

## 수학교육용 멀티미디어 개발에 관한 연구 - Jasper 시리즈 사례를 중심으로 -

김 민 경 (이화여자대학교 강사)

### I. 서 론

컴퓨터 관련 첨단 테크놀로지의 눈부신 발전으로 날이 변화되어 가는 하드 테크놀로지의 변화의 추이는 아무도 예견할 수 없는 경지에 다다르고 있다. 우리나라에도 '교단선진화' 및 '교육정보화' 사업의 일환으로 최첨단 멀티미디어 기제가 보급되기 시작하여 교육에서 이를 활용하기 위한 여러 가지 시도가 전개되고 있다. 특히 교육용 컨텐츠 개발 및 그 효과적인 활용에 관심이 모아지고 있다. 그리하여 이들 첨단 기자재를 본 수업에 적절히 활용할 수 있는 컨텐츠의 개발 및 보급이 절실히 요구되고 있다.

교육적인 분야에서 컴퓨터 관련 테크놀로지의 컨텐츠 개발과 적절한 활용의 좋은 예로 손꼽히는 미국 Vanderbilt 대학의 'Cognition and Technology Group at Vanderbilt [CTGV]' 연구단체기관에 의해 제작된 *Adventures of Jasper Woodbury*, 일명 *Jasper* 시리즈가 있다. 이는 구성주의적 입장으로 학생들로 하여금 실제 상황에 처해진 모험을 통해 수학적 문제해결력을 계발, 향상시켜 논리적인 추론을 하도록 동기 유발시키기 위하여 제작된 비디오디스크 포맷의 멀티미디어 프로그램이다.

이에 효율적인 수학적 교수-학습이 이루어지기 위한 하드 테크놀로지와 소프트 테크놀로지의 조화의 적절한 예를 통해 장래 개발되어질 교육용 멀티미디어 컨텐츠의 개발 및 그 발전에 기여하기 위해 본 논문에서는 *Jasper* 시리즈의 이론적 배경과 제작 배경, 컨텐츠의 구성, 관련 연구들을 살펴 본 후 이를 실제적인 수학적 학습환경에서 활용할 수 있는 방법에 관해 살펴보자 한다.

### II. Jasper 프로젝트의 이론적 배경

#### 1. 구성주의 및 미국의 교육개혁

미국에서 수학교육의 개혁의 움직임이 일어났으며 미국수학교사협의회(National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 1989)는 *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*의 출판과 함께 수학을 안다는 것은 수학을 실제 행함으로써 이루어지며, 학생들이 무엇을 배우나는 그들이 어떻게 배우느냐에 달려있다고 단언하였다.

이러한 입장은 구성주의로 설명될 수 있는데 구성주의는 학습자가 그들 자신의 지식을 끊임없이 구성하며 교사, 또래집단, 주위환경 같은 대상과의 교류를 통하여 획득-공유된 지식을 만들어 나가는데 능동적으로 참여함으로써 교수와 학습에 있어 의미 있는 교육환경을 만들어 나감을 의미한다(Cobb, Yackel, & Wood, 1992; Duffy & Jonassen, 1992). 교수-학습에 있어 이러한 구성주의적 견해는 특히 수학교육에 있어서의 이론적, 경험적 연구에 중요한 기초가 되고 있다.

#### 2. Jasper 시리즈의 태동을 일으킨 연구 프로젝트

##### (1) Inert Knowledge Project

Whitehead(1929)가 inert knowledge에 관해서 어떤 것을 즉각적으로 기억하고 회상할 수 있을지 인정 그것과 관련 있는 문제는 즉각적으로 해결하지 못할 때, 이는 'inert knowledge'라고 언급한 바 있다. 그 후 이와 관련 한 연구로는 Bereiter(1984), Gick & Holyoak(1980) 등의 연구가 있다. 연구의 결과는 inert하게 잠재하는 지식의 정도는 그 지식이 처음으로 습득되어질 때의 방법에 달려 있다고 보고하고 있다.

### (2) Logo Project

또 다른 연구로는 Vanderbilt Logo 프로젝트로서 이는 초등학교 5학년 학생을 대상으로 Logo 프로그램(Papert, 1980)을 가르치면서 학생들의 사고하는 과정과 문제해결의 과정을 관찰하며 이를 평가하여 그 효과에 관한 연구이다. 이 연구를 통해 다음과 같은 중요한 사실들이 논의되어졌다.

- 학생들로 하여금 직접 아이디어를 만들어내어 무엇인가를 만들고 그 과정 속에서 동료친구들과 계속적으로 토의를 거치면서 그들의 가설을 검증해 나가면서 수많은 시행착오를 경험하게 한다.

- 비록 Logo 프로그램이 학생들로 하여금 직접적인 참여를 이끌어 내었지만 LTC가 의도한 수준의 참여는 나타나지 않았다(Bransford 외, 1986).

- 교사의 안내적 참여로 학생들은 보다 적은 수의 시행착오를 겪으면서 Logo 프로그램에 열정을 나타냈다. 이 결과는 사고와 관련한 다른 주제에도 학생들이 보다 나은 학습을 할 수 있음을 나타냈다.

### (3) Dynamic Assessment Project

다음 연구 프로젝트로는 학생들을 위한 대안적 평가에 중점을 둔 'Dynamic Assessment' 프로젝트로서 학생의 배우고자 하는 기회에 대한 그들의 참여도를 측정하고 배우고자 하는 그들의 적극성을 평가하는데 그 목적을 두었다(Lidz, 1987). 여기서 주안을 평가 방법은 이전의 지능검사나 성적검사와 같이 정체되어 있는 검사가 아니며 학생들의 지식의 구성의 과정에 민감하게 대처하며 변화되어 가는 평가의 기준을 탐색해 나가는 과정에 보다 더 초점을 두었다. 이 프로젝트의 일부분으로 초등학교 5학년 학생들 중 수학과 읽기기에 어려움을 나타내는 학생들을 대상으로 프로젝트를 진행하였다.

### 3. "Adventures of Jasper Woodbury"

#### (1) Jasper의 제작 배경

위와 같은 이론적 배경과 관련 선형 연구를 통해 미국 Vanderbilt 대학의 LTC(Learning Technology Center: Cognition and Technology Group at Vanderbilt의 전신)는 초·중·고등학생과 대학생을 대상으로

*Raiders of the Lost Ark*와 *Swiss Family Robinson*과 같은 상업적인 영화를 활용하기 시작하였다. 예를 들어 *Raiders of the Lost Ark* 영화에서 주인공 인디아나 존스는 한 동굴 안에 있는 금동상을 꺼내려 하는데 이 동상에는 booby trap 장치가 있어 그 동상을 꺼내는 즉시 그 동굴은 무너지게 되어 있다. 그리하여 인디아나 존스는 그 동상과 같은 무게의 모래주머니를 대신 놓음으로써 그 위기를 모면하게 된다. 여기서 만약 그 동상이 순금으로 만들어진  $2000 \text{ cm}^3$ 의 부피를 갖는다면 실제 금을 사용하지 않고 그 무게를 측정해 낼 수 있을까라는 문제를 생각해 볼 수 있다. 실제적으로 이 문제는 물질의 부피에 관한 상당한 지식을 요구하는 문제이다. 예를 들어 밀도 표를 참조하면 평방  $1 \text{ cm}^3$  당 순금의 무게는 19.3그램이다. 여기서 학생들은 그들 나름대로의 문제 해결을 위한 다양한 방법의 접근을 시도할 것이다.

이러한 상업적 영화의 일부분을 문제상황으로 활용하였던 Vanderbilt 대학교의 초기 연구들은 학습효과에 긍정적인 결과를 나타냈다(Sherwood 외, 1987). 그럼에도 불구하고, LTC는 교육하고자 하는 학습적 내용을 포함하는 상황을 포함하는 상업적 영화를 찾는 데에는 한계점을 느꼈으며(Van Haneghan *et al.*, 1992), 더욱이 문제 해결을 위해 단지 비디오를 보게 하기보다는, 보다 적극적으로 문제해결의 기회를 주는 것이 학습자들의 학습효과를 증진시키는데 중요한 역할을 할 것이라고 생각하게 되었다. 이에 실제적 문제상황을 포함하는 상호작용적 비디오디스크를 제작하기로 결정한 LTC 연구자들은 거주용 배를 타고 일주일간 여행을 떠난 한 가족의 이야기를 담은 비디오디스크인 *The River Adventure*를 제작하게 되었다. 이는 필요한 정보, 여행계획, 가상연습을 통하여 관찰자로 하여금 그 여행을 성공적으로 마치는 전략을 모색하도록 유도함으로써 학습자 스스로 그 문제상황을 풀어 나가게 해 주었다. (CTGV, 1991, 1992, 1994).

이후, *Raiders of the Lost Ark*의 활용과 *The River Adventure*의 제작, 그리고 이 둘의 접목을 시도한 후, LTC는 마침내 복잡한 문제 상황으로 진행되는 교육용 상호작용적 비디오디스크 시리즈인 *Adventures of Jasper Woodbury*(일명 'Jasper 시리즈'라고도 불림)를 제작하게 된다.

## (2) Jasper 시리즈의 제작 특성

Jasper 시리즈의 제작에 있어 그 이론적 배경은 NCTM "Standards"의 내용과 그 목적에 주안점을 둘과 동시에 상황적 학습(Brown, Collins, & Duguid, 1989; CTGV, 1990, 1992, 1994), 형성학습(Resnick & Resnick, 1991), 협동학습 (Davidson, 1990a, 1990b; Vygotsky, 1978)에 있다. 이는 탐구식 문제해결, 의사소통, 논리적 사고의 추구, 교실 밖에서 필요한 문제 해결 능력의 함양, 다양한 타 과목으로의 연계, 컴퓨터를 기본으로 하는 다양한 활용 등에 주안점을 두고 있다.

Jasper 시리즈는 기존의 개발되어온 전통식 수학 교수-학습물과는 여러 가지 측면에서 다른 양상을 보이고 있다(CTGV, 1997).

- a. 학생들로 하여금 실제적인 맥락의 문제를 해결하는 동안 수학을 배우게 도와준다.
- b. 수학적 사고뿐 아니라 다른 과목의 지식을 연계시켜 주는 내용을 제공한다. 예를 들어 *Rescue at Boone's Meadow*에서 Larry가 초경량비행기의 항공 역학(aerodynamics)과 공기에서 비행기 날개가 어떻게 비행기가 떠 있게 도와주는지에 관한 부분을 설명해 주며 과학과 자연스럽게 연계시키고 있다.
- c. 비디오와 상호작용적 테크놀로지의 장점을 이용하고 있다. 비디오디스크 테크놀로지는 교사나 학생들로 하여금 접근하고자 하는 장면에 쉽고 빠르게 도달하게 한다.
- d. 단순한 영화가 아닌 도전을 위한 이야기 전개이다.
- e. 문제를 풀어나가는 과정에서 학생들로 하여금 단순히 문제를 풀게 하는 것보다는 문제를 풀어 나가는 과정을 만들어 발전시키기로 구성되어 있다.
- f. 혼자서 풀기에는 매우 복잡한 상황으로 협력학습을 통해 문제해결을 가능하게 한다.
- g. 심도있는 수학적 사고의 발전을 가능하게 한다.
- h. 다양한 긍정적인 배역을 통해 다민족 학생들에게 긍정적인 자신감을 배양한다. 종족, 민족, 종교, 성, 외모 등에 의해 판단되지 않는 이야기의 전개를 통해 정형화에서 탈피하고자 하였다. 예를 들어 Emily는 아프리카계 미국인 여성으로 *Rescue at Boone's Meadow*의 주인공이었으며, Julie는 스페인계 미국인 여성으로 *A Capital Idea*의 주인공이었으며, Chris는 아프리카계 미국인 남성으로 *The Big Splash*의 주인

공이었으며, Paige는 미국 원주민 여성으로 *The Right Angle*의 주인공이었으며, Donna는 휠체어를 탄 아프리카계 미국인 여성으로 *The Great Circle Race*의 주인공으로 등장하였다.

Jasper 시리즈의 제작은 수학교육에 있어 교수-학습 활동이 다양하고 잠재력있게 변화할 수 있다는 가능성을 보여주고 있다. 이야기식 모험의 문제해결 프로그램으로, 다음의 7가지 제작 원칙 및 예견되는 그 유용성은 다음과 같다.

### ■ 비디오 매체의 유형

- 보다 높은 동기유발
- 탐색하기 용이함
- 복잡한 상황의 이해력을 도움
- 읽기가 어려운 학생들에게 도움이 됨

### ■ 실제 상황의 이야기식 전개

- 보다 쉬운 기억하기
- 보다 높은 참여 유도
- 학생들로 하여금 일상생활에서 일어나는 소재와 수학과 논리적 사고의 연계성의 자각

### ■ 학생 주도식 형성 학습 형태

- 이야기의 마지막 부분을 생각하게 하는 동기유발
- 학생들로 하여금 풀어야 할 문제를 찾도록 유도
- 논리력 중진의 기회 부여

### ■ 이야기 속에 문제 해결을 위한 자료가 함축, 제시된 형태

- 논리적인 decision making 가능
- 문제를 풀고자 하는 동기유발
- 학생들 모두에게 고른 경험을 연결시킴

### ■ 복잡한 문제 해결의 활용

- 수 분 안에 시도하고 포기해 버리는 식에서의 탈피
- 실제 문제의 복잡성의 정도의 소개 삽입
- 복잡성을 처리해 낼 수 있도록 도와줌
- 자신들의 능력에의 자신감 부여

### ■ 관련 있는 모험들의 제작

- 주 이야기 전개에 특별 연습 첨가
- 전이가 될 수 있는 것과 없는 것의 파악을 도와줌
- 유추적 사고의 전개

### ■ 교육과정과의 연계성

- 수학적 사고의 다른 영역(예를 들어 역사와 과학

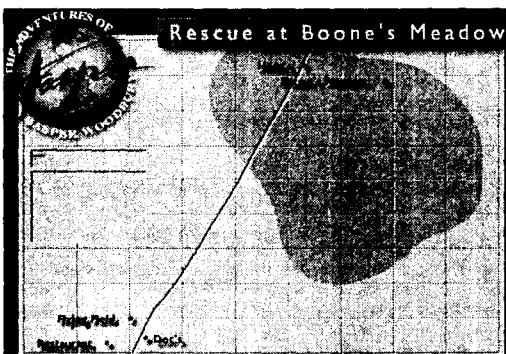
등)으로의 연계를 도와줌

- 지식의 연합을 도와줌

- 정보 검색과 재창출을 도와줌

### (3) 비디오디스크 형식의 Jasper 시리즈 사용시 장점

Jasper 시리즈는 초등학교 5학년 이상의 학생들을 위하여 제작되었으며 비디오디스크 형식의 모험을 포함한다. 몇 가지 이점을 갖는 비디오디스크 테크놀로지인 원격 비디오디스크 제어기(remote videodisc controller) 혹은 바코드(barcode) 테크놀로지를 사용하여 사용자가 원할 때마다 보고자 하는 장면을 자유자재로 재생할 수 있다. 더욱이 Jasper series는 컴퓨터 지도 제어기(computer map controller, <그림 1> 참조)와 같은 컴퓨터 소프트웨어를 내포하며 이 컴퓨터 지도 제어기는 학생들로 하여금 이야기에서 나타난 장소를 컴퓨터 지도상의 위치에 클릭함과 동시에 TV 모니터는 그 해당 장면을 재연해 준다.



<그림 1> Rescue at Boone's Meadow의 map controller

## III. Jasper 시리즈의 컨텐츠구성

### 1. Jasper 시리즈의 이야기 내용

Jasper 시리즈는 초등학교 5학년 이상의 학생들을 위하여 제작되었으며 4개의 영역 하에 총 12개의 비디오디스크 형식의 실제 상황을 포함하는 다양한 모험을 포함한다(<표 1>, <http://peabody.vanderbilt.edu/projects/funded/jasper/preview/AdvJW.html> 참조). Jasper 시리즈의 각 모험은 15분 내지 20분 가량의 이야기 형식으로 이야기 끝

부분에서 주인공이 직면한 문제를 학생들로 하여금 해결 방법을 모색하도록 유도한다. 12개의 각각의 이야기 전개는 다음과 같다.

<표 1> 12개의 Jasper 모험(adventures)

| 분야                                    | 모험(adventure)  |
|---------------------------------------|--|
| 거리/비율/시간:<br>여행 계획<br>(Trip Planning) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Journey to Cedar Creek</li> <li>Rescue at Boone's Meadow</li> <li>Get Out the Vote</li> </ul> |
| 통계와 확률:<br>사업 계획<br>(Business Plans)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>The Big Splash</li> <li>Bridging the Gap</li> <li>A Capital Idea</li> </ul>                   |
| 기하: 건축물<br>설계, 길찾기<br>(Way-Finding)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Blueprint for Success</li> <li>The Right Angle</li> <li>The Great Circle Race</li> </ul>      |
| 대수:<br>Smart Tool<br>Building         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Working Smart</li> <li>Kim's Komet</li> <li>The General is Missing</li> </ul>                 |

#### (1) 거리/비율/시간

##### 가. 여행 계획(Trip Planning):

###### *Journey to Cedar Creek*(일명, JCC)

신문을 읽다가 오래된 보트를 싸게 판다는 광고문을 발견한 Jasper Woodbury는 그 보트를 보기 위하여 자기 자신의 배로 Cumberland 강으로부터 Cedar Creek에 있는 선착장까지 가게 된다. 거기서 보트의 주인을 만나고 보트를 시험 운전해 보면서 그 보트가 조명등이 작동하지 않음을 듣게 된다. 그는 보트를 사기로 결정하게 되는데 이때 이를 지켜보는 학습참여자로 하여금 Jasper가 연료를 다 써버리지 않으면서 일을 이전에 집에 도착할 수 있는가에 관해 판단하여 보도록 문제상황을 제공한다.

##### 나. 여행 계획(Trip Planning):

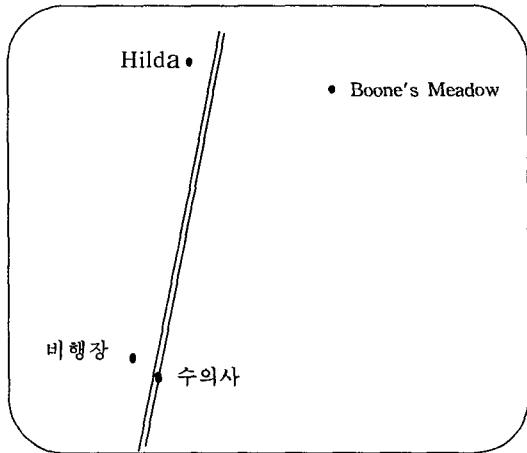
###### *Rescue at Boone's Meadow*(일명, RBM)

Jasper의 친구, Larry가 Emily에게 초경량비행기의 비행방법을 가르치면서 시작된다(<그림 2> 참조). Jasper는 "Boone's Meadow"를 캠핑하던 중, 옹금처치를 요하는 부상당한 독수리를 한 마리를 발견하게 된다. Jasper의 현재 위치와 독수리를 고칠 수 있는 수의사의 위치, 초경량비행기의 위치의 정보를 다음의 <그림 3>의 지도와 <그림 4>을 참조할 수 있다. 이때, 이를 지켜보는 학습참여자는 Emily와 Jasper의 입장이 되어 그 부상당한 독

수리를 빠른 시간 내에 수의사에게 치료를 받을 수 있도록 안전하게 구출할 다양한 방법을 모색, 문제해결을 위한 다양한 접근을 시도하도록 유도된다.



<그림 2> Larry의 비행 장면



<그림 3> Boone's Meadow의 지도



<그림 4> 지도상에서의 거리를 측정하고 있는 장면

#### 다. 여행 계획(Trip Planning):

##### *Get Out the Vote(일명, GOV)*

대도시 Trenton시는 초과되는 쓰레기를 Cumberland 시에 버리려 할 때, Jasper는 신문기사거리를 조사하기 위해 Trenton시를 방문하게 되며 거기서 그 시의 시장후보로 출마한 Lenore Clayton을 만난다. Clayton씨의 10 대 자녀들인 Tracy와 Marcus는 엄마의 선거 유세를 돕는다. 선거일 이틀전, Clayton씨의 선거 참모가 아파서 선거인의 교통수단을 도와주는 순환 노선 운전을 할 수 없게 된다. 이때 학습 참여자로 하여금 Tracy와 Marcus가 선거 당일에 가능한 한 많은 선거인을 나를 수 있도록 준비하는 방법을 모색하도록 유도된다.

#### (2) 통계와 확률

##### 가. 사업 계획(Business Plans):

##### *The Big Splash*

학교의 TV 스테이션을 위한 새 카메라를 사는데 필요한 기금을 조성하기를 원하는 Jasper의 젊은 친구, Chris는 이를 위해 한 아이디어를 생각해낸다. 이는 dunking booth를 만들어 학생이 목표물을 맞추면 교사가 거기에 빠지게 하는 것이다. Chris는 교장선생님이 그 프로젝트를 위한 기금을 얻어내기 위하여 사업 계획을 전개해야 한다. 전반적인 문제 상황은 이 아이디어가 유리한 것인지 판단하게 해주는 통계적 설문조사를 포함, 이 사업 계획을 추진하는데 있다.

##### 나. 사업 계획(Business Plans):

##### *Bridging the Gap*

Trenton시 주변의 고등학교의 8명의 학생들과 지역 야생물 보호 책임자는 위협받고 있거나 위험에 처해 있는 동물 종족을 보호하고 주위의 지역사회와 이익을 위한 프로젝트의 grant 계획서를 작성하게 된다. 계획서 제출은 전국의 경합을 거치며 수상 팀은 5000불의 상금을 받게 된다. 학생들은 그 프로젝트에서 그들 학교 인구의 60%의 자원자를 포함하여야 한다. 학생들은 통계적 개념과 그들의 환경에 관해 배우게 된다.

##### 다. 사업 계획(Business Plans): *A Capital Idea*

Jasper의 친구 Larry와 함께 고등학교 학생 팀은 알루미늄 음료 캔의 재활용을 위한 프로젝트에 참여하게 된다. 그들은 고등학교의 연례행사인 Washington, D. C.

여행을 위한 시장(Mayor)의 기금조성을 계속 지속시키기 위해 기금을 모아야한다. 학생들은 얼마나 많은 가정에서 알루미늄캔을 재활용할 곳인가에 관한 설문조사를 실시한다. 그리하여 그들의 알루미늄캔의 재활용 프로젝트를 위한 시장의 지원을 받아내기 위한 사업계획서 기안을 준비하게 된다.

### (3) 기하

#### 가. 건축물 설계: *Blueprint for Success*

Trenton시의 두 학생, Christina와 Marcus는 Career Day를 맞아 한 건축회사를 방문하게 된다. 건축회사의 업무에 관해 배우던 중, Christina와 Marcus는 그들의 이웃에 어린이 놀이터를 위해 기증된 부지중에 버려있는 곳이 있다는 이야기를 듣게 된다. 그들의 도심지에 살고 있는 이웃 어린이들이 놀 장소가 없었고 또한 최근에는 몇 명 어린이들이 거리에서 놀다가 다치는 사고까지 있었던 터라 이 소식으로 그들은 흥분하게 된다. 학생들은 그 부지의 놀이터와 공치기 할 수 있는 장소를 설계하려는 Christina와 Marcus를 돋는 방안을 모색하게 된다.

#### 나. 길 찾기(Way-Finding): *The Right Angle*

젊은 미국 원주민인 Paige Littlefield의 할아버지는 Paige Littlefield에게 집안에 대대로 내려오는 가보가 있는 동굴을 찾으라는 이야기를 남긴다. 이에 Paige는 곧 있을 종족의 굿 행사의 때와 같이 하여 그 가보를 찾기로 생각한다. 한편, Larry와 주위 인물들로부터 이등변 직각삼각형 같은, 기하에 있어 중요한 개념과 함께 지형지도와 측정에 있어 그 중요성에 관하여 이야기가 진행된다. 이야기의 마지막 부분에서 학생들은 Paige의 할아버지의 지시에 따라 그 동굴을 찾기 위해 지도와 기하학에 관한 정보를 이용하게 된다. 그러면서 그 동굴에 도착할 수 있는 가장 빠른 방법을 모색하게 된다.

#### 다. 길 찾기(Way-Finding):

#### *The Great Circle Race*

Jasper의 신문사는 최종 목표점을 중심으로 반경 5마일의 거리의 원의 외부 어디에서든지 스타트를 할 수 있는 'Great Circle Race'라는 경기를 지원하게 된다. 오로지 비-모터 운반기구만을 이용할 수 있다. 학생들은 누가 이길 것이며 어느 시간 안에 도착할 것인지에 관해 예측하여야 한다. 그렇게 하기 위하여 그들은 지형도를 해

석하여야 하며, 그지도 위에 규정된 경기 지역을 정확하게 표시하여야 하며, 여러 가지 비-모터 운반기구의 속도에 관한 정보를 해석하고, 경기자의 위치와 진행방향을 결정하기 위해 컴퍼스 힌트를 이용하여야 한다.

### (4) 대수

#### 가. Smart Tool Building: *Working Smart*

Larry는 텐에이지이었을 당시인 1968년에 일어났었던 일에 관해 William과 Annie에게 이야기해 준다. 이야기 중에는 Jasper, Emily와 Larry가 한 지역 여행사에서 주최하는 문제해결 경연대회에서 다른 팀과 겨루게 된다. 만약 이 세 명의 텐에이지 학생들이 그 대회에서 이기게 되면 미국내의 어느 곳이든지 여행할 수 있는 상품을 타게 된다. 이 세 명은 이를 준비하는데는 지리를 공부하는 것이 가장 최선의 방법이라 생각한다. 놀랍게도, 그들은 예선전에서 그 경기는 지리에 관한 것이 아니란 것을 알게된다. 그리하여 그들은 여행과 관련된 문제를 효과적으로 또한 빨리 풀어 줄 수 있는, 그리하여 최종 결선에서 우승을 안겨줄 수학적인 'Smear Tools'를 만들게 된다.

#### 나. Smart Tool Building: *Kim's Komet*

나무로 만든 경주차로 겨루는 Soapwood Derby 지역 경기로부터 Kim은 대 5종경기(Grand Pentathlon Race)에 출전할 수 있는 자격을 얻는다. 대 5종경기에서 경주차는 5가지 다른 종목에서 겨루어야 한다. Kim은 경주차를 경주 트랙의 어느 부분에 놓아야 각 경기에서 빠른 속도로 달립으로써 경기에 이길 수 있을 것인가에 관해 결정하여야 한다. 그녀의 경쟁자중의 하나인 Darlene은 그녀의 차의 속도를 측정하기 위해 전기장치와 컴퓨터를 이용한다. Kim은 그녀의 오빠인 Greg와 역대 경기 우승자였던 Larry의 도움을 받아 그녀의 경주차의 속도를 재고 각 경주마다 가장 최선의 출발점을 정확하고 빨리 찾아줄 수 있는 Smart Tool을 만들게된다.

#### 다. Smart Tool Building: *The General is Missing*

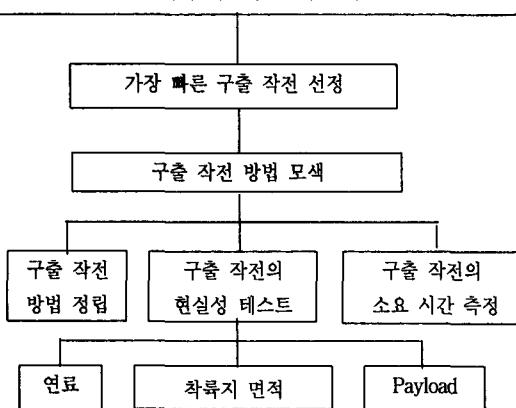
Larry의 할아버지는 그의 최근 발명품에 관한 디자인을 망치려는 세 명의 악한에 의해 납치된다. 그들은 할아버지는 어디지 모르는 곳에 가두고 만다. 그때 할아버지는 납치범들에게 Jasper, Emily 그리고 Larry에게 노트를 남겨야 한다고, 그렇지 않으면 그의 행방불명에 의

심을 할거라고 설득시킨다. 대수(algebra)를 사용하여 할아버지는 납치된 곳의 위치에 관한 정보를 신중하게 알린다. Jasper, Emily와 Larry는 할아버지의 노트를 해독하여야 하고 납치장소를 알아내고 할아버지를 구출하여야 한다.

## 2. 문제해결을 위한 접근

각 이야기에 설정되어 있는 문제를 해결하기 위한 방법은 매우 다양하게 나타날 수 있다. 예를 들어 'Rescue at Boone's Meadow'의 경우 문제를 풀기 위한 전략 중 다음과 같은 개략적 전개를 가지는 전략을 갖고 문제를 풀어 나갈 수 있다.

독수리를 구출하기 위한 가장 빠른 방법 모색하기.  
얼마나 시간이 걸릴것인가?



이 전략에서는 독수리를 구출하기 위한 가장 빠른 방법을 모색하기 위해 문제의 상황을 조사하고 분석하게 된다. 여러 가지 구출 작전을 세워보면서 이 중 가장 빨리 수행해 낼 수 있는 작전을 탐색하게 되며 상황을 해결하기 위한 유연성있는 전략을 찾게 된다. 그리하여 그 작전의 현실적 가능성에 대한 테스트를 실시하며 그 작전에서 일어나는 구출 시간을 측정해 본다. 이 동안, 학생들은 그룹별로 각각의 상황에 관한 추측을 서로 토의해 가면서 그 작전의 성공 여부를 찾아나간다. 가장 최선의 구출 작전을 찾아낸 각 그룹은 발표와 토의를 통해 그 그룹의 작전의 결점을 발견하거나 보다 나은 방법을 발견해 나갈 수 있다.

## 3. 유사(Analogous) 문제의 제시

12가지의 각 모험 이야기는 본 문제상황을 해결한 후 본 문제상황과 관련있는 유사한 문제가 제시됨으로써 학습자는 문제해결을 위한 새로운 도전을 받게 된다. 'Rescue at Boone's Meadow'의 경우 다음과 같은 유사한 문제의 도전이 주어진다.

◇ 연료 소비: 초경량비행기의 연료 소비 비율이 달라지는 경우에도 Emily는 독수리를 구출할 수 있을 것인가?

◇ 가솔린 용적 및 소모(consumption): 초경량비행기의 가솔린 용적 및 소모 비율이 달라지는 경우 비행기의 비행 시간 및 거리는 어떻게 변할 것인가?

◇ 역풍(head wind)과 순풍(tail wind) I: Emily가 비행 도중 역풍(head wind) 혹은 순풍(tail wind)을 만나게 되는 경우에도 독수리의 구출이 가능할 것인가?

◇ 초경량비행기의 비행 시간과 거리 범위: Larry의 초경량비행기가 10 mph의 역풍을 맞게 되는 경우 그 비행기의 비행 시간과 거리 범위는 어떻게 되는가? 10 mph의 순풍인 경우는 어떠한가?

◇ 역풍(head wind)과 순풍(tail wind) II: 초경량비행기가 역풍과 순풍을 만나는 경우 역풍으로 인한 부족을 순풍이 이를 가능하게 할 것인가? 또한 Boone's Meadow로 직접 비행해서 독수리를 살고 다시 되돌아온다면 얼마만큼의 시간이 걸릴 것인가? 이때 그 비행기의 평균 속력은 30 mph보다 크거나 작은 그 근처의 값인가? 그 이유는 무엇인가?

◇ Charles Lindberg: Charles Lindberg는 그의 비행을 위하여 고려하여야 할 사항은 무엇인가? 그가 만약 10 mph의 순풍 속력을 계획한다면 이를 무사히 마칠 수 있을 것인가? 20 mph의 경우는 어떠한가? 얼마동안의 비행시간이 걸릴 것인가? 순풍을 타지 않고 그는 파리(Paris)까지의 비행을 마칠 수 있을 것인가?

## IV. Jasper 시리즈에 관한 연구

Jasper 시리즈의 등장이후 LTC는 전통적인 교수방법과 Jasper를 활용한 다양한 교수방법과의 비교 연구를 하는 등 다수의 연구를 수행하였다.

### 1. 문장제 문제에서의 전이(transfer)에 관한 연구

전이에 관한 첫 번째 연구는 수학에서 상위권인 초등학교 5학년 학생들을 대상으로 이루어졌으며 *Jasper*(구체적으로 *JCC*)를 경험한 학생 집단과 단순히 문장제(word problems)를 푸는 방법으로 문제해결을 경험한 집단 사이에 좀더 복잡한 문제상황을 직면하였을 때의 문제해결력의 차이를 관찰하고자 하였다. 그 결과 문장제를 주로 경험한 집단은 *Jasper* 집단에 비해 1단계 또는 2단계의 문제해결을 요구하는 문장제에서는 좋은 성적을 나타냈지만 그 이상의 고단계를 포함하는 문제에서는 문제해결력에 있어 *Jasper* 집단과 차이를 나타냈다(Goldman 외, 1991 참조).

### 2. *JCC*에서 *RBM*으로의 전이에 관한 연구

비록 *JCC*와 *RBM*의 이야기 구성이 특별한 수학적 과정을 공유하고 있지는 않지만 *JCC*와 *RBM* 모두 여행계획이라는 공통주제를 갖고 있다. 예를 들어 시간, 연료에 대한 고려 등이 두 시리즈 모두에게 공통적으로 등장하는 고려요인들이다. 반면, *JCC*는 *RBM*에 비해 최적화에 관한 부분을 포함하고 있지는 않다. 그리하여 이 연구의 초기 단계에서 연구진은 이전의 연구에서와 같이 *Jasper* 집단과 문장제 집단으로 나누어 *Jasper*를 경험한 *Jasper* 집단과 문장제를 보다 더 경험한 문장제 집단사이에서 주목할 만한 전이가 나타날 수 있을까에 관해 그다지 기대하지 않았다. 하지만 연구 결과, *JCC*를 보여준 후 *RBM*의 문제 상황을 해결해 나가는 집단의 특성에 주목한 후 각 집단사이에 커다란 차이를 보임이 나타났다. *Jasper* 집단이 문장제 집단에 비해 *JCC*에서 *RBM*으로의 주목할만한 전이를 나타냈음이 측정, 보고되었다(CTGV, 1997).

### 3. *RBM*과 유사한 문제상황으로의 전이에 관한 연구

그 다음연구로는 *RBM*을 이용하여 그 이야기 내에서의 구출 작전에 관한 비슷한 상황이 주어졌을 때의 학생들의 문제해결력을 측정하고자 하였다(Goldman 외, 1993). 실험집단의 학생들은 *RBM*을 풀어 보았고 가장

최적의 해결방안을 시청하면서 그들의 해결방안과 비교하였다. 한편, 비교집단의 학생들은 단지 *RBM*을 시청한 후 최적의 해결방안을 시청하였다. 그후 그들에게 본래의 *RBM* 상황으로부터 조금 변형된 상황을 주어진다.

첫 번째 근-전이(near-transfer)문제는 *Hilda*에 홍수가 나서 그곳에 경비행기가 이착륙을 할 수 없는 상황이 된다. 대안적인 방법으로 *Mason*이라는 근처의 마을에 착륙할 수 있음을 시사하며 *Hilda*를 거치지 않고 득수리를 가장 빠른 시간 내에 구출할 수 있는 방안을 찾도록 하는 문제이다. 여기서 실험집단과 비교집단사이에는 그 문제해결력에 있어 실험집단이 상당히 높은 점수를 나타낸다. 두 번째 근-전이 문제는 경비행기의 속력을 원래의 30 miles/hour에서 20 miles/hour로 바꾼다면 최적의 구출작전은 무엇이며 그 시간은 얼마나 걸릴 것인가 하는 문제이었다. 이 문제에서도 마찬가지로 실험집단이 비교집단에 비해 상당히 높은 점수를 나타냄으로써 *Jasper*를 경험함이 전이에 있어 긍정적인 효과를 보임이 나타났다.

### 4. 문제해결에 있어 협력학습 대 개인학습 비교 연구

*Jasper* 시리즈의 문제를 해결해 나가는 과정에 있어 혼자서 문제를 해결하는 학생과 동료 친구들과 함께 문제를 해결해 나가는 학생들 사이에 문제해결력에 있어 차이를 보일 것인가 하는 연구를 수행한 바 있다. 연구 결과 *Jasper*를 스스로 혼자 해결하기보다는 동료 친구와 함께 복잡한 문제상황을 해결해 나가는 과정 속에서 그들이 스스로는 해결하기 힘든 문제라도 친구와의 협력을 통해 복잡한 문제를 해결할 수 있는 능력이 길러졌음이 나타났다(Barron, 1991; CTGV, 1994; McNeese, 1992).

### 5. 수학 교사 교육에서 *RBM*의 활용 및 그 효과에 관한 연구

수학 교사 교육에 있어 멀티미디어 *Jasper* 시리즈(구체적으로 *RBM*)의 실제적인 활용이 예비 수학 교사의 교수전략에 관한 결정 및 수학과 컴퓨터 관련 테크놀로지에 관한 태도에 미치는 영향에 관한 연구(김민경, 1997)로서, 그 결과, 수학을 가르침에 있어 멀티미디어의

활용이 적절하게 모델링되어 실용화되어질 때 예비 수학 교사의 수학 및 컴퓨터와 컴퓨터 관련 테크놀로지에 대한 태도와 교수 전략 결정에 긍정적인 영향을 줌이 나타났다. 더욱이, 예비 교사 교육뿐 아니라 교사 재교육의 전반적인 과정에서 테크놀로지의 적절한 활용은 장차 연구자들의 멀티미디어를 이용한 구성주의적 접근 방식의 모델화가 비/비례 이외의 다양한 분야로의 전이를 가능하다.

## V. 결론 및 제언

교육에서 효율적인 교수-학습이 이루어지기 위한 한 방안으로 장래 개발되어질 교육용 멀티미디어 컨텐츠의 개발 및 그 발전에 기여하기 위해 본 논문에서는 교육용 멀티미디어 컨텐츠의 하나인 *Jasper* 시리즈의 이론적 배경과 제작 배경, 컨텐츠의 구성, 관련 연구들을 살펴 본 후 이를 실제적인 학습환경에서 효율적으로 활용할 수 있는 방안에 관해 살펴보았다. 초기 *Jasper* 시리즈를 시작할 즈음에는 LTC의 명성 및 그 위력은 그다지 주목할 만한 것은 아니었다. 하지만 이들 구성원은 그들이 계획하고 실행하는 가운데 도움을 받을 수 있는 지원의 경로를 모색하여 초기 연구는 McDonnell 재단으로부터의 지원을 받아 수행할 수 있었고, 그 다음에는 National Science Foundation으로부터의 지원을 받아 12개의 시리즈 중 10개를 제작할 수 있었다. 또한 Eisenhower 재단의 지원을 받아 그들의 진행하는 프로젝트의 평가연구를 수행할 수 있었다. 이렇듯 그들의 목적을 수행하는데 있어 외부적 지원의 경로를 모색하지 않았더라면 지금의 LTC는 존재하지 않았을 것이다.

*Jasper* 시리즈를 만든, 현재 90여명의 전문인들로 구성된 LTC 구성원들은 교육학자, 교육심리학자, 수학교육학자, 수학자, 과학자, 미디어 전문가, 평가 전문가 등으로 각기 분야에 있어 전문성을 나타내는 학자들로 구성되어 있다. 또한 *Jasper* 시리즈를 만들어지기까지 앞에서 언급되었듯이 적지 않은 세월과 적지 않은 전문 연구인의 노력이 합해져 그 결실을 보게 되었다. 한번 제작한 테 그치지 않고 끊임없는 연구와 평가를 거듭하여 보다 나은 시리즈의 구성과 보다 효율적인 활용방안을 모색한 그들의 노력을 주목할 수 있다.

우리 나라에도 우리 나라 정서와 문화에 적합한 시나

리오의 전개를 통해 우수한 수학교육용 멀티미디어 제작이 가능하다고 본다. 이를 위해 교육용 멀티미디어 제작을 전담할 수 있는 전문 멀티미디어 제작사에 대한 국가적 육성과 사회적 차원의 지원이 시급하며 교육용 멀티미디어의 제작에 참여하는 제작진은 간 학문적 통합이 가능하고 열린교육에서의 활용이 가능한, 교수-학습적 측면에서 신중하게 분석, 설계, 개발된 시나리오를 제작, 활용할 수 있도록 힘을 모아야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 김민경 (1997). 수학교육에서 멀티미디어 활용과 교수전략에 있어서 그 효과. *대한수학교육학회논문집* 7(1), pp.369-379.
- Barron, B. (1991). Collaborative problem solving: Is team performance greater than what is expected from the most competent member? Unpublished doctoral dissertation, Vanderbilt University, Nashville, TN.
- Bereiter, (1984). How to keep thinking skills from going the way of all frills. *Educational Leadership* 42, pp.75-77.
- Bransford, J.S.; Stein, B.S.; Delcos, V.R. & Littlefield, J. (1986). Computers and problem solving. In C. K. Kinzer, R. Sherwood, & J. D. Bransford (Eds.), *Computer strategies for education* Columbus, OH: Merrill pp.147-180.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher* 18(1), pp.32-42.
- Cobb, P.; Yackel, E. & Wood, T. (1992). A constructivist alternative to the representational view of mind in mathematics education. *Journal of Research in Mathematics Education* 23(1), pp.2-33.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1990). Anchored instruction and its relationship to situated cognition. *Educational Researcher* 19(6), pp.2-10.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1991). Technology and the design of generative learning environments. *Educational Technology* 31(5),

- pp.34-40.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1992). The Jasper experiment: An exploration of issues in learning and instructional design. *Educational Technology Research and Development* 40(1), pp.65-80.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1994). From visual word problems to learning communities: Changing conceptions of cognitive research. In K. McGilly (Ed), *Classroom Lessons: Integrating Cognitive Theory and Classroom Practice*, Cambridge, MA: MIT Press Bradford Books pp.157-200
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1997). *The Jasper project*, Lawrence Erlbaum Associates, NJ.
- Davidson, N. (1990a). *Cooperative Learning in Mathematics: A Handbook for Teachers*. Addison-Wesley Publishing Co.
- Davidson, N. (1990b). Small-group cooperative learning in mathematics. In T. J. Cooney (Ed.), *1990 Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics*, Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics pp.52-61.
- Duffy, T. M. & Jonassen, D. H. (1992). Constructivism: New implications for instructional technology. In T. M. Duffy and D. H. Jonassen (Eds.), *Constructivism and the Technology of Instruction*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp.1-16.
- Gick, M. L. & Holyoak, K. J. (1980). Analogical problem solving. *Cognitive Psychology* 12, pp.306-365.
- Goldman, S.R.; Vye, N.J.; Williams, S.; Rewey, K.L.; Pellegrino, J.W. & the CTGV (1991, April). *Problem space analyses of the Jasper problems and students' attempts to solve them*. Paper presented st the American Educational Research Association, Chicago.
- Goldman, S.R.; Williams, S.; Vye, N.J.; Bransford, J.D. & Pellegrino, J.W. (1993). *Flexible knowing in complex problem solving situations*. Paper presented at the meeting of the Society for Research in Child Development, New Orleans, LA.
- Lidz, C.S. (1987). *Dynamic assessment: An interactional approach to evaluating learning potential*. New York: Guilford.
- McNeese, M. (1992). *Analogical transfer in situated cooperative learning*. Unpublished doctoral dissertation, Vanderbilt University, Nashville, TN.
- National Council of Teacher of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York, NY: Basic Books.
- Resnick, L.B. & Resnick, D.P. (1991). Assessing the thinking curriculum: New tools for educational reform. In B. Gifford and C. O'Connor (Eds.), *Changing assessment: Alternative views of aptitude, achievement, and instruction*, Norwell, MA: Kluwer Academic, pp.37-76.
- Sherwood, R. D., Kinzer, C. K., Bransford, J. D., & Franks, J. J. (1987). Some benefits of creating macro-contexts for science instruction: Initial findings. *Journal of Research in Science Teaching* 24(5), pp.417-435.
- Van Haneghan, J.P.; Barron, L.; Young, M.F.; Williams, S.M.; Vye, N.J. & Bransford, J.D. (1992). The Jasper series: An experiment with new ways to enhance mathematical thinking. In D. F. Halpern (Ed.), *Enhancing thinking skills in the sciences and mathematics* (pp.15-38). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Whitehead, A.N. (1929). *The aims of education*. New York: MacMillan.

## A Study of Mathematics Educational Multimedia Development: Focused on the Jasper Series

**Kim, Min Kyeong**

Department of Elementary Education, Ewha Womans University, Seoul, Korea

e-mail: mkkim@mm.ewha.ac.kr

In order to serve effective teaching and learning environments with an appropriate harmony of hard technologies and soft technologies and to contribute to multimedia contents design and development, this study shows that the theoretical backgrounds, producing backgrounds, contents scenario, and related research as well as their use and integration into realistic classroom. In our environments, it is believed that it is possible for us to develop effective mathematics educational multimedia development fitting to our culture and emotion. Thus it is urged that the government should support the professional multimedia development & production association enthusiastically.