源經濟 <input checked="" type="checkbox"/> 7.能源科技 <input type="checkbox"/> 8.能源產業 <input type="checkbox"/> 9.能源措施 <input type="checkbox"/> 10.能源推廣 <input type="checkbox"/> 11.能源統計 <input type="checkbox"/> 12.國際合作
決策知識類別	<input type="checkbox"/> 1.建言(策略、政策、措施、法規) <input checked="" type="checkbox"/> 2.評析(先進技術或方法、策略、政策、措施、法規) <input type="checkbox"/> 3.標竿及統計數據：技術或方法、產業、市場等趨勢分析 <input type="checkbox"/> 4.其他：
重點摘述	<p>國際照明大廠近年皆著重發展智慧照明相關技術及服務推廣，未來無論於室內、戶外、商場、醫院及公共場域，智慧照明將帶來革命性的改變，於市場占有一席之地，也將為全球 LED 照明產業供應鏈帶來龐大商機。然而當今智慧照明所面臨的最大隱憂之一，在於各種通訊界面如雨後春筍般逐漸嶄露頭角，目前智慧照明領域主流的通訊技術區分為有線及無線通訊技術。</p> <p>有線通訊技術，設備之間用物理線（同軸線纜、光纖等）相連，因需要布線作業，在既有的建築物中不易施作，也增添未來維護困難。且其中部份模組損壞可能影響整體系統運作，擴增移動性亦較差。然而有線通訊遠比無線通訊抗干擾性強、穩定性高、具保密性、傳輸速率快、頻寬無限大等優勢，能提供更可靠及安全的通訊品質。常見的有線通訊技術包括 Konnex（KNX）、數位可定址照明控制介面（Digital Addressable Lighting Interface, DALI）、電力線通訊（Power-line communication, PLC）、乙太網路供電（Power over Ethernet, PoE）、C-bus 等。</p> <p>反觀無線通訊技術最大的優點為安裝簡易、連接方便、隨身控制、操作易上手、全自動組網及拓展性強等。但目前技術成熟度相對較低，具有穩定性差、抗干擾能力弱、組網複雜及技術难度大等缺點。常見的無線通訊技術包括 ZigBee、藍芽（Bluetooth）／藍牙低功耗（Bluetooth Low Energy, BLE）、Wi-Fi、Z-wave、EnOcean、低功率廣域網路（Low-Power Wide-Area Network, LPWAN）等。</p>
詳細說明	一、 有線通訊技術

1. KNX

1995 年歐洲三大協定 EIBA (European Installation Bus Association)、BCI (BatiBUS Club International)和 EHSA (European Home Systems Association)合併成立了 Konnex 協會，提出了 KNX 國際標準通訊協定⁽¹⁾，為歐洲占比很高的建築管理系統。KNX 技術標準可廣泛應用控制於家庭住宅和樓宇管理裝置，例如照明、保安系統、能源管理、空調系統、數位電錶、信號和監控系統及樓宇控制系統等，KNX 商標保證其成員及其產品間穩定的互相連結與溝通，成為全球打開智慧家居和建築市場的驅動力。

2. DALI

DALI 標準由 DALI AG 制訂，目前已公布 DALI-2 標準，自 2017 年 DALI AG 解散後，同為改由數位照明接口聯盟 (Digital Illumination Interface Alliance, DiiA) 接手。DALI 標準由透過網絡系統的標準化數位可定址照明接口於建築自動化控制，作為 0-10 V 照明控制系統的後續產品，以數位信號接口 (Digital Signal Interface, DSI) 的開放標準為基礎。DALI 技術標準基於 IEC 62386，標準的一致性可確保來自不同製造商的設備可以互操作⁽²⁾。為目前最常見的照明控制系統 (尤其於歐洲地區)。

3. 電力線通訊

PLC 系統為利用傳輸電流的電力線傳輸資料、視訊與語音信號的一種通訊方式，不需要重新鋪設電纜，直接透過電力線就能接取網路訊號，使得 PLC 具有極大的便捷性。由於藉由電力線傳輸，可穿越地面或牆壁等阻礙物進行數據傳輸，也不受天氣影響。目前電力線傳輸距離為 500m，通訊最高可達約 500Mbps 左右的資料傳輸速率。

國際上已有許多 PLC 組織，其中最具代表性的為成立於 2000 年的 HomePlug 電力線聯盟 (HomePlug Powerline Alliance)，於 2001 年 6 月制定發布 HomePlug 1.0 規範，2005 年發布 HomePlug AV1，2011 年發布與 wi-fi 網路結合的新標準 HomePlug AV2。該聯盟基於 HomePlug 規範和 IEEE1901 標準認證產品之相互操作性⁽³⁾。

二、 無線通訊技術

1. Zigbee

電機電子工程師學會（Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE）IEEE 802.15.4 負責制定物理層（Physical Layer, PHY）和介質訪問控制層（Medium Access Control, MAC）的協議標準，由 IEEE 802.15 WPAN™ Task Group 4 (TG4) 負責，其工作小組於 2003 年 12 月發表第一個 802.15.4 標準，也就是 Zigbee 的基礎⁽⁴⁾。

ZigBee 主要特色為低耗電、低成本、低複雜度、安裝快速、支援大量網路節點（高達 65,000 個），以及支援多種網路拓撲（如 Star 星狀、Cluster Tree 簇樹狀、Mesh 網狀）⁽⁵⁾，如圖 1 所示。傳輸距離為 50~300m，傳輸速率最高可達約 5250Mbps 左右。使用是免費頻段共有 3 個，ISM（Industrial Scientific Medical Band）的 2.4GHz（全世界共通頻段標準，資料傳輸率 250Kbps，16 組頻道）、915MHz 頻段（歐洲採用，資料傳輸率 20Kbps，1 組頻道）、868MHz 頻段（美國採用，資料傳輸率 40Kbps，10 組頻道）。

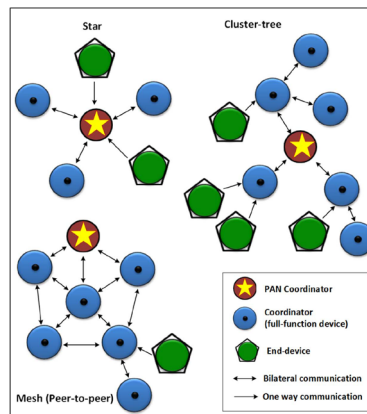


圖1 ZigBee 拓撲的網絡架構

2. Bluetooth

藍牙技術於現今應用最為廣泛的無線通訊標準之一，於人類生活中無所不在，從行動裝置、電腦周邊組件、家居電器等皆可見其蹤跡。藍牙技術使經由 2.4 至 2.485 GHz 的 ISM 頻段來進行通訊，最初於 1988 年由 Ericsson 發展的短距離無線通訊技術，其技術規範目前由 Ericsson、Nokia、Intel、東芝（Toshiba）及 IBM 五家公司於 1998 年 5 月共同成立的藍牙技術聯盟（Bluetooth Special Interest Group, SIG）⁽⁶⁾

負責維護，藍牙技術規範版本由最早公開的 1.0 版，迄今有 10 個版本，至 2016 年 6 月已推出藍牙 5.0 版。早期發展過程中，由 Ericsson 研發無線射頻及基頻技術，Nokia 發展無線技術與行動電話間的軟體，Intel 開發半導體晶片及傳輸軟體，Toshiba 及 IBM 制定攜帶型電腦介面規格。

藍牙技術聯盟在 2017 年 7 月 18 日正式發布了 Mesh Profile 和 Mesh Model 規範。藍牙 Mesh 使裝置彼此間連接，並將信號傳遞給附近另一個裝置，形成接力傳輸的互連裝置網路，無需消耗大量電力及廣布天線，使藍牙 mesh 連網功能提供多對多裝置通訊，提升大範圍通訊效能，專為商業和工業環境的擴充性、穩定性和安全性需求所設計。

此外，Beacon 也是一種透過 BLE 實現的無線通訊傳輸方案，2013 年由 Apple 於 WWDC (The Apple Worldwide Developers Conference) 發表 iBeacon 開始快速發展。藍牙 beacon 標準並非藍牙技術聯盟所制定的標準，而是由大型供應商或企業集團主導，針對廣泛的 beacon 應用所正式提出的藍牙應用規範⁽⁷⁾。目前市場上主要有三個關鍵擬標準：Apple iBeacon、Google Eddystone 及 Radius Network AltBeacon，以上三個標準都使用 BLE 頻道 37、38 和 39，避免在 2.4GHz (ISM) 免授權頻段上與 Wi-Fi 流量衝突。Beacon 會以固定頻率，不停地向四周廣播訊號，而行動裝置一旦進入訊號區域，Beacon 就會發送一串代碼給手機，手機的 App 偵測到代碼後便會觸發一連串的動作，最後訊息便會傳送給行動裝置。目前普遍使用於商場之中，提供室內導航、商場資訊推播（專屬優惠或展場介紹等）及追蹤裝置功能等。

3. Wi-Fi

Wi-Fi 技術的具有普及率高、研發門檻低、產品成本低、無需開道器等優點，在智慧照明發展初期市占率頗高。然隨著其他無線通訊方式技術逐漸成熟，Wi-Fi 功耗高、安全性低及穩定度差等缺點，導致消費者體驗滿意度不高。此外，Wi-Fi 節點少，較適用於單項設備和少數燈具，目前 Wi-Fi 網絡規模一般不超過 16 個設備，擴展空間受限制，並不適用於大範圍的智慧照明產品，顯然基於這些缺點，Wi-Fi 技術的智慧家居系統未來發展空間將受限。

Wi-Fi 建立於 IEEE 802.11 標準的無線區域網路技術，IEEE 802.11 於 1997 年發表，定義物理層和介質訪問控制層，其物理層定義在 2.4GHz（ISM）頻段，資料傳輸速率設計為 2Mbps⁽⁸⁾。Wi-Fi 聯盟（Wi-Fi Alliance）於 1999 年成立，致力解決符合 802.11 標準的產品生產和裝置相容性問題。目前 Wi-Fi 的發展共有六代，如表 1。

表1 六代 Wi-Fi 簡介

	標準	年代	頻段	最大傳輸速率
第一代	802.11	1997	2.4GHz	2Mbps
第二代	802.11a	1999	5GHz	54Mbps
第二代	802.11b	1999	2.4GHz	11Mbps
第三代	802.11g	2003	2.4GHz	54Mbps
第四代	802.11n	2009	2.4GHz 或 5GHz	150Mbps
第五代	802.11ac	2014	2.4GHz 或 5GHz	866.7Mbps
第六代	802.11ax	預計 2019	2.4GHz 或 5GHz	1000M bps

上述的幾種技術都是目前主流的通訊技術，目前視應用層面採用不同的通訊技術，場域面積或樓層眾多的大型商業建照明及公共建築照明等，採用穩定性好、安全度高、抗干擾性強的 KNX、DALI 等有線通訊技術依然是首選。而空間面積小或居家照明中，具備安裝便捷、操作容易、全自動組網、拓展性強等優勢的 ZigBee、Bluetooth、Wi-Fi 等無線通訊技術早已成為主流。每種技術都有不同的標準和協定，各具其優缺點，各自具有許多擁護者，哪種通訊技術未來會在照明領域占主導地位，目前業界暫無定論。

參考文獻

- [1] KNX 官網。 <https://www.knxcenter.com.tw/tw/info>
- [2] Digital Illumination Interface Alliance 官網。 <https://www.digitalilluminationinterface.org/>
- [3] HomePlug Powerline Alliance 官網。 <http://www.homeplug.org/>
- [4] IEEE 802.15.4 官網。 <http://www.ieee802.org/15/pub/TG4.html>
- [5] Mohammad Ali Moridia, Youhei Kawamurab, Mostafa Sharifzadeha, Emmanuel Knox Chandac, Markus Wagnerd, Hirokazu Okawae. Performance analysis of ZigBee network topologies for underground space monitoring and communication systems. Tunnelling and Underground Space Technology 71 (2018) 201–209.
- [6] SIG 官網。 <https://www.bluetooth.com/>

- | |
|--|
| [7] Wikipedia。 https://zh.wikipedia.org/wiki/IBeacon |
| [8] Wi-Fi Alliance 官網。 https://www.wi-fi.org/ |

註：1.請計畫執行單位上傳提供較具策略性的知識物件，不限計畫執行有關內容。
2.請計畫執行單位每季更新與上傳一次，另有新增政策建議可隨時上傳。
3.文字精要具體，量化數據盡量輔以圖表說明。