

# SIMAN을 사용한 생산시스템의 시물레이션 (I)

曹 圭 甲

<釜山大學校 生産機械工學科 教授>

■ 이 글은 본 학회 1984년도 생산공학 및 산업기계 부문 학술강연회(10.13)에서 발표한 내용을 요약 정리한 것임.

## 1. 서 론

오늘날 사회가 복잡 다양화 되어감에 따라서, 기업이 직면하는 문제도 그 규모가 커질뿐만 아니라, 아주 복잡하게 되어 가는 경향이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 절차나 기법에 대한 필요성이 증대되고 있으며, 이에 대한 하나의 유용한 방법으로 “시물레이션 모델(simulation model)”의 사용이 있다. 시물레이션 모델은 일반적으로 시스템이나 문제를 정의하는 도구, 문제의 중요한 요소나 요인을 결정하는 분석의 수단, 제안된 해결책의 통합화와 평가를 위한 도구, 장래의 발전계획을 수립하는데 보조 및 예측의 기능 등에 사용이 될 수 있다. 시물레이션은 오퍼레이션즈 리서치(operations research)와 경영과학 분야에서 널리 사용되는 기법의 하나이며, 생산시스템공학 분야에도 이의 도입 및 활용이 증가되고 있다<sup>(1,2)</sup>.

생산시스템(production/manufacturing system)의 시물레이션을 위해서 여러 종류의 컴퓨터 시물레이션 언어가 개발되어 실제로 사용되고 있으나, 이의 활용에는 플렉시빌리티(flexibility)가 결여되어 있다. GPSS (General Purpose Simulation System)나 SLAM (Simulation Lan-

guage for Alternative Modeling) 등과 같은 기존의 범용 컴퓨터 시물레이션 언어에는 생산시스템의 모델링 및 시물레이션을 위한 특성이 결여되어 있고, 반면에 GALS 나 SPEED 와 같은 생산시스템 전용의 컴퓨터 시물레이션 언어는 생산시스템의 제한된 일부분에만 적용이 가능하고 생산시스템의 전체에 적용할 수가 없다는 문제점이 있다<sup>(3)</sup>.

최근에 범용의 시물레이션 언어와 생산시스템 적용의 시물레이션 언어의 특성을 결합하여, 기존의 시물레이션 언어의 결점을 보완한 새로운 컴퓨터 시물레이션 언어인 SIMAN (SIMulation ANalysis)이 개발되었다<sup>(4~6)</sup>. SIMAN 은 1983년에 미국 펜실바니아주립대학교 산업공학과와 C.D. Pegden 에 의해 발표된 최신의 범용 시물레이션 언어로써, 특히 생산시스템의 모델링에 아주 유용한 특성을 포함하고 있으며, 미국 내의 많은 대학, 연구소 및 기업에서 여러 분야에 광범위하게 활용이 되고 있으며, 국내에도 일부 소개가 되어 있다.

SIMAN의 주요한 논리적 특성은 시물레이션 프로그램이 시스템 모델부분과 실험부분의 두가지로 구성이 되어 있으며, 일반적인 시스템의 모델링과 분석뿐만 아니라, 자재운반시스템, 로봇 시스템, 제조 셀(manufacturing cell), 플렉시블 제조시스템(Flexible Manufacturing System, FMS) 등의 모델링에 유용한 특성을 가지고 있어서 생산시스템의 시물레이션에 아주

적합한 시뮬레이션 언어이다. 또 SIMAN은 대형·중형 컴퓨터는 물론, 16비트 마이크로컴퓨터에서도 사용이 가능하다<sup>(5)</sup>.

이 글에서는 SIMAN 시뮬레이션 언어를 사용한 생산시스템의 시뮬레이션에 대한 개념과 방법을 고찰하고, 생산시스템의 시뮬레이션에 관한 간단한 사례를 고찰하고자 한다.

## 2. SIMAN의 시스템 모델링의 기본구조

SIMAN 모델링의 기본구조는 B.P. Zeigler에 의해 개발된 시스템의 이론적 개념에 기초를 두고 있다. 이 구성에서의 기본적인 특성은 시스템 모델(system model)과 실험구조(experimental frame) 사이의 구분에 있다<sup>(5)</sup>. 시스템 모델은 시스템의 靜的, 動的 特性을 정의하고, 실험구조는 모델을 컴퓨터에서 실행시킬 때에 필요한 실험조건을 정의한다. 시스템은 모델 부분과 실험구조의 2가지 특성이 있는 요소로 나뉘어 따라서 모델 구조의 변경이 없이 단지 실험구조만 변화시킴으로써 여러가지 조건하에서 시뮬레이션을 실행할 수가 있다. 이것은 하나의 주어진 실험장치시(시스템 모델)에 대하여, 여러 가지의 실험조건(실험구조에 정의된 입력 데이터)을 주면, 이에 대응하는 여러가지의 실험결과(출력 데이터)를 얻을 수 있음과 같은 개념이다.

이러한 기본 구조하에서, SIMAN은 다음 3가지의 특색이 있는 모델링 방향, 즉 (1) 프로세스(process)나 사상(event)에 의한 이산변화시스템(discrete change systems)에 대한 모델링, (2) 시스템의 상태가 시간에 따라 연속적으로 변화하는 연속변화시스템(continuous change systems)의 모델링, (3) 이산변화시스템과 연속변화시스템의 조합으로 이루어지는 이산-연속시스템(combined discrete-continuous systems)의 모델링 등의 요소모델링 뿐만 아니라, 이 3가지 모델링 방향을 하나의 전체 시스템 모델링으로 결합시킬 수도 있다. 이상의 3가지 모델링 방향이 시뮬레이션에서 중요하며, 이것이 SIMAN의

특징 중의 하나이다. 3가지의 모델링 접근방향 가운데서, 프로세스에 의한 모델링이 대부분의 생산/제조 시스템의 모델링에 가장 적합하므로 여기서는 주로 이에 관해서 고찰할 것이다.

SIMAN을 이용한 시뮬레이션에서는 시스템 모델의 개발, 실험구조의 개발 및 데이터 분석 등의 3가지 특성있는 활동으로 나눌 수 있다. SIMAN 소프트웨어는 그림 1에 도시한 바와 같이, 4개의 데이터 파일을 통해서 상호작용하는 5개의 개별적인 프로세서(processor)로 구성되어 있다. 모델 프로세서(model processor)는 블록 다이어그램(block diagram) 모델을 만드는 데 사용되며, 이 프로세서에 의해 생성된 블록 다이어그램을 정의하는 데이터 파일을 모델 파일(model file)이라고 한다. 실험 프로세서(experiment processor)는 시스템 모델에 대한

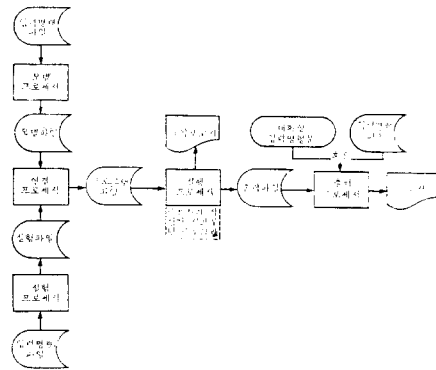


그림 1 SIMAN 소프트웨어의 조직<sup>(5)</sup>

실험조건을 정의하며, 이 실험조건을 정의하는 파일을 실험 파일(experiment file)이라고 한다. 연결 프로세서(link processor)는 모델 파일과 실험 파일을 연결하여 프로그램 파일을 만든다. 프로그램 파일은 실행 프로세서(run processor)의 입력이 되며, 실행 프로세서는 시뮬레이션을 수행하고, 그 결과를 출력 파일(output file)에 기록한다. 사상이나 연속요소의 모델이 시스템 모델에 포함될 경우에는, 사용자가 작성한 FORTRAN 서브루틴(subroutine)은 시뮬레이션을 수행하기 전에 실행 프로세서에 연결이 된다. 출력 프로세서(output processor)는 출력 파일에



블록 다이어그램 모델은 '다이어그램 모델(diagram model)' 과 '문장 모델(statement model)' 의 두가지 형식 중에 어느 하나로 정의할 수 있다. 다이어그램 모델은 표 1에 나타난 10개의 기본블록을 사용하여 시스템을 도식적으로 표현한 것이고, 문장 모델은 다이어그램 모델은 문장형식으로 짜놓은 모델로서, 모델 프로세서의 입력으로 사용된다. 다이어그램 모델의 각 블록과 문장 모델의 각 입력문(input statement)은 1대 1의 대응관계가 있다.

이산변화시스템의 두번째 모델링 접근방향은 '사상 오리엔테이션(event orientation)' 으로서, 블록 다이어그램의 요소를 대체하는데 사용된다. 이것은 시스템의 상태변수가 각 단계시각에서 일어나는 순간적인 상태변화를 정의하는 수학적, 논리적 식을 포함하고 있는 것으로서, 사용자가 작성한 FORTRAN 서브루틴으로 표시된다. SIMAN 시스템 모델에서 연속변화시스템에 대한 모델링은 서브루틴 STATE 안에 FORTRAN 으로서 연속적으로 변화하는 상태변수의 변화를 정의하는 대수, 차분 또는 미분방정식을 작성해 넣으면 된다. 연속변화시스템이 미분방정식으로 표현되면, 시스템의 응답을 얻기 위해서 SIMAN 은 시간에 따른 미분을 자동적으로 적분한다.

#### 4. SIMAN 의 생산시스템의 모델링 특성

생산시스템은 일반적으로 범용 시뮬레이션 언어로써는 모델화 하기가 힘든 여러가지 특성을 가지고 있다. 이와 같은 특성은 전형적인 job shop에서 뿐만 아니라, FMS라 불리는 자동화된 job shop에도 존재한다<sup>(3)</sup>.

오늘날 다품종 소량생산에 대한 자동화가 '플렉시블 오토메이션(flexible automation)' 의 개념에 의해 생산기술 및 생산관리 분야에서 중요한 발전을 하고 있으며, 특히 FMS가 공장자동화를 위해서 새로운 제조시스템으로 현실화되고 있다. 성공적인 FMS의 실현을 위해서는 NC 공작기계나 자재운반 설비의 최적 선정뿐만 아

니라, FMS에서 가공물의 흐름을 제어하고 관리하는 방법도 중요하다. 일반적으로 FMS에 대한 설계의 대안을 비교평가하는데는 해석적 방법과 시뮬레이션의 두가지 방법이 있다. 해석적 방법은 FMS의 성능에 대한 부분적인 통찰을 할 수 있으나, 해석을 위해 도입한 가정 때문에 FMS의 복잡하고 상세한 모든 사항을 포함시킬 수 없다. 반면에, 시뮬레이션은 복잡한 FMS의 상세한 모든 부분을 모델화 할 수 있으나 사용하는데 비용과 시간이 소요된다.

물론 범용 시뮬레이션 언어를 사용하여 생산시스템의 시뮬레이션 모델링을 할 수는 있으나, 이에 는 너무나 많은 노력과 시간이 소요되며, 생산시스템에서 생산활동의 50~70%를 점유하는 자재운반에<sup>(7)</sup> 대한 모델화를 해야 할 경우에는 더욱 많은 문제점이 있다.

여기서는 생산/제조 시스템의 특성을 모델링 하기 위해서 SIMAN 시뮬레이션 언어에 포함되어 있는 특성을 간략히 고찰한다.

##### 4.1. 작업 센터의 모델링

생산시스템에서는 시스템 내의 각종 작업센터(work center)를 모델화 해야하는 경우가 자주 있다. 이것은 SIMAN에서는 작업센터 서브모델의 시작을 정의하는 STATION 블록을 사용하여 쉽게 모델화 할 수 있다. TRANSFER 블록을 사용하여 요소를 STATION 블록으로 보내므로써 시스템에서 하나의 요소가 작업센터 서브모델로 들어간다. TRANSFER 블록은 작업센터 서브모델간의 요소(사물)의 이동을 표시하는데 사용된다.

각 작업센터 서브모델은 작업장 번호를 표시하는 陽의 整數로 나타낼 수 있으며, 이 번호는 작업센터(설비)의 시스템 내에서의 실제 위치에 대응한다. 작업장 번호는 STATION 블록과 TRANSFER 블록에서 매개변수로 사용된다.

하나의 요소가 STATION 블록에 들어갈 때, 요소의 작업장 속성 M은 SIMAN에 의해서 STATION 블록의 작업장 번호의 값을 가진다.

