

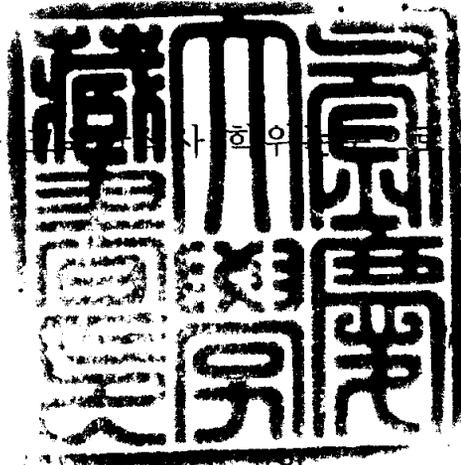
교육학석사 학위논문

# 공간감각을 기르기 위한 웹 기반 학습시스템의 설계 및 구현

-초등학교 도형단원을 중심으로-

지도교수 이 경 현

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함



2003년 8월

부경대학교 교육대학원

전 산 교 육 전 공

정 상 영

# 정상영의 교육학석사 학위논문을 인준함

2003년 6월 21일

주 심 공학박사 여 정 모



위 원 공학박사 김 영 봉



위 원 이학박사 박 만 곤



# <목 차>

<표 목 차> .....	ii
<그 림 목 차> .....	iii
Abstract .....	iv
<b>I. 서론</b> .....	<b>1</b>
1.1. 연구의 필요성과 목적 .....	1
1.2. 연구의 내용과 방법 .....	3
<b>II. 관련 연구</b> .....	<b>5</b>
2.1. 컴퓨터를 활용한 수학학습 .....	5
2.2. 웹 코스웨어(WEB COURSEWARE) .....	8
2.3. 공간감각 .....	11
2.4. 구현을 위한 기술 .....	15
<b>III. 학습시스템 설계 및 구현</b> .....	<b>20</b>
3.1. 개발환경 .....	20
3.2. 내용 분석 .....	21
3.3. 설계 .....	26
3.4. 구현 .....	28
<b>IV. 학습시스템 적용 및 분석</b> .....	<b>35</b>
4.1. 실험 가설 .....	35
4.2. 실험집단 및 실험방법 .....	35
4.3. 사전 실험집단과 통제집단간의 기초학력과 공간지각능력 차이 검증 .....	36
4.4. 사후 실험집단과 통제집단간의 학업성취도와 공간지각능력 차이 검증 .....	38
<b>V. 결론 및 제언</b> .....	<b>40</b>
<참 고 문 헌> .....	43

## <표 목 차>

<표 1> 하드웨어 환경 .....	20
<표 2> 소프트웨어 환경 .....	20
<표 3> 공간감각을 기르기 위한 단계별 지도 목표 .....	21
<표 4> 2-가 3. 도형과 도형 움직이기 단원의 공간감각 학습 요소	23
<표 5> 3-가 5. 도형 움직이기 단원의 공간감각 관련 학습 요소 .....	25
<표 6> 사전 검증 내용 및 방법 .....	36
<표 7> 사전 도형영역 기초 학력 검증 결과 .....	37
<표 8> 사전 공간지각능력 검증 결과 .....	37
<표 9> 사후 검증 내용 및 방법 .....	38
<표 10> 사후 도형단원 학업 성취도 검증 결과 .....	39
<표 11> 사후 공간지각능력 검증 결과 .....	39

## <그림 목 차>

<그림 1> Active server page 시스템 구성도 .....	16
<그림 2> 전체 구성도 .....	27
<그림 3> 초기화면 .....	28
<그림 4> 주메뉴 화면 .....	29
<그림 5> 학습 안내 화면 .....	30
<그림 6> 2-가 단계의 차시 선택 화면 .....	30
<그림 7> 생활에서 알아보기 화면 .....	31
<그림 8> 활동하기 화면 .....	31
<그림 9> 평가하기 화면 .....	32
<그림 10> 심화 학습하기 화면 .....	32
<그림 11> 수학자 화면 .....	33
<그림 12> 퍼즐놀이 .....	34

A Design and Implementation of Web-Based Learning System  
for Training Spatial Sense  
: A Case Study with Diagram Unit in Primary School

Sang Young Jeong

*Graduate School of Education  
Pukyong National University*

Abstract

The purpose of this work is to develop WBLS for learning 'spatial sense' introduced newly into figure area of the primary school's mathematics department curriculum and to evaluate the result as comparing traditional class type with the developed WBLS which is applied to the field.

The implementation of this work composes the learning contents of a level. Therefore, it is possible to make a level learning and an individual learning through directly applying WBLS to the field. Moreover, we make lower grade primary school students to handle some detailed things by means of using various animation techniques and try to increase interest of the students about it by using a fun play at the learning.

We had two assumptions to evaluate some effect of the developed WBLS, and then have applied at classworks.

Two assumptions like the followings.

First, the group applied WBLS will have more meaning difference than the group applied traditional lecture on the learning accomplishment ability in two grade school math and the learning spatial sense of figure chapter.

In two grade school math and the learning spatial sense of figure chapter, there are some meaning difference on the learning accomplishment ability between the group which is applied WBLS and the group which is applied traditional lecture.

Second, the group applied WBLS will have more meaning difference than the group applied traditional lecture on spatial sense ability.

there are some meaning difference on spatial sense ability between the group which is applied WBLS and the group which is applied traditional lecture.

The group applied WBLS had higher average point than the group applied traditional

lecture on the learning accomplishment ability and had no meaning difference on the result evaluateed at 0.05 level. But as the group applied WBLS is higher than the group applied traditional lecture on spatial sense ability. As a result, we know that WBLS has some advantages on improveing the spatial sense ability.

# I. 서론

## 1.1. 연구의 필요성과 목적

2000학년도에 초등학교 1, 2학년부터 적용되기 시작된 제 7차 수학과 교육과정의 기본 방향은 학습자의 수학 학습 능력과 학습 심리를 최대한 고려하여 이를 실제 수학 수업 현장에서 실천시키려는 ‘학습자 중심’의 정신<sup>1)</sup>이라 할 수 있다. 이는 학습 과정이 전체적으로는 교사가 학습자의 능력에 맞게 사전에 충분한 준비를 한 가운데, 발견 학습 방법이나 학습자의 능동적인 조작 활동을 통한 적극적인 학습 활동을 중시하는 활동주의 학습 원리를 적용함으로써, 학습자로 하여금 자신의 학습 전 과정을 자력을 이끌어 갈 수 있는 기회와 경험을 허락하여 학습하는 방법을 학습할 수 있는 능력을 키울 수 있는 학습 활동을 의미한다.

교육과정의 또 다른 특징으로 ‘수학적 힘(Mathematical power)의 신장’<sup>2)</sup>을 말할 수 있는데, 이는 수학교육에서 지속적으로 강조되어온 ‘문제 해결력의 신장’ 보다 광의의 개념으로 탐구하고 예측하며 논리적으로 추론하는 능력, 수학에 관한, 수학을 통한 정보 교환 능력, 수학 내에서 또는 수학과 다른 학문적 영역 사이의 idea를 연결하는 능력, 문제 해결이나 어떤 결정을 내려야 할 때, 수량과 공간에 관한 정보를 찾고 평가하고 사용하려는 성향과 자신감을 포함하는 것으로 인지적 측면과 정의적 측면을 모두 포함하고 있다고 할 수 있다.

특히, 제 7차 수학과 교육과정에서 강조된 부분의 하나인 ‘공간감각 기르기’의 학습은 학생들이 자신의 눈을 통하여 사물의 패턴, 모양,

위치, 움직임, 관찰하고, 학생들의 사고는 소리, 촉감, 냄새, 신체 위치, 과거의 경험을 통해 얻은 정보를 종합적으로 인지하게 되므로<sup>3)</sup> 그림이나 도형을 그리거나, 이동, 변환을 시킬 수 있게 설계된 컴퓨터 프로그램의 활용은 학생들로 하여금 도형 영역에서 이해하기 어려운 부분에 대한 직관적이고 용이한 이해를 가능하게 해줄 수 있어 이의 활용을 권장하고 있다.<sup>4)</sup>

교사의 입장에서 보면, 다양한 개성과 학습 능력을 지니고 있는 학생들에게 조작 자료를 사용하여 수학적 성취를 이루게 하고, 수학적 아이디어를 구성하고, 그것을 유지하는데 도움이 되도록 하는 것은<sup>5)</sup> 모든 교사의 소망일 것이다. 7차 수학과 교육과정의 특성인 수준별 교육과정의 정신에 입각하여 교사는 학습자 스스로 자신의 사고 능력을 발휘해서 탐구하고 발견해 가는 활동중심의 학습을 전개하도록 준비하여<sup>6)</sup> 학생들의 능동적이고 창의적인 학습력 증대를 위한 다각적인 교수학적 개선의 노력이 필요하다고 할 수 있다. 7차 교육과정에 새로 도입된 내용 중 특히, ‘공간감각 기르기’는 교사들이 처음 접하게 되는 내용으로 학습 지도에 어려움이 있을 것으로 예상된다. 따라서 ‘공간감각 기르기’ 학습에 활용할 수 있는 적절한 조작 도구나 컴퓨터 프로그램이 있다면, 교수-학습자료 준비를 위한 교사의 업무량을 줄일 수 있으며, 학생들의 교수-학습 활동에 많은 노력을 기울일 수 있을 것이다.

학생의 입장에서 보면, 수학과와 여러 학습 영역에서 도형이나 도형의 측정영역의 학습은 학생들의 이해도가 낮은 부분이라 할 수 있다.<sup>7)</sup> 그러나 도형 영역의 학습은 도형과 관련된 지식, 관계, 통찰이 세상을 정돈된 방식으로 나타내고 묘사하는 것을 도우며, 타 수학 분야 및 타 교과와 연결되어 있으며, 그들의 공간 능력은 종종 수리 기능을 증가하고, 수학에 대한 흥미를 신장하고, 수 이해 및 기능을 증진시킬 수

있어 매우 중요시되고 있다. 따라서 적절한 구체물을 갖고 의도적인 조작 활동을 충분히 하여 추상적, 형식적인 사고를 형성할 수 있도록 환경이 조성된다면, 직관적인 방법으로 기하 개념을 형성할 수 있을 것이다. 특히, 수학과 교육과정에서 새로이 신설된 ‘공간감각 기르기’는 변환 기하의 초기 학습이다. 이 변환기하 영역은 도형의 움직임 구현할 수 있는 적절한 도구가 부족하여 학교 기하에서 도입하기 어려워하던 영역이었으므로 학습 초기단계부터 학생들에게 매력적인 구체물이나 다양한 애니메이션 기법이 포함된 컴퓨터 교육 프로그램을 이용하여 직접 조작하면서 학습할 수 있다면, 학생들은 추후에 학습하는 도형의 대칭이동, 회전, 합동과 닮음 등의 개념도 쉽게 형성할 수 있을 것이다.

이에 본 연구에서는 근래에 초등학교 수학과 교육과정의 도형영역에 새로이 도입된 ‘공간감각’을 기르기 위한 웹 코스웨어를 개발하여 단순히 교과서에만 제시된 구체물 조작만으로는 기르기 힘든 공간감각을 기르고자 한다. 또한 개발된 웹 코스웨어를 현장에 직접 투입하여 전통식 수업 방식과 비교해 보도록 함으로써 그 효과성을 검증하고자 한다.

## 1.2. 연구의 내용과 방법

본 연구는 7차 수학과 교육과정의 도형영역에서 새로이 등장한 공간감각을 기르기 위한 웹 기반 코스웨어를 개발하기 위한 것으로 구체적인 연구의 내용과 방법은 다음과 같다.

- ① 개정된 7차 수학과 교육과정 운영에 대해 고찰하고, 적합한 수업 모델을 탐색한다.
- ② 공간감각을 기르기 위한 웹 코스웨어의 효과적인 설계 방법을 연

구한다.

- ③ 웹 기반 코스웨어를 구현하기 위하여 ASP, ACCESS, DHTML, FLASH에 관하여 탐색한다.
- ④ 공간감각 기르기에 필요한 웹에서의 상호작용 요소를 추출하고, 이를 구현하기 위한 방법을 연구한다.
- ⑤ 위 연구를 토대로 선정된 학습 내용의 시나리오를 작성하고, 설계와 구현을 한다.
- ⑥ 구현된 웹 코스웨어를 직접 현장에 투입하여 그 효과를 검증한다.

## II. 관련 연구

### 2.1. 컴퓨터를 활용한 수학학습

#### 2.1.1. 수학교육에서의 컴퓨터 활용

컴퓨터만큼 수학 학습의 과정을 풍요롭게 할 수 있는 교구는 드물 것이다. 컴퓨터가 가지는 다양한 기능은 추상적인 수학내용을 시각화 하여 지도할 수 있을 뿐만 아니라, 그 시각화가 학생들의 직접적인 경험이나 통제를 통해 이루어질 수 있다는 점에서 수학학습의 어려움을 완화시켜줄 수 있다. 컴퓨터의 시각적·조작적 기능은 학생들로 하여금 추상과 구체의 만남을 통해 수학을 보다 쉽게 접근할 수 있게 해 준다. 1990년대의 미국 수학교육의 방향을 제시하고 있는 NCTM(1989)의 “Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics”에서는 수학교육에서 컴퓨터의 활용을 강조하였다.

이 이후로 학교 수학학습과정에 컴퓨터를 활용하여 학생들의 수학 학습을 위한 내재적 동기유발을 향상시킬 수 있는 게임 프로그램이나, 학생들의 탐구력을 향상시킬 수 있는 도구적인 소프트웨어, 학생들의 시각적인 직관력을 향상시킬 수 있는 소프트웨어의 개발이 요구되고 있다. 그리고 수학과 소프트웨어는 다음과 같은 수학과와 특성을 최대한 고려하여 제작할 것을 강조하고 있다.

첫째는 내용의 위계성이다. 선행 학습요소 확인하고, 학업 수준에 따른 안내가 있어야 한다. 그리고 후속 학습에 대한 시사점 제시되어

있어야 한다. 둘째는 학습 내용을 쉽게 시각화하여 전달할 수 있거나 동기유발을 할 수 있는 그래픽과 애니메이션이 사용되어야 한다. 셋째는 실생활과 유사한 시뮬레이션, 학생의 사고력을 촉진시키고, 문제 해결력을 신장시킬 수 있는 상황이 제시되어야 한다. 넷째는 적당한 계산 기능이 내장되어 있어 개념 습득이나 수학적 사고의 학습에 도움이 되도록 해야 한다. 다섯째는 학생들의 문제 해결력 신장에 도움이 되는 내용 구성이어야 한다. 여섯째는 수학의 역동적이고 발생적인 특징이 잘 나타나도록 탐구 과정을 익힐 수 있는 적절한 피드백이나 힌트, 개념학습에서 다양한 예와 반례 등이 포함되어야 한다. 일곱째는 학습에 대한 흥미를 유발시키고, 수학에 대한 태도를 개선할 수 있는 내용이어야 한다. 여덟째는 다양한 학생들의 학습 수준을 동시에 고려하여 설계한다. 아홉째, 다양한 고차원의 수학적 사고를 촉진시킬 수 있는 내용을 포함해야 한다. 열째는 다양한 표상의 제공으로 학생들의 추상화 능력을 배양하게 한다. 마지막으로 수학적 다양성의 원리에 입각하여 학생들의 일반화 능력을 배양할 수 있는 자료여야 한다.

### 2.1.2. 기하교육에서의 컴퓨터 활용

수학적 시각화는 수학적 개념을 이해하고, 문제를 표현하기 위해 적절한 도형을 그릴 수 있는 학생들의 능력으로 발견과 이해를 위해 수학적 이미지를 형성하고, 효과적으로 그 이미지를 사용하는 과정이다. 이러한 수학적 시각화는 이해에 깊이와 의미를 주고, 문제 해결에 믿음직한 안내자를 제공하며, 창조적 발견을 고취시키는 마음의 눈에서 형성된 그림을 통한 직관이라 할 수 있다. 시각화는 수학적 행동의 모든 측면에 걸쳐 도움을 줄 수 있다. 그리고 지식의 이해, 적용, 종합, 문제해결, 심미적, 정의적 측면에 영향을 준다.

컴퓨터를 활용하면 다음과 같은 측면에서 기하교육에서의 탐구 활동

을 강화시킬 수 있다.

첫째는 좀 더 직관적인 방법으로 기하개념을 지도할 수 있으며, 학생들의 시각적 직관력 향상에 도움이 된다. 둘째는 추정하거나 탐구하는 활동에 초점을 맞출 수 있다. 원리나 정리를 연역적으로 증명하는 것만 아니라, 적절한 정리를 발견하고 형식화하며 가설을 설정하는 능력도 중요하다. 셋째는 논리적 사고력을 향상시킬 수 있다. 넷째는 LOGO 프로그래밍 언어를 통해 기하학의 중요원리를 조기에 도입할 수 있다. 다섯째는 변환기하를 쉽게 도입할 수 있다는 것이다. 컴퓨터를 이용하여 변환기하의 중심 아이디어(회전, 대칭이동, 평행이동, 닮음 변환)를 시각적인 방법으로 직관적으로 이해시킬 수 있다. 학생들이 2차원, 3차원의 도형을 컴퓨터 화면 위에서 그리거나, 도형을 대칭이동시키거나 회전시키며, 늘이거나 오므라들게 할 수 있다. 이러한 변환 개념은 강력한 문제 해결 도구이며, 모든 도형에 적용되는 합동과 닮음 개념을 폭넓게 발달시키는데 기여하고, 공간감각 발달에 기여할 수 있다. 여섯째는 고도의 계산 능력을 요구하는 내용이 쉽게 도입될 수 있다. 일곱째로는 적절한 소프트웨어를 이용하여 기하나 여러 다른 과목(대수, 물리, 화학, 확률 등)의 아이디어를 통합시킬 수 있다.

이와 같이 컴퓨터는 학생들이 추상적인 수학 개념을 이해하는데 도움을 주어 수학교육 전반에 많은 학습효과를 올릴 수 있는 교구로 그 활용성이 무한하다 할 수 있을 것이다.

이상에서 최근의 컴퓨터 발달과 보급은 학습 과정에서 컴퓨터를 이용하여 학생의 이해를 향상시킬 수 있어 학습의 효과와 파지력 향상에 도움을 받고 있음을 알 수 있었다. 따라서 7차 교육과정에 새롭게 신설된 공간감각을 기르기 위하여 변환 기하의 학습 시작 단계인 2-가 단계 학습에서 도형이나 모양, 숫자가 움직이고 난 후의 모양 변화와 위치 변화를 인식하기 위해서는 적절한 웹(Web)

자료가 필요하다는 것을 알 수 있다.

## 2.2. 웹 코스웨어(WEB COURSEWARE)

### 2.2.1. 정의

코스웨어란 수업 목표를 달성시키기 위해서 개발된 교육용 소프트웨어를 말하며, 웹이란 인터넷상에서 제공되는 서비스들 중의 하나로 그래픽, 이미지, 사운드, 동영상 같은 멀티미디어와 하이퍼텍스트가 결합된 인터넷상의 분산적인 하이퍼미디어 정보 시스템이다.<sup>8)</sup> 따라서 웹 코스웨어란 인터넷상의 분산 하이퍼미디어 정보 시스템을 전달 매체로 하는 교육용 소프트웨어를 말한다.

### 2.2.2. 특징

웹 코스웨어는 하이퍼미디어로 구성되어진다. 하이퍼미디어는 하이퍼텍스트와 멀티미디어가 혼합된 것으로 하이퍼텍스트란 컴퓨터를 통하여 저장된 정보를 학습자가 필요와 관심, 또한 인지 스타일에 따라 자유롭게 검색하도록 도와주는 비순차적(Non-sequential)텍스트의 전개 원리이며,<sup>9)</sup> 일반적인 학습상황 속에서 개개인의 서로 다른 필요를 충족시키기 위하여 정보나 지식을 논리적이면서도 개개인의 필요에 따라 융통성 있게 전개하려는 원리이다.<sup>10)</sup>

하이퍼텍스트는 학습자 스스로가 자신에게 맞는 학습의 논리적 구조와 흐름을 결정할 수 있도록 허용하는 정보, 또는 지식의 전개원리로 기본적인 성격을 개념적 차원에서 요약하면 다음과 같다.

첫째, 하이퍼텍스트는 막대한 양의 정보를 가진 데이터베이스를 바

탕으로

둘째, 사용자 혹은 학습자가 자신의 인지구조 및 필요에 맞게 정보를 수평적 혹은 수직적으로 구성하도록 하되

셋째, 일단 구성된 정보는 쉽고 일관성 있게 언제나 이용될 수 있도록 돕는 체제이다.

멀티미디어란 여럿을 의미하는 멀티(multi)와 정보 전달의 매체를 뜻하는 미디어(media)의 합성어로 여러 정보 유형을 한꺼번에 다룰 수 있는 미디어라는 의미로, 구체적으로 다음과 같은 것이라 할 수 있다.

첫째, 둘 이상의 미디어를 사용하는 것을 말한다.

둘째, 두 가지 이상의 미디어를 동시에 사용해야 한다.

셋째, 하나의 시스템을 통제 모든 미디어들이 재생되어야 한다.

넷째, 학습자와 멀티미디어 시스템간의 상호작용이 가능해야 한다.

다섯째, 시스템을 사용해 필요한 정보를 얻을 수 있어야 한다.

### 2.2.3. 인터페이스 설계 전략

최근 정보통신 기술의 발달은 인터넷을 이용한 여러 응용 서비스 분야를 만들고 있으며 특히, 하이퍼텍스트 기반의 멀티미디어 정보들을 제공해 주는 웹은 인터넷에서 가장 눈부시게 성장하고 있는 분야 중의 하나이다. 이러한 웹의 특징은 교육분야까지 그 영역을 넓혀, 웹의 교육적 효과와 대중성으로 인하여 웹을 기반으로 한 원격교육 시스템의 연구가 활발하게 이루어지고 있다.<sup>11)</sup> 이러한 웹을 통한 원격교육은 시간, 공간의 제약성에서 벗어날 수 있을 뿐만 아니라, 웹의 멀티미디어 특성을 통해 기존의 교과서적인 학습 방법과 다르게 음성, 동영상 등을 이용하여 더욱 효과적인 정보 전달을 가능하게 한다.

웹을 통한 원격교육에 있어서 인터페이스는 학습자가 쉽게 접근하여 정보를 열람할 수 있고, 기능을 사용할 수 있으며, 간단 명료하고

일관되게 작성하여 자신의 학습 진행과정을 쉽게 인지할 수 있도록 설계되어야 한다. 이를 확보하기 위한 일반적인 전략으로 인터페이스 설계원리, 화면 구성 전략을 살펴보기로 한다.

### (1) 인터페이스 설계 원리

인터페이스를 설계할 때에 아래와 같은 점에 유의하여 설계한다.<sup>12)</sup>

첫째, 덩어리(chunk), 개요(overview), 선행 조직자, 지도(map) 등과 같은 구조적 단서를 제공한다.

둘째, 활성 영역을 분명하게 찾을 수 있도록 한다.

셋째, 학습자가 선택과 같은 조치를 하면 어떤 변화가 있게 된다.

넷째, 진행되고 있는 증거가 제시 되도록 한다.

다섯째, 문자 정보만, 문자정보+그래픽, 문자정보+다양한 멀티미디어 정보 등과 같은 다양한 콘텐츠 버전으로 제시하되, 콘텐츠의 각 페이지 내용은 많지 않게 한다.

여섯째, 필요한 플러그인(plug-in)프로그램을 알려줌으로써, 학습자가 필요한 멀티미디어 자원에 접근할 수 있도록 한다.

일곱째, 같은 페이지의 다른 부분으로 가도록 하지 말고, 다른 페이지로 전환되도록 설계한다.

여덟째, 링크의 수는 너무 많지 않아야 하며, 적합한 이름을 갖도록 한다.

아홉째, 페이지의 중요 내용은 상단에 위치시킨다.

### (2) 화면 구성 전략

웹페이지 구성에 필요한 화면 구성 전략에 대해 정인성, 최성우는 다음과 같이 제시하고 있다.<sup>13)</sup>

첫째, 적절한 시각 자료의 활용을 통하여 사용자의 관심 및 검색 동

기를 불러 일으켜야 한다.

둘째, 학습자가 원하지 않는 정보는 제공되지 않도록 화면 활용을 경제적으로 해야 한다.

셋째, 사용자의 보다 쉬운 정보 검색이 가능하도록 화면 공통의 아이콘이나 버튼을 사용해야 한다.

## 2.3. 공간감각

### 2.3.1. 공간감각

NCTM(1989)에서는 공간감각은 자기 주위의 상황과 그 물체에 대한 직감(intuitive feeling)이라고 정의하고, 공간감각을 발달시키기 위해서 아동들은 기하학적 관계성 즉, 공간에서 물체의 방향과 조망, 도형이나 물체의 상대적인 모양과 크기 그리고 모양이 변할 때 크기는 어떻게 변하는가에 초점을 둔 많은 경험을 해야 한다고 한다. 따라서 이러한 경험들은 위에, 아래에, 뒤에와 같은 용어를 사용한 지시를 아동들이 얼마나 잘 수행하는가 그리고 컴퓨터를 이용하여 블록으로 만든 패턴을 재생하는 활동을 아동들이 얼마나 잘 하느냐에 달려 있다.

이와 같이 NCTM에서 감각적 차원을 구체적으로 언급한 것과는 달리 Clements(1983)는 공간감각을 공간 방향화, 공간 시각화, 심상으로 나눈 후, 또 다른 중요한 지식으로 생각을 그림으로 표현하는 능력과 이러한 능력을 적절하게 사용할 수 있는 것으로 정의하고 있다. 즉, Clements는 공간능력에 심상이라는 표현 능력을 고려하여 공간감각을 정의한 것이다.

공간감각에 대한 대표적인 연구자는 Del grande인데, 미국의

NCTM(1993)에서는 전통적인 도형 학습과 공간감각에 대한 학습을 통합한 기하와 공간감각이라는 영역의 학습내용을 그의 이론에 따라 전개하고 있다. Del Grande(1987)는 공간감각을 공간지각력과 공간시각화라 정의하고, 아이들은 모든 감각정보를 이용하여 주변 환경을 지각하고, 특히, 아이들은 눈을 통해 사물의 모양과 움직임 같은 시각적 정보를 인식하기 때문에, 공간감각에서 지각과 시각화의 능력을 중요시하였다. Del Grande(1986)의 정의를 살펴보면, 공간지각과 공간능력 중에서 시각적 능력에 관련된 요인에 초점을 두어 공간감각을 정의한 것을 알 수 있다. 특히, 그는 공간감각의 하위 영역을 시각-작동적 조정, 도형-배정 지각, 지각의 일관성, 공간에서의 위치, 공간 관계의 지각, 시각적 변별, 시각적 기억, 밀기, 뒤집기, 돌리기와 같이 10개의 범주로 나누어 설명하고 있다.

### 2.3.2. Del grande의 공간감각<sup>14)</sup>

공간감각은 관찰자 주변의 사물에 대한 직감의 일부분으로서, 수학적, 심리적 용어에 있어서 공간감각은 공간지각 또는 공간시각화로 구분된다.

공간지각능력이란 눈을 통해 물체의 패턴, 모양, 위치, 움직임 등을 파악하는 것으로, 공간적 지각능력, 다른 관련 감각기관의 협응, 과거 경험의 반영 등이 포함되며, 이러한 공간적 능력을 살펴보면 다음과 같다.

#### (1) 눈과 운동 협응

눈과 운동 협응은 신체의 움직임과 시각의 협응 능력을 포함하는 것으로, 기하학적 아이디어나 개념을 이해하는 데 필요하다. 따라서 눈과 운동 협응은 시각과 몸의 조정능력으로 볼 수 있다.

이러한 눈과 운동 협응 활동의 예로는 점과 점을 이어 만들기, 형태를 따라 그리기, 형태 안에 색칠하기, 미로 찾기 등이 있다.

## (2) 형태 바탕 지각

형태 바탕 지각이란 어떤 상황 속에서 특수한 형태를 식별하는 시각적 행위나 교차된, 숨은 형태가 사용된 복잡한 배경에 대한 그림의 인지에 있어서 변화를 전개하는 시각적 행위를 말한다. 이 능력은 때때로 배경 그림 속에서 전경을 식별하는 것으로 묘사되어진다.

이러한 활동의 예로는 숨은 그림 찾기, 부분을 이어 형태 만들기, 조각을 이어 형태 만들기 즉, 탱그램, 패턴블럭 활동 등이 이에 속하며, 부분 그림을 완성하기 등이 있다.

## (3) 지각 지속성

지각 지속, 형태 지속성은 공간 내에 크기, 그림자, 질감, 위치 등의 다양하게 나타난 어떤 기하학적 그림의 인지 활동이거나 같은 기하 그림으로부터 그들 사이의 차이를 식별하는 행위이다.

이처럼 지각 지속성은 공간에서의 위치, 크기, 질감, 그림자의 변화에도 불구하고, 기하 형태의 유사성과 동일성을 변별 인식하는 것으로, 같은 형태이지만 다른 크기와 같은 그림을 식별하기, 크다, 작다와 같이 물체의 크기에 의해 분류하기, 같은 크기 형태를 갖는 그림 식별하기 등이 있다.

## (4) 공간 내에서의 위치 지각

공간 내에서 위치 지각은 공간 속의 물체와 자기와의 관계를 파악하는 능력이다. 즉, 공간 내에 있는 자기는 주어진 영역 안에 있고, 그들은 물체를 앞, 뒤, 위, 아래 또 그들 옆에 있다고 인지한다.

공간 내에서의 위치 지각은 공간 내에서 물체와 자신과의 관계를 의미하고, 앞, 뒤, 위, 아래 등의 관계를 포함하며, 문자나 숫자의 형태 구별, 위치에 의한 패턴활동 등이 있다.

### (5) 공간 관계의 지각

공간 관계의 지각은 하나와 관계되는 또는 여러 개의 물체들의 관계에서 두 개나 두 개 이상의 물체를 보는 능력이다. 예를 들면, 그림 속에 블록 쌓기, 유아 패턴 계속 그리기, 두 그림을 인식시키고 다음 그림은 그리기 전에 머릿속으로 그리게 하기 등이 있다.

### (6) 시각적 변별

시각적 변별력은 두 세 물체 사이의 동질성, 차이점을 식별하는 능력이다.

시각적 변별력은 사물과의 차이를 변별 인식하는 능력으로 위치와는 독립적이며 물체 찾기, 여러 가지 분류 활동, 같은 것 짝짓기 등이 있다.

### (7) 시각적 기억

시각적 기억은 짧은 시간에 물체를 보고, 정확하게 물체를 회상하는 능력으로 보이는 것이나, 보이지 않는 것이나, 물질의 특징을 다른 것과의 관계로 정확하게 회상하는 능력이다. 예외적으로 시각 기억 능력이 뛰어난 사람은 사진적 기억이라고 부른다. 시각적 기억 능력은 시각에서 벗어난 경우에도 정확하게 물체를 회상할 수 있는 능력을 의미하며 그림에 있는 물체 기억하기, 교사가 제시한 기하판을 보고 자신의 기하판에 만들기 등이 있다.

위의 이론을 비추어 볼 때, 웹 코스웨어의 설계 및 구현시 눈과 운

동의 협응, 형태와 바탕 지각, 지각 지속성, 공간내의 위치지각, 공간관계 지각, 시각적 변별력, 시각적 기억 등의 능력을 골고루 기르기에 적합한 내용으로 구성하여야 공간감각 기능이 효율적으로 신장되어 학습의 효과가 나타날 수 있을 것으로 생각된다.

### 2.3.3. 초등학교에서의 공간감각

NCTM(1989)에서는 도형의 변화를 공간감각에 대한 기하교육의 중요한 측면으로 보고, 초등학교에서는 비형식적인 방법으로 일상생활에서 접하는 대상과 다른 구체적 자료를 사용한 조사, 실험, 탐구를 통하여 여러 위치에서 도형을 시각화하고, 그려보고, 비교하는 활동을 강조하고 있다. 우리나라에서도 이러한 시대적 조류를 반영하여 7차 교육과정에서 공간감각을 기르기 위하여 1-나 단계에서 점판에서 평면도형 만들기, 2-가와 3-가 단계에서 도형 옮기기, 뒤집기, 돌리기, 3 나 단계에서 거울에 비치는 상 관찰하기, 4-나 단계에서 주어진 도형으로 여러 가지 모양 만들기, 5-가 단계에서 여러 가지 모양으로 주어진 도형 떼기 그리고 6-가 단계에서는 주어진 나무를 쌓기 나무로 만들기를 지도내용으로 선정하여 교과서에 그 내용을 반영하고 있다.

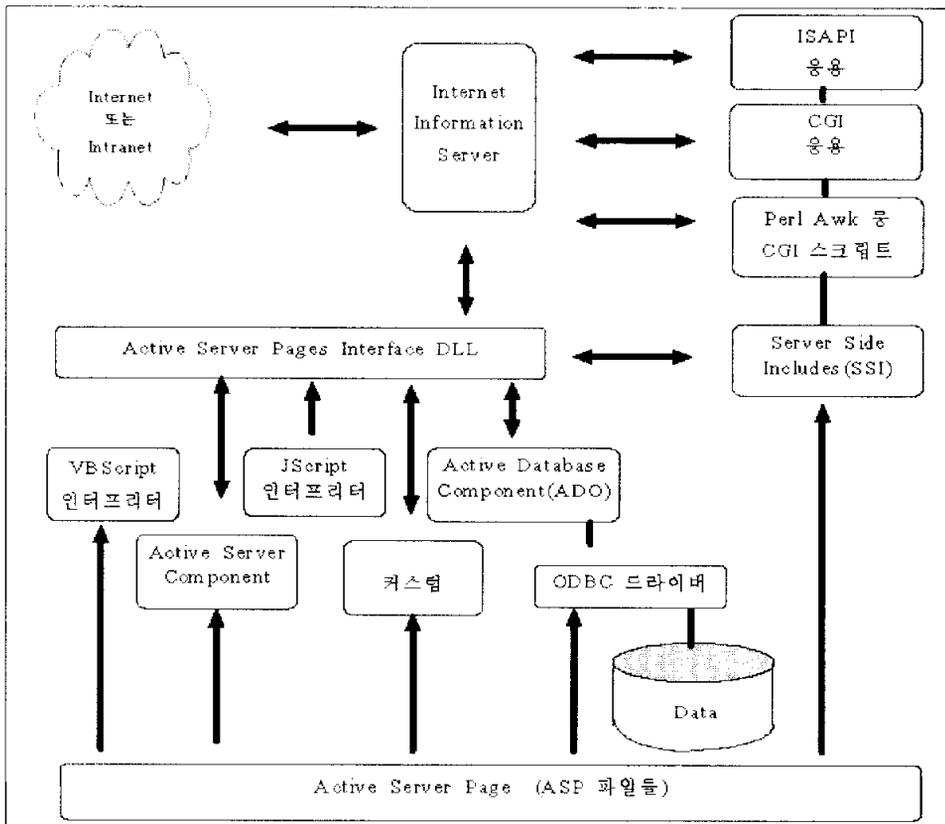
## 2.4. 구현을 위한 기술

### 2.4.1. ASP

기본적으로 ASP는 VBScript와 JScript 인터프리터를 두고 이들을 IIS (Internet Information Server) 그리고 다른 커스텀 컴포넌트와 함께 연동시키는 것을 골자로 하고 있다 .

다음 <그림 1>은 시스템의 각기 다른 부분과 기존의 웹 서버 프로그램이 ASP에서 어떻게 적용되어 연결되는지를 보여주고 있다. 기존에는 서버가 단순히 클라이언트에게 스크립트 소스 자체를 전송해 주면, 이를 전송 받은 클라이언트가 스크립트를 분석해서 처리했다. 여기에는 각각의 클라이언트 (넷스케이프나 익스플로러)가 처리할 수 있는 스크립트를 만들어야 하므로 개발자 입장에서는 JScript와 VBScript를 고려해야 하는 불편한 점이 뒤따랐다. 또 열심히 개발한 스크립트 파일을 모두 공개해야 하므로 보안에도 문제점이 따랐다.

ASP는 이 두 가지 문제를 동시에 해결하는 새로운 방법을 제시하게 되는데, 이것이 바로 Server Side Script이다.



<그림 1> Active server page 시스템 구성도

## 2.4.2. 동적 HTML

동적 HTML이란 말 그대로 기존의 HTML이 가지는 정적인 문서에서 벗어나서 동적인 홈페이지를 만들기 위한 HTML이다. 동적이라는 의미는 웹 페이지가 표시된 후, 실시간에 페이지가 변화하는 것을 의미하며, 내용이나 요소의 스타일이 변화하는 것을 뜻한다.

동적인 홈페이지를 만들기 위해서 기존에는 Java나 CGI를 이용했지만, 이러한 기술들은 서버에 부담을 주거나 다운로드 시간이 오래 걸린다. 또한 프로그램을 모르는 일반인들은 구현하기 어렵다. 하지만 동적 HTML은 클라이언트에 관련된 기술로서 쉽게 구현할 수 있고 빠르다.

움직임 없는 정적 HTML을 작업할 때, 브라우저는 입력된 문서를 읽은 다음 해석하고, 화면에 나타내면 그것으로 작업이 이루어진다. 이것이 표현 양식을 갖는 텍스트 파일의 시작과 끝이다. 동적 HTML에서 문서는 문서 객체 모델(Document Object Model ; DOM)이라 불리는 구조체를 가지고 있다. DOM은 여전히 텍스트 파일로 되어 있으나 브라우저에서 다루는 방법이 다르다. 브라우저가 페이지 내의 각 요소들을 만나게 되면, 요소가 무엇인지 확인하고, 그 위치와 비슷한 요소들끼리 묶어 놓게 된다. 이렇게 하는 이유는 페이지 내의 모든 것들을 유지할 수 있도록 하기 위해서이다. 본질적으로 브라우저는 하나의 페이지가 로드될 때마다 데이터베이스를 만들고, 각 태그들은 데이터베이스에 기록된다.

## 2.4.3. MS ACCESS 2000

Access 2000은 데이터베이스 유형 중에서 RDB(Relational

Database) 형태로 데이터베이스를 최소화하여 보관해 두었다가 필요 시에 서로 연결하여 작업하도록 한다. 이런 Access 2000은 다음과 같은 특징이 있다.

① 도움말 마법사, 질의 마법사, 보고서 마법사, 차트 마법사 등 다양한 마법사 기능을 통하여 데이터베이스 작성 및 사용을 용이하게 한다.

② 새로 향상된 개체, 방법, 속성, 함수, 구문, 데이터 형식, 이벤트 등을 제공하여 Visual Basic으로 보다 강력한 데이터베이스 응용 프로그램을 만들 수 있다.

③ 데이터베이스 공유를 통하여 별도의 프로그램을 이용하지 않고도 네트워크 환경에서의 데이터 시스템을 구축한다.

④ Access 2000은 ODBC 드라이버를 사용하여 다른 응용 프로그램들과의 데이터 호환성이 강하다 .

⑤ 보다 쉽게 인터넷을 사용하고, 웹 응용 프로그램을 개발할 수 있도록 지원하고 있다.

#### **2.4.4. FLASH 5.0**

인터넷에는 여러 가지 애니메이션이 포함된 웹 페이지가 많다. 이러한 애니메이션은 GIF 애니메이션으로 간편하게 구성하거나, 자바나 디렉터 속웨이브 등을 이용하여 다양한 게임 요소와 장면 전환, 사운드 효과 등으로 구성한다.

FLASH는 GIF 애니메이션보다 세련되고, 자바나 속웨이브 같은 다양한 기능을 구현하면서도 파일의 크기를 최적화시켜 주며, 웹 페이지를 방문한 사람과 상호 작용할 수 있는 버튼 등을 쉽고 빠르게 만들어준다.

FLASH의 특징은 다음과 같다.

① 파일 용량이 작다.

벡터 그래픽을 기반으로 하여 기본적인 파일 크기가 비트맵을 위주로 한 GIF나 JPG보다 작으면서도 선명한 이미지를 보여준다.

② 플레이어 파일의 크기가 작다.

쇼크웨이브 FLASH는 데이터를 웹 페이지에 표시하기 위해 넷스케이프 네비게이션 플러그인 (Netscape Navigator plug-in)이나, 익스플로러 액티브X(Explorer ActiveX) 모듈로 등록되어 사용된다.

③ 이미지 확대, 축소시 손상이 없다.

벡터 그래픽이면서 엔티앨리어스 처리를 하기 때문에 확대, 축소시 비트가 깨지는 일없이 화면에 표시된다.

④ 간단하게 인터 액티브한 웹문서 제작이 가능하다 .

애니메이션 컨트롤 기능을 탑재하고 있어 별도의 프로그래밍 없이 손쉽게 인터 액티브한 웹문서 제작이 가능하다.

⑤ 라이브 스크립트 지원한다.

라이브 스크립트를 통해 자바스크립트에 상황에 따른 인수를 송신할 수 있다. 따라서 자바스크립트를 이용한 게임이나 CGI를 이용한 인터 액티브한 웹문서 구성이 가능하다.

⑥ 비트맵 및 사운드 지원한다.

벡터 그래픽 이외에 PNG, BMP, PICT, GIF, JPEG 파일과 같은 비트맵 파일을 읽어 애니메이션에 추가하거나 버튼화 할 수 있다.

⑦ 다양한 애니메이션 효과를 제공한다.

레이어 기능, 오브젝트 마스크 기능, 알파 채널, 물핑 기능, 중간효과 주기, 이미지 색상 변경 기능 등 다양한 애니메이션 효과를 제공한다

⑧ 2바이트 언어 및 포스트스크립트, 트루타입 글꼴을 지원한다 .

2바이트 권의 다른 나라 언어를 별도의 프로그램 없이 지원하고, 출력이 가능하며, 트루타입 글꼴을 지원한다.

⑨ 다이내믹 HTML에 의한 외부 컨트롤이 가능하다.

FLASH는 HTML과 자바 스크립트를 이용하여 FLASH 파일 내부 또는 외부 오브젝트에서 애니메이션 컨트롤이 가능하다.

# III. 학습시스템 설계 및 구현

## 3.1. 개발환경

### 3.1.1. 하드웨어 환경

본 연구에서 사용한 하드웨어 환경은 <표 1>과 같다

<표 1> 하드웨어 환경

구 분	사 양
중앙처리장치(CPU)	Intel Pentium IV 2.0G
주 기억장치 용량(RAM)	DDR 256MB
보조기억 장치(HDD)	40GB(7200rpm)
Video 카드	지포스4-440 DDR 64M
Sound 카드	AC 97 CODEC

### 3.1.2 소프트웨어 환경

본 연구에서 사용한 소프트웨어 환경은 <표 2>과 같다.

<표 2> 소프트웨어 환경

구 분	사 양
운영 체제	한글 Windows 2000 Server
웹 서버	IIS 4.0
DBMS	Microsoft Access 2000
저작 언어	DHTML, JavaScript, ASP
웹 에디터	Namo Web Editor 5.0
웹 애니메이션	FLASH 5.0
이미지 처리	Paint Shop Pro 5.0

## 3.2. 내용 분석

### 3.2.1. 공간감각 관련 교육과정 내용 분석

#### (1) 도형영역의 ‘공간감각 기르기’ 지도 목표

도형영역에서는 생활주변의 모양에 관심을 가지게 하고, 관찰을 바탕으로 입체도형, 평면도형 및 공간감각을 기르는데 중점을 두었다. 이러한 공간감각을 기르기 위한 지도목표를 살펴보면 다음과 같다.

<표 3> 공간감각을 기르기 위한 단계별 지도 목표

단계	주제	목표
1-나	점판에서 평면도형 만들기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 점판에서 여러 가지 삼각형, 사각형을 만들 수 있다.</li> <li>• 점판에서 제시된 도형을 보고 그대로 만들 수 있다.</li> </ul>
2-가	구체물이나 그림 옮기기, 뒤집기, 돌리기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 구체물이나 그림의 옮기기, 뒤집기, 돌리기 등의 활동을 통하여 그 변화를 관찰할 수 있다.</li> </ul>
3-가	도형이나 무늬 옮기기, 뒤집기, 돌리기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모눈종이에 그려진 간단한 평면도형이나 무늬의 옮기기, 뒤집기, 돌리기 활동을 통하여 그 변화를 관찰 할 수 있다.</li> </ul>
3-나	거울에 비치는 상 관찰하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 거울을 사용하여 거울에 비치는 상을 다양하게 만들어 사용할 수 있다.</li> </ul>
4-나	여러 가지 도형 만들기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주어진 도형으로 여러 가지 모양을 만들 수 있다.</li> </ul>
5 가	주어진 도형 덮기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 여러 가지 모양으로 주어진 도형을 덮을 수 있다.</li> </ul>
6-가	쌓기나부로 만들기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주어진 모양을 보고 쌓기 나부로 만들 수 있다.</li> </ul>

## (2) 단계별 지도내용

수학과 제7차 교육과정의 도형 영역에 새롭게 신설된 공간감각에 대한 내용은 1단계부터 6단계까지 매 단계마다 제시되어 있으며, 구체적인 내용은 다음과 같다.

### ① 1-나-2. 여러 가지 모양

- 점판을 이용하여 여러 가지 삼각형과 사각형을 만들어 보게 한다.
- 처음에는 자유롭게 모양을 만들어 보게 하다가 제시된 도형을 보고 그대로 만들기 등의 활동을 통해 기본적인 평면도형에 대한 공간지각능력을 기르도록 한다.

### ② 2-가-3. 평면 도형 움직이기

- 구체물이나 그림을 옮기기, 뒤집기, 돌리기 등의 활동을 통하여 그 변화를 관찰하게 한다.
- 같은 모양의 여러 장의 도형이나 무늬 카드를 준비하여 각자 가진 카드를 주어진 카드의 모양이 되도록 만들게 하는 활동, 주어진 모습대로 몸을 움직여서 만드는 활동 등 여러 가지 방법으로 이동에 대한 공간감각을 기르게 한다.

### ③ 3-가-5. 도형 움직이기

- 모눈종이에 그려진 간단한 평면도형이나 무늬를 옮기기, 뒤집기, 돌리기 활동을 통하여 모양이 어떻게 변해 가는지 관찰하게 한다.

### ④ 3-나-3. 도형

- 삼각형의 모양으로 세 점을 제시하고, 거울을 대어 점의 수를 늘이거나 줄이는 활동 등 거울을 사용하여 거울에 비치는 상을 다양하게 만들어 관찰하게 하여 공간지각능력을 길러 준다.

### ⑤ 4-나-5. 사각형과 도형 만들기

- 도형판을 이용하여 여러 가지 삼각형이나 사각형을 만들거나, 점판을 이용하여 합동이 아닌 여러 가지 삼각형이나 사각형을 그려보는

활동 등을 통하여 삼각형, 사각형의 구성 요소를 익히게 한다.

⑥ 5-가-2. 무늬 만들기

• 넓이의 단위를 학습하기 위한 기초 활동으로 일정한 모양의 평면 도형으로 주어진 도형을 겹치거나 빈틈이 없도록 덮는 활동이다. 예를 들면, 정육각형 여러 개를 가지고 빈틈없이 평면을 덮게 하는 활동,  와 같은 도형 여러 개를 짜맞추어 빈틈없는 평면을 만들어 보게 하는 활동 등이 있다. 이런 활동을 위하여 직사각형, 정사각형, 정삼각형, 평행사변형, 정오각형, 정육각형, 원 등 정규적인 도형과  와 같은 비정규적인 도형을 제공할 수 있다.

⑦ 6-가-4. 쌓기 나무

• 주어진 모양을 보고 쌓기 나무로 그대로 만들어 보는 활동을 하게 한다. 처음에는 간단한 도형에서 점차 복잡한 도형을 만들어 보게 한다.

### 3.2.2. 공간감각 관련 수학과 교과서 내용 분석

#### (1) 2-가 단계의 공간감각 관련 내용 분석

제 7차 수학과 교육과정의 2-가 단계에서 공간감각 관련 학습 내용 및 수학적 활동을 분석하면 <표 4>과 같다.

<표 4> 2-가 3. 도형과 도형 움직이기 단원의 공간감각 학습 요소

차시	주제	공간감각 관련 학습 요소
1	선분과 직선	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 두 점을 이은 끝은 선이 선분이라는 것을 알게 하기</li> <li>• 선분을 늘인 선이 직선이라는 것을 알게 하기</li> <li>• 기호를 붙여 나타내기</li> </ul>
2	사각형	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사각형의 뜻 알기</li> <li>• 주변에서 사각형 모양 찾아 그리기</li> <li>• 사각형의 꼭지점, 변을 알고 그 수 구하기</li> </ul>

차시	주제	공간감각 관련 학습 요소
3	삼각형	<ul style="list-style-type: none"> <li>삼각형의 뜻 알기</li> <li>주변에서 삼각형 모양 찾아 그리기</li> <li>삼각형의 꼭지점, 변을 알고 그 수 구하기</li> </ul>
4	원	<ul style="list-style-type: none"> <li>구체물에서 원을 찾아보기</li> <li>구체물의 본을 떠서 원 그리기</li> </ul>
5	여러 가지 모양 만들기	<ul style="list-style-type: none"> <li>색종이로 도형을 오려 여러 가지 모양 꾸미기</li> <li>주어진 모양의 색종이 오려 구체물 모양 꾸미기</li> </ul>
6 7	모양 옮기기 모양 뒤집기 모양 돌리기	<ul style="list-style-type: none"> <li>구체물을 옮기면서 모양 변화에 대해 말하기</li> <li>구체물을 뒤집어 보고 모양변화에 대해 말하기</li> <li>구체물을 돌려보고 모양 변화에 대해 말하기</li> </ul>
8	규칙찾기	<ul style="list-style-type: none"> <li>물체, 무늬모양을 보고 어떤 규칙인지 알아내기</li> <li>배열의 규칙에서 다음에 올 것 알게 하기</li> </ul>
9	잘 공부했는지 알아보기	<ul style="list-style-type: none"> <li>잘 공부했는지 알아보기</li> <li>다시 알아보기</li> <li>좀더 알아보기</li> </ul>
10	재미있는 놀이 문제해결	<ul style="list-style-type: none"> <li>색종이로 도형을 오려 내어 제시된 모양 만들기</li> <li>사각형이 되는 데 꼭 필요한 것이 무엇인지 알기</li> <li>물체의 움직인 모습 설명하기</li> </ul>
11	도형 움직임 설명하기(심화)	<ul style="list-style-type: none"> <li>밀어서 옮기기, 뒤집기, 돌리기 한 후의 모양을 설명하게 하여 도형의 공간감각 기르기</li> </ul>

창문, 수학교과서, 색종이로 만든 다양한 크기의 삼각형의 위치를 변경시켰을 경우와 신체의 일부, 숫자, 글자를 180도 회전시켰을 경우에 변화되는 내용을 모양 옮기기, 모양 뒤집기, 모양 돌리기 등 회전시키기 전의 경우와 회전 후의 변화를 구체적 조작 활동과 탐구 활동으로 발견하여 공간에서 위치 지각능력을 신장시키고자 하는 내용으로 도형 움직이기 학습을 전개한다.

## (2) 3-가 단계의 공간감각 관련 내용 분석

제 7차 수학과 교육과정의 3-가 단계에서 공간감각 관련 학습 내용 및 수학적 활동을 분석하면 <표 5>과 같다.

<표 5> 3-가 5. 도형 움직이기 단원의 공간감각 관련 학습 요소

차시	주제	공간감각 관련 학습 요소
1	도형 옮기기	<ul style="list-style-type: none"> <li>투명종이를 이용해 도형을 옮기는 방법 알아보기</li> <li>주어진 도형을 여러 가지 방향으로 옮겨보기</li> </ul>
2	도형 뒤집기	<ul style="list-style-type: none"> <li>투명 종이를 이용해 도형을 뒤집는 방법 알아보기</li> <li>주어진 도형을 여러 가지 방향으로 뒤집어보기</li> </ul>
3	도형 돌리기	<ul style="list-style-type: none"> <li>투명 종이를 이용해 도형을 돌리는 방법 알아보기</li> <li>주어진 도형을 왼쪽, 오른쪽으로 정해진 만큼 돌려보기</li> </ul>
4	재미있는 놀이, 문제해결	<ul style="list-style-type: none"> <li>카드를 이용한 놀이를 통해 도형 옮기기, 뒤집기, 돌리기</li> <li>여러 가지 경험을 통하여 공간감각을 기르고, 문제 해결의 전략적 사고 가지기</li> </ul>
5~6	수준별 학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>잘 공부했는지 알아보기</li> <li>다시 알아보기[보충과정]</li> <li>좀더 알아보기, 실생활에 적용하기[심화과정]</li> </ul>

주변 환경에서 미적 요소나 균형미를 갖추기 위해 도형을 일정한 규칙에 따라 배열한 물건들을 찾아볼 수 있다. 이러한 물건들은 대개 기본적인 도형을 어떤 규칙에 따라 연속적으로 또는 대칭적으로 배열함으로써, 미적으로 더 아름답게 나타내려고 노력한 것들이다. 따라서 도형을 어떤 방법으로 어떻게 움직이는지에 따라 물체의 미적 요소가 달라지게 되는 경우가 많다. 이와 같이, 생활에서 사용되는 도형의 움직임에 대해 기본 도형을 위, 아래, 왼쪽, 오른쪽으로 옮기는 방법, 뒤

집는 방법, 돌리는 방법들에 대한 공간적 감각이 필요하다. 그래서 3-가 단계에서는 도형의 대칭, 반사, 회전 시켰을 경우의 모양 변화를 구체적 조작을 통하여 알게 하여 공간에서의 위치 시각능력을 기르고자 한다. 특히, 도형 옮기기, 뒤집기, 돌리기의 활동은 고학년에서의 기하 도형의 평행이동, 선대칭과 점대칭, 회전이동을 이해하는 기초가 되며, 도형의 이동을 이용한 여러 가지 배열에서 그 규칙을 찾는 기본적인 개념이 된다.

### 3.3. 설계

#### 3.3.1. 설계의 기본 방향

① 제 7차 초등학교 수학과 교육 과정에서 공간감각 기르기를 구체적으로 다루는 2-가 단계의 ‘도형과 도형 움직이기’ 단원과 3-가 단계의 ‘도형 움직이기’ 단원을 중심으로 내용을 선정하되 이들을 통합하여 교육과정을 재구성한다.

② 수준별 학습을 위하여 각 차시별로 활동이 끝난 다음에 수행평가를 실시하여 보충학습과 심화학습을 실시한다.

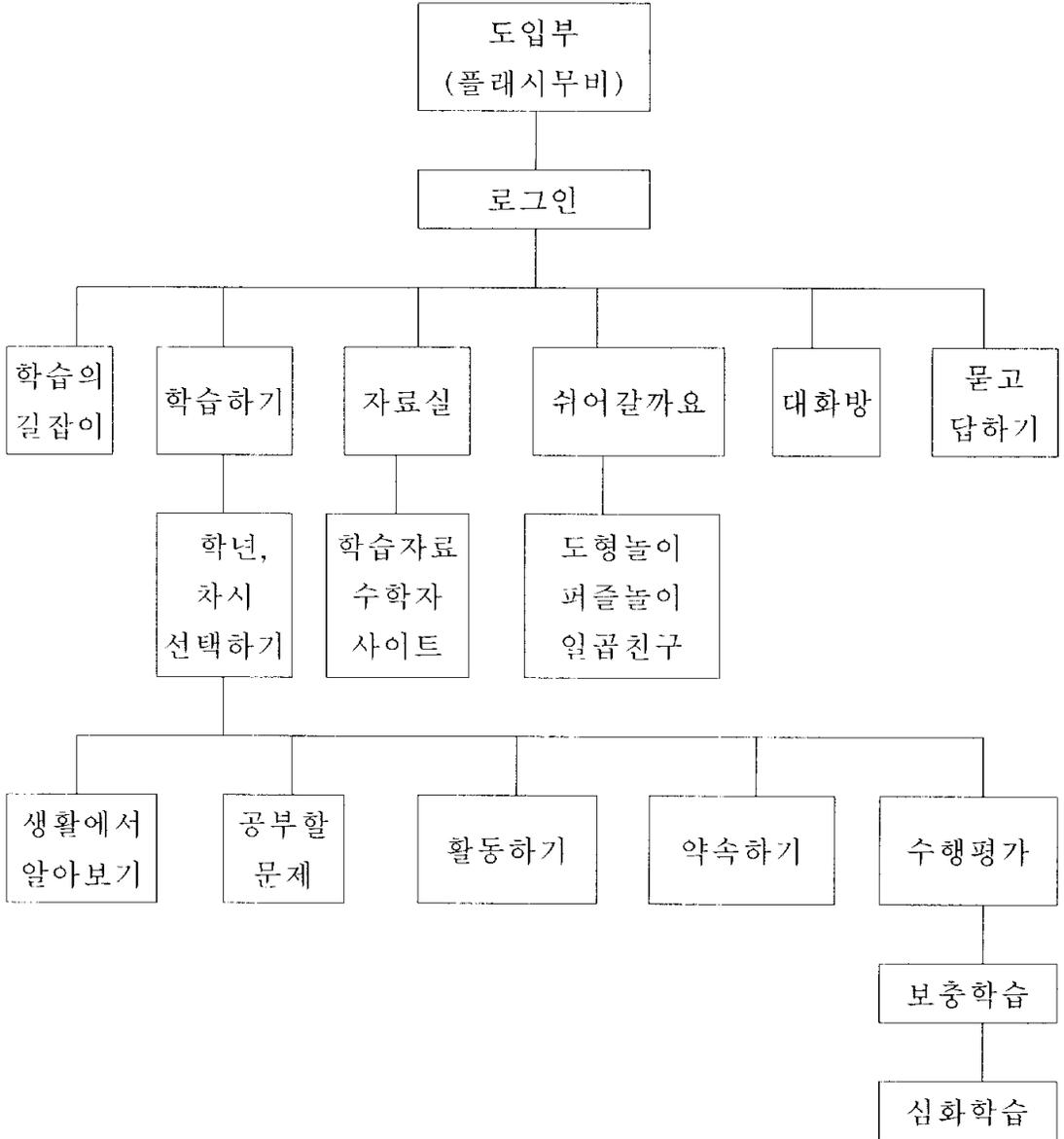
③ 게시판과 대화방을 이용하여 학습자와 교수간의 의사소통을 할 수 있게 해준다.

④ 저학년의 수준에 맞게 구조와 사용법을 간단하게 하고, 화면 구성시 부가적인 기능과 보조 학습 장면보다는 핵심적 요소와 꼭 필요한 부분만을 간결하게 제시한다.

⑤ 학습자 중심의 개별화 학습이 될 수 있도록 설계한다.

⑥ 학습자의 주의를 끌고 동기를 유발시켜 능동적 학습을 유도한다.

### 3.3.2. 전체 구성도



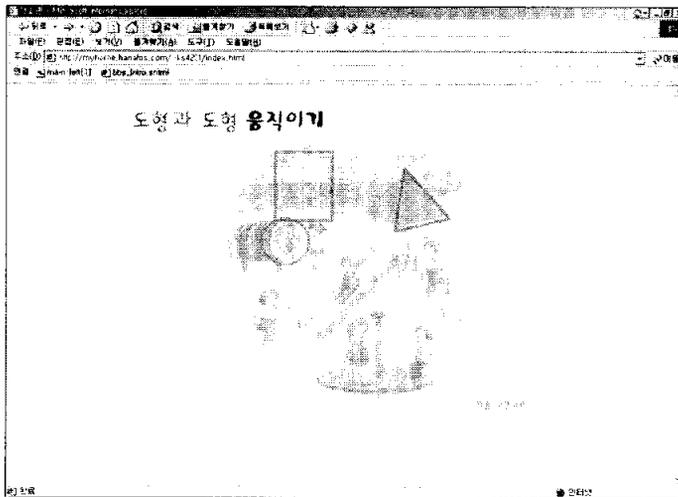
<그림 2> 전체 구성도

## 3.4. 구현

### 3.4.1. 초기화면 및 사용자 인증

본 시스템에 접근하게 되면 <그림 3>과 같이 초기 화면이 뜬다. 이는 누구나 접근할 수 있는 화면이다. 만일 초기화면에서 본 화면으로 들어가려고 하면, 아이디와 패스워드를 입력하는 사용자 인증 과정을 거치게 되는데, 이는 사용자가 시스템에 접근하여 본 화면으로 들어가려 할 때, 그 전에 반드시 사용자 인증 과정을 거치도록 구현한 것이다.

반면 등록하지 않은 사용자의 경우, 신규등록을 한 후, 다시 접속해야 본 화면에 접근할 수 있다. 이를 통해 아무나 본 시스템에 접근하는 것이 아니라, 인증된 사용자만 이용, 학습할 수 있다.

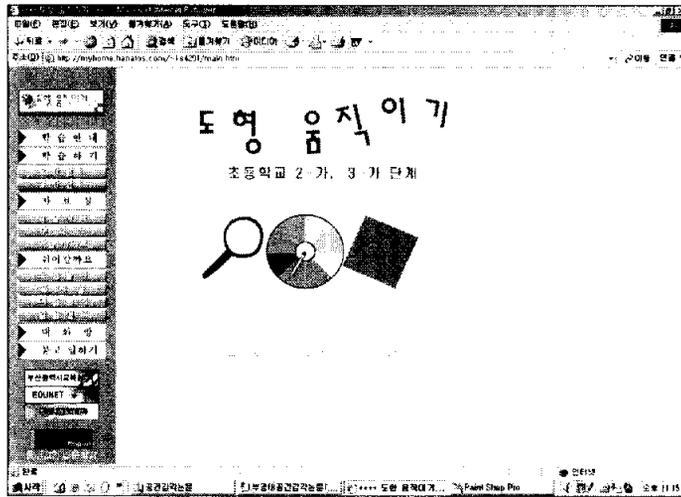


<그림 3> 초기화면

### 3.4.2. 주메뉴 화면

본 프로그램의 주메뉴는 화면은 <그림 4>과 같다. 다른 학습으로의 이동을 쉽게 하기 위해 모든 곳이 링크가 되어 있으며, 학습자가 저학년임을 감안하여 주메뉴에서 소메뉴를 쉽게 찾을 수 있도록 풀다운 메뉴를 사용하지 않았다.

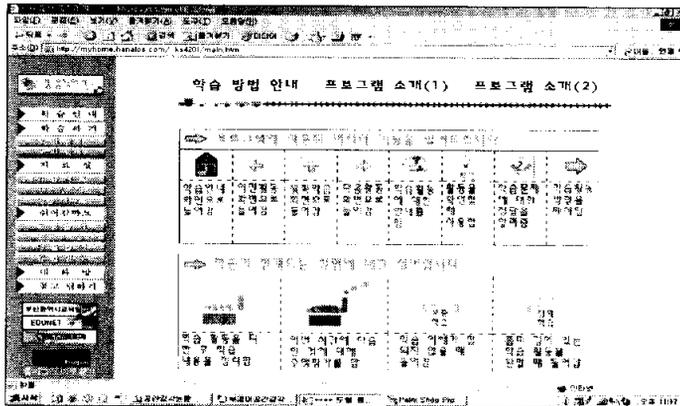
주메뉴는 크게 학습안내, 학습하기, 자료실, 쉬어갈까요, 대화방, 묻고 답하기의 6개의 메뉴로 구성되어 있다.



<그림 4> 주메뉴 화면

### 3.4.3. 학습안내

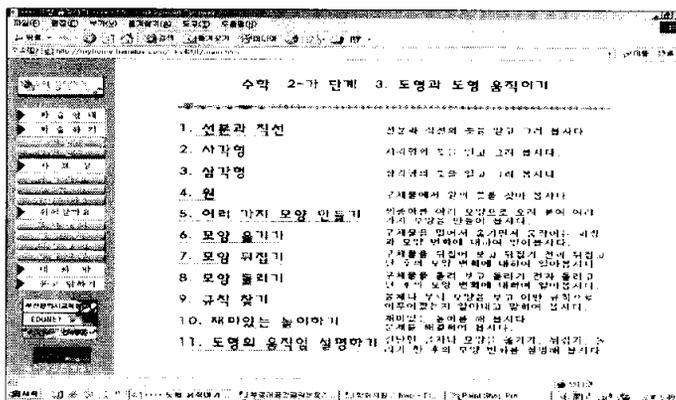
학습안내 메뉴는 학습방법 안내, 프로그램(1), 프로그램(2)의 소메뉴로 구성되어 있으며, 프로그램을 만든 동기, 프로그램 활용방법, 프로그램에 사용된 버튼의 기능에 대해 자세하게 설명해 놓았다.



<그림 5> 학습 안내 화면

### 3.4.4. 학습하기

학습자가 학습하기 메뉴에서 원하는 학년, 단원, 차시를 선택하여 학습할 수 있도록 하였다. 2학년 과정 11차시, 3학년 과정 5차시 등 총 16차시분의 수업안을 시스템으로 구현하였으며, 각 차시별 화면 구성시 개별학습과 수준별학습이 이루어 질 수 있도록 각 차시마다 생활에서 알아보기=>공부할문제=>활동하기=>약속하기=>평가하기=>심화·보충학습하기 순으로 구성하였다.



<그림 6> 2-가 단계의 차시 선택 화면

## (1) 생활에서 알아보기

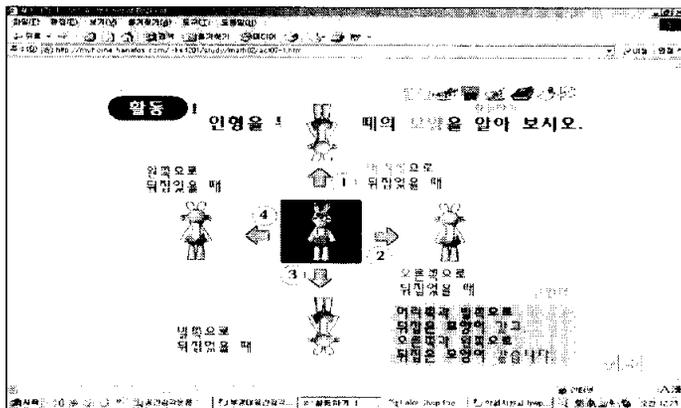
개념 도입을 위한 소재를 학습자의 생활에서 찾아 줌으로써, 흥미유발과 함께 생활 현상을 수학적으로 사고하는 경험을 갖도록 하였다.



<그림 7> 생활에서 알아보기 화면

## (2) 활동하기

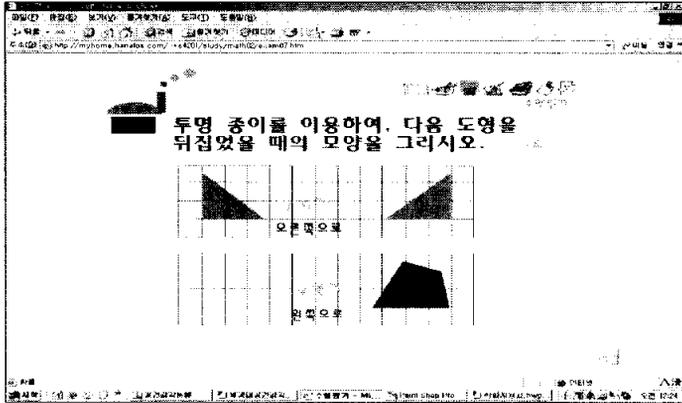
실생활에서 접할 수 있는 소재로 구성했으며, 학습자가 직접 조작하여 흥미를 높일 수 있도록 FLASH을 이용한 애니메이션을 구현했다.



<그림 8> 활동하기 화면

### (3) 평가하기

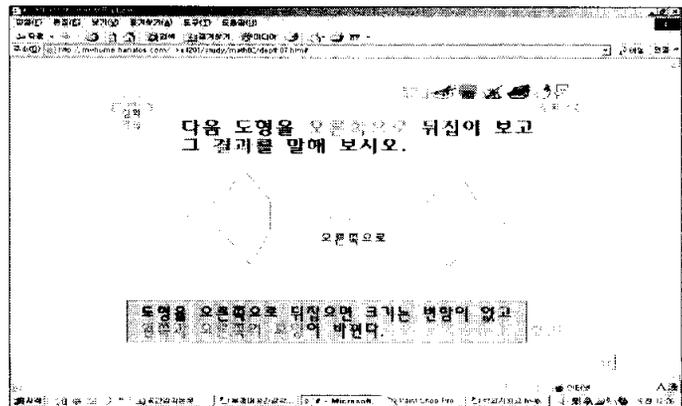
차시가 끝날 때마다 평가를 실시하여 학습자별 수업목표 도달도를 알아봄으로써, 학습자를 심화학습과 보충학습으로 나누도록 하였다.



<그림 9> 평가하기 화면

### (4) 심화·보충학습 하기

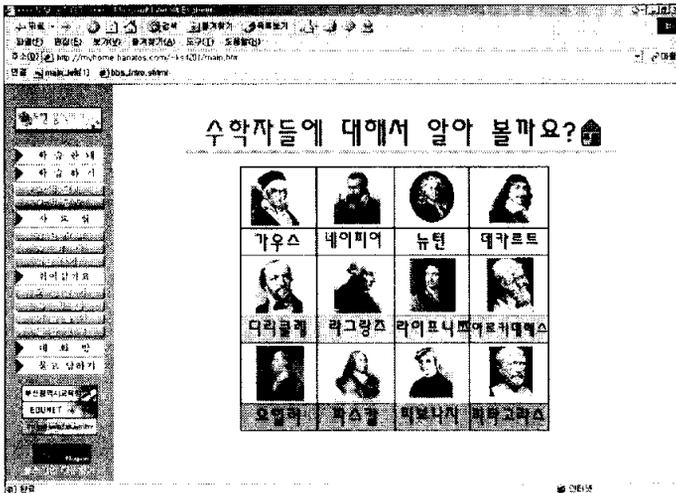
형성평가 결과에 따라 학습자들이 보충학습과 심화학습을 할 수 있도록 하여 차시별로 생길 수 있는 수업결손이 생기지 않도록 하였다.



<그림 10> 심화 학습하기 화면

### 3.4.5. 자료실

자료실 메뉴는 학습자료, 수학자, 학습사이트 세 개의 소메뉴로 구성되어 있다. 학습자료 메뉴에는 각 차시별로 수준별 학습지를 다운받아 사용할 수 있도록 구성되어 있으며, 수학자 메뉴에는 역사적으로 유명한 수학자들을 만나볼 수 있도록 하였고, 학습 사이트 메뉴에는 수학 공부에 도움이 수학 사이트를 소개해 놓았다



<그림 11> 수학자 화면

### 3.4.6. 쉬어갈까요

쉬어갈까요 메뉴에는 2학년, 3학년 교과서에서 제시는 되지 않았지만, 놀이를 하면서 공간감각을 기를 수 있는 퍼즐, 칠교놀이와 같은 메뉴와 재미있는 수학이야기로 구성되어 있다.



<그림 12> 퍼즐놀이

### 3.4.7. 대화방

동기적 상호작용이 이루어지는 대화방 형식의 토론을 통해 조연자의 다양한 의견을 청취하여 반성적 사고를 기를 수 있도록 하였다.

### 3.4.8 묻고 답하기

비동기적 상호작용이 이루어지는 토론방 형식의 게시판으로서, 학습 도중에 발생하는 사항에 대해서 질문이 올려지게 되면, 교사(웹서버)나 그에 대한 대답을 알고 있는 사람은 답변을 할 수 있도록 하였다.

## IV. 학습시스템 적용 및 분석

### 4.1. 실험 가설

연구 가설은 두 가지를 설정하였다.

첫째, '2학년 수학과 도형단원의 공간감각 기르기 학습에서 웹 기반 학습시스템을 적용한 집단이 전통적 강의식 수업을 적용한 집단보다 학업성취도면에서 의미 있는 차이가 있을 것이다'

둘째, '웹 기반 학습시스템을 적용한 집단이 전통적 강의식 수업을 적용한 집단보다 공간지각능력 면에서 의미 있는 차이가 있을 것이다' 라고 설정하였다.

### 4.2. 실험집단 및 실험방법

본 학습시스템의 실험집단과 통제집단은 부산시에 위치한 G초등학교 2학년 2개 반의 76명으로 하였다

실험의 대상이 되는 두 집단 간의 동질성 검사를 위해 두 가지의 평가를 실시하였다. 먼저 2003년 3월 초순에 도형영역 기초학력 평가를 실시하여 유의수준  $\alpha=0.05$ 에서 t-test를 실시하였고, 같은 시기에 Del Grande의 공간지각능력 측정도구를 이용하여 아동의 공간지각능력을 측정하였다.

연구의 가설을 검증하기 위하여 2003년 3월 말부터 4월 초까지 실험집단에는 웹 기반 시스템을 적용하여 '도형과 도형 움직이기' 단원

의 수업을 하고, 통제집단에서는 전통적인 강의식 수업을 하여 도형 단원의 학업성취도와 공간지각능력의 의미 있는 차이를 비교 분석하였다.

학업성취도 부분의 실험 결과 분석은 spss를 이용하여 t검증을 실시하였고, 공간지각능력의 실험결과 측정은 3월 초순에 실시하였던 Del Grande의 공간지각능력 측정도구를 이용하였다

### 4.3. 사전 실험집단과 통제집단간의 기초학력과 공간 지각능력 차이 검증

#### 4.3.1. 사전 검증 내용 및 방법

웹 기반 시스템을 적용하기 전에 실험집단과 통제집단간의 도형영역 기초학력과 공간지각능력 차이 검증의 내용과 방법은 다음 <표 6>과 같다

<표 6> 사전 검증 내용 및 방법

구 분	내 용	대 상	방 법	시 기
도형영역 기초학력	도형영역 기초학력 평가	실험집단 통제집단	자작 평가지	2003. 3
공간지각 능력평가	공간지각능력 평가	실험집단 통제집단	Del Grande의 공간 지각능력 측정도구를 변형, 제작한 검사지	"

#### 4.3.2. 검증 결과

### (1) 사전 도형영역 기초학력 검증 결과

2003. 3월에 실험집단과 통제집단을 대상으로 실시한 도형영역 기초학력 검증 결과는 다음 <표 7>과 같다.

<표 7> 사전 도형영역 기초 학력 검증 결과

대 상	인 원	평 균(M)	표준 편차(SD)	검 정 치	
				검증통계량(t)	유의도(P)
실험집단	38	58.36	18.14	.525	.600
통제집단	38	60.35	19.71		

실험집단과 통제집단의 도형영역 기초학력 검사 결과를 보면, 평균 점수의 P값이 0.600(>0.05)으로 두 집단 사이에 통계적으로 유의수준 0.05에서 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 따라서 웹 기반 시스템으로 학습을 실시하기 전에 도형영역 기초학력은 실험집단과 통제집단이 동질 집단임을 알 수 있다.

### (2) 사전 공간지각능력 검증 결과

2003. 3월에 실험집단과 통제집단을 대상으로 Del Grande의 측정도구를 이용하여 실시한 공간지각능력 검증 결과는 다음 <표 8>과 같다.

<표 8> 사전 공간지각능력 검증 결과

구 분	눈과 운동의 협응	형태와 바탕의 지각	지각 지속성	공간내의 위치지각	공간 관계 지각	시각적 변별력	시각적 기억
실험집단	2.4	2.2	2.4	2.4	2.5	2.0	2.1
통제집단	2.5	2.2	2.5	2.4	2.4	2.1	2.2

<표 8>에 의하면 실험집단과 통제집단의 사전 공간지각능력은 7개 영역에서 거의 차이가 없는 드러나 실험 전에는 두 집단을 공간지각능력 면에서 동일한 집단으로 간주할 수 있다.

## 4.4. 사후 실험집단과 통제집단간의 학업성취도와 공간지각능력 차이 검증

### 4.4.1. 사후 검증 내용 및 방법

웹 기반 시스템을 적용한 후에 실험집단과 통제집단간의 도형단원 학업성취도와 공간지각능력 차이 검증의 내용과 방법은 다음 <표 9>과 같다

<표 9> 사후 검증 내용 및 방법

내 용	시 기	도구 및 방법	대 상
도형단원 학업성취도 평가	2003. 4	평가지	실험집단 통제집단
공간지각능력 평가	"	평가지	"

### 4.4.2. 검증 결과

#### (1) 사후 도형단원 학업성취도 검증 결과

2003. 4월에 실험집단과 통제집단을 대상으로 실시한 도형단원 학업성취도 검증 결과는 다음 <표 10>과 같다.

<표 10> 사후 도형단원 학업성취도 검증 결과

대상	인원	시기	실험 전		실험 후		검정치	
			평균	표준 편차	평균	표준 편차	검증통계량(t)	유의도(P)
실험집단	38	03. 4	58.36	18.14	68.28	17.03	0.646	0.520
통제집단	38	03. 4	60.35	19.71	64.47	18.95		

실험집단과 통제집단의 사후 도형단원 학업성취도의 차이를 검증한 결과, 검증 통계량은 0.646, 유의도 0.520으로 실험집단과 통제집단 사이에는 유의 수준 0.05에서 통계적으로 의미 있는 차이가 없는 것으로 나타났다.

## (2) 사후 공간지각능력 검증 결과

2003. 4월에 실험집단과 통제집단을 대상으로 Del Grande의 측정도구를 이용하여 실시한 공간지각능력 검증 결과는 다음 <표 11>와 같다.

<표 11> 사후 공간지각능력 검증 결과

구 분	눈과 운동의 협응		형태와 바탕의 지각		지각 지속성		공간내 의위치 지각		공간 관계 지각		시각적 변별력		시각적 기억	
	실	실	실	실	실	실	실	실	실	실	실	실	실	실
	험	험	험	험	험	험	험	험	험	험	험	험	험	험
실험집단	2.4	2.6	2.2	2.8	2.4	2.7	2.4	2.8	2.5	2.9	2.0	2.6	2.1	2.8
통제집단	2.5	2.7	2.2	2.2	2.5	2.6	2.4	2.5	2.4	2.4	2.1	2.2	2.2	2.3

<표 11>에서 나타난 것과 같이 실험집단이 통제집단보다 눈과 운동의 협응을 제외한 형태와 바탕의 지각, 지각 지속성, 공간 내의 위치 지각, 공간 관계 지각, 시각적 변별력, 시각적 기억 등이 높게 나타나 공간감각능력 신장을 위한 웹 기반 시스템이 어느 정도 효과가 있음을 알 수 있었다

## V. 결론 및 제언

개정된 제 7차 수학과 교육과정에서 새로이 도입된 ‘공간감각 기르기’는 교사나 학생의 입장에서 처음 접하는 내용으로서 학습에 많은 어려움이 예상된다. 따라서 ‘공간감각 기르기’ 학습에 활용할 수 있는 적절한 컴퓨터 프로그램이 있다면, 자료 준비를 위한 교사의 업무량을 줄일 수 있으며, 학생들의 교수-학습 활동에 많은 노력을 기울일 수 있을 것이다. 이에 본 연구자는 웹의 교육적 효용성을 바탕으로 ASP, 동적HTML, ACCESS, FLASH 등의 웹 관련 기술을 이용하여 초등학교 수학과 2-가, 3-가 단계의 공간감각 관련 단원의 웹 기반 시스템을 설계 및 구현하였다. 특히, 이 웹 기반 시스템은 개정된 7차 수학과 교육과정의 정신을 반영하여 정보화 사회에 필요한 언제, 어디서나 학습을 할 수 있는 학습자 중심 교육과 수준별 개별화 학습에 중점을 두었다.

공간감각을 기르기 위한 본 시스템의 구현 내용은 다음과 같다.

첫째, www의 상호 작용성이라는 장점을 활용하여 초등 수학과 2-가 단계의 ‘도형과 도형 움직이기’ 단원과, 3-가 단계의 ‘도형 움직이기’ 단원의 학습내용을 16차시 분량으로 제시하여 정규수업과 과제학습으로 활용할 수 있도록 하였다.

둘째, 기존의 공간감각을 기르기 위한 시스템과는 달리 2학년과 3학년의 두 학년에 걸친 내용을 통합하여 교육과정을 재구성함으로써, 학년 연계가 될 수 있도록 하였다,

셋째, 교과서 나오는 내용뿐만 아니라, 교과서 내용 외에 ‘퍼즐놀이’, ‘칠교놀이’, ‘조각 맞추기’ 등의 공간감각을 기를 수 있는 도구들을 구

현하였다.

넷째, 인터페이스 구성시 대상이 저학년임을 감안하여 저학년의 수준에 맞게 구조와 사용법을 간단하게 하고, 부가적인 기능과 보조 학습 장면보다는 핵심적 요소의 제시와 꼭 필요한 부분만으로 간결하게 제시하도록 하였다.

다섯째, 학습 내용의 주요 설계는 기본 개념 이해를 돕기 위하여 조작활동을 중심으로 구현하여 학습자의 흥미를 지속시킬 수 있는 방법으로 제시하였으며, 수준별 학습내용으로 학습자 스스로 개별화 학습을 할 수 있도록 구성하여 학습 성취도를 높이도록 하였다.

여섯째, 개별화 학습과 수준별 학습을 위하여 각 차시별로 활동이 끝난 다음에 수행평가를 실시하여 그 결과에 따라 보충학습과 심화학습을 실시하도록 하였다.

일곱째, 학습자가 학습과정에서 발생하는 여러 가지 문제점을 대화방과 게시판을 이용하여 다른 학습자나 교사와 상호 작용하여 도움을 받을 수 있도록 하였다.

위와 같이 개발된 웹 기반 시스템의 효과를 알아보기 위하여 연구가설을 세우고, 실제 수업 현장에 적용한 결과는 다음과 같다.

먼저 연구 가설은 두 가지를 설정하였다.

첫째, '2학년 수학과 도형단원의 공간감각 기르기 학습에서 웹 기반 학습시스템을 적용한 집단이 전통적 강의식 수업을 적용한 집단보다 학업성취도면에서 의미 있는 차이가 있을 것이다'

둘째, '웹 기반 학습시스템을 적용한 집단이 전통적 강의식 수업을 적용한 집단보다 공간지각능력 면에서 의미 있는 차이가 있을 것이다'라고 설정하였다.

검증 결과, 학업성취도 면에서 웹 기반 시스템을 적용한 실험집단이

통제집단보다 평균점은 더 높았으나, 유의 수준 0.05수준에서 t검증을 실시한 결과는 유의미한 차이를 보이지 않았다. 그러나 공간감각능력 면에서는 실험집단이 통제집단보다 눈과 운동의 협응을 제외한 형태와 바탕의 지각, 지각 지속성, 공간 내의 위치 지각, 공간 관계 지각, 시각적 변별력, 시각적 기억 등에서 높게 나타났다.

위의 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 초등학교 수학과 2-가 단계의 웹 기반 시스템을 적용한 실험 집단과 전통식 수업을 적용한 통제집단 간의 학업성취도를 비교해 본 결과, 평균점에서는 어느 정도 차이가 있었지만, 통계학상으로는 아무런 의미가 없었다. 따라서 웹 기반 시스템이 학업성취도면에서는 도움이 안 된다는 것을 알 수 있었다.

둘째, 웹 기반 시스템을 적용한 후, Del Grande의 측정도구를 이용하여 실험집단과 통제집단의 공간감각능력을 검사한 결과, 실험집단의 공간감각능력이 통제집단 보다 많이 향상된 것을 알 수 있었다. 따라서 웹 기반 시스템이 공간감각능력 신장에는 어느 정도 효과가 있는 것으로 나타났다.

위의 결론을 바탕으로 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 저학년의 특성을 고려하여 학습 내용에 음성을 삽입하여 문제를 제시하는 방안을 고려해 볼 필요가 있다.

둘째, 개발한 웹 기반 시스템을 효과적으로 학습 현장에 투입하는 적용 방법에 대한 연구가 뒤따라야 할 것이다.

셋째, 웹 코스웨어를 활용한 수학과 수준별 학습 모형이 지속적으로 개발되어야 하며, 그에 따른 적절한 학습 지도안도 같이 개발되어 적용되어야 할 것이다.

<참 고 문 헌>

- 1) 교육부(2000). 수학 2-가, 서울 : 대한교과서주식회사.
- 2) 교육부(1999). 초등학교 교육과정 해설(IV), 서울:대한교과서주식회사.
- 3) 신국환(1999). 공간지각과 7차 교육과정 상에서의 도형영역의 실제. 제23회 초등수학과교육세미나, 서울:한국초등수학교육연구회.
- 4) 신동선·류희찬 공저(1998). 수학교육과 컴퓨터, 서울:경문사.
- 5) 강완 외 11인 공저(1999). 초등수학 학습지도의 이해. 서울:양서원.
- 6) 현종익(1999). 초등수학교육론, 서울:학문사.
- 7) 김한겸(1997). 도형의 탐구학습을 위한 개별화 자료, 전국교육자료전
- 8) 이태욱(1999). 컴퓨터 교육론, 좋은 소프트.
- 9) 나일주·정인성(1990). CAI 개발과 활용, 교육과학사.
- 10) Jonassen. D. H. (1998). Designning structured hypertext and structuring access to hypertext. Educational technology. 28(11). pp. 13-16.  
전미수학교사 협의회(NCTM) (2000). 초등학교 수학 교육.
- 11) 황대준(1997). 사이버 스페이스상의 상호 참여형 실시간 원격 시스템에 관한 연구, 한국정보처리학회지.
- 12) 최현섭 외 8인(1995). 원격 초등학교 시범 사업의 분석평가 및 발전방안 연구, 한국전산원.
- 13) 정인성·최성우(1997). 온라인 원격학습을 위한 효과적인 웹페이지 설계. 방송통신교육논총 제 10집, 한국방송대학교 방송통신교육연구회.
- 14) 한일숙(2000). 3차원 퍼즐놀이학습이 유아의 공간지각능력에 미치는 영향, 석사학위논문.

## 감사의 글

부산교육대학을 졸업하고 교편을 잡은지 11년 만에 다시금 공부를 해야겠다고 다짐하며 입학하였던 것이 엇그제 같은데 2년 반이라는 시간이 너무나 빨리 흘러간 것 같습니다.

입학하여 처음으로 암호에 관련된 세미나 준비를 하면서 ‘학교현장에 너무 동떨어진 이런 것들을 내가 공부할 필요가 있을까?’ 라는 생각과 ‘이 어려운 분야를 내가 해 낼 수 있을까?’ 라는 생각에 앞으로의 학문의 방향에 관하여 많은 고민을 하였습니다. 이런 혼란한 가운데에 있는 저에게 같은 교육자의 입장에서 그리고 저를 가르치시는 교수님의 입장에서 인자하신 가르침과 격려를 통하여 바른 학문의 길을 가게 해주셨던 이경현 교수님께 무한한 감사의 말씀을 드립니다. 앞으로 많은 시간이 흘러도 교수님의 인간적인 가르침과 친절함은 언제나 가슴속에 남아 있을 것 같습니다. 교수님 감사합니다.

저의 조그마한 결실이 나오기까지 너무나 부족함이 많은 저의 논문을 올바른 방향으로 지도해 주시고, 연구자의 바른 태도에 대하여 지도해 주신 박만곤 교수님, 꼼꼼하게 세세하게 논문의 학문적 가치와 논문의 형식에 대하여 챙겨주신 여정모 교수님, 바쁜 가운데에서도 논문의 잘못된 점을 찾아 더욱 더 나은 논문이 되도록 지도해주신 김영봉 교수님께 진심으로 감사의 말씀을 드리고 싶습니다.

연구실의 식구들에게도 깊은 감사를 드립니다. 학문적으로나, 기술적으로 부족한 저를 항상 잘 안내해 주시고, 연구실에 찾아 갈 때마다 따뜻하게 대해주신 연구실 일반대학원의 양종필씨, 이준석씨, 신정화씨,

양수정씨, 박영호씨 그리고 같은 교육자로서, 같은 직장인으로서 많은 인간적인 도움을 주신 교육대학원과 산업대학원의 많은 선후배 선생님들에게도 깊은 감사를 드립니다.

마지막으로 언제나 남편의 뒷바라지와 사랑하는 정우성, 정유태 두 아들을 위하여 매사에 최선을 다하는 부인 그리고 아버지로서 자식에게 다 해주지 못하는 부분을 채워 주시는 할머니와 할아버지, 일본에서까지 손자를 챙기시고 사위를 걱정해주시는 장모님, 공학박사학위를 취득하여 부경대 교수의 꿈을 펼치고 있는 남동생, 내년이면 엄마가 되는 여동생에게 이 논문을 바칩니다.

2003년 8월

정 상 영