

## NFC를 활용한 압출생산현장의 Bottleneck 개선을 통한 스마트팩토리 구현 연구

임동진, 권규식\*  
전주대학교 탄소융합공학과

### Research on The Implementation of Smart Factories through Bottleneck improvement on extrusion production sites using NFC

Dong-Jin Lim, Kyu-Sik Kwon\*  
Department of Carbon Convergence Engineering, Jeonju University

**요 약** 프로세스 산업 군에 속하는 압출 공정에서도 스마트팩토리 구축의 필요성은 증가하고 있다. 그러나 대부분의 압출 생산 현장에서는 생산방식이 연속적이며, 데이터의 속성이 비정형적이므로 데이터 처리의 어려움을 겪고 있다. 많은 중소기업 공장에서는 데이터 수집을 위해 수기 기록을 주로 하고, 바코드를 많이 활용하고 있다. 생산에 관련된 데이터를 종이양식에 수기 기록하게 되면 별도의 EXCEL프로그램 등에 다시 기록해야 하는 이중 작업을 할 수 밖에 없는 단점이 있다. 바코드는 주로 재고관리에 활용하고 있으며 프린팅을 위한 유지보수 비용이 요구된다. 또한 설치를 완료하면 변경이 어려워 활용성이 낮다고 할 수 있다. 이를 해결하기 위해 데이터의 수기입력이 아닌 NFC 센서를 활용한 방법을 제시하였다. 이를 가능하게하기 위해 공장 내에 인터넷이 가능하도록 무선 네트워크 환경을 구축하였고 생산 공정 프로세스를 분석하고 이를 기반으로 관계형 데이터베이스를 구축하였다. 비접촉 근거리 통신방식(NFC: Near Field Communication, 이하 NFC)을 통한 생산 실적 자료 입력 방법을 연구하였고, EXCEL 프로그램의 피벗 기능을 사용하여 제품 생산 시 발생할 수 있는 품질문제에 대해 쉽고 빠르게 분석하여 원인을 파악하고 조치할 수 있게 하는 분석 방법을 구현하였다. 결과적으로 NFC 기능을 활용한 데이터 입력이 자동화되었으며, 작업자의 데이터 처리 시간 감소라는 정량적 효과를 얻게 되었다. 또한 입력된 데이터를 활용하여 품질 문제로 인한 Bottleneck이 개선된 사례를 제시하고자 한다.

**Abstract** For extrusion processes in the process industry, the need to build smart factories is increasing. However, in most extrusion production sites, the production method is continuous, and because the properties of the data are undeeds, it is difficult to process the data. In order to solve this problem, we present a methodology utilizing a near field communication (NFC) sensor rather than water-based data entry. To this end, a wireless network environment was built, and a data management method was designed. A non-contact NFC method was studied for the production performance-data input method, and an analysis method was implemented using the pivot function of the Excel program. As a result, data input using NFC was automated, obtaining a quantitative effect from reducing the operator's data processing time. In addition, using the input data, we present a case where a bottleneck is improved due to quality problems.

**Keywords** : Smart Factory, Process Industry, Extrusion, NFC, Excel

---

\*Corresponding Author : Kyu-Sik Kwon(Jeonju Univ.)

email: kskwon@jj.ac.kr

Received November 10, 2020

Accepted February 5, 2021

Revised December 23, 2020

Published February 28, 2021

## 1. 서론

최근 제조업 분야에서는 스마트팩토리에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 스마트팩토리란 기획, 설계, 생산, 유통, 판매 등 전 과정을 정보통신기술(ICT: Information&Communication Technology, 이하 ICT)을 기반으로 제조 전 과정을 자동화·지능화하여, 최소의 비용 및 시간으로 제품을 생산하는 고객 맞춤형, 미래형 공장이다[1]. 공장 내 설비와 기계에 설치된 센서를 통해 데이터가 실시간으로 수집·분석되어 공장 내 모든 상황들이 일목요연하게 보이고, 이를 분석해 목적된 바에 따라 스스로 제어할 수 있는 공장이다. 제조사들은 스마트팩토리 구축을 통한 이익의 실현, 안전성 향상, 체계적이고 합리적인 의사결정을 하고자 하며 인건비, 재료비 등 높아진 제조원가를 스마트팩토리 구축을 통해 보상받 고자 하고 있다[1].

프로세스 산업 군에서 스마트팩토리 구축의 필요성은 증가하고 있다. 프로세스 산업이란 제조설비를 갖추어 놓고 연속적으로 제조설비를 가동함으로써 다량의 가공품이 연속적으로 생산되는 산업 군을 말한다. 대표적인 업종 분야로는 시멘트, 광업, 펄프 및 제지, 철강, 폐기물 및 재활용, 석유 및 가스, 전력산업, 압출 산업 등이 있다. 프로세스 산업 군의 특징은 대체적으로 대형화, 비정형화된 생산 공정을 가지고 있다[2].

본 연구는 압출 공정 생산 실적 데이터 처리의 문제점을 해결하기 위해 다음과 같은 목적을 가진다. 첫 번째로 생산 시 발생하는 데이터를 종이 문서에 수기 기록함으로써 데이터의 분석 및 활용이 어려우며, 또한 입력된 데이터를 정보화하기 위해서는 이를 다시 EXCEL 프로그램 등에 재입력해야 하는 불필요한 업무를 해결하고자 함이다. 두 번째로 압출 공정 제품 특성상 바코드 등을 붙여 활용하기 어려우므로 보다 쉽게, 효율적으로 데이터를 입력하고, 저장하여 활용할 수 있는 새로운 방법론을 찾고자 하는 것이다. 마지막으로 여러 사람이 동일한 데이터를 이중으로 입력하는 것을 막고 빠르게 데이터를 입력하여 이를 통해 업무의 편리성을 증가시키려는 것이다.

선행연구 고찰을 통해 스마트팩토리의 세계적인 현황과 국내의 실정을 소개하고자 한다. 특히 데이터 입력 방법으로 제시한 NFC를 스마트팩토리 구축에 활용한 사례를 검토하고, NFC의 정의와 기능, 주요 활용처를 소개하고자 한다. 또한 압출 제조공장에서 스마트팩토리 구축을 위해 요구되는 환경 구축 사항을 소개한다. 설계 과정의 주요내용은 업무분석, 데이터베이스(DB: Data Base, 이

하 DB) 및 NFC 시스템 설계 연구 등이다. 설계 이후 구현 및 활용사항을 소개하며, 주요 내용은 NFC를 통한 생산 실적 자료 입력 방법 구현하고 저장된 데이터를 EXCEL 프로그램을 통해 병목현상을 개선했던 사례를 제시한다. 이후 스마트팩토리 구축 목적의 한 요소인 편리성 측면에서 연구의 효과를 검증하였다. 결론에서는 연구의 효과 및 연구의 의의를 돌아보며, 본 연구가 제조 현장 미치는 공헌 및 영향, 향후 연구방향을 제시하고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1 선행연구 고찰

기존 연구에서 스마트팩토리의 개념, 구축 필요성, 기대효과 등은 연구되었으나, 스마트팩토리 구축의 완성도를 높이기 위해서는 표준화, 복잡한 시스템 관리, 통신 인프라 정비, 안전과 보안 등의 요소를 선행적으로 해결해야 함을 알 수 있다[1]. 세계적으로 스마트팩토리 구축은 확산 추세에 있고, 국내 기업은 구축의 필요성은 인지하고 있으나, 관련 기술은 글로벌기업에 비해 미흡한 상황이다[3]. 정부에서는 스마트팩토리 확산을 위해 정책을 제시하고 시행하고 있으나, 그 도입 수준은 선진국과 비교하면 낮은 실정이며, 현실적인 새로운 방안 제시는 미흡하다고 할 수 있다[3]. LS산전, 포스코 등은 기업의 특성에 부합하는 차별적인 스마트팩토리 전략을 구상하여 비교적 성공적인 결과를 내놓고 있다[4]. 그러나 중소기업에서 높은 수준의 스마트팩토리 구축은 기대하기 어려우며, NFC를 활용한 사례는 주로 결제, 보안, 인증, 출결 등에 활용 사례가 다수 검토되었으나, NFC를 제조업의 생산 공장 운영에 활용한 사례연구는 국내의 연구를 검토한 사례가 거의 없음을 확인되었다.

### 2.2 NFC

프로세스 산업 군의 제품은 비정형화의 특성이 있어 바코드 활용이 어렵다. NFC는 이에 대한 대안이 될 수 있다. NFC는 2002년 일본 소니와 네덜란드 NXP 반도체가 공동 개발하였다.

13.56MHz 대역 비접촉 근거리 무선 통신 기술로서 10cm 이내의 가까운 거리에서 다양한 무선 데이터를 주고받을 수 있는 양방향 무선태그 기술로 스마트폰과 같은 모바일 단말 간의 근거리 데이터 통신이 가능하도록 할 뿐만 아니라 비접촉식 스마트카드 기술 및 RFID와의

상호 호환성을 제공한다[5].

NFC의 주요 기능은 첫째 스마트폰의 특정 설정을 바꾸는 기능이다. 두 번째로는 특정 정보를 기록해 두고 있다가 가까이 근접한 스마트폰이 정보를 읽어 출력하게 할 수 있는 기능이다. 세 번째로는 특정 애플리케이션을 실행하는 기능이다. NFC의 주요 활용처는 지하철 결제용 교통카드, 신용카드 등에 보편적으로 활용되고 있다. 또한 모바일 결제, 액세스 제어, 티켓팅, 데이터 공유, 광고에 이르기까지 광범위하게 활용된다[6].

### 2.3 스마트팩토리 구현을 위한 기본 환경 구축

NFC 데이터 입력을 위해 무선 통신이 가능한 인터넷 네트워크 환경을 구축하였다. 공장 내부에 네트워크 허브와 무선공유기를 구축하였으며, 설비에서 제공하는 정보를 TCP/IP를 통하여 중앙제어 콘솔과 게이트웨이 서버로 정보를 이송하는 플랫폼과, 모바일과 태그 등을 이용한 정보 취득 플랫폼을 구성하였다. 서버는 임대하여 사용하였다.

Fig. 1과 같이 소프트웨어를 구성하였다. 상위 애플리케이션은 제조실행시스템(MES: Manufacturing Execution System, 이하 MES)이며, 하위 애플리케이션은 생산관리 시스템, 재고관리 시스템, 구매 시스템, 물류 시스템으로 구성하였다. Fig 1의 우측 그림은 직접 개발한 분석프로그램의 모습이다. 생산 계획 대비 실적 분석, 근태 현황 분석, 재고회전을 분석, 품질 불량 내용 분석, 출고 현황 분석을 나타낸다. EXCEL 프로그램의 분석 툴 등을 사용하도록 구성하였다.

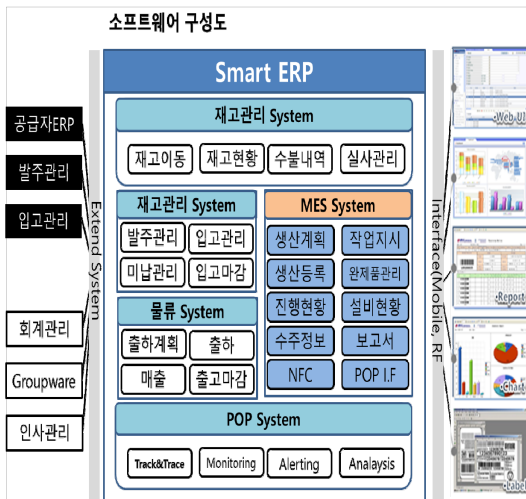


Fig. 1. Software Composition Diagram of K Corporation

### 2.4 업무 흐름 분석

DB 설계를 위해 Fig. 2와 같이 전체 업무 프로세스를 분석하고 업무 흐름도를 도식화하였다.

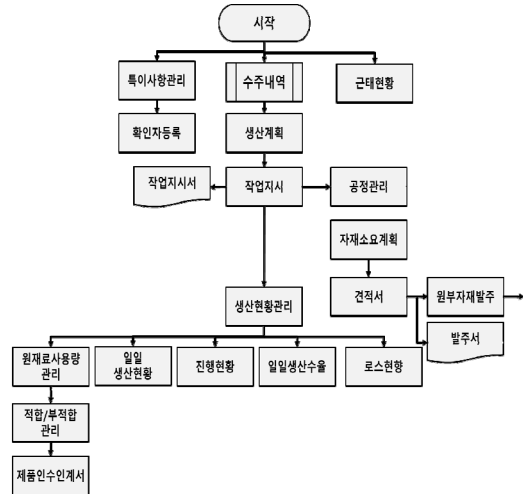


Fig. 2. Total Work Flowchart of Product Management

Fig. 2의 요지는 다음과 같다. 고객으로부터 주문을 받아 생산부에 전달하면 생산부는 생산계획을 세워 작업을 지시한다. 이후 공정관리 계획과 자재 소요계획으로 이어진다. 생산을 시작하고 생산 현황관리를 진행하게 된다. 생산 현황관리는 원재료의 사용량 관리, 일일 생산 현황, 진척도, 일일 생산 투입량 대비 완성품 비율, 불량 현황 등의 업무로 이어지며 이후 재고관리로 연결되게 된다.

업무 흐름도를 구성한 후 부서별로 업무를 연계하여 Fig. 3과 같은 분류체계를 구축하였다.

설정	영업	구매/발주	생산	재고	인원
거래처관리	수주등록	원자재발주	작업계획	실사재고업로드	인사관리
제품코드관리	수주진행현황	외주/상품발주관리	공정별지시	재고조정관리	식수관리
제품이력	수주현황	부자재발주	공정별생산실적	재고수물집계표	근무스케줄
제품단가업로드	수주집계표	발주서관리	완제품입고		
부속품등록	입고관리		작업계획대비실적		
부자재관리	기타입고관리		생산현황모니터링		
창고관리	입고내역		공정별자료조회		
공정관리	거래처별입고현황		공정별그래프		
설비관리	거래처별집계표		일보		
품목별분류			대쉬보드		

Fig. 3. Business Classification System

Fig. 3은 작업계획, 공정별 작업지시, 생산 가동, 생산 실적 입력으로 프로세스가 구성되어 있음을 보여준다.

## 2.5 설계

### 2.5.1 DB 설계

생산실적 입력을 위해 DB 설계를 하였다. 분석된 업무의 정보 요소들을 찾아내어 업무적으로 연관된 요소들을 그룹화하였다. 그룹화 한 요소들의 집합을 하나의 DB 테이블로 이름을 부여하여 '엔티티'를 구성하였다. 기본 키(Primary key) 및 외래 키(foreign key)를 부여하였다. 각 칼럼의 데이터의 유형을 정의하였고, null 여부를 적용하였다[7].

전체적인 E-R 다이어그램의 모습은 Fig. 4와 같다.

생성된 DB 테이블의 기본 키를 중심으로 연결하여 관계(Relational) 형 DB로 설계하였다[7]. DB 테이블의 속성(열 or 필드) 이름과 데이터의 유형을 정의하였으며 각각의 테이블을 관계형으로 연결하였다.[4]

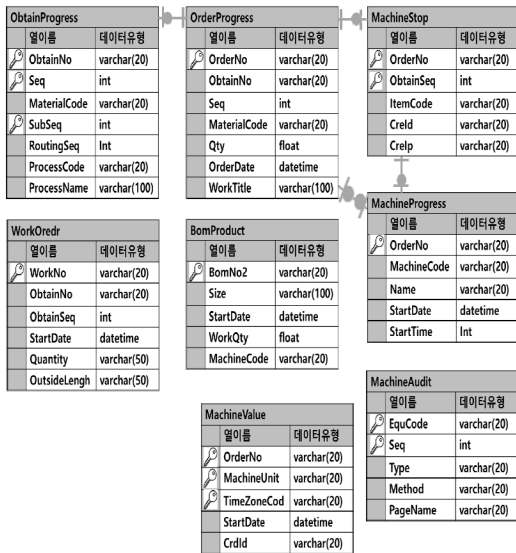


Fig. 4. Production Performance Input DB ERD

이후 수주 확정 DB 테이블, 작업지시 DB 테이블, 생산실적 입력 DB 테이블, 생산설비 정보 입력 DB 테이블을 관계형 DB로 설계하였다.

### 2.5.2 NFC 시스템 설계

본 연구에 활용한 NFC의 통신 모드는 Fig. 5와 같다.

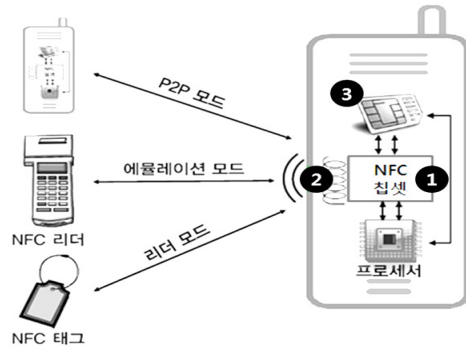


Fig. 5. NFC communication mode [5]

NFC 칩셋은 모바일 장비에 내장되어 있다. 리더 모드는 비접촉식 모드로써 NFC 포럼에서 정의한 형식으로 데이터를 전송하는 방식이다[5]. 본 연구에서 사용한 생산실적 입력 방식은 리더 모드를 사용하였다.

NFC, MES, DB 서버를 연계하여 Fig. 6과 같이 시스템을 설계하였다.

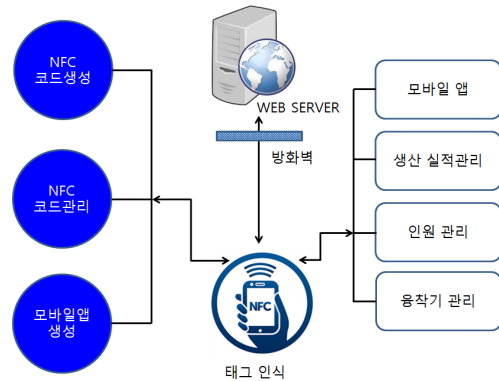


Fig. 6. NFC Operating System

NFC를 활용하기 위해 NFC 코드 생성하고 관리할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 프로그램은 NFC 순번 생성 및 폐기 관리 등을 하게 된다. 생산실적을 입력하는 방법은 다음과 같다.

- 1) NFC 스티커에 태깅을 하면 생산실적 입력 포맷이 모바일에서 실행된다.
- 2) 실행된 앱은 미리 세워둔 생산계획이 자동으로 호출되며 기록사항은 Key In으로 입력될 수 있도록 제작되었다.
- 3) Key In을 통해 데이터 입력 후 저장하면 데이터가 방화벽과 게이트웨이 서버를 통해 DB 서버에 DB

테이블 형태로 저장된다.

- 4) 모바일 앱과 MES 프로그램은 상호 연동되어 동기화되도록 동작한다.

### 2.6 NFC를 활용한 생산 실적 정보 구현 및 활용

생산실적 정보를 만들고 활용하기 위해 DB와 프로그램을 개발하였다. 또한 NFC를 활용한 데이터 입력 모듈을 구현하였다. 서버에 입력된 데이터를 가져오기 위해 EXCEL 프로그램에서 제공하는 외부 데이터 가져오기 방법을 사용하였다.

#### 2.6.1 NFC를 통한 입력 방법 설계 및 구현

NFC 태그는 태깅을 통해 해당 애플리케이션이 실행되게 된다. NFC 태그는 태깅 시 해당 인터넷 URL로 연결해 주는 기능이 있다. NFC 태그에 생산 등록 이름을 부여한 후 태블릿 PC나, 스마트폰에 내재된 NFC 리더기에 NFC 태그를 태깅 하면 입력 폼이 URL로 연결되도록 프로그래밍하였다.

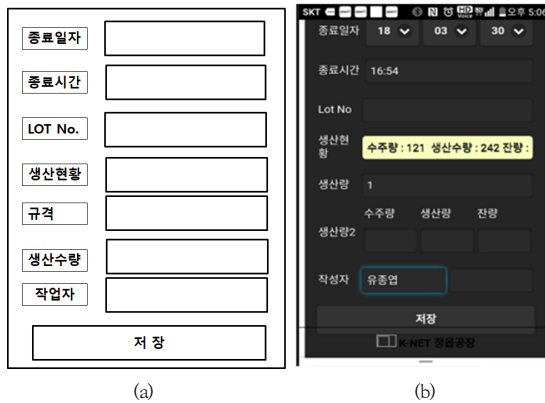


Fig. 7. Production Quantity Input Mobile Screen  
(a) Designed form (b) Actual screen view

Fig. 7에서와 같은 입력양식이 화면에 표시되며, 생산 오더 번호와 제품명이 일치된 경우 생산 수량을 입력하고 저장하면 외부 서버에 저장된 후 모바일과 MES 프로그램에서 확인이 가능하게 된다.

Fig. 8은 제품검사 설계양식과 모바일에서 사용한 제품검사 결과에 대한 실제 모습이다.

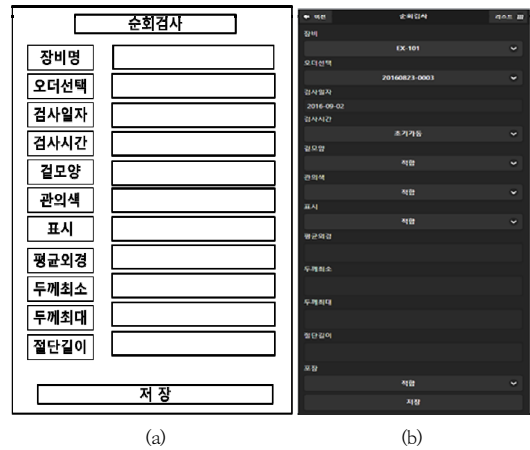


Fig. 8. Inspection Record Screen Implementation  
(a) Designed form (b) Actual screen view

작업자는 NFC 입력 화면을 통해 작업지시를 받은 후 제품 생산 과정 중 검사 결과를 입력하게 된다.

이와 같은 방법으로 부적합 수량 등도 입력하였다.

Fig. 9는 압출 작업 환경을 고려하여 실제 사용한 스티커 형태의 NFC 태그와 태깅 방법을 나타내고 있다.



Fig. 9. NFC Stickers and Tagging

Fig. 9는 태깅 시 입력양식을 구현한 모습이다.

각각의 태그는 설비의 시작, 중지, 종료 입력, 생산실적 등록 입력, 부적합 관리 입력, 공정관리 입력, 검사 관리 입력 등을 위한 것이다.

Fig. 10은 모바일로 입력된 데이터를 MES프로그램에서 입력 여부를 확인할 수 있는 화면이다.

시작	재품명	종류	규격	설비명	작업자	근무조	LotNo	생산물인원	생산수량	실제수량	시작일자	시작시간
#ICT..._MT.PC(R)	1470	베강	EX-107	유동압	주진호	180301 TG		1540	12	0	2018-03-01	08:00
#ICT..._MT.PC(R)	1470	심층굴	EX-107	유동압	주진호	180301 TG		1540	4	0	2018-03-01	08:00
#ICT..._MT.PC(R)	1470	심층굴	EX-107	유시압	이진호	180301 TG		1530	20	0	2018-03-01	20:00
#ICT..._MT.PC(R)	1470	노출	EX-109	복주압	주진호	180301 TG		1540	16	0	2018-03-01	08:00
#ICT..._MT.PC(R)	1470	노출	EX-109	유동압	이진호	180301 TG		1530	16	0	2018-03-01	20:00
#ICT..._MT.PC(R)	1470	노출	EX-110	유동압	주진호	180301 TG		1540	18	0	2018-03-01	08:00
								10570				

Fig. 10. NFC Input Result Confirmation

2.6.2 분석 및 활용

본 연구에서는 EXCEL 프로그램의 외부 데이터 가져오기와 피벗테이블을 사용하여 특정 생산설비의 생산실적이 미달된 원인, 즉 보틀넥이 무엇인지 분석하였다[8].

Fig.11은 서버에 입력된 데이터를 개인 PC로 내려받아 표 변환 후 피벗테이블로 변경하면 다음과 같이 피벗테이블로 연결된다.

생산일	합계 : 생산량	합계 : 생산량 미달	합계 : 목표
18/3/1	18	#VALUE!	18
18/3/2	20	#VALUE!	20
18/3/3	15	#VALUE!	15
18/3/5	9	#VALUE!	9
18/3/6	10	#VALUE!	10
18/3/7	14	#VALUE!	14
18/3/8	11	#VALUE!	11
18/3/9	10	#VALUE!	10
18/3/10	11	#VALUE!	11
18/3/14	1	#VALUE!	1
18/3/15	24	#VALUE!	24
18/3/16	7	#VALUE!	7
18/3/23	22	#VALUE!	22
18/3/27	8	#VALUE!	8
18/3/28	10	#VALUE!	10
18/3/30	7	#VALUE!	7
<b>총합계</b>	<b>197</b>	<b>#VALUE!</b>	<b>197</b>

Fig. 11. Pivot Table Transform [8]

해당 피벗테이블은 다양하게 활용될 수 있으며, 정보를 분석하여 다양하게 시각화할 수 있다. 또한 스마트팩토리의 최종 단계인 인공지능화로 가기 위한 기본 알고리즘을 제시하고자 한다.

Fig. 12에서는 생산실적 미달성 원인 분석 알고리즘을 보여준다.

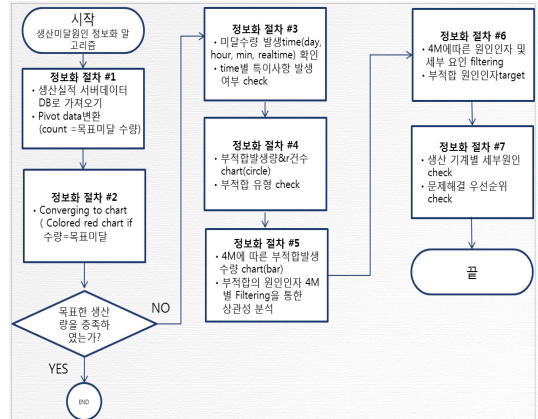


Fig. 12. Cause Analysis Algorithm

알고리즘에 대한 설명은 다음의 단계별 구분에 따른다.

- 단계 1 : Excel 프로그램의 외부 데이터 가져오기 기능으로 데이터를 불러와 피벗테이블로 변환한다. 계산 필드를 이용하여 '목표 수량-실제 수량' 값을 '미달 수량' 필드로 생성한다.
- 단계 2 : 단계 1에서 생성한 피벗을 막대그래프로 변환하고, '미달 수량' 필드는 적색 막대로 표시하여 가시성을 높인다.
- 단계 3 : 단계 2의 '미달 수량'이 발생한 경우 그때의 시간, 일자를 구분하여 해당 시간에 특이사항을 확인한다.
- 단계 4 : 설비별 미달 수량을 확인한다.
- 단계 5 : 4M 별 부적합 발생 수량을 확인한다.
- 단계 6 : 4M 별 세부 요인을 확인한다.
- 단계 7 : 요인별 해결점을 도출한다. 데이터를 활용하여 관리할 수 있는 요소들을 발견한다.

다음은 알고리즘에 따라 EXCEL 피벗과 차트를 통해 분석한 화면을 소개하고자 한다. Fig. 13에서 생산계획의 목표를 달성한 일자의 그래프는 파란색을 보이지만, 미달성한 날에는 빨간색으로 표시되도록 구축하였다.

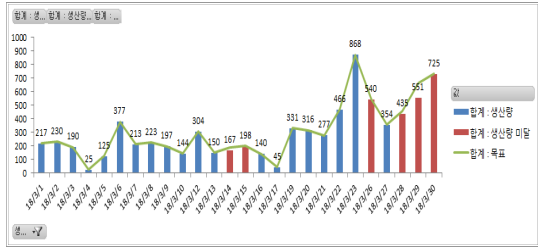


Fig. 13. Chart Transformation Appearance

Fig. 13에서와 같이 생산 계획의 목표를 달성한 일자의 그래프는 파란색, 미달성한 날에는 빨간색으로 표시하였다. 이를 EXCEL 프로그램에서 제공하는 ‘슬라이서’ 기능으로 단 몇 번의 클릭으로 간단하게 증별 하였다.

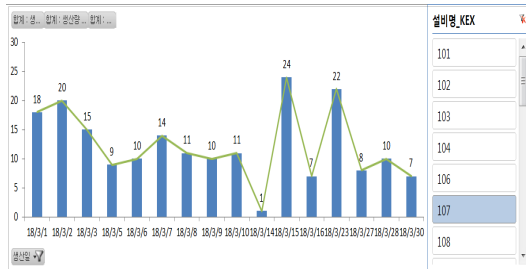


Fig. 14. Performance Graphs for Targets in Unit 107

Fig. 14의 우측에서 볼 수 있는 박스가 ‘슬라이서’이며, 데이터를 증별 하는데 매우 효과적인 툴이다. 107호기는 계획 대비 달성을 이루며 생산이 진행되었음을 한눈에 알 수 있다.

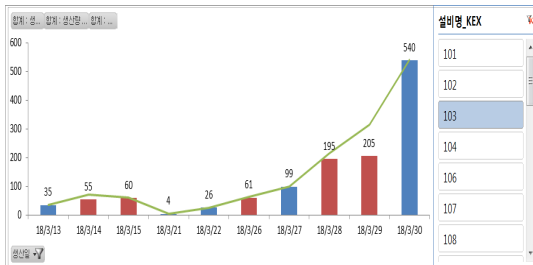


Fig. 15. Performance Graphs for Targets in Unit 103

Fig. 15에서는 슬라이서 기능을 통해 증별 한 결과 103호기는 계획 목표 대비 실적을 부분적으로 달성하지 못하고 있음을 한눈에 파악할 수 있다. 이후 달성도 확인 결과 Fig. 16과 같이 총 8번의 목표 미달성이 발생하였음을 알 수 있다.

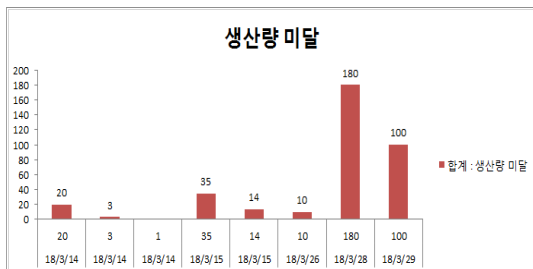


Fig. 16. Performance Graphs for Targets in Unit 103

Fig. 17에서 103호기는 총 5번의 설비 고장을 일으켰고, 압출기 베어링은 15일에 거쳐 2번에 걸쳐 고장이 발생했음을 알 수 있다.

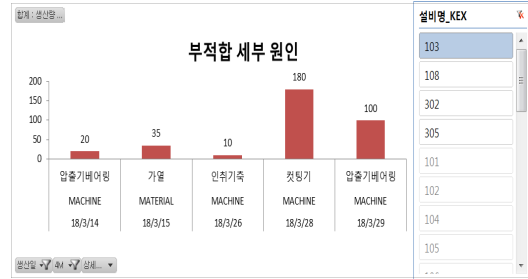


Fig. 17. Underachieving Major Facility Name

정상적인 상태에서 일어나는 압출기베어링의 MTBF (Mean Time Between Failures)는 그림과 같이 ‘15일’이다. 프로세스 산업 군에서 설비보전은 매우 중요하기 때문에 설비 및 소모품에 대한 수명주기 관리가 필요하다. 제품 수명주기를 알면 스마트팩토리 시스템에서 설비 교체 시기를 관리자에게 문자메시지 또는 e-mailing을 통해 설비 교체 시기를 인지할 수 있게 한다. 이는 생산성을 향상시키며, 불량률을 감소하고 작업 효율을 매우 높게 된다.

## 2.7 검증

스마트팩토리의 구현은 데이터의 활용성, 업무의 정확성, 편리성 증가 등의 성과를 가져오게 되었다. 업무의 편리성 측면의 관점에서 NFC 입력을 통해 관리자 중심에서 현장 작업자 중심의 시스템으로 변화되었다. 본 연구는 업무처리시간 절감이라는 관점에서 연구 성과를 검증하였다.

스마트팩토리 도입 전에는 생산 일보 관리를 위해 해당 생산 작업자는 매일 약 23.4분 동안 생산 입력을 위해 업무시간이 소요하였다. 또한 관리자는 입력된 자료를 검토·점검 후 일보 양식을 작성하는 업무는 약 53.1분에 달하는 업무시간을 할애하였다. 도입 후 결과는 생산 작업자는 5.3분, 관리자는 15.7분의 업무시간 단축이라는 결과를 얻게 되었다. 도입 전, 후 데이터의 분포는 정규성 검정을 통해 정규분포를 따름을 확인하였다.

작업자는 모바일 입력을 진행하게 되므로 입력시간을 획기적으로 단축하였고 관리자 또한 양식의 자동화 등을 실시하여 업무시간을 단축하였다. Fig. 18의 상자 수염 그림을 통해 연구 성과를 확인 할 수 있다.

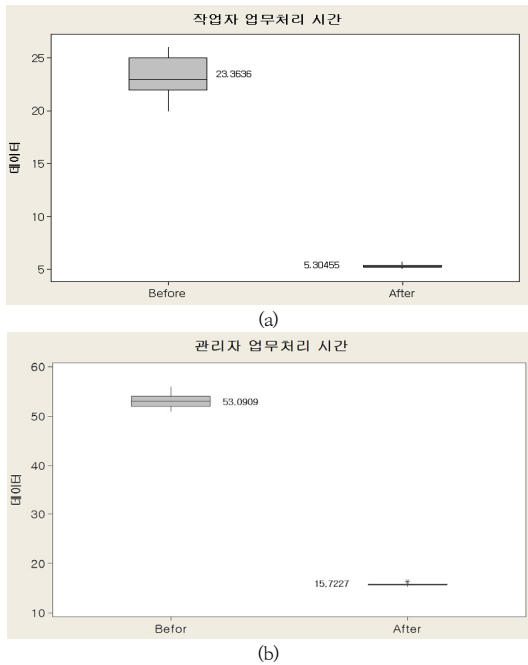


Fig. 18. Pre- and Post-Work Time Boxplot  
(a) Worker processing time (b) Manager processing time

Table 1. 은 스마트팩토리 도입 전후의 기초 통계량 분석표이다.

Table 1. Statistic analysis of before and after work processing time

Object of Measurement		Mean Time (min)	Statistic
Processing Time	Worker	Before: 23.3 After :5.3	t : -479 p: 0.000
	Manager	Before: 53.1 After: 15.7	t : -733.6 p: 0.000

Table 1. 과 같이 가설검정을 실시하였다. 작업자와 관리자 업무처리 평균 시간에 대해 두 집단의 평균치를 검정하는데 많이 사용하는 t검정을 실시하였다. '귀무가설(H<sub>0</sub>)은 업무처리시간이 같거나 크다', '대립가설(H<sub>1</sub>)은 업무처리시간이 작다'로 가설을 세웠다. 공통적으로 검정 결과 통계량 t와 p값은 Table. 1과 같이 나타났으며, 판정 결과 H<sub>0</sub> 기각, H<sub>1</sub> 채택을 하였고 이를 통해 업무처리 시간이 줄어든 것으로 검정 완료하였다. 결론적으로 업무의 편리성 증가를 가져왔다고 할 수 있다[10].

### 3. 결론

본 연구에서는 NFC를 이용하여 경제적, 효율적으로 ICT를 활용한 방법론을 소개하였다. 본 연구의 결과를 바탕으로 다음과 같은 결론에 도달할 수 있다.

- 1) 제조 현장에서 낭비의 요소인 데이터 처리에 대한 이중 작업이 감소하였으며 데이터의 처리 및 관리에 소요되는 시간이 감소하는 효과가 있었다.
- 2) 데이터의 정보화, 분석, 지능화 구현에서 외부 데이터 서버를 활용하고, 쉽게 접근이 가능한 EXCEL 프로그램을 활용한 것은 효율적인 방법론이며, 향후 본 논문에서 제안한 분석방법을 프로그램으로 전환하여 사용이 가능하다.
- 3) 생산 실적을 분석하여 품질 불량에 의한 Bottleneck 개선에 활용하는 방법론을 제시하였고, 향후 이를 활용하여 지능화 단계로 나아가는 데에 도움이 되었다고 사료된다.
- 4) 바코드 또는 개인휴대정보단말기(일명 PDA) 등은 비교적 고가이며 비정형화된 데이터를 처리하는 업종에서는 사용상 제약이 따른다. 본 연구의 NFC를 활용한 데이터 입력 방법은 저비용으로 구축할 수 있으며 사용 목적에 맞게 쉽게 변형하여 사용할 수 있다. 또한 기존 제조 현장에 사용하지 않았던 새롭고 유용한 데이터 입력 방법을 제시하였다. 이는 생산실적 입력에 국한되지 않고 기존에 수작업을 통해 관리되던 재고관리, 상품관리, 품질관리 등의 모든 제조 현장의 다양한 방면에서 활용 가능하며 궁극적으로 제조현장에서 입력방법에 대해 수작업이 아닌 자동 입력방법으로 정확성 및 편리성이 증가할 것으로 사료된다.

향후 연구사항으로는 NFC 센싱을 통한 자동화 연구와 다양한 인공지능 기법을 활용할 수 있는 연구가 필요할 것이다. NFC, 바코드 등을 통해 얻어진 데이터와 PLC에서 입력되는 데이터의 혼합 연구 또한 필요하다. 공장 내 각 부서에서 수집된 데이터를 MES를 통해 취합하고 분석하여 새로운 분석 모델을 만들어야 한다. 본 연구를 기반으로 스마트팩토링의 새로운 가치를 창조할 수 있을 것으로 기대한다.

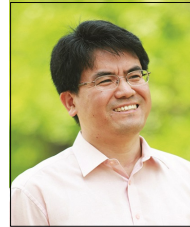


## References

- [1] K. S. Lee, *Study on Manufacturing Innovation through Smart Factory*, Master's Thesis, Hansung University, Korea, pp.9-13, 2016.
- [2] K. C. Yeom, *Industrial Engineer Quality Management*, Sungandang, 2011, pp. part6 7-15
- [3] Y. J. Lee, *Implications for Overseas Smart Factories in Korea*, Institute for International Trade, Korea, pp 1-5, 2017
- [4] K. S. Jang, *Trend of Smart Factory at Home and Abroad*, KB Knowledge Vitamin 2017-37, pp10-13, 2017
- [5] H. S. Cho *Test Performance Improvement of NFC Interoperability Test with Automation Test Environment*, Master's Thesis, Hanyang University, Korea, pp. 3-5, 2016
- [6] S. J. Chang, *NFC Related Technology Trends*, Weekly Technology Trend, Institute for Information & communication Technology Planning & evaluation, Korea, pp 3, 2014
- [7] K. C. Kim, Y. J. Sung, J. S. Min, *Database to Hold Concepts*, Ehanmedia, 2011, pp. 34-71
- [8] Y. S. Choi, H. S. Byeon, *Using SQL Server Linked Excel Database*, Miju, 2015, pp. 41-75
- [9] Y. T. Park, *Quality Management*, Korea Standard Association Media, 2017, pp. 296-298
- [10] S. H. Park, Y. H. Park *Statistical Quality Control*, MINYOUNGSA, 2013, pp. 202-206

권 규 식(Kyu-Sik Kwon)

[정회원]



- 1987년 2월 : 고려대학교 산업공학과 (공학석사)
- 1994년 2월 : 고려대학교 산업공학과 (공학박사)
- 1995년 3월 ~ 현재 : 전주대학교 산업공학과 교수

<관심분야>

인간공학, 감성공학, 인간-기계 시스템, 탄소융합공학

임 동 진(Dong-Jin Lim)

[정회원]



- 2018년 8월 : 전북대학교 산업대학원 산업공학과 (공학석사)
- 2020년 8월 : 전주대학교 대학원 탄소융합공학과 (박사과정)
- 2020년 1월 ~ 현재 : ㈜가온셀 품질보증 팀장

<관심분야>

연료전지시스템 신뢰성보증, 탄소융합공학, 품질표준화