

# 시뮬레이션 코드 자동 생성을 위한 생산공정 모델링

김 대송, 조 현보, 정 무영

포항공과대학교  
산업공학과/제품생산기술연구소

## Abstract

One of the most common communication mechanisms to describe a situation or a process is a story written as an ordered sequence of events or activities. For example, a shop floor supervisor may present the operations of his manufacturing system by describing the processes of manufacturing a product in his shop. Although IDEF3 is one of the most commonly used methods for describing a business process, but it is not common for a manufacturing process. In this study, we tried to apply IDEF3 for describing a manufacturing process. Problems and suggestions such as selection probability, programmable process modeling, manufacturing resource model were presented.

Keywords : automatic simulation code generator, IDEF3, process modeling, manufacturing resource model

## 1. 서 론

현대의 각종 시스템들은 상상을 초월할 정도로 복잡해 지고 있으며 이를 제어하고 통제하는 일도 그에 따라 복잡 다양해 지고 있다. 시스템의 제어/통제를

위해서는 먼저 효과적인 분석방법이 필요하게 되는데, 이들 방법중의 하나인 시뮬레이션은 복잡하고 많은 시간이 소모되는 문제를 해결하는 좋은 방법으로 알려져 있다. 그러나 시뮬레이션 모델의 생성은 그다지 쉬운 일은 아니며 특히, 선행되는 프로세스 모델로부터 시뮬레이션 모델을 생성하는 시도는 거의 이루어지지 않고 있다.

프로세스 모델링은 시스템 상황을 여러 방법을 사용하여 묘사하게 되며 이들중 하나인 IDEF3 [Mayer et al. 1992, 1994] 에서의 프로세스 모델은 시스템에서 일어나는 프로세스(또는 사건)를 시간적인 순서에 따라 표현함으로써 시스템을 묘사한다. 프로세스 모델은 프로세스에 참여하는 객체, 객체에 대한 설명, 프로세스 사이의 선행관계 또는 인과관계를 획득할 수 있도록 도와준다. 이러한 프로세스 모델은 모델 개발을 포함한 여러 가지 용도에 재사용이 가능하다. 이에 반하여 시뮬레이션 모델링 방법(IDEF2 [Mayer et al. 1994])과 여러 가지 시뮬레이션 언어(SIMAN, SLAM, GPSS, etc.)는 시스템이 하게 될 일을 예측하는 모델 개발을 가능하게 하므로 프로세스 모델과는 구별이 된다. 일반적으로 시뮬레이션 프로그램을 쉽게 작성할 수 있도록 그래픽 지원 방법을 사용하고 있는 것이 보통이다. 그러나 이 그래픽 지원 방법도 근본적인 프로세스 및 객체의 존재 확인과 획득에 적합하지 않고 모델 자체가

매우 복잡하다는 단점을 안고 있다.

본 논문에서는 시뮬레이션 코드를 자동으로 생성하는데 필요한 제조 프로세스 모델링 기법을 제시한다. 그리고 프로세스 모델에서 표현하지 못한 정보는 리소스 모델에 표현한다. 프로세스 모델은 시스템에서 일어나는 프로세스를 통하여 시스템을 표현하는 반면에 리소스 모델은 시스템을 구성하는 리소스를 통하여 시스템을 표현하게 된다.

## 2. 제조 프로세스 모델

본 논문에서 사용하는 프로세스 모델링 기법은 기본적으로 IDEF3[Mayer et al. 1992, 1994]를 사용하게 되는데, 이는 시스템이 실제로 하는 일을 포착할 수 있게 하는 모델링 방법이며 분야 전문가가 특정한 시스템이나 조직에 대한 지식을 표현할 수 있는 구조화된 방법이다. IDEF3는 시스템에서 일어나는 사건이나 프로세스를 시간적 순서에 따라 표시함으로써 시스템을 나타낸다. 그러나 IDEF3는 프로세스 모델링을 위한 최초의 시도이고 가장 널리 알려진 방법이긴 하나 제조 프로세스를 모델링하여 시뮬레이션 코드를 생성할 때에는 다음과 같은 문제들을 갖게 된다.

- IDEF3의 접속만으로는 적절히 제조 프로세스를 모델할 수 없다.
- 어떤 제조 프로세스(예:다이아몬드 형태)를 추상화 또는 분해하기 어렵다.
- 공장의 기계 배치나 파티이송장치를 나타내기 위해서 프로세스 모델에 리소스 모델을 첨가할 필요가 있다.
- IDEF3를 사용하여 모델링하는 목적은 관점에 따라 달라질 수 있다. 파트의 경로가 결정적인 경우에 우리는 자원 충돌을 피하기 위해 적절한 제어 정책을 수립한다. 이와 반대로 파트의 경로가 확률적인 경우에는 시스템의 병목을 찾아 이를 개선한다.

따라서 IDEF3를 제조시스템에 사용하여 시뮬레이션 모델을 생성코자 할 경우에는 보완이 필요하게 된다.

### 2.1. 제조 프로세스 모델에 사용되는 기호

#### • 행동단위(Units of Behavior)

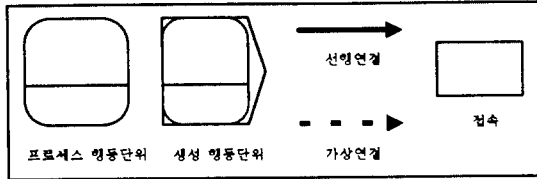
행동단위는 시스템 내에서 일어나는 객체를 나타내기 위해 사용된다. 이러한 객체로는 작용, 프로세스, 시나리오, 활동, 사건 등이 있다. 행동단위는 복잡한 제조공정을 나타내기 위해서 분해되거나 추상화 될 수 있다. 제조 프로세스 모델에서 행동단위는 프로세스 행동단위와 생성 행동단위 두 가지가 있다. 생성 행동단위는 시뮬레이션 모델에서 엔티티(제조공정에서 파트)를 생성한다.

#### • 연결(Links)

제조 프로세스 모델에서 연결은 선행연결과 가상연결 두 가지가 있다. 선행연결(precedence link)은 하나의 행동단위와 다른 행동단위 사이에 선행관계가 있음을 나타내는 기호이다. 가상연결(virtual link)은 선행관계가 없을 때 사용한다.

#### • 접속(Junctions)

IDEF3에 사용되는 접속은 Syn&, Asyn&, asynO, XOR 이다. 제조 프로세스 모델에서는 Cont&, Assm, Prod, 사용자 정의 접속(User Defined Junction)이 첨가된다. Cont& 접속에서는 모든 연결된 프로세스가 순서적으로 일어난다. Assm 접속은 조립공정을 나타내는 데 사용되며 Prod 접속은 생산공정을 나타내는 데 사용된다. 조립공정에서 기계는 여러 파트를 받아 하나의 파트를 내보내고 생산공정에서는 하나의 파트를 받아 여러 파트를 내보낸다. 우리는 사용자 정의 접속을 사용하여 원하는 연결을 선택할 수 있다. [그림 1]은 제조 프로세스 모델에 사용되는 기호이다.



[그림 1] 제조 프로세스 모델에 사용되는 기호

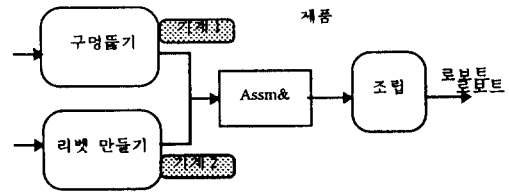
## 2.2. IDEF3의 문제점에 대한 제안

- 일반적으로 IDEF3에서 사용되는 3가지 종류의 접속만으로는 제조 공정을 적절히 모델링할 수는 없다. 이는 하나의 접속이 여러가지 다른 제조 공정을 포함하기 때문이다. 제조 공정에서 파트는 순서없이 차례로 두 기계를 거쳐 가공이 된다. 이것은 IDEF3에서 사용되는 접속 Asyn&가 나타내는 여러가지 경로 중의 하나이다. 우리는 이러한 상황을 새로 제안하는 Cont& 접속을 사용하여 적절히 모델링할 수 있다.
- 추상화 된 두 행동단위 사이에 선행관계가 없음을 나타내기 위해 가상연결을 사용한다.
- 리소스 모델은 제조 프로세스 모델에 표현되지 않은 정보를 가진다. 기계 배치나 파트이송 장치는 리소스 모델에서 표현된다.
- 선택확률(selection probability)
- 프로그램이 가능한 제조 프로세스 모델

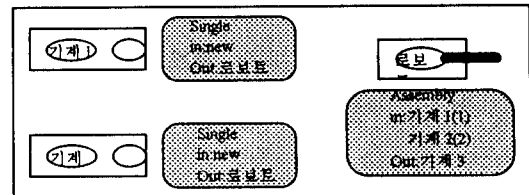
## 3. 제조 리소스 모델

제조 프로세스 모델에서는 시스템의 프로세스만을 표현하기 때문에 제조 공정에서 사용되는 자원에 대한 정보를 가지지 않는다. 특히, 기계 배치, 파트 이송 장치에 대한 정보가 없다. 제조 프로세스 모델 뿐만 아니라 제조 리소스 모델도 제조 공정을 나타내고 제조 공정을 시뮬레이

션하기 위해서 필요하다. 제조 리소스 모델은 제조 프로세스 모델에 나타나지 않는 정보를 갖는다. 예를 들어, 기존의 리소스 모델에서 기계 형태(조립, 생산)는 제조 프로세스 모델에서의 접속과 같다. [그림 2]는 조립 공정의 프로세스 모델을 보여 주고 있고 [그림 3]은 [그림 2]의 조립 공정에 대한 기존의 리소스 모델을 보여 주고 있다. 제조 프로세스 모델에서는 조립 공정을 나타내기 위해서 Assm& 접속을 사용하고 기존의 리소스 모델에서는 조립형(Assembly type)으로 정의한다. 본 논문에서의 제조 리소스 모델은 기존의 리소스 모델과는 다르다. 제조 리소스 모델은 기계 배치와 파트 이송 장치에 대한 정보를 가진다.



[그림 2] 조립공정의 프로세스 모델



[그림 3] 조립공정의 리소스 모델

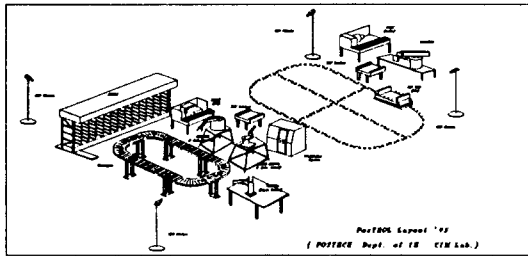
### 3.1. 제조 리소스 모델링

- 리소스와 제조 리소스 모델  
제조 공정에 사용되는 자원에는 기계, 파트 이송 장치, 컨베이어, 자동창고 등이 있다. 어떤 자원(기계, 조립 로봇 등)은 작업시간, 조립시간 등을 가진다. 자원들간의

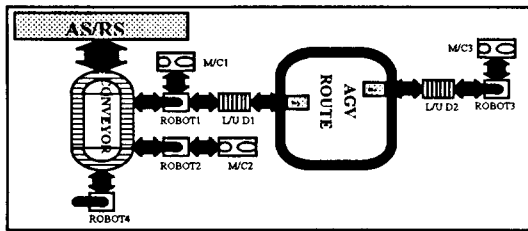
관계는 제조 리소스 모델에서 정의된다. 화살표(단방향 화살표, 양방향 화살표)는 자원간의 파트 이송가능을 나타낸다. 컨베이어와 무인차는 그것의 라우트와 지원 기계, 이송 시간 등을 가진다.

•제조 리소스 모델의 예

[그림 4]는 포항공대 PosTROL을 나타내며 [그림 5]는 포항공대 PosTROL의 제조 리소스 모델을 나타낸다.



[그림 4] 포항공대 PosTROL



[그림 5] PosTROL의 리소스 모델

3.2. 제조 리소스 모델과 프로세스 모델에서의 행동단위의 추상화와 분해

프로세스 모델에는 논리 추상화와 논리 분해가 있다. 우리는 추상화 된 행동단위(여러 개의 하위 행동 단위가 모여서 하나의 추상화 된 행동 단위를 만든다)에 속한 개개의 행동단위들이 같은 자원을 사용하지 않기 때문에 추상화 된 행동단위에 적절한 자원을 배정할 수 없다. 그래서 실제 추상화(분해)와 논리 추상화(분해)가 있다. 논리 추상화(분해)는 보이지 않는 프로세스를 표현하는데 사용되며 반면에 실제 추상화(분해)는 실제 존재하는

자원(기계, 로봇, 컨베이어 등)을 표현하는데 사용된다. 제조 프로세스 모델과 제조 리소스 모델에서의 추상화와 분해는 다르다.

4. 결론

기존의 프로세스 모델링 기법은 제조 공정을 모델링하는 데 있어 몇 가지 문제점을 가진다. 본 논문에서는 이러한 문제들을 제시하고 이를 해결하기 위한 제조 프로세스 모델링 기법을 제안하였다. 추후의 연구 과제는 다음과 같다.

•리소스 정의와 분류

현재의 제조 리소스 모델은 리소스 사이의 이동 관계만을 표시한다. 제조 리소스 모델의 완성을 위해 리소스의 정의와 분류가 필요하다.

•객체 연결

프로세스 모델과 리소스 모델에 참여하는 객체 사이의 관계에 대한 연구가 필요하다. 이들의 연결은 한 모델의 수정을 통하여 다른 모델의 자동적 수정을 가능하게 한다.

•자동 시뮬레이션 코드 생성기

제조 프로세스 모델과 리소스 모델을 사용한 자동적 시뮬레이션 모델 생성기에 대한 연구가 필요하다.

참고서적

[1] Mayer, R.J., *et al.*, Information Integration for Concurrent Engineering(IICE) IDEF3 Process Description Capture Method report, College Station, TX:KBSI, 1992.  
 [2] Mayer, R.J., *et al.*, IDEF Family of Methods for Concurrent Engineering and Business Re-engineering Application, College station, TX:KBSI, 1994  
 [3] WITNESS Users Manual release 6.0(CH6. Physical Modeling Elements), AT&T ISTEEL