

Flow Line 분석을 위한 시스템 모델링 및 시뮬레이션 연구

-타이어 공장의 사상라인을 중심으로-

최병규* · 박정현* · 황문호* · 김재희**

System Modeling and Simulation Study for the Analysis of Flow Lines

Byung-Kyu Choi*, Jeong-Hyeon Park*, Moon-Ho Hwang* and Jae-Hie Kim**

Abstract

Presented in this paper is a systematic approach to "modeling and simulation" of flow lines in mass production systems, using a tire trimming line as an example. The "modeling phase" consists of 1) generation of alternative line configurations, 2) construction of a reference model for each alternative, and 3) formal description of the target system. ACD(Activity Cycle Diagrams) are employed as a tool for formal description. In the "simulation phase", block diagram models (provided by the simulation language SIMAN) and the next event methodology(implemented in FORTRAN 77) are combined in order to fully describe the flow line behavior.

1. 서론

본 논문에서는 대량생산 체제의 물류라인에 대한 시스템 모델링 및 컴퓨터 시뮬레이션 분석에 관한 전반적인 접근방법을 제시하고 이를 타이어 제조 공장의 일부 라인에 구체적으로 적용시킨 사례를 소개하고자 한다.

1) 연구의 배경 및 필요성

동일한 공정을 거치는 제품의 대량생산시스템에

서 설비의 배치 및 설비의 운영방법은 그 시스템의 특성상 매우 복잡하여 사전에 충분한 연구가 선행되지 않으면 설치 및 운영시에 많은 시행착오가 발생하여 고가설비의 재구입 및 재배치의 어려움이 발생된다.

타이어 제조의 물류는 원자재의 입고에서 고무 혼합, 압출, 재단, 성형, GIP, 가류, 사상, 보관을 거쳐서 출고로 구성되는데, 모든 타이어는 거의 동일한 공정을 거치게 되며 타이어 종류에 따라 각 공정소요시간이 다를 뿐이다. 타이어의 이송을 담

* 한국과학기술원 산업공학과

** 한국타이어제조(주)

당하는 물류시스템은 콘베이어, 대차, trolley 콘베이어, 지게차, 자동창고 등인데 이와 같은 물류시스템으로 구성된 타이어 제조공정의 생산성향상은 크게 다음과 같은 두가지 관점에서 고려할 수 있다.

(1) 공정을 흐르는 생산품의 각 규격별 생산일정관리의 최적화

(2) 공정을 흐르는 생산품의 물류최적화

라인에서 생산될 타이어의 규격 및 생산량은 단기간의 주문 종류에 따라 결정되는데 불필요한 재고를 최소화하면서 주문요구에 원활히 대응하는 제품생산(출하)을 달성할 수 있어야 한다. 본 논문에서 다루고 있는 타이어 생산라인은 하루에 평균 90여 종류의 타이어를 약 6000본 생산할 수 있다.

물류의 최적화 문제는 생산시설의 배치 및 설비대수의 변동을 초래하기 때문에 문제를 해결하는 적합한 대안을 선정하여도 실제 적용시의 효과를 정확히 분석하는 것은 매우 힘들며, 잘못 분석한 상태로 설비변경이 이루어지는 경우에는 막대한 지장을 초래하기 쉽다. 따라서 대안의 분석과정에서 가능한 많은 요인을 고려하여야 한다. 일반적으로 물류라인 최적화문제는 공정순서결정문제와 개별 공정의 성능(생산속도 및 저장공정)결정문제로 나누어 볼 수 있는데, 초기에 대안을 생성하는 과정에서는 개략적인 평균치분석방법이 많이 사용되며, 세부분석단계에서는 시스템의 동적인 상황 특성을 처리할 수 있는 컴퓨터 시뮬레이션이 주로 사용된다.

제조시스템의 컴퓨터 시뮬레이션 분석에서 가장 중요한 것은 대상시스템의 모델링 단계로서 분석대상을 가능한 정확하게 반영하는 모델링을 얼마나 체계적으로 하느냐에 따라 컴퓨터 시뮬레이션분석의 성공여부가 좌우되며 모델링된 결과를 이용하여 기존의 시뮬레이션 소프트웨어(SIMAN[5], SLAM II[7]) 또는 NEXT EVENT SCHEDULING 방법에 의한 범용 컴퓨터 언어를 이용하여 컴퓨터 시뮬레이션을 수행할 수 있다.

본 연구에서는 국내의 H 타이어 회사의 타이어 제조라인 일부를 예로 하여 시스템 모델링 및 컴퓨터 시뮬레이션 수행단계를 보이고자 한다.

2) 컴퓨터 시뮬레이션 분석과정

컴퓨터 시뮬레이션 분석과정은 크게 1) 대상시스템(requirement specification)에 대한 대안작성, 2) reference model 작성, 3) formal description, 4) 시뮬레이션 프로그램 작성, 5) 시뮬레이션 수행, 결과분석 및 적용의 5부분으로 나누어지는데 그 과정을 도록하면 다음의 그림 1과 같다.

실제 시스템에 대한 requirement specification을 조사 분석하여 가능한 여러 대안을 작성하고 작성된 각 대안에 대한 reference model을 작성한다. Reference model을 기준으로 하여 ACD[2,3]나 Petri-net[6]을 작성하는 formal description을 하고 이것을 이용하여 시뮬레이션 프로그램을 작성한다. 작성된 프로그램을 reference model, formal description과 비교하여 타당성 여부를 확인하고 각 대안에 대한 컴퓨터 시뮬레이션을 수행한다. 실행후 결과를 이용하여 분석을 한 다음 원하는 결과를 도출할 때까지 설계변수(design variables)를 수정하면서 시뮬레이션을 반복 수행한다. 각 대안에 대한 시뮬레이션 결과를 이용한 각 대안의 평가를 통하여 가장 적당한 대안을 선정하고, 선정된 대안의 설계변수의 값을 분석대상시스템에 적용하는 것으로 본 시뮬레이션 분석은 끝나게 된다.

2. 대상 시스템 개요

타이어 제조업체 H사의 사상라인은 타이어의 중간재료를 구워내는 A공정, 타이어의 잔털을 제거하는 B공정, 타이어에 대한 균형, 외관, 내부, 첫수상의 하자를 검사하는 C검사공정, D검사공정, E검사공정, F검사공정으로 구성되어 있다. 각 공정별 설비대수 및 설비명은 표 1과 같으며 전체 라인에 개략적인 배치도가 그림 2에 보여져 있다.

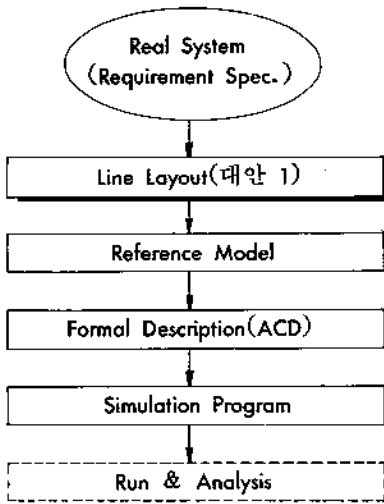


그림 1. 시스템 모델링 및 시뮬레이션 절차

표 1. 공정별 설비대수 및 설비명

공정명	설비대수	설비명
A 공정	75 대	MC1
B 공정	3 대	MC2
C 공정	2 대	MC3
D 공정	4 대	MC4
E 공정	4 대	MC5
F 공정	3 대	MC6

그림 2에서 CV라고 되어 있는 것은 타이어 이송을 하는 콘베이어를 의미하며, BR라고 되어 있는 것은 기계 앞의 buffer를 의미한다.

대부분의 공정은 작업자가 관련되어 있으며, 작업자의 휴식 및 교체시 공정의 작동이 중단된다. 각 공정간에는 콘베이어를 따라 타이어가 이송되며, 타이어가 콘베이어에 올려질 때 콘베이어상에 빈 자리가 없을 경우(blocking 발생), 그 타이어는 별도로 취급되어 창고에 입고되는 것으로 한다. 단, A공정처리기계 사이의 콘베이어(main conveyor)의 구동방식은 단순 on/off이며, 이것은 이어지는 콘

베이어에서의 overflow 발생/해제를 점검하는 sensor를 통하여 제어된다.

또, 물류가 2군데 이상으로부터 그 이하로 합쳐지는 곳에서는 선입선출(First in First Out)의 원칙을 따른다. 반대로 한 군데로부터 그 이상으로 타이어의 분배가 필요한 곳에서는 각 기계의 기아현상(starvation)을 줄이고 기계의 효율을 균등하게 하는 원칙을 적용하여 물류를 조정한다.

3. 시스템 모델링

시스템 모델링 단계에서는 실제적인 대상물류라인을 1) 연속적 흐름라인으로 파악하여 개략적인 물류흐름특성을 분석하고, 2) 물류라인을 구성하고 있는 제반 하드웨어요소(component)들의 작동현상을 체계적으로 정리한 기준모형(reference model)을 작성하고, 3) 특정한 modeling view에 따라 물류라인의 동적 특성을 체계적으로 기술하여야 한다.

1) 개념적 물류흐름 분석

대상시스템의 물류를 물탱크에서 밸브를 통하여 물이 흐르는 시스템으로 재구성하여 그려보면 다음의 그림 3과 같다.

그림 3에서 밸브는 2종류로서 하나는 on/off 기능만을 갖는 밸브이며 다른 하나는 공정을 처리하는 기계로서 flow rate를 조절할 수 있는 기능을 갖는 밸브이다. 또한 물탱크는 타이어의 이송을 하는 콘베이어로 볼 수 있다. 여기서 각 탱크 용량의 조절, 밸브의 on/off 및 flow rate를 제어함으로써 물의 흐름을 원활하게 할 수 있는데 이의 원리가 그대로 본 대상시스템에 적용된다.

그림 3에서 탱크 CV1, CV2에 투입되는 물의 양은 근사적으로 그림 4와 같은 형태를 가지는데 이와 같은 유입물류량의 변동을 여하히 흡수하여 일관된 흐름라인을 형성하느냐가 물류라인설계의 관건이 된다.

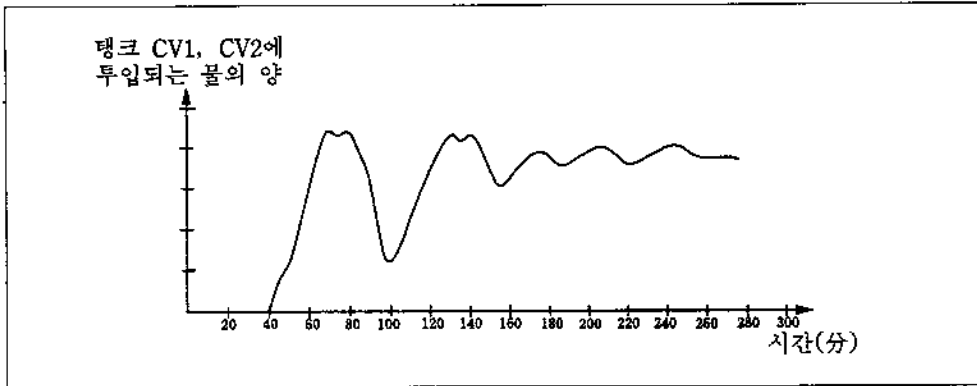


그림 4. 탱크 CV1, CV2에 투입되는 물의 양

2) Reference 모델 작성

시뮬레이션 모델링시에 기준모형으로 사용할 수 있도록 작성된 모델을 reference 모델이라 하며 그 내용은 다음과 같다.

(1) Resource 및 Entity 정의

본 대상 시스템을 구성하는 resource는 공정처리기계와 물류운반설비로서 각 resource는 각각의 속성(attribute)을 갖는다. 각 기계는 타이어 종류별로 공정처리시간이 주어져 있으며, 특정 타이어에 대하여는 해당 공정을 생략할 수도 있다. 타이어의 운반에는 주로 콘베이어가 사용되는데, 안전 재고를 위하여 buffer기능을 갖는 콘베이어가 별도로 각 공정처리 기계앞에 설치되어 있다. 또한 물류의 흐름을 제어하는 장치로서 stopper, dropper와 같은 장치가 부가되어 있다.

Entity는 물류의 대상인 작업물(타이어), 각종 신호로 구성되며 각 entity별로 속성(attribute)을 갖는다. 작업물은 본 시스템에 투입되는 각종 타이어이며, 신호는 작업교대 및 작업변경신호, 기계별 고장 또는 유지보수 관련 신호 등이 있다.

(2) A 공정작업장 배치도

본 제조시스템은 많은 공정이 있으며 각 공정마다 나름대로의 특징을 갖고 있는데 여기에서는 첫 공

정인 A 공정에 대한 reference 모델을 살펴보도록 한다. 배치도에는 설비뿐만 아니라 제어용 각종 sensor 등이 표시되는데 그러한 내용을 모두 포함한 배치도를 그리면 다음의 그림 5와 같다.

그림 5에서 main conveyor는 그림 3의 CV1, CV2이며 sensor OES, ODS는 그림 3의 CV3, CV4에 있는 수위계이다. 이 sensor는 탱크 CV3, CV4가 넘치는 것을 방지하기 위하여 BF2로 향하는 밸브의 on/off제어에 사용된다.

(3) 각종 시스템 state 변수 및 내역

A 공정에서 필요한 각종 activity별 해당 event, 각 event가 발생하기 위한 조건과 event가 발생함으로써 야기되는 state 변화내역을 정리하면 다음의 표 2와 같다.

표 2에서 "CM_i"은 A 공정을 처리하는 기계 i의 state 변수이며, "CM_iB_j"는 A 공정을 처리하는 기계 i 앞의 buffer_j의 state 변수이며, "CM_iST_j"는 A 공정처리기계 i의 stopper j의 state 변수이며, "MC_k"는 A 공정을 처리하는 기계에서 생산된 타이어를 다음 공정으로 이송하는 콘베이어 k의 state 변수를 의미하며, "OVFL_k"는 콘베이어 k의 overflow 발생상태를 나타내는 state 변수이다.

State 변수의 값이 "0"일 때, 기계의 경우 대기 상태이며, buffer의 경우 비어있는 상태이며, overf-

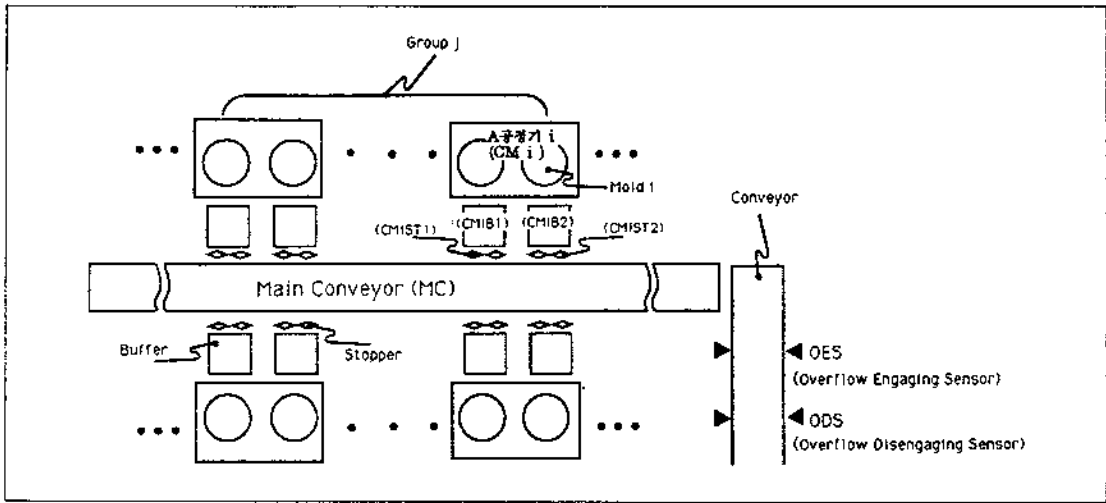


그림 5. A 공정 작업장 배치도(MC는 <그림 2>의 CV2에 해당)

low의 경우 overflow가 발생되지 않은 것을 의미한다. State 변수의 값이 "1"인 경우는 기계가 작동중이거나, buffer가 차있거나, overflow가 발생한 것을 의미하며, 기계 state 변수의 값이 음수인 것은 고장 또는 유지보수상태인 것을 의미한다.

3) Modeling view 및 ACD 모델링

실제 시스템에 대한 논리적인 모델을 세우기 위하여 시스템의 구조를 어떤 관점에서 파악하느냐가 매우 중요하다. 이러한 관점의 선정을 보통 "World View"라고 한다. 지금까지 널리 사용되는 world view에는 event 중심, activity 중심, process 중심의 3가지가 있다[9].

Event 중심의 world view는 시스템 state의 변화에 초점을 맞추어 모델링하는 것을 말하는데, 하나의 event들을 "Event Diagram"[5,8]을 이용하여 표시하고 각 경우의 Event가 일어날 수 있는 조건들은 별도의 "Condition Table"에 나타낸다. Process 중심의 world view에서는 시스템내에서의 서비스를 받는 entity의 흐름에 초점을 맞추어 모델링을 수행하는데, 얻어진 모델은 "Block Diag-

ram"[5]이나 "Network Diagram"[7]으로 표시된다. Activity 중심의 모델링에서는 시스템내에서의 resource들이 서비스를 수행하는 행위에 관점을 두고 entity의 흐름을 나타낸다. Activity 중심의 모델을 도식적으로 표현하기 위한 노력이 그동안 많은 사람들에 의하여 행하여져 왔는데 주로 "Activity Cycle Diagram(ACD)"[2,3]이라는 이름이 널리 사용된다.

일련의 공정을 갖는 대량생산체제의 모델링에는 activity 중심의 view가 적절할 뿐만 아니라 얻어진 모델의 점정을 용이하게 한다[1].

따라서 본 논문에서는 activity 중심의 view로서 전 공정에 대한 모델링을 수행하도록 한다.

본 시스템은 많은 공정을 처리하는데 그중 한부분인 A 공정에 대하여 ACD를 사용한 시스템 흐름 및 제어상황을 그려보면 다음의 그림 6과 같다. A 공정은 반제품 타이어를 완제품의 형태로 만드는 공정으로서 유사한 성능을 갖는 많은 기계들이 동시에 작업을 하고 있는 곳이다. 또한 그림 6에서 사용된 변수명 및 state내역은 표 2를 참조하면 된다.

표 2. A 공정에 대한 activity별 state 변화 내역

No	Activity	Event	State변화	조 건
①	A 공정	시작	$CM_i(0 \rightarrow 2)$	$CM_i=0$ & 현재 Lot의 잔여 공정 필요본수 한개 이상 있음 & 현재 Bladder가 n본 미만에 사용됨
			$CM_i(0 \rightarrow 1)$	$CM_i=0$ & 현재 Lot의 잔여 공정 필요본수 한개 있음 & 현재 Bladder가 n본 미만에 사용됨
		완료	$CM_i(1 \rightarrow 0)$ $CM_j B_j(0 \rightarrow 1)$	$CM_i=1$ & A 공정 소요시간 후 (단, j는 A공정기 i의 한 Buffer의 첨자)
			$CM_i(2 \rightarrow 0)$ $CM_j B_j(0 \rightarrow 1)$	$CM_i=2$ & A 공정 소요시간 후 (단, j는 A공정기 i의 두 Buffer의 첨자)
②	A 공정기 수리	시작	$CM_i(1 \text{ or } 2 \rightarrow -1)$ $CMF = CMF + CM_i$	$CM_i=1 \text{ or } 2$ & A공정시 고장발생 시각
		완료	$CM_i(-1 \rightarrow 0)$	$CM_i=-1$ & 수리 시간 후
③	사전보수	시작	$CM_i(0 \rightarrow -2)$	$CM_i=0$ & 사전보수 작업시작
		완료	$CM_i(-2 \rightarrow 0)$	$CM_i=-2$ & 사전보수 작업 소요시간 경과
④	Bladder교체	시작	$CM_i(0 \rightarrow -3)$	$CM_i=0$ & 현재 Bladder가 n본 가류함
		완료	$CM_i(-3 \rightarrow 0)$	$CM_i=-3$ & Bladder 교체시간 후
⑤	Mold 교체	시작	$CM_i(0 \rightarrow -4)$	$CM_i=0$ & Lot의 A공정 완료
		완료	$CM_i(-4 \rightarrow 0)$	$CM_i=-4$ & 교체 소요시간 후
⑥	Stopper작동	Open	$CM_i B_i(0 \text{ or } 1 \rightarrow 0)$ $CM_i ST_i(1 \rightarrow 0)$	Group i의 Open 차례 (i는 Group i내의 설비 첨자)
		Close	$CM_i ST_i(0 \rightarrow 1)$	Open된 시점부터 일정시간 후
⑧	Overflow	발생	$MC_k(1 \rightarrow 0)$ $OVFL_k(0 \rightarrow 1)$	$OVFL_k=0$ & 콘베이어 k의 적재본수가 OES 보다 커질 때
		해제	$MC_k(0 \rightarrow 1)$ $OVFL_k(1 \rightarrow 0)$	$OVFL_k=1$ & 콘베이어 k의 적재본수가 ODS 보다 작아질 때

4) 시스템 제어 및 운영방법 예

제조시스템의 생산성 및 물류의 흐름을 원활하게 제어하는 것은 시스템의 운영방법과 제어기술에 좌우된다.

본 연구대상인 시스템중에서 앞부분에 대한 시스템 운영방법중의 일례를 설명하기 위하여 물류의 개념적 흐름도 그림 3을 이용하여 설명하면 다음과 같다.

그림 3에서 탱크 CV1, CV2에서 탱크 CV3, CV4

의 능력보다 많은 양의 물이 탱크 CV3, CV4에 들어가면 탱크 CV3, CV4에서는 탱크용량보다 많은 물은 넘쳐 흐르게 되어 있다. 따라서 탱크 CV3, CV4에서 물이 일정 수위에 도달하게 되면 탱크 CV 1, CV2에서 더이상 물이 못 들어오게 밸브를 잠그게 된다. 그러나 무한정 밸브를 잠그고 있을 수는 없으므로 만수위가 된 탱크 CV3, CV4에 있는 물을 좀 더 빨리 빼내도록 탱크 BF2로 통하는 밸브를 열게 된다. 밸브가 열리게 되면 탱크 CV5, CV6에

들어가는 물의 양이 갑자기 증가되어 탱크 CV5, CV6도 물이 넘칠 가능성이 있게 된다.

그림 3에서 보는 바와 같이 각 탱크에서 물이 넘치지 않고 물이 원활하게 흐르도록 밸브의 작동 방법, 탱크의 용량, 밸브의 크기(단위시간당 유량) 등의 결정이 상당히 중요하게 된다.

컴퓨터 시뮬레이션에서는 이와 같이 물류시스템의 원활한 흐름을 위한 타당한 시스템 운영방법

결정을 위한 분석도구로서 아주 적당한 기법이 다.

4. 컴퓨터 시뮬레이션 모델링 및 수행

1) Next Event/Process Interaction 모델링

본 연구대상인 시스템의 모델링 단계에서 본 바와

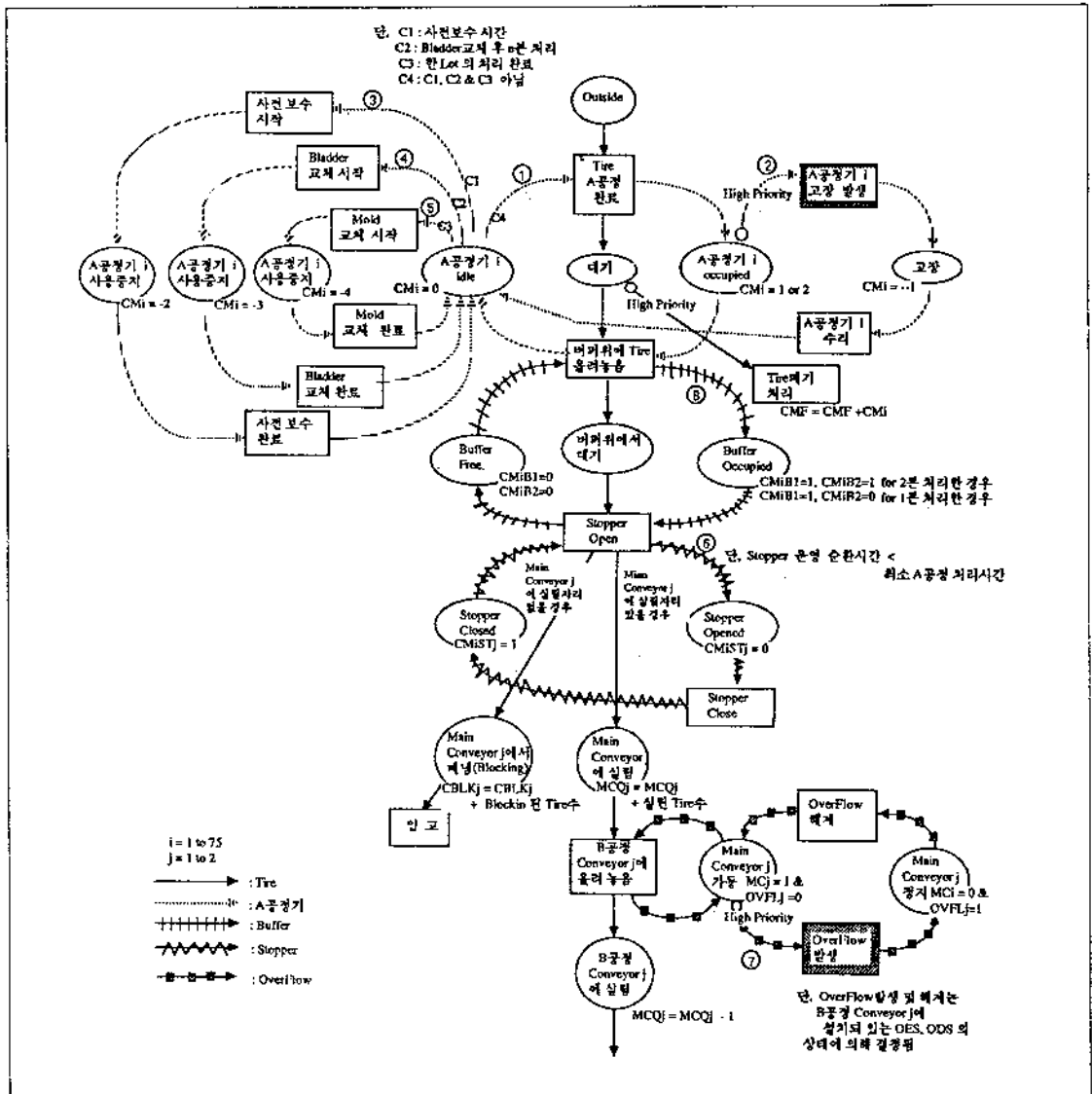


그림 6. A 공정에 대한 ACD

같이 물류의 흐름부분을 제외한 시스템 운영방법 및 물류제어부분은 매우 복잡하여 기존의 시뮬레이션 소프트웨어인 SIMAN의 block문만으로는 표현이 매우 복잡하거나 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 이와 같은 부분에 대하여는 next event scheduling 방법에 의한 범용 컴퓨터 언어인 FORTRAN 77을 사용하여 시뮬레이션 모델링을 하며 기타 부분에 대한 모델링은 SIMAN의 block문을 이용하여 수행하였다. Next event scheduling방법에 의한 프로그램 작성부분은 A 공정처리일정계획(타이어 투입), 각종 고장 및 정지유지보수, overflow(blocking) 방지를 위한 콘베이어 제어, 차기 공정작업장 선정, 시뮬레이션 결과 출력처리에 관한 것인데 모두 MS FORTRAN[4]으로 작성되었다.

본 프로그램은 SIMAN block문이 약 500 block, FORTRAN문이 약 5,000 line으로 구성되어 있으며 IBM/PC AT에서 구현이 되었다.

2) 입력자료의 종류

본 시뮬레이션에 입력되는 자료는 시뮬레이션 수행과 관련된 정보, 타이어 생산에 필요한 일정 계획, 타이어의 각종 정보, 설비배치정보, 작업자를 포함한 각 resource별 정보, 기계 고장 및 유지보수 정보, 공정별 처리소요시간에 대한 정보 및 시스템 초기상태 정보 등인데, 자료입력시 입력의 정오를 확인할 수 있도록 되어 있다.

3) 출력결과(예)

컴퓨터 시뮬레이션에서 통상 출력하는 결과는 시뮬레이션 수행과정을 그대로 나타내는 trace 자료, 측정된 자료를 단순 누적하여 산술평균 등 기본적인 통계량, 시간에 대한 적분을 하여 출력하는 통계량 및 발생횟수를 센 통계량 등이 있다.

Trace 자료는 고장발생정보를 포함한 시뮬레이션 과정의 이상유무를 확인하거나 graphic animation의 입력자료로 활용이 되며, 측정자료의 단순누적한

통계량은 시스템내의 체류시간, 특정공정에서 평균대기시간 등을 계산할 때 사용되며, 시간에 대한 적분을 한 통계량은 각 resource의 가동율, 각 공정에서의 평균대기량 등을 계산시에 사용된다.

본 연구에서는 시뮬레이션 1회 수행시에 약 150여개의 통계량이 출력되는데 그 중의 일부 통계량을 그림으로 도식한 예를 보이면 다음의 그림 7과 같다.

그림 7은 제 3장의 4절에서 설명한 부분에 대한 시뮬레이션 결과로서 각 콘베이어 용량과 제어방법에 따라 overflow 발생정보 및 overflow 발생방지방법에 대한 예를 보여주고 있다.

그림 3을 참조로 하여 세부설명을 하면, 그림 7의 (1)은 탱크 CV3, CV4의 크기(Q_B)가 커질수록 탱크 BF2로 통하는 벨브의 작동횟수(N_{BF2})가 감소하고 있음을 보여주고 있다. 그림 7의 (2)는 탱크 CV5, CV6의 크기(Q_C)가 증가할수록 탱크 CV5, CV6에서 물이 넘치는 양(N_{BL})이 줄어드는 것과 탱크 CV3, CV4의 크기(Q_B)가 증가함에 따라 탱크 CV5, CV6의 완충역할(buffering)을 하는 것을 보여주고 있다.

시뮬레이션의 수행과정을 동적인 graphic 화면으로 보여주는 것을 graphic animation이라고 하는데 본 연구 대상시스템의 구설비배치라인에 대한 graphic animation 화면을 보이면 다음의 그림 8과 같다.

그림 8에서 현재의 시간은 137이며 이 때까지 시스템에 투입된 타이어는 136본이며 사상완료된 타이어는 110본이다. 그림에서 도너츠 모양이 사상라인을 흘러가는 타이어의 모습이며 시간이 지남에 따라 그림상의 타이어는 콘베이어상에서 이송되는 모습을 동적으로 보여준다.

5. 결 론

일반적으로 제조시스템의 시뮬레이션 경우에 다음과 같은 목적을 위하여 수행된다고 볼 수 있다.

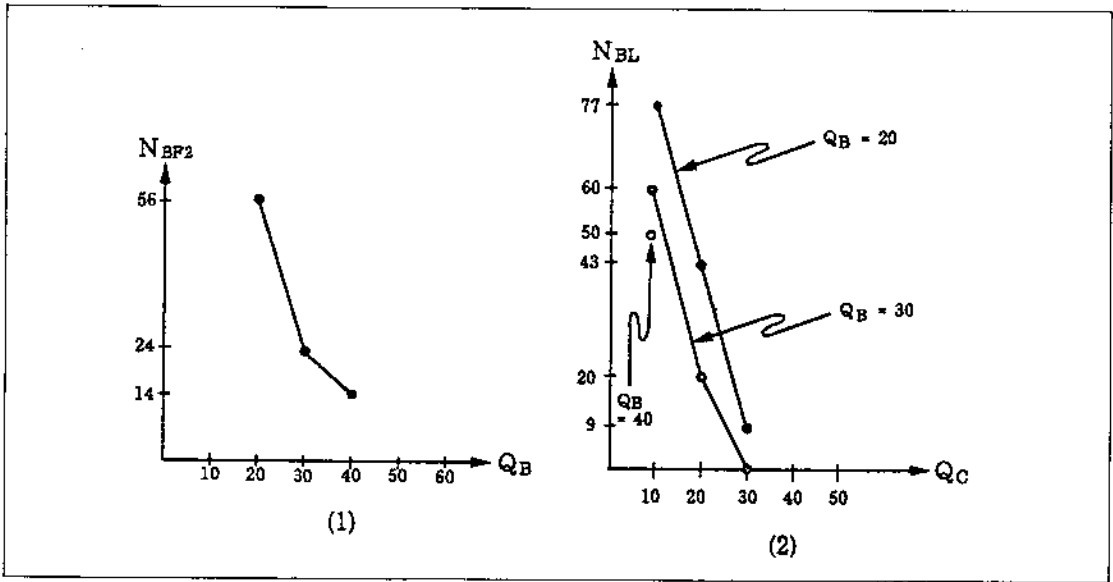


그림 7. 시뮬레이션 결과의 도식 예

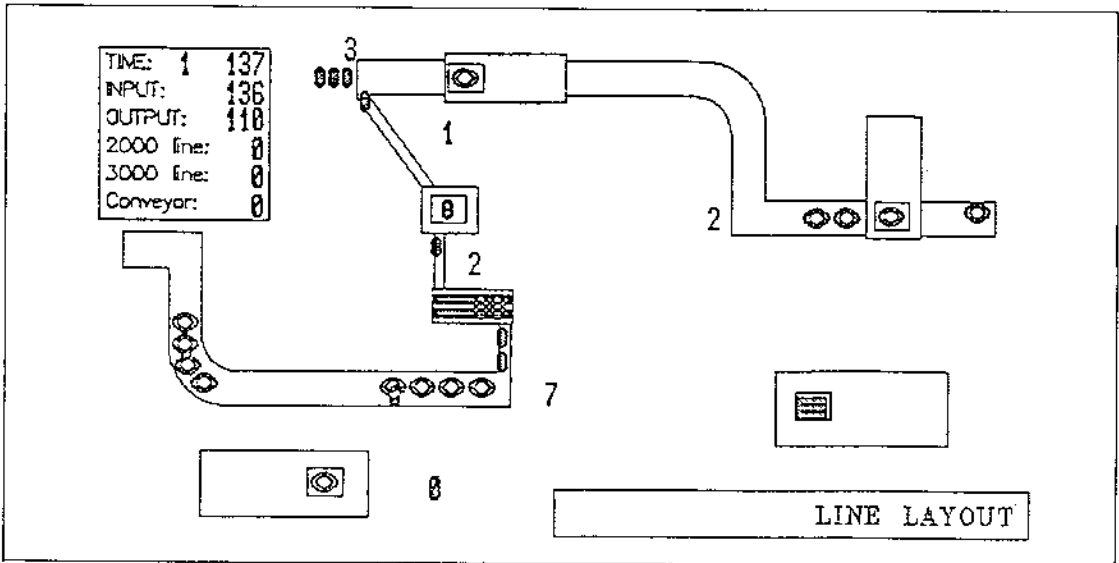


그림 8. 구 배치라인에 대한 graphic animation 한 장면

- 1) 설비용량의 결정
- 2) 공장 배치 결정
- 3) 제품공정의 선택
- 4) 생산 일정계획의 평가

많은 설비를 필요로 하고 다양한 제품의 물류가 형성되는 제조시스템의 효율적인 운영을 위하여 초기설계에서부터 운영단계에 이르기까지의 체계적인 컴퓨터 시뮬레이션이 필수적이다. 특히 최근

의 대량생산시스템은 제품의 life cycle이 점점 짧아지는 세계적인 추세에 비추어 소량다품종생산을 위한 형태로 설계 및 설치되고 있는 상황에서는 시스템의 분석을 위한 체계적인 모델링방법이 매우 중요하다.

본 논문에 있어서는 일련의 유사한 공정을 갖는 다품종 대량생산시스템에 대한 개념적 흐름분석, activity 중심의 world view 선정, ACD에 의한 단위공정에 대한 체계적인 모델링을 국내의 H 타이 어회사의 제조라인중의 일부에 대하여 적용하여 보았다. 또한 next event scheduling 방법과 process interaction 방법을 이용한 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램을 작성하여 시스템의 설계분석을 수행하였다.

대량생산체제의 대부분은 flow line 형태를 갖고 있는데 본 연구에서 수행한 여러 연구내용들이 다른 flow line 분석에 유사하게 적용이 될 것으로 여겨진다.

현재 모든 시뮬레이션은 대상시스템에 대한 개념적 모델을 수립한 다음에 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램을 작성 및 실행을 통하여 분석을 하고 있는데, 각 모델링은 매우 숙련을 필요로 할 뿐만 아니라 많은 시간을 필요로 하고 있어 비숙련자가 시뮬레이션분석을 하는데 많은 어려움을 주고 있다. 따라서 ACD나 Petri-net[6]를 이용한 모델링만 되던 자동적으로 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하게 한다던가 또는 제조시스템의 배치도와 관련정보만 입력되면 자동적으로 graphic animation을 포함한 컴퓨

터 시뮬레이션이 이루어질 수 있다면 시스템 분석에 많은 기여를 할 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] 최병규외, "대량생산체제의 Simulation을 위한 Activity 중심 Modeling," 대한산업공학회지, Vol. 12, No. 1(June 1986), pp.119-131.
- [2] Carrie, A., Simulation of Manufacturing Systems, John Wiley & Sons, 1988.
- [3] Mathewon, S. C., "The Application of Program Generator Software and Its Extensions to Discrete Event Simulation Modeling," IIE transactions, Vol 16, No. 1(Mar. 1984), pp.3-18.
- [4] Microsoft Co., Microsoft FORTRAN Reference V5.0, Microsoft Co, 1989.
- [5] Pegden, C.D., Introduction to SIMAN, Systems Modeling Co., 1989.
- [6] Peterson, J.L., Petri Net Theory and the Modeling of Systems, Prentice-Hall, 1981.
- [7] Pritsker, A. Alan B., Introduction to Simulation and SLAM, John Wiley & Sons, 1984.
- [8] Schruben, L., "Simulation Modeling with Event Graph," Communication of the ACM, Vol. 26, No. 11(Nov. 1983), pp.957-963.
- [9] Zeigler, B.P., Theory of Modeling and Simulation, John Wiley & Sons, 1976.