

# 게임 메카닉스 시뮬레이션 방법에 관한 조사연구

장 희 동<sup>†</sup>

## 요 약

게임시장이 급속히 성장하면서 게임개발의 비용과 기간이 모두 증가하고 있다. 이러한 증가는 게임개발 프로젝트에서 보다 전문적인 관리 방법이 요구된다는 것을 의미한다. 게임메카닉스(game mechanics)는 특정 게임플랫폼에서 게임플레이가 실행될 수 있도록 구현된 알고리즘이다. 게임메카닉스는 게임의 공학적 요소들이 집중되어 있어 프로젝트의 설계단계부터 구현단계까지 지속적인 품질관리가 이루어져야 한다. 특히 설계단계에서 게임메카닉스의 품질을 분석할 수 있는 유용한 방법이 바로 시뮬레이션이다. 게임메카닉스 시뮬레이션 방법들이 여러 가지가 존재하지만 각 방법은 그 특징들로 인해서 사용범위가 제한된다. 본 논문에서는 게임메카닉스 시뮬레이션 방법들을 조사하여 그 특징에 대하여 비교 분석하였다. 분석한 결과, 페트리넷 모델 시뮬레이션 방법이 게임메카닉스의 무결성, 최적화, 그리고 밸런스의 품질분석을 총체적으로 할 수 있음을 알 수 있었다.

키워드 : 컴퓨터게임, 게임메카닉스, 시뮬레이션, 프로토타입

## A Survey of Game Mechanics Simulation Methods

Hee Dong Chang<sup>†</sup>

### ABSTRACT

As game markets are rapidly growing, the cost and period of game development are both increasing. These imply that the game development projects require more professional management of the project. Game mechanics is an algorithm of the gameplay on a specific game-platform. Game mechanics is concentrated on engineering elements of the game and its quality should be continuously managed from the design phase to the implementation phase. In the design phase, useful methods that can analyze the quality of game mechanics are the simulations. There are several simulation methods of the game mechanics but each method has limited use range because of its characteristics. In this paper, we survey the game mechanics simulation methods and analyze the characteristics of each method. By the analyzed results, the Petri net model simulation method is good for analyzing total quality of no-error, optimization, and play-balance of the game mechanics but others are not.

Key Words : Computer Game, Game Mechanics, Simulation, Prototypes

### 1. 서 론

대한민국 게임백서[1]에 의하면, 2004년도 세계게임시장 규모는 611억불, 국내게임시장규모는 45,351억원으로 추정되고 있다. 특히 국내게임시장 규모는 국내 영화시장규모의 2.4 배이며 작년대비 115.8%이다.

또한 게임개발측면에서 보면, 게임개발의 기간이나 비용이 전반적으로 급속히 증가하고 있다. 대작게임인 경우, 개발기간은 3년 이상이고 개발비용은 수십억 원부터 수백억 원까지 이른다. 게임개발의 규모가 커지면서, 전문적인 프로젝트관리 기법들이 게임개발 과정에 적용되기 시작하고 있다.

게임개발 프로젝트는, <표 1>과 같은, 프로젝트 라이프사이클(life-cycle)을 갖고 있으며, 일반 소프트웨어개발 프로젝

<표 1> 게임개발과정의 프로젝트 라이프사이클[6]

순서	활동
1	착수(inception)
2	비즈니스 파라미터(business parameters) 설정
3	게임컨셉(game concept) 설정
4	비전문서(vision document)작성
5	게임디자인(game design)
6	테크니컬디자인(technical design)
7	구현(implementation)
8	첫 실행버전(first playable phase)
9	알파버전(alpha phase)
10	베타버전(beta phase)
11	최종보완(final candidate cycle)
12	배포(release)

트와 근본적으로 다른 특징들을 갖는다.

(1) 게임개발 프로젝트에서는, 오락성을 최대한 달성하기

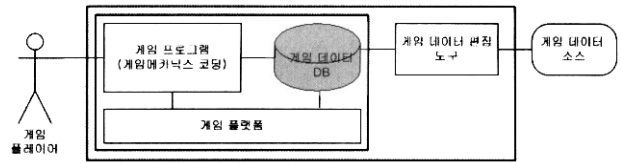
<sup>†</sup> 정 회 원 : 호서대학교 컴퓨터공학부 게임공학과 조교수  
논문접수 : 2005년 3월 30일, 심사완료 : 2005년 9월 9일

위해 개발목표 게임의 형상변경들을 자주 그리고 지속적으로 이루어진다. 구체적으로는, 개발목표의 형상들 중 80%는 설계단계에서 결정되고 나머지 20%는 개발이 진행되면서 하나씩 결정된다[7].

(2) 게임개발프로젝트는, <표 2>과 같이, 기술자들 뿐 아니라 그래픽 디자이너, 애니메이터 등, 다양한 전문분야의 개발자들이 함께 동일한 프로젝트에 참여하기 때문에 직무적인 의사소통(communication)이 근본적으로 어렵다. 따라서 팀웍(teamwork)을 유지하면서도 우수한 추진력을 달성하기가 매우 힘들다.

개발목표 게임의 구성물은, (그림 1)과 같이, 크게 게임플랫폼(game platform), 게임프로그램(game program), 게임데이터 편집도구(game-data tools), 게임데이터 DB로 이루어져 있다.

게임플랫폼은 게임을 위한 하드웨어와 운영체제로 구성된 시스템이고, 게임프로그램은 게임플랫폼에서 게임플레이가 실행되도록 고안된 알고리즘(algorithm)인 게임메카닉스(game



(그림 1) 개발목표물 게임의 구성도

mechanics)를 코딩한 프로그램이며, 게임데이터 편집도구들은 그래픽, 비주얼, 사운드 등의 게임데이터 소스를 편집하고 게임데이터 DB에 등록하기 위한 컴퓨터프로그램들이다. 예를 들면, 스프라이트(sprite) 편집기와 레벨(level) 편집기는 대표적인 게임데이터 편집도구들이다. 게임데이터 DB는 게임프로그램이 효율적이고 효과적으로 게임데이터를 처리하기 위한 DB를 말한다.

특히 게임메카닉스는 게임플레이의 품질과 성능 그리고 게임프로그램의 로직(logic)을 결정하기 때문에, 소프트웨어 공학 측면에서, 설계단계에서부터 품질관리가 필요하다.

시뮬레이션은 설계단계에서 시스템의 품질을 분석하기 위해 주로 사용된다. 시뮬레이션에 의한 게임메카닉스 품질분석에 대한 기존 연구들은 게임밸런싱(game balance)부문에 집중되어 있다. 보수행렬(pay-off matrix) 또는 밸런스 공식들을 통한 매크로레벨 게임밸런싱(macro-level game balancing)은 참고문헌 [7]-[9]에서, 마이크로소프트 엑셀(Microsoft Excel)을 이용한 게임밸런싱(game balancing)에 대한 시뮬레이션 방법은 [2], 그리고 컴퓨터시뮬레이션을 통한 게임메카닉스의 품질분석에 대한 방법은 [3]에서 찾을 수 있다.

본 논문에서는 설계단계에서 사용할 수 있는 게임메카닉스 시뮬레이션 방법들을 조사하여, 용도, 분석가능 항목, 실험모델종류, 실험방법, 결과분석방법, 그리고 장단점에 대한 특징들을 분석하는 것을 그 목적으로 한다.

2장에서는 게임플레이와 게임메카닉스의 개념을 소개하고 3장에서는 조사된 게임플레이 시뮬레이션 방법들의 특징들을 분석하고 4장에서 결론을 맺고자 한다.

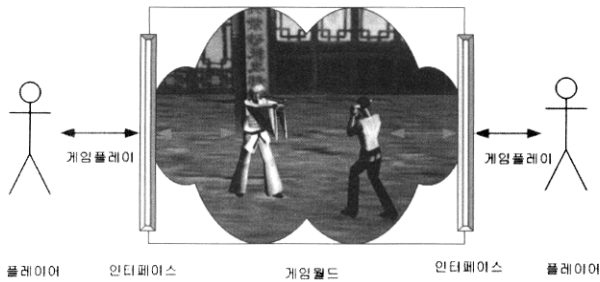
<표 2> 게임개발 조직부서 및 직무분야 [6]

조직 부서	직무분야
설계부서 (Design Parts)	Lead Designer/Visionary, Game Mechanics Designers, Level/Mission Designers, Story and Dialogue Writers
프로그래밍부서 (Coding Parts)	Lead Programmers and Technical Directors, Game Mechanics Programmer, 3D Graphics Programmer, AI Programmer, User Interface Programmer, Audio Programmer, Tools Programmer, Mission/Level Editor Programmer, Network, Server, or Client Programmer
아트부서 (Art Parts)	Art Director, Concept Artist, 2D Artist/Interface Designer, 3D Modeler, Character Modeler, Texture Artist, Animator/Motion Capture Studio, Storyboarder
오디오부서 (Audio Parts)	Voice-Overs, Sound Effects, Music
관리부서 (Management Parts)	Line Producer, Associate Producer, Studio Head/Executive Producer, Producer
품질보증부서 (QA Parts)	Publisher QA Parts, QA Lead, Main QA Team, Multiplayer Team, Fresh Teams, Compatibility Team, Localization Team, Beta Testing, Beta Testers, Beta Testing Program Manager
영업부서 (Business Parts)	Business Development Parts, Licensing Parts, Promoting, Buying, and Selling Parts
제작부서 (Manufacturing Parts)	Hardware Manufacturer Parts
배포후관리부서 (Post-Release Parts)	

## 2. 게임플레이(gameplay) 및 게임메카닉스(game mechanics) 개념

게임은 개념적으로, (그림 2)와 같이, 사이버스페이스(cyber-space)에 존재하는 게임월드(game-world), 가상세계인 게임월드와 실제계의 플레이어(player)사이를 연결해주는 인터페이스(interface), 그리고 플레이어와 게임월드사이의 인터랙션(interaction)인 게임플레이(gameplay)로 구성되어있다. 여기서 게임월드는 지형 공간, 등장요소들, 그리고 플레이요소들로 구성된 시스템이며 플레이어의 게임액션에 대해 적절한 반응을 한다.

게임메카닉스(game mechanics)란 주어진 게임플랫폼(game-platform)에 게임플레이가 실행될 수 있도록 한 특정한 방법 혹은 알고리즘을 의미한다[11]. 예를 들면, PC플랫폼에서, 주인공 캐릭터를 현재 위치에서 A지점으로 이동시키는



(그림 2) 게임의 개념도

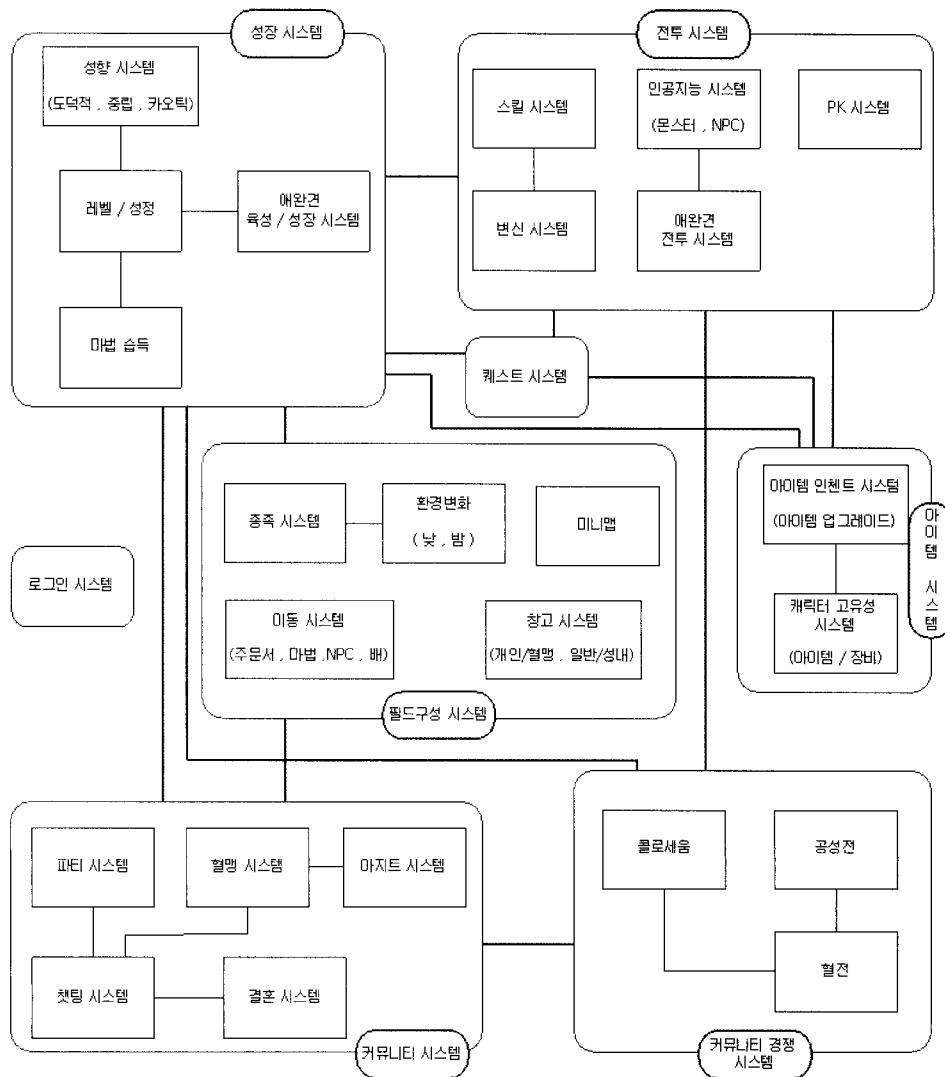
게임플레이를, 마우스 왼쪽버튼을 클릭하여 주인공 캐릭터를 선택한 다음 마우스를 A지점으로 이동 후 왼쪽버튼을 클릭함으로써, 주인공 캐릭터가 A지점으로 이동하는 것을 구현했다면 이는 주인공 캐릭터를 A지점으로 이동시키는 하나의 게임메카닉(game mechanic)이다. 게임에서 필요한 모든 게임플레이 행위의 게임메카닉들을 게임호름에 따라 연결되고 통합된 것을 게임메카닉스(game mechanics)라 한다. 예를

들면, 국내 MMORPG 「리니지」 게임의 게임메카닉스에 대한 구조는 (그림 3), 그리고 동작 흐름은 (그림 4)와 같다.

게임메카닉스는 게임플레이를 담당하는 부분으로 게임에서 필요한 기능들의 대부분이 모여 있기 때문에, 가장 복잡한 게임구성요소이다. 또한 게임메카닉스는 게임의 시스템형상의 핵심 사양(specification)을 결정하기 때문에, 게임 품질에 절대적인 영향을 준다. 따라서 우수한 품질의 게임을 경제적으로 개발하기 위해서는, 설계단계에서부터 지속적인 게임메카닉스의 품질관리가 필요하다.

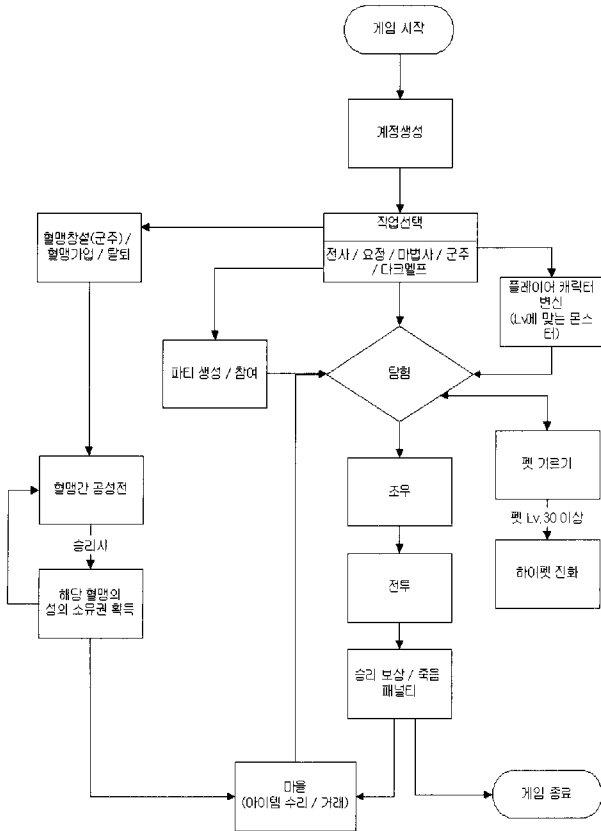
게임메카닉스의 품질은, <표 3>과 같이, 기능 및 동작의 무결성, 구조 및 동작의 최적화, 게임밸런스, 그리고 게임연출성의 품질부분들로 나누어 질 수 있다.

게임메카닉스 품질의 무결성 부분에서는 게임메카닉스의 기능과 동작의 정확성에 관한 품질을, 최적화 부분에서는 그 구조와 동작의 최적화에 관한 품질을, 게임밸런스 부분에서는 플레이 전략들 간, 플레이 목표들 간, 게임등장 요소들 간, 게임플레이 요소들 간, 자원들 간, 지형 특성들 간의 균형에



(그림 3) 「리니지」의 게임메카닉스 구조도

관한 품질을 다룬다. 그리고 게임연출성 부문에서는 게임의 구성요소들인 게임월드, 인터페이스, 그리고 게임플레이에서 게임컨셉에서 의도한 효과들의 연출에 관한 품질을 다룬다.



(그림 4) 「리니지」의 게임메카닉스 동작 흐름도

<표 3> 게임메카닉스 시뮬레이션을 통해 분석되어야 할 품질 부문 및 분석대상 항목들

부 문	기능 및 동작의 무결성	구조 및 동작의 최적화	게임밸런스	게임연출성
분 석 대 상 항 목 들	-플레이 흐름 및 판정	-게임메카닉스 최적화	-게임 요소들 간 의 플레이 밸런 스	-게임플레이 컨 셉 연출
	-진행 동기 및 속도	-병목요소 제거	-전략	-게임월드 가시 성 및 반응성 연출
	-정보의 입출력	-구조 최적화	-목표	-게임플레이 시 점(view point) 연출
	-게임월드 데이 터 관리	-동작 최적화	-등장 요소	-인터페이스 연 출
		-게임플랫폼에 대한 최적화	-플레이 요소	-인터페이스 연 출
		-인터페이스	-자원	-인터랙션 정보
		-처리속도	-지형	-인터랙션 방식
		-저장용량		-인터랙션 동기화
		-네트워크 속도		

### 3. 게임메카닉스 시뮬레이션 방법들

설계단계에서 사용되는 시뮬레이션 방법들은 사용하는 게임메카닉스의 모델종류에 따라 실험방법이 결정된다. 게임메카닉스 시뮬레이션의 일반적인 진행절차는 다음과 같다.

- (1) 분석하고자하는 품질부문과 대상항목 결정,
- (2) 실험모델, 실험방법 및 결과분석 방법 결정,
- (3) 게임메카닉스 모델 구축 및 실험환경 구축,
- (4) 실험을 통한 자료수집,
- (5) 수집된 자료분석.

참고문헌과 산업체 현장조사를 통해 분석된 게임메카닉스 시뮬레이션 방법들은 다음과 같다.

- (1) 보수행렬(payoff matrix) 모델 시뮬레이션[7]
- (2) 수학적 함수(function) 모델 시뮬레이션[2]
- (3) 게임메카닉스(game mechanics) 모형(模型) 시뮬레이션
- (4) 프로토타입(prototype) 시뮬레이션
- (5) 페트리네트(Petri net) 모델 시뮬레이션[3]

#### 3.1 보수행렬(payoff matrix) 모델 시뮬레이션

보수(payoff)란 경제수학 분야인 게임이론(game theory)에서 사용하는 개념으로 게임을 통해 궁극적으로 얻고자 하는 가치를 보수(payoff)라 한다[5]. 보수행렬(payoff matrix)은 주어진 게임 상황의 전략공간에서, <표 4>와 같이, 경기자의 전략과 상대자의 전략에 의해 결정되는 보수들을 나열한 행렬을 의미한다. <표 4>는 「블러디센추리」게임에서 나타나는 하나의 보수행렬이다. 왼쪽 첫 번째 열은 한 경기자의 선택할 수 있는 전략들이고 위쪽 첫 번째 행은 상대방이 선택할 수 있는 전략들이다. 나머지 숫자들, 0, -1, +1은 보수를 의미하는 것으로 예를 들면 경기자가 탱크를 선택하고 상대가 탱크킬러를 선택하면, 2행 6열 위치의 전략상황, 즉 경기자의 탱크는 상대의 탱크킬러에게 파괴되어 -1 보수를, 즉, 1 만큼 잃게 된다.

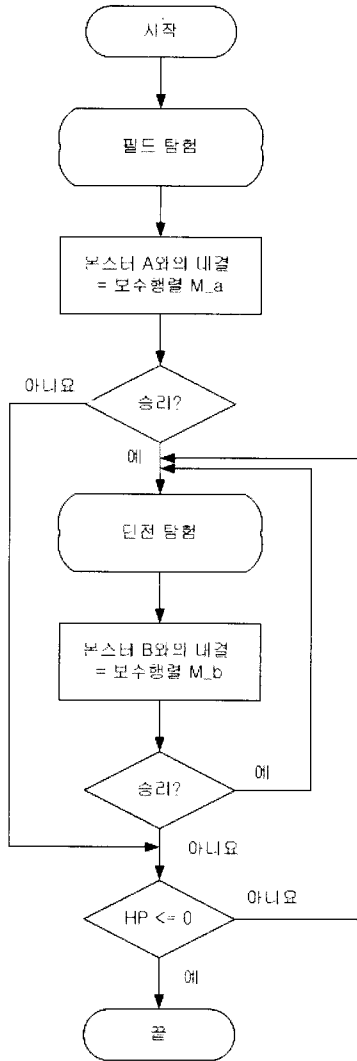
게임메카닉스의 보수행렬 모델은, (그림 5)와 같이, 게임의 시작에서 종료까지 나타나는 모든 보수행렬들을 게임플레이의 흐름 순서대로 연결하여 모델을 완성한다.

시뮬레이션 방법은, 주어진 게임메카닉스 모델에서 나타나는 각 보수행렬에 대해, 게임이론[5]을 이용하여, 아이템 사용률, 전략 선택률 등 분석대상의 수학적 해들을 구하는 것이다.

보수행렬 모델 시뮬레이션의 특징들을 정리하면 <표 5>와 같다.

<표 4> 「블러디센추리」게임에서의 보수행렬[7].

	탱크	보병	포병	장갑차	탱크킬러
탱크	0	+1	+1	+1	-1
보병	-1	0	+1	-1	+1
포병	-1	+1	0	+1	+1
장갑차	-1	+1	-1	0	+1
탱크킬러	+1	-1	-1	-1	0



(그림 5) 게임 메카닉스의 보수행렬 모델의 예제

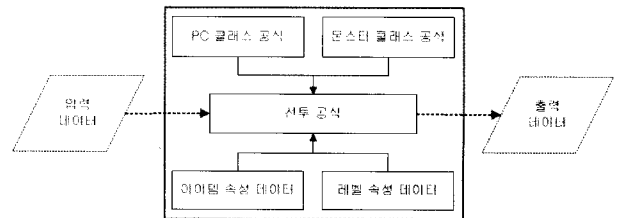
<표 5> 보수행렬모델 시뮬레이션의 특징

항목	특징 내용
용도	-게임등장 요소들 간 매크로 레벨 밸런싱 -게임플레이 요소들 간 매크로 레벨 밸런싱
분석가능 부문 및 항목	-각 게임등장 요소들의 승패률 -각 게임플레이 요소들의 사용률
게임메카닉스 모델	-게임플레이에서 나타나는 보수행렬들의 집합
실험 방법	-각 보수행렬에 대한 수학적 해들을 구함
결과분석 방법	-보수행렬로부터 구한 수학적 해들 중 분석항목에 관련된 것들을 추출하여 분석결과를 도출함
장점	-시뮬레이션을 경제적으로 할 수 있음 -시뮬레이션 모델 구축이 경제적 -결과분석 방법이 경제적
단점	-보수행렬의 해를 구할 수 있는 게임이론 및 수학 지식이 필요 -분석가능 항목이 매우 제한적임 -게임메카닉스 모델이 상세하지 않아 분석결과와 정확성이 떨어짐




### 3.2 수학적 함수 모델 시뮬레이션

수학적 함수 모델은, (그림 6)과 같이, 게임플레이 관련 수치공식들인 수학적 함수들로 구성되어 있고 부가적으로 게임 흐름에 따른 함수들의 순서적 연결 관계와 게임월드의 초기 현황을 나타내는 속성데이터들을 포함한다. 게임플레이관련 공식은, (그림 8)과 같이, 데미지 공식, 명중률 공식 등이 있고 게임월드의 초기 현황에 대한 속성 데이터는 특정지역의 몬스터 배치 데이터, 특정 아이템 및 보물 배치 데이터 등이 있다.

게임메카닉스의 수학적 함수들은 마이크로소프트(Microsoft)사의 엑셀(Excel)의 함수기능을 통해 시뮬레이션 모델에 등록된다. 또한 데이터 처리 및 결과 분석도 엑셀함수들을 사용하여 쉽고 편리하게 수행할 수 있다. 이는 마이크로소프트 엑셀의 편리한 편집기능과 강력한 스프레드시트(sheet) 처리능력을 이용하기 때문이다.



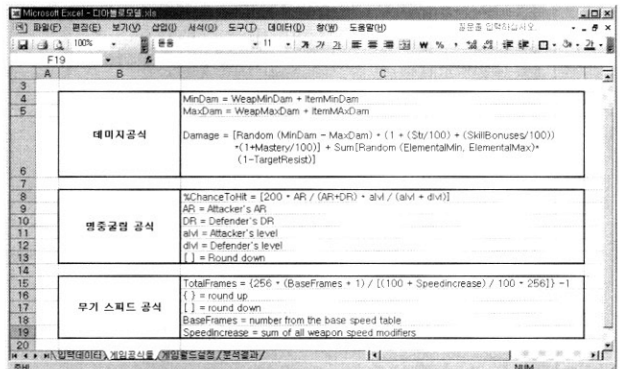
(그림 6) 게임메카닉스의 수학적 함수 모델 예제

이름	F-16	MIG29	A-10
사진			
최고속도	마하 2.0	마하 2.3	706km/h
내구력	70	88	150

=C3\*(100+\$G\$3)/100+C4\*(100+\$G\$4)/100

	B	C	D	E	F	G	H
구분	F-16	MIG29	A-10			가중치	
최고속도	10	12	8			0	
내구력	10	9	11			50	
합	25	25.5	24.5				

(그림 7) 엑셀의 함수기능을 사용한 비행기 속성 밸런스 공식[2]



(그림 8) 디아블로[12] 게임공식들을 사용한 수학적 함수모델

이 시뮬레이션은, (그림 8)과 같이, 게임플레이 공식들에 대한 데이터시트를 만들고 여기에 게임플레이 공식들을 엑셀 함수로 표현하여 게임메카닉스 모델을 구현하고 입력데이터 시트에 있는 데이터를 읽어 게임플레이 공식에 관련된 엑셀 함수들을 실행하여, (그림 9)와 같이, 결과데이터를 수집하고 분석하여 분석결과를 시트에 저장하는 방법이다.

마이크로소프트 엑셀을 이용한 수학적 함수모델 시뮬레이션의 특징들을 정리한 내용들은, <표 6>과 같다.

(그림 9) 디아블로 게임공식을 사용한 시뮬레이션 결과

<표 6> 마이크로소프트 엑셀을 이용한 수학적 함수 모델 시뮬레이션 특징

항목	특징 내용
용도	- 게임메카닉스의 구성요소들 간 연관성 분석 - 게임메카닉스의 구성요소들 간 밸런싱
분석가능 부문 및 항목	- 게임메카닉스의 구성요소들 간 연관성 - 예) 민첩성과 공격력사이의 연관성 - 게임메카닉스의 구성요소들 간 밸런스 - 예) 동일레벨의 유저캐릭터와 몬스터사이의 공격력 밸런스
게임메카닉스 모델	- 게임플레이에 관련된 수학적 공식들과 게임월드의 속성 데이터들로 구성됨
실험 방법	- 마이크로소프트 엑셀을 이용해, 게임메카닉스 모델로 표현한 엑셀함수들로 입력데이터를 읽고 계산하여 결과데이터를 수집하고 분석함
결과분석 방법	- 입력데이터에 대한 시뮬레이션 결과 데이터의 연관성 분석 - 입력데이터와 출력데이터사이의 비교 - 입력데이터의 통계적 분포와 출력데이터의 통계적 분포 비교
장점	- 마이크로소프트 엑셀의 강력한 스프레드시트 데이터 처리 및 데이터 분석 능력 활용 - 게임메카닉스의 구성요소들 간의 연관성을 효율적으로 관찰 가능 - 게임메카닉스 모델의 구현이 비교적 쉬움
단점	- 플레이어의 플레이 액션과 게임월드를 시뮬레이션 모델에 반영하기 어려움 - 플레이시간을 시뮬레이션 모델에 반영하기 어려움 - 수학적 함수를 기반으로 모델이기 때문에 모델의 정확성이 다소 떨어짐

### 3.3 게임메카닉스(game mechanics) 모형(模型) 시뮬레이션

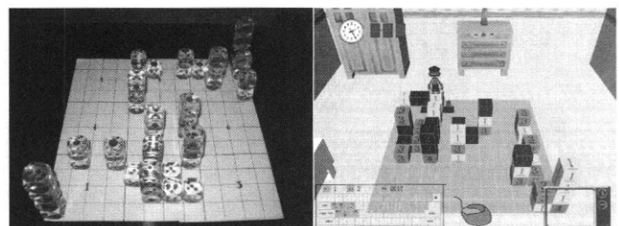
게임메카닉스 모형 시뮬레이션은, (그림 10)과 같이, 게임 메카닉스의 기능과 동작을 관찰할 수 있는 모형을 만들어 시뮬레이션하는 방법이다. 특히 퍼즐장르 게임인 경우, 게임메카닉스 모형을 쉽게 만들 수 있다. 게임메카닉스의 모형은, 시뮬레이션의 정확성을 위해서, 가능한 실제와 모양, 기능, 그리고 동작이 같도록 제작되어야 한다.

시뮬레이션 방법은 게임메카닉스 모형을 직접 조작하여 게임플레이의 기능과 동작을 흉내 내어 플레이 상황을 관찰하고 그 결과를 분석하는 방법이다. 이 방법은, 실제 게임에서 느끼는 될 플레이 분위기(look and feel)를 미리 직접적으로 관찰할 수 있어 게임 연출성 부문의 품질을 분석하는데 적합하다. 또한 게임플레이 흐름과 판정의 무결성을 검증할 수 있다. 그러나 이 방법은 시뮬레이션 자체뿐 아니라 데이터 측정의 자료 수집을 일일이 사람이 직접 처리해야 하는 것이 큰 약점이다.

게임메카닉스 모형 시뮬레이션의 특징들을 정리하면 <표 7>과 같다.

<표 7> 게임메카닉스 모형 시뮬레이션 특징

항목	특징 내용
용도	- 게임플레이의 무결성과 연출성 품질분석
분석가능 부문 및 항목	- 플레이 흐름 및 판정의 무결성 - 게임플레이 컨셉에 대한 게임메카닉스의 연출 - 게임월드 가시성 및 반응성 연출 - 게임플레이 시점(view point) 연출
게임메카닉스 모델	- 게임월드를 포함한 게임메카닉스 모형 - 게임플레이 시나리오
실험 방법	- 게임메카닉스 모형을 사람이 직접 조작하여 시나리오대로 게임플레이 동작을 실행하고 관찰하여 그 결과를 분석함
결과분석 방법	- 실험 결과자료들 플레이시나리오와 비교검토를 통한 플레이 무결성 검사 - 실험 결과자료들 게임기획문서의 내용과 비교검토를 통한 연출성 평가
장점	- 간편하고 쉽게 실험할 수 있음 - 시뮬레이션 모형 구현이 비교적 쉬움 - 게임플레이 연출성을 직접적으로 파악할 수 있음
단점	- 시뮬레이션의 모든 작업을 사람이 직접해야 하기 때문에 규모가 큰 실험을 하기 어려움 - 개관적인 정량적 분석보다는 관찰자에 의한 주관적인 정성적 분석에 의존함.

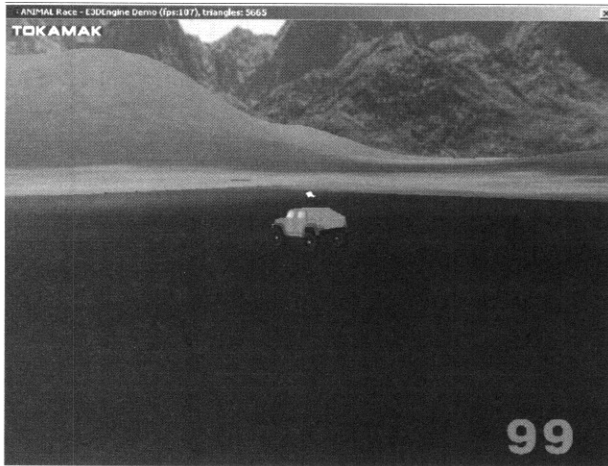


(그림 10) 시뮬레이션용 게임메카닉스 모형과 실제 구현된 주사위 퍼즐 게임 「블럭릭」

3.4 프로토타입(prototype) 시뮬레이션

프로토타입 시뮬레이션은, (그림 11)과 같이, 게임메카닉스의 핵심기술들의 구현가능성과 연출성 품질을 판단하기 위해, 게임메카닉스의 핵심부분만을 구현하여 프로토타입(prototype)의 플레이테스트(play test)를 통해 관찰하는 방법이다. 이 방법은 주로 게임메카닉스의 기술성 검증과 연출성 품질의 분석을 목적으로 한다.

시뮬레이션은, 프로토타입을 게임메카닉스 모델로 사용하여, 주어진 게임플레이 시나리오에 따라 프로토타입을 실행하면서 관찰자들은 실험기록차트를 이용한 정성적 평가와 함께 컴퓨터에 의한 정량적 평가도 함께 이루어진다. 이 방법은 프로토타입에서 구현된 게임메카닉스의 핵심부분들을 직접 관찰할 수 있다는 것이 가장 큰 장점이다. 기존의 다른 방법들에 비해 가장 실체화된 게임메카닉스 모델을 사용하기



(그림 11) 프로토타입 게임플레이 데모: 온라인 레이싱게임 '오프로드 랠리'

<표 8> 프로토타입을 통한 게임메카닉스 시뮬레이션 특징

항목	특징 내용
용도	-게임메카닉스의 핵심기술의 검증 -게임플레이 연출성 품질 분석
분석가능 부분 및 항목	-프로토타입에서 구현된 핵심부분의 성능 및 품질 -게임월드의 기본적인 가시성 및 반응성 연출 -게임플레이 시점(view point) 연출
게임메카 닉스 모델	-게임메카닉스의 핵심 부분을 구현한 프로토타입 -게임플레이 시나리오
실험 방법	-게임플레이 시나리오에 따라 프로토타입을 실행하여 관찰자의 정성적 평가와 컴퓨터를 통한 정량적 평가
결과분석 방법	-정성적 검사결과에 대한 경험적 판단 -정량적 검사결과에 대한 목표달성 가능성 판단
장점	-구현된 부분을 직접 관찰함으로써 인해 판단 결과의 정확성이 높음 -개발의 성공 또는 실패를 미리 예측할 수 있음
단점	-구현상 시간과 비용이 많이 듦 -게임메카닉스의 다양한 구성요소들의 분석이 어려움

때문에, 구현된 부분에 대해서는 가장 정확히 관찰할 수 있다. 하지만 구현하는데 시간과 비용이 많이 들고 게임메카닉스의 다양한 구성요소들의 관찰 및 조사가 어렵다는 단점이 있다.

프로토타입 시뮬레이션의 특징들을 정리하면 <표 8>과 같다.

3.5 페트리네트(Petri Net) 모델 시뮬레이션

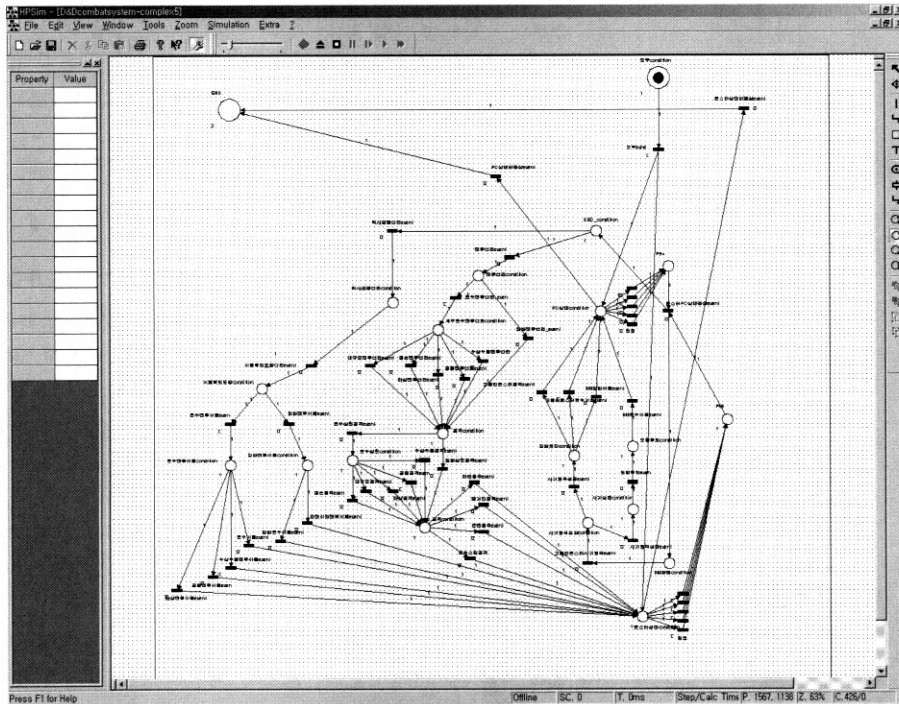
페트리네트는 1960년대 C.A. Petri에 의해 처음 개발 되었고 가시적인 표현이 가능하여 이해하기가 쉽다는 장점과 다른 모델링 방법에 비해 정확하고 세밀한 모델링이 가능하면서도 표현의 일반성을 갖추고 있기 때문에 다양한 분야에서 활용되고 있다. 페트리네트의 주요 장점은 논리적 흐름이나 확률적 흐름을 표현할 수 있고 동시성(concurrency)과 동기적인 사건(synchronized event)을 효율적이고 정확하게 표현할 수 있다. 또한 페트리네트 모델은 논리적인 오류나 불필요한 부분을 탐지할 수 있는 강력한 특성을 갖고 있다[14].

특별히 게임메카닉스 모델을 정확하고 효과적으로 표현할 수 있는 수단으로 페트리네트 모델[3]이 적절하다. 왜냐하면 게임메카닉스는, 게임의 본질상 대결이라는 특징으로 인해, 구성 요소들의 동기화된 동작들과 동시적인 동작들이 많이 존재하며 이러한 동작들을 페트리네트로 쉽게 정확하게 표현할 수 있기 때문이다.

시뮬레이션은, (그림 12)와 같이, 컴퓨터상에서 시뮬레이션 소프트웨어를 사용하여 게임메카닉스 모델과 실험환경을 구축하고, 소프트웨어를 실행하여 시뮬레이션하여, <표 9>와 같은 결과를 얻는 방법이다. 이 방법은, 컴퓨터 시뮬레이션

<표 9> HPSim 소프트웨어를 통한 D&D 전투시스템 시뮬레이션 결과[3]

시뮬레이션 place	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	합
조우	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
몬스터상태	4	3	2	3	9	7	2	4	7	5	46
선언	3	2	1	2	8	6	1	4	6	2	35
전투선언	2	1	1	1	4	3	0	4	4	1	21
특수전투선언	0	0	0	0	1	1	0	1	2	1	6
의사결정선언	1	1	0	1	4	3	1	0	2	2	15
이동후퇴	1	1	0	1	4	3	1	0	2	2	15
공격	2	1	1	1	4	3	0	4	4	1	21
특수상황공격	0	0	1	0	3	2	0	1	1	0	8
공격유형	2	1	1	1	4	3	0	4	4	1	21
특수전투이동	0	1	0	0	2	2	0	0	1	0	6
일반전투이동	1	0	0	1	2	1	1	0	1	2	9
DM관정	3	2	1	2	8	6	1	4	6	3	36
도망후퇴	2	2	0	2	1	2	0	1	5	2	17
일반차리	2	0	1	0	7	4	1	3	1	1	20
사기체크결과	3	2	1	2	8	6	1	4	6	3	36
사기체크실패	1	2	0	2	1	2	0	1	5	2	16
PC상태	4	4	2	3	9	7	1	5	7	4	49
몬스터확률	3	2	1	2	8	8	3	4	6	3	39
PC확률	6	2	3	4	21	12	2	11	12	8	81
END	2	5	2	2	2	3	3	2	2	2	25



(그림 12) HPSim 소프트웨어를 통한 D&D 전투시스템 시뮬레이션[3]

[13] 방법으로, 시뮬레이션 소프트웨어의 성능에 따라 시뮬레이션의 효율성과 정확성에 큰 영향을 받는다. 게임메카닉스를 모델링할 때, 적절한 모델 상세수준(detail level)은 컨셉 모델(conceptual model), 논리적 모델(logical model), 그리고 구현적 모델(implemental model)중에서, 논리적 모델이 적절하다. 왜냐하면 논리적 모델에서 구현의 경제성과 모델의 정확성을 모두 효과적으로 성취할 수 있기 때문이다.

페트리네트 모델 시뮬레이션은 페트리네트의 확장성으로 인해, MMORPG와 같은 대규모 게임메카닉스 모델도 수용한다. 또한 페트리네트의 강력한 오류 및 불필요 부분의 탐지 능력을 사용하기 때문에 게임메카닉스의 무결성, 최적화, 그리고 게임밸런스의 품질 분석이 동시에 가능하다. 그리고 페트리네트의 특성상, 게임메카닉스의 형상변경이나 실험환경의 변경이 쉽다는 것이 큰 장점이다. 예를 들면 플레이어 액션과 게임월드 시뮬레이션 모델에 반영할 수 있다.

그러나 컴퓨터 시뮬레이션과 페트리네트에 대한 전문지식이 필요하고 게임메카닉스에 대한 전문지식도 요구하기 때문에, 모델링이 비교적 어렵고 시간이 많이 소요되는 단점이 있다.

페트리네트 시뮬레이션의 특징들을 정리하면 <표 9>와 같다.

3.6 시뮬레이션 방법들의 특징 비교

본 논문에서 조사된 시뮬레이션 방법들은 모두 설계단계에서 게임메카닉스의 품질을 분석하기 위해 사용되지만 세부적으로는 그 용도와 분석가능 항목들에 대해서는 다소 차이가 있다. 따라서 설계단계에서 게임메카닉스의 시뮬레이션을 수행할 때 그 목적에 맞는 방법을 선택하는 것이 가장 중요

<표 9> 페트리네트 모델 시뮬레이션 특징

항목	특징 내용
용도	-게임메카닉스의 상세설계내용에 대한 무오류성, 최적화, 게임밸런스의 품질을 총체적으로 분석
분석가능 부문 및 항목	-게임플레이 흐름 및 판정 -게임메카닉스의 구조 및 동작 최적화 -등장요소 및 플레이요소들 간의 밸런스
게임 메카닉스 모델	-게임메카닉스의 구조 및 동작에 대한 페트리네트 모델 -플레이어 액션 패턴 및 게임월드 지형 설정 -게임플레이 시나리오
실험 방법	-게임메카닉스 페트리네트 모델링 -자료수집을 위한 실험환경 구축 -시뮬레이션 제약사항들을 설정하고 시뮬레이션 수행 -결과데이터 정리 및 분석
결과분석 방법	-결과데이터의 주요 통계치 분석 -결과데이터의 다변량 통계 분석[4]
장점	-무오류성, 최적화, 밸런싱의 품질 부분들을 한꺼번에 총체적으로 분석할 수 있음 -페트리네트의 강력한 오류 및 불필요 부분의 탐지 능력 활용 가능 -플레이어의 액션패턴과 게임월드 지형을 시뮬레이션 모델에 반영하여 정확한 모델을 구축할 수 있음 -MMORPG(Massively Multiplayer Online RPG)의 대규모 게임메카닉스의 상세한 모델까지 시뮬레이션 가능 -게임메카닉스 모델의 형상변경 또는 실험환경 변경이 쉬움 -다양한 구성요소들의 분석, 다양한 상세수준의 모델 수용, 그리고 대규모 실험이 가능함
단점	-게임메카닉스 모델링, 실험환경구축, 자료분석에 대한 전문적 지식과 경험이 요구 -게임메카닉스 모델링이 어렵고 시간이 많이 소요됨



하다. 조사된 시뮬레이션 방법들의 주요 특징들을 정리하면, <표 11>과 같다.

<표 11> 조사된 게임메카닉스 시뮬레이션 방법들의 특징 비교

시뮬레이션 방법	용도	분석가능 항목	장점	단점
보수행렬 모델 시뮬레이션	설계 초기 단계의 매크로 레벨 게임밸런싱	등장요소들 간 매크로레벨 밸런스, 플레이요소들 간 매크로레벨 밸런스	경제적인 시뮬레이션	분석결과가 매크로레벨로 인해 판단범위가 매우 제한적임
수학적 함수 모델 시뮬레이션	설계 중간 단계의 게임공식 기반 게임 밸런싱	게임 메카닉스 구성요소들 간 연관성/밸런스	마이크로소프트 엑셀의 강력한 데이터의 처리 및 분석 기능 활용	분석범위가 게임공식에 한정되어 있음
게임 메카닉스 모형 시뮬레이션	설계 초기/중기 단계의 무결성 및 연출성 분석	게임플레이 흐름/관정 무결성, 게임메카닉스의 연출성	게임플레이 연출성을 직접적으로 파악 가능	시뮬레이션을 컴퓨터도움없이 사람이 직접 조작해야 함.
프로토타입 시뮬레이션	설계 중기 단계의 기술검증 및 연출성 분석	핵심기술 검증, 구현된 부분의 성능 및 연출성	구현된 내용에 한해서 기술검증과 연출성을 직접 파악 가능	프로토타입 구현에 시간과 비용이 많이 듦
페트리네트 모델 시뮬레이션	설계 중기/말기 단계의 무결성, 최적화, 게임밸런싱	상세 설계 내용의 무결성, 최적화, 게임밸런스	다양한 형상, 상세수준, 분석대상, 대규모의 실험모두 가능	모델링에 대한 전문지식 필요

#### 4. 결 론

게임메카닉스는 게임플랫폼에서 게임플레이가 실행될 수 있도록 고안된 알고리즘을 의미한다. 게임메카닉스는 게임개발 프로젝트에서 게임플레이의 품질을 결정하고 기술의 복잡성이 가장 많이 집중되는 중요한 부분이다. 따라서 게임메카닉스는 설계단계에서부터 품질관리가 필요하다. 설계단계에서 시스템의 품질을 분석할 수 있는 유용한 방법이 시뮬레이션이다.

본 논문에서는, 개발의 설계단계에서 사용할 수 있는, 게임메카닉스의 시뮬레이션 방법들을 조사하여 그 특징들을 분석하였다. 조사된 각 시뮬레이션 방법의 주요내용은 다음과 같다. 보수행렬(payoff matrix) 모델 시뮬레이션 방법은 설계 초기단계에서 매크로 레벨 게임밸런싱을 위해 사용되고, 마이크로소프트 엑셀(Microsoft Excel) 프로그램을 이용할 수학적 함수 모델 시뮬레이션은 설계 중기단계에서 게임플레이 공식들이 게임상태에 주는 영향과 효과를 관찰하기 위해 사용되며, 게임메카닉스 모형 시뮬레이션은 모형을 사용해 게임플레이를 실제로 연출하여 그 동작을 관찰하고 분석하기

위해 사용된다. 그리고 프로토타입(prototype) 시뮬레이션은, 게임메카닉스의 핵심내용들을 실제로 구현한 프로토타입을 사용해 품질을 분석하며 페트리네트 모델 시뮬레이션은 게임메카닉스의 무결성, 최적화, 그리고 게임밸런스의 품질을 통합적으로 분석하고자 할 때 사용된다. 왜냐하면 페트리네트는 자체적으로 오류 및 불필요 부분을 탐지할 수 있는 능력을 갖고 있어 무결성과 최적화 품질을 효율적으로 분석할 수 있고 또한 우수한 측정 능력이 있어 다양한 수준의 게임밸런싱이 가능하다.

특히 MMORPG와 같은 대규모 게임메카닉스 경우에서도, 페트리네트의 강력한 모델 확장 능력으로 인해, 모델링이 가능하다. 그러나 MMORPG에 대한 페트리네트 모델 시뮬레이션의 적용사례는 아직 찾을 수 없다.

앞으로 MMORPG 게임메카닉스에 대한 오류 탐지, 구조 및 동작의 최적화, 그리고 플레이 밸런스를 보정할 수 있는 경제적이고 효과적인 컴퓨터시뮬레이션 방법의 연구가 필요하다고 생각한다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 문화관광부 한국게임산업개발원, "2004 대한민국 게임백서", (재)한국게임산업개발원, 2004.
- [2] 임성진, "Game Balancing in Game Design," Proceedings of KGDC 2003, 2003.
- [3] 김상준, 장희동, 김경식, "Petri Nets를 이용한 게임시스템 시뮬레이션", 게임산업저널, 2004년 봄호 (통권 3호), 한국게임산업개발원, 2004.
- [4] 양병화, "다변량 자료분석의 이해와 활용", 학지사, 1998.
- [5] 한동근, "게임이론-전략적 의사결정의 이론과 응용", 경문사, 1997.
- [6] Erik Bethke, "Game Development and Production," WORDWARE, 2002.
- [7] Andrew Rollings and Dave Morris, "Game Architecture and Design," CORIOLIS, 2000.
- [8] Hayakawa, Shota; Toyota, Norihito, "Simulation of the weighted spatio-structured three cornered game and its statistical properties," ARXIV, July, 2003.
- [9] Tom Cadwell, "Techniques for Achieving Play Balance," <http://www.GameDev.net>, 2002.
- [10] Chris Crawford, "My Definition of Game," [http://www.erasmatazz.com/library/JCGD\\_Volume\\_4/JCGD\\_Volume\\_4\\_Index.html](http://www.erasmatazz.com/library/JCGD_Volume_4/JCGD_Volume_4_Index.html), 1990.
- [11] Richard Rouse III, "Game Design Theory & Practice," Wordware, 2000.

- [12] ?, "Addiction's Diablo II Statistics Guide," <http://addicted13.20m.com/index.html>, 2001.
- [13] Bernard P. Zeigler, Herbert Praehofer, Tag Gon Kim, "Theory of Modeling and Simulation: Integrating Discrete Event and Continuous Complex Dynamics Systems," Academic Press, 2000.
- [14] Claude Girault, Rüdiger Valk, "Petri Nets for Systems Engineering: A Guide to Modeling, Verification and Applications," Springer, 2003.

## 장 희 동



e-mail : dooly@office.hoseo.ac.kr

1984년 계명대학교 수학과(학사)

1987년 한국과학기술원 응용수학과  
(석사)

1995년 포항공과대학 수학과(박사)

1987년 ~ 1997년 한국전자통신연구소

영상통신연구실 선임연구원

1998년 ~ 2002년 숭의여자대학 컴퓨터게임과 조교수

2003년 ~ 현재 호서대학교 컴퓨터공학부 게임공학과 조교수

관심분야: 게임메카닉스 설계, 게임밸런싱, 게임알고리즘