

# 지능형 튜토링과 게임 기반 학습을 결합한 콘텐츠 개발

## (Content Development by Combining Intelligent Tutoring and Game-based Learning)

홍 명 표 <sup>†</sup>            한 기 태 <sup>†</sup>  
(MyoungPyo Hong)    (KiTae Han)

이 의 혁 <sup>†</sup>            최 용 석 <sup>\*\*</sup>  
(EuiHyeock Lee)    (YongSuk Choi)

**요약** 본 논문에서는 부울 함수 간략화에 사용되는 Karnaugh Map 기법 학습을 위한 지능형 튜토링을 지원하는 GBL(Game based learning) 콘텐츠를 제안한다. 이 GBL 콘텐츠는 게임 기반 학습과 지능형 튜토링 시스템이 가지고 있는 장점을 결합하여 게임 요소를 통하여 학습자의 흥미를 이끌어 학습에 몰입할 수 있도록 하고, 지능형 튜토링 모듈을 통하여 몰입감을 해치지 않는 수준에서 적응적 피드백을 제공한다. 본 콘텐츠의 학습 효과를 검증하기 위해 실제 학습 환경에서 실험 집단과 통제 집단의 학습성취도를 비교한 결과 유의미한 차이를 확인할 수 있었다.

**키워드** : 게임 기반 학습, 지능형 튜토링, 부울 함수 간략화

**Abstract** In this paper, we propose a GBL(Game Based Learning) content of intelligent tutoring capability. The objective of our GBL content is to learn the Kar-

- 이 논문은 2008년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국 학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2008-327-B00645)
- 이 논문은 제36회 추계학술발표회에서 '부울 함수 간략화 학습을 위한 지능형 튜토링 GBL(Game based learning) 콘텐츠의 제목으로 발표된 논문을 확장한 것임

<sup>†</sup> 학생회원 : 한양대학교 전자컴퓨터통신공학부  
jyunogh@hanyang.ac.kr  
leboom@hanyang.ac.kr  
boldragon@hanyang.ac.kr

<sup>\*\*</sup> 종신회원 : 한양대학교 공과대학 컴퓨터공학부 교수  
cys@hanyang.ac.kr  
논문접수 : 2009년 12월 24일  
심사완료 : 2010년 2월 12일

Copyright©2010 한국정보과학회 : 개인 목적이나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지: 컴퓨터의 실제 및 테러 제16권 제5호(2010.5)

naugh Map which is generally used to simplify boolean functions. Our GBL content well-motivates learners with interesting game-based scenarios and also, through an intelligent tutoring module, gives learners adaptive feedbacks such as hints and explanations while maintaining learners' contextual immersion. Additionally, we identified significant improvement in terms of learning effectiveness by analyzing the test results of two (experimental and controlled) student groups learning the Karnaugh Map.

**Key words** : Game based learning, Intelligent Tutoring, Boolean Function Simplification

### 1. 서론

e-러닝과 온라인 학습의 발달로 많은 학습 콘텐츠들이 생겨났다. 그러나 기존의 e-러닝 학습 콘텐츠들은 대부분 텍스트 또는 단순 이미지 기반으로 제작된 콘텐츠로 이루어져 있고, 학습 진행과정은 학습자를 고려한 학습자별 맞춤 학습이 아닌 선형적인 형식이라는 문제점들이 있다. 텍스트 또는 단순 이미지 기반의 콘텐츠들은 학습자가 지루함을 느껴 몰입도가 떨어져 집중력이 저하 될 수 있으며, 학습자별 맞춤 학습을 지원하지 않는 경우에도 학습의 능률이 떨어질 수 있다는 단점이 있다. 이러한 기존의 e-러닝 학습 콘텐츠의 문제점들을 해결하기 위해 게임 기반 학습(GBL)[1], 지능형 튜토링 시스템(ITS)[2]등이 연구되었다.

게임 기반 학습(GBL)은 게임을 하면서 자연스럽게 학습하게하고, 흥미를 유발시킬 수 있는 게임의 특징을 학습 콘텐츠에 적용하여 학습자의 집중력과 흥미를 향상시켜 학습에 대한 능률을 올리려는 방법이다. 하지만 게임 기반 학습의 대부분은 단순히 기존 게임 시나리오 안에서 문제가 제시되며 문제를 해결하는 방식으로 진행되어 게임 시나리오가 학습에 적합하지 못하거나, 게임적 요소가 지나치게 강조되면 학습 효과가 떨어지는 경우가 많고, 학습 과정에 대한 구체적 가이드를 제공하는 지능형 튜토링 기능이 적용되어 있지 않다.

지능형 튜토링 시스템(ITS)은 인공지능을 이용하여 학습자의 학습 활동, 이해 상태 등을 지속적으로 관찰, 평가 하여 개별 학습자에게 적합한 교수법을 적응적으로 적용함으로써 선형적인 형식의 e-러닝 학습 콘텐츠보다 효과적인 학습을 위한 방법이다. 그러나 게임 기반 학습과 같이 학습자의 흥미를 유발시켜 학습 동기를 부여하고 흥미를 유발 시킬 수 있는 요인이 부족한 단점이 있다.

한편, Chris Mills와 Barney Dalgarno[3]는 영역 모델(domain model), 학생 모델(student model), 교수 모델(instructional model)의 3가지 모델로 구성된 ITS를 GBL에 결합하기 위한 개념적 아키텍처를 제안하고 설계 사례를 제시하였다. 하지만 이 연구에서는 ITS와

GBL을 결합하여 실제 학습에 활용되는 구체적인 콘텐츠 결과물을 제시하지 못하였다.

따라서 본 논문에서는 학습자의 흥미를 유발시킬 수 있는 게임 기반 학습 요소와 지능형 튜토링 시스템의 장점을 결합하여 논리식을 간략화 하는 방법으로 널리 알려져 있는 Karnaugh Map의 원리를 지능형 튜토링을 지원해주는 게임을 통해 자연스럽게 학습하게 할 수 있는 지능형 튜토링 GBL(Game based learning) 콘텐츠를 개발하였다.

본 논문의 2절에서는 관련 연구를 간략하게 설명하고 3절에서는 지능형 튜토링 GBL(Game based learning) 콘텐츠에 대한 개발 내용 및 기능에 대해 설명하였다. 4 절에서는 실험 집단과 통제 집단의 학업성취도를 t-검정 후 분석하며, 5절에서는 결론 및 향후 연구에 대해 기술하였다.

2. 관련 연구

2.1 Karnaugh Map

Karnaugh Map은 변수에 따라 여러 개의 작은 셀로 구성된 사각형의 Map이고 작은 셀들은 각각 하나의 최소항을 나타내며, 이것은 논리식을 간략하게 하기 위한 방법으로 널리 쓰이고 있다. Karnaugh Map의 좌변과 상변에 있는 알파벳들은 각 변수를 뜻하고, 변수의 배열은 00, 01, 11, 10의 순서처럼 이웃하는 셀은 각각 한 개의 비트만 변화한다. Karnaugh Map은 보통 변수의 개수가 2, 3, 4개 인 경우에 많이 사용하는데 변수의 수에 따라 그림 1과 같이 구성된다. Map의 간략화 방법은 한 개의 비트만 변화하는 인접하는 셀의 개수가 2<sup>n</sup> 개일 때 하나의 항으로 묶는다. 2<sup>n</sup>개로 묶인 항에서 0,

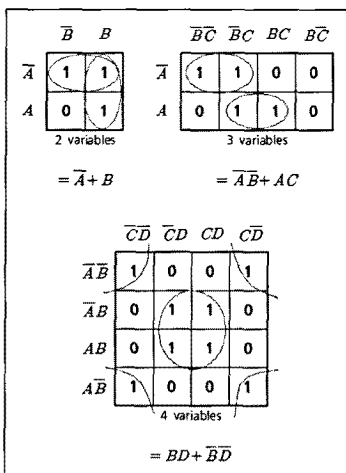


그림 1 Karnaugh Map 예제

1이 모두 존재하는 변수는 생략이 가능하며, 생략해나

는 과정을 통해 간략화가 이루어진다. 인접한 항을 묶는 과정에서 최대한 크게 묶으면서 항의 개수를 최소화시키는 것이 Karnaugh Map의 간략화 방법이다[4].

2.2 Tabulation Method

Tabulation Method[5]는 변수의 개수가 5개 이상이 되었을 때 함수의 간략화 과정이 매우 복잡해지는 Karnaugh Map의 문제점을 해결하기 위해 개발되었다. Map을 통해 간략화를 진행하는 Karnaugh Map과는 달리 Tabulation Method는 도표 작성을 통한 체계적이고 기계적인 계산에 의해 간략화가 이루어지기 때문에 컴퓨터에 의한 간략화가 가능하여 유용하게 사용할 수 있다.

2.3 게임 기반 학습(GBL)

게임 기반 학습(GBL)은 교수자의 직접적인 관여가 없이 학습자가 독립적으로 교육 내용이 포함되어있는 게임을 통하여 학습목표에 도달하는 학습이다. 게임은 학습자들에게 자연스럽게 몰입과 재미를 부여하여 학습을 흥미롭게 만들어주고, 플레이하는 과정에서 자연스럽게 교육적인 효과를 얻게 한다. 게임 기반 학습을 위한 게임은 학습의 목표가 있어야 하고, 재미가 있어야 하며, 동기유발을 할 수 있는 요소들이 있어야 한다. 이러한 게임은 학습자에게 학습에 대한 흥미를 유발하여 학습동기를 부여하고, 인지적인 학습을 촉진시키며, 수업 환경을 개선시키는 등의 다양한 장점을 가지고 있다[6]. 하지만 게임 기반의 학습은 지능형 튜토링 시스템이 적용되지 않은 것들이 대부분이다.

2.4 지능형 튜토링 시스템(ITS)

지능형 튜토링 시스템(ITS)은 기존의 CAI(Computer Assisted Instruction)나 CBI(Computer Based Instruction)의 수업 체제에서처럼 학습에 대한 학습자의 반응 및 결과에 따라 컴퓨터에 미리 저장되어있는 계열화된 내용을 선정해 제시하는 것에서 시작되었다고 할 수 있으나, 기존의 것들보다 심화된 수업처방의 기능을 가지고 있어야 하고 또한 인간에 가까운 튜토링 기능을 지원해야 한다는 차이점을 가지고 있다.

지능형 튜토링 시스템은 이러한 학습자의 수준 및 이해도에 따라 인간 교사의 수행과 유사한 기능을 가지는 접근법을 적용함으로써 학습적 효과를 높일 수 있는데, 이러한 기능은 특정한 영역에 대하여 인공 지능 기법을 이용함으로써 구현될 수 있다[7].

3. 지능형 튜토링 GBL(Game based learning) 콘텐츠

본 논문에서 개발한 학습 콘텐츠는 Karnaugh Map의 논리식 간략화 원리 학습을 위한 지능형 튜토링을 지원하는 게임 기반 학습 콘텐츠로써, 학습 콘텐츠의 시나리오에 가장 적합한 낚시 게임 형태로 설계하였다. 그리고

게임을 통해 익힌 간략화 원리 학습을 바탕으로 실제 Karnaugh Map에 적용하여 논리식을 간략화하는 학습 플로우로 구성되어 있다. 특히 지능형 튜토링이 가능한 모듈을 구현하여 학습자별 학습 상태에 따른 맞춤형 튜토링이 가능하다. 본 콘텐츠는 SCORM[8] RTE 환경에서 공유 가능한 콘텐츠 객체인 SCO의 형태로 개발되었기 때문에 논리식 간략화 단원이 포함된 어떠한 SCORM 기반 학습 콘텐츠에서도 활용이 가능하다.

**3.1 Karnaugh Map의 원리 학습을 위한 낚시 게임**

학습자의 흥미를 유발하여 효율적인 자기 주도적 학습 효과를 얻기 위해서 교수자는 제공되는 학습 주제에 적합한 게임 시나리오를 설계해야 한다[9]. Karnaugh Map은 간략화 되지 않은 부울 함수를 Karnaugh Map으로 작성하고 각 항들을 최소 항으로 묶는 일련의 과정을 통해서 학습하게 되는데, 본 논문에서는 Karnaugh Map에서 각 항들을 최소 항으로 '묶는다'는 개념을 이용하여 원리 학습에 적합한 낚시 게임으로 시나리오를 설계하였다.

낚시 게임의 목표는 정해진 개수의 그물로 최대한의 물고기를 건져내는 것이다. 게임에서 주어지는 그물의 개수는 부울 함수를 최적으로 간략화 하였을 때의 논리식 항의 개수를 의미하고, 물고기는 간략화 하려는 최소 항을 의미하며 목표를 달성하는 것은 부울 함수를 최적으로 간략화 했다는 것을 의미한다.

그림 2는 낚시 게임의 화면 구성을 나타낸 것이며, 각 부분은 1. 어장, 2. 게임 진행 상황, 3. Mini-map, 4. 제한 시간, 5. 명령 버튼, 6. 교수자로 이루어져 있다.

여기에서 어장은 Karnaugh Map을 표현한 것으로써 비어있는 파란 셀은 0을 의미하고, 물고기가 있는 파란 셀은 1을 의미한다. 게임 난이도는 총 3단계로 이루어져 있는데 1단계에서는 2개의 변수를 주어 2x2 형태의 어장이 생성되고, 2단계에서는 3개의 변수를 주어 2x4 형태의 어장이 생성되며, 마지막 3단계에서는 그림 2와 같이 4개의 변수인 4x4 형태의 어장이 생성된다. 게임 시

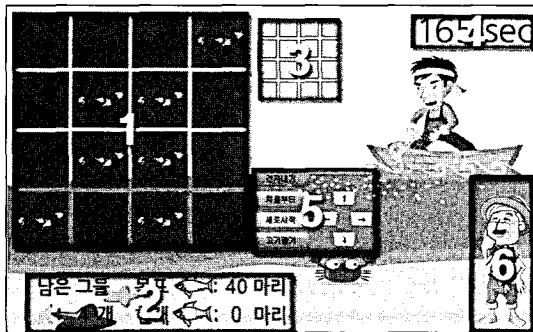


그림 2 낚시 게임의 화면 구성

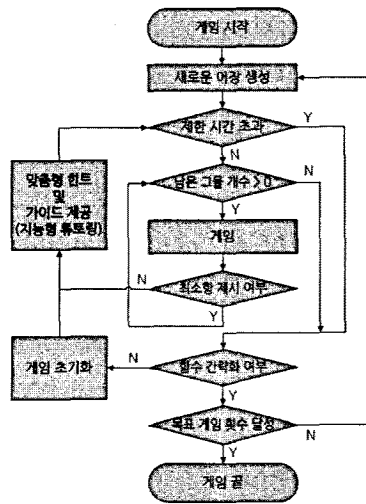


그림 3 낚시 게임 플로우

작하게 되면 주어진 그물의 개수와 잡아야 하는 물고기의 수, 현재 잡은 물고기의 수가 표시되고 제한된 시간이 표시된다. Mini-map은 그물을 던져 물고기를 잡을 경우 잡은 물고기의 위치를 다른 색으로 표시해 주어 학습자가 중복된 선택을 하는 오류를 피할 수 있도록 해준다. 명령 버튼 중 방향 버튼은 어장의 위치를 상하좌우로 이동시켜 그물을 칠 수 있도록 한다. 교수자는 학습자의 학습 진행 상황을 관찰하며, 학습자가 게임 원리에 대해 이해를 하지 못하거나 미숙하여 오류를 범하는 경우에 맞춤형 힌트를 제공하여 학습에 도움을 준다[10].

그림 3은 게임의 전체 흐름을 순서대로 표현한 것이다. 게임을 시작하면 각 단계에 맞게 Karnaugh Map 형태의 어장이 랜덤으로 생성된다. 학습자는 주어진 그물로 제한된 시간 안에 최대한 많은 양의 물고기를 잡아야 하며 그물을 치는 과정에서 방법이 잘못되거나 최소 항이 아닐 경우 교수자를 통해 맞춤형 튜토링을 받게 된다. 교수 설계자가 미리 설계해 놓은 게임 반복 횟수를 모두 달성하고 일정한 점수 이상을 획득하면 학습자는 단계를 올라가게 되고, 모든 과정을 마치면 학습자는 게임을 통해서 자신도 모르는 사이에 부울 함수 간략화의 원리를 터득하게 된다.

**3.2 Karnaugh Map 학습**

학습자가 게임을 통해 Karnaugh Map의 원리 학습을 한 후에 본 지능형 튜토링 GBL(Game based learning) 콘텐츠의 최종 학습 목표인 Karnaugh Map의 간략화 학습을 위해서 1과 0으로 이루어진 그림 1과 같은 형태의 Karnaugh Map을 학습하는 플로우로 설계하였다.

Karnaugh Map 학습 화면은 그림 4와 같으며 각 부분은 1. Karnaugh Map, 2. Mini-map, 3. 명령 버튼,

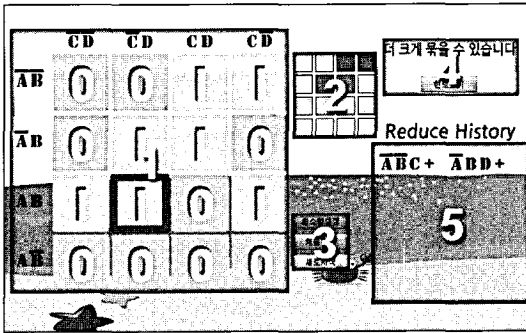


그림 4 Karnaugh Map 학습의 화면 구성

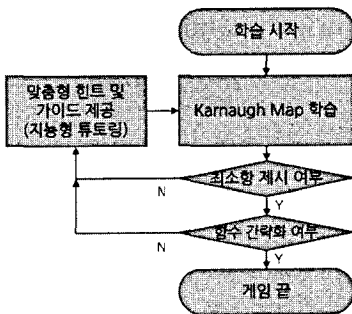


그림 5 Karnaugh Map 학습 플로

4. Feedback Message, 5. Reduce History로 구성된다. Karnaugh Map 학습은 낚시 게임에서 몇 가지 요소가 빠진 그림 5와 같은 학습 플로로 진행 되는데 학습자는 학습을 통해 실제 Karnaugh Map을 간략화 하는 방법을 학습하게 된다.

부울 함수를 최적으로 간략화 했다면 Reduce History에 최소항이 출력되고 그렇지 않다면 Feedback Message를 출력한다. 주어진 부울 함수, 즉 Karnaugh Map을 최적의 함수로 간략화 하게 되면 해당 학습은 끝이 나며 학습자는 힌수에 상관없이 반복하여 학습할 수 있다.

**3.3 지능형 튜토링 모듈**

본 논문에서 개발한 콘텐츠는 Tabulation Method를 이용하여 구현한 지능형 튜토링 모듈을 사용하여 학습자가 학습하는 과정에서 발생 할 수 있는 오류나 학습 사항을 지속적으로 관찰하며 학습자별로 적합한 튜토링을 지원한다[11].

그림 6은 학습자가 낚시 게임을 하는 도중에 일으킬 수 있는 오류를 교수자 캐릭터를 통해 튜토링 해주는 사례이다. 학습자는 지능형 튜토링 GBL(Game based learning) 콘텐츠의 게임 시작에 앞서, 2n개의 사각형으로만 그물을 펼칠 것, 가능한 한 많은 물고기를 잡을 수 있도록 그물을 펼칠 것, 물고기가 있는 곳만 그물을 펼칠 것 등과 같은 게임의 규칙에 대해 선행 학습하고 숙

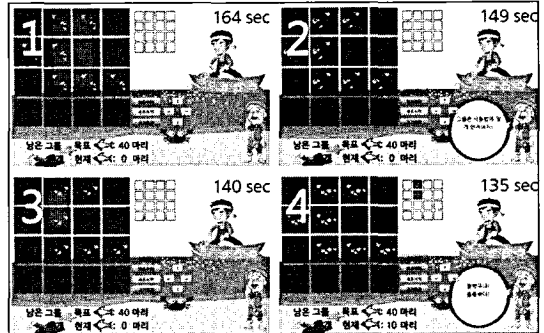


그림 6 튜토링 사례 1

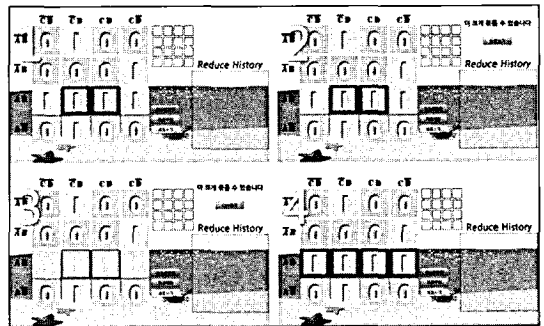


그림 7 튜토링 사례 2

지하게 된다. 그런데 그림 6의 1에서 보듯이 학습자는 가능한 한 많은 물고기를 낚기 위해 그물을 펼쳤지만 중간에 물고기가 없는 어장이 포함 됐기 때문에 그림 6의 2번과 같이 교수자는 그물을 펼치는 방법이 잘못됐다고 튜토링을 한다[12,13]. 학습자는 튜토링을 바탕으로 그림 6의 3과 같이 행동을 수정한다. 올바른 방법으로 재 선택 하였을 경우 교수자는 그림 6의 4에서와 같이 학습자가 올바른 답을 선택했음을 알려준다.

Karnaugh Map 학습에서는 그림 7의 사례와 같이 낚시 게임 보다 직접적인 튜토링을 제공한다. 학습자는 낚시 게임에서 익힌 원리를 바탕으로 Karnaugh Map 학습을 최종적으로 하게 된다.

그림 7의 1은 학습자가 Karnaugh Map은 2n개를 선택해서 간략화해야 한다는 조건은 알고 있지만 가능한 한 크게 선택할 수 있는 범위를 선택해야 한다는 조건은 만족시키지 않아 오류를 범한 예시이다. 그림 7의 2에서 지능형 튜토링 모듈은 학습자에게 실수했음을 알려주는 Feedback Message를 출력한다. 학습자가 원하는 경우 힌트보기를 누르지 않으면 힌트를 보지 않고 다시 진행할 수 있지만 지능형 튜토링 모듈이 제공하는 힌트보기를 클릭하면 그림 7의 3과 같이 간략화 가능한 항을 보여주고, 학습자는 그림 7의 4와 같이 튜토링을 통해 수정할 수 있다.

#### 4. 평가 결과 및 분석

본 논문에서는 Karnaugh Map 학습에 대한 유의미한 학습 효과를 검증하기 위해서 Karnaugh Map을 접해보지 못한 고등학생들을 기존 이론을 통해서 Karnaugh Map을 학습하는 통제집단과 본 연구에서 제시한 학습 콘텐츠를 통해 학습하는 실험집단으로 분류하고 학습한 내용에 대한 테스트를 실시한 뒤 측정된 결과를 바탕으로 Microsoft Excel 2007을 사용하여 t-검정을 실시하였다.

표 1 실험 집단과 통제 집단의 t-검정

	실험 집단	통제 집단
평균	88.85714286	84
분산	61.8907563	92.35294118
관측수	35	35
가설 평균차	0	
자유도	68	
t 통계량	2.31372205	
P(T<t) 단측 검정	0.01185635	
t 기각치 단측 검정	1.667572281	
P(T<t) 양측 검정	0.0237127	
t 기각치 양측 검정	1.995468907	

표 1은 두 실험 집단에 대한 유의수준 5%의 t-검정에 대한 결과이며, 두 집단 간의 평균을 비교해보면 실험 집단의 평균이 4.85 더 높고, 분산의 크기도 작게 나타났다. 실험 결과에서  $t_{값}(t=2.313)$ 이 단측 검정과 양측 검정 모두에서 기각치보다 크므로 본 연구에서 제시한 학습 콘텐츠를 통해 학습한 실험집단이 통제집단에 비해서 학습 효과가 높게 나타난 것을 확인할 수 있다.

#### 5. 결론

본 논문에서는 지능형 튜터링 시스템을 게임 기반 학습(GBL) 콘텐츠에 적용하여 Karnaugh Map을 학습할 수 있는 지능형 튜터링 GBL(Game based learning) 콘텐츠를 제안하였다. 이 콘텐츠는 게임 기반 학습과 지능형 튜터링의 장점을 결합하여 학습자의 흥미를 유발시킬 수 있는 게임을 통해 학습자가 의식하지 않은 상태에서 자연스럽게 재미를 느껴 학습에 몰입하도록 하고, 학습자의 학습 이해 상태를 고려하지 않는 기존의 학습 콘텐츠의 단점을 개선하여 학습자별로 학습상황을 지속적으로 관찰하고 피드백을 지원하여 학습에 대한 몰입감을 놓치지 않도록 하였다. 그 결과 Karnaugh Map 학습에 대한 유의미한 학습효과를 얻었다.

향후 학습자의 움직임을 감지할 수 있는 모션 컨트롤러 및 3D영상을 게임 기반 학습 콘텐츠에 적용하여, 보

다 직관적이고도 재미있는 게임 학습을 통해 학습자의 흥미를 더욱 유발할 수 있는 실감형 게임 요소를 추가하는 방법에 대한 연구를 수행하고 이를 적용한 샘플 콘텐츠를 개발할 계획으로 있다.

#### 참고 문헌

- [1] Marc Prensky, Digital Game-Based Learning, McGraw-Hill Pub. Co., 2004.
- [2] S. Y. Choi, "Design of an Intelligent Tutoring System based on Web," *Proc. of the Korea Society for Industrial Systems Conference*, pp.152-158, 2001. (in Korean)
- [3] Chris Mills, Barney Dalgarno, "A conceptual model for game based intelligent tutoring systems," *Proceedings ascilite Singapore*, pp.692-702, 2007.
- [4] Edward J. McCluskey., *Logic design principles : with emphasis on testable semicustom circuits*, Prentice Hall, 1986.
- [5] Mano, M Morris, *Digital Logic and Computer Design*, Prentice Hall, 1979.
- [6] Y. K. Baek, "A Study on Pre - conditions to Introduce GBL into the Classroom," *Communications of the KIISE*, vol.24, no.2, pp.45-50, 2006. (in Korean)
- [7] U. S. Jeong, Y. S. Choi, "Design and Implementation of Intelligent Tutoring Systems for Problem Based Learning," *Proc. of the KIISE Korea Computer Congress 2005*, vol.32, no.2, pp.808-810, 2005. (in Korean)
- [8] ADL, *Sharable Content Object Reference Model (SCORM) 2004 3rd Edition*, <http://www.adlnet.gov>, 2006.
- [9] L Harasim, "Online education: An environment for collaboration and intellectual amplification," *Online education: Perspectives on a new environment*, pp.39-64, 1990.
- [10] Schmmel, B. J., "A meta-analysis of feedback to learns in computerized and programmed instruction," Paper presented to Annual Meeting of the American Educational Research Association, Montreal, April 11-14, 1983. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 233708.)
- [11] Martha C. Polson, J. Jeffrey Richardson, *Foundations of intelligent tutoring systems*, Lawrence Erlbaum Associates, 1988.
- [12] Levin, T., "Instruction Which Enable Students to Develop Higher Mental Processes," *Evaluation in Education: International Progress*, vol.3, pp.173-220, 1979.
- [13] Wentling, Tim L., "Mastery versus nonmastery instruction with varying test item feedback treatments," *Journal of Educational Psychology*, vol.65, no.1, pp.50-58, 1973.