

빅데이터 분석 적용을 통한 공정 최적화 사례연구: LCD 공정 품질분석을 중심으로

박종태* · 이상곤**

A Case Study on Product Production Process Optimization using Big Data Analysis: Focusing on the Quality Management of LCD Production

Jong Tae Park* · Sang Kon Lee**

■ Abstract ■

Recently, interest in smart factories is increasing. Investments to improve intelligence/automation are also being made continuously in manufacturing plants. Facility automation based on sensor data collection is now essential. In addition, we are operating our factories based on data generated in all areas of production, including production management, facility operation, and quality management, and an integrated standard information system.

When producing LCD polarizer products, it is most important to link trace information between data generated by individual production processes. All systems involved in production must ensure that there is no data loss and data integrity is ensured. The large-capacity data collected from individual systems is composed of key values linked to each other. A real-time quality analysis processing system based on connected integrated system data is required. In this study, large-capacity data collection, storage, integration and loss prevention methods were presented for optimization of LCD polarizer production. The identification Risk model of inspection products can be added, and the applicable product model is designed to be continuously expanded. A quality inspection and analysis system that maximizes the yield rate was designed by using the final inspection image of the product using big data technology. In the case of products that are predefined as analysable products, it is designed to be verified with the big data knn analysis model, and individual analysis results are continuously applied to the actual production site to operate in a virtuous cycle structure. Production Optimization was performed by applying it to the currently produced LCD polarizer production line.

Keyword : Production Management, Quality Analysis, Big Data Technologies, Large-Capacity Data

1. 서 론

LCD 편광판 필름을 만드는 국내 제조회사는 2000년대 초반부터 지속해서 비전검사기를 도입하고 있으며(디스플레이뱅크, 2013), 수작업 육안검사를 줄이기 위해 도입된 비전검사기 시스템과 기존 생산 운영시스템과의 연결성 강화를 위해 도입 이후 최종 검사판정 전 검사데이터 분석/관리 개선작업이 진행되고 있다.

LCD 편광판 필름 생산시 발생하는 불량은 실오라기, 엠보싱, 쿠닉, 이물, 색변, 들뜸 등이 있다. 검사원들의 단순한 반복 백라이트 검사 작업이 많고, 검사시 장시간 집중해야 하는 일이 대부분이어서 불량제품 검출률이 낮다. 이에 최종 양품출하를 위한 자동비전검사 진행시 불량 자동 마킹 이미지 데이터를 활용하여 양품을 사전에 판단하려는 개선작업이 지속해서 이뤄지고 있다. 대부분의 LCD 편광판 최종 검사 실적 중 전체 불량률의 50% 이상이 자동비전검사기를 통해서 검출되며 주요 불량으로 확인된다. 특히, RTP(Roll to Panel)공정은 별도의 검사원 육안검사 없이 불량 자동 마킹 위치 정보만(x, y)을 가지고 LCD Panel에 직접 부착하는 방식으로 제품을 생산하고 있다. 이에 자동비전검사기 데이터를 활용한 최종 제품의 양품률을 높일 수 있는 품질분석 시스템 도입 Needs가 증가하고 있으나, 데이터의 성격이 비정형 이미지 데이터이고, 통합된 정형 데이터 규모가 대용량이어서 수집/저장/분석하기 어렵다. 추가로 생산 데이터, 설비 데이터, 품질 데이터 등 다양한 데이터를 하나의 통합데이터 시스템에서 수집하여 연결고리(key value)가 있도록 구성하여 병합하고 대용량데이터를 실시간 분석해야 한다. 비전검사기 시스템 내에 불량 종류별 선별기능 등 개별정보로 구성되고, 여러 단일 기능이 통합된 대용량데이터 수집, 저장, 분석 등의 전체적인 기능을 갖는 전용 재단 이미지 Simulation 분석 프로그램이나 시스템은 없는 게 현실이다.

본 시스템은 이러한 각각의 용도로 운영되고 있는 시스템에서 대용량데이터를 수집, 통합하고 데이터

유실 방지와 재전송을 위한 기능을 추가하고 최종 통합된 시스템에서 검사 이미지 데이터와 마킹 불량 위치 정보(x, y)를 분석하여 최선의 생산성과 비용 낭비를 막기 위해 RTP 양품 부위 사용을 최대화하는 방안을 찾고자 한다. 개선시스템이 최적화 가능 제품으로 사전 빅데이터 knn 분석모델로 검증되도록 하고 개별 분석 결과가 지속해서 실제 생산현장에 적용되어 선순환 구조로 제조 운영업무 프로세스로 정착되어 선제적인 생산운영 알림기능을 제공하고 향후 Q-cost 개선에 도움이 되도록 구성하려고 한다.

2. 관련 연구

2.1 통계적 공정 관리

SPC(Statistical Process Control)는 품질 프로세스(Quality Process)를 분석하여, 불량품을 선별하기보다는 불량품 생산과 제품의 산포 원인을 사전 예측하고 공정 개선 추구하는 현장의 품질향상 관리 기법이다(박성현, 2005). 즉, 제조생산현장의 데이터를 SPC 기법을 이용하면 불량 원인 발견이 쉬워지며 공정의 일반적인 상태를 감시할 수 있고, 원재료 투입부터 최종 완제품의 품질검사까지 적용하여 합리적인 결정을 할 수 있도록 도와주는 기능을 수행한다. SPC에서는 공정능력분석을 위하여 단기/장기의 공정능력지수(Process Capability Index)들이 이용된다. 공정 능력(Process Capability)이란 공정이 관리상태에 있을 때 그 공정이 얼마나 일관성을 유지할 수 있는가를 나타내는 고유의 능력이다(Cheong, 2015).

최근에는 대용량데이터 수집 및 저장, 처리 분석 기술의 발전으로 생산 현장의 데이터를 샘플링하지 않고 전수 데이터를 기반으로 빅데이터 분석 기법을 적용하여 공정관리를 더욱더 강화하고 있다(Korea Database Agency, 2014).

2.2 비전 기술

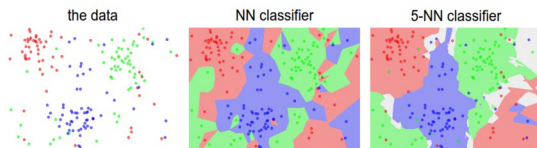
비전 기술을 이용한 부품의 불량을 선별하는 기술

은 다양한 분야에서 많은 연구와 제조 현장 적용 상용화가 진행됐다. 머신 비전 동작은 영상 획득, 영상 이진화 저장, 영상 처리, 영상 분석, 및 영상 해석 등과 같이 다섯 단계로 나누어져서 구성된다(Malamas et al., 2003).

예전에는 제품의 특징 검출 등의 검출할 객체를 찾아내거나 정상적인 이미지 속에서 흠결 혹은 비정상적인 부분을 찾아내는 알고리즘이 대부분이었으나 최근에는 CNN(Convolutional Neural Network) 등과 같이 딥러닝 기법을 활용한 전체 데이터 모델링 사례 등이 증가하고 있다(Park et al., 2016).

2.3 K-nearest Neighbor(KNN)

Machine Learning K-Nearest Neighbor Classifier(KNN 분류기)는 새로운 데이터의 실행 요청이 올 때 그 분류를 수행하는 절차로 이루어지며, 기본 개념은 새로운 데이터가 어느 그룹에 속하는지를 분류하기 위해 가장 가까이 있는 학습데이터의 그룹을 확인한다. 분류를 위한 데이터 세트에서 가장 가까운 하나의 이미지만을 찾는 것이 아니라, 가장 가까운 k개의 이미지를 찾아서 테스트 이미지의 라벨을 판단하도록 하는 것이다. 여기서 k=1인 경우, 원래의 Nearest Neighbor 분류기가 된다. 직관적으로 k값이 커질수록 분류기는 이상점(outlier)에 더 강인하고, 분류 경계가 부드러워지는 효과가 있다([그림 1] 참조).



[그림 1] Nearest Neighbor 분류기

KNN 분류기에서는 주로 유클리디안 거리방식을 사용한다. 패턴 인식에서, KNN 알고리즘은 분류나 회귀에 사용되는 비모수 방식이다. 두 경우 모두 입력이 특정 공간 내 k개의 가장 가까운 훈련 데이터로

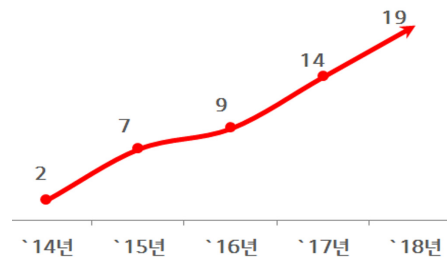
구성되어 있다. 유클리디안 거리는 단순히 두 개의 점을 잇는 방법으로, 위 그림에 서는 추출된 객체와 근접한 다른 객체들의 거리를 계산한 후, 그 중최소 거리를 갖는 점이 속한 객체의 클래스로 지정된다(위키백과, <https://ko.wikipedia.org/wiki/유클리디안>).

3. 사례연구

3.1 A사의 현황

화학업체 브랜드가치 글로벌 4위 업체로 3개 사업 본부로 구성되어 있다. (석유화학, 첨단소재, 생명과학) 첨단소재사업본부의 경우 자동차소재/IT소재/산업소재사업부로 나뉘고 사업본부 전체 매출 5.9조 원 (2020년 기준), 직원수 국내 3,924명, 해외 2,934명으로 되어 있다. 2000년 국내 최초 LCD 편광판 생산을 시작하였고, 2003년 중국 남경 LCD 공장 생산 법인 설립, 2004년까지 차례로 OLED, IT소재 재료 사업화를 진행하고, 2006년 전지 재료 사업화(양극재, 전해액), 2016년 배터리 양극재 생산 전문사업부로 확장하였다. 국내 LCD/OLED 편광판 3개 Plant(8개 생산 Line), 해외 10여 개 생산 Plant(30개 생산 Line)가 있다.

비전검사기의 경우 30여개의 Line에 적용되어 있으며, 2014년 이후 해외공장(중국)의 경우 지속적인 확대 적용을 진행하고 있다([그림 2] 참조).



[그림 2] 국내 A사 해외(중국) 비전장비 라인 수

LCD 생산공장 운영을 위한 시스템은 1999년 최초 생산관리시스템(MES V1.0)을 개발 완료하였고,

2005년 완제품 검사와 출하제품 성적서 발행을 위한 품질관리시스템(QMS V1.0)을 최초 개발하였다. 2006년 개별 수집되던 공정설비데이터를 하나의 시스템으로 통합하여 설비 데이터수집시스템(LMS V1.0)을 구축하였다. LCD 비전검사기 시스템은 2008년 1개 라인을 시작으로 국내 공장의 경우 2013년까지 모든 생산 공정(코팅, 연신)에 적용 완료하였다. 2005년 생산제품의 양산 안정화 이후 1년 단위로 관리 개선을 위해 도출된 과제와 개선 아이템을 선별하여 시스템 개선 프로젝트를 진행하고, 2016년에 생산업무 프로세스를 포함한 제조현장에 모든 업무와 기준 정보 정비작업을 선행한 이후 2017년 국내 첨단사업본부 전체 IT 7Mega Project(MES 외 6개 영역)를 진행하였다. 최초 원재료 구매부터 생산 출하 및 비용 관련 ERP 처리까지 모든 업무 영역에 IT시스템으로 관리되고 있다. 해외 LCD 공장은 2018년 국내 시스템적용 경험을 바탕으로 확산 전개하여 정상 완료하고 현재 운영중에 있다.

3.2 생산 품질분석 시스템 설계시 기본 방향

생산 제조 현장에서 대용량데이터 수집/운영/개선 등에 많은 시간과 노력을 쏟고 있지만 다양한 요인들로 인해 정상적으로 운영하기에는 많은 어려움이 있다. 이러한 다양한 전제조건과 예상되는 문제점을 나열하면 다음과 같다.

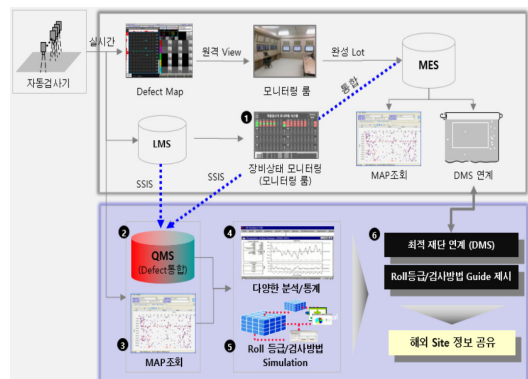
- ① 대용량데이터로 인한 처리 속도 지연 문제
- ② 비정형데이터(비전 이미지 등) 가공 문제
- ③ 생산 이력 데이터, 공정설비데이터, 품질검사 데이터 통합 연결 문제
- ④ 순차적 생산 공정 중 Holding 기능 부재
- ⑤ 데이터 이상치 제거 수작업에 의존
- ⑥ 다품종 소량생산 시 신제품에 대한 CTQ 기준 및 Spec 설정 부재
- ⑦ 단순 평균 통계량에 대한 이상 감지
- ⑧ 생산현장에 적용 어려움(설비 개조 비용 증가)

따라서 최초 설계할 때 데이터 수집, 저장과 관련

된 부분과 연결 key value에 대한 구성 최종 분석결과 적용을 통한 활용에 대한 부분으로 다양한 조건에 대한 고려가 필요하다.

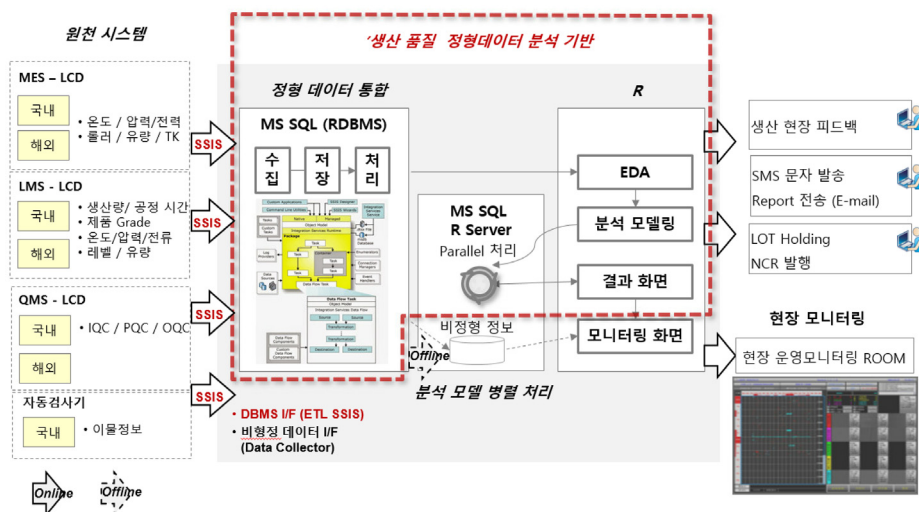
3.3 시스템 설계 및 구현

빅데이터 기반 품질분석 시스템을 구현하기 위하여 [그림 3]과 같이 전체적인 시스템을 구성하였다. 자동비전검사기 시스템은 개별 생산 라인별 검사 이미지 데이터를 생성하고 검사 이미지 최종저장 전에 생산관리시스템(MES)과 연결하여 제품 생산 ID로 연결 key Value의 기본을 생성한다. 생산현장에 통합관계센터를 구성하고, 제품 검사 이미지와 불량 데이터 위치 정보를 장비상태 모니터링시스템과 병행하여 통합관계실에서 육안 관리한다. 통합데이터 수집 분석시스템으로 실시간으로 데이터가 수집하도록 구성한 다음 LCD 편광판 제품을 최종 재단 공정을 진행하기 전에 분석모델을 적용하여 시뮬레이션 재단을 실행한다. 실제 제조현장에서는 LCD 제품 ROLL의 등급과 재단위치 정보 등을 확인하여 현장 공정 운영 PC화면에서 가이드를 제시하고 시뮬레이션을 근거로 실제 제품생산에 적용할 수 있도록 구성하였다.



[그림 3] 전체 시스템 구성도

대용량데이터를 기반으로 하는 시스템으로써 설계시 데이터 흐름은 각 개별 기술요소들의 연결과 국내외 수집 가능 영역의 데이터 수집/저장/처리 성



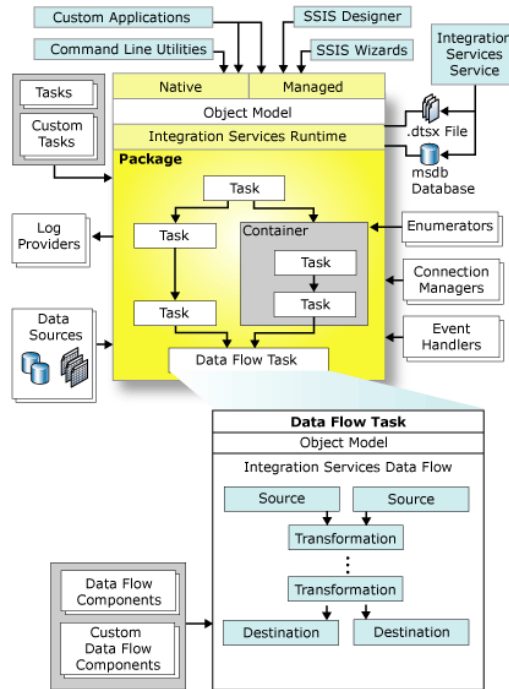
등을 충분히 고려하여 [그림 4]과 같이 구성하였다. 수집대상은 국내 3개 Plant / 해외 10개 Plant 대상이고, 국내외 29개 비전검사장비(1,000여 개 카메라)와 국내 15만 개 설비 장비 Sensor/ 해외 19만 개 Sensor, 국내외 200여 개 계측기기가 생성하는 각종 검사 파일과 비전검사 이미지 결과가 생산 LOT로 연계 수집하도록 한다. 각각의 Sensor 데이터는 수집주기에 따라서 0.1sec, 1sec, 10sec, 60sec 구분하고 최종저장 처리는 60sec 이내로 처리한다. 분석결과 혹은 에러에 대한 알람 SMS 발송처리시간 60sec 이내로 정하여 결과를 공유한다. 수집주기가 짧고 수신영역의 데이터 저장 병목 현상이 발생하면 데이터 저장영역 데이터베이스는 고성능 인메모리 임시 데이터베이스를 사용한다. 고정값으로(Spec 정보 등) 변동이 없는 기준 정보 성격의 코드는 항상 메모리에 상주하도록 구성하여 최대한 디스크 I/O나 데이터 조회 I/O가 발생하지 않도록 한다. 모든 프로그램에 처리 단계별 시각, 처리상태 정상여부, 전송실패 여부 등등 로그 정보를 기록하여 데이터 정합성이 보장되도록 구성한다. 해당 공정내 설비기기별 검사장비별 진행 이력과 개별 단계에 발생하는 이벤트성 정보/알람/경고를 코드화하고 시간을 모두 Database에 기록하도록 구성한다.

3.4 시스템 구축

본 시스템의 최종목적은 제조 현장에서 발생하는 수집 가능한 모든 데이터를 최단 시간 내 수집/매핑/저장/처리 분석하여 최종 완제품 불량 검사 이미지를 판독하고 개별 판독된 불량이 전체적인 Roll에 흠결이 어떻게 분포되어 있는지 확인하여 제품 재단 시 최고 효율을 찾는 것이다.

3.4.1 데이터 수집/병합

최대 20여 개 국내외 공장의 MES생산정보와 LMS설비상태, QMS검사정보, 각 개별 검사장비시스템의 비전 이미지 및 불량 위치정보(x, y) 데이터를 수초 내 수집하기 위해 통합 데이터 ETL 서비스(MicroSoft SSIS)를 구성하였다(위키백과, <https://en.wikipedia.org/wiki/SQLServer>)(MS SSIS 특징)([그림 5] 참조). 다양한 ETL 도구를 고려하였으나, 회사 내 대부분의 기간 시스템의 DB가 MS SQL로 구성되어 있어서 SSIS를 선택하였고, 해당 도구는 엔터프라이즈 수준의 데이터 통합 플랫폼이고, 고속데이터 추출/변환/로드(ETL) 기능, 유지보수 및 데이터 유실이 발생하였을 때 수작업 설정에 의한 단일데이터 추출 방법사 기능도 제공한다. 추



[그림 5] MS Server Integration Services

가로 데이터 유실방지 및 사용자 설정에 따라서 개별 모니터링을 위한 기본 프로그램도 제공하여 공장 내 특화된 대용량데이터 수집 실시간 모니터링 업무에 활용하였다.

3.4.2 분석 서버 구성

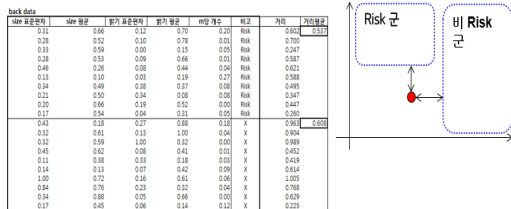
대용량데이터 분석을 위해 MS R Server와 공장 내 품질분석 판단을 위한 데이터 수집서버를 물리적으로 하나의 하드웨어 내에 구성하고 성능향상과 분석을 위해서 데이터의 이동이 없도록 고려하였다. R server 내 포함된 분석패키지는 분석 서버에서 작동되는 버전별로 사용 문법과 구문 예러 등이 다르기 때문에 인증된 R 함수의 Version을 확인하였다. 대용량데이터 수집부터 제품 품질 분석 이후 최종 양품 판단까지의 최소 요구 시간은 10 sec 내로 조정하고 성능에 영향을 줄 수 있는 여러 가지 인자를 조정하여 지속적인 시뮬레이션을 진행하였다. 분석을 위한 사전작업과 제약 조건으로 개별 Plant별, 설비 Device별, 개별 Sensor 값 수집 주기별로 ETL 서비스를

분류하여 서비스 백그라운드 프로그램의 간섭이 없도록 하고, 서비스 멈춤현상 등이 발생시 재기동과 데이터 유실 방지를 위해 인터페이스를 최대한 분류하였다. 성능에 병목이 있을 때, 고속데이터 저장 인메모리 임시 Database 테이블을 추가하였다. 데이터 구조 변환 사용을 최소화 하고, 검사 모드 조정 및 공란데이터(null)를 구분하여 데이터 조회 프로그램에 적용하고, 제품 원단폭, 재단 칼날종류, 유효폭 등 항상 제품별로 일정한 기준정보는 메모리로 Load하여 Disk I/O 최소화를 진행하였다.

3.4.3 KNN 분석 및 Risk 판정

비전자동검사기 이미지 데이터와 KNN 알고리즘을 활용한 이형 이물 Risk 판정 방법을 사용하였다. 개별 제품의 Size 평균, Size 표준편차, value 평균, value 표준편차, 흠결(defect) 발생수를 다변인자로 선정하고 Risk를 판정을 기준으로 데이터 전처리 작업을 준비한다. 회점 이형이물(불량) Risk LOT 및 非 Risk LOT 등 개별 다변인자를 먼저 추출하

고, 미지의 LOT 다변인자를 구한다. 미지의 LOT 인자를 Risk LOT 와 非 Risk LOT의 거리를 구한다. 인자들과의 거리를 바탕으로 Risk 여부 판정한다([그림 6] 참조).



[그림 6] Risk군 거리 판정

3.4.4 KNN 분석 및 전체 알고리즘 구동

다양한 종류의 불량률이 포함된 LCD 편광판 Roll 완성품의 최적 재단 위치를 찾기 위해 비전검사기 데이터를 빅데이터 통계틀 R로 KNN(K-Nearest Neighbors)방법으로 분석하였다([그림 6] 참조). 개별 제품의 가상 재단 이행시 함수 적재 및 재단 위치 분석 알고리즘 이행 순서는 1) ~ 8)의 순서로 구동된다. 후후 작업 실패시 원인파악을 위해 단계별 처리내용을 모두 Database 테이블에 기록한다.

1) R Library Load(MS R Support Function)

검사기 Raw Data

시	종업	검사기	제품	제품	LOT ID
11 11:36:09	문인	2층 문인 조	BERBAC09A9	V1 문인 RB00 SR19H...	20210111C02002
11 11:36:45	문인	2층 문인 조	BERBAC09A9	V1 문인 RB00 SR19H...	20210111C02003
10 23:40:20	문인	2층 문인 조	BERBAC09A9	V1 문인 RB00 SR19H...	20210110C02006
11 08:26:29	문인	2층 문인 조	BERBAC09A9	V1 문인 RB00 SR19H...	20210111C02001
11 08:58:09	문인	2층 문인 조	BERBAC09A9	V1 문인 RB00 SR19H...	20210111C02001
11 10:04:11	문인	2층 문인 조	BERBAC09A9	V1 문인 RB00 SR19H...	20210111C02002
10 23:51:14	문인	2층 문인 조	BERBAC09A9	V1 문인 RB00 SR19H...	20210110C02006
11 00:18:38	문인	2층 문인 조	BERBAC09A9	V1 문인 RB00 SR19H...	20210110C02009
11 00:44:59	문인	2층 문인 조	BERBAC09A9	V1 문인 RB00 SR19H...	20210110C02009
11 01:56:16	문인	2층 문인 조	BERBAC09A9	V1 문인 RB00 SR19H...	20210110C02010
11 02:01:01	문인	2층 문인 조	BERBAC09A9	V1 문인 RB00 SR19H...	20210110C02010
11 02:28:24	문인	2층 문인 조	BERBAC09A9	V1 문인 RB00 SR19H...	20210110C02011

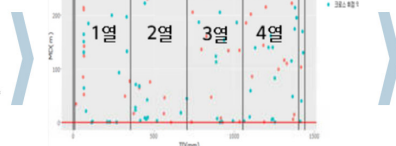
R Code

```
raw_summary <- %>% group_by(LOT_ID)
%>% summarise(val_mean = mean(V_VLAUE), val_std = sd(V_VLAUE), size_mean = mean(MAX_SIZE), size_sd = sd(MAX_SIZE))
join <- read.csv("C:/join.csv")
raw_merge <- merge(raw_summary, join, all.x = TRUE)
class(raw_merge) <- "data.frame"

normalize <- function(x){
  return((x - min(x)) / (max(x) - min(x)))
}

subset_filter <- subset(raw_merge, judge != c("NA"))

set.seed(123) # 랜덤 6x2
raw_shuffle <- subset_filter[sample(nrow(subset_filter)),] # 셔플 실시
raw_joyn <- as.data.frame(cbind(raw_shuffle, c(1,0), normalize))
raw_joyn <- cbind(raw_joyn, raw_shuffle, 6)
```



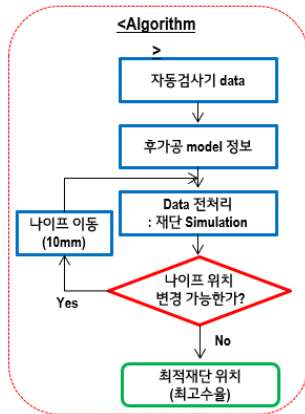
[그림 7] 최적 재단 위치 선정

(qcc, readr, ggplot2, stringr, ggthemes, plotly, RODBC, manipulate, MASS, dplyr, reshape2, gtools, gridExtra, sixsigma, nortest)

- 2) 통합 Database Connection & 변수할당 [MES, QMS, LMS, MMD(기준정보)]
- 3) 생산제품 ID(LOT) Load
- 4) 비전검사기 x, y Position, 검사모드 Load
- 5) 제품 폭, 제품명등 spec Load
- 6) 기초 데이터 정련 (공란채우기, 검사모드명, 마킹유무 분리)
- 7) Simulation 재단 실행
- 8) 최적 재단 Position 확정[그림 7]

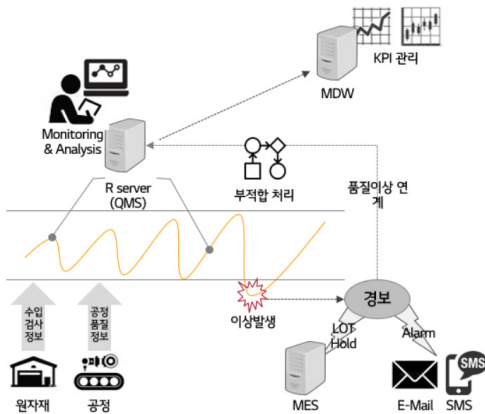
일련의 재단 위치 선정 Simulation 알고리즘 구동 이후, 전체 알고리즘은 1)~6)의 단계별 로직이 현장에서 지속해서 Loop Process로 구동된다([그림 8] 참조).

- 1) 비전자동검사기 데이터 수집(10 sec이내)
- 2) MES/QMS/LMS 데이터 수집(10 sec이내)
- 3) 데이터 전처리
- 4) 모델링 처리(in R)
- 5) 칼날 최적 위치 적용 결정(생산현장 작업그룹)
- 6) 재단 칼날 위치 변경 적용



[그림 8] 최적 분석 반복 Process

실시간 모델링이 적용된 제품 생산시 Rule 위반 혹은 비정상방법으로 제조공정이 진행될 경우 사내 시스템에 개인별 To-Do 리스트 및 SMS 문자가 전송(옵션)되도록 구성하였다([그림 9] 참조).



[그림 9] 온라인 분석/SMS 전송

4. 결 론

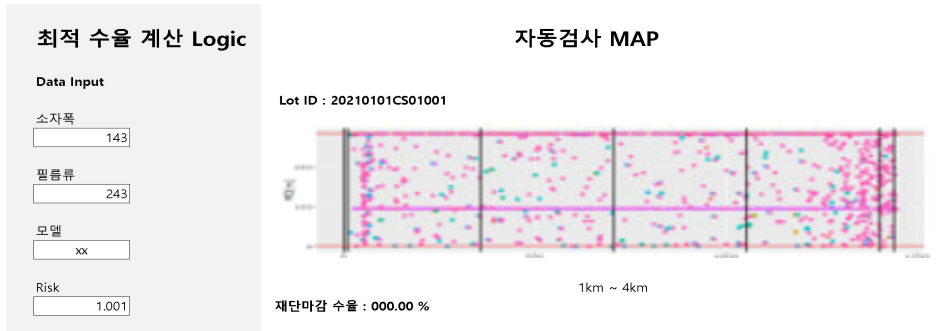
본 시스템은 대용량데이터의 수집부터 통합생산 정보의 연결 key를 구성하고 불량 이미지 검사정보로 데이터 분석을 진행하여 양품 최적 구간을 산출하고 Roll 제품인 LCD 편광판의 최적 재단 위치를 파악할 수 있는 분석시뮬레이션 시스템으로 개발하

였다. 머신러닝 알고리즘을 검사분석 시스템에 적용하여 수율을 예측하거나, 최적 재단 위치 판단으로 양품을 늘리고, 실제 재단 가공전 칼날 위치 결정 등에 참조가 될 수 있도록 하였다. 단기적인 성과로는 첫째로 최소 1,000m에서 최대 4,000m의 Roll제품에 불량 위치 정보로 시뮬레이션 한 결과 양품 재단품의 생산수율이 5.4% 상승효과가 있었다. 두 번째로 후공정 재단 진행 전 사전 생산수율이 예측할 수 있게 되어 품질 모니터링 및 물류 안정화에 기여하고 불량 마킹 정보 사전 확인을 통해 빠른 의사결정(재단 칼날 선택)이 가능하게 되었다. 현재는 휘점(불량 밝기 와 사이즈)인자로 Risk 여부를 파악하고 제품 PY34HC 계열 25만 장에 적용되었다. PY34HC 제품계열의 경우 Risk 20 LOT 非 Risk 2000 LOT로 참조 수량이 많지 않았고, 추가로 참조 수량을 증가시켜 정확도를 더욱 향상시켜 적용하고 있다. 불량 이슈 LOT은 일반 LOT 대비 특정 분포가 있을 것으로 예측하여 근본적인 설비개선과 원자재 수입 검사 강화 등의 품질개선 작업이 병행되고 있다.

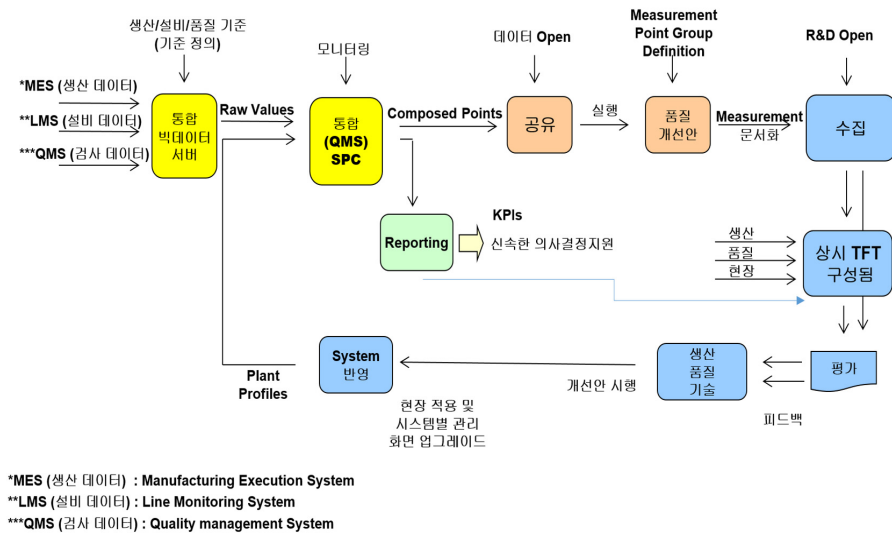
국내외 많은 제조기업이 원가절감, 품질향상, 판리수준 향상, 단 납기 대응 등을 위해 큰 노력을 하고 있다(이호성, 2019). 또한, 예전에는 통제하기 어려웠던 각종 빅데이터를 기반으로 하는 품질분석 시스템 구축을 시도하고 있다.

본 시스템은 대용량데이터 수집/통합 시에 개별 기능 시스템의 연결정보와 데이터 분석 시에 성능을 모두 고려하여 설계되었다. 실제 현장에서 최초 개별 공장 내 연관데이터를 통합하는 방법과 통합된 시스템에서 분석사례를 발굴하여 온라인 생산현장에 적용하는 노력을 좀 더 효과적으로 수행하는 데 도움이 될 것이다.

향후 후속 개선과제로는 운영시 분석모델의 지속적인 업그레이드 작업에 생산계획과 실제 현장적용 비교분석에 많은 시간이 소요되고 있다. 모델링 Patch 대한 자동/반자동 업그레이드 방안을 고민해야 하고, 실제 재단제품 검사 마킹물과 Simulation 마킹물 비교/평가를 제품별로 지속적으로 진행하고, 대표 제품 이외에 소량이나 spec 변경이 자주 일어나



[그림 10] 최적 수율 Simulation



[그림 11] 운영방법

는 제품에 대해서도 해당 시뮬레이션이 적용될 수 있도록 범위를 확장하고 있다. 이형 이물(불량) 대상 제품 LOT도 다양한 불량량의 형태에서 적용할 수 있도록 분석모델을 확대 적용하고 있다. 불량 이슈 LOT는 일반 LOT 대비 특정 분포를 가지고 있고 개별 특정 분포의 불량량은 원재료에서 기인하거나 생산공정에서 기인한 불량으로 예측되며, 해당 원인제공 공정의 근본적인 불량을 줄이는 공정개선의 Raw data로 활용될 예정이다. 수율 예측에 대한 Needs가 있는 공장의 Test제품 마킹률 분석을 진행하여 분석 모델 Logic 보완 사항에 대해 개선을 진행하고 있다. 현재 엔지니어와 공유되는 공정 개선에 대한 모든 정보는

실제 현장에도 모두 오픈되어 데이터 정보가 시각화되어 제공될 수 있도록 시스템을 추가 개선하고 있다 ([그림 10] 참조).

본 시스템의 정확도 향상을 위해서는 현재 1개의 휘점(박기) 인자로 Risk 여부를 판단하고 있으나 쿠닉인자, 기포인자, 눌림 인자 등 전체 발생인자를 병행 판단하여 Risk 판정의 정확도를 높이는 작업도 진행하고 있다.

빅데이터 분석 개선과제 발굴은 복합적인 대용량 정형화된 데이터 수집과 비정형데이터의 보관 및 기존 운영시스템과의 연결고리를 찾아내는 작업과 밀접한 관계가 있으며, 성능적인 부분에 대한 설계 시

깊은 고려와 제조 현장의 빅데이터 적용 성공체험의 경험은 중요하다. 시스템 적용 이후 제조현장에서의 개선사례 발굴과 일정한 수준의 운영 안정화를 위해 아래의 운영방법을 제안한다([그림 11] 참조).

참고문헌

- 디스플레이뱅크, “편광판 시장 및 산업 동향 리포트”, 2013.
- 위키백과, “유클리디안 거리”, <https://ko.wikipedia.org/wiki/유클리디안>.
- 위키백과, “K-최근접이웃 알고리즘”, <https://ko.wikipedia.org/wiki/KNN>.
- 이호성, “제4차 산업혁명시대 최강의 무기 현장중심형 스마트팩토리”, KMAC, 2019.
- 박성현, “통계적 공정관리”, 민영사, 2005.
- Cheong, K.H., “Use of Statistical Process Control for Quality Assurance in Radiation Therapy”, *Progress in Medical Physics*, Vol.26, No.2, June 2015, 60-62.
- Korea Database Agency, “The Guide for Advanced Data Analytics Professional”, 2014 Edition.
- Malamas, E.N., E. Petrakis, M. Zervakis, L. Petit, and J. Legat, “A survey on industrial vision systems, applications and tools”, *International Journal of Image and Vision Computing*, Vol.21, No. 2, Feb. 2003, 171-188.
- MicroSoft SSIS (ETL), 위키백과, <https://en.wikipedia.org/wiki/SQLServer>.
- Park, J.K., B.K. Kwon, J.H. Park, and D.J. Kang, “Machine learning-based imaging system for surface defect inspection”, *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, Vol.3, No.3, Jul. 2016, 303-310.
- Six Sigma with R. Statistical Engineering for Process Improvement (Cano EL, Moguerza JM and Redchuk A, 2012).

◆ About the Authors ◆



Jong Tae Park (leganja7@koreatech.ac.kr)

Jong Tae Park works as a lead researcher at LG CNS and is responsible for IT R&D Project PM. As a project manager, he is currently carrying out the Global Quality Management Project of LG Chem. After earning a master's degree in manufacturing engineering at Chonbuk National University, He is studying for his doctorate at the Korea Institute of Technology Education. Major areas of interest are factory automation and IT R&D project management Quality reliability data.



Sang Kon Lee (sklee@koreatech.ac.kr)

Sang Kon Lee is professor of School of Industrial Management at Korea Tech. He hold B.S. degree from Yonsei University. He received Ph.D and MS degree from KAIST. He has interests in knowledge Management and Management of technology.