



智能減碳卷對卷製造系統

SAMMCERS：軟硬整合的智能化研發與生產

透過機台、感測器與機器學習、演算法的軟硬體整合，實體環境和雲端平台的虛實結合，具備自我修正機制的「智能減碳卷對卷製造系統 SAMMCERS (Self-guided Additive Manufacturing for Minimum Carbon Emission with Roll-to-Roll-production Systems)」大幅提升製造及研發的效率。

撰文／李幸宜 攝影／黃鼎翔

工研院電子與光電系統研究所軟性電子組劉榮萱組長表示：「SAMMCERS 的設計考量不只是為了提升研發與生產效率，更是為節能減碳盡一份心力。對於產業的生產線而言，任何小小的改善都能帶來大大的綜效，SAMMCERS 正是讓大家有感的解決方案，協助研發與生產流程更聰明、更環保。」

促進研發的協作與效率

工研院重點發展的卷對卷製造及 OLED 照明平台，這兩項重要技術成為催生 SAMMCERS 的動力。

運用卷對卷製造和 OLED 照明平台所能開發出來的產品種類繁多，運用的參數數量龐大且複雜。工程師必須時常擷取及分析大量資料，人工處理的方式曠日廢時，效能不彰。

運用 SAMMCERS 之後，將資料收集在雲端，不僅節省時間，而且更有效率，以電腦做為介面設計，結合機器學習做模擬，並預測未來的產品品質，整個設計及運算的過程都在雲端完成，資訊存取快又有效率。

劉榮萱指出，這個作法必須結合專業領域知識，將長久以來累積的資料量及研發成果加入資料庫，結合演算法，轉化為更大的助益。這也成為開始發展 SAMMCERS 的關鍵第一步，接下來就是從研發延伸到生產製造，工研院本身的試量產線成為最佳的先導應用場域。



劉榮萱認為，SAMMCERS 的設計可以協助企業生產出更優質、環保的產品。

研發和製造的結合，也讓 SAMMCERS 具備互動客製化設計的功能，使用者在網頁平台上設定產品想要達到的特色或效能，系統將其要求轉換為生產所對應的參數，並將參數傳送到產線端，使用者就能預先掌握成品結果。

克服產線的整合挑戰

卷對卷製程可廣泛應用於觸控面板、軟性印刷電路板、消費性電子與太陽能產品。更重要的是，卷對卷是連續式製程，毫無間隔或停頓，所以更需要清楚掌握製程品質，明確知道問題出在哪裡，這正是 SAMMCERS 可以發揮效用之處。

劉榮萱說明，製程整合牽涉多部不同機台，但原始資料格式各不相同，資料正確性也缺乏檢核，再加上製程連續性的考量，使得機台與機台之間難以進行資料面的連結。現行的替代作法是以量測機台來進行成品檢測，但不良品等於是多耗費的成本，如何及早發現並改正才是根絕問題的方法。

透過裝置於機台的感測器，結合資通訊相關的軟硬體，建置虛實整合系統，達到時時監控、彈性生產的目的。感測裝置會同步將生產機台上的狀況，透過物聯網上傳到後端系統平台，讓相關人員隨時可以知道生產的狀況，不同以往耗費人力的方式。

換言之，過去是出了問題才找解決方法，現在則是接收系統通知的應注意事項，預先反應可能發生的問題。為了達成這個目標，感測速度、分析速度、回饋平台等機制攸關重要。

結合機器學習和演算法，系統就能根據感測資訊做出適切的判斷及預測，如果預測將有不良品出現，系統會進行參數修正，將可能會變成不良品的模式導正回來。工研院長期投入卷對卷平台的研發，擁有製程優化的領域知識，再加上與產業界的合作，就能找出



卷對卷製程的應用相當廣泛，太陽能面板、軟性印刷電路板、消費性電子等產品，皆在其範疇中。

不同產業在卷對卷製程的關鍵參數。

跨領域的軟硬整合

SAMMCERS 最關鍵的四個環節在於產業領域知識、與既有系統的整合、資訊流的運算、資訊回饋的速度。領域知識的重要性在於決定哪些參數為關鍵因素，必須被監控，與既有系統的整合則是智能化系統的最大挑戰，對於參數的計算與回饋機制為系統成功要件 SAMMCERS 都有完整的考量。

劉榮萱表示，臺灣一向長於硬體製造，過去對產線都著重要硬體的改善，所以 SAMMCERS 發展過程裡最困難的部分就是軟硬體整合，軟體的價值在於機器學習的深度發展、不同領域知識的整合，智能化系統必須知道哪些資料是關鍵、以及如何回饋與驗證其價值。

由於工研院和業界的長期合作，從傳統製程轉換至卷對卷製程，從製造大量廢材的減法式生產，到零浪費的加法式生產，不僅降低了製造成本，還可節省上看 50% 的碳排放。SAMMCERS 的加入讓市場前景看好的卷對卷製程如虎添翼，軟硬體能力與製程的結合、研發方式的調整，SAMMCERS 發揮了跨界人才的合作綜效，也有助於確保生產的最佳化和環保需求。■