

중국 자동차 공장의 MES 구축 연구

이 두 용* · 장 청 윤* · 장 정 환* · 유 성 희** · 이 창 호*

*인하대학교 산업공학과 · **H 자동차

A Study on MES Construction for Automobile Plant in China

Doo-Yong Lee* · Jing-lun Zhang* · Jung-Hwan Jang* · Sung-hee Yoo** · Chang-Ho Lee*

*Department of Industrial Engineering, INHA University · **H Motor

Abstract

This paper deals with the application and effects of MES for H automobile plant in China. There existed the production planning and the different work order in PL painting plant, but we can simultaneously prepare the painting parts and parts delivery and assembly according to painting color by introducing MES. We can respond the change of production planning and operate integratively the PL painting, parts storage and parts delivery and then we can results in reasonable logistics. We obtained the exact production information, correct work order, precise delivery order. We obtained not only the improvement of logistics but also the reduction of inventory.

Keywords: MES, Production Planning, Production Control , Logistics

1. 서 론

최근 전 세계 시장을 주름잡으며 경영의 벤치마킹 대상이던 노키아, 소니, 샤프, RIM, 모토로라, 델, 닌텐도 등 글로벌 기업들이 1~2년 사이 변화의 바람에 휩쓸려 순식간에 실패의 '반면교사'가 되고 있다. 최근 경향은 글로벌 경제 위기와 급속도로 진행된 산업화에 따른 '제조업 경쟁력'이 핵심이 된 것이 특징인데 이는 산업구조가 서비스와 콘텐츠 중심으로 변하고 있지만 이를 구현해주는 제조업이 뒷받침해주지 못하면 실패하는 기업이 늘어나는 것을 보여준다. 이처럼 제조업이 경쟁력을 갖기 위한 핵심기술에는 급변하는 경영환경에 민첩하게 대응하기 위하여 시시각각 변화하고 글로벌하게 산재된 생산자원 정보를 실시간으로 융합하고 이를 최적의 상태로 관리할 수 있는 제조IT 융합화 시스템(POP/MES: Point of Production/Manufacturing Execution System)의 성공적인 구축 없이는 불가능하

다는 것을 보여준다[1][2].

MES(Manufacturing Execution System)는 자동차, 반도체, 전자, 식품제조, 제약, 항공, 의료기기, 섬유, 철강과 같은 제조산업 전반에 폭넓게 적용되고 있다. MES의 도입이 확대되고 있는 이유는 생산현장의 오작업이나 불량 발생을 크게 줄여 제조기업의 경쟁력을 높이는데 결정적인 역할을 할 수 있기 때문이다[3].

본 연구에서는 지난 몇 년 동안 놀라운 발전을 이루었지만, 다른 선진국과 비교하면 여전히 초기 발전단계인 중국의 자동차 기업 중 H사의 MES 도입 현황을 분석하였다[5].

H사의 新도장작업장에서 MES 도색정보 프로젝트를 실시하여 MES를 도장작업장에 구축하고 이를 시스템으로 구현하였다. 이를 통해 도장에서 완제품 조립까지 리드타임을 분석하였다. 이를 통해 중국 H자동차에서 MES 적용 현황 및 효과에 대해 분석하고자 한다.

† 교신저자: 이창호, 인천시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과

M · P: 010-3761-2995, E-mail: lch5601@inha.ac.kr

2012년 10월 20일 접수; 2012년 12월 11일 수정본 접수; 2012년 12월 12일 게재확정

2. 이론적 배경

2.1 MES 정의

MES는 현장에서 작업을 수행하기 위한 제반 활동을 지원하기 위한 관리 시스템이다. 관리자는 해당 시스템으로부터 현장 상태의 정보를 실시간으로 제공받음으로 의사결정을 보다 더 용이하게 할 수 있다.

MESA International(Manufacturing Execution System Association International)에서는 MES를 다음과 같이 설명하고 있다. MES는 수주부터 최종 제품 완성까지 생산 활동을 최적화 할 수 있는 정보를 제공하며, 정확한 실시간 데이터로 공장 활동을 지시하고 대응하고 보고한다. 이에 따라 변화하는 조건에 대한 빠른 응답은 공장에서 가치를 제공하지 못하는 행위를 감소시키는 반면 현장 작업 및 공정의 효과를 높이게 된다. MES는 납기, 재고회전을, 총수익, 현금 흐름 등을 개선할 뿐만 아니라 운영 자산에 대한 회수율도 좋게 한다. MES는 양방향 통신으로 기업 전체 및 공급사슬에 걸쳐 생산 활동에 대한 중요한 정보들을 제공한다[4][6].

대기업들의 경우 생산관리시스템을 전사 차원으로 확대 적용하고 있으며, 특히 생산관리시스템의 최대 수요처인 반도체 및 LCD 관련 기업들의 설비투자가 지속되면서 꾸준한 수요가 발생하고 있다. 또한 기존의 반도체, 자동차, 중공업 등의 업종 중심에서 제약, 식품, 인쇄 등의 업종으로 수요가 확대되고 있으며, 대기업뿐만 아니라 중소기업에까지 생산관리시스템의 수요가 확대되고 있다. 한편, 정부의 e-Manufacturing 활성화 정책도 생산관리시스템 시장 성장의 주요 요인으로 작용하고 있다[4][6].

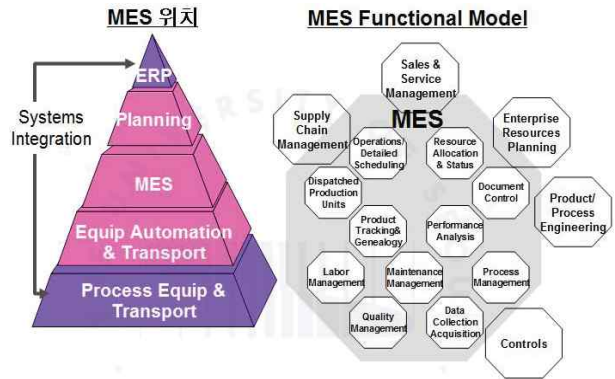
2.2 MES 기능

MESA International에서 정의한 MES의 기능 모델은 공장의 모든 자원을 관리하고 해당 자원들의 변화 요인을 실시간으로 추적하고 파악할 수 있는 11가지 기능으로 구분하였다[4].

MES 각 기능의 세부적인 내용은 다음과 같다[4].

① Resource Allocation and Status

기기, 도구, 작업자 숙련도, 자재 및 문서와 같은 다른 작업자에 가용한 사항들을 포함한 자원을 관리한다. 자원할당 및 상태관리 기능은 자원의 상세한 이력을 제공하고 장비의 상태를 실시간으로 제공하여, 장비가 잘 설치되었는가를 확인한다.



<Figure 1> MES location and feature configuration

② Operations/ Detail Scheduling

작업 및 상세일정 관리 기능은 적절히 순서가 정해졌을 때 Setup을 최소화하는 작업에 있어서, 특별한 생산 단위와 연관된 처방, 우선순위, 속성 및 특성에 기초한 순서를 제공한다.

③ Dispatching Production Units

배치(Batch), 로트(Lot), 및 작업 지시서(Work Order) 등과 같은 작업 형태에 있어서 생산 단위의 흐름을 관리한다. 분재 정보는 공장 현장에서 사건이 발생함으로써 수행되어야 할 작업과 실시간적인 변화의 순서에 의해 제공한다.

④ Document Control

문서 제어 기능은 작업지시, 처방, 도면, 표준 작업절차, 부분 프로그램, 배치 기록, 기술적 변경 요구사항, 조(Shift)와 조건 의사소통 및 계획된 것(As Planned)과 이루어진 것(AS Built) 정보에 대한 편집능력을 포함하여, 생산 단위화와 함께 관리되어야 할 기록형태를 제어한다.

⑤ 데이터 Collection / Acquisition

데이터 집계 및 취득 기능은 생산단위에 연계된 기록과 형태를 대중화하는 데이터와 내부 작업 생산을 얻기 위한 인터페이스 연결을 제공한다. 위 데이터는 공장 현장에서 수동적이거나 장비로부터 분 단위 구조까지 자동적으로 수집될 수 있다.

⑥ Labor Management

근로관리 기능은 분 단위 시간 구조의 개개인의 상태를 제공한다. 시간대비 출석보고, 검증추적 및 행위에 기초한(Activity-based) 비용 기준으로서 자재 및 공구 준비작업과 같은 간접적인 행위의 추적능력을 포함한다.

⑦ Quality Management

품질관리 기능은 지표상의 품질 제어를 확인하기 위해서나 문제를 구분하기 위해서, 제조현장으로부터 수집된 측정치들의 실시간 분석을 제공한다. 그것은 원인을

결정하기 위한 징후, 행동 및 결과에 대한 상호작용을 포함하여 문제를 수정하기 위한 행동양식을 제공한다.

⑧ Process Management

공정관리 기능은 생산을 감시하고 진행중인 작업향상을 위해 작업자들에게 의사결정 지원을 제공하거나 자동적으로 수정한다. 이 같은 행위들은 내부적으로 작용하거나 하나의 작업에서 다음 작업으로 공정을 추적하며, 감시되거나 제어되는 또한 내부 작용하는 기기 및 장비에 특별히 초점을 맞추고 있다.

⑨ Maintenance Management

생산과 일정관리의 능력을 확인하기 위해 장비와 도구들을 유지보수하기 위한 행위를 지시 및 추적한다. 이것은 새로운 문제를 진단하는데 도움을 주기 위해 과거사건 및 문제에 대한 이력을 유지한다.

⑩ Product Tracking and Genealogy

작업의 위치와 어느 곳에서 상시 작업이 이루어지는지를 보여준다. 상태정보는 누가 작업을 하고 있는지, 공급자의 요소자재, 로트나 일련번호, 현재의 생산 조건, 경보상태, 재작업 또는 생산과 연계된 다른 예외 사항들을 포함한다.

⑪ Performance Analysis

실행 분석 기능은 과거 기록과 예상된 결과의 비교를 통하여 실제적 작업 운영 결과들에 대한 분 단위 보고를 제공한다. 실행결과는 자원 활용, 자원 가용성, 생산단위 Cycle Time, 일정준수 및 표준준수로서 측정치들을 포함한다. 또한 SPC(Statistical Process Control) /SQC (Statistical Quality Control)을 포함할 수 있다. 작업 인자들을 측정하는 여러 다른 기능으로부터 수집된 정보를 구체화 한다.

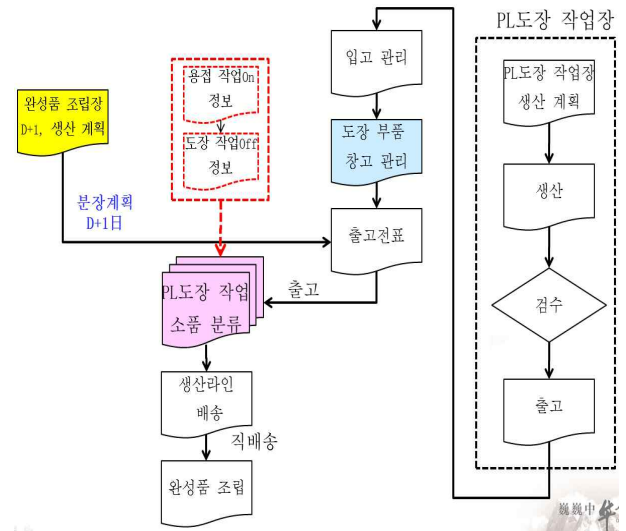
3. 자동차 공장의 MES 구축

3.1 PL(Plastic Line)도장 작업장 생산 방식 변경

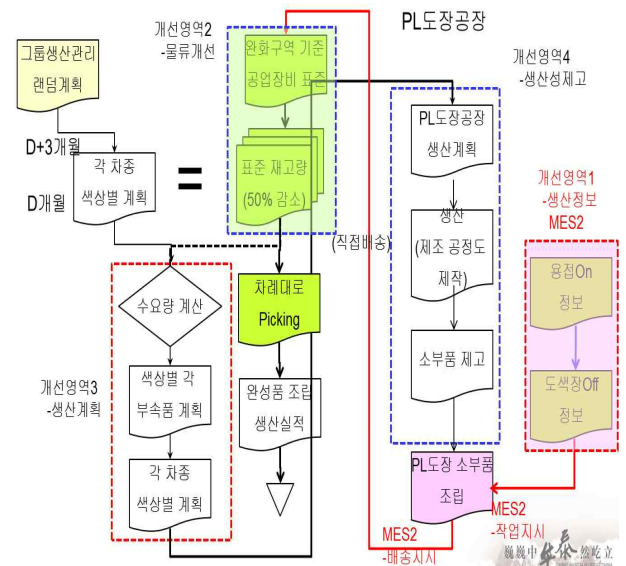
기존 중국 H자동차 영성기지 생산공장 중 도장작업장의 생산방식은 다음과 같다.

기존 PL도장 작업장의 생산 계획은 계획과 지시가 혼용되어 작업이 이루어졌다. 완성품 조립장에서 1일 전에 생산계획이 내려오면 출고전표를 생성하고 출고하는데 PL도장 작업장의 생산계획 및 생산 부분이 일치하지 않는 문제점이 있었다. 즉 PL도장 공장에서 범퍼류 등 소물을 도장하고 서브조립 작업을 한 후 완성품 공장의 생산계획에

따라 PL도장 소부품을 조립공장 생산라인에 배송하고 완성품을 조립하는 프로세스이다. 이는 생산계획 정보를 공장마다 따로 가지고 있어 생산계획 변동이 발생할 경우 이에 대응하지 못하는 단점이 있다. 이를 보완하기 위해 H자동차에서는 MES를 PL도장 작업장에 도입하여 시스템을 개선하였다. 다음은 개선된 조립공장 프로세스를 나타낸다.



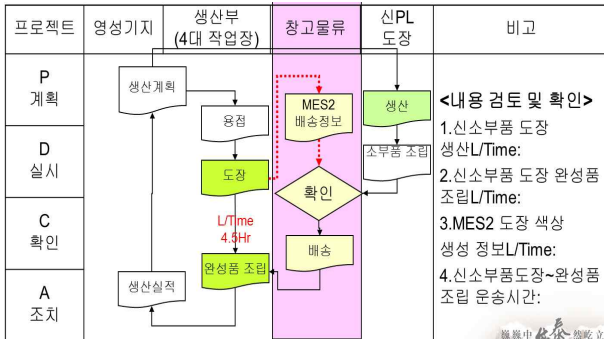
<Figure 2> Existing workshop production process



<Figure 3> Improving workplace production process

이를 통해 MES 도장 차체 색상 정보가 실시간으로 PL도장 공장으로 전달되고, 이 정보에 따라 도장 소부품을 배송하고, 정보의 순서에 따라 소부품 소조립 라인을 도장 및 배송 공업장비로 표준화 준비를 실시할 수 있다. 또한 생산계획에 따라 생산 및 재고관리가 가

능해지고, MES에 의해 재고를 통제하고 순차적으로 생산을 진행한다. MES 배수에 따라 생산부문은 MES 순서정보에 의해 재고 준비 및 조립 생산을 진행한다.



<Figure 4> MES introduction process and review items

3.2 MES 생산운영 시스템 구축

중국 H자동차의 영성기지 MES 생산운영을 시스템으로 구현하고 단계적으로 도입하고 있다.



<Figure 5> Implementation of manufacturing operations program for MES

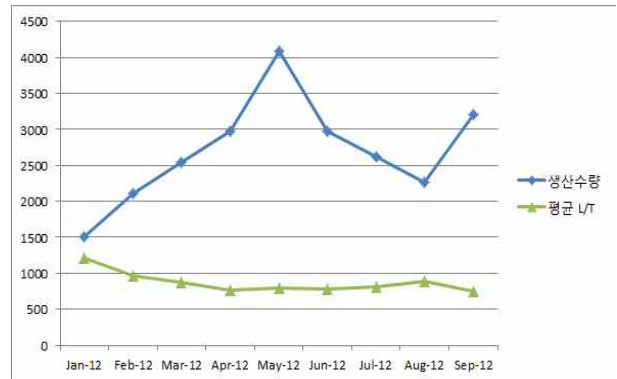
우선 생산계획을 SAP(Standard Application Program)와 MES 화면에 입력하고, 용접작업, 도장작업, PBS(Painted Body Storage), 완성품 조립공장의 실제 생산 정보를 입력한다. 그 후 PL소형 부품 도장작업, 창고물류 각 영역별 부품을 준비하고 편성장을 운영한다. 도장 색상, PBS 정보에 따라 표준 작업 장치에 배열하여 시스템에 '배송준비'를 클릭하고, 편성장에서 출발할 때 MES에 도장색상, PBS, 완성품 조립화면에서 '배송완성'을 클릭하여 필요 정보들을 입력한다.

이를 통해 생산계획과에서 월간 완성품 조립 생산계

획을 도입하고, 용접 혼선점에서 입력 조작으로 해당 지점을 지나는 차량은 자동으로 생산계획과 매칭되도록 작업하였다. 도장작업장은 용접혼선점에서 매칭된 결과 메뉴로 생산된 차량정보로 생산을 준비할지 여부를 확인한다. 도장작업장에서 제조 공정을 다루는 전문요원은 실제 통과하는 차량의 색상에 따라 수동으로 색상을 선택한 후 확인 버튼을 클릭하고, 도장작업장은 도장색상확인순서 메뉴정보로 생산을 시작한 부품이 조립완료 여부를 확인하고 배송을 기다린다.

3.3 MES 효과 분석

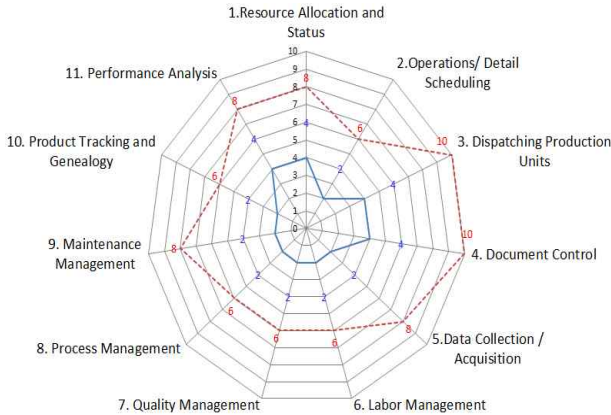
현재 중국 H자동차의 영성기지를 대상으로 12년 1월부터 현재까지 도장작업장의 생산수량 및 평균 리드타임을 분석한 결과는 다음과 같다.



<Figure 6> Production quantity and average lead time for painting workshop

MES를 도입한 후 영성기지의 도장작업장의 생산량을 확인한 결과 생산수량의 경우 현지 공장의 내부 계획에 따라 1월부터 5월까지의 생산량을 늘렸으며 5월 이후 생산량이 감소하다 9월에 증가하는 모습을 보여 주고 있다. 하지만 도장공장의 총소요시간을 생산수량으로 나눈 평균 리드타임은 계속 감소하는 것을 볼 수 있다. 이는 新도장공장에 MES를 도입한 후 생산정보, 작업지시, 배송지시를 실시간으로 파악하고 처리할 수 있어 리드타임을 개선할 수 있었고, 표준 재고량을 감소시킬 수 있는 효과를 볼 수 있다.

또한 현재 중국 H자동차의 영성기지에 MES를 구축한 결과와 MESA International에서 정의한 MES의 기능 모델을 매칭하여 기대효과를 분석해보았다. 다음 그림은 MES 기능 모델을 현재 공장의 MES와 매칭하고 회사 관리자의 의견을 수렴하여 현재 기술 수준의 척도를 반영한 10점 척도로 평가하여 레이다 차트로 분석한 결과이다.



<Figure 7> Matching radar chart of MES functionality of H automobile in chain (Comparison of before and after application of MES)

우선 ③ Dispatching Production Units, ④ Document Control 기능은 현재 중국 H자동차에 적용한 결과 MES 실시간 정보에 의한 부품별 자재공급 강화 및 정물일치 표준화 시행이 상당히 만족할 수준이 기대되어 10점을 부여하였고, ① Resource Allocation and Status, ⑤ 데이터 Collection / Acquisition, ⑨ Maintenance Management, ⑪ Performance Analysis 기능도 공장내 차체, 도장, 조립 공정간 데이터의 흐름 향상과 공장외 삼자물류, 직공물류 업체와도 수행능력도가 향상되는 등 만족할만한 수준이기 때문에 8점을 부여하였다. ② Operations/ Detail Scheduling, ⑥ Labor Management, ⑦ Quality Management, ⑧ Process Management, ⑩ Product Tracking and Genealogy 기능은 현재 구축 중에 있지만 아직 시스템이 완전히 구축되지 않았기 때문에 6점을 부여하였다.

4. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 자동차, 반도체, 전자 등 제조산업 전반에 폭넓게 적용되고 있는 MES를 중국의 H사를 중심으로 적용하고, 효과를 검증하였다.

기존 PL도장 작업장의 생산계획은 계획과 지시가 혼용되어 작업이 이루어졌는데, MES 도입을 통해 도장 차체 색상 정보에 따라 도장 소부품을 배송하고, 정보의 순서에 따라 소부품 소조립 라인에서 표준화 준비 실시할 수 있었다. 또한 MES를 도입함으로써 생산현장에서 생산계획이 아무리 변동되더라도 생산계획과 생산지시가 MES 현장정보로 분리되어 생산이 안정적으로 운영할 수 있게 되었고, PL도장, 창고, 배송을 통합운영할 수 있어 PL도장의 물류 합리화를 이끌어낼 수 있었다. 이를 통해 MES의 생산정보, 작업지시, 배

송지시로 물류개선뿐만 아니라 표준 재고량을 감소시킬 수 있었다.

그러나 중국 H자동차 영성공장의 MES는 완성품 조립 정보 및 도장 정보에 따라 생산지시가 내려지지만, 생산계획에 따라 SAP, BOM(Bill Of Material), MES를 모두 연동하여 공정을 통합하는 방법은 아직 사내에 적용되지 못하였다.

따라서 추후 연구로는 생산계획에 따라 SAP, BOM, MES를 통합하여 창고물류를 최적화할 수 있는 방안을 모색하는 것이 필요하다.

5. 참고 문헌

- [1] Go Sung, "Analysis of major industry and trends of automobile industry in chain", KDB, 2009. 02.
- [2] The Korea Chamber Commerce&Industry, "Report and prospect of automobile market in chain in 2011", Kocham China Biz Information, 2012. 01.
- [3] Jae-Yul Shon, "Construction of Production System for The Automotive Components at Press processes", The Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol 8, No. 3, 2009. 09.
- [4] Woo-Sang Lee, "A Study of Manufacturing Execution Systems Implementation and Expansion : Based on Systemic Electronic Componen", The Graduate School of Management, University of Seoul, 2008. 08.
- [5] Doo-Yong Lee, Jung-Hwan Jang, Sung-Hee Yoo, Chang-Ho Lee, "A Study on the Productivity Increment through Construction of HT8 Management System for Automobile Plant in China ", Journal of the Korea Safety Management and Science vol. 14, no. 1 , 2012. 03.
- [6] Jae-Weon H대, "The Implementation of The Optimum Production Process Management System By The Manufacturing Execution System Solution", The Graduate School of e-Vehicle Technology, University of ULSAN, 2009. 12.

저 자 소 개

이 두 용



인하대학교 산업공학과 학사 취득.
인하대학교 산업공학과 석사 취득.
현재 동 대학원 산업공학과 박사과정 중.
관심분야 : RFID 기반 물류 관리 시스템, SCM, LBS 등

주소: 인천광역시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과

유 성 희



인하대학교 기계공학과 학사 취득.
한양대학교 산업공학과 석사 취득.
인하대학교 산업공학과 박사 취득.
현재 중국 H 자동차 재직 중.
관심분야 : SCM, 경영혁신, 흐름화 공장 제조전략, 공정개선 등

주소: 인천광역시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과

장 청 윤



남서울대학교 산업경영공학과 학사 취득.
인하대학교 산업공학과 석사 취득.
현재 동 대학원 산업공학과 박사과정 중.
관심분야 : SCM, ERP, RFID 관련 물류관리 시스템 개발 등

주소: 인천광역시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과

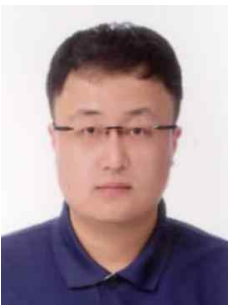
이 창 호



인하대학교 산업공학과 학사 취득.
한국과학기술원 산업공학과 석사, 경영과학과 공학박사 취득.
현재 인하대학교 교수로 재직 중.
관심분야 : 물류, RFID, SCM 등

주소: 인천광역시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과

장 정 환



한라대학교 산업경영공학과 학사 취득.
인하대학교 산업공학과 석사 취득.
현재 동 대학원 산업공학과 박사과정 중.
관심분야 : RFID 관련 물류 관리 시스템 개발, LBS 등

주소: 인천광역시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과