

## 시뮬레이션을 이용한 백라이트유닛의 생산공정예측 A Simulation on The BLU Assembly Line

김승남, 문제창, 임석철

Seung-Nam Kim, Je-Chang Moon, Suk-Chul Rim

아주대학교 대학원 산업공학과, TMI 컨설팅, 아주대학교 산업정보시스템공학부 교수  
 경기도 수원시 영통구 원천동 아주대학교 산업공학과(우: 443-749)

### Abstract

Many corporation invest in LCD industry because of The growth of it. Back Light Unit(BLU), LCDs' main part take 20% of its product costs.

In this paper we proposed simulation model that is in the process of introducing an equipment, We try to apply a simulation model in the BLU Assembly line by using ARENA. We make BLU Assembly line with various part storage, product storage. etc. We evaluate Logistics in Assembly Line, and forecast bottleneck and throughput

### 1. 서론

디스플레이 산업은 노트북 컴퓨터, TV, 휴대전화, 캠코더 등의 전방산업과 유리기관, 드라이버 IC, 컬러필터 등의 소재, 부품 및 제조장비 등의 후방산업을 형성하고 있어, 전후방 산업에 대한 부가가치 유발효과가 크고 수입대체 성격 또한 크다. 이러한 디스플레이 산업에서 LCD장치는 브라운관 방식이 쇠퇴기에 접어들면서 이를 빠른 속도로 대체하고 있으며, 이러한 LCD 디스플레이 산업이 급격하게 성장하고 있다. (장태성, 2002)

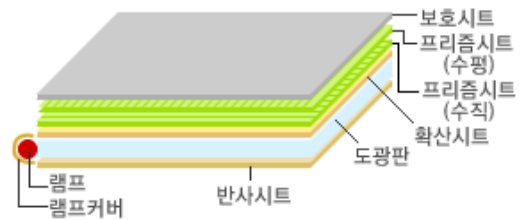
LCD의 주요부품 가운데 Back Light Unit(BLU)는 TFT-LCD 디스플레이 가격의 20%를 차지하고 있으며(장태성, 2002), TFT-LCD의 한 부품이지만, 그 자체가 많은 부품으로 구성되어 있기 때문에 독자적인 제품으로 취급되고 있다. 이러한 BLU는 광원으로서의 역할을 수행하며, TFT-LCD의 소비전력의 2/3을 차지하고 있으며, 1차원의 선광원을 2차원의 면 광원으로 전환하는 기능과 역할을 수행한다.(김차연, 2001)

디스플레이 산업은 장치산업으로 분류할 수 있으며, 이러한 장치산업은 많은 자본이 필요한 산업이다. 디스플레이 산업의 성장은 많은 업체가 디스플레이 산업에 참여하고 있다. 디스플레이의 후방사업이라고 할 수 있는 BLU제조에도 많은 업체들이

참여하고 있다.

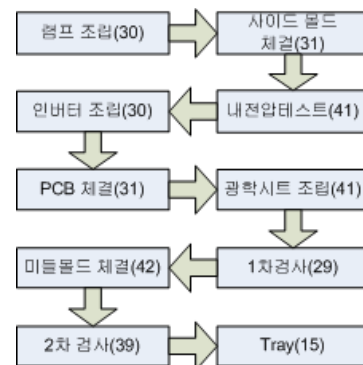
BLU는 [그림 1]과 같은 넓은 판에 균일한 빛을 공급하는 것이다. 이러한 BLU는 보호시트, 프리즘시트(수평/수직), 확산시트, 도광판, 반사시트, 램프, 램프커버, 프레임등 여러부품이 모여서 하나의 BLU를 구성하고 있다.(디스플레이뱅크, 2004). 이러한 BLU의 제조공정과 각 공정에서의 소요시간은 [그림 2]와 같다.

오늘날의 시뮬레이션 프로젝트는 복잡한 시스템을 설계하거나 재설계하는데 초점을 맞추고 있다.



[그림 1] BLU와 BLU 간략도

이들은 종종 개발된 시뮬레이션으로 검증되는 새로운 시스템 제어 논리의 개발을 이끌어 내는 복잡한 시스템 제어 쟁점들을 다루어야 한다.[1] 이러한 시



[그림 2] BLU 제조공정

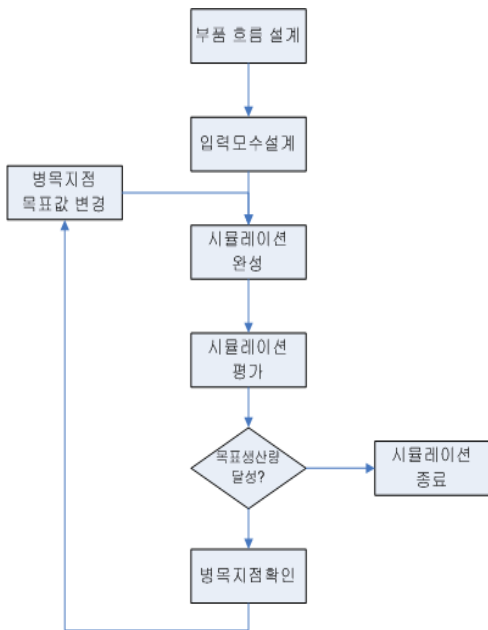
뮬레이션은 기업체에서 대안을 설정하는 등의 분석을 하는 경우와 같은 대규모 투자와 같은 기업의 전략적 투자가 이루어지기 이전에 실시하고 있다.[2]

본 논문에서는 현재 설비를 도입중에 있는 BLU

조립라인을 시뮬레이션을 활용하여 라인의 효율을 예측하고 문제점을 파악하고자 하였다. 시뮬레이션 프로그램은 ARENA 5.0을 이용하였다.

## 2. 데이터부재시의 모델링

기존의 시뮬레이션 개발모형은 문제 정의에서부터 결과분석까지 대규모의 자료 수집이 필요하며, 시뮬레이션 모델 개발시 많은 비용과 시간의 필요하다는 단점이 있다. 만약 기존의 라인이 존재하여 각 공정에 대한 데이터 수집이 이루어져 왔다면 시뮬레이션 모델을 위한 기초 데이터 수집 및 분석이 용이



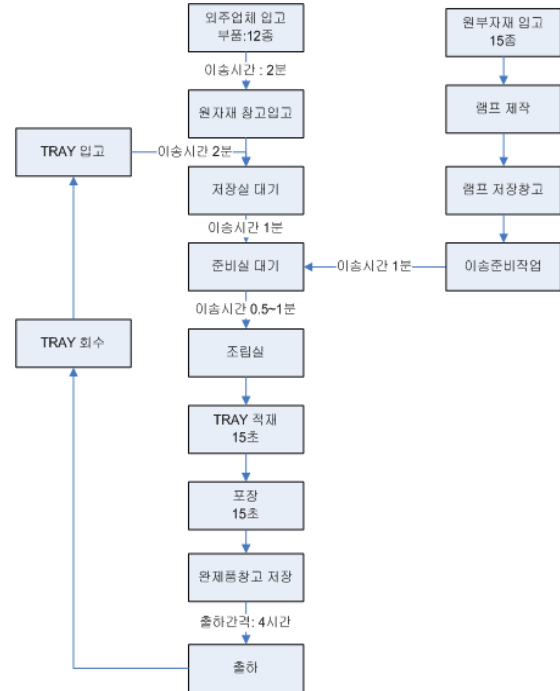
[그림 3] 시뮬레이션 개발 모형

하다. 그러나 새로운 라인의 도입은 시뮬레이션 모형개발을 위한 데이터의 수집이 불가능하다. 이러한 데이터의 수집이 불가능한 경우의 [그림 3]과 같이 입력모수를 설계함으로써 시뮬레이션모형을 개발할 수 있다. 기존의 절차가 입력자료의 수집 및 분석으로 이루어진다면, 본 개발모형에서는 부품의 흐름을 설계 후 입력모수를 설계 및 타당성을 확인하게 된다. 조립라인에서의 입력모수의 설계 및 타당성은 라인의 설계데이터에 기초하여 평가하게 된다. 다음에 컴퓨터 모델링 및 시험수행을 위한 시뮬레이션모형을 완성하고, 시뮬레이션 실시를 거쳐 타당성을 평가하고, 시뮬레이션의 수행결과를 예측하는 절차를 거치게 된다. 이러한 시뮬레이션 모형은 기존의 라인이 있는 경우에 라인의 변경을 통한 what-if분석이 아닌, 신규라인에 대한 예측과정의 수행이라고 할 수 있다.

## 3. BLU 시뮬레이션 모델링

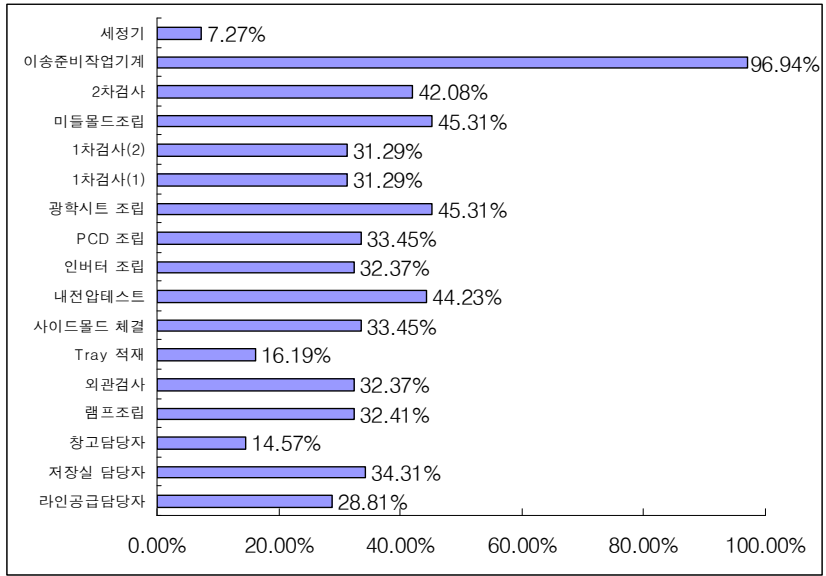
### 3.1 BLU 조립라인 개요

조립라인에서의 제조과정은 크게 램프를 만드는 램프제조공정과 완성된 램프를 프레임에 넣고 BLU로 조립하는 공정으로 나눌 수 있다. 이러한 두 개의 공정 가운데 램프제조공정은 24시간 운영을 계획중에 있으며, BLU 조립라인은 16시간 운영을 계획하고 있다.



[그림 4] BLU 조립라인의 부품흐름

BLU 제조라인에서 부품 및 완제품의 흐름은 [그림 4]와 같다. 협력업체를 통해서 각 부품들이 오게 되면 수입검사를 실시 후 원자재창고에 입고를 실시한다. 원자재 창고에 입고 후 원자재 창고 담당자는 박스를 교체하고 저장실로 부품을 이동시킨다. 저장실에 이동 후 저장실 담당자는 부품을 조립실에서 내려온 청정카트에 옮겨 싣는다. 완성된 청정카트는 저장실 인원이 준비실로 이동을 시키고 준비실에 대기하고 있는 카트는 세정기로 투입한다. 저장실-준비실-세정기대기-조립실을 이동하는 청정카트는 조립실에 위치하고 있으며 조립실에서 1카트의 부품을 소진하게 되면 카트는 조립실에서 준비실로 이동한다. 저장실로 내려온 카트는 다시 한 카트 분량의 부품을 싣어서 준비실로 이동을 시킨다. 이러한 카트의 이동은 각 공간들이 근접해 있으므로 각각의 창고 담당자가 수행한다. 조립실에 운반된 카트는 컨베이어를 따라 이동하는 BLU 부품조립시에 사용하며, 각각의 라인의 카트를 담당하는 인원에 의해서 조립실내의 카트이동을 담당하게 된다. 컨베이어 라인을 따라서 조립이 완료된 BLU는 트레이에 적재되어 완제품 창고로 이동하게 된다. 완제품 창고에 적재후 출하시간이 되면 대기하고 있는 차량에 의해 출하가 이루어지고, 출하가 되고 돌아오는 차량에 의해서 트레이는 회수되어 재이용된다. 램프의 경우, 램프제조공정이 따로 존재하며, 램프 제조가 끝나면, 램프저장창고에 대기한다. 이송준비작업



[그림 5] 1차 시뮬레이션 후 자원의 이용률

은 램프저장창고에 대기하는 램프를 조립실에서 내려온 카트에 옮겨 신는 작업을 의미한다. 이송준비작업을 담당하는 기계는 1대이며, 램프1개의 이송준비작업에 소요되는 시간은 30초이다. 이송준비작업을 완료된 카트는 30개의 램프를 싣고 준비실로 올라가서 대기하게 된다.

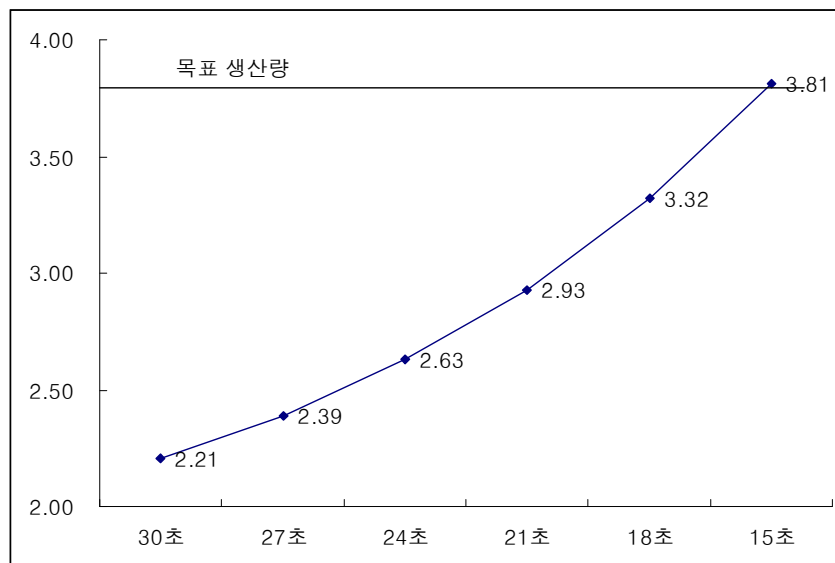
3.2 BLU 제조라인의 시뮬레이션 평가지표

BLU 제조라인의 물류평가지표는 크게 각 라인의 단위시간당 생산량과 각 자원의 이용률, 각 공정에서의 작업완료를 위한 카트대기시간등으로 라인의 효율을 평가한다. 단위시간당 생산량은 컨베이어라인을 통해서 생산된 제품의 분당생산량의 합을 의미하며 목표생산량은 분당 3.8~4.0개이다. 자원의 이용률은 각각의 공정에 배치된 자원의 효율성을 평가하

다르므로 절대값으로 평가하는 것이 불가능하다. 따라서 설계시에 고려했던 작업소요시간등을 비교하여 카트대기시간의 적정성을 평가한다. 병목이 발생하여 제품의 생산량이 목표생산량에 미치지 못하는 경우 자원의 이용률과 해당자원에서의 카트대기시간을 평가하여 병목공정의 여부를 평가한다. 병목공정은 목표작업시간을 재설계하여, 라인의 생산량을 측정하게 된다.

3.3 1차 시뮬레이션 결과

본 시뮬레이션을 적용한 BLU의 조립라인은 현재 설비가 도입 시범운영중에 있으며 현재 BLU 조립에 관한 과거 실적데이터를 수집할 수 없다. 각각의 조립공정을 위한 예상조립시간과 각각의 부품위치에서의 설계된 작업시간을 가지고서 시뮬레이션을



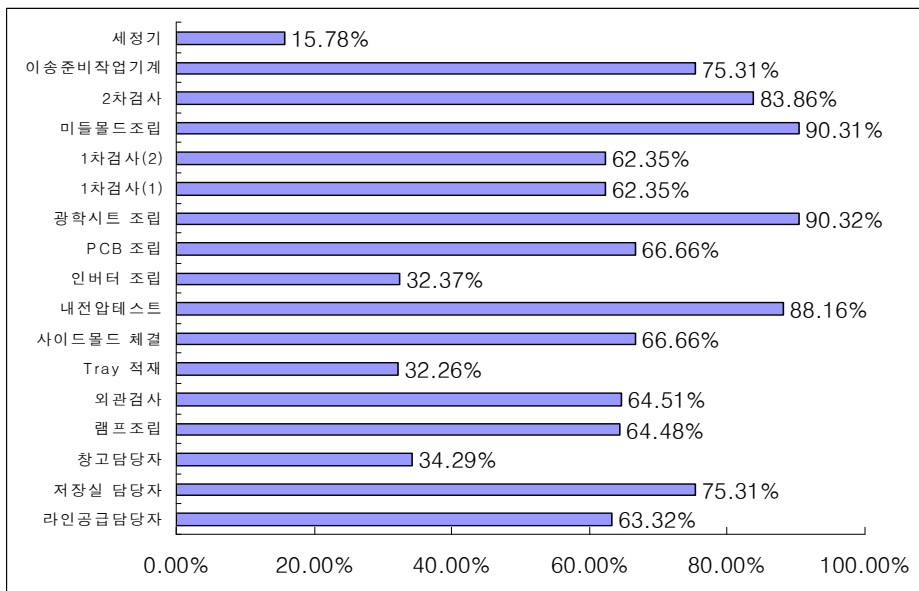
[그림 6] 이송준비작업시간 단축에 따른 단위시간당 생산량의 변화는 지표. 카트 대기시간의 부품마다 카트의 크기가 실시하였다. 이러한 설계값에 따른 시뮬레이션은 현

재 부분운영중인 공정과 조립라인에서의 생산능력 및 병목지점을 예측하는데 활용할 수 있다.

처음 설계시 라인의 목표생산량은 월 180만개로 분당 3.8~4.0개를 목표로 하여 설계를 하였으며, 시뮬레이션 실시는 ARENA5.0을 이용하였으며, 실행 시간은 12시간, 20회를 실시하였으며, 초기 4시간은 절단하였다.

BLU 라인에 대한 1차 시뮬레이션 결과는 단위 시간당 평균생산량은 2.206개로 목표치에 미치지 못할 것으로 예측하였다. 따라서 단위시간당평균생산량을 개선하기 위한 병목을 찾아내야한다. 병목을 찾아내기 위해 각 자원의 이용률을 검토한 결과는 [그림 5]과 같다. 시뮬레이션 이용률을 비교해보면 이송준비작업을 담당하는 기계의 이용률이 94%로 다른 자원에 비하여 매우 높으며, 각 공정에서의 담당자의 작업부하는 나타나지 않을 것으로 예측되었다. 그러나 예상생산량이 분당 2.1~2.2개에 그쳐 설계치에 미치지 못하는 것을 확인하였다. 병목의 발생지

6] 같이 변하였다. 이송준비작업의 목표 작업시간이 15초가 되면 라인의 설계치에 준하는 단위시간당 생산량이 기대할 수 있음을 확인하였다. 따라서 이송준비작업의 소요시간개선을 위한 설계를 실시하 이후 시뮬레이션을 실시하였다. 개선된 시뮬레이션에서의 각 공정자원의 이용률은 [그림 7]과 같이 예상되었다. 병목작업이었던 이송준비작업에서의 이용률이 75%수준으로 변화하였으며, 이송준비작업에서의 카트의 평균대기시간은 11.25분으로 예상시간대비 75%수준으로 감소할 것으로 예측하였다. 또한 자원 이용률을 살펴보면 미들몰드조립, 광학시트조립등이 90.31%로 높을 것으로 나타나 병목이 조립라인에서 나타나게 될 것으로 예상하였다. 새로운 병목의 발견으로 인하여 개선작업이 필요할 것으로 예상되지만, 이송준비작업의 개선으로 설계한 생산량이 나올 것으로 예상되었으므로 추가 병목작업의 개선에 대한 설계는 고려하지 않았다.



[그림 7] 병목개선후 각 공정에서의 자원의 이용률의 변화

점을 확인하기 각자원의 이용률과 해당공정에서의 대기시간을 평가하였다. 분석결과 이송준비작업에서 기계의 이용률 94%로 높다. 또한 이송준비작업에서 카트의 평균대기시간을 측정된 결과 22.17분으로 설계시 예상되었던 15분에 비하여 150%정도 높은 것으로 예측하였다. 위와 같은 결과로 미루어 이송준비작업이 병목지점이 될 수 있음을 예측하였고, 이송준비작업의 목표소요시간을 재설계 할 필요가 있음을 확인하였다.

### 3.4 병목작업 개선 후 시뮬레이션 결과

병목작업인 이송준비작업에서의 개선이 단위시간당 목표생산량에 영향을 주는 정도를 파악하기 위하여 목표작업시간을 30초에서 10%씩 단축하여 15초까지 단축하는 경우의 시뮬레이션을 실시하였다. 시뮬레이션의 실시결과 단위시간당 생산량은 [그림

## 4 결론 및 향후 연구과제

라인의 설비를 도입중인 경우에 공정에서의 소요시간등의 데이터의 수집이 불가능하다. 이러한 데이터가 부재한 경우, 각 공정에서의 소요시간을 목표값을 설계하여 적용하는 시뮬레이션 개발 모형을 정의하였고, 현재 설비가 도입중인 BLU 조립라인에 대해서 시뮬레이션 절차를 적용하여 시뮬레이션 모델을 개발하였다.

시뮬레이션 개발 모형을 활용하여 BLU 시뮬레이션을 적용한 결과는 다음과 같다. BLU 조립라인에서 병목지점은 이송준비작업에서 발생할 수 있음을 예측하였다. 목표한 단위시간당생산량을 달성하기 위하여 이송준비작업의 목표시간을 재설계하였으며, 소요시간의 변화에 의한 단위시간당생산량의 변화를 예측하였다. 이송준비작업에서의 병목이 해결

된 이후에 조립라인은 처음 설계했던 바와 같이, 목표생산량이 나올 수 있음을 확인하였다.

본 연구에서는 병목작업을 개선함으로써 인해서 시간당생산량이 목표치에 도달함을 확인하였다. 그러나 병목작업의 개선은 설비의 증설이나, 작업인원의 추가 또는 재배치에 의해서 가능하다. 이러한 경우 비용의 증가를 수반한다. 또한 병목의 개선은 병목이 다른 공정으로 이동하게 되고, 라인의 생산량은 다음 병목작업에 의해서 제약을 받게 된다. 따라서 병목공정의 개선을 위해서, 비용과 함께 잠재적 병목작업에 대한 체계적 접근방법이 필요하다.

### 참고문헌

[1] Smith, J. S., Wysk, R. A., Sturrock, D., Ramaswamy, S., Smith, G., and Joshi S. B., "Discrete Event Simulation for Shop Floor

Control," Proceedings of the 1994 Winter Simulation Conference, December, 1994, Lake Buena Vista, FL, pp. 962-969.  
[2] W.David Kelton, Randall P.Sadowski, Deborah A, Sadowski, (2000) "Simulation with ARENA 2E" pp.15-20  
[3] 김차연(2001), Back light unit 기술동향, 한국정보디스플레이학회, Vol 2, No. 1, pp45-51  
[3] 박준호, 김경섭(2001), Arena를 이용한 공급사슬 시뮬레이터 개발, 대한산업공학회 춘계학술대회, pp.225-228  
[5] 전태보, 김영휘, 마상혁(1993), 시뮬레이션을 이용한 PCB 제조시스템의 수행능력 분석, 대한산업공학회, Vol 6, No. 2, pp137-150  
[5] 장태성(2002), 디스플레이 산업 동향과 전망, 전자부품연구원 전자정보센터  
[6] BLU 구조, 2004, 디스플레이뱅크