

<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2021.21.1.131>

JIIBC 2021-1-18

# 스마트팩토리에서 시뮬레이션을 하기 위한 가상 데이터 생성기 연구

## A Study on the Virtual Data Generator for Simulation in Smart Factory

문용현\*, 황승연\*\*, 신동진\*\*\*, 김정준\*\*\*\*

Yong-Hyun Moon\*, Seung-Yeon Hwang\*\*, Dong-Jin Shin\*\*\*, Jeong-Joon Kim\*\*\*\*

**요약** 스마트팩토리는 4차 산업혁명에서 가장 대두되는 분야라고 말할 수 있다. 스마트팩토리에 필요한 공정이나 알고리즘을 개발하는 데에는 필수적으로 스마트팩토리에서 나오는 데이터값들이 필요하지만 그러한 데이터를 얻기 위해서는 현실적으로 많은 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 스마트팩토리에 관한 연구를 돕기 위해 스마트팩토리 속 여러 공정의 데이터들을 보다 현실적으로 시뮬레이션할 수 있는 데이터 생성기를 개발하였다. 추가로, 설정 프리셋과 직관적인 UI 구성 등, 데이터 생성자의 편의를 위한 기능들도 개발하였다. 이 데이터 생성기를 이용함으로써, 스마트팩토리 환경에 필요한 여러 시스템을 만들 때 현실적인 데이터를 손쉽게 간단하게 생성하여 스마트팩토리 환경을 시뮬레이션하는 데 많은 도움을 받을 수 있을 것이다.

**Abstract** It can be said that smart factory is the most prominent area in the fourth industrial revolution. Developing processes or algorithms required for smart factory requires data values from smart factory, but there are many real challenges in obtaining such data. Therefore, this study developed a data generator that can more realistically simulate data from different processes in smart factory to help research on smart factory. In addition, functions such as setting presets and intuitive UI configurations were developed for the convenience of data creators. This data generator will help you simulate smart factory environments by providing more realistic data easily and simply when you create the different systems needed for smart factory environments.

**Key Words** : Big Data, Data Generator, Smart Factory, Smart Manufacturing, Virtual Data

### 1. 서론

4차 산업혁명이 2016년 스위스 다보스에서 열렸던

세계경제포럼(WEF)의 주제가 되면서 세계 각국 정부와 기업들의 관심이 집중 되던 3년이 지났다<sup>[1,2]</sup>. 4차 산업혁명이란, 정보통신 기술의 융합으로 이루어낸 혁명 시대를

\*준회원, 한국산업기술대학교 컴퓨터공학과 학부생

\*\*준회원, 안양대학교 컴퓨터공학과 석사과정

\*\*\*준회원, 안양대학교 컴퓨터공학과 박사과정

\*\*\*\*정회원, 안양대학교 소프트웨어학과 조교수 (교신저자)

접수일자 2020년 8월 31일, 수정완료 2020년 11월 10일

게재확정일자 2021년 2월 5일

Received: 31 August, 2020 / Revised: 10 November, 2020 /

Accepted: 5 February, 2021

\*\*\*\*Corresponding Author: jkim@anyang.ac.kr

Dept. ICT Convergence Engineering at AnYang University, Korea.

말한다. 4차 산업혁명이 가지는 그동안의 1, 2, 3차 산업 혁명과 차이점은 바로 기술의 융합에 초점이 맞추어져 있다는 것이다. 1, 2, 3차 산업혁명은 새로운 기술의 등장에 힘입어 발전했지만 4차 산업혁명은 디지털, 바이오, 오프라인 등의 다양한 기술들이 새로운 형태로 융합되어 새로운 부가 가치를 창조한다는 데에 가장 큰 의미가 있다. 4차 산업혁명이 1, 2, 3차 산업혁명과 다른 또 하나는 바로 속도이다. 기술과 인터넷의 발전으로 인류는 지금, 역사상 그 어떤 때보다 새로운 물건이나 기술을 빠르게 얻을 수 있다<sup>[3]</sup>. 4차 산업혁명의 기술들은 물건의 생산성을 비약적으로 발전시키고 운송하는데 드는 비용은 큰 폭으로 감소시킬 것이다. 그 중, 물건의 생산성 증가에 가장 큰 관련이 있는 것은 스마트팩토리 일 것이다. 스마트팩토리란 공장 내 기계와 설비에 센서가 설치되어, 데이터가 실시간으로 수집, 분석되어 공장 내 모든 상황이 실시간으로 모니터링 되고, 이를 분석하여 목적된 바에 따라 스스로 제어되는 공장을 말한다<sup>[4]</sup>. 일반적인 공장 생산 자동화가 단위 공정별로만 자동화 및 최적화가 되어 있는 것에 반해, 스마트팩토리는 각각의 공정들이 유기적으로 연결되어 앞, 뒤 공정에서 무슨 일이 일어났는지를 이해하고 총체적인 관점에서 최적화를 이룰 수 있다. 스마트팩토리가 구현되면 각 공장에서 수집된 엄청난 양의 데이터를 바탕으로 분석하고, 의사결정 하는 데이터 기반 공장 운영체제를 구현할 수 있다. 이 데이터 기반 운영체제는 공장 내에서 발생하는 여러 이상징후와 문제들의 상관관계를 분석하여 문제가 발생했을 때, 그 원인을 분석하고, 재발을 방지할 수 있다. 또한, 숙련자들의 경험에서 얻을 수 있는 노하우를 데이터화 하여 누구나 쉽게 활용할 수 있게 만들 수도 있다.

이렇듯 스마트팩토리를 구현하는 데에 가장 중요한 역할을 하는 것은 많은 양의 데이터들이다. 빅데이터가 있어야 스마트팩토리의 데이터 기반 운영체제도 제작할 수 있고, 생산력이나 물건의 품질 향상에 도움이 되는 공정을 개발할 수 있다<sup>[5,6]</sup>. 하지만 실제 공장의 데이터를 받아오는 데에는 많은 제약조건이 있다. 따라서 본 논문에서는, 스마트팩토리 환경 개선을 위한 상품이나 프로세스들의 연구를 돕기 위해 직접 공장에 가지 않아도, 실제와 같은 데이터를 생성할 수 있는 데이터 생성기를 개발했다.

기본적으로 데이터 생성 개수와 생성 범위를 UI를 통해 쉽게 제어 가능하도록 했고 제 제한조건들을 프리셋화 하여 저장하여, 언제든지 쉽고 빠르게 불러올 수 있게 하였다. 또, 보다 사실적인 데이터 생성을 위하여 연속적인 값의 데이터가 생성되도록 하였다<sup>[7]</sup>.

본 논문의 순서는 다음과 같이 구성하였다. 1장의 서론에 이어서 2장에서는 기존에 있던 다른 데이터 생성기들에 대해서 분석하고 어떤 점을 참고하여 개발했고, 그 연구들과 다른 점은 무엇인지 설명한다. 3장에서는 본격적으로 이 데이터 생성기의 특징과 주요 기능을 설명한다. 4장에서는 개발한 데이터 생성기로 실제 시뮬레이션을 시행하여 어떠한 결과를 도출해 낼 수 있었는지 알아본다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 관련 연구

본 연구에서 무작위로 데이터를 생성하는 방법은 정규분포를 이용한 방법이다. Random 함수만을 이용하여 난수를 생성하면 생성 범위 내의 모든 부분에서 동일한 확률로 난수가 생성되게 된다<sup>[8]</sup>. 하지만 스마트팩토리 환경의 특성상 설정한 범위 중 평균에 가까운 수치에 있을 때 완성도가 최고로 높아지고, 가장 안정적인 상태가 된다. 일반적인 상황을 고려하면 공장 가동 시간 중, 안정적인 상태에 머무를 때가 가장 많을 것이기에 정규분포를 이용한 난수 생성으로 데이터에 현실성을 더했다<sup>[9]</sup>.

정규분포란 도수분포곡선이 평균을 중앙으로 하여 좌우대칭인 종 모양을 이루는 분포이다. 가우스 분포, 오차 분포라고도 하며, 주로 자연 현상의 분포를 설명하는 데에 많이 쓰인다. 정규분포곡선의 형태는 그림 1과 같고 수식은  $f(x) = A \times \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right)$  로 나타낼 수 있다.

A는 Peak값의 높이,  $z = \frac{(x - m)}{\sigma}$  이다<sup>[10]</sup>. m은 평균,  $\sigma$ 는 표준편차이다. 표준편차  $\sigma$ 가 클수록 넓게 퍼진 분포를 보이며,  $1\sigma$  내의 확률이 68.3%,  $2\sigma$  내의 확률이 95.5%,  $3\sigma$  내의 확률이 99.7%이다.

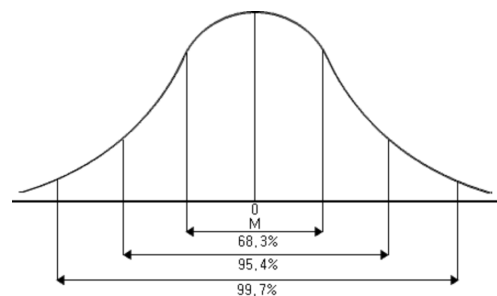


그림 1. 정규분포곡선  
Fig. 1. regular distribution curve

### III. 본문

#### 1. 생성 조건

위 데이터 생성기를 통해 A, B, C 공정과 Result 공정 총 4개의 공정 데이터가 생성된다. 생성되는 데이터는 A 공정이 온도와 습도, B 공정이 압력, C 공정이 온도, 습도, 마지막으로 Result 공정은 A, B, C 공정에서 생성된 데이터에 따라 결과 값이 달라지는 데이터가 생성된다. 데이터를 생성할 때에는 우선 생성할 각각의 데이터 종류마다 각각의 범위와 완성도를 설정한다.

표 1. 생성조건 예시

Table 1. Example of Create Condition

온도	21	22-23	24-27	28-29	30
완성도	50%	70%	100%	70%	50%

예를 들어, 표 1과 같은 생성 조건이 주어질 때, 만약 23도의 데이터가 생성된다면 그때의 데이터 값은 70%의 완성도를 갖는다. 완성도란 그 조건에서 부품을 만들었을 때, 정상 제품이 나올 확률을 말한다. 즉, 완성도가 70%인 조건에서는 30% 확률로 불량 발생한다. 다만, A와 C 공정처럼 생성되는 데이터가 2개 이상이라 완성도를 결정하는 요소가 2개일 경우 더 낮은 완성도를 가진 조건의 완성도를 따라간다. 그렇게 만들어진 A, B 공정의 부품들은 최종적으로 Result 공정으로 전달 된다. Result 공정에서는 각각의 부품들의 불량 여부에 따라 최종 제품의 불량여부가 확률적으로 결정된다.

#### 2. GUI

빠르고 간단한 데이터 생성을 위해 GUI를 제작하였다. 프로그램의 메인화면은 그림 2와 같다.

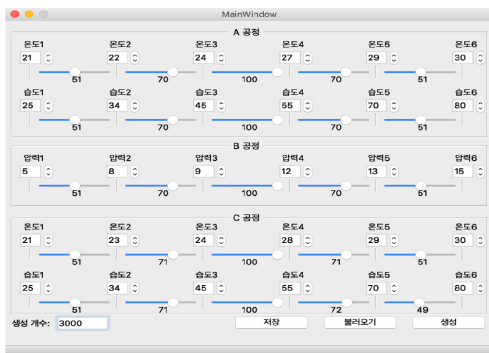


그림 2. 메인 GUI  
 Fig. 2. main GUI

그림 2와 같이 기본적으로 A, B, C 세 개 공정의 데이터를 생성할 수 있게 설계되어있다. A 공정에서는 온도와 습도 데이터를 고, B 공정에서는 압력, C 공정에서는 온도와 습도 데이터를 생성한다. 데이터를 생성할 때에는 각 수치 이름 밑에 위치한 스피너 안에 생성할 범위를 입력하고 두 범위 값 사이의 위치한 슬라이더로 그 범위의 완성도를 설정할 수 있다. 예를 들면 A 공정의 '온도1'이 21, '온도2'가 22, 그리고 그 사이에 위치한 슬라이더가 51에 위치하면 생성되는 A 공정의 온도 데이터 중 21°와 22°사이의 데이터는 51의 완성도를 갖는다는 의미이다. 기본적으로 각각의 생성 데이터마다 5개의 완성도 범위를 가진다.

메인 GUI 왼쪽 하단에는 생성 개수를 정할 입력할 수 있는 공간이 있다. 데이터는 1초에 한 개씩 생성된다고 가정되며, 최초 데이터의 시간은 컴퓨터의 현재 시각을 기준으로 한다.

메인 GUI 우측 하단에는 설정한 생성 데이터의 수치와 완성도를 프리셋화 하여 저장하는 저장 버튼과 불러오기 버튼이 위치한다.

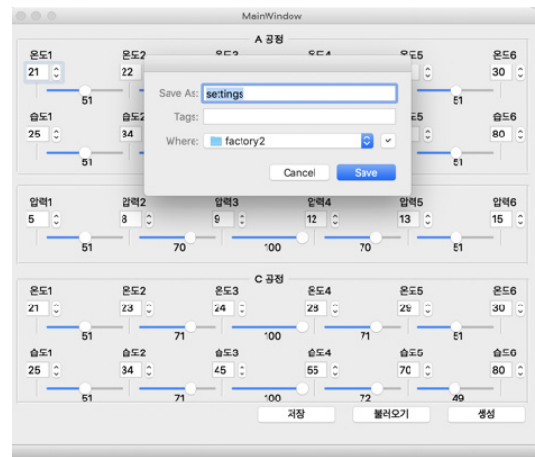


그림 3. 설정 저장  
 Fig. 3. Save Settings

저장버튼을 누르면 그림 3과 같이 저장 파일명과 저장 위치를 결정하는 창이 나오며 save 버튼을 누르면 저장된다. 불러오기 버튼을 클릭하면 그림 4와 같은 창이 열리는데 이 창에서 설정 파일을 찾아 불러올 수 있다. 기본 이름인 "settings"로 저장하였다면 프로그램을 실행할 때, 이전 설정을 자동으로 불러온다.

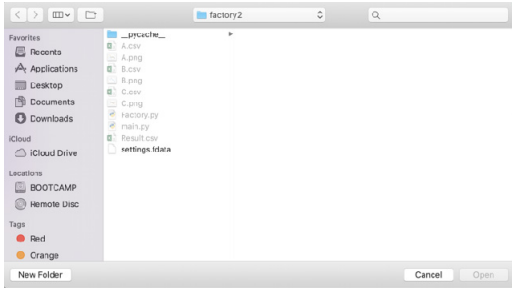


그림 4. 설정 불러오기  
Fig. 4. Load Settings

하단 가장 우측의 “생성”버튼을 누르게 되면 설정해놓은 대로 데이터가 생성되고 각각의 공정 데이터와 최종 완성품의 불량여부가 그림 5와 같이 각각의 .csv 형태의 파일로 저장된다.



그림 5. 생성되는 데이터들  
Fig. 5. Data Generated

### 3. A 공정

A 공정에서 생성되는 데이터는 생산개수, 누적 불량개수, 시간, 온도, 습도, 완성도, 내경연마재 크기, 외경연마재 크기, 불량여부, 불량률이다.

생산개수는 가장 첫 번째 생성된 데이터를 1로 시작하여 하나의 데이터마다 1씩 커지게 된다. 누적 불량 개수는 지금까지 생성한 데이터 속 불량 부품의 누적된 개수로 불량률이 하나 발생할 때마다 1씩 늘어난다. 시간은 생성 버튼을 누른 PC 시간을 기준으로 생산개수 1개마다 1초씩 증가한다. 온도와 습도는 데이터 생성 전 GUI에서 설정한 값들을 바탕으로 무작위로 생성된다. 하지만 막연하게 무작위로 범위 안의 값들을 생성한다면 상당히 비현실적인 값이 나타날 확률이 높다. 그래서 이 생성기에서는 정규분포를 이용하여 범위의 평균값에 가까운 값들이 많이 나오게 하였고, 이전 값과 다음 값의 차이가 너무 많이 나지 않게 하여 연속적이고, 현실적인 데이터를 생성할 수 있게 하였다. 완성도 역시 데이터를 생성하기 전에 설정해놓은 기준에 따라 결정되는데 앞서 말했듯, A 공정처럼 온도와 습도 등 완성도를 결정하는 조건이 2개

이상인 경우 두 값에서 비롯된 두 개의 완성도 중 더 낮은 값에 따라 완성도가 결정되게 된다. 외경연마재와 내경연마재는 A와 C 공정에만 존재하는 값으로, 기본적으로 내경연마재의 처음 크기는 10mm, 외경연마재의 처음 크기는 50mm로 설정되어있다. 각각의 연마재는 부품이 생성될 때마다 조금씩 마모되어 내경연마재는 5mm, 외경연마재는 40mm가 되면 새것으로 교체하게 설정되어 있다. 연마재들의 마모 정도의 기준은 표 2와 같다.

표 2. A 공정 연마재 마모 기준

Table 2. Criteria for abrasive wear in process A

완성도	내용
완성도 100%	내/외경 가공 연마재의 크기가 0.01mm씩 감소
완성도 70%	내/외경 가공 연마재의 크기가 0.03mm씩 감소
완성도 50%	내/외경 가공 연마재의 크기가 0.05mm씩 감소

불량여부는 완성도 정상부품이 만들어질 확률로 하여 Random 함수를 시행한 결과를 넣었다. 마지막으로 불량률은 생산개수와 누적 불량 개수 값들을 이용하여 계산하여 .csv파일의 가장 끝줄에 표시되게 하였다.

### 4. B 공정

B 공정에서 생성되는 데이터는 생산개수, 누적불량, 압력, 완성도, 불량여부, 불량률이다. 생산개수는 A 공정과 마찬가지로 처음 생성된 데이터를 1로 기준으로 하여 하나씩 커지며 생성되고, 누적 불량 개수, 시간의 생성 방식도 A 공정과 같다. 압력은 메인 GUI에서 데이터 생성 이전에 설정하였던 값들을 기준으로 A 공정의 데이터들과 마찬가지로 정규분포를 이용하여 최대한 실제 데이터와 비슷한 양상으로 생성된다. 완성도도 데이터 생성 전 GUI에서 설정한 값들을 기준으로 결정되며 불량여부 또한 A 공정과 마찬가지로 완성도를 확률로 하여 무작위로 결정된다. 최초의 기본으로 설정되어있는 압력수치와 완성도의 관계는 표 3과 같다.

표 3. B 공정 초기 압력 수치

Table 3. Initial Pressure Data Settings for Process B

압력 수치	5~7	8	9~11	12	13~15
완성도	50%	70%	100%	70%	50%

불량률도 마찬가지로 생산개수와 누적불량의 최종값을 이용하여 계산해, 생성되는 csv파일의 맨 밑줄에 기록

된다.

## IV. 실험 및 결과

### 5. C 공정

C 공정에서 생성하는 데이터는 생산개수, 누적불량, 시간, 온도, 습도, 완성도, 내경연마재, 외경연마재, 불량 여부, 불량률이다.

### 6. Result 공정

Result 공정은 A, B, C 공정에서 만들어진 부품들로 최종 제품을 조립하는 공정이다. Result 공정에서 생성되는 데이터는 시간과 완제품의 불량 여부인데, 시간은 A, B, C 공정과 같이 1초에 한 개의 데이터가 생성되는 것처럼 기록된다. 완제품의 불량 여부는 A, B, C 공정에서 생성된 부품들의 불량여부에 따라 확률적으로 결정되게 된다. 이와 관련된 확률은 표 4를 통해 확인할 수 있다.

표 4. Result 공정의 양품 생산 확률  
 Table 4. Probability of Product Production in Process Result

완제품 불량 여부	내용
3개 양품(O.O.O)	100%확률로 양품 판정
2개 양품(O.O.X)	70%확률로 양품 판정
1개 양품(O.X.X)	50%확률로 양품 판정

3개의 부품이 모두 불량이라면 당연히 완제품도 100%확률로 불량 제품이 된다. 최종적으로 생산 개수와 불량 제품 개수를 이용하여 불량률을 계산하여 나타낸다.

### 1. A 공정

A 공정에서 생성된 데이터가 들어있는 "A.csv"에는 그림 6과 같은 형식으로 데이터가 저장되어있다.

생산개수	누적불량	시간	온도	습도	완성도	내경연마재	외경연마재	불량여부
1	0	13:23:37	25.43	52.53	1.00	9.99	49.99	X
2	0	13:23:38	25.44	52.54	1.00	9.98	49.98	X
3	0	13:23:39	25.40	52.51	1.00	9.97	49.97	X
4	0	13:23:40	25.39	52.49	1.00	9.96	49.96	X
2999	0	14:13:35	25.45	51.47	1.00	5.06	40.03	X
3000	0	14:13:36	25.48	51.44	1.00	5.05	40.02	X
불량률	0.00							

그림 6. A 공정에서 생성되는 데이터의 일부  
 Fig. 6. Part of Result of Process A

그림 6과 같이 맨 왼쪽 컬럼부터 차례대로 생산개수, 누적불량, 시간, 온도, 완성도, 내경연마재, 외경연마재, 불량여부가 기록되고 마지막 줄에 불량률이 기록되게 된다. 시간 역시 생산개수 1의 시간으로부터 한 개의 부품이 생산될 때마다 1초씩 증가하여 위 그림과 같이 3000개의 데이터를 생성하였을 때에는 처음 시간으로부터 3000초가 지난 것을 확인할 수 있다. 온도와 습도도 이전 값과 직후의 값의 변동 폭이 크지 않게 자연스러운 범위 안에서 실제 스마트팩토리 내에서 추출한 데이터처럼 잘 생성되었다. 생성된 온도와 습도를 그래프로 나타내면 그림 7과 같다.

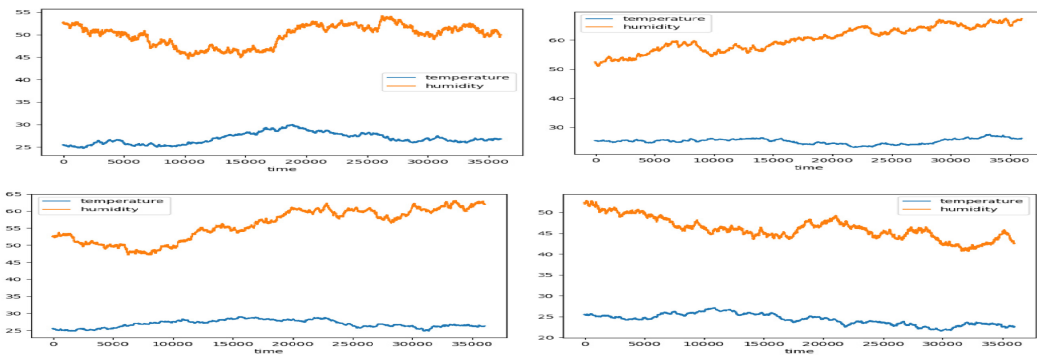


그림 7. A 공정의 온도, 습도 그래프  
 Fig. 7. Temperature and humidity graph of process A

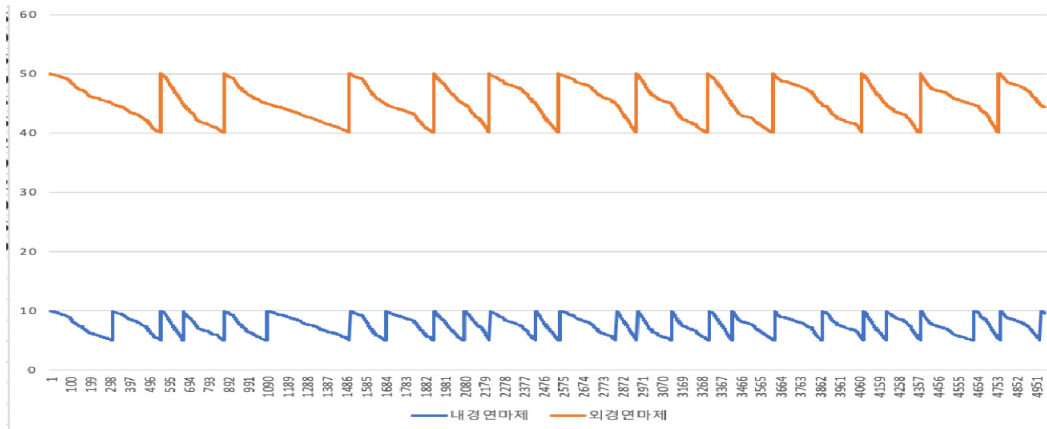


그림 8. A 공정 연마재 그래프  
Fig. 8. Abrasive process A

그림 8은 연마재들의 상태를 그래프로 표시한 것으로, 내경연마재와 외경연마재가 완성도에 따라 잘 마모되는 것을 확인할 수 있다. 초기에 설계한 것처럼 외경연마재의 두께가 40mm, 내경연마재는 5mm가 되면 새것으로 교체된다.

## 2. B 공정

B 공정에서 생성되는 데이터는 생산개수, 누적불량, 시간, 압력, 완성도, 불량여부, 불량률이다. 생성된 데이터가 저장되어있는 "B.csv"파일은 그림 9와 같다.

생산개수	누적불량	시간	압력	완성도	불량여부
1	0	13:23:37	10.04	1.00	X
2	0	13:23:38	10.06	1.00	X
3	0	13:23:39	10.06	1.00	X
2998	44	14:13:34	10.09	1.00	X
2999	44	14:13:35	10.09	1.00	X
3000	44	14:13:36	10.17	1.00	X
불량률	1.47				

그림 9. B 공정에서 생성되는 데이터의 일부  
Fig. 9. Part of Result of Process B

B 공정에서 생성되는 데이터는 압력 부분을 제외하면 A 공정과 같다. 표 3에 표시된 수치를 기준으로 압력 데이터를 생성하고, 그래프로 나타내면 아래 그림10과 같다. 데이터 35000개를 생성하였고, 정말 무작위로 값이 생성되는지 확인하기 위해 4회 반복하였다.

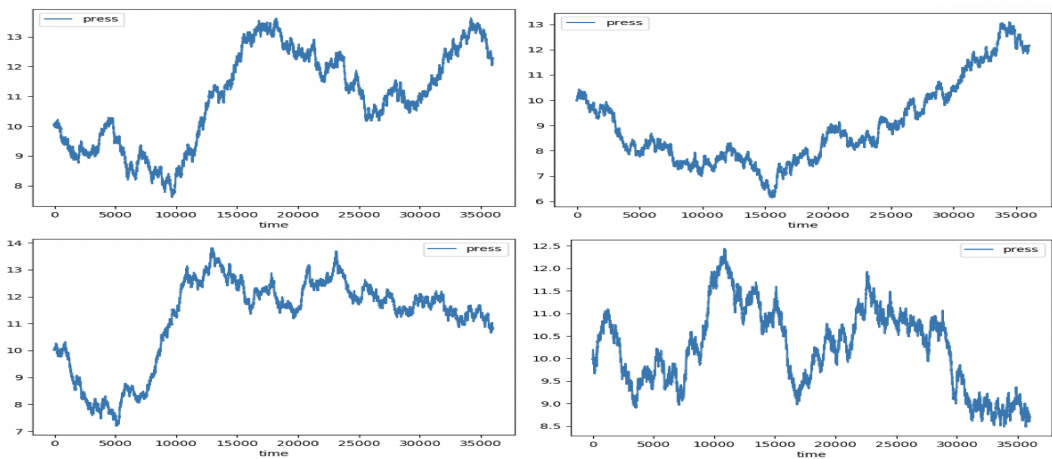


그림 10. B 공정에서 생성된 압력 데이터  
Fig. 10. Pressure data generated in process B



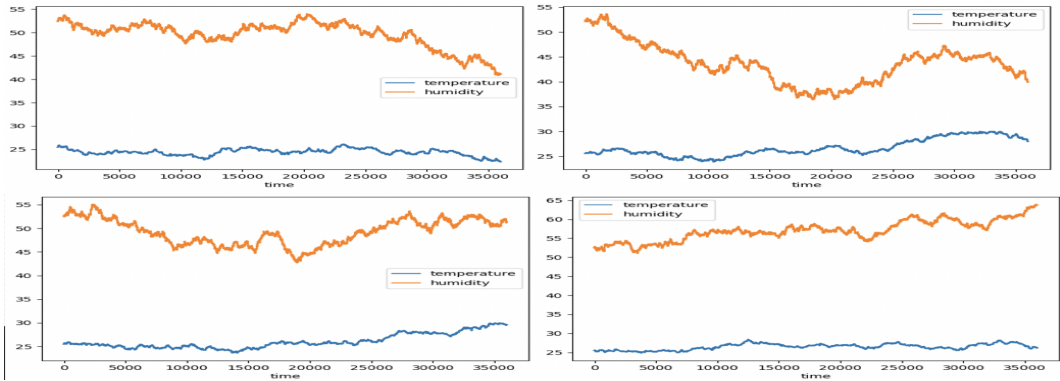


그림 11. C 공정의 온도, 습도 그래프  
 Fig. 11. Temperature and humidity graph of process C

그림 10과 같이 데이터를 생성할 때마다 같은 기준으로 생성하더라도 각기 다르고 자연스러운 데이터가 생성됨을 확인할 수 있다.

### 3. C 공정

C 공정이 데이터를 만드는 방식과 생성되는 데이터는 기본적으로 A 공정과 동일하다. 그림 12는 C 공정에서 생성된 데이터들이 저장되어있는 “C.csv”의 일부이다.

생산개수	누적불량	시간	온도	습도	완성도	불량여부
1	0	02:12:20	25.46	51.48	1.00	X
2	0	02:12:21	25.46	51.68	1.00	X
3	0	02:12:22	25.49	51.97	1.00	X
4	0	02:12:23	25.44	51.61	1.00	X
5	0	02:12:24	25.42	51.80	1.00	X
4999	1324	03:35:38	25.50	54.05	1.00	X
5000	1324	03:35:39	25.55	54.20	1.00	X
불량률	26.48					

그림 12. C 공정에서 생성된 데이터의 일부  
 Fig. 12. Part of Result of Process C

앞서 보여준 A 공정과 일부러 다른 조건 하에서 데이터를 생성해 보았다. 같은 방식으로 무작위 값을 만들어 내지만 이처럼 전혀 다른 수치와 불량률을 보인다는 것을 확인할 수 있다. C 공정도 A, B 공정과 마찬가지로 같은 조건으로 데이터를 생성했을 때 그림 11과 같이 다양한 양상의 데이터들이 생성되었다.

### 4. Result 공정

Result 공정은 A, B, C 공정들과는 다른 양상을 지닌

다. A, B, C 공정이 데이터를 무작위로 생성하여 부품을 만들었다면, Result 공정에서는 각각 공정에서 생산된 부품들을 조립하고 완제품의 불량 여부를 따진다. Result 공정의 생성 결과인 “Result.csv”에서 나타나는 데이터는 시간, A 공정 부품의 불량여부, B 공정 부품의 불량여부, C 공정 부품의 불량여부, 마지막으로 완제품의 불량여부가 있다. 그림 13은 “Result.csv”의 일부이다.

시간	A불량	B불량	C불량	완제품불량
02:12:20	X	X	X	X
02:12:21	X	X	X	X
03:35:36	O	O	X	X
03:35:37	O	X	X	X
03:35:38	X	O	X	X
03:35:39	X	O	X	O
불량률	19.88			

그림 13. Result 공정에서 생성된 데이터의 일부  
 Fig. 13. Part of Result of Process Result

그림 13과 같이 각 공정에서 생산된 부품의 불량 여부와 그 값을 기반으로 확률적으로 생성된 완제품의 불량 여부, 그리고 불량률을 확인할 수 있다.

## V. 결론

본 논문에서는 스마트팩토리 환경에서 필요한 설비나 공정을 개발하는 데에 도움을 줄 수 있는 데이터 생성기를 제작하고 연구하였다. 이 데이터 생성기를 활용하면 직접 공장에서 센서를 설치해 데이터를 오랜 기간 수집

하지 않아도 마치 스마트팩토리에서 수집한 것 같은 현실적인 데이터들을 얻어낼 수 있다. 본 연구를 통해 스마트팩토리 관련 연구가 더 빠르고, 손쉽게 이루어질 수 있을 것이라 기대된다.

## References

- [1] Seung Hyeong Moon, "Analysis of Converged Smart Factory and Driving Strategy", The Journal of the Convergence on Culture Technology, Vol. 4, No. 3, pp.235-240, August 31, 2018.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2018.4.3.235>
- [2] Yo-Hoon Hong, Seung-June Song, Kwang-Mun Jang, Jungkyu Rho, "Smart Factory Platform based on Multi-Touch and Image Recognition Technologies", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 18, No. 1, pp.23-28, Feb. 28, 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.7236/JIIBC.2018.18.1.23>
- [3] Young Jun Cha, Hak Jun Lee, Yong Gyu Jung, "Data Analysis of Facebook Insights", The Journal of the Convergence on Culture Technology, Vol. 2, No. 1, pp.93-98, February 29, 2016.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2016.2.1.93>
- [4] Kack-Hee Lee, Min-Woo Lee, Kyung-Wan Koo, Jae-Sang Cha, "Development of IoT-based data acquisition device (Gateway) for context-awareness of hospital facilities", The Journal of the Convergence on Culture Technology, Vol. 3, No. 4, pp.181-184, November 30, 2017.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2017.3.4.181>
- [5] Insang Chung, "Generating Test Data for Programs with Flag Variables using Goal-oriented Concolic Testing", The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 12, No. 1, pp.123-132, 2012.  
DOI: [10.7236/JIWIT.2012.12.1.123](https://doi.org/10.7236/JIWIT.2012.12.1.123)
- [6] Jeongil Yim, Yong-Woon Kim, "Functional Model for Smart Factory", Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences , pp.208-209, June, 2015.
- [7] Gi-Chul Yang and Jeong-Ran Park, "Automatic Extraction of Metadata Information for Library Collections", International Journal of Advanced Culture Technology, Vol. 6, No. 2, pp.117-122, 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.17703/IJACT.2018.6.2.117>
- [8] Jeong-Yong Lee, Dong Myung Lee, "Indoor Localization Algorithm Using Smartphone Sensors and Probability of Normal Distribution in Wi-Fi Environment", The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences Vol. 40, No. 9 , 1856-1864, 2015  
DOI: <https://doi.org/10.7840/kics.2015.40.9.1856>
- [9] Seon-Keun Lee, "A Study on Pseudo-random Number Generator with Fixed Length Tap unrelated to the variable sensing nodes for IoTEnvironments", Journal of the Korea Academia-Industrialcooperation Society Vol. 19, No. 2 pp. 676-682, 2018  
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.2.676>
- [10] Hwa-jeong Seo, Seon-hee Seok, Kyoung-hoon Kim, Ho-won Kim, "A Multi-Channel Security Card based on Cryptographically Secure Pseudo-Random Number Generator", Journal of The Korea Institute of Information Security & Cryptology, VOL.25, NO.3, 2015  
DOI: <https://doi.org/10.13089/JKIISC.2015.25.3.501>

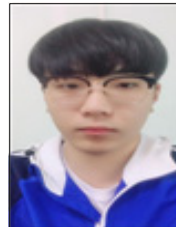
## 저 자 소 개

### 문 용 현(준회원)



• Yong-Hyun Moon received his BS in Computer Engineering at Korea Polytechnic University in 2019. He is currently a Master's course in the department of Smart Manufacturing Engineering at Korea Polytechnic University. Recently, he is research on AI, Data-Mining technology.

### 황 승 연(준회원)



• Seung-Yeon Hwang is received his BS in Department of Computer Science at Korea Polytechnic University in 2019. He is currently studying MS in Department of Computer Science at AnYang University. His research interests include Database System, Big Data, Data Analysis, Machine Learning, etc.

### 신 동 진(준회원)



• Dong-Jin Shin received BS in Department of Computer Science and MS in Department of Smart Manufacturing Engineering at the Korea Polytechnic University in 2018 and 2020. He is currently studying Phd in Department of Computer Science at AnYang University. His research interests include Big Data, Internet of Things (IoT), Network&System security.



김 정 준(정회원)



• Jeong Joon Kim received his BS and MS in Computer Science at Konkuk University in 2003 and 2005, respectively. In 2010, he received his PhD in at Konkuk University. He is currently a professor at the department of Computer Science at Korea Polytechnic University. His research interests include Database Systems, BigData, Semantic Web, Geographic Information Systems (GIS) and Ubiquitous Sensor Network (USN), etc.