

EMFG 시뮬레이터 구현에 관한 연구

이태훈*, 김정수*, 여정모**

*부경대학교 전자계산학과

**부경대학교 전자 컴퓨터 정보통신 공학부

e-mail: itaihoon@mail.emfg.pe.kr

A Study on Implementation of EMFG Simulator

Tai-Hoon Lee*, Jung-Su Kim*, Jeong-Mo Yeo**

*Dept of Computer Science, PuKyong National University

**Division of Electronics, Computer and Telecommunication Engineering, PuKyong National University

요약

EMFG는 동시성과 병렬성의 표현이 뛰어난 그래프 이론으로서 마크의 변화를 통해 모델링된 시스템의 동작을 확인할 수 있으나, 박스의 마크 변화를 시각적으로 관측하기가 어렵다. 따라서 본 연구에서는 EMFG 구성을 편리하게 하고, 마크 변화를 시각적으로 쉽게 관측할 수 있을 뿐 아니라 EMFG의 동작도 시뮬레이션할 수 있는 EMFG 시뮬레이터를 설계하고 구현한다. 그리고 EMFG 시뮬레이터와 기존의 Petri Net 시뮬레이터를 비교한다.

한다.

1. 서론

Petri Net[1-2]은 이산 시스템의 표현에 적합한 도구로서 시각적 표현과 수학적 해석이 가능하여 일반적인 시스템의 모델링과 분석 및 통신 분야의 프로토콜 모델링 등에 많이 이용되고 있다.

EMFG(Extended Mark Flow Graph)[4-5]는 Petri Net에서 파생된 그래프 이론으로 비동기적이거나 분산적인 Petri Net의 장점을 모두 가지고 있고, 시스템의 동시성이나 병렬성을 잘 표현할 수 있는 장점이 있다.

EMFG나 Petri Net은 시스템의 동작을 마크 변화로서 표현하는데, 이러한 마크 변화를 지속적으로 관찰하기 어렵다. 본 논문에서는 이러한 점을 개선하여 모델링된 EMFG를 시각적으로 표현하고 다양한 분석을 할 수 있도록 EMFG 시뮬레이터를 구현한다. 먼저 EMFG 구현에 필요한 요소들을 파악하고 분석한 후에 이를 반영하여 EMFG시뮬레이터를 설계하고 구현하며, Petri Net 시뮬레이터와 비교

2. 관련연구

기존에 발표된 약 34가지 Petri Net 시뮬레이터[3]는 각각 그 기능 및 성능의 차이가 크며, Petri Net 이론의 다양성을 모두 만족하는 Petri Net시뮬레이터는 그 수가 드물다. 이에 기존에 있는 34가지 종류의 Petri Net 시뮬레이터들을 특징별로 분류하면 다음의 (표 1)과 같다.

(표 1) 기존의 Petri Net 시뮬레이터 분석

Environment (Operating System)							
Unix	IBM	DOS, Unix	Mac., Unix	DOS, Mac., Unix	DOS, Amiga, Unix	Mac	Other
18	6	5	1	2	1	0	1

Graphical Editor	
Yes	No
27	7

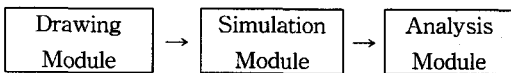
Simulator / Animator			
Forward	Forward & Backward	Unspecified	None
13	2	6	13

Analysis					
None	Statistical	Reachability	Timing	Reachability & Statistical	Other/Unspecified
12	4	10	2	1	9

(표 1)에서 알 수 있듯이 Richard Scott Brink[1]의 논문에서는 기존의 Petri Net 시뮬레이터의 분석에 4가지 항목을 적용하였다. 이러한 분석 요소 중 Operating System 이외에 그래픽 인터페이스의 지원여부와 시뮬레이션 및 분석 기능의 지원은 여부는 EMFG 시뮬레이터를 구성하는데 있어서도 중요한 요소로 작용한다.

3. EMFG 시뮬레이터의 분석 및 설계

EMFG를 이용한 모델링은 하나의 시스템을 EMFG로 구성한 후 마크 변화를 관찰하여 모델링된 시스템의 동작을 분석하는 일련의 작업으로 이루어진다. 따라서 EMFG 시뮬레이터는 이러한 작업들을 크게 3 개의 부분으로 모듈화하여 (그림 1)과 같이 구성한다.



(그림 1) EMFG Module

3.1 Drawing Module

구성 모듈은 EMFG의 구성요소인 박스, 트랜지션, 아크를 도구화하여 편리한 인터페이스로 EMFG를 표현할 수 있어야 한다. 이러한 인터페이스를 위해서 GUI(Graphic User Interface) 환경의 제공은 가장 중요한 요소이다. 또한 편집기능과 Zoom 기능은 대형 시스템 구성 및 사용자가 편리하게 시스템을 구성하는데 중요한 요소로 작용한다.

- GUI 환경을 통한 EMFG 구성
- 구성된 EMFG의 편집
- 아크 선택
- 시간 트랜지션의 표현

- Zoom
- 입, 출력 함수를 통한 EMFG 구성

이외에도 아크 선택 기능과 시간 트랜지션의 표현 기능[9-10] 여부는 효과적이고 올바른 시스템의 모델링을 위해서 필요한 기능이다. 그리고 입, 출력 함수를 통한 EMFG 구성 기능은 Drawing 방식이 아닌 수식을 통해 EMFG를 구성할 수 있는 기능이다.

3.2 Simulation Module

시뮬레이션 모듈은 구성된 EMFG를 동작시켜 지속적으로 변화되는 마크 변화를 관찰할 수 있도록 표현해 주는 부분이다. 이 모듈에서는 마크 변화를 계산하여 시각적으로 표현하고, 수학적으로 나타내어[11] 사용자가 시스템의 동작을 관찰할 수 있도록 해야 한다. 주요 기능은 다음과 같다.

- 마크 변화 계산
- 시각적 마크 변화 표현
- 입, 출력 함수 산출
- 구성된 EMFG의 행렬 표현
- 진행 단계별 마크벡터 값 표현

3.3 Analysis Module

분석 모듈은 마크 변화의 관찰을 통해 시스템의 동작 상태나 구조적인 문제점 등을 파악할 수 있게 해주는 부분이다. 기본적인 시스템의 동작 기능 이외에 자동화 기능의 일부로 반복적 동작이나 원하는 상태검출 등을 분석 모듈에 포함시켰다.

- 마크 수정
- 역방향 점화
- n번 점화
- 마크벡터 검사
- 마크 무 변화 감지
- 시간 트랜지션의 변화를 통한 비교

마크 수정의 경우 점화가 진행하던 중 원하는 박스의 마크 상태를 직접 변경한 후 계속 진행하도록 하는 기능이고, 마크 무 변화 감지의 경우 일정한 회수 이상 점화가 발생하지 않는 상태를 찾기위한 것으로, 모델링된 시스템이 진행중에 지속적으로 멈추는 경우가 발생하는지를 검사해 볼 수 있는 기능이다. 또한 시간 트랜지션의 변화를 통한 비교 기능

은 시간 트랜지션에 부여한 시간의 차이에 따른 시스템의 성능 분석을 통해 효율적인 시스템을 설계하기 위한 기능이다.

3.4 Extensible and Reusable

현재 EMFG에 관련한 여러 연구들이 진행되고 있다. 시뮬레이터의 제작에 있어서 추후 개선 및 확장된 EMFG를 시뮬레이션 하기 위해서는 기 작성된 시뮬레이터를 손쉽게 수정하여 재사용이 가능하도록 해야 한다. 따라서 시뮬레이터의 각 기능 및 동작을 모듈화하여 제작할 필요가 있다. 뿐만 아니라 부가적인 기능의 추가 및 성능 개선을 통한 확장을 위해서도 시뮬레이터의 모듈화, 객체 지향화는 반드시 필요하다.[6-8]

4. 구현 및 비교

Petri Net 시뮬레이터중 독일의 Ilmenau University of Technology에서 제작한 Visual Object oriented Petri Net Based Engineering Tool(이하 PNETool)은 Petri Net의 특성을 잘 표현하고, 시뮬레이션 기능이 우수하다. PNETool 2.0a와 본 논문에서 구현한 EMFG 시뮬레이터를 비교하면 다음의 (표 2)와 같다.

함을 알 수 있다.

EMFG 시뮬레이터의 경우 수학적 해석을 위한 다양한 방식의 표현이 가능하고, 분석 위한 자동화 기능 및 상태 검출 기능등을 제공한다는 점에서 시뮬레이션 및 분석 능력이 뛰어나음을 알 수 있다.

5. 결론

EMFG가 마크 변화를 통하여 시스템의 동작을 표현함에도 불구하고 그 상태를 지속적으로 관측하기 어렵다. 또한 수학적 해석만으로 상태를 파악해 왔던 점을 개선하여 EMFG 시뮬레이터를 도입하고, EMFG 시뮬레이터의 분석을 통해 시각적이고, 직관적으로 마크 변화의 표현 및 관찰이 가능하도록 EMFG 시뮬레이터를 구현하였다.

본 논문에서 구현한 EMFG 시뮬레이터를 이용하면 규모가 큰 이산시스템의 설계 및 모델링이 쉬워질 뿐만 아니라, 마크 변화의 시각적 관찰을 통해 시스템의 동작을 해석함으로써 Liveness, Deadlock, Cyclically 상태를 직관적으로 판단할 수 있게 되는 등, 시스템의 모델링과 분석 작업에 큰 효과를 얻을 수 있다.

이후 EMFG 구성 모듈의 개선과 입출력 방정식을 통한 데이터 입력 기법의 개발에 관한 연구를 진행 하고, 구성된 EMFG의 순차제어 회로로의 변환 기

(표2) PNETool과 EMFG 시뮬레이터의 비교

비교내용		PNETool	EMFG 시뮬레이터
Drawing Module	인터페이스	그래픽 환경	그래픽 환경
	마크 조절	가능	가능
	시간 트랜지션의 표현	가능	가능
	Zoom	가능	불가능
Simulation Module	입, 출력 함수를 통한 구성	불가능	불가능
	마크의 변화의 계산 및 시각적 표현	애니메이션 표현	그래픽 표현
	진행 단계별 마크 벡터 값 표현	불가능	가능
	입, 출력 함수 산출	불가능	가능
Analysis Module	행렬 표현	불가능	가능
	마크벡터 표현	불가능	가능
	마크 수정	가능	가능
	역 방향 정화	불가능	가능
	n번 정화	가능	가능
	마크벡터 검사	불가능	가능
	마크 변화 감지	불가능	가능
	시간 트랜지의 변화 비교	불가능	불가능

(표 2)를 보면 PNETool은 마크 이동을 애니메이션으로 나타내어주고, Zoom 기능이 가능한 점에서 알 수 있듯이 표현이 뛰어나고, 그래픽 능력이 우수

함을 도입한다면 대형 회로 설계와 성능 분석 분야에 활용이 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] James L. Peterson, "Petri Net Theory and The Modeling of system", Prentice Hall, June 1981
- [2] Tadao Murata, "Petri Nets : Properties, Analysis and Applications", Proceedings of the IEEE, Vol. 77, No. 4, p541-580, 1989
- [3] Richard Scott Brink "A Petri Net Design, Simulation, and Verification tool", Thesis (M.S.)-Rochester Institute of Technology, 1996. 6
- [4] 여정모, "마크흐름선도의 확장", 부산대학교 대학원 석사학위 논문, 1982. 2.
- [5] 여정모, "EMFG 회로의 간략화에 관한 연구", 부산개방대학 연구보고 Vol. 29., 1987. 12., p741-760
- [6] 김종수 "객체지향적 생산 시뮬레이터의 개발", 대한산업공학회, 산업공학 제4권 제2호 pp73-79, 1991. 10
- [7] 손달호 "시뮬레이션 모델링에 이용되는 시뮬레이션 언어와 시뮬레이터의 비교분석에 관한 연구", 계명대학교 산업경영연구소 경영경제 제26차 제2호 pp91-99, 1993. 6
- [8] 황학 외5명 "자동창고시스템을 위한 시뮬레이터 개발", 산업공학 제 8권 제4호, pp129-143 1995. 11
- [9] 여정모, "이산제어시스템 설계를 위한 확장된 마크흐름선도의 동작해석", 정보처리논문지 Vol. 5 No. 7, p. 1896-1907, 1998. 7.
- [10] 여정모, "이산 시스템의 설계와 해석을 위한 확장된 마크흐름선도의 재정의와 회로변환", 멀티미디어학회 논문지 Vol. 1. No. 2. 1998. 12. p224 - 238
- [11] 김희정, 서경룡, 여정모 "EMFG의 개선된 동작해석 알고리즘", 한국정보처리학회논문지A, Vol. 9, No. 3, pp371-378, 2002.9