



2019

智慧路燈技術及應用白皮書

White Paper on Intelligent Street Light

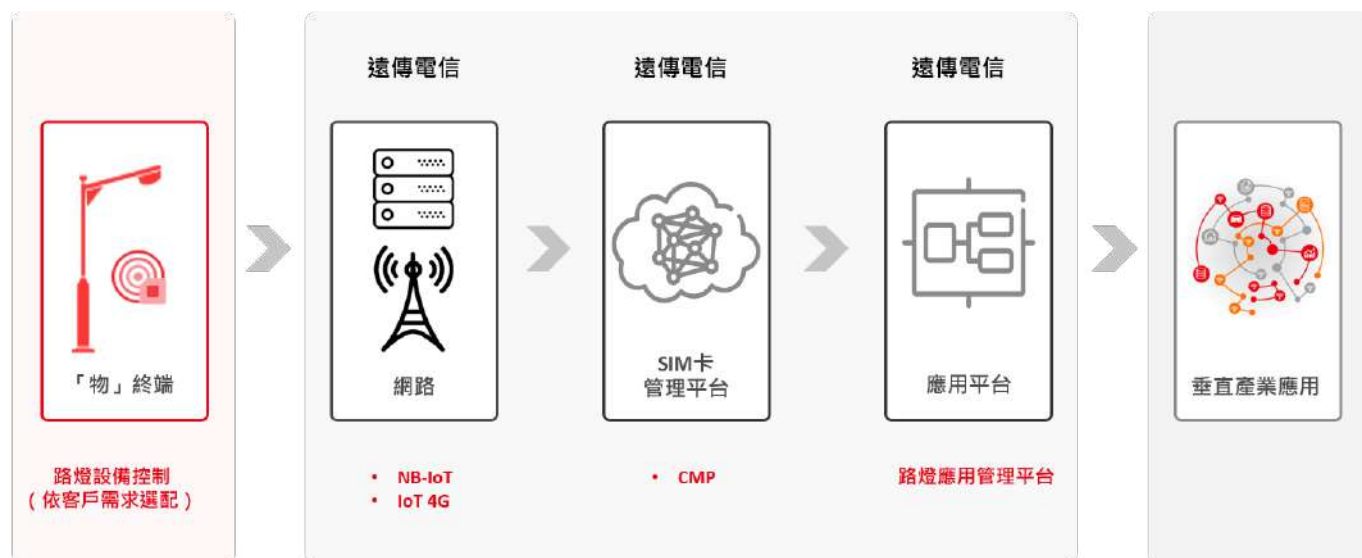
序言	2
1 智慧路燈的問題與挑戰	3
1.1 照明營運的效率及調整	3
1.2 路燈狀況的監控及維修	3
1.3 資訊化的管理及技術系統	3
2 NB-IoT 智慧路燈解決方案	4
2.1 終端層—NB-IoT 控制器	4
2.2 網路層—NB-IoT	5
2.3 平台層	6
CMP 門號管理平台	6
AEP 路燈應用管理平台	8
2.4 應用層	9
3 智慧路燈的優勢及加值服務	10
3.1 微型基站 (Small Cell)	11
3.2 智慧監控	11
3.3 微氣象站和空氣盒子	12
3.4 無線射頻辨識 (RFID)	12
3.5 數位看板	13
3.6 充電設備和緊急救援包	13
3.7 AI 人工智慧優化	14
4 智慧路燈的效益及價值	15
4.1 經濟效益	15
4.2 管理效益	15
4.3 社會責任	15
4.4 環保效益	15
4.5 加值服務的附加價值	15
5 智慧路燈的商業模式	16
6 實際案例	17
6.1 國內案例	17
6.2 國外案例	18
7 智慧路燈的趨勢與未來展望	19



序言

大數據、人工智慧、物聯網等科技席捲全球，從 2008 年 IBM 提出「智慧地球」的概念至今十年過去了，「智慧城市」的推動勢在必行，全省各縣市陸續開始施行相關政策，起步的關鍵就在於智慧路燈。根據 TrendForce LED 研究 (LEDinside) 數據顯示，2018 年全球 LED 智慧路燈市場產值達 7.04 億美金，2019 至 2023 年複合成長率為 26.3%，襲捲全球的智慧城市建设熱潮，隨著 5G 和物聯網等資通訊技術發展、產品逐漸成熟化、廠商積極推動等原因，智慧化產品在照明產業的滲透速度比以往來得更快，透過政府的支持，世界各大城市紛紛推動智慧城市計畫，也因此使智慧路燈的社會接受度提高。作為城市中隨處可見的基礎建設，路燈扮演著市民生活中不可或缺的角色，大規模如打造都市景觀，小範圍到點亮街頭巷口，在 IoT 物聯網時代，路燈將作為先鋒部隊首先上雲，才能奠定智慧城市的良好基礎。傳統路燈不論在照明營運、監控維修或是資訊化的管理都有許多改進空間，因此節約能源、靈活控管、人力節省等皆是其智慧化的首要目標；一旦基本功能落實，藉由路燈廣布於城市的特性，加值功能將帶給市民生活更多的便利，達到智慧城市的核心理念。

此份白皮書係由遠傳電信發行，身為全台大型智慧路燈應用案例的解決方案提供商，旨在分享遠傳在智慧路燈解決方案的經驗，闡述此解決方案對於政府、市民與物聯網產業的價值，手冊中更點出此解決方案的技術細節，以明確遠傳與各方合作夥伴對物聯網智慧路燈的技術要求。最後，遠傳期待在智慧路燈領域，開創國際基礎規範，以開放、健康的合作模式，攜手各合作夥伴共創互利共贏的局面。



▲ 遠傳路燈應用服務價值鏈

1 智慧路燈的問題與挑戰

1.1 路燈照明作為城市基礎建設之一，從硬體設備到軟體系統都有其改進空間，想要落實智慧路燈的全面升級，就必須逐項剖析，各個擊破。

傳統路燈主要藉由人力控制開關燈，不但耗時且耗費人力成本，在點燈熄燈的時間控管上更難以達到統一，若有緊急事件發生或是環境產生變化時也難以即時應對。近年來雖更換為定時開關或是感應器控制，但仍然不足以靈活的因應瞬息萬變的都市環境，亦難以針對燈光的明暗度進行動態微調，在能源的節約上造成無形的負擔。

1.2 路燈狀況的監控及維修

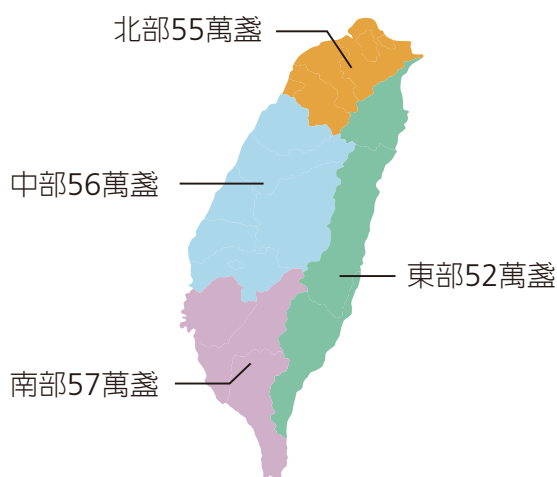
以往街頭巷尾的路燈損壞時，總要等到維修人員的日常巡檢或是市民熱線通報才有所察覺，不僅需要付出相當的人力，若損壞期間有民衆經過也會有安全上的疑慮，不論是忽明忽暗或是完全的熄滅，於市民的生活都會造成極大的影響。維修人員沿街逐一的燈泡燈桿檢修更是費時費力，除了有遺漏的風險之外，維護的質量也是關注的議題。

1.3 資訊化的管理及技術系統

城市裡的路燈數量龐大，傳統路燈設備未進行智慧轉型之前，大多仍採人工的管理維修及資訊蒐集，在技術層面不足的情況下，對於設備的資訊彙整、使用情形皆難以掌握，如此一來更難以針對問題提出可行的解決方案，缺乏統一的管理平台以及足以支撐的網路技術正是發展智慧路燈的首要關鍵。



全球約有3億盞路燈



全台約有220萬盞路燈

▲ 全球暨全台路燈分布圖

資料來源：Pixabay 圖庫, TechNews 科技新報 (2018), 台北市路燈公開平台

2 NB-IoT智慧路燈解決方案

針對路燈照明所面臨的困境，遠傳電信提出 NB-IoT 智慧路燈解決方案。由低功耗廣覆蓋的 NB-IoT 技術作為核心，以單點單網的星狀網路架構，並透過 License Band(授權頻段)作為傳輸，減少因單點障礙而影響到全區，透過控制器讓路燈智慧化，將資訊回傳至雲端平台後以路燈應用管理平台進行後台監控，最終形成完整的智慧路燈應用服務價值鏈。

2.1 終端層—NB-IoT 控制器

終端設備做為物聯網結構的底層扮演著舉足輕重的角色，藉由加裝感測器、控制器、通訊模組等來讓設備具備通訊能力並且連網收發指令。傳統水銀路燈耗電量大，因此 2013 年政府推動水銀落日計畫，將各地方縣市的水銀路燈全面汰換為 LED 路燈，不僅節能高達 60%，LED 燈的壽命較長也大幅降低維護成本。因此遠傳和國內各大 LED 路燈廠商合作，打造優良照明燈具作為智慧路燈的基石。

為了讓設備透過 NB-IoT 基地台與平台連線，控制器扮演著不可或缺的角色。本服務提供通訊硬體和軟體，通過 NB-IoT 通信技術使用授權頻譜以實現路燈控制應用的遠端測量和即時參數控制，包含電壓、電流、功率等。根據上述監測參數計算，我們可以獲得故障檢測訊息，以幫助使用者運行正確的維修程序。

	A 型	B 型	C 型
外觀			
大小 (LxWxH)	120x120x55.5mm	96x96x97.2mm	89.7x89.7x100.7mm
通訊方式	NB-IoT/Cat-M1	NB-IoT	NB-IoT
eSIM	MFF2	MFF2	MFF2
耐熱	-20 ~ 70°C	-40 ~ 65°C	-30 ~ 70°C
濕度	0 ~ 95%	10 ~ 90%	5 ~ 95%
防護等級	IP66	IP66	IP66

▲ 各型控制器比較

為了讓控制器連網運作，遠傳使用 eSIM (MFF2-Embedded-SIM) 作為媒介。隨著物聯網時代來臨，為了要省去設備更多的接口點，卡片因而越做越小，由於設備不易更換的特性，加上路燈長期設置於戶外，在夏季高溫下傳統 SIM 卡容易受溫度影響導致變形，eSIM 的使用因而比傳統塑膠卡來的更為合適。

2.2 網路層—NB-IoT

網路層是整個物聯網通訊的基礎，根據不同的時空背景及需求去選擇適當的網路作為傳輸方式，才能提升資訊傳遞的效率。以智慧路燈的解決方案而言，LPWAN(Low-Power Wide-Area Network，低功率廣域網路)中的 NB-IoT(Narrow Band Internet of Things，窄帶物聯網)最為合適，相較於其他 LPWAN 技術，NB-IoT 的部署速度快，亦具有高安全性與高服務品質，基於授權頻譜的頻段能免除外界干擾，符合政府資訊傳遞的安全標準。遠傳電信不僅為全台第一家 NB-IoT 涵蓋的電信業者，更攜手物聯網相關產業鏈成立物聯網生態圈，成為首家促成 NB-IoT 商轉的公司。

	NB-IoT	LoRa	WiFi	ZigBee
覆蓋率	遠距離傳輸 覆蓋區域廣	遠距離傳輸 覆蓋區域廣	近距離傳輸 覆蓋區域有限	近距離傳輸 覆蓋區域有限
耗能	低功耗	低功耗	高功耗	低功耗
頻段	授權頻段 電信規格 資料不易掉包	ISM 頻段 非電信規格 安全性低	ISM 頻段 非電信規格 安全性低	ISM 頻段 非電信規格 安全性低
穿透力	穿透強	穿透強	穿透弱	穿透弱
說明	全國大規模 快速涵蓋 全球共通標準	資料回傳率易受 干擾而降低且有 站台維護問題	組網能力低 擴展規模有限 穩定度較差 干擾嚴重	受限覆蓋範圍小 需部署大量閘道器 及設備維護成本 干擾嚴重

▲ 各傳輸方式比較

2.3 平台層

有了終端層的設備跟網路層的技术後，就需要由平台來管理物聯網的系統，做為將物聯網設備推向商業化的關鍵因子，不同的平台之間也有各自的管理功用。智慧路燈的平台則分為負責設備連網及 SIM 卡管理的 CMP（Connectivity Management Platform）門號管理平台，以及負責路燈應用服務的路燈應用管理平台。

CMP 門號管理平台

連線管理平台依據客戶需求與解決方案性質，可分為兩種：CMP 與 eSIM 平台，前者主要用於單純的設備連網需求，後者則較適合用於跨國物聯網或全球漫遊的應用情境，主要功能包含即時的 SIM 卡連線管理，以確保傳輸品質順暢，或是協助企業自助對 SIM 卡進行追蹤、監控與異動管理等，最重要的是能滿足物聯網的應用場景，不論是大批量 SIM 卡的異常偵測、生命週期的管理或是多元計費方案等。在智慧路燈的解決方案中，遠傳採用了 CMP 門號管理平台來管理 SIM 卡，以實現對物聯網的連接配置和故障管理、網絡資源用量管理、連接資費管理、帳單管理、套餐變更，以及號碼 / IP 位址 / Mac 資源管理。



▲ CMP 功能樹狀圖

上圖所列的 CMP 功能琳瑯滿目，只要是客戶可能有需求的功能都可以在平台中找到解決方案，下面我們將針對比較常見及重要的功能提供平台樣貌，包含資訊面板、通信管理、自動化管理及統計分析介面，確保智慧路燈的物聯網功能有著全面的控管系統。



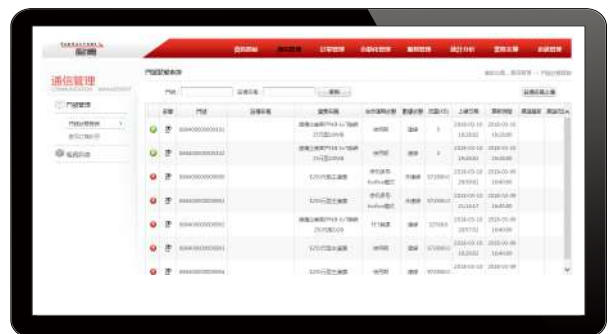
▲ CMP 資訊面板

在資訊面板的部分，用戶能快速掌握門號狀態，包含門號數的總計、使用量總計、SIM 卡的狀態，並能接收到即時的流量超限警告及機卡分離警告。

資訊面板同時也提供了流量訊息的圖表，讓使用者一目了然，快速悉知近七日的數據及簡訊流量，並列出最多及最少的門號方便追蹤。

在通信管理的頁面中，藉由門號狀態紅綠燈功能，讓使用者一眼發現 SIM 卡運作問題，並且提供智慧診斷，便於確認門號詳情與連線狀況。

► CMP 通信管理



使用者可以依照需求對平台進行自動化管理，例如在流量超標或機卡分離時，透過 e-mail 和 SMS 發出告警，提醒使用者盡快處理，並自動暫停流量減少浪費。

◀ CMP 自動化管理

使用者可以查詢歷月帳單，並且觀看門號訊息統計及歷月的流量與簡訊使用量統計，最後匯出報表，在圖表化的訊息下迅速取得關鍵資訊。

► CMP 統計分析

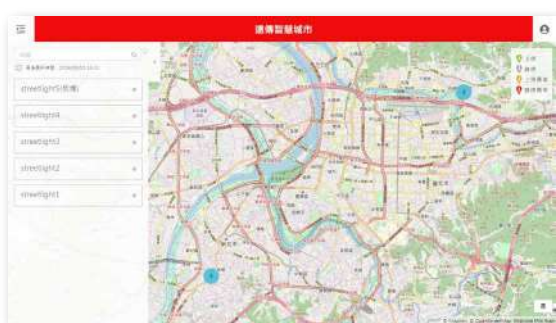


AEP 路燈應用管理平台



總覽儀錶板能清楚的顯示出該場域的路燈總數、連線狀態、異常數量、耗電量及二氧化碳排放量等資訊，使用者可以自由切換不同場域的儀錶板，並針對不同的項目詳情做進一步的察看，即時的同步現場狀況，一有路燈發生異常或需要報修就能立即處理。

◀ AEP 儀錶板



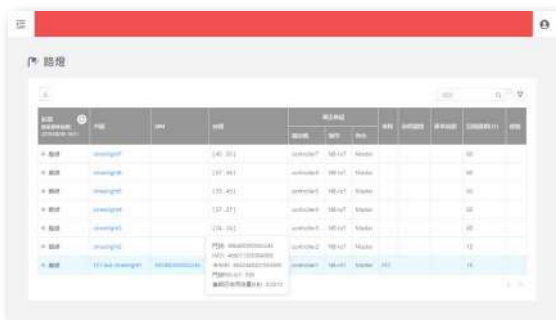
在地圖檢視的頁面中，使用者可以直接點選欲察看的案場，或是從地圖中直接看到各案場的路燈數量，藉由放大地圖的方式確認路燈位置，讓使用者一目了然。

◀ AEP 地圖檢視 (1)



電子化地圖能自訂案場名稱，並且顯示路燈亮度，使用者能利用左方的介面控制路燈開關及明暗程度，並列出電壓、電流、RSSI 訊號值等詳細資訊。

◀ AEP 地圖檢視 (2)



在路燈清單頁面可以和 CMP 系統串接，查詢路燈配對的 SIM 卡門號及流量。

◀ AEP 路燈清單



在排程頁面可以設定多種排程調光，亦有流明調燈介面供使用者選擇。

◀ AEP 路燈排程



串接 LINE BOT 系統，隨時詢問路燈狀況。

◀ AEP LINE BOT 綁定

並具有完整的報修系統，包括報修單的管理、及時派工以及報修進度查詢。

The screenshot shows the '報修單' (Repair Order) management interface. It features a table with columns for '報修單號' (Repair Order No.), '報修地點' (Repair Location), '報修時間' (Repair Time), '報修狀態' (Repair Status), and '報修人員' (Repair Staff). The table contains several rows of data, including order numbers like 'AEP001' and 'AEP002', and locations like 'AEP001' and 'AEP002'.

▲ AEP 報修單



▲ AEP 報修進度查詢

2.4 應用層

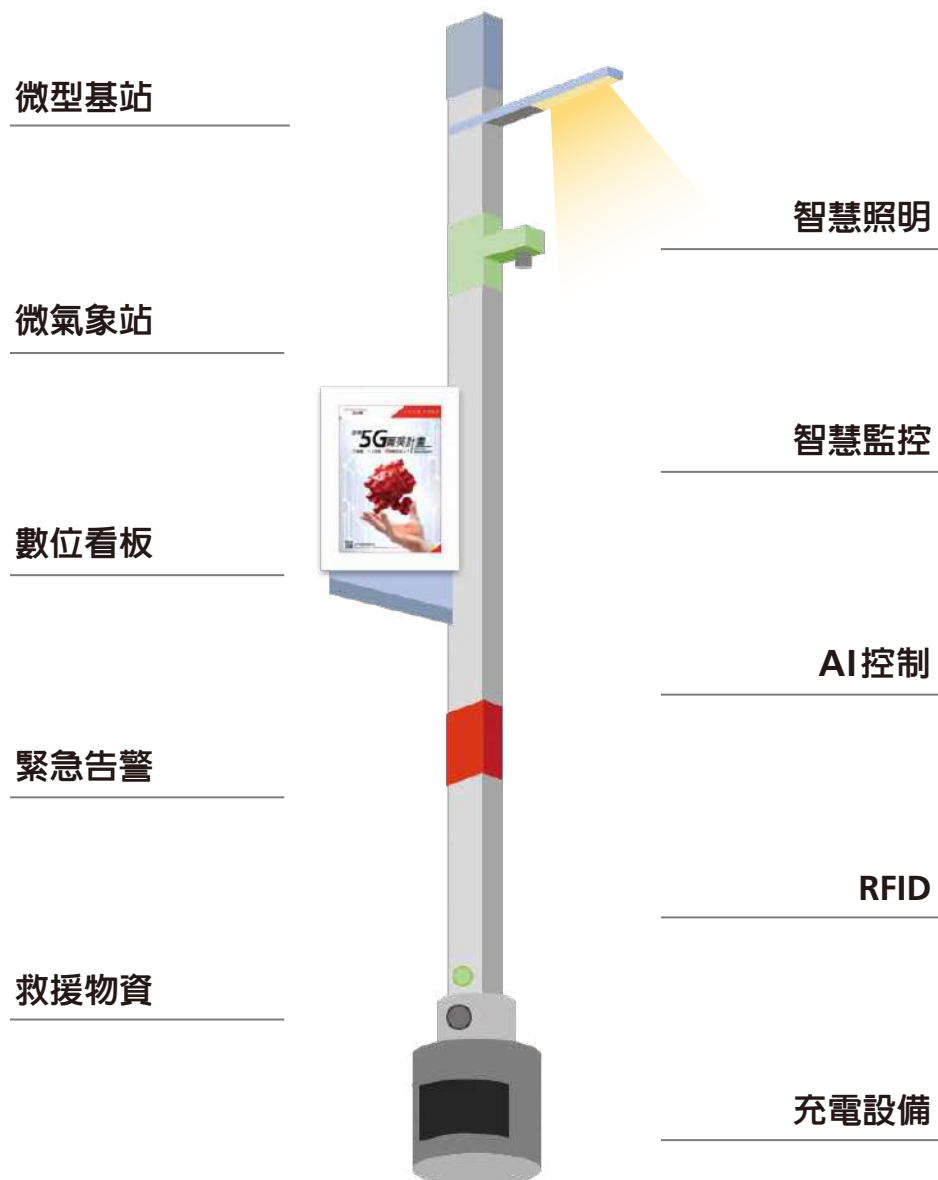
應用層位於物聯網架構的頂端，智慧路燈憑藉著遠傳完整的網路涵蓋及平台管理優勢，可以多元開發不同的應用功能，發揮物聯網的最大價值。管理者透過平台的使用，從照明的即時控管、設備的監控維護到報修的處理，系統化的一條龍管理流程，不僅提升效率更節省成本。

3

智慧路燈的優勢及加值服務

智慧路燈有許多加值應用服務，包括外接感測器、智慧監控、數位看板推播等等。對城市而言，建設智慧路燈具有明顯優點，包括覆蓋廣、節能省電、遠端監控路況、偵測城市環境以及運用於交通、安全等應用，但許多城市將資訊儲存於雲端，網路安全成為須考慮的問題。另外，越來越多感測器安裝於智慧路燈之上，如錄影監控、聲音感測器等，可能使民衆隱私疑慮成為另外一個問題，因此廠商在設計階段就必須注意可能涉及的隱私議題。

而營運商也不例外，推出一連串的「路燈應用服務價值鏈」，從最初的控制設備、訊號，到後續平台加值服務。一條龍的應用規劃，能讓需求方更快速找到合適自身需求的商業模式。



▲ 智慧路燈應用加值服務

3.1 微型基站 (Small Cell)

因應即將到來的 5G 時代，微基站將會扮演著不可或缺的角色。5G 網路技術採用高速率低延遲的毫米波頻段，因而穿透力較差且訊號死角也較多，為了解決覆蓋率低的問題，微基站的大量設置是必然的結果。對一般民衆而言，私人領域的基地台設置往往充滿疑慮，因此遍布於都市每個角落的智慧路燈，正是設置微基站的最佳公共設施，透過密佈於路燈設備上的基地台，未來不論是 5G 行動網路、物聯網的使用或是提供給民衆的 Wi-Fi 熱點都會成為相當便利的加值服務。以當前熱門的自駕車議題為例，大頻寬、高速率、低延遲的訊號傳輸是首要條件，而綿延的路燈網路便能確保用路人的安全，作為自駕車技術上線的強力後盾。



▲ 國外路燈結合微型基站

資料來源：government technology

3.2 智慧監控

智慧監控一直是智慧城市政策中備受關注的議題，基本功能是藉由每盞路燈上所裝設的監視器針對車人流進行計算，至於行人的臉部辨識系統目前仍有隱私權相關的疑慮，具有討論空間。隨著深度學習技術以及硬體設備的進步，車人流的計算多採用影像辨識中的物體偵測 (object detection) 及物體追蹤 (object tracking) 技術，即時回報各時段的車人流狀態，車流報告能提供交通資訊，規劃適當路線緩解道路壓力；人流報告則提供人群集中的熱區以及不同時段的統計數據，不論是對管理層面或是商業用途都相當有幫助。除此之外亦能根據行為模式分析進行治安防範或警告、偵測違規停車、提供影像紀錄等。



▲ 物體偵測技術 YOLOv3

資料來源：YouTube - 4K Traffic cam analysis with YOLOv3 Part1 - object detection



大陸霾害



工廠排放廢氣



汽機車污染



抽菸燒金紙

雲端

全天候監測PM2.5，
手機遠端隨時隨地關
懷家中空氣品質。

分析

可查詢歷史偵測資
料，掌握PM2.5改
善情況。



即時

空污超標，APP主動推波警
告通知，免受PM2.5傷害。

靈敏

精準偵測所在空間的
PM2.5空污指數，而
非區域平均值。

▲ Edigreen 空氣盒子

資料來源：EDIMAX AirBox 空氣盒子

3.3 微氣象站和空氣盒子

透過在智慧路燈上裝置空氣盒子、微氣象站等感測器，燈桿將能即時回報當地的環境狀況或是顯示於數位看板供民衆參考，不論是住家、校園、運動場或是人潮擁擠區域等，若空氣品質達到危險等級時能發出告警，維護市民的生活品質。同時日照時間及環境變化參數更是智慧路燈自動調整照明模式的參考依據，長期的數據紀錄也能幫助研究機構進行汙染源分析，有助於智慧城市的永續經營。

3.4 無線射頻辨識 (RFID)

RFID (Radio Frequency Identification) 是一種無線通訊技術，可以透過無線電訊號識別特定目標並讀寫相關數據，藉由調成無線電頻率的電磁場，以無線電訊號的方式將數據從物品上的射頻標籤傳送出去，便能自動辨識與追蹤該物品。用途包括針對市政資產進行保護，同時利用密布於城市內的路燈達到更精確的公車定位或是車輛追蹤，對於特殊兒童、精神病患、年長者等易失蹤人口更能掌握其行蹤，防患未然。



▲ 使用 RFID 追蹤公車動向

資料來源：翻攝自 Flickr/ 沈步俞開放權限



◀ 各式智慧路燈與數位看板結合

資料來源：media mea, Keewin

3.5 數位看板

數位看板可說是智慧路燈加值服務的綜合應用，民衆可以透過看板得知該路燈周遭環境的相關資訊，包含天氣、空氣品質、路況等；同時也能進行訊息推播、提供資料查詢，像是結合公車站牌顯示班次時間、附近停車空位偵測、照明設備的運作狀態等，甚至是作為廣告看板、提供商家資訊，電子看板所能提供的服務範圍包羅萬象，相當廣泛。近年來電子紙顯示技術成熟，類紙質、高對比的螢幕畫面提供了相當清楚的可讀性，由於不會自發光的特性讓其在陽光下也不會造成閱讀障礙，對於設置在戶外的路燈再適合不過。另外，耗電量低的緣故讓電子紙看板可依靠獨立電網運作，藉以降低硬體成本，也非常符合路燈設施的供電特性。

3.6 充電設備和緊急救援包

近年來電動機車及電動車的數量增加，當車主在附近搜尋不到充電站又急需充電時，若路燈能提供備用電源將能減少道路狀況發生，抑或是像捷運站內的充電站一樣提供 USB 口充電，便利市民生活。若有緊急災害像是地震發生時，安裝在路燈底座的緊急救援包能讓受困民衆延長黃金救援期，大幅提高生存機率，在突發狀況發生時的報警系統或是困難求助也能讓市民多一分安心，成為智慧城市的堅強後盾。



▲ 智慧路燈結合電動車充電樁

3.7 AI 人工智慧優化

藉由前述的加值服務所蒐集到的車人流大數據、環境參數以及天氣預估的 API，我們可以其作為訓練人工智慧模型的大量資料，來預測未來一個小時的車人流分布或是環境情形。這樣做的目的是希望能優化智慧路燈針對周遭環境的亮度調整，在人流及車速瞬息萬變的情況下，要即時的反映出車輛的通過來增強亮度需要在道路的前後加裝多個感測器，但若能藉由日漸成熟的 AI 技術，結合遠傳的大數據資料來進行預測分析，便能在每個時段給予適當的亮度調整，同時在每天不斷的運作之下，新的資料也能持續的優化預測模型。除此之外，在經濟部能源局的規範之下，路燈設備有其必須達到的瓦數下限，但一般而言考慮到 LED 光衰的問題，會給予路燈比標準更亮的照明強度，因而造成附近居民的不便或是生態環境的負面影響，這樣一來人工智慧的預測模型也就更顯其重要性，將會是智慧路燈未來如何變得更加智慧化的關鍵技術。



▲ AI 人潮流量預測及效益示意圖

4

智慧路燈的效益及價值

4.1 經濟效益

智慧路燈系統能根據人、事、時、地、物的情況不同設定適當的節能照明方案，人流的多寡、是否有災害事件發生、日照時間和天氣變化等，在符合照明需求的前提下，利用 LED 智慧調光系統或是不同的開關燈模式，例如隔盞亮燈，都能有效的達到節能效益並且省下高額的電費。除此之外，透過適當的開關燈控制，路燈非必要的亮燈時間減少也能增加其壽命，對於維修費用及更換頻率都有極大的改善。

4.2 管理效益

智慧路燈在城市管理上提供了相當大的幫助，在系統平台的監控下，管理者可以即時掌握所有設備的狀況，並針對故障情形的發生快速應對或是報修，相較於過去繁瑣的巡檢程序，不僅精簡流程同時更能提升服務品質，確保路燈的全面發展。

4.3 社會責任

自動照明系統能確保路燈維持最適亮度，以確保道路交通及行人安全，減少入夜後的暴力犯罪及車禍事故發生，並且避免公共設施被損毀或盜取，加上系統化的路燈管理讓市民享有現代化的都市環境，提供安全宜居的民生服務。

4.4 環保效益

LED 智慧照明系統除了節省高額的電費之外，更能節約能源、減少碳排放量，隨著 LED 路燈的普及率上升，碳足跡減少的比率也隨之提高，有效的減少環境汙染；若在路燈上加裝太陽能板，便能在白天蓄能、夜晚照明，打造永續經營的綠色城市。

4.5 增值服務的附加價值

智慧路燈有著相當多的增值服務予以選擇，每一項都能創造過往傳統路燈未具備的價值。微基站所提供的網路覆蓋，不論對市民的生活或是物聯網科技的推動都會產生巨大助益，在未來自駕車技術成熟的階段，唯有密布街道的 5G 基地站能提供安全無虞的交通網路；電子看板提供來自空氣盒子的資訊，讓市民能快速獲取周遭環境狀況，對於政府改善環境汙染也能提供有效幫助；加裝在路燈上的攝影鏡頭雖然仍有民衆隱私權的相關疑慮，但單就車流與人流的計算而言，不僅對於智慧路網提供大量情報，人潮熱點的資訊對於附近商家或是政府政策的推動都有極大幫助，同時亦能提供閒置車位的訊息，舒緩交通壓力；充電站的加裝不論是提供給民衆的行動裝置充電，或是逐漸流行的電動機車、電動車，都將擁有更多方便的選項。智慧路燈的增值服務範圍廣泛，在國外也被用作維護治安的利器，未來科技進步後更有無限可能。

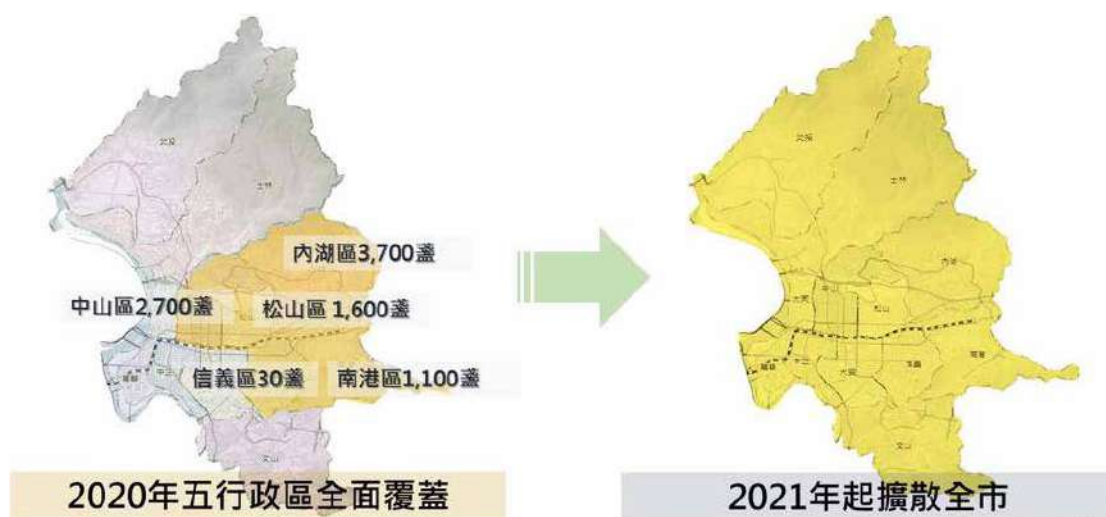
5 智慧路燈的商業模式

隨著智慧路燈的興起，產、官、學三方對於智慧路燈的應用越來越感興趣，也因此帶動許多商機。智慧路燈屬於 B2G(Business to Government) 的商業模式，依據地方政府所開出的標案需求，由遠傳做為單一窗口，從設備測試 (POC)、路燈安裝及維護、平台介接和教學、數據分析報告與售後服務等，完整的解決方案讓路燈不再只是由供應商一手包辦，電信商的優勢及物聯網的技術更是讓智慧路燈成功推動的首選。根據政府或是地方機關的需求而在不同場域的燈桿加裝適當的加值服務，包括攝影鏡頭對人車流的分析和空氣品質的監測，結合電子公車站牌的智慧共桿，或是出租給地方商家裝設廣告用的數位看板，甚至於未來 5G 上線後，遠傳作為優良電信商暨智慧路燈解決方案提供商，將能以最快的速度佈建全台 5G 網路，從智慧路燈到微型基站一同管理營運，智慧路網、自駕車等 5G 應用將不再受限。

6 實際案例

6.1 國內案例

近年來各縣市陸續將路燈智慧化，從過去的小規模部署實驗，到現在已開始走向大規模應用部署階段。臺北市於 2019 年在內湖科技園區、南港軟體園區、信義計畫區及松菸文創園區等地段，建置 1 萬 2 千盞智慧路燈，明年更將智慧路燈覆蓋範圍擴大至內湖、南港、信義、松山、中山共 5 大行政區，目標在 2021 年將北市 16 萬盞路燈全面智慧化。台中市政府也在精密機械科技創新園區設置 120 盞智慧路燈，同時投入 3700 萬預算於水湳智慧城智慧路燈前瞻建置計畫，建構全台中市的智慧路燈系統基礎。2018 年底，高雄市啓用南臺灣第一盞智慧路燈，位於觀光人潮勝地哈瑪星，也為高雄邁向智慧城市開啓全新里程碑。而嘉義市亦和經濟部工業局申請智慧城鄉計畫，在檜意森活村、嘉義公園、蘭潭風景區等 12 處人潮密集地點架設智慧路燈，總經費約 2800 萬元，不僅掛載數位看板顯示資訊，更運用雲端 LED 路燈照明調控、人工智慧及物聯網管理運算等技術，開發路燈共桿與服務平台，同時建立數據收集分析平台進行決策分析，作為未來 5G 示範場域。



▲ 台北市 2020 年後智慧路燈規劃

資料來源：Smart Taipei

其中，桃園市積極推動智慧城市應用，繼 2017 年推動水銀路燈落日計畫後，2018 年選擇桃園高鐵站周邊的青埔特區作為智慧路燈試辦場域，在 1800 盞路燈上加裝物聯網裝置以及各種感測器，用於交通管理、安全監控以及環境偵測等用途。更於 2019 年初公開招標，將全市 16 萬盞高壓鈉路燈換成智慧路燈，預計每年可以省下高達 1.6 億電費。而遠傳電信系統整合分公司標到了桃園北區，包含中壢、蘆竹、大園、平鎮、觀音及新屋區六大區域，估計高達 8 萬多盞路燈。遠傳透過電信級 NB-IoT 網路服務將路燈全面智慧化，每一盞路燈裝上一張 eSIM，遠端 7x24 小時監控路燈的狀態，提供最完整的管理。除了桃園市之外，高雄市也預計於 2019 年底推動全面智慧路燈計畫。面對這一波智慧路燈浪潮，每個城市都如火如荼地籌備規畫，冀望成為引領期盼的智慧首都。

6.2 國外案例

作為全球 5G 的領跑者，中國和美國也正在積極發展智慧路燈。基於 5G 技術的特性，路燈對於 5G 網路的覆蓋有著舉足輕重的地位，中國的智慧路燈建立了完整的城市物聯網資訊管理平台，囊括了視訊監控系統、充電樁管理系統、車輛調度系統等。中國國際智慧城市研究中心特邀研究員羅百輝預測，2020 年由 5G 基站建設帶動的智慧路燈市場空間為 1176 億元，到 2021 年以智慧路燈為入口的各種硬體及服務的市場規模更高達 3.7 萬億元，占智慧城市市場總規模的 20%。美國由於國內的治安狀況，路燈加裝的聲音感測器能自動定位方圓 5 公里內的槍聲來源，同時連結到槍擊網路向警方彙報；電信商 Verizon 亦積極推動於紐約等城市的智慧路燈加裝 5G 基地台。世界各國如英國、德國等都為了推動智慧城市而積極發展路燈相關事業。



▲ 德國 innogy 於 2019 E-World 能源展展示智慧路燈

資料來源：innogy Smart Pole Factory

7 智慧路燈的趨勢與未來展望

當前的智慧路燈能在 NB-IoT 技術下能達到智慧照明和即時監控的目的，在系統化的控管下省電節能，提高管理效率。路燈能根據周遭環境的變化自動調節亮度，即便是白天時段，若是天空陰暗或是視線不佳，便能立刻亮燈提供行人及交通上的安全；到了深夜時段若是無人經過的路段便降低亮度，待行人經過再增強照明，避免不必要的耗電。

近年來 AI、5G 技術持續發展，一個是讓機器具備自我學習進步的能力，另一個則能大幅提高資料傳輸的速率，因此，結合了人工智慧及物聯網的概念—AIoT 應運而生，搭載 AI 技術的智慧路燈將不再是遙不可及的未來。透過照明設備、空氣盒子、客戶體驗等大數據的提供，我們可以訓練機器學習的模型來預測當前最佳的參數設定，強化路燈的自動照明模式；在 5G 技術的支援下，路燈設施和增值服務的數據也能更即時的回傳雲端進行分析，再加以活用到智慧路網、城市管理、資訊共享等不同的面向，實現智慧城市萬物聯網的核心精神。



遠傳 FET

