

AI與傳統門禁對營造業職場安全管理

李孟杰 1*、潘煌錕 2

¹高雄科技大學土木工程與防災 碩士班研究生

²國立高雄科技大學土木工程系教授

摘 要

由於營造業土木工程工地型態為多元化，本次研究著重於由源頭管理之工區出入口門禁管制著手，以 AI 智能科技各項設備及技術運用來搭配傳統守衛，專案經風險評估後，為使營造業職場安全獲得完善的管理，在傳統門禁管理模式中置入現代化科技設備如以大數據建構智慧型管理平台進行建、取檔運行管理機制、人臉辨識、AI 影像分析等來執行及控管。希望能提前發現進場施工勞工、車輛、機具的潛在危害因子，透過門禁管理以降低職業災害發生及降低職安衛管理人員繁瑣的作業及負擔，本研究包含重大職業災害統計及分析及門禁管理搭配 AI 技術、工地即時監控結合 AI 影像分析系統、設備運用現況之文獻回顧等工作，並以 A 公司各標公共工程專案工地進行系統驗證及降低災害結果評估。經過公司各標實際運行結果發現，以 AI 智能協助傳統門禁守衛執行管制作業時，有利管制進入該專案之施工人員及車輛、機具辨識及進行個人防護具裝備識別等「職業安全衛生管理系統」運作，能提升營造業職場安全管理之效益，降低職業災害發生及實現公司營造業職場安全政策「安全第一、生命至上、保護勞工」。具有公司在營造業發展及推廣之潛力，並且將來進能供從事營造業之土木或建築等工地負責人和職安衛管理人員在進行風險評估及編列預算、設置門禁管理時參考及運用。

關鍵字: 門禁管理、物聯網、營造業職場安全、AI 智能管理、職業安全衛生

AI and traditional access control on the construction industry workplace security management

Meng-Chieh Li ^{1*} Huang Hsing Pan ²

Keywords: workplace security for construction industry, AI, traditional access control, technology, access control management system.

ABSTRACT

Due to the diversified types of civil engineering sites in the construction industry, this study focuses on the source management of the entrance/exit control of the work area, and the use of AI intelligent technology equipment and technology to match the traditional guarding, after risk assessment, in order to achieve perfect management of the construction workplace safety, modern technology equipment such as big data to build an intelligent management platform for the construction, access control, face recognition, AI image analysis, and so on, are placed in the traditional access control management mode. In order to implement and control the traditional access control mode, modern technological devices such as intelligent management platform built with big data, file retrieval and operation management mechanism, face recognition, AI image analysis, etc. are added. It is hoped that the potential hazards of incoming construction workers, vehicles, and machinery can be detected in advance, and that the occurrence of occupational hazards and the tedious work and burden of occupational safety and health management personnel can be reduced through access control management. The system validation and disaster reduction results evaluation were conducted at each of the company's public works projects. After the actual operation results of each project, it was found that the use of AI intelligence to assist the traditional gate guards in the management of the industry is beneficial to the control of construction personnel and vehicles entering the project, identification of machinery and personal protective equipment identification and other "occupational safety and health management system" operation, which can enhance the effectiveness of the construction workplace safety management, reduce the occurrence of occupational disasters and realize the company's construction workplace safety policy "safety first, life first, protection of workers, Safety first, life first, labor protection". It has the potential to be developed and promoted in the construction industry, and can be used by civil engineering or construction site managers and occupational safety and health managers in the future for reference and application when conducting risk assessment and budgeting, and setting up access control management.

Key words: Access Management, Internet of Things, Construction Workplace Safety, AI Intelligent Management, Occupational Safety and Health

一、前言

A 營造公司每次在承接得標工程後，除編列預算外，則隨即成立施工安全評估小組，針對各分項工程進行對在施工中可能會遭遇的風險來進行評估，經風險評估後並提出各項防範措施；評估小組在施工期間也會不定時至工地察看職安衛執行狀況、協助 A 營造公司進行工地職場安全管理及和協力廠商進行溝通協調等工作；同時也對第一線作業勞工進行關心及關懷等作為。

營造工地在施工過程中，施工所會定期辦理安全衛生教育及預防災變訓練，另施工現場工程師則會進行每日危害告知宣導及勤前教育；職安人員則依造各區出工狀況巡視並安全檢查及作成檢查紀錄，此外職安人員每月邀請各協力廠商召開協議組織會議，且在各施工協調會議中時時會提醒各廠商工區負責人施工中應注意事項及嚴格要求執行各項安衛措施。但由於營造業工地職場的職員及勞工，長時間以來會發生以下不良行為，如平日在施工作中所養成不良習慣及輕忽、各分包層的僱主及現場負責人並未對職場安衛管理工作重視、施工所主管沒有良好前瞻性的眼光和全力支持職安衛工作，容易造成職安衛管理及執行不易，上述各種情形及因素下造成職安衛管理惡性循環下，頻頻發生虛驚事件。

A 營造公司曾在過去的 2010 年~2017 年中曾發生多起虛驚事故及重大職災。為保職場工作者的安全，A 營造公司在 2017 年配合勞動部職業安全衛生署（後簡稱職安署）所推動的全國職場減災精進策略（330 減災策略），A 營造公司重視工地意外事故及防範問題，各標工地負責人紛紛提出不同的建議及改善措施，例如：提升所有營建、土木工地的施工安全動態風險管理，增加職安衛管理決策階層對工地安全決策及推動管理之水平、優化全體員健全職安意識、致力工地零事故、零職災；短期目標執行期間為每季，加強營造工地各項作業安全檢查管理，參與的對象為全體員工包含全部施工所工程師、職工、協力廠商，其目標是為打造施工安全的工作環境、降低缺失發生機率、提高通報虛驚事故次數。但是針對工地如何提升源頭管理尚未有人可明確提出良好的建議，如傳統門禁管制及設備如何進版及提升，這方面的尚無有實際作為及著墨，如何分析依工地門禁之需求來規劃及設置、如何運用及落實 AI 人工智能設備來符合門禁職安衛相關規定及要求，以達工地防災及減災。

內政部營建署 110 年 03 月 30 日營署工務字第 1101050683 號函修訂對所屬機關工地門禁管理也提出規定，規定如下：

1. 工作場所人員及車輛機械出入口處應設管制人員，嚴禁以下人員及機具進入工地：<1>非法外籍勞工。<2>未投保勞工保險之勞工險者。

2. 工作場所人員非有適當之防護具，不得讓其出入。
3. 工程開工前，廠商向機關報備工作場所人員名單
4. 契約施工期間，於每日施工前辦理<1>勤前教育、<2>檢查工作場所新進勞工是否提報勞工保險資料及安全衛生教育訓練紀錄、<3>檢查勞工個人防護具，廠商未完成上開事項，不得要求勞工進場施工。
5. 施工人員進入工作場所應予登記，登記資料應包含勞工姓名與隸屬 廠商
6. 廠商使用之柴油車輛，應符合空氣污染物排放標準。
7. 廠商使用以下車輛，應裝設道路交通安全規則規定之行車視野輔助系統 等相關安全裝置。^[1]

上述內政部營建署門禁管理要求與勞動部職業安全衛生署規定相同的，也是營造業門禁管理最常常容易發生及常見的缺失。

二、研究規劃

2-1 目的

依據行政院勞動部 111 年度施政計畫中所提，勞工朋友是國家建設的穩定基石及經濟發展的重要原動力，以「安穩工作」、「安心職場」及「安全勞動」為目標。^[2]使勞工在職場上都能享有合理的勞動權益保障，以及安全無虞的工作環境，進而穩定勞資關係及勞動市場，期能提升勞工福祉及落實工作與生活平衡，和現行職業安全衛生之相關法令為基礎，利用各標執行成效比較表來探討及分析結果，提供營造公司於施工期間落實門禁管理之方案與建議和使其家以對災害預防及防範，降低職業災害之發生。

2-2 規劃及流程

本研究收集 A 營造公司每一標案工地門禁管理的執行成效得知源頭管理是件很重要的工作，從執行落實風險評估、嚴格要求進場管制與教育訓練等各項作為後的效益來進行統計與分析；由 2017 年至 2022 年為研究範圍。本研究藉由「文獻研究法」及「內容分析法」得知近幾年營造業在門禁管理的發展和執行效益等情況，在以「案例分析比較」，以增加研究的可信度。

從文獻中發現物聯網感測器隨著時代而隨著需求遽增，這些產品的功能及多樣性也不斷提升及創新，及參考文獻資料有關智能化職業安全衛生管理之研究，如戴柏彥(2021)中有提到對職安衛智能化防災管理應用及重要性。另在營建工地門禁管理中對人員、車輛機具出入管制模式置入 RFID 系統應用已被廣泛運用，搭配人臉辨識勞工人員、車輛、機具之感測系統，出入管制，還有現場安全監控及工地門禁安全管理上效果佳且利用高科技產品及平台等系統，可大大改善工地管理人才不足之窘境

及有效降低職災發生。^[3]

研究工地門禁管理規畫，除了應設置職業安全衛生管理單位或門禁守衛從事職安衛管理外，並參閱 110 年重大職業災害類型統計和職業安全衛生相關規範，參考以往文獻來網羅市面上已使用成熟且行使多年的 AI 人工智能設施及建制案例，將傳統門禁結合以 DNN 為基礎的 ML 技術開發營建工地影像資料之視覺辨識分析，有關無線射頻識別技術 (RFID) 應用於營造現場安全監控系統之研究，林仙珠(2009)以 RFID 為基礎的承攬商安全管理系統，此系統將具有勞工定位及主動警訊發布之能力，也利用 RFID 可自動辨識 ID 的特性，自動檢查勞工的身分與安全衛生設備，建立虛擬檢查員的檢查哨，期待能取代傳統人力檢查的方式，降低人力成本。進而提供一個全新的管理機制簡化並提升營造工地管理效果。^[4]另有關營建工地人員出入管制 RFID 系統應用研究，范俊平(2020)透過以各項教育訓練佐以資料庫建立利用 RFID 結合物聯網概念快速管制進出場車輛並有效管控人員層級，區隔各作業環境，再利用人臉辨識、紅外線體溫感測、定位功能及施工區域門禁管理即時管理工區各工項工種人員作業人數及對應作業區域之情形，以即時回饋警訊與職安人員或保全，確實管控作業區域符合相映資格之作業人員作業，達到以最精簡之人力需求符合工安無死角之目的。^[5]從「一篇文章讀懂人臉識別技術的原理！」，皓聯科技(2017)發表於科技中提出，人臉識別技術是一種用攝像機或攝像頭採集含有人臉的圖像或視頻流，並自動在圖像中檢測和跟蹤人臉，進而對檢測到的人臉進行一系列比對的技術加以應用。^[6]對於勞工進場前應施以從事工作及預防災變之安全衛生教育訓練和會同勞工代表訂定適合實際需要之安全衛生工作守則、危害風險辨識、評估及實施安全衛生教育訓練等必要控制措施，利用透過常規管理制度結合因地制宜 AI 人工智能系統之自動辨識運作；如林楨中，余文德，廖琬洲，蕭文達，張憲寬 (2021) 人工智慧視覺化技術於工地危害辨識之應用中提到「營建施工智慧型勞工安全視覺辨識系統 (CISDS)」之初步構想架構，系統主要功能模組與元件說明如下：(1)影像串流擷取模組(2) 施工人員安全裝備辨識模組(3) 施工作業區域安全監控模組(4) 施工環境安全巡檢辨識模組(5) 智慧型勞工安全視覺辨識系統等文獻參考及運用。^[7]最後彙整公司各標工地門禁管理方式及成效，最終研究建置成果做出分析比較。最後結論與建議讓公司對未來案件該如何建置職場門禁安全管理評估參考，來提升職場安全衛生管理及達到確保施工人員工作環境安全和降低災害發生之目標，研究的架構如圖 1、如圖 2 流程所示，以利進行檢討與分析。

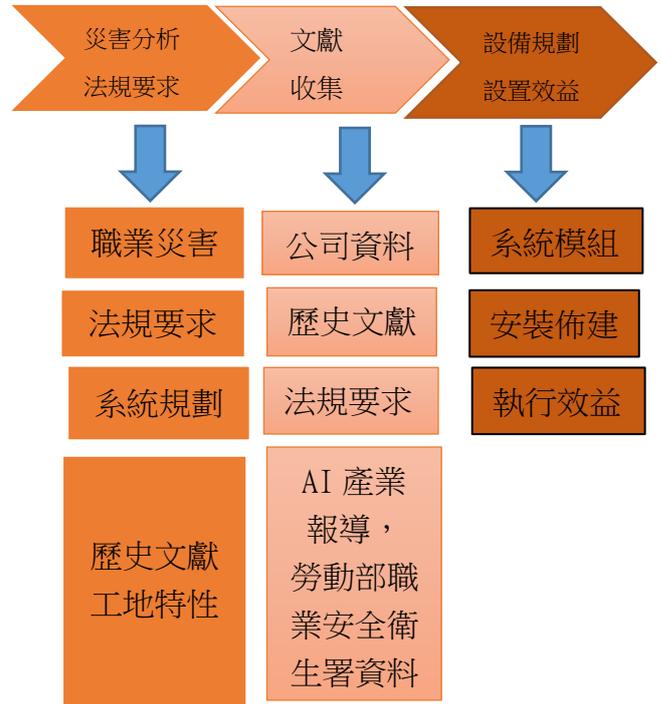


圖 1 架構架構圖

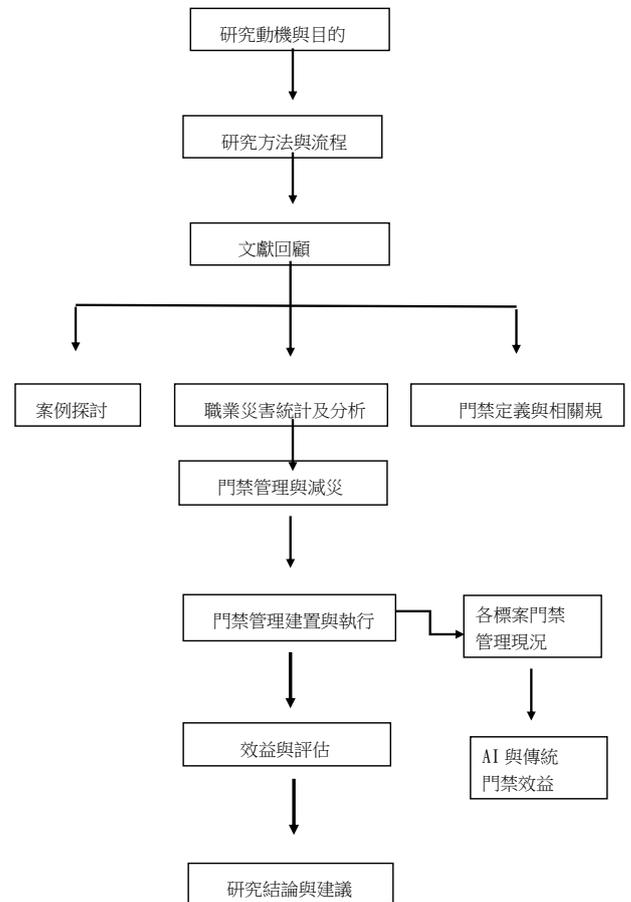


圖 2 研究流程圖

三、門禁管理與減災

3-1 門禁管理機制

目前 A 營造公司 2012 年至 2023 年間營建工地之門禁管理大多採用傳統門禁管理模式，期間經歷了物聯網 (IoT) 及感測器等科技設備普及化及演化至今，目前工地傳統門禁管理已資訊科技化，將原有紙本報表作業演變成管理系統，起初是為了降低職安衛管理人員工作負擔，最後資訊管理平台系統運用在傳統門禁管理，此模式在多標工地運行下建立出一套結合 AI 門禁建制標準化流程，不但提升傳統門禁管理及管理人員工作效率，並可第一時間讓公司及各標得到所需的數據資料，資訊與產品科技化已不在是電腦取代人工處理而已，更是 A 營造公司面臨與已進入資訊爆炸，科技進步洗禮，及與同企業類型公司競標時屢屢失利後，A 營造公司將以往經驗和文獻資料整合成執行依據，全面進行改革，從工地源頭管理中傳統門禁著手進行改革，從建置 AI 人工智能設備開始，如表 1 是整理執行門禁管理時，對職安衛管理需求與符合職安法規定之適用門禁管制的 AI 人工智能設備應用及說明。

3.2 門禁管制-人、車出入 AI 系統建置

就文獻回顧所知，針對有關 AI 人工智能技術應用在營建產業的相關文獻進行整理出符合傳統門禁管理與使用等做分析探討如表 1，作為本次研究建置人工智慧型門禁系統應用雛型之參考：

1. RFID 無線射頻辨識系統

參考林楨中等人(2009)係以營造工地主動式 RFID 快速勞工定位及警示技術開發計畫提到無線射頻識別運用技術 (RFID)，開發營造業勞工定位安全技術、勞工動作感測儀器、警示遞傳技術及資訊管理介面等重要關鍵模組，整合成適合營造工地使用之主動式 RFID 快速勞工地位及警示裝置，可透過長距離無線資料傳遞功能，將勞工所在位置、身體角度及緊急求救訊號等資訊傳遞回監控端。可使用形式有卡片辨識、車牌辨識、人臉辨識、火源辨識警報、周界圍籬人形偵測等應用在工地施工人員出入口門禁管理系統之整合。^[8]

2. 人臉辨識系統

皓聯科技(2017)發表於科技中提出，人臉識別技術是一種用攝像機或攝像頭採集含有人臉的圖像或視頻流，並自動在圖像中檢測和跟蹤人臉，進而對檢測到的人臉進行一系列比對的、基於人的臉部特徵信息進行身份識別的生物識別技術，通常也叫人像識別或面部識別。人臉與人體的其他生物特徵（指紋和虹膜等）一樣與生俱來，它的唯一性和不易被複製的良好特性為身份鑑別提供了必要的前提。^[6]

3. 車牌辨識、ETC/Etag 卡式門禁管理系統

依據車牌辨識文獻，許伯誠(2007)中提到車輛的辨識

系統可分為 RF、紅外線、微波和影像辨識等技術。^[9]

4. 人工智慧及 AI 影像辨識技術

依據 AI 影像辨識技術系統文獻，林楨中，余文德，廖琬洲，蕭文達，張憲寬 (2021) 人工智慧視覺化技術於工地危害辨識之應用中提到「營建施工智慧型勞工安全視覺辨識系統 (CISDS)」之初步構想架構，又提到針對營建「施工人員安全裝備」檢查人員不足之問題，本研究第一項研究目標，旨在以卷積式深層類神經網路 (CNN) 為基礎，研究營建複雜施工環境下之工地人員裝備辨識技術，開發「施工人員安全裝備辨識模組 (Construction Safety Equipment Detection Module, CSEDM)」，以自動辨識工地人員安全裝備之妥適性。^[7]

A 營造公司依文獻資料及營造安全衛生設施標準第 11 條規定，在建標案進行檢討整體門禁管理、參考文獻經驗後，加以規劃增加現代科技產物的運用如表 1，來提升了工區出入口之門禁管理，整體系統規劃如下，原已設置受過訓練之門口保全警衛乙名，每日進行上班期間對施工人員及車輛、機具出入大門時管控及交通指揮。但為符合現今營造工地所需，規劃增設置 AI 影像分析、RFID eTag 車通關、人臉及刷卡通關方式柵欄機、簡易氣象監測站自動推播警告等現代科技防護設施，以下依序對建置方式及設備做介紹說明。圖 3、圖 4 工區門禁管制系統設施架構如下。

表 1 職安衛需求與適用門禁管制之 AIot 技術說明

門禁管理需求	(AI+IoT) 技術	AI 應用	
人員、 機具、 車輛 管理	教育訓練	影像辨識、卡片	人臉辨識、卡機柵欄機
	危害告知	影像辨識、卡片	人臉辨識、卡機柵欄機
	施工人員 工種類別	影像辨識、卡片	人臉辨識、卡機柵欄機
	施工區域	定位技術	RFID
	個人防護具	影像辨識	影像辨識攝影機
	防疫工作	影像辨識	影像辨識攝影機
	人員非法入侵	電子圍籬	影像辨識攝影機
	危險性機械檢 合格證	影像辨識	車牌辨識、RFID-Etag
	施工車輛	影像辨識	車牌辨識、RFID-Etag
	營建車輛	視野輔助與轉彎及 倒車警報	車牌辨識、RFID-Etag
環境 管理	環境危害因子	感測技術	氣象站-氣溫、風速、 風向、粉塵、雨量
	評估	預測技術	APP 及物聯網資料

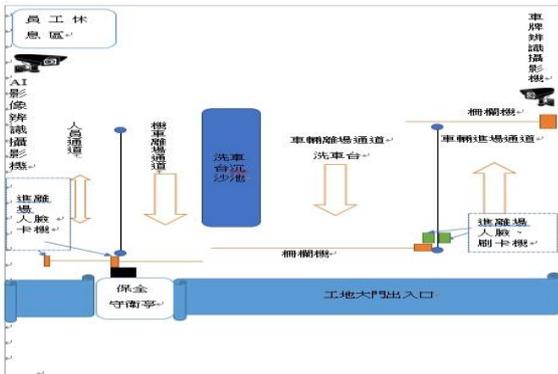


圖 3 門禁管制相關安全設施分佈示意圖



圖 4 門禁管制-前端設備、資訊及後端管理

每日工地上下班時間保全守衛及職安人員和工程師及施工人員、車上下班出入工區門禁如圖 5 門禁通關出入管控流程所示，由門禁守衛室保全人員先採目視檢查進場人、車是否有夾帶禁品(如酒精性飲料等等)和不合格手工工具設備，再通行至人臉辨識、刷卡之通關柵欄機前進行人、卡驗證，合格後方可進入工區，反之如人卡不符或資訊螢幕呈現資格不符則柵欄機閘門會緊閉且禁止通行，另也可讓守衛知道進出工地人、車數之統計，以利下班巡邏後作為關閉大門參考依據。



圖 5 門禁通關出入管控流程

3-3 門禁管制-人、車出入 AI 系統運行

職安衛人員將承攬廠商新進勞工資料整理製表如表 2，再對新進勞工施以教育訓練及危害告知後，將通過考試後之勞工資料利用模組化模式，建檔存置遠端系統中保存，以利管理及運行。

表 2 資料框架流程製作

標案登錄介面與欄位				
標案資訊	標案資訊	標案資訊	標案資訊	資料庫
標案名稱	進出管制站	履約期間		可多組擴展
工程範圍	(勾選)	多項勾選		
承攬廠商	承攬商統一編號	承攬商公司電話	承攬商公司地址	
承攬廠商負責人	承攬廠商負責人身份證字號	承攬商負責人電話	承攬商負責人地址	
承辦單位	承辦人	承辦電話		
標案內容				
備註				

每日上、下班時間進出工地門禁區之施之勞工及車輛以採刷卡及人臉辨識、Etag、車牌辨識方式結合柵欄機作為管理機制，保全守衛利用 AI 設備及資訊平台獲取所需進場人員、車輛相關資訊以利搭配 AI 設備進行管制，讓人、車進出工區時能快速通過門禁管理機制，門禁管理系統如圖 6 所示，採迴路及物聯網(IoT)方式執行人車資料辨識及運行，整體門禁模式架構是由透過主機、電腦、網路、RFID、軟體組成。

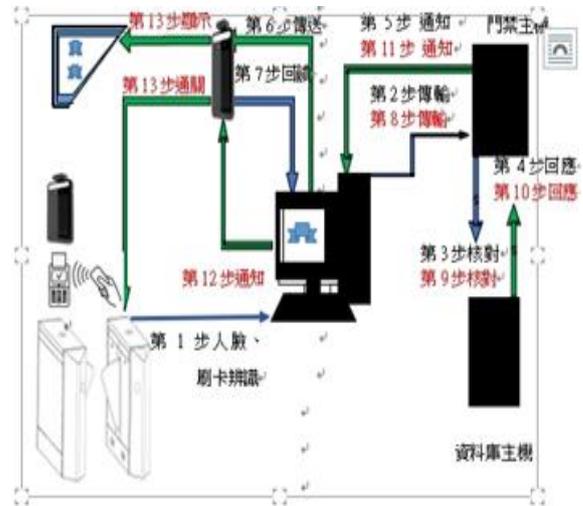


圖 6 門禁管制系統迴路架構圖

施工人員受訓建檔後將工作識別證帳貼在安全帽上，進入工區經門禁管制區進行人臉辨識或刷卡、(QR Code) 方式進、出管制設備機；車輛進入時,車上人員需先進行人臉辨識或刷卡後再開車通過車牌辨識或 Etag 之通關柵欄機等 AI 硬體設施，工地利用網路或 RFID，物聯網裝置將資料傳送回施工所進行整理後，再將資料存在資料庫內，以利調閱及紀錄和統計每日人、車進出數。如圖 7 為工地施工人員、車輛採用 AI 智能設備進行管控作為，杜絕未受過教育訓練之施工人員和冒用他人身份、不合格車輛機具進場，以提升傳統門禁管制，降低職業災害的運行狀況。



圖 7 門禁管制設置現況

3-3 門禁管制-攝影監視設備 (C.C.TV) 應用

營造工地四周及出入口設置 C.C.TV 目的是為了有效掌握工區施工情形和監視工區整體安全外，另外還要確保施工人員的安全。營造工區施工範圍寬廣，白日職安人員和現場工程師無法在長時間都待在現場進行巡視及管理，工地夜間期間也無法設置相對應所需人數之保全警衛人員進行巡邏和守衛，進而採用科技產品輔助管理人員對工地現場可隨時進行監控管理，另可讓主管隨時掌握施工的進度，工地現場發生任何的狀況才可以馬上及時的反應和處理。工區各出入口 C.C.TV 與 AI 影像分析識別技術結合來進行門禁區的風險辨別，只要有非法人員、車闖入時，能第一時間將危害警報訊號傳給在巡邏的警衛和傳回到施工所專人管理監看及立即處置，另還傳至相關管理者的智慧手機中，以影像輔助讓管理者能即時瞭解及處理結果，有效掌控處理危害的風險時間，及危害發生時留下紀錄可還原真相降低公司損失，不讓工地四周安全監視防護產生管理漏洞而造成職安缺口。在工區及各出入口與聯外道路設置工地 CCTV 即時影像設備，除紀錄施工過程、紀錄、品質以及工安的控管外，也可防止營建材料被偷竊和施工機具被破壞和偷竊時，工地施工影像 CCTV 系統就能成抓行竊兇手輔助工具；若有發現疑似工安問題及出入口發生交通事故發生時，同時也能提供給警察單位蒐、取證，如圖 8 配合警察單位讀取工地 CCTV 記錄，還原真相及進行取證。



圖 8 門禁管制-警民合作

3-4 職業災害發生模式與原因

綜合國內營造業職業災害發生的原因有「人的不安全行為」及「作業中的不安全環境與管理」等因素狀態下，無論在什麼時間、環境都有可能發生，然而，往往職業災害事故的發生，都是有跡可循如：(1)未提供良好的作業環境；(2)未建立營建自動化；(3)未訂定施工安全作業標準程序；(4)未訂定職業安全衛生工作守則；(5)未接受 6 小時教育訓練；(6)未依照職安衛生自動檢查辦法執行；(7)職安衛人員、門禁守衛等未落實監督與指導、未善盡職安衛管理職責等相關管理辦法。

基於上述，除了改善勞工作業環境及營建自動化外，更應落實對進場勞工實施職業安全衛生 6 小時教育訓練，且每日施工前更應落實動前及工具箱會議，避免勞工對現場作業危害的認知不足，而讓勞工有了倒楣之事不會落在我身上的僥倖心態，進而發生災害事故。綜合上述，工地更應從源頭加強管理，嚴格執行門禁管理，落實教育訓練、及配戴合格個人防護具。

3-5 門禁發生問題相關案例(建置重要性)

3.5.1 案例 1:「土地重劃開發案」職災虛驚事件

重劃園區開發案施工中，由於機關採「同步建廠」方式並進施工，是否與職業安全衛法規定的共同作業定義相同？顧名思義，同步建廠而言也是同一個事業單位、相同時間、同在一個園區內同步開發；與職業安全衛生法中所提共同作業相同，屬同原事業單位執行各自承攬契約的履行，各自聘僱勞工進行承攬契約之工程項目。此現象因進入工區之施工人員並非同家營造廠且每位勞工朋友的背景複雜、教育程度及專業度差異頗大；由於每一區域同步建廠的工作性質不同，造就施工安全上的不確定性的危害因子及風險因子升高，加上重劃園區開發案主體工程廠商與「同步建廠」廠商並無契約關係，無從約束，造成我方(重劃園區開發案)門禁管理人員及職安人員管理上的困難，如詳圖 9、圖 10 所示。以下列舉違規事件當下雖有立即要求停止作業並改正，但效果不彰且防不勝防，還是有發生虛驚事件(路況不熟差點造成車輛翻覆)，為了避免上述性質(同步建廠)之進場勞工因對園區內主體環境不瞭解、危害認知不夠及未接受教育訓練和危害

宣導之情形下進入工區時發生不可預期之危害，因而函知監造、PCM、事業單位須立即協助對同步建廠之廠商要求及管理，若不善加管理恐而造成施工人員生命財產等危害，也造成勞工朋友個人及家人終生遺憾，和造成一個甚至多個美滿家庭的破碎。



圖 9 門禁管制設置現況



圖 10 門禁管制設置現況

圖示紅色圈位置係指同步建廠施工人員、營建車輛未經通報，且也未著個人防護具就進入開發園區施工，現況有物體飛落、被撞、被夾等危害之虞，職安人員巡視時發現有施工人員維修車輛被夾傷，第一時間已送醫救治，無大礙，另拍照函文機關協助處理。

3.5.2 案例 2: 夜班守衛巡邏失足意外致死

自由時報，(2021)報導:驚悚！夜班保全員被鋼筋貫穿頭部 慘死工地出入口，災害發生某營建工地於民國 110 年 04 月 08 日凌晨 0 點，門禁守衛人員疑似單獨一人在巡視工地，因工區環境照明設備不足造成整體工區光線昏暗，夜班守衛攀爬工地矮圍牆，一時不慎而摔倒在工地車道旁地上，同時被地上鋼筋插入右眼窩處，因當時並無其他施工人員及守衛，也無警報系統和自救，直到次日清晨 6 點來接班的值班同事在門口警衛室準備接班卻空無一人，電話也無人接聽，於是到工地四處巡邏查看，沒想到在地下室上一樓的車道旁邊發現罹災人員倒在地上(圖 11)，隨即呼喊他名卻無回應，此時發現同事的頭部位置尚還有流乾的血跡，此時接班門禁守衛趕緊報警。當警方及救護車趕到場救護後，已發現罹災門禁守衛人員身體僵硬，已明顯死亡。^[10]



圖 11 災害現場(資料來源:自由時報)

本案係為夜間守衛巡邏工項，守衛於巡邏時未有足夠光線下及對施工環境不熟悉，且原應有的防護設備(暴露之鋼筋、鐵件)在未正確管理及執行下導致防護措施失效。此外進入營繕工程場所作業人員應除戴用安全帽相關之個人防護具及勤前、危害告知等，還應制定有關夜間作業職安全衛生教育訓練及工作守則應妥為規劃及採取必要之安全衛生措施。

3.5.3 建置 AI 門禁管理重要性

綜合上述災害事件分析後，各標案工地負責人進而討論出從源頭管理(門禁管制)和安全的工作環境制定防範對策，每日進出工區須落實工人、車進場管制；如落實對新進勞工實施職業安全衛生教育訓練、勞工健康檢查等及勞工參加保險、對進場車輛系營建機械如實查核。如今門禁管理採傳統模式已不符職業安全衛生所需和採 AI 智能門禁管理之趨勢，故從獲得勞動部優良工程金安獎殊榮標案中得知這些獲獎工程所展現優越營造安全衛生成效與 AI 智能科技化應用等作為來確保進場工作者安全及健康；另從以往文獻回顧得知市面上有很多運行多年、技術成熟且符合法規規定的 AI 人工智能系統。除確保進場工作者安全及健康外，還可以取代以往只能建立在費時繁瑣紙本作業和人工巡檢等工作，另建置符合營建工地及職安法規的智慧型管理平台，將所有 AI 智能門禁管理系統及傳統門禁守衛有效整合，讓每日人員、機具設備進場巡檢、識別等工作自動化，另能災害發生預警及自動發報給職安管理人員及門禁守衛。讓上述相關管理人員第一時間採取各種因應措施。並可讓職安管理人員利用大數據統計分析常見的缺失，來進行危害分析及災害事故預防工作，以利落實營建 AI 資訊化的效益。

營造工地充分運用風險評估及各項新 AI 科技、選用安全工法、規劃必要的安全衛生設施，並且在施工階段落實安全衛生管理，嚴格要求勞工的作業安全及健康，方可確保營造工地安全作業環境，讓勞工朋友擁有安全的工作環境。

勞動部曾提出說，安全與健康的工作環境，是職場主

流價值，更是勞工的基本權利，期望獲獎工程團隊的安全衛生優良作法，能夠全面推展，讓勞工朋友可以在更安全、更健康的環境下工作，職場環境盡善盡美！

另將門禁出入口管制 C.C.T 升級與 AI 影像辨識分析識別結合應用，可對施工人員與車輛的出、入場管制、個人防護具、電子圍籬等各項的警戒判斷等，如今標案除了門禁管理並運用攝影機 AI 影像分析如圖 4-17，來進行施工人員個人防護用具偵測，針對進場施工人員如未確實佩戴好安全帽及反光背心者進行影像分析辨識，監視系統則可以立即判別出未符合規定者進入工區時則會立即發報至守衛及職安人員的智能手機 APP -LINE 即時通訊軟體系統警示，以利相關人員能第一時間進行查證如圖 12 白天執行模式，圖 13 夜間執行模式，另除了現有可識別的物件設定外，可透過學習方式新增想要識別的內容。如近幾年因疫情影響，也可針對口罩做偵測，就算口罩沒有戴好，也可以偵測得出來，讓防疫工作更落實。



圖 12 LINE 即時通訊軟體系統警示(白天)

白天門禁管理由保全人員搭配攝影機運用 AI 影像辨識分析，如圖 9 紅色圈示部份是對進場施工人員之個人防護用具偵測，針對進場施工人員如未確實佩戴好安全帽及反光背心者進行影像分析辨識，杜絕不合格施工人員及車輛進入工區，以達因不熟悉工作環境而造成危害。



圖 13 LINE 即時通訊軟體系統警示(夜間)

夜間施工大門關閉後，保全守衛搭配 AI 門禁管理攝影機的影像分析作用，形成電子圍籬般防護，如圖 10 紅色圈示部份，針對個人防護用具及人、車非法入侵等偵測辨識，監視系統則可以立即判別出未符合規定者進入工

區時則會立即發報至保全守衛及職安人員的智能手機 APP -LINE 即時通訊軟體系統警示及前往處置。

四、AI 與傳統門禁管理之效益

加強落實源頭管理、降低職業災害發生，營造公司有些標案除傳統門禁管理制度外還導入 AI 智能管理巡檢系統，如有 CCTV 監視系統及 AI 影像分析、人臉辨識/卡機、Etag 等人、車管制系統、電子圍籬、氣象站等可提升職安衛管理者的工作效率之作為，經由上述之 AI 智能管理巡檢系統導入後之差別說明：

一、AI 人工智能辨識進出施工人員身份

1. 施工人員入場每日進出施工大門以人臉辨識或門禁卡方式快速進出工區如圖 14；另可統計當日進出場勞工之總人數，以利職安工程師控管及降低守衛工作量，就效益而言，杜絕不合格施工人員進入工區施工而造成危害，再則可核對前日工作編排施工工項及出工數，以利控管施工進度。



圖 14 AI 門禁管制模組化施工人員進場管制

二、工區周界自動化巡邏、維安管理

1. 施工期間由於營造工地屬區域範圍寬廣、工地死角多、有價材料與機具眾多，為慎防遭竊，在工區周界及配合工區各個施工大門設置 CCTV 監視系統，來代替職安管理人員巡視工地死角及節省每日巡視工區時間外，還可降低有價材料和機具遭竊，在人員管制方面另結合 AI 攝影影像分析功能，來管控進、出施工大門的施工人員有無佩戴合格安全帽和反光背心，如攝影影像辨識施工人員無配戴合格個人防護具(安全帽、反光背心)時，則會啟動採 LIME 進行發出警報給職安管理人員或門禁守衛，使其禁止不合格施工人員進入工地，以免造成工地管理的職安執行維安漏洞。

2. 對於工地之周圍應設置固定式甲種施工圍籬，並於明顯位置裝設警告標示、標語等，由於大規模、範圍寬廣之土木工程營造工地，因考量眾多出入口管制不易，需設置多位門禁守衛。由於門禁守衛專業度及品質參差不齊，恐造成更多危害；經前車之鑑，以 AI 影像辨識分析結合電子圍籬形成一道防護，夜間有人闖入則會進行判別及亮燈警告和採 LIME 進行發報給職安管理人員或門禁守

衛如圖 15，第一時間前往控管盤問，杜絕非合格施工人員和車輛不得讓其進入工區。



圖 15 AI 門禁管制-CCTV+AI 影像辨識分析

三、AI 職能辨識進出施工機具、機械

門禁管理對營建機械、工作車、電器機具、起重機具、等機具車輛、設備進場前應要建立管制機制；在傳統門禁管理導入了 AI 智能管理巡檢系統，以下是導入 AI 智能管理後之差別:

1.在一般車輛方面，應每三個月就各項安全性能定期實施檢查一次並將結果提報，經職安管理人員審核資料合格後，發放作業許可證及張貼 Etag 標籤，方便可快速進場如圖 16，以免造成出入口上下班期間因盤查造成壅塞回堵既有交通，避免影響區外用路人的安全，也降低車輛進出工區的交通事故風險及減少民怨和尤其可大大降低門禁守衛的工作量。

2.對進場車輛系營建機械，進場前應提送每年該機械之整體定期實施檢查合格文件資料，以利職安管理人員確認及建檔，該機械安全設施及運轉符合規定後建檔後發放作業許可證及張貼 Etag 標籤。便可預防職安人員及門禁守衛因公務繁忙不察，而放行不合格車輛系營建機械進入工區施工而造成危害。



圖 16 AI 門禁管制-車輛進、出場管制

3.手持式電器機具進場前提出申請，經過電器測試機進漏電與否、運作是否正常、確認使用的電壓等項目後，再發合格證貼紙，要求將合格貼紙貼於手持電器機具上，進入工區時門禁守衛目視檢查手持電器機具有否合格

貼紙，檢查無誤才可攜入工作場所作業使用。

四、模組化管理之應用

將之前傳統門禁系統建制成資訊管理平台及設備設施模組化模式如圖 17，以利該標工程完工後，可請廠商回收整理後將可再轉移至新的標案重新建檔、佈置使用，讓設備資源再利用、成本分攤、降低成本、節能減碳，為環保也可盡一份心力；除此之外最大受益是讓公司瞭解可節省設備採購的支出和因設備分攤而降低營運成本，進而讓公司更願意支持工地提前佈置建置此系統。



圖 17 AI 門禁管制-模組化模式

五、即時及過去紀錄查詢功能

每日工地內各施工工項有多少工班進場、多少工總、多少施工機具、車輛，都能透過資訊平台進行即時/過去施工紀錄資料的查閱，以利控管成本及分析和日後投標成本之依據。

六、資料雲端儲存建檔及查詢

可將資料連至雲端的儲存空間，有了系統、集中化的管理平台，就不必擔心工地硬體設備不夠存放所有檔案，也可安心免受駭客入侵和綁架，強化資料的保存。又可讓公司不受時間、地點限制，即時可讀取及查詢，以利控管進度

4.1 門禁管理建置 AI 執行成效分析

各標案工區門禁管制方面因執行預算不同可分為傳統門禁守衛管理模式，與傳統門禁守衛導入 AI 人工智能管理兩種方式。表 3-1~3-2 是 A 公司從 102~112 近 10 年來在建工程源頭管理之門禁管理效益分析。每標工地負責人會因工地標案金額及工地性質、風險評估後來編列職安衛的執行預算，在則因每一標案工地負責人和職安人員的職安衛觀念也不盡相同，所採用的設施也有所不同。我們從表中可看出各標在門禁管理所採用的模式和傳統門禁管理中再導入 AI 人工智能系統輔助之後的工地管理效益及提升公司在營造業的商譽知名度。

表 3 各標工地門禁管理效益-1

項次	年度	工程案名	工程性質	工地性質	工程金額	門禁系統	門禁進版	效益差異
1	104~108	A 標	隧道工程	狹長	24 億	傳統門禁		105 年被撞職災
2	105~106	B 標	橋梁工程	寬廣	10 億	傳統門禁		106 年墜落職災
3	107~109	C 標	橋梁工程	狹長	3.3 億	傳統門禁		零職災
4	108~110	D 標	橋梁工程	寬廣	10 億	傳統門禁		110 年墜落職災
5	102~106	E 標	隧道工程	狹長	5 億	傳統門禁		104 年翻車職災
6	106~110	F 標	鐵路工程	寬廣	24 億	傳統門禁		零職災

表 3-1 項次 1~6 為 A 營造工公司 102~110 年間在建工程標案，工程性質為土木工程，施工期間之門禁管理採取設置保全警衛之傳統式門禁管理，常出現人員及車輛機械出進工地之缺失如<1>未報備進場工作場所之人員名單非法外籍勞工、未投保勞工保險之勞工，<2>未配戴個人防護具，<3>進場車輛及危險性機械，未通過檢驗標準，<4>大型營建車輛未裝設行車視野輔助系統等相關安全裝置。這些經常發生及常見的缺失未杜絕及顯著改善作為，進而容易造成施工中發生虛驚事件及職業災害，這 6 件標案中有 4 件標案發生重大職業災害，其中在事故調查過程中發現，兩起職災因檢查人員不足問題造成未落實檢查施工人員之安全裝備而導致高空作業時發生施工人員墜落災害案件；另兩起為進場之大型營建車輛未符合規定裝設行車視野輔助系統等相關安全裝置而發生施工人員被撞及車輛翻車之災害案件。

表 3 各標工地門禁管理效益-2

項次	年度	工程案名	工程性質	工地性質	工程金額	門禁系統	門禁進版	效益差異
7	102~107	G 標	橋梁工程	寬廣	14 億	傳統門禁	CCTV	零職災 105 年金安複評、金質獎佳作
8	106~111	H 標	土地重劃管路工程	狹長	6 億	傳統門禁	Etag、刷卡、柵欄機	零職災、 111 年金安獎
9	108~110	I 標	橋梁工程	狹長	4 億	傳統門禁	刷卡、柵欄機、氣象站	零職災 109 年金安獎優等 110 年金質獎優等
10	108~112	J 標	土地重劃	寬廣	15 億	傳統守衛 + AI	Etag、人臉辨識、刷卡、柵欄機、電子圍籬、氣象站	零職災
11	109~112	K 標	建築工程	狹長	11 億	傳統門禁	人臉辨識、柵欄機	零職災
12	109~111	L 標	土地重劃	寬廣	12 億	傳統門禁	人臉辨識、柵欄機、電子圍籬、氣象站	零職災 109 年金安複評

表 3-2 項次 7~12 為 A 營造工公司 102~112 年間在建工程標案，工程性質為土木工程，施工初期門禁管理

採取設置保全警衛之傳統式門禁管理，施工期間之門禁管理常出現施工人員及車輛機械出進工地之缺失及其它工地發生重大職災案件，A 營造工公司經檢討後要求工地從源頭管理開始進行善及改革，傳統門禁結合 AI 人工智能管理後，總結工地執行及實行效益之評估，皆能與本次的研究目的相符合，雖然傳統式門禁守衛管理是營造工地最常見使用方式，低成本又可以達到營造安全衛生設施標準第 11 條中規定，但由於營造土木工地面積寬廣、出入口眾多，容易產生管理瑕疵，經以往文獻經驗將資料建置成資訊化管理平台，經整合後與 AI 人工智能設備結合，由 AI 攝影影像識別、人臉辨識、刷卡、Etag 等方式採用物聯網(IoT)等模式，將人、事、物的發生經過整合以利第一時間經無線傳輸進行通報和紀錄。出勤和既有的職安管理體系作結合，一方面可改善長久職安管理人員不足的問題，另一方面利用高效能低成本運算能力佳管理平台及雲端系統、大數據、分析和執行技術，進行職安衛內業資料整理成電子化作業及儲存歸檔，可降低職安衛管理之所需人力，也能獲得高效益的資料蒐集整理及儲存備份與資料共享，使其讓標案傳統門禁管理導入 AI 人工智能管理得到工作上最佳化狀態及效益，詳如表 4，使得更落實職安衛制度、降低管理人事成本和改善勞工不安全行為和提升增加職安人員巡檢效率、有效改善工地作業環境降低職業災害發生率、減少職安衛管理內業報表量、資料系統化儲存與共享、達到優善環境，節能減碳、獲頒金安金質獎殊榮等 10 大效益。

表 4 各標工地門禁管理 10 大效益

效益差異表														
項次	工程案名	工程性質	金額	門禁系統	制度落實	人事成本	降低違規	巡檢效能	降低災害	減少報表	資料保存	節能減碳	資訊共享	執行結果及獎項殊榮
1	A 標	隧道工程	24 億	傳統守衛	2	2	2	3	3	3	3	3	3	105 年被撞職災
2	B 標	橋梁工程	10 億	傳統守衛	2	2	2	2	3	3	3	3	3	106 年墜落職災
3	C 標	橋梁工程	3.3 億	傳統守衛	2	2	2	3	3	3	3	3	3	零職災
4	D 標	橋梁工程	10 億	傳統守衛	2	2	2	3	3	3	3	3	3	110 年墜落職災
5	E 標	隧道工程	5 億	傳統守衛	2	2	2	3	3	3	3	3	3	零職災
6	F 標	鐵路工程	24 億	傳統守衛	2	2	2	3	3	3	3	3	3	零職災
7	G 標	橋梁工程	14 億	傳統+AI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	零職災 105 年金安複評 金質佳作
8	H 標	土地重劃	6 億	傳統+AI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	零職災 111 年金安獎
9	I 標	橋梁工程	4 億	傳統+AI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	零職災 109 年金安優等 110 年金質優等
10	J 標	土地重劃	15 億	傳統+AI 智能	1	1	1	1	1	1	1	1	1	零職災
11	K 標	建築工程	11 億	傳統+AI 智能	1	1	1	1	1	1	1	1	1	零職災
12	L 標	土地重劃	12 億	傳統+AI 智能	1	1	1	1	1	1	1	1	1	零職災 109 年金安複評

備註:執行成效 1-佳、2-中、3-差

五、結論

營造工程類型眾多，工程發包型態多採以統包模式進行，而施工廠商又因專業技術、工期限制等因素層層轉包，以致營建工地共同作業施工廠商數量相對增加，在工區特性及工地環境複雜之種種因素下，工地管理者理應吸收更多經驗，以利評估該標工程特性，利用物聯網智能系統，將紀錄、監控、示警、追蹤及調閱等資源相互整合及連動，已達節省資源和成本的最佳化管理條件，建立 AI 設備、設施模型，提高職安衛實體管理系統的穩定性，在可提前警示異常狀況下，全面降低風險危害及災害發生率。建構一套營建工地人員安全管理系統平台，透過 AI 技術協助工地管理者確實執行及落實職安衛制度及業務，建立自動化資訊管理，有效提升承攬廠商施工人員職安衛管理作業及落實管理之效率，有效降低職業災害的發生，進而達成承攬廠商工程經營管理績效與提升企業形象之目的。

全球對環境保護的重視和作為，身為台灣企業如何運用 AI 技術管理模式來善盡企業之社會責任、讓營造工地響應綠色環境與降低環境污染，以低碳生活和資源永續利用作為同時，逐漸將傳統職安衛作為進行進版及替換，工地相關作為能從推行資源轉用，減少廢棄物產生、降低紙張報表採用電子化模式等作為以達節能減碳，盡到環境照顧的責任，又可改善勞工朋友活動之工作環境，以期達到保障工地勞工生命財產安全及永續發展之目標。

現今營造工程要跟上 e 時代的腳步，搭配 AI 技術改善傳統思維及作法，並須針對職安衛人員加強各方面訓練及管理外，我們公司每一標案都需要更完善的平台、設備。其總結如下：

- 一、源頭管理-增加門禁管理功能性及完整性以利落實進場作業勞工資料建檔及接受教育訓練，施工之機械、車輛、設備進場前提供操作人員相關證照，製作車輛通行證並建檔。避免未經受過訓練及未具相對資格之作業人員、機具、車輛進入工區。
- 二、設備模組化-人員進出管制櫃系統
將設備進行整合模組化，可快速拆裝、移設，避免只有一次性之功效，以往因為考量重複性轉用問題，導致工地結束後因不當拆除及保管不當而導致損壞不能轉用，而成廢棄物丟棄；將設備進行整合模組化後除可增加重複性使用次數，還可分攤設備成本，讓公司降低工地管理成本。
- 三、雲端模組化-職安衛管理平台
搭配智能巡檢系統，以門禁系統作為巡檢點，就可以利用現成的 ID 卡作為巡檢的載體，不用另外配置巡檢設備，就可以把施工人員進出紀錄及時上傳至雲端資料庫，並以推動 e 化系統來協助落實職業安全衛生管理，並結合「數位服務」，藉由感測技術、智能機

器裝置、物聯網 (IOT)、大數據 (Big Data) 分析等智能技術，使門禁相關數據及執行紀錄產生智慧化，期許未來更能提升雲端職安衛管理效能及應用。既可提高了資料存放安全防護水準，降低資料遺失的風險且利於查詢與統計，又能減少紙張用量達到節能減碳的效益。

四、自動化人事管理的應用

工地傳統門禁管理尚有很多無法滿足工地需求的地方，如門禁保全守衛人員無法得知進場之勞工是否接受過教育訓練及危害告知和每日的勤前工具箱會議；車輛是否有進行進場管制等，因為以往這些紀錄均採紙本的方式記錄在案，守衛人員無法第一時間獲得資訊而導致形同虛設，無法落實。另外門禁守衛工作量大，時常造成守衛時常更動，然而新進守衛人員對門禁業務尚不熟悉而造成門禁管理作業不善，所以現今傳統門禁措施已無法滿足公司政策需求，藉由搭配 AI 人工智能技術可提高管理效率、降低門禁保全守衛工作壓力及降低職災發生，以彌補傳統門禁管理人力欠缺及職安衛管理人員無法有效落實其他職安衛工作的窘境。

對於 A 營造公司而言，工地傳統門禁導入 AI 人工智能系統除了標案負責人經驗豐富及善於規劃外，工地門禁導入 AI 人工智能系統後，需將對工務所各組及承攬廠商建立基本觀念並要求須全力配合執行和推動，才能讓導入 AI 人工智能之門禁管理發揮防災與減災及真正為公司帶來競爭優勢與效益。

參考文獻

- 【1】內政部營建署 110 年 03 月 30 日營署工務字第 1101050683 號函修訂
- 【2】行政院勞動部 111 年度施政計畫 網址：
<https://www.mol.gov.tw/>
- 【3】戴柏彥(2021) 智能化職業安全衛生管理之研究，大仁科技大學，碩士論文
- 【4】仙珠(2009)，無線射頻識別技術 (RFID) 應用於營造現場安全監控系統之研究，國立中央大學，碩士論文
- 【5】范俊平(2020)，營建工地人員出入管制 RFID 系統應用研究，中州科技大學，碩士論文。
- 【6】「一篇文章讀懂人臉識別技術的原理！」，2017-07-02 由 皓聯科技 發表于技，
網址: <https://kknews.cc/tech/z3qjvkg.html>
- 【7】林楨中，余文德，廖琬洲，蕭文達，& 張憲寬。(2021)，人工智慧視覺化技術於工地危害辨識之應用，勞動及職業安全衛生研究季刊，29(1)，67-80。
- 【8】林楨中、王鵬堯、余家均(2009)。營造工地主動式 RFID 快速勞工定位及警示技術開發。行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所。98 年度研究計畫。
- 【9】許伯誠(2007)，車牌辨識系統，國立高雄第一科技大學，碩士論文。
- 【10】自由時報，2021，驚悚！夜班保全員被鋼筋貫穿頭部慘死工地出入口 (<https://news.ltn.com.tw/news/society/breakingnews/3495532>，取用日期：2023 年 04 月 01 日)。