

3D 공장 시뮬레이션을 활용한 ICT 융합 생산운영관리 교육²⁾ ICT Converged Production Operations and Management Education Utilizing 3D Factory Simulation

김준우(동아대학교 산업경영공학과)

차 례

1. 서론
2. 기존의 생산운영관리 교육 개선 방안
3. 3D 공장 시뮬레이션 기반 생산운영관리 교육
4. 맺음말

■ keyword : | 생산운영관리 | 3D 공장 시뮬레이션 | 가상현실 | 프로그래밍 | FlexSim |

1. 서론

생산(production)이란 근로자, 원자재 및 기계 등과 같은 투입물을 이용하여 유형의 제품이나 무형의 서비스와 같은 산출물을 획득하는 과정을 말한다. 이러한 생산 활동을 수행하는 생산 시스템은 보통 그 구조가 복잡하고 기능이 다양하여 체계적인 운영관리가 이루어지지 않을 경우, 여러 가지 낭비나 비효율로 인한 품질, 비용, 납기 측면의 성과 저하가 발생한다. 또한, 이러한 일을 방지하고 바람직한 상태의 생산 시스템을 유지하기 위해서는 다양한 의사결정이 요구되며, 이들을 총칭하여 생산관리 또는 생산운영관리라 한다[1][2].

오늘날, 대부분의 제조 기업들은 생산운영관리 업무를 담당하는 생산관리자들을 보유하고 있으며, 대학에서는 산업공학이나 경영학에서 생산운영관리를 핵심 전공 교과목으로 가르치고 있다[3]. 다만, 대학에서 이 같은 교과목을 가르치는 입장에서 항상 아쉬운 것은 학생들이 실제 제조 현장을 직접 체험하기가 어려워, 제조 현장의 특성이나 생산운영관리에서 다루는 다양한 개념들을 피상적으로만 이해하거나, 때로는 암기하는데 머무르는 경우가 많다는 점이다. 물론, 산업 시찰과 같은 기회도 있으나, 보통 단시간 동안 익숙하지 않은 생산 시스템의 제한된 부분만을 관찰하게 된다는 한계가 있었다.

나아가, 정보통신기술과 제조 현장의 결합, 즉, 스마트

팩토리를 통한 제조 현장의 혁신 사례가 늘고 있는 상황에서 이 같은 최신 동향들이 생산운영관리 교육에 충분히 반영되고 있는가 하는 점도 고민되는 부분이다.

2. 기존의 생산운영관리 교육 개선 방안

물론, 기존에도 상기한 문제점들을 해결하기 위한 시도가 있었으며, 그 중 가장 대표적인 것으로는 게임에 기반한 생산운영관리 교육을 들 수 있다[4]. 전통적으로, 생산운영관리 분야에서는 카드나 필기구 등 간단한 소품을 이용한 활동을 통해 운영관리 업무를 시뮬레이션해 볼 수 있도록 설계된 게임을 교육에 활용해 왔으며, 잘 알려진 사례로는 플레이어가 매 턴마다 상대방이 제시하는 수요량에 대응하기 위한 생산량을 결정해야 하는 Beer Game[5] 등을 들 수 있다. 이러한 생산운영관리 게임들은 실제로 학생들이 관련 내용을 이해하는데 도움을 주는 것으로 알려져 있으며[6], 최근에는 이들을 전자 게임 형태로 구현하여 활용하기도 한다[7].

한편, 생산 시스템의 문제 해결이나 컨설팅을 위한 프로젝트 수행을 통해 생산운영관리 교육을 개선하고자 하는 시도도 있었으며, 이 역시 어느 정도의 효과를 거둔 것으로 나타나고 있다[8][9].

다만, 이러한 기존의 개선 방안들에는 다음과 같은 한계점들이 존재한다. 첫째, 생산운영관리 게임의 경우, 주로 의사결정과정에 초점을 맞추다보니, 실제 제조 현장에서 일어나는 근로자, 기계/설비 및 원자재 간의 다양한

2) 이 성과는 2018년도 부산광역시 지원으로 동아대학교 URP 사업단의 지원을 받아 수행되었음.

상호작용을 관찰하거나 체험하는 것이 어렵다. 둘째, 생산운영관리 게임의 규칙을 이해하고 플레이하는 능력은 학습을 할 때만 필요하고, 향후 실제 업무를 수행하거나 할 때 직접적으로 도움이 되기는 어렵다. 셋째, 프로젝트 참여가 학습 효과를 높이는데 도움이 되는 것은 사실이나, 학부 저학년 학생들의 경우, 아직까지 실제 현장의 문제를 분석하고 해결하는데 필요한 역량이 부족한 경우가 많고, 현장에 재직 중이 아닌 상태에서 생산운영관리 상의 문제를 발굴하는 데도 한계가 있다.

3. 3D 공장 시뮬레이션 기반 생산운영관리 교육

3.1 3D 공장 시뮬레이션 기술

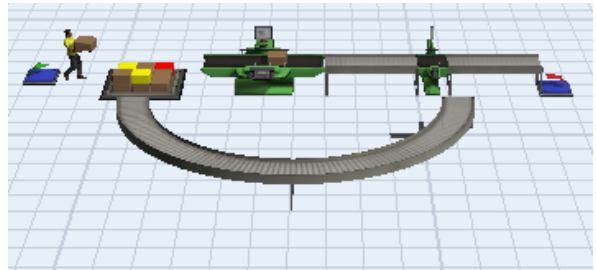
시뮬레이션이란 본디 분석 대상 시스템을 모형으로 표현한 다음, 이를 가상적으로 작동시켜보는 과정을 말하며, 일반적으로 실제 시스템의 특성에 대한 분석이나 개선안 도출에 많이 활용된다. 나아가, 시뮬레이션 분석을 실시할 때는 대상 시스템의 종류에 따라 다양한 소프트웨어를 사용할 수 있다.

최근에는 생산 시스템에 대한 시뮬레이션 분석 도구로 3D 공장 시뮬레이션 소프트웨어의 활용이 늘고 있는데, 3D 공장 시뮬레이션이란 실제 생산 시스템을 구성하는 근로자, 기계/설비, 원자재 등을 3D 공간에 배치하여 가상적인 제조 현장을 구축하고 모의 운영해볼 수 있도록 지원하는 기술을 말한다[10]. 아울러, 이러한 3D 공장 시뮬레이션 소프트웨어의 예로는 FlexSim 등을 들 수 있다[11].

3.2 생산운영관리 교육

상기한 바와 같이, 3D 공장 시뮬레이션을 이용하면 실제 제조 현장과 유사한 가상의 생산 시스템을 설계, 운영 및 관찰할 수 있으며, 그림 1은 FlexSim 소프트웨어를 이용하여, 작업자 1명이 담당하는 간단한 제조 셀을 모델링한 결과를 보여준다. 세부적으로는 좌측에서 작업물이 도착한 경우, 작업자가 이를 그림 중간의 가공 설비로 이송하고, 가공이 끝난 작업물은 컨베이어를 통해 검사 장비로 이동하며, 검사 결과 양품은 컨베이어를 통해 이 작업장을 이탈하는 반면, 불량품은 재가공을 위해 아래쪽의 곡선형 컨베이어에 실려 작업물 대기 장소로 반송

되는 모습을 볼 수 있다. 나아가, 작업자는 도착한 작업물의 이송 외에도, 가공 설비의 셋업 작업을 담당하며, 이러한 간단한 모형을 통해 제조 셀, 생산 라인, 셋업 작업, 품질 검사 및 재가공, 작업물의 적체로 인한 병목 현상 등을 직접 관찰하면서 학습하는 것이 가능하다.



▶▶ 그림 1. 간단한 제조 현장 모델링 예

나아가, 현실적으로는 실제 제조 현장에서도 생산 시스템을 여러 가지 형태로 설계하여 운영해 보는 데는 많은 비용과 시간이 소요되는데 반해, 3D 공장 시뮬레이션을 이용하면, 여러 가지 가상의 생산 시스템을 유연하고 편리하게 만들어 볼 수 있다. 다시 말해, 생산운영관리 학습을 위해서는 오히려 실제 제조 현장을 체험하는 것보다 이러한 가상적인 생산 시스템을 이용하는 것이 오히려 더 효과적일 수도 있는 것이다.

3.3 ICT 융합 교육 효과

물론, 3D 공장 시뮬레이션을 직접 수행해 보기 위해서는 관련 소프트웨어나 도구의 사용법에 대한 학습도 필요하다. 하지만, 다음과 같은 점들로 인해 이는 큰 문제가 되지 않을 것으로 생각된다.

첫째, 최근에 개발된 3D 공장 시뮬레이션 소프트웨어들은 대단히 직관적인 사용자 인터페이스를 갖고 있고, 사용법이 비교적 간단하여 학습하는 것이 크게 어렵지 않은 편이다[10]. 둘째, 최근 3D 공장 시뮬레이션 소프트웨어를 공정 설계 및 분석에 활용하는 제조 기업들이 늘고 있어, 이러한 소프트웨어의 활용법을 습득하는 것 자체가 앞으로 제조 현장에서 실무를 수행하는데 도움이 될 수 있다.

그럼에도 불구하고, 실제로 3D 공장 시뮬레이션을 활용하는 제조 기업에서는 이를 이용한 모델링 작업에 어려움을 느끼는 경우도 종종 있는데, 이는 3D 공장 시뮬레이션을 잘 활용하기 위해서는 소프트웨어의 기본적인 사용법이나 생산운영관리에 대한 지식 이외에도 어느 정

도의 ICT 활용 능력이 필요하기 때문이다.

단순한 모형의 경우에는 3D 공장 시뮬레이션 소프트웨어에서 근로자나 기계/설비, 컨베이어 등과 같은 개체들을 드래그하여 배치하는 정도만으로도 작성이 가능하다. 하지만, 보다 세밀하고 복잡한 모형을 작성하는 과정은 일종의 프로그래밍 활동에 가깝다.

좀 더 상세히 말해, 3D 공장 시뮬레이션 소프트웨어에는 보통 개체 지향 프로그래밍(object-oriented programming, OOP)이나 이벤트 핸들링(event handling)의 개념이 적용되어 있어, 이러한 소프트웨어를 효과적으로 활용하기 위해서는 반드시 이들을 이해하는 것이 필요하다.

예를 들어, 그림 1에서 검사를 마친 작업물을 검사 결과가 양품인지, 불량인지에 따라 다음 번에 이동할 경로가 달라지게 되는데, 이 같은 로직을 처리하기 위해서는 검사가 끝나는 이벤트가 발생했을 때, 적절한 이동 경로를 결정하기 위한 일종의 이벤트 처리 프로시저(event handling procedure)가 실행되어야 하며, FlexSim에서는 그림 2와 같은 스크립트를 통해 이를 구현한다.

```
int out_port;
double rnd = uniform(0, 1);

if (rnd <= 0.7)
{
    out_port = 1;
    colorgreen(item);
}
else
{
    out_port = 2;

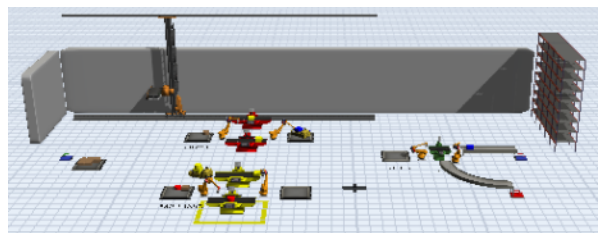
    if (getlabelnum(item, "test_count") == 1)
    {
        coloryellow(item);
    }
    else
    {
        colorred(item);
    }
}

return out_port;
```

▶▶ 그림 2. 모형 내 로직 표현을 위한 스크립트 작성 예

나아가, 소프트웨어마다 어느 정도 차이는 있으나, FlexSim의 경우에는 C나 Java언어와 유사한 문법의 스크립트를 제공하여, 이러한 언어에 능숙하다면 다양한 스크립트를 쉽게 작성할 수 있다.

스크립트를 이용하여 다양한 로직을 작성하기 위해서는 모형을 구성하는 각 개체들에 개체 지향 프로그래밍에서의 클래스 멤버 변수에 해당하는 여러 가지 사용자 정의 속성들을 부여하는 것이 중요하다. FlexSim에서는 개체들에 부여할 수 있는 이러한 사용자 정의 속성들을 레이블(label)이라 지칭하며, 이를 이용하면 생산 시스템이 가진 다양한 세부 로직들을 표현할 뿐만 아니라, 제조 현장에서 발생하는 여러 가지 데이터가 수집되도록 할 수도 있다.



▶▶ 그림 3. 여러 작업장을 갖는 생산 시스템 모델링 예

| Labels | |
|--------------------|--------------|
| General | |
| progress | 2.00 |
| ID | type2_1 |
| STATUS | FINISH(GOOD) |
| p_time1 | 13.60 |
| p_time2 | 17.30 |
| p_time3 | 0.00 |
| travel1 | AGV1 |
| travel2 | AGV2 |
| travel3 | AGV1 |
| travel4 | |
| queue_init | 6.42 |
| queue_drill_before | 9.29 |
| queue_drill_after | 7.84 |
| queue_mill_before | 5.00 |
| queue_mill_after | 10.65 |
| queue_test before | 5.00 |

▶▶ 그림 4. 레이블을 이용한 작업 이력 추적 예

예를 들어, 그림 3과 그림 4는 각각 세 가지 작업장으로 구성된 생산 시스템과, 이 시스템 내의 각 작업물들에 부여한 레이블들을 보여주며, 세부적으로는 각 작업물들에 대해 각 작업장에서의 가공 소요 시간, 이송 시 사용되었던 이송 장치, 각 작업장에서의 대기 시간 등이 수집되고 있다. 나아가, 실제 제조 현장에서는 이러한 데이터

들을 수집하기 위해 POP(point of production)나 다양한 센서 장치들이 필요함을 생각해 볼 때, 3D 공장 시뮬레이션을 이용하여 스마트팩토리를 설계하거나 관련 개념을 학습하는 것도 가능할 것이다[12].

4. 맺음말

결론적으로, 3D 공장 시뮬레이션 기술은 제조 현장에서 문제점을 식별하거나 해결하기 위한 도구로서 뿐만 아니라, 생산운영관리 교육 목적으로도 유용하게 사용할 수 있을 것으로 생각되며, 그 이유는 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 생산 시스템을 편리하게 설계, 운영 및 관찰할 수 있어, 제조 현장에 대한 이해를 증진하는데 도움이 된다. 특히, 3D 공장 시뮬레이션 모형을 작성하고 편집하는 것은 실제 생산 시스템을 구축하는 것보다 소요되는 비용이나 시간이 훨씬 적다.

둘째, 최근 3D 공장 시뮬레이션을 활용하는 기업들이 늘고 있어, 이와 관련된 도구나 소프트웨어를 학습하는 것 자체가 실무 역량을 배양하는데 도움이 된다.

셋째, 프로그래밍이나 데이터베이스와 연계한 ICT 융합 교육이 가능하다. 일반적으로 개발자를 지망하지 않는 학생들은 프로그래밍을 비롯한 전산 관련 교과에 부담을 갖거나, 문법 위주의 프로그래밍 언어 학습에 대한 흥미가 적은 경우가 많다. 최근에는 이러한 점을 보완하기 위해 아두이노 등과 같은 마이크로 컨트롤러나 4세대 프로그래밍 언어를 활용하는 경우도 종종 있는데, 물론 이들 역시 ICT 교육에 도움이 되는 것이 사실이다. 하지만, 이러한 범용의 도구보다 자신의 전공이나 진로에 맞는 도구를 이용하여 ICT 교육을 할 수 있다면 보다 효과가 클 것으로 생각되며, 이러한 맥락에서 산업공학 전공 분야에서는 3D 공장 시뮬레이션이 ICT 교육 도구로서도 활용 가치가 높을 것이다.

참고문헌

- [1] 문일경, 김병수, 김훈태, 서용원, 이철웅, 정병도, “생산 및 운영관리”, 생능출판사, 2016년
- [2] 김연성, 김채복, 유석천, 정승환, 주상호, “생산운영관리”, 한경사, 2012년
- [3] 박진우, 신호섭, 김기동, 정한일, 이정철, “한국의 생산관리: 산업공학의 역할과 관련하여”, 대한산업공학학회지, Vol.40,

No.6, pp.580-591, 2014년

- [4] M.A. Lewis, H.R. Maylor, “Game Playing and Operations Management Education”, International Journal of Production Economics, Vol.105, No.1, pp.134-149, 2007.
- [5] .S. Goodwin, S.G. Franklin, “The Beer Distribution Game: Using Simulation to Teach System”, The Journal of Management Development, Vol.13, No.8, pp.7-15, 1994.
- [6] F. Pasin, H. Giroux, “The Impact of a Simulation Game on Operations Management Education”, Computers and Education, Vo.57, No.1, pp.1240-1254, 2011.
- [7] S.O. Kimbrough, D.J. Wu, F. Zhong, “Computers Play the Beer Game: Can Artificial Agents Manage Supply Chains?” Decision Support Systems, Vol.33, No.3, pp.323-333, 2002.
- [8] J.J. Kanet, M. Barut, “Problem-based Learning for Production and Operations Management”, Decision Sciences Journal of Innovative Education, Vol.1, No.1, pp.99-118, 2003.
- [9] K.C. Heriot, R. Cook, R.C. Jones, L. Simpson, “The Use of Student Consulting Projects as an Active Learning Pedagogy: A Case Study in a Production/Operations Management Course”, Decision Sciences Journal of Innovative Education, Vol.6, No.2, pp.463-481, 2008.
- [10] M. Beaverstock, A. Greenwood, E. Lavery, W. Nordgren, Applied Simulation: Modeling and Analysis using FlexSim, FlexSim Software Product, Inc., 2012.
- [11] FlexSim, <http://www.flexsim.com>
- [12] J.W. Kim, “3D Simulation-based Cyber Learning Factory for Smart Factory Education and Training”, Proceedings of International Workshop on Convergence Information Technology, pp.51-54, 2017.

저자소개

● 김 준 우(Jun Woo Kim)



- 2001년 2월 : 한국과학기술원 산업공학과 (공학사)
- 2003년 8월 : 한국과학기술원 산업공학과 (공학석사)
- 2009년 8월 : 한국과학기술원 산업및시스템 공학과 (공학박사)

- 2009년~2011년 : 한국기술교육대학교 대우교수
- 2011년~2017년 : 동아대학교 산업경영공학과 조교수
- 2017년~현재 : 동아대학교 산업경영공학과 부교수

<관심분야> : 조합최적화, 생산운영관리, 인공지능, 메타휴리스틱, 데이터마닝, 컴퓨터응용