

# 3D 모델링 기법을 이용한 작업자효율 및 생산성 분석

## Worker utilization and productivity analysis using a 3D modeling technique

이수철\*, 서승록\*, 윤영수\*, 양승열\*  
Soo-Cheol Lee\*, Seung-Lock Seo\*, Young-Soo Yun\*, Seung-Yeol Yang\*

### ABSTRACT

In this paper, we developed a simulation model of a car parts assembly line to improve the system performance such as worker's utilization balancing, productivity.

This simulation model has been developed using QUEST, a true 3D discrete event simulation package that is designed for modeling and analysis of manufacturing systems.

We have suggested the results obtained to improve the system performances of an existing production line.

### 1. 서론

오늘날의 기업들은 극심한 경쟁상태에서 살아남기 위해 생산성 향상에 대한 노력을 끊임없이 해왔다. 재고의 감소, 노동력의 효율적인 배분, 제품의 품질개선등에 관심을 가지며 JIT, MRP, ERP등의 신개념의 생산관리 기법을 도입하거나 생산라인의 자동화, 유연화를 추구하고 있다. 생산성 향상을 위해서는 시스템의 문제점이나 상황변화에 따른 시스템의 대응능력을 분석하고 여기서 밝혀진 문제점을 해결하기 위한 대안의 평가가 요구된다.

이러한 시스템의 분석과 평가를 위해 실제의 시스템을 구축하거나, 이미 구축된 시스템을 변경하는 것은 현실적으로 불가능할 경우가 많다. 이러한 문제점을 해결하는 방법은 가상의 모델을 만들어 시스템을 분석·평가할 수 있는 컴퓨터 시뮬레이션 방법이 필요하다.[3]

컴퓨터 시뮬레이션 방법에서 가장 중요한 점은 현실성에 어느 정도 가깝게 모델링을 할 수 있는가 하는 점이다. 이를 위해서는 대상으로 하는 모델의 생산환경(작업조건, 생산량, 가공시간, 셋업시간등) 뿐만 아니라 정확한 물리적인 특징들(작업장에서 설비의 실제 배치상태 및 크기, 작업자의 이동방법등)을 가상의 환경인 컴퓨터 화면속으로 완벽하게 표현하는 것이 필수적이다.

하지만 기존에 개발된 대부분의 시뮬레이션 방법들이 2D환경하에서 개발되었기 때문에 이를 잘 표현하지 못한다는 단점이 있다. 따라서 본 논문은 이를 가장 표현해 줄 수 있는 3D 시뮬레이션 모델링 기법인 QUEST(QUEuing Event Simulation Tool)를 이용하여 시뮬레이션을 수행한다.

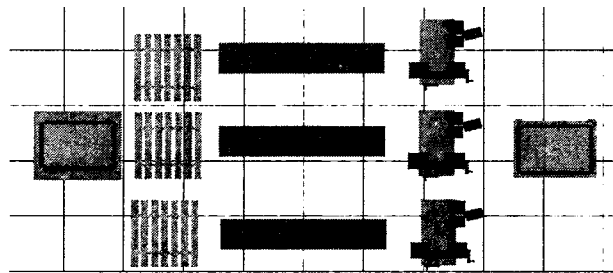
본 연구의 목적은 자동차 생산라인을 대상으로 기존시스템의 수행도를 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 문제점을 파악하고 대안들을 평가하여 최선의 대안을 선정하는 것이다. 이를 위해서 전체 생산라인중에서 자동차의 엔진부분을 생산하는 Front Case 라인을 대상으로 하여 시뮬레이션을 수행하고자 하며 이를 통하여 예상되는 문제점을 해결하여 작업자간 작업효율을 균형화시키면서 생산성을 향상시키는 방안을 강구한다.

\* 대구대학교 자동차산업기계공학부

## 2. 본론

### 1) 3D 모델링의 필요성

지금까지 개발된 대부분의 시뮬레이션 모델링 기법들은 2D환경하에서 실행된다. 2D환경하에서는 <그림 1>에서 처럼 일반적으로 개략적인 모델링을 사용하기 때문에 설비의 물리적인 배치, 예를들어, 컨베이어의 길이, 기계의 크기, 기계의 배치면적, 작업자의 이동거리, 시간등은 중요하게 고려되지 않는다.

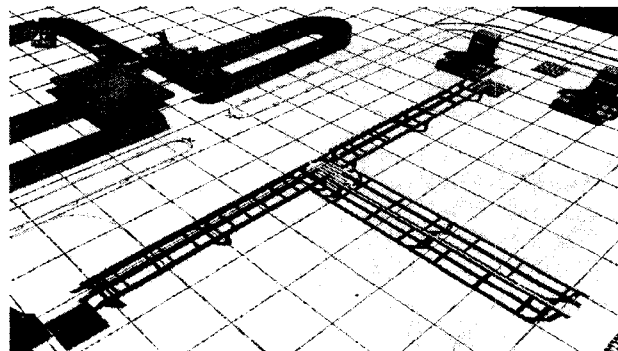


<그림 1> 2D환경하에서 시뮬레이션 모델링

이러한 상태에서의 시뮬레이션은 실제 생산현장의 정확한 정보를 표현하지 못하기 때문에 그 시뮬레이션 결과가 현장에 적용하기에는 많은 어려움이 따른다.

하지만 본 연구에서 제시하는 3D모델링은 2D환경하에서 표현하지 못한 현장의 환경을 정확히 표현할 수 있기 때문에 시뮬레이션 결과가 많은 부분에서 현장의 상황에 일치시킬 수 있다.

<그림 2>에서 보여지는 것처럼 3D 환경에서의 모델링은 정확한 3D 치수에 근거하고 있기 때문에 이를 이용한 상세설계에서는 공정설계가 좀더 분명하고 정확한 수행도 척도가 필요하다. 이 단계에서 컨베이어 및 자재처리장비와의 길이, 위치, 작업자의 이동거리등은 전체적인 공정수행도에 중대한 영향을 주게된다.



<그림 2> 3D환경하에서 시뮬레이션 모델링

본 연구에서는 이를 가장 잘 표현할 수 있는 3D 시뮬레이터인 QUEST를 이용하여 시뮬레이션을 수행한다.

QUEST는 Deneb사에서 개발한 이산사건 시뮬레이터로 3D 모델링과 제조시스템 분석에 있어 획기적인 해결책을 제공한다. 대화식 입력, 3D 그래픽 및 시각분석과 결합된 세부 물리적인 시스

템의 특성을 지니며, 레코딩이 아닌 실시간(Real-Time)으로 처리되는 3D 전용 시뮬레이터이다.[5]

QUEST를 이용한 모델링의 장점은 VFI(Visual File Interface)와 연결된 Geometric File의 풍부한 데이터 라이브러리를 제공하며, 특히 사용자가 CAD환경에서 설계한 도면을 IGES, DXF 및 기타의 다른 포맷으로 쉽게 입력받을 수 있으며 이를 별도의 변환작업을 거치지 않고 곧바로 3D 모델링으로 구축할 수 있기 때문에 현장의 생산라인을 거의 완벽하게 컴퓨터상으로 표현할 수 있다.[6]

## 2) 대상라인의 시뮬레이션 모델링

### (1) 가정

본 연구에서 사용한 시뮬레이션 모델링의 기본 가정들은 아래와 같다.

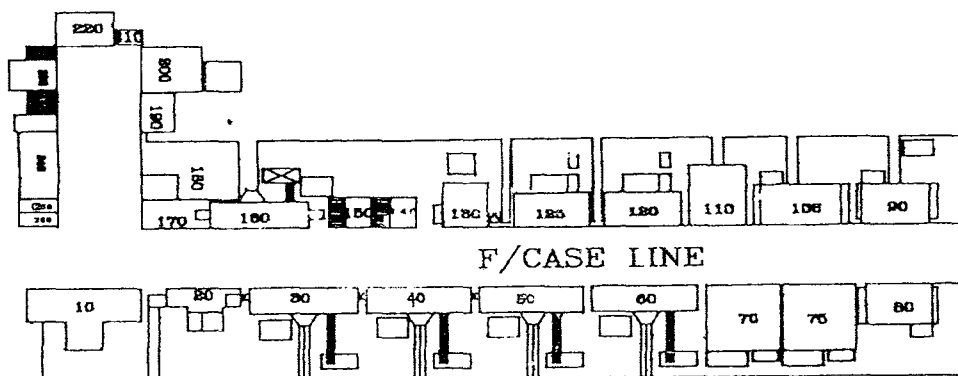
- ① 생산계획 및 라인/설비 운영방법은 공장에서 제시한 생산계획자료를 기준으로 한다.
- ② 제품불량, 설비고장, 자재품절현상등으로 인한 설비 가동시간의 지연이나 재작업등의 요인은 가공시간에 포함되지 않는다.
- ③ 시뮬레이션 모델의 개발 및 시뮬레이션 수행에 요구되는 생산계획, 표준작업시간, 작업자 이동시간, 작업자 가공규칙등과 같은 기본적인 데이터 및 라인 운용규칙은 공장에서 제시한 관련자료를 이용하여 적용한다.
- ④ 작업자의 작업순서는 담당하는 기계들 내에서 변경 가능하다. 예를들어 1번 작업자가 담당하는 기계가 10~50이라면, 10번 기계에 장·탈착을 한후 작업자를 필요로 하지 않는 기계 가공작업중에는 현재의 작업자와 가장 가까우며, 가장 먼저 대기하고 있는 기계로 이동하여 작업을 수행한다.

이러한 작업수행규칙은 QUEST의 작업수행로직을 이용하여 작성한다.

- ⑤ 기계간 가공물의 이동은 작업자가 한번에 한 개씩 가져가며 컨베이어는 사용하지 않는다.
- ⑥ 가공에 사용되는 기계는 자동화된 기계로 작업자는 가공부품을 장·탈착만 하면 되며, 기계 가공작업은 작업자의 도움이 필요없다. 또한 작업자는 숙련된 작업자들로 어느 기계를 담당 하더라도 작업수행이 가능하다.

### (2) 대상 라인의 현황

본 연구에서 대상으로 하고 있는 생산라인은 경북 경주에 소재한 J공업의 일부라인으로 자동차의 엔진부분인 Front Case을 생산하고 있으며 총 7명의 작업자가 28대의 자동화된 기계를 담당하고 있다. <그림 3>은 이를 나타낸 것이며 각 기계별로 표시된 번호는 기계번호를 의미한다.



<그림 3> 현재의 생산라인

공정명, 작업내용 및 시간등은 회사에서 미리 제시한 생산자료를 이용하였으며 <표 1>과 같다. 작업자별 담당기계의 배치는 <표 2>와 같다.

이러한 상태에서 1일 작업시간은 34,200초(=10시간×60분×60초-30분×60초(휴식시간))이다.

### (3) 시뮬레이션 모델링

먼저 생산현장에 배치된 기계들의 정확한 물리적인 특성(크기, 배치위치, 다른기계와의 거리등)을 실제로 측정하였으며 (2)절에서 제시한 생산자료와 함께 QUEST의 3D환경에서 구축하였다.

구축된 화면은 <그림 4>와 같으며, 작업자의 이동시간은 일반적으로 기계간 이동시간을 정한다음 주게 되지만 이럴 경우 왕복에 따른 시간을 별도로 지정해 주어야 하는 불편한 점이 있다. 예를들어 1명의 작업자가 담당하는 기계가 여러대일 경우 모든기계에 대해 개별적으로 시간을 지정해주어야 하며, 또한 라인의 배치가 변경될 경우 작업자 이동시간도 기계별로 다시 지정해 주어야 하는 단점이 있기 때문에 본 연구에서는 일반적인 성인이 걷는 평균속도인 약 61cm/sec.로 하였다.[7]

<표 1> 현 라인의 상태

기계 번호	공정명	작업내용(Sec.)			총가공 시간	기계 번호	공정명	작업내용(Sec.)			총가공 시간
		장· 탈착	Spray	가공				장· 탈착	Spray	가공	
10	C/Block 장착 면 가공(황삭)	6	0	49	55	130	L/Tester	6	0	22	28
20	C/Block 장착 면 가공(정삭)	6	0	50	56	140	Dowel Pin 조립	5	0	10	15
30	기준홀	5	0	44	49	150	Cover 가조립	6	0	8	14
40	드릴, Fac'G	5	0	39	44	160	Bor.G	6	0	51	57
50	리머, 드릴	5	0	36	41	170	Cover 분해	7	0	0	7
60	Tapp'G	5	0	19	25	180	세척	5	11	36	52
70	O/Pan 가공	7	0	74	81	190	Taper Plug 조립	12	0	11	23
75	O/Pan 가공	7	0	74	81	200	L/Tester	11	0	0	11
80	O/Pan탭,드릴	5	0	45	50	210	O/Filter 조립	22	0	0	22
90	드릴	5	0	31	36	220	O/Seal 조립	6	0	12	18
100	드릴, 3/8Tap 리머	5	0	51	56	230	Gear 삼입, 카바 조립	16	0	8	24
110	O/Filter면삭, 3/8Tap리머	10	0	47	57	240	성능시험	9	0	27	36
120	G/Room 가공	5	15	83	103	250	진공검사	10	0	23	33
125	G/Room 가공	5	15	83	103	260	외관검사	20	0	0	20

주) Spary = 가공이 끝난후 가공품에 묻어 있는 잔여물질, 수분등을 제거하는 작업시간공정

주) 기계번호 70, 75와 120, 125는 같은 기계로 가공시간이 다른 기계에 비해 월등히 크기 때문에 각각 2대씩 설치하였으며 작업자는 이들 기계중에서 유휴시간을 갖는 어느기계라도 순서에 관계없이 먼저 가공을 수행할 수 있다.

주) “장·탈착”과 “Spray”작업은 기계와 작업자 모두를 필요로 하지만 “가공”작업은 기계만 필요로 하고 작업자는 필요 없다.

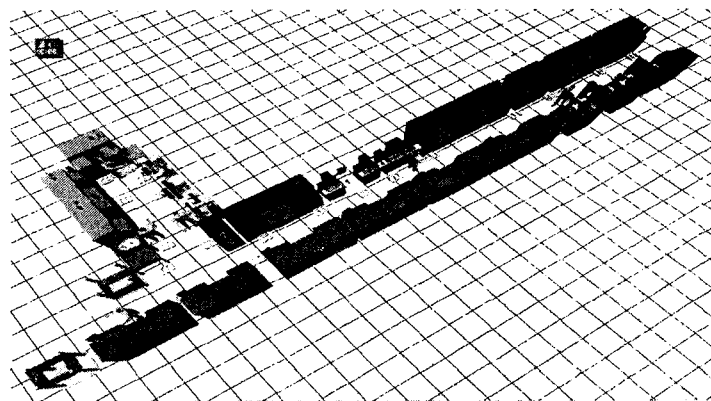
<표 2> 작업자별 담당기계

작업자 No.	담당기계 번호
1	10, 20, 160, 170
2	30, 40, 130, 140, 150
3	50, 60, 110, 120, 125
4	70, 75, 80, 90, 100
5	180, 190, 200, 210
6	220, 230, 240
7	250, 260

이는 QUEST에서 현장의 라인 배치상태를 정확히 컴퓨터로 구현가능하기 때문에 별도로 기계 간 이동시간을 줄 필요가 없으며 단지 이동속도만 지정해 주면 작업자 스스로가 이러한 속도로 기계들 간에 이동하기 때문에 작업자 이동시간을 손쉽게 작성할 수 있다. 또한 라인의 배치가 변경되더라도 별다른 수정이 필요하지 않다는 장점이 있다.

작업자의 작업 로직(logics)은 작업자가 담당하는 기계들중에서 작업을 가장 먼저 마치고 대기 중인 기계이며 작업자와 가장 가까운곳에 위치한 기계부터 작업자가 자동적으로 이동하는 로직을 사용하였다.

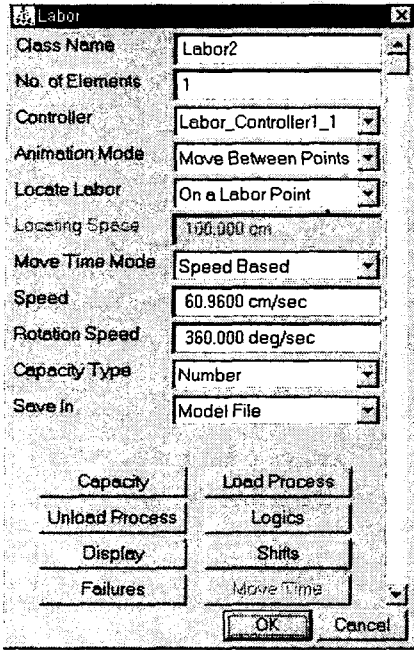
<그림 5>는 작업자의 기계간 이동시간을 정해주는 QUEST화면이며, <그림 6>는 작업자의 작업 로직의 일부분을 보여주고 있다.



< 그림 4 > 대상라인(Front Case)의 3D 모델링

### 3) 시뮬레이션 실험 및 분석

본 연구에서 수행하는 시뮬레이션의 목표는 현상태의 작업라인을 정확히 분석한후 작업자간 작업효율을 비교적 균등하게 유지하면서 생산량을 증가시키는 방향으로 시뮬레이션을 수행하고자 한다. 이러한 이유는 현장의 상태를 고려한 것으로 작업자의 작업효율을 무시한채로 생산량만을 증가시킬 경우 작업자의 피로누적과 불만이 쌓이게 되며 궁극적으로는 불량품을 양산하여 관리자 나 작업자 모두에게 불이익을 가져다 준다는 점을 고려한 것이다.



<그림 5> 작업자의 기계간 이동시간을 보여주는 QUEST 화면

```
#include <lbr.inc>
procedure def_labor_proc_logic()
var
  Reroute           : popup_selection
  Do_Load           : popup_selection
  Do_Unload        : popup_selection
  Do_Wait           : popup_selection
  Path_selection    : popup_selection
  Lbr_Path
  cmd               : Lbr_Cmd
  pending_cmd       : Lbr_Cmd
  the_path          : Lbr_Path
Begin
  cmd = wait_for_lbr_command()
:Process_Cmd:
  switch( cmd->type )
  case MOVE_LBR_ALONG :
    if( celem->curr_path <> NULL ) then
      Reroute = get_popup_selection( LBR_REROUTE, \
        celem, cmd->dec, celem->lbr_ctrl )
      if (Reroute == NULL) then
        unassigned_popup( LBR_REROUTE )
      endif
      Reroute( celem, cmd->path )
    endif
  start_lbr_move ALONG cmd->path
```

<그림 6>는 작업자의 작업 로직(일부분)

### (1) 기존상황 시뮬레이션 분석

<그림 4>를 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 수행시간은 1일 작업시간 34,200초로 하였다.

<표 3> 기존상태의 시뮬레이션 결과

작업자 No.	작업시간(Busy Time)	유휴시간(Idle Time)	작업효율(%)	병목기계
1	24914.383	9285.505	73	30 160 210
2	31523.184	2677.076	92	
3	27193.211	7006.803	80	
4	17403.090	16796.893	51	
5	30173.992	4026.000	88	
6	14606.376	19593.607	43	
7	12149.812	22050.191	36	
생산량			373개	

<표 3>은 작업자별 작업시간, 유휴시간, 작업효율, 생산량등을 나타내고 있다.

<표 3>을 살펴보면 총생산량이 373개이며, 작업자별 효율이 작업자 2, 3, 5의 경우가 작업자 1, 4, 6, 7의 경우보다 상당히 증가된 것을 볼 수 있다. 이것은 작업자간의 작업효율 불균형 현상을 초래하며, 만일 장기간의 작업일 경우 불량률 증가를 발생시켜 궁극적으로는 생산량을 감소시키는 문제점이 있다.

또한 <표3>을 살펴보면 병목현상을 보이는 기계가 3대(30, 160, 210번 기계)가 발생하여 기계간 작업효율 불균형 문제가 나타남을 볼 수 있다.

### (2) 기계별 작업자 배치 변경에 따른 시뮬레이션 분석 1

<표 3>과 같은 작업자 및 기계간 작업효율 불균등 문제는 작업자별 담당 기계의 배치에 문제가 있는 것으로 분석된다. 따라서 이를 개선하기 위해 <표 2>의 작업자별 담당기계를 변경한다.

먼저 작업자 5번이 담당하던 210기계가 병목현상을 보이고 있기 때문에 이를 작업자 6번이 추가로 담당하게 하고, 작업자 6번이 담당하던 240기계를 작업자 7이 추가로 담당할 경우에 대해 시뮬레이션 해보면 <표 4>와 같다.

<표 4> 개선된 시뮬레이션 결과 1

작업자 No.	작업시간(Busy Time)	유휴시간(Idle Time)	작업효율(%)	병목기계
1	24914.383	9285.505	73	30 160
2	31523.184	2677.076	92	
3	27193.211	7006.803	80	
4	17403.090	16796.893	51	
5	26845.273	7354.783	78	
6	26651.113	7548.856	78	
7	25599.145	8600.828	75	
생산량			552개	

<표 4>을 살펴보면 <표 3>에 비해 작업량은 373개에서 552개로 179개 증가하였고, 작업자 5의 작업 효율은 88% -> 78%로 10% 감소하였고, 작업자 6, 7의 작업효율은 43% -> 78%, 36% -> 75%로 각각 35.2%, 39.3%로 증가하였다. 즉 작업자 5, 6, 7의 작업효율은 거의 균등화 되었다고 볼 수 있다. 이러한 이유는 작업자 5, 6, 7의 담당기계가 각각 4대 -> 3대, 3대 -> 3대, 2대 -> 3대 작업자별 담당기계가 모두 동일하게 배치되었기 때문인 것으로 분석된다.

하지만 아직까지도 작업자 2, 3의 경우는 다른 작업자들과 작업효율 차이를 보이고 있으며, 30, 160번 기계에서 대해서도 병목현상이 발생하고 있다.

### (3) 기계별 작업자 배치 변경에 따른 시뮬레이션 분석 2

<표 4>에서 발생한 문제점을 개선하기 위해 작업자별 기계배치를 변경한다. 즉 작업자 2가 담당하던 30번 기계를 작업자 1에 배정하고, 작업자 3이 담당하던 110번<sup>2)</sup> 기계를 작업자 4에 배정할 경우에 대해서 시뮬레이션을 수행하였으며, 그 결과는 <표 5>와 같다.

<표 5> 개선된 시뮬레이션 결과 2

작업자 No.	작업시간(Busy Time)	유휴시간(Idle Time)	작업효율(%)	병목기계
1	28237.672	5962.226	83	160
2	30405.203	3794.964	88	
3	23445.555	10754.463	69	
4	26533.582	7666.342	78	
5	26918.973	7191.253	79	
6	26917.443	7282.531	79	
7	25843.176	8356.807	76	
생산량			557개	

<표 5>는 지금까지 제시된 시뮬레이션 결과중에서 최적의 상태를 보이고 있다. 생산량은 <표 4>의 결과는 비슷하지만 작업자별 효율은 어느정도 균형화된 상태를 볼 수 있다. 즉 작업자 1은 73%에서 83%로 10% 작업효율이 증가되었고, 이러한 증가치는 작업자 2의 92% -> 88%로 4%

2) 120, 125번 기계는 동일한 기계로 한명의 작업자가 담당을 해야 되며, 작업 특성상 이를 나누어서 다른 작업자가 담당할 수는 없다. 따라서 작업자 4는 기계 110번 기계에 배정한다.

감소한데 기인한다고 볼 수 있다. 마찬가지로의 경우로 작업자 3은 80% ->69%로 11% 감소, 작업자 4는 51% -> 78%로 27%증가하였다. 지금까지의 결과들이 대부분 생산량이 높으면 작업자 효율이 최고에 달해서 현실적으로 문제가 있지만 <표 5>의 경우는 이러한 문제점을 해결하였다고 볼 수 있다.

따라서 현재상태의 공정배치를 그대로 유지하면서 작업자별 담당 기계를 약간 변경할 경우 생산량이 현재상태의 373개에서 557개로 184개 증가하였고 작업자간 작업효율도 어느정도 균형화할 수 있다는 장점이 있어 우수한 대안으로 분석된다.

#### (4) 기계 추가 투입에 따른 시물레이션 분석

여기서는 위의 모든 표<표 3, 4, 5>에서 공통적으로 발생하는 병목기계인 160번 기계를 한대 더 추가로 투입할 경우를 가정하여 시물레이션을 실시하였다.

지금까지의 배치변경중에서 최대의 효율과 생산량을 보여주는 <표 5>를 기준으로 하여 160번 기계를 한대 더 추가하였으며 이러한 경우 작업자 1이 담당하는 기계가 10, 20, 30, 160, (165), 170으로 5대이며, 작업자 2는 40, 140, 160으로 3대를 담당함으로 두 작업자간의 배치 불균등현상을 미리 방지하기 위하여 작업자 1이 담당하던 기계 30번을 작업자 2가 담당하게 하였다.

작업자별 담당 기계배치현황은 <표 6>과 같으며 시물레이션 결과는 <표 7>과 같다.

<표 6>에서 165번 기계는 160번 기계와 동일한 기계이다.

<표 6> 작업자별 담당 기계 2

작업자 No.	담당기계
1	10, 20, 160, 165, 170
2	30, 40, 140, 150
3	50, 60, 120, 125, 130
4	70, 75, 80, 90, 100, 110
5	180, 190, 200
6	210, 220, 230
7	240, 250, 260

<표 7> 개선된 시물레이션 결과 8

작업자 No.	작업시간(Busy Time)	유휴시간(Idel Time)	작업효율(%)	병목기계
1	29736.506	4463.507	87	
2	24454.762	9745.156	72	
3	30538.225	3661.822	89	
7	23224.047	10975.862	68	
4	27836.012	6364.057	81	
5	28195.686	6004.293	82	
6	27015.500	7184.492	79	
생산량			582개	

<표 7>을 살펴보면, 작업자별 효율은 <표 5>와 비슷하게 균형화되었지만, 생산량이 이전 최대 작업량인 <표 5>의 557개보다 더 많은 582개로 25개 증가하였다. 이러한 현상은 병목현상을 보이고 있는 기계 160을 한대 더 추가한 결과로 분석된다.

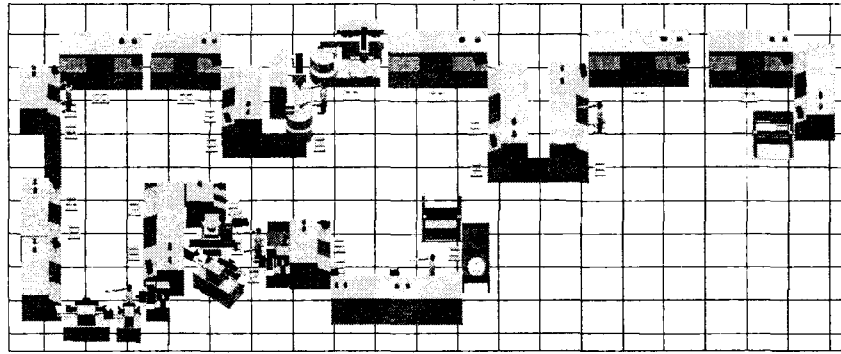
만약 작업공간만 허락한다면 기계 160을 한 대 더 추가하는 것이 지금까지의 시물레이션 결과 중 최대의 생산량을 올릴 수 있으며 작업자간 효율도 균형화할 수 있을 것으로 분석된다. 단점으로는 기계 1대 추가 구입에 따른 경제성 분석과 라인배치를 다시 해야한다는 점이다.



**(5) 레이아웃 변경에 따른 시뮬레이션 분석**

다음으로는 공정 레이아웃을 변경할 경우에 대해 시뮬레이션 분석을 실시하였다. 레이아웃 변경은 작업장의 공간이 확보되어야 한다는 것을 전제로한 것이며, 최근 생산라인 변경에서 많이 사용하고 있는 U자 라인 형태로 변경하고자 한다.[4]

변경한 레이아웃은 <그림 7>과 같으며 작업자별 담당기계는 <표 8>과 같으며, 작업자별 담당 기계의 배치는 <표 3, 4, 5, 7>의 작업효율과 기계간 병목현상을 고려하여 배치하였다.



<그림 7> 레이아웃을 변경한 3D 모델링

<표 8> 작업자별 담당 기계 2

작업자 No.	담당기계
1	10, 20, 30, 40
2	50, 60, 70, 75
3	80, 90, 100, 110
4	120, 125, 130, 140, 150
5	160, 170, 180, 190
6	200, 210, 220, 230
7	240, 250, 260

<표 9> 레이아웃을 변경한 시뮬레이션 결과

작업자 No.	작업시간(Busy Time)	유휴시간(Idle Time)	작업효율(%)	병목공정
1	21918.5	12281.5	64	
2	19296.2	14903.9	56	
3	21138.7	13061.3	62	
4	28609.0	5590.0	84	
5	28611.1	5588.87	84	
6	21139.7	13060.9	62	
7	21792.5	12407.4	64	
생산량			495개	

<표 8>의 작업자별 배치상태를 이용하여 <그림 7>의 변경된 레이아웃 모델에 시뮬레이션을 실시하였다. 실행결과는 <표 9>와 같다.

<표 9>를 살펴보면 작업자별 작업효율 균형화가 기존모델링의 결과인 <표 3, 4>보다는 우수하며 <표 5>와는 비슷한 수준인 것으로 분석된다. 또한 생산량 측면에서 보면 생산량이 495개로 <표 3>의 기존상태의 레이아웃 모델보다는 많으며 <표 4, 5>보다는 적게 나타났다. 하지만 병목현상을 보이는 기계가 <표 9>에서는 나타나지 않지만 기존모델링의 결과인 <표 3, 4, 5>에서는 각

각 3대, 2대, 1대로 나타나고 있다.

이상의 분석 결과를 종합해 볼 때 레이아웃을 변경한 <그림 7>의 모델이 기존의 <그림 4> 모델보다 우수한 것을 분석된다.

### 3. 결론

기존에 많이 개발된 시뮬레이션 모델링 기법들은 대부분이 2D환경하에서 수행된다. 이러한 경우 그 수행결과가 실제 생산현장의 상황을 고려하지 못한 경우가 대부분이다. 예를들면 기계의 크기, 기계간 배치간격, 작업자와 기계간 이동거리, 이동속도, 작업위치등은 실제의 생산환경에서 생산량의 증대와 작업자의 효율등에 상당한 영향을 미친다.

본 연구는 이러한 문제점들을 정확하게 고려해 줄 수 있는 3D모델링 기법을 소개하였으며 이를 이용하여 실제 사례공장의 대상라인에 적용하여 작업자간 효율을 균형화시키면서 생산량 증대를 위한 다양한 시뮬레이션을 수행하였다. 또한 현재의 라인은 이미 셋업(Setup)되어진 상태라 변경이 곤란하지만 차후 라인 변경이 가능하다면 추가로 기계한대를 더 배치하는 방안과 레이아웃을 U자 형태로 변경하는 것이 작업자 효율을 어느 정도 균형화시키면서 생산량을 더 증대시킬 수 있는 대안이 된다는 점도 살펴보았다.

현재는 하나의 대상라인에 대해서만 시뮬레이션을 수행하였지만 이를 공장 전체로 확대하여 대규모의 3D 시뮬레이션 모델링을 구축하여 다양한 실험을 수행해 보는 것이 앞으로의 과제이다.

### 참고문헌

1. 이영국, "경쟁력 확보를 위한 생산기술력", 자동차공학회지, Vol. 19, No. 1, 1997
2. 조규갑, 문일경, 윤원영, 김영규, "전자레인지 조립라인의 생산물류 분석 시뮬레이션", 산업공학, Vol. 12, No. 1, pp. 121-131, 1999
3. 조규갑, 김갑환, 이영해, 윤원영, 문일경, "생산시스템 시뮬레이션", 창현출판사, 1994
4. J. Anelle, "Virtual Manufacturing for Design and Production", 1998 Deneb International Simulation and Technology Conference, 1998
5. QUEST, Dassault Systems Inc., 1999
6. M. R. Barnes, " An introduction to QUEST," Deneb Robotics Inc., 1998
7. QUEST Users Manual, Deneb Robotics Inc., 1997