

캡스톤디자인 II 계획서

제 목	국문	Golang 기반 이산 사건 시뮬레이션 개발 및 활용			
	영문	Developing and utilizing of Golang-based simulation engines.			
프로젝트 목표 (500자 내외)	<p>모델링 & 시뮬레이션 공학은 시스템을 모델링 하고 시뮬레이션 하여 얻어진 결과를 바탕으로 다양한 곳에 활용할 수 있다. 하지만 기술이 발전함에 따라 시뮬레이션의 규모와 복잡성이 증대되고 결과를 도출하는데 오랜 시간이 소요되었다. 본 캡스톤디자인에서는 검증된 모델링 방법인 이산사건시스템 형식론의 시뮬레이션 알고리즘을 구현한 시뮬레이션 엔진을 Golang 기반으로 제작하고 Golang의 특성을 활용 새로운 병렬 시뮬레이션 알고리즘을 제작해 빠른 성능을 제공하는 시뮬레이션 엔진을 만들고 사례 개발을 통해 검증하는 것을 목표로 한다.</p>				
프로젝트 내용	<p>이산 사건 시스템 명세(DEVS)형식론은 이산 시간 사건을 모델링 하기 위한 수학적 틀로 본 프로젝트에서는 DEVS형식론 의 시뮬레이션 알고리즘을 구현한 시뮬레이션 엔진을 Golang 기반으로 제작한다.</p> <p>Golang을 사용하는 이유는 Golang은 컴파일 언어로 속도 가 빠르고 다양한 패키지를 통해 확장성 도 보장되며 경량 스레드인 고루틴을 제공해 간단하게 동시/병렬적인 요소를 제작할 수 있기 때문이다.</p> <p>이후 엔진의 동작과 성능을 Python 기반의 시뮬레이션 엔진인 Evsim을 통해 비교 검증하고 분석한 후 모델의 스케줄링 등을 개량하여 엔진의 성능을 향상시킨다.</p> <p>또 기존 순차적으로 동작하던 엔진의 알고리즘을 고루틴을 활용해 동시/ 병렬적으로 동작하도록 새로운 시뮬레이션 알고리즘을 개발해, 서로 영향을 끼치지 않는 모델들은 요청 시간이 같을 경우 동시/병렬적으로 동작하게 한다. 그리고 이를 Cell - Devs 등을 활용한 사례 개발을 통해 검증한다.</p>				
기대효과 (500자 이내) (응용분야 및 활용범위)	<p>완성된 Golang 기반 이산 사건 시뮬레이션 엔진은 확장성과 높은 성능을 사용자에게 제공하여 규모가 크고 복잡한 시뮬레이션 환경에서도 결과를 빠르게 도출할 수 있다. 엔진의 활용방안으로 교통 혼잡을 예측하는 교통량 시뮬레이션, 군 교범을 검증할 수 있는 국방 시뮬레이션, 재난 발생 시 인명피해를 최소화하기 위한 재난 대피 시뮬레이션 등 여러 분야에서 활용하여 사회적인 문제를 해결하는 데 기여할 수 있다.</p>				
중심어(국문)	시뮬레이션 엔진	이산사건 시스템명세	병렬처리	M&S공학	
Keywords (english)	Simulation Engine	(DEVS ,Discrete Event System Specification)	Parallel Processing	Modeling & Simulation Engineering	
멘토	소 속		이름		
팀 구성원	학년 /반	·학 번	이 름	연락처(전화번호/이메일)	
	4	20171579	김범수	010-4611-0951/skdkwl900@naver.com	
	4	20171593	이제혁	010-4935-4694/wpgur4694@naver.com	
	4	20171581	도용주	010-7464-7022/qud6330@naver.com	
<p>컴퓨터공학과와 캡스톤디자인 관리규정과 모든 지시사항을 준수하면서 본 캡스톤디자인을 성실히 수</p>					

행하고자 아래와 같이 계획서를 제출합니다.

2022년 7월 1일

책 임 자 : 김 범 수 (인)

지도교수 : 최 창 범 (인)

캡스톤디자인 계획서(양식)

1. 캡스톤디자인의 배경 및 필요성

• 모델링 & 시뮬레이션 공학이란

- 자연현상, 사회과학, 공학 분야의 문제를 모델로 만들고 시뮬레이션 하는 과정이다. 자동차, 드론 등 시스템의 행동을 모델링 해서 컴퓨터 시뮬레이션 엔진을 통해 재현하고 그 결과를 도출해 내어 시뮬레이션 상황을 분석하고 실제 상황에 활용할 수 있다.

• 이산사건시스템 명세(DEVS) 형식론

- 이산 시간 사건 모델링을 위한 수학적 틀로 DEVS는 최소단위인 원자 모델과 결합 모델로 이루어져 있으며 원자 모델은 시스템의 행동을 기록하고 모델의 상태에 따른 동작에 대해 표현한다. 결합 모델은 모델들을 내부적으로 연결하여 만든 모델로 결합 모델을 통해 복잡한 시스템의 모델링이 가능하다.

• 시뮬레이션의 필요성

- 사람의 안전과 밀접한 연관을 지니는 자동화 시스템은 다양한 형태의 확인과 검증이 필요하다. 최근 떠오르고 있는 자율주행 또한 시스템이 주변 환경을 올바르게 인식하고, 모든 행위자의 안전을 보장하는 데 필요한 조치를 취할 수 있는지 엄격한 테스트를 거쳐야 한다. 하지만 아직 검증이 안된 자율주행차를 운행하는 것이기 때문에 실제 도로에서 검증은 진행하는 과정에서 위험한 상황이 발생할 수 있다. 이 같은 문제를 해결하기 위해서 시뮬레이션은 최소한의 리소스로 수만 가지의 상황에 대한 시나리오를 검증할 수 있다.
- 군에서는 부대 개편과 병력 감축이 지속적으로 진행되고 있는 과정에서 활용할 수 있는 시간과 예산은 한정적이다. 전쟁 수행 방식 및 운용되는 무기체계의 첨단화는 평상시 실전과 같은 훈련 제도의 적용을 요구하고, 각개 병사의 첨단 무기체계 운용을 위한 숙달된 조작능력을 구비하도록 요구한다. 국방 분야에서 시뮬레이션은 이러한 경비를 절감하고 최적의 해법을 제공할 수 있다.

2. 캡스톤디자인 목표 및 비전

• 캡스톤 디자인 목표

- 사람들은 실시간 심장 시뮬레이션과 같이 규모가 크고 복잡한 시뮬레이션 환경에서도 빠르게 결과를 도출할 수 있는 방안에 대해 연구를 진행하였고 해결 방안으로 프로그래밍 언어적 차원에서의 성능 향상과 시뮬레이션 알고리즘 개선을 통한 성능 향상이 제시되었다. 본 캡스톤 디자인의 목표는 이 두 가지 방법에 모두 접근해 빠른 성능과 확장성을 보장해 주는 이산 사건 시뮬레이션 엔진을 개발하는 것을 목표로 한다.

• 개발 방향

- Devs형식론의 시뮬레이션 알고리즘을 구현
- 컴파일러 언어인 Golang을 이용해 프로그래밍 언어차원에서의 성능향상과 경량쓰레드인 Go루틴을 활용한 병렬 시뮬레이션 알고리즘의 개발로 시뮬레이션 알고리즘 차원에서의 성능향상

- Golang의 외부패키지를 효과적으로 활용할 수 있는 형태로 구성

- 완성된 엔진은 각 모델이 서로 영향을 주지않는 조건에서 동시/ 병렬적인 처리가 가능하다. 병렬성을 위한 모델파티션 알고리즘, Cell-Devs 등을 활용하여 사례를 개발해 엔진의 다양한 활용방안을 제시한다.

3. 캡스톤디자인 내용

- 원자모델(Atomic Model, Behavior Model) : 3S4F ($\langle X, Y, S, \delta_{ext}, \delta_{int}, \lambda, ta \rangle$

- DEVS 형식론의 최소단위로 사용자는 3개의 집합과 4개의 함수를 정의해 모델링을 할 수 있다.
- 3개의 집합은 X: 입력 이벤트 집합, Y: 출력 이벤트 집합, S: 상태 집합로 구성돼있고, 4개의 함수에는 δ_{ext} : 외부 천이 함수, δ_{int} : 내부 천이 함수, λ : 출력 함수, ta : 시간 진행 함수 로 구성돼있다.
- 외부 천이 함수는 외부로부터 입력이 있을 때 모델의 동작과 상태 천이에 대해 명세하고 내부천이 함수는 현재 상태의 임계 시간에 도달했을 때 모델의 상태변화에 대해 명세하고 출력 함수는 내부 천이 함수 호출 시 호출되어 외부의 환경 혹은 다른 모델에 이벤트를 발생 시킨다.

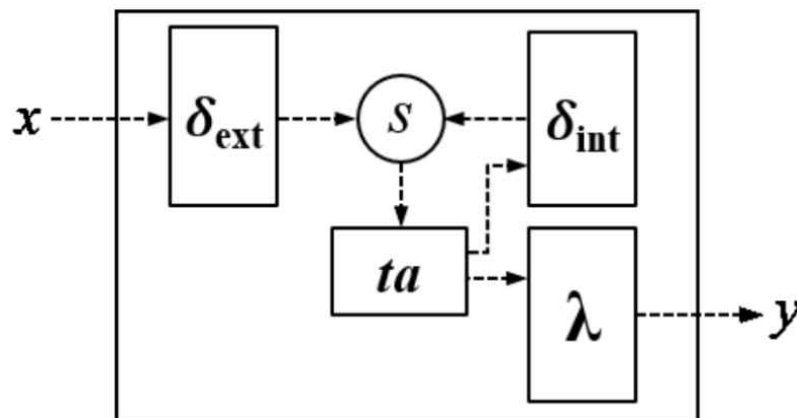


그림 1. 원자모델의 구조

- 시뮬레이션 엔진 설계 및 아키텍처

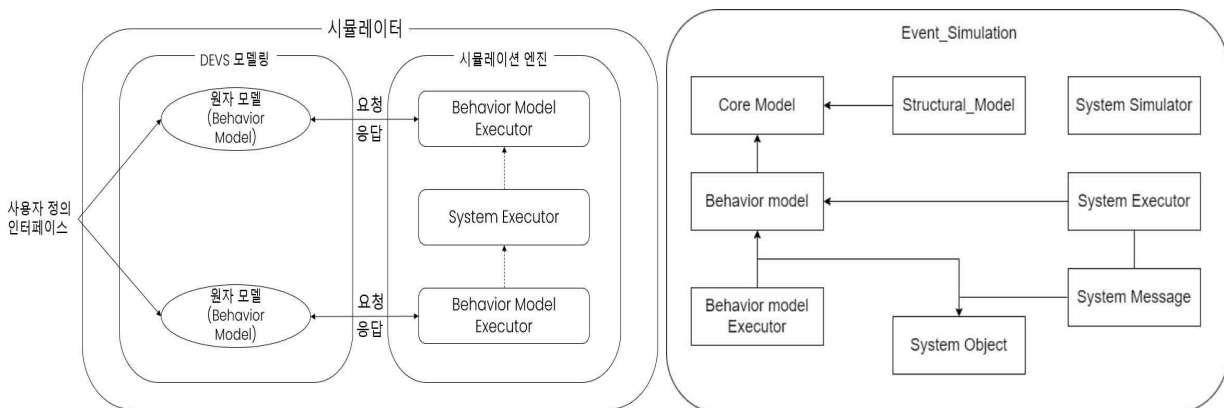


그림2. 엔진 아키텍처

- 모델에 외부로부터 입력이 들어오면 엔진의 Behavior Model Executor 가 원자 모델의 외부

천이 함수를 동작시킨다. 그리고 현재 상태의 임계 시간에 도달하면 내부 천이 함수가 호출되고 이어서 출력 함수가 동작하면 Behavior Model Executor 가 이벤트를 받아 중계 역할을 하는 System Executor를 통해 목적지에 해당하는 모델의 Behavior Model Executor에게 값을 넘기고 값을 받은 Behavior Model Executor 가 해당 모델에 이벤트를 입력하고 외부 천이 함수를 실행시킨다.

• 병렬 시뮬레이션 알고리즘

- Parallel-DEVS는 모델들이 서로 영향을 끼치지 않는다는 조건하에 구현 가능하다. Golang의 경량 스레드인 go 루틴을 통해 이를 구현해 같은 Request Time에 동작하는 모델들 중에서 서로에게 영향을 끼치지 않는 모델들의 경우 이를 병렬적으로 처리해 빠르게 시뮬레이션의 결과를 도출할 수 있도록 한다.

• 사례 개발

- 병렬처리를 할 수 있는 환경을 구성하는 다양한 방법이 있다. 사용자가 직접 엔진에게 알려주거나 모델을 파티션 하거나 Cell-Devs를 이용해 같은 Cell의 모델은 순차적으로 동작하고 다른 Cell의 모델은 병렬적으로 처리하는 등의 방법이 있다.
- 완성된 엔진의 검증에 위해 국방, 재난, 사회현상 등의 분야 중에서 적절한 사례를 선정해 병렬처리할 수 있는 환경을 구축하고 모델링 한 후 시뮬레이션하여 솔루션을 제시한다.

4. 캡스톤디자인 추진전략 및 방법

• 기존에 개발된 시뮬레이션 엔진과 성능 비교

- DEVS 방법론으로 개발된 Python기반의 시뮬레이션 엔진인 Evsim을 대조군으로 이용
- 동일한 시뮬레이션 시나리오를 이용해 성능 비교
- 프로파일링을 통해 소요시간 파악하고 분석해 활용
- 성능 시각화를 통해 개선방안 회의

• 애자일 방법론

- 지속적인 요구사항 개발 및 변경사항마다 반영 후 테스트
- 변경사항에 대한 주기적인 회의를 통해 프로젝트 점검
- 팀원간 코드에 대한 피드백과 디버깅

• 문제점

- 도메인지식이 없기 때문에 사례개발을 위한 모델링에서 어려움이 있다.

• 해결 방안

- 특정한 사례에 대해 논문 및 연구 자료들을 찾고 분석하여 적합한지 판별한다. 또한 현장조사를 통해 정확한 데이터를 얻어 검증한다.

역할	팀 원	업무내용
팀장	김범수	팀원간 의견 조율, 필요 문서 작성, 병렬 처리 구현, 디버깅
팀원	이제혁	프로젝트 일정 관리, 병렬 처리 구현, 시뮬레이션 모델 구현
팀원	도용주	병렬 처리 구현, 기존 엔진과의 성능 비교 및 시각화

5. 캡스톤디자인 결과의 활용방안

- 본 캡스톤 디자인의 결과로 완성된 시뮬레이션 엔진은 Devs 형식론을 기반으로 사용자가 자신의 의도에 맞게 모델링한 모델을 시뮬레이션 할 수 있도록 한다. 확장성과 빠른 성능을 제공해 사용자가 다양한 용도로 모델링 할 수 있도록 하고, 많은 수의 모델을 생성해도 빠르게 결과를 도출할 수 있도록 해 다양한 문제를 해결할 수 있도록 도움을 준다. 특히 Cell-Devs 나 모델의 파티션을 통해 병렬로 동작할 수 있는 환경에서 좋은 성능을 제공한다.

6. 참고문헌

- 김탁곤, "모델링 시뮬레이션 공학(M&SEngineering)," 정보처리학회 논문지, Vol. 14, No. 6, pp. 3 - 17, 2007년 11월.
- 이완복, 김탁곤(2002).“모델합성 기법을 이용한 시뮬레이션 속도 개선”.한국시뮬레이션학회 추계학술대회 논문집,91-97.
- 권세중 and 김탁곤. (2011). 이벤트 지향 DEVS 실행 환경의 설계, 구현 및 성능 비교. 한국시뮬레이션학회 논문지, 20(1), 87-96.
- 최창범(2019). “이산사건시스템 명세와 체계 요소 구조를 활용한 계층적 에이전트 합성 프레임워크”. 한국시뮬레이션학회 논문지 Vol.28, No. 3,pp. 1-9
- 김탁곤, 안명수, 박성봉(1994) “Devsim++ : 의미론에 기반한 이산사건 시스템의 객체지향 모델링 및 시뮬레이션 환경”. 한국정보과학회논문지 제21권 제9호(94,9)
- 국방부 안보경영연구원, 국방 시뮬레이터 운용실태 및 발전방안에 관한 연구(2017. 9)
- Russell, S. J., and Norvig, P. (2016). Artificialintelligence: a modern approach. Malaysia: Pearson Education Limited,.
- G. Wainer and A. Troccoli "Implementing parallel Cell-DEVS“, the 36th Annual Simulation Symposium 2003.
- G. Wainer and N. Giambiasi, "Timed Cell-DEVS: modelling and simulation of cell spaces In “Discrete Event Modeling & Simulation: Enabling Future Technologies" in , Springer-Verlag, 2001.
- Alex C. Chow and Bernard P. Zeigler, "Parallel DEVS: A parallel hierarchical modular modeling formalism", Winter Simulation Conference Proceedings, 1994.

캡스톤디자인 II 계획발표 채점표

팀 구성원	학년/반	학 번	이 름				
제 목							
항목			점수				
			1	2	3	4	5
1. 프로젝트 주제의 필요성이나 중요성이 적절히 서술되었는가?							
2. 국내외 동향(문제 제기), 주요 기능(특징 포함) 및 범위가 적절히 서술되었는가?							
3. 기대효과(사회적, 기술적, 경제적 파급효과)가 적절히 서술되었는가?							
4. 추진 전략과 수행방법이 적절한가?							
5. 팀 구성과 역할 분담이 적절히 이루어졌는가?							
합계							
*수정 및 개선 의견							
<div style="text-align: center;">2013년 월 일</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> 심사위원 : (인) </div>							

※ 채점은 각 영역별 5점 만점을 기준으로 채점함.(상 5, 중 3, 하 1)

※ 계획서와 발표내용을 참고하여 채점표에 따라 평가함.