

협업프로세스 검증기법 기반 및 재구성 생산셀로의 적용

Verification of Collaborative Processes and Its Application to RMCs

*#류영일¹, 이선화¹, 이상일¹, 남성호², 최영재², 김보현²

*#K.Y. Ryu(kyryu@pusan.ac.kr)¹, S.H. Lee¹, S.I. Lee¹, S.H. Nam², Y.J. Choi², B.H. Kim²

¹ 부산대학교 산업공학과, ² 한국생산기술연구원 디지털협업센터

Key words : exCPM, Collaborative Process, Process Verification, RMC

1. 서론

일반적으로 협업(Collaboration)은 둘 이상의 동등한 사람이나 조직이 공통의 목표를 만나는 영역에서 지식과 학습을 공유하며 공동의 목표를 갖고 함께 일하는 반복적인 프로세스를 말한다. 즉, 협업은 반복적인 공동 업무의 프로세스로 정의될 수 있으며, 공동 업무의 특성에 따라 여러 타입의 협업으로 분류할 수 있다. 가령, 표 1에서와 같이 업무의 연계수행 시간 조건에 따라 동기협업(Synchronous Collaboration)과 비동기협업(Asynchronous Collaboration)으로 나눌 수 있으며, 협업 수행의 주체의 소속 구분에 따라 내부 협업(Intra-collaboration)과 외부 협업(Inter-collaboration)으로 구분할 수 있다.

Table 1 Collaboration types

	동기협업	비동기협업
내부 협업	기업내 부서간 동시에 수행되는 업무 (예: DR, 공정계획 등)	기업내 부서간 협력수행 업무이나 동시에 진행될 필요가 없는 업무 (예: 내부 단위 공정 가공, 일상적 부서간 연계 업무 등)
외부 협업	기업간 동시에 수행되는 업무 (예: 제품도 검토, 품평회 등)	서로 다른 기업간 협력수행 업무이나 동시에 진행될 필요가 없는 업무 (예: 외부 업무 처리, 대고객 업무 등)

실제 제조업 내에서 진정한 의미의 협업은 이루어지기가 어려운 데 이는 협업이 동등한 당사자 간의 활동이라는 전제를 깔고 있기 때문이다. 협업의 당사자는 동등하기 때문에 서로 상대를 존중해야 하나 전통적인 기업관에서는 상대가 나와 동등하다면 경쟁을 해서 어느 한쪽이 더 우월해지려고 노력하게 된다. 따라서 어느 한쪽이 더 우월한 당사자는 상대 기업을 합병하거나 협력(하청) 업체로 두고 관리하는 형태를 보이는 것이 일반적이다.

제조현장 뿐 아니라 일상적인 업무 환경에서 협업프로세스는 빈번하게 진행되고 있으나 이를 명확히 정의하고 표현할 수 있는 방법은 많지 않다. 가령, 표 1에서 보인 협업의 구분은 협업을 표현한 결과에 쉽게 반영되고 또한 쉽게 판단할 수 있어야 한다. 일반적인 프로세스를 표현(모델링)하는 방법으로 IDEF3, Petri-Nets, UML, BPMN 등이 활용되고 있으나 이러한 방법들은 앞서 언급한 협업의 특성이 명확히 반영되지 못한다. 예를 들어 IDEF3는 프로세스를 쉽게 표현하고 읽을 수 있으나 프로세스간 교류 정보를 자세히 파악하기 힘들며, Petri-Nets 또한 표현의 용이성이 높고 수학적으로 검증된 다양한 모델 해석 기법을 지원하고 있으나 모델을 쉽게 이해하기 어려운 단점이 있다. 따라서 협업프로세스를 명확하게 표현하기 위해 다양한 모델링 방법이 제안되었는데 CPM(Collaborative Process Modeling)[1], c-IDEF*[2] 등을 예로 들 수 있다.

본 논문에서는 기존에 제안된 CPM을 좀 더 효과적으로 협업프로세스를 표현할 수 있도록 보완한 exCPM 방법에 대해서 설명하고 이를 기반으로 재구성 가능 생산셀(RMC; Reconfigurable Manufacturing Cell)로의 적용 방법에 대해 다루고자 한다. 특히 일반적인 비즈니스프로세스(BP; Business Process)와 제조프로세스(MP; Manufacturing Process)의 통합적인 모델링 및 분석을 위한 방법 또한 고찰해 보고자 한다.

2. 협업프로세스 모델링(exCPM)

기존에 제안된 CPM은 시스템 내에 존재하는 협업프로세스를 명확히 정의하고 도출할 수 있는 비주얼 모델링 방법이며[1], c-IDEF*는 IDEF0와 IDEF3의 장점을 결합한 IDEF*를 기반으로

Colored Petri-Nets의 Token 개념을 적용하여 협업프로세스를 표현하기 위한 모델링 방법이다[2]. 기존 CPM의 개념을 확장한 협업프로세스 모델링 방법인 exCPM(extended CPM)은 간단하게 말하자면 c-IDEF*의 장점을 기존 CPM에 적용한 모델로 볼 수 있다. 이러한 exCPM은 다음과 같은 특징을 갖는다[3].

- 프로세스 지향적인 모델링 방법이다.
- CPM의 구성요소를 바탕으로 하며, 총 10가지의 구성요소로 이루어진다(표 2 참조).
- Color token을 통해 복잡한 행위 주체의 표현이 가능하다.
- 일반/내부협업/외부협업 프로세스를 별도의 구성요소를 사용하여 표현하므로 모델에 대한 직관적 파악이 쉽다.
- Petri-Nets의 Token을 적용하여 동적 표현이 가능하고 프로세스의 실시간 모니터링이 가능하다.
- IDEF0의 ICOM 요소를 도입하여 데이터의 흐름을 명확히 표현할 수 있다.

Table 2 exCPM components

Symbol	Description	Symbol	Description
	Normal process		Process transition
	Intra-collaboration process		Input/Output/Control
	Inter-collaboration process		Synchronization
	Decision		State token
	Resource		Color token

exCPM에서 정의한 프로세스는 3가지 형태(일반, 내부협업, 외부협업)를 표현하고 있는데 이러한 프로세스는 크게 다음과 같은 3가지 영역으로 구분된 정보를 포함한다.

- 해당 프로세스의 고유번호 및 수행내용을 정의하는 영역
- 프로세스의 현재 진행상황을 표현하는 영역(State token)
- 프로세스의 행위 주체를 표현하는 영역(Color token)

그림 1은 이 중 외부협업 프로세스를 정의하고 있으며 앞서 언급한 세 영역을 보여준다.

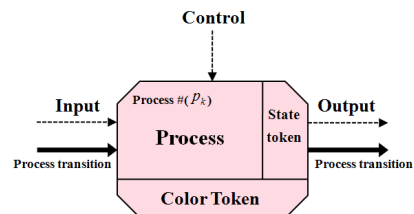


Fig. 1 Illustrative process notation of an inter-collaboration process

exCPM 모델링 방법을 이용하여 사출금형 제작을 위한 협업프로세스를 모델링한 예는 그림 2와 같다. 예제 모델에서 각 프로세스의 수행주체를 표현할 때 Color로 Token을 구분하여야 하나 가독성을 높이기 위해 번호로 표기를 하였다. 참고로, ①~⑤는 A사(금형제작업체)의 마케팅, 금형가공, 금형조립, 품질검사, 조달을 담당하는 각 부서를, ⑥은 B사(외주업체)의 금형가공부서, ⑦은 C사(시사출업체)의 시사출 담당 부서를 각각 의미한다.

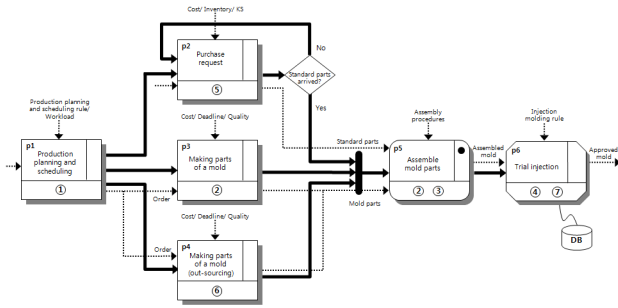


Fig. 2 Illustrative exCPM model

exCPM 모델링 방법의 장점 중 하나는 모델링이 쉽고 가독성이 좋은 exCPM 모델에 대한 검증이 가능하다는 것이다. 다시 말해, 사용자는 exCPM 모델링 방법을 통해 협업프로세스를 표현하고 표현된 exCPM 모델은 자동으로 Petri-Nets 모델로 변환이 되므로 Petri-Nets에서 제공하는 다양한 모델 검증을 할 수 있는 것이다. 이를 통해 사용자는 쉽게 모델링된 협업프로세스에 대해 교착(Deadlock)이나 막힘(Blocking), 고갈(Starving) 상태 등을 사전에 파악함으로써 프로세스의 원활한 흐름을 보장할 수 있는 협업 프로세스를 정의할 수 있게 된다.

exCPM 모델의 Petri-Nets 모델로의 변환을 위해 exCPM의 구성 요소와 1:1로 매핑될 수 있는 Petri-Nets의 기본 구성단위를 Marked Graph Building Block(MGBB)으로 정의하였다. 모델 변환을 위한 exCPM 모델의 변환 수준은 기업/부서/개인의 3가지로 구분하였으며, 사용자의 선택에 따라 활용되는 MGBB는 그에 맞게 적용이 된다. 사용자가 기업 수준의 변환을 선택하였을 경우 변환된 Petri-Nets 모델의 예는 그림 3과 같다.

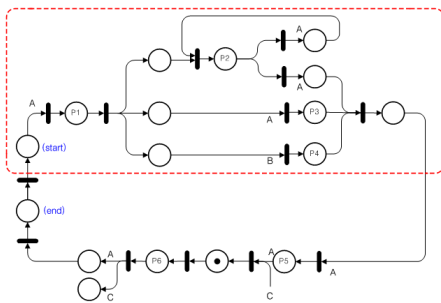


Fig. 3 Exemplary Petri-Nets model transformed from Fig. 2

변환된 Petri-Nets 모델을 이용하여 도달성(Reachability) 분석을 수행한 결과 만들어진 Reachability Tree는 그림 4와 같다. 복잡도를 줄이기 위해 그림 3에서 점선으로 표시된 부분에 대해서만 Reachability Tree를 구성하였으며, 분석 결과 exCPM 모델로 정의된 협업 프로세스는 교착이나 막힘 현상 없이 프로세스의 흐름이 원활한 것으로 판단되었다.

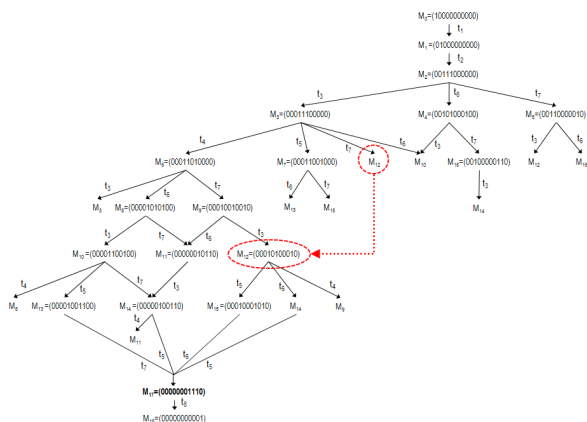


Fig. 4 The reachability tree of the Petri-Nets model in Fig. 3

3. RMC의 exCPM 적용

재구성 가능 생산셀(RMC; Reconfigurable Manufacturing Cell)의 프로세스 측면에 있어서의 특징은 RMC 내에 다수의 가공기계가 위치할 수 있어 이들 간의 협업프로세스가 존재하며, 또한 단일 공정을 갖는 여러 가공기계와 혼합된 형태를 보인다는 것이다. 더불어 상위에 존재하는 BP와 생산셀에 존재하는 MP의 원활한 프로세스의 흐름 또한 표현이 되어야 한다. 이를 위해 기존 exCPM의 구성요소를 활용하여 표 3과 같은 RMC에 특화된 BOP(Bill Of Process) 모델러(BOPM^{RMC})의 구성요소를 새롭게 정의하였다. BOPM^{RMC}를 이용한 모델링 예제는 그림 5와 같다.

Table 2 exCPM components

Symbol	Description	Symbol	Description
	Business process		Process transition
	RMC process		Input/Output (Files)
	Unit MP		State token
	Junction (동기/비동기, Fan-out/Fan-in)		Color token (finished/in process/scheduled, id: PartID)

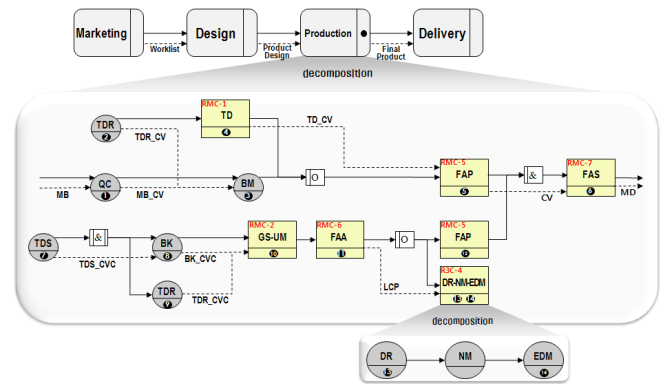


Fig. 5 Illustrative collaborative process model via BOPM^{RMC}

4. 결론

본 논문에서는 제조현장 뿐 아니라 일반 비즈니스 환경에서도 활용이 가능한 협업프로세스 모델링 방법으로써 exCPM 활용을 제안하였다. exCPM은 협업프로세스의 정의뿐 아니라 Petri-Nets 모델로의 변환을 지원함으로써 모델에 대한 검증을 지원할 수 있는 장점이 있다. 또한 RMC 등 다양한 생산시스템으로 적용이 가능하며, 비즈니스프로세스와 제조프로세스를 동시에 표현할 수 있다. exCPM 모델러의 S/W 구현은 향후 이루어질 계획이다.

후기

본 논문은 지식경제부에서 수행하는 i매뉴팩처링(한국형 제조 혁신)사업에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. K. Ryu and E. Yucesan, "A collaborative process modeling for cooperative manufacturers," Advanced Engineering Informatics, 21, 231-239, 2007.
2. S.H. Lee and K.Y. Ryu, "c-IDEF*: A comprehensive modeling methodology for collaborative processes of manufacturers," 2009 KORMS/KIIE Joint Spring Conference, Pusan National Univ., Busan, May 22-23, P19, 1-8, 2009.
3. S.H. Lee, S.I. Lee, and K.Y. Ryu, Development of exCPM method for modeling collaborative processes, 2009 KIIE fall conference, Kyung Hee Univ., Suwon, Oct. 9, 1-7, 2009.