고속 정보 통신 시대의 수학 교육 활성화 방안 모색

강 완 (서울교육대학교)
백석윤 (진주교육대학교)
장경윤 (건국 대학교)
류희찬 (한국교원대학교)

I. 서 론

정보화된 현대 사회는 이제 교육에 있어서 패러다임의 변화(paradigm shift), 즉 과거와 판이하게 다른 수업 체제의 변화를 요구하고 있다. 기존의 교육이 일방적 의사 소통과 집합적 수업 체제에 의존하는 강의식 교육인데 비하여, 새로운 교육 패러다임은 쌍방적 의사 소통이 가능하고, 개별화 학습을 통해 시공간의 물리적 거리뿐만 아니라 교사와 학생 사이의 심리적 간격마저도 좁히 보려는 다양한 시도들이 이루어지고 있다. 그리고, 그러한 미래형 수업 방식은 컴퓨터와 정보 통신 기술의 발달에 의해 그 실현 가능성이 더욱 높아지고 있다. 실제로 "교육, 업무, 오락 등 여러 분야 사이의 상호 경계가 사라져 가고 있다" (Thorson pp. 5-16).

이러한 변화의 요구는 문명 발전에 따른 자연발생적 성격으로 이해될 수도 있지만, 어느 정도는 국가 정책적 측면의 요구에 따른 것으로 볼 수도 있다. 이른바 교육 개혁이 추구하는 "열린 사회", "열린 교육"의 정신(이명현 p. 21 참조)에 따른 새로운 교육 체제는 정보와 지식의 통로가 모두에게 활짝 열린 교육적 장치를 요구하고 있다. 구체적으로 정부는 2015년까지 45조원의 예산으로 정보 고속도로를 구축할 예정이며, 2010년까지는 모든 교육 기관, 도서관, 정부 기관, 의료 기관 등을 망라하는 국가 정보망을 구축할 계획이다. 또한 열린 교육을 위한 지원 사업으로 각 학교의 멀티미디어 컴퓨터 시설 확보, 멀티미디어 학습 자료를 개발, 원격 교육 지원 등이 추진되고 있다.

그러나, 이러한 첨단 수업 체제의 도입에 대비하여 교육 현장의 준비 태세는 빈약한 실정이다. 더구나 공학 기술의 빠른 발전 추세로 볼 때, 교육계의 실질적인 연구와 준비가 매우 시급하다. 특히, 교과의 내용과 특성에 따라 원격 수업의 방식이 특성화되어야 함은 당연한데, 이에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다. 수학이라는 하나의

교과 내에서도, 예를 들어 기하나 대수와 같이, 상이한 특성을 지닌 내용 영역 별로 교수 학습 방법이 세분화되어 제시되어야 한다. 본 연구는 이 같은 교수 공학적 발전과 변화의 추세에 대비하여, 의미 있는 수학과 수업을 위한 효과적인 방안들을 모색해 보고자 하는 것이다.

정보 고속도로를 통해 가장 활발히 이용될 교육 방식의 하나로서 "원격 교육(telelearning)"은 매우 가치 있는 교육 체제로 우리 앞에 다가서고 있다. 원격 교육의 장점으로 교육에 드는 경비를 줄인 수 있다는 점을 가장 먼저 손꼽는 이도 있으나, 저렴한 유지 경비에도 불구하고 처음 원격 교육 시스템을 구축하는 데 소요되는 초기 비용이 만만치 않다는 지적도 있다. 무엇보다도 원격 교육의 장점은 교육의 질을 높일 수 있다는 점에서 찾을 수 있다. 원격 교육은 그 다양한 방법에 따라, <자율 학습 모드>를 지원할 수 있는가 하면, 각종 음향, 영상 장치를 효과적으로 사용할 수도 있고, 학습자와의 대면 효과를 구현하여 개별화 학습의 장점을 십분 살릴 수 있는 장점을 지니고 있기도 하다.

원격 교육에 관한 연구는 교육 공학의 일반적 관점에서 볼 때 비교적 활발히 이루어지고 있는 편이라고 할 수 있다. 특히, 1996년 5월 한국교육공학회에서 개최한 "정보 공학과 교육 혁명: 온라인 열린 교육"이라는 주제의 국제 컨퍼런스에서는, 각국에 실시되고 있는 각종 원격 교육의 실상이 소개되었으며, 원격 수업의 가능한 대안적 수업 체제가 다수 연구 발표되었다. 그 중 대표적인 것으로, 황대준의 "컴퓨터 기반의 통합 멀티미디어 원격 교육 시스템" 연구는 원격 교육 시스템의 유형을 분석하고, 다양하고 효과적인 기능을 지닌 원거리 통신 기반 기술인 두레(DooRae)를 개발 제시하여, 교육에 실질적인 적용 가능성을 한층 높여 주었다.

원격 교육을 포함하여 교육 공학적 기술의 발달은 컴퓨터의 멀티미디어 기능에 힘입은 바 크다. 멀티미디어란 '디지탈화된 음성, 문자, 그래픽, 영상 등의 다양한 정보를 사용자가 기기와 상호작용하며 통합 처리할 수 있는 정보 환경' (안병덕, 김종철 p. 208), 또는 '컴퓨터의 주도하에 시각과 청각적인 정보망을 만들고, 저장하고, 전달하며, 재생해 내는 상호작용적 커뮤니케이션 체제' (이인숙 p. 178)로 정의된다. 일반적으로 멀티미디어의 특징으로는 상호대화성 (interactiveness), 디지탈화 (digitalization), 다양한 표현 형태 (mixed expression) 등을 들 수 있다 (안병덕, 김종철, pp. 208-209).

효과적인 원격교육은 단지 화상과 음성 정보의 교환뿐만 아니라, 멀티미디어를 이용한 각종 정보 조작의 공유도 의미한다. 따라서, 전자 학습 도구와 원격 교육 방법은

서로 상호 작용하여 개발되어지는 것도 의미가 있다. 수학 교육과 관련해서는 1995년 4월 호주에서 개최된 국제 수학 교육학 회의 국제 컨퍼런스에서 멀티미디어를 이용한 전자 학습 도구와 원격 교육의 결합에 관한 다수의 연구를 찾아 볼 수 있다. 이 컨퍼런스의 주제는 "수학 교육에서의 지역간 협력"이었으며, 이 중 특히 프랑스의 Colette Laborde가 발표한 "호주 멜보른과 홍콩을 연결한 원격 수업에서의 전자 학습 도구 Cabri Geometry의 사용 실험"은 미래의 수학과 수업 체제와 관련하여 매우 시사하는 바가 크다. 이 실험은 참가자 모두에게 직접 공개되었는데, 단순한 화상과 음성의 전달뿐만 아니라, 전자 학습 도구를 통한 학습 경험과 정보의 공유가 어느 정도로 가능한지를 보여주는 실험으로서 매우 의미 있는 것이었으며, 우리 나라에서도 이와 같은 연구가 절실히 필요함을 말해 주고 있다.

이외에도 인터넷이 제공하는 월드와이드웹 서비스를 이용한 원격 교육도 주목을 받고 있다. 웹의 교육적 혜택으로는 (1) 사용이 용이하고, (2) 점점 더 많은 교육적 서비스들이 추가되고 있으며, (3) 교육 대상자와 제공자, 자원의 활용이 다양하고 무한하고, (4) 다양한 학습 활동을 만들어 내기에 충분한 데이터베이스를 제공하고 있다는 점을 들 수 있다 (이인숙 p. 179 참조). 현재로는 인터넷상에서 다운로드에 걸리는 시간의 문제가 주요 결점이다. 그러나, 이 문제가 해결된 이후의 활발한 웹 사용을 위해서라도, 수학 학습의 종합적이고 다양한 데이터베이스를 구축하는 일이 시급히 요구되고 있다.

이러한 멀티미디어를 활용하는 새로운 수학 교육 체제에 대한 본격적 탐색을 위해서는 원격교육 실시 방법과 멀티미디어 전자 학습 도구의 제작 활용 등에 대한 기술공학적 이해가 뒷받침되어야 한다. 이제 원격 교육 실시에 관하여 이해되어야 할 테크놀로지의 측면을 정리해 보고, 수학과 교육에 활용될 수 있는 전자 학습 도구의 한 예를 택하여 그 교육적 활용 가능성을 검토해 보기로 하자.

II. 원격 수학 교수-학습을 위한 테크놀로지

1. 원격-수학-교수-학습 시스템의 개요

원격 교육(Distance Education)이라는 용어가 사용되기 시작한 것은 1982년 국제원격교육협회(International Council for Distance Education)이 출발하면서이다. 본 연구에서 채택하고 있는 원격 시스템의 모태는 전자 산업계에서 개발하여 산업적인 목적으로

제작된 소위 "원격영상회의 시스템(On-line Video Conference System)" 또는 "통합시청각통신 시스템(Integrated Video & Audio Communication System)"으로 불리고 있는 종합적인 첨단 원격 통신 시스템이다. 이 원격 통신 시스템은 원거리의 두 개 이상 지역을 주로 T1급(1.544Mbps) 이하의 고속 부호급 회선[1]으로 연결하여 이 시스템의 핵심 기기인 CODEC(COder & DECoder)을 통해 그래픽 자료는 물론 動映像, 음성 등의 자료를 압축 coding하여 real-time으로 동시에 상호 교류함으로써 실제 같은 장소에서 마주 보며 대화하는 상황에 근접한 환경을 제공한다.

현재 산업계에서는 정보의 가치가 예전 보다 빠른 속도로 상승하고 있으며, 요즈음의 대기업체는 자사의 이윤 추구를 위하여 필요한 정보의 교류나 멀리 떨어져 있는 업체들 상호간의 회의시 시공간의 제한을 타개하기 위하여 이와 같은 원격 통신 시스템의 수요가 절대적이다. 이와 같은 원격 통신 시스템은 1927년 미국의 Bell Lab에서 처음 구상되어 1964년 미국의 AT&T사의 Picture Phone 과 같은 desk-top 형태의 초보적인 형태로 시작하여 요즈음과 같은 첨단의 형태로 발전된 것이다.

이제 그 발전의 정도가 교육계에서도 응용하여 그 효과를 낙관할 수 있을 정도의 단계에 이르렀다는 판단과 함께 선진국에서는 이 시스템을 전통적 교육 시스템의 약점을 보완하기 위한 수단으로 이용할 수 있는 방법을 연구하고 실제로 일부 활용을 하고 있는 상태에 도달해 있다. 원격 통신 시스템의 교육에의 도입 필요성은 앞서 지적한 바와 같이 학습자의 요구에 따른 시공간의 제한을 극복한 유연성 있는 교육 행위의 실현 ; 교육 환경 여건 불량 지역의 문제를 해소시키는 경제적인 교육 행정의 실천; 그리고 다수의 교육 수요자에게 다양하고 풍부한 교육 자료를 공급할 수 있다는 데서 찾을 수 있다.

원격 통신 시스템을 학교 교육에 활용함으로써 얻을 수 있는 효과를 기술적인 측면에서 분석해 보면 다음과 같다 : (1) 동시에 두 지역 이상의 장소에서 같은 집단적 교육 행위가 이루어지는 경우에는 서로 떨어진 장소이지만 같은 장소에서 교육 행위가 이루어지는 상황에 근접한 효과를 거둘 수 있다는 점이다. 즉, 서로 떨어진 두 개 이상의 장소에서 교육적 여건을 가장 잘 갖추고 있는 한 장소를 중심으로 하여 다른 장소에서도 그와 유사한 교육 효과를 거둘 수 있게 한다는 것이다 ; (2) 교육의 중심

---

1). 원격영상회의를 위한 국내 통신선로는 한국통신이나 DACOM에서 고속 부호급 회선(56Kbps - 1.544Mpbs) 형태로 제공되고 있으며, 전송 속도가 높을 수록 해상도 및 동영상 보상 기능이 좋아 방송 TV의 화질에 접근한다.

장소를 정하여 놓고 이 곳과 연결된 여러 곳에서의 필요에 따라 원하는 시간에 연결하여 필요한 교육 자료를 불러내어 수요자의 조건에 맞춘 교육 효과를 거둘 수 있게 한다는 것이다 ; (3) 담당 교사나 동료 학생들 간의 상호 개별적인 교류를 통한 학습과 교수 활동을 화상의 방법으로 시간의 제한을 극복하여 실행할 수 있다는 점이다.

특히 학교 교육 중 수학 교과 교육에서의 원격 통신 시스템의 도입의 필요성은 여타 교과보다 절실하다고 할 수 있다. 수학 교과의 특성상 교과의 내용이 추상적이고 난이도가 다양하기 때문에 학생들의 수학적 이해도에서 개인차가 크다. 이와 같은 학습자의 개인차를 해소시키기 위하여 수학교육에서는 효과적인 개별학습식 교육 방법의 개발이 지속적으로 연구의 대상이 되어 왔다. 그 동안 Program 학습이나 CAI 형태의 개별 학습 방식이 존재해 왔지만 학습자 개개인의 조건에 부합되는 다양한 학습 환경의 제공은 불가능하였다. 그러나 현재 우리가 논의하고 있는 원격 통신 시스템을 충분히 활용할 때 학습자는 PC를 통하여 자신이 원하는 시간과 장소에서 자신의 수준에 맞는 수학을 원하는 만큼 반복하여 학습할 수 있고, 또한 학습 진도에 구애를 받지 않으면서 자신의 학습 속도에 따라 자유로이 진행할 수 있다. 이 정도의 학습 환경은 치밀하게 조직된 CAI 형태의 S/W를 통해서도 가능하지만 필요할 때는 담당 교사나 다른 학생과 1 : 1 로 서로의 모습을 화면을 통하여 보면서 학습할 수 있는 환경이나 추상적인 수학의 내용을 구체적이고 생동감 있는 자료 화면을 불러내어 이해를 도울 수 있게 하는 학습 환경은 원격 정보 통신 시스템의 활용의 경우에만 가능케 된다.

2. 원격 수학-교수-학습 시스템 구성 요소

원격 수학 학습 시스템의 구성 요소는 크게 나누어 S/W, C/W 와 H/W로 구분할 수 있다. 이 중에 S/W는 해당 학년의 수학 교과 내용의 진개를 학습자의 다양한 조건에 맞추어 미리 설계해 놓은 것으로 학교 수학 수업을 모체로 한 기본적인 수학 교수 활동의 **動映像化**한 자료[2]는 물론 수학 교수과정의 필요한 부분에서의 학습자의 이해와 흥미를 돕기 위한 풍부한 자료, 학습한 개념이나 내용을 연습, 평가할 수 있는 문제와 그 풀이 및 보충 설명 등을 말한다. C/W는 앞서 기술한 S/W를 기본 수학 교수 활동을 근간으로 하면서 주변에 필요한 자료를 Data Base화하여 접근하기 쉬운 형태로

2) 이 자료는 기존의 CAI 체제에서 사용되던 S/W처럼 Text나 Graphic 정도의 자료가 아닌 실제 교사의 교수 활동을 녹화하여 저장한 Tape를 학생이 PC 상에서 소위 VOD(Video on Demand) 방식으로 불러내어 볼 수 있는 동영상을 의미한다.

의미 있게 연결 지워 놓고, 필요한 경우 현 학습 상태에서 담당 교사나 동료와 화상 연결을 가능케 하는 즉 전술한 모든 상황이 학생의 Multimedia PC를 통하여 운용될 수 있게 구상된 일관된 체제를 의미한다. 이와 같은 S/W와 C/W의 개발은 현재 시작 단계에 불과하며 앞으로 수학교육계에서의 많은 연구가 집중되어야 할 분야라고 할 수 있다. 그리고 H/W는 본 절에서 주로 다루어질 내용으로 앞의 S/W와 C/W가 제 기능을 발휘하는 것을 실현시킬 수 있는 일련의 장치이다. 실제로 원격 수학 학습 시스템의 시도가 출발할 수 있는 계기는 이와 같은 H/W의 개발이 가능하고 그 동안 많은 발전이 있었기 때문이라고 할 수 있다.

다음의 도표는 원격 수학 학습 시스템을 구성하는 H/W의 구성 요소를 정리한 것으로 크게 **映像** 설비, **音響** 설비, **電送** 설비, **制御** 설비, **補助** 설비 등으로 나눌 수 있다. 원격 수학 학습 시스템을 구성하는 H/W 중 핵심 설비라고 할 수 있는 것은 전송 선로와 CODEC(Coder & Decoder), MCU(Multipoint Control Unit)이다. 우선 전송 선로의 방식으로는 위성, 광케이블, 동축 케이블, microwave 등의 방법이 있다. 위성을 사용하는 경우는 특별한 경우로 이점은 많으나 그만큼 경비가 많이 든다는 약점이 있다. 따라서 지상의 전송 선로로는 광케이블이나 동축 케이블을 이용하는 경우가 많은데 광케이블이 전송 속도가 빠르고[3] A/V 및 다른 data 들도 동시에 전송할 수 있어 위성 사용의 경우와 유사한 효과를 낼 수 있으며 앞으로 곧 우리 나라의 경우 정보고속 도로망이 이 광케이블을 사용하여 구축되기 때문에 광케이블은 앞으로 효율적이며 경제적인 전송 선로가 될 것이다. 다음, CODEC은 아날로그 영상 및 음성 신호를 압축하여 디지털 신호로 변환시켜 전송하고(encoding) 수신자 측에서는 이를 다시 아날로그 신호로 변환시켜(decoding) 받아들이는 기능을 갖고 있다.[4] MCU는 CODEC과 연결하여 사용하는 디지탈 전환 장치로 다수 지역에서 동시에 만들어지는 디지탈 영상 신호를 전환시키는 기능을 갖고 있다.[5]

---

3) 광케이블 1 core 당 10억 bps로 전송이 가능하다.

4) CODEC 의 성능은 영상 압축 능력에 따라 다음의 3 가지 종류로 분류된다: (1) 384Kbps-2.048Mbps 사이의 T1급 CODEC; (2) 56Kbps-384Kbps 사이의 저속 CODEC; (3) 45 Mbps급 CODEC.

5) MCU는 Audio Bridge를 내장하고 있어 Video와 Audio 신호를 같은 전송 선로 상에 압축 전송을 할 수 있어 별도의 Audio Line 없이도 항상 상대방의 음성을 청취할 수 있다.

설비 구분	구성 장비	기 능
영상 설비	* Camera	* 교수 활동시 교사나 학생의 화면 및 자료 화면 포착
	* Monitor	* 송수신 화면의 Display
	* VTR	* 영상 자료 녹화 및 재생
	* Projection TV(43")	* 대형 화면 Display
	* Video Projector & 70" Screen	* 초대형 화면 Display
음향 설비	* Mic	* 교사나 학생의 발언 포착
	* Speaker	* 수신 음성의 출력
	* Audio Mixer	
	* Audio Cassette	* 음성 자료의 녹음 및 재생

설비 구분	구성 장비	기 능
전송 설비	* CODEC	* Video, Audio, Data 신호의 압축, Coding, Decoding 및 T1신호 전송
	* MCU	* 다중 영상 연결 장치
	* CSU	
	* 전송 선로	* 영상을 비롯한 모든 신호를 전달하는 경로
제어 설비	* A/Video Matrix Switcher	* 영상, 음성 입력 방송 및 분할 * 송출 화면의 선택 Monitoring
	* Main Control PC	* Audio, Video 설비 제어 * 다점접 장치 제어 * CODEC 제어
	* Controller & Keypad	* Audio, Video 설비 제어 * 다점접 장치 제어 * CODEC 제어
	* CODEC Crt	* CODEC 제어, 상태 표시
보조 설비	* Briefing System	
	* Multi-media PC	
	* Data Viewer	

그림 1.

3. 원격-수학-교수-학습 시스템의 Network 구성

일반적인 원격 교수-학습 시스템의 network 구성은 한 개의 원격 교수-학습 본부를 중심으로 하여 몇 개의 원격 학습 支部를 어떠한 방식으로 연결하고자 하는가에 따라서 다음의 4 가지로 나누어 볼 수 있다. 첫째, "1 : 1의 구성"으로 가장 기본적인

network라고 할 수 있다. 둘째, "三角 구성"으로 본부와 2 개 원격 학습 支部를 상호 연결하는 방식으로 2 개 支部의 화면을 동시에 본부에서 수신할 수 있다. 셋째, "1 : n 구성"으로 14 개 이내의 동시 다중수업망 구성으로 5 개의 독립된 삼각망의 운영이 가능하며 이를 위해서는 디지탈 전환 장치인 MCU가 사용된다. 넷째, "복합 구성"으로 15개 이상의 支部를 연결하는 수업망으로 MCU 및 T1회선교환 장치가 필요하며, 복잡한 망제어를 위하여 scheduling 설비가 사용된다.

다음의 그림은 앞서 언급한 4 가지 유형의 원격-수학-교수-학습 network를 도식화한 것이다.

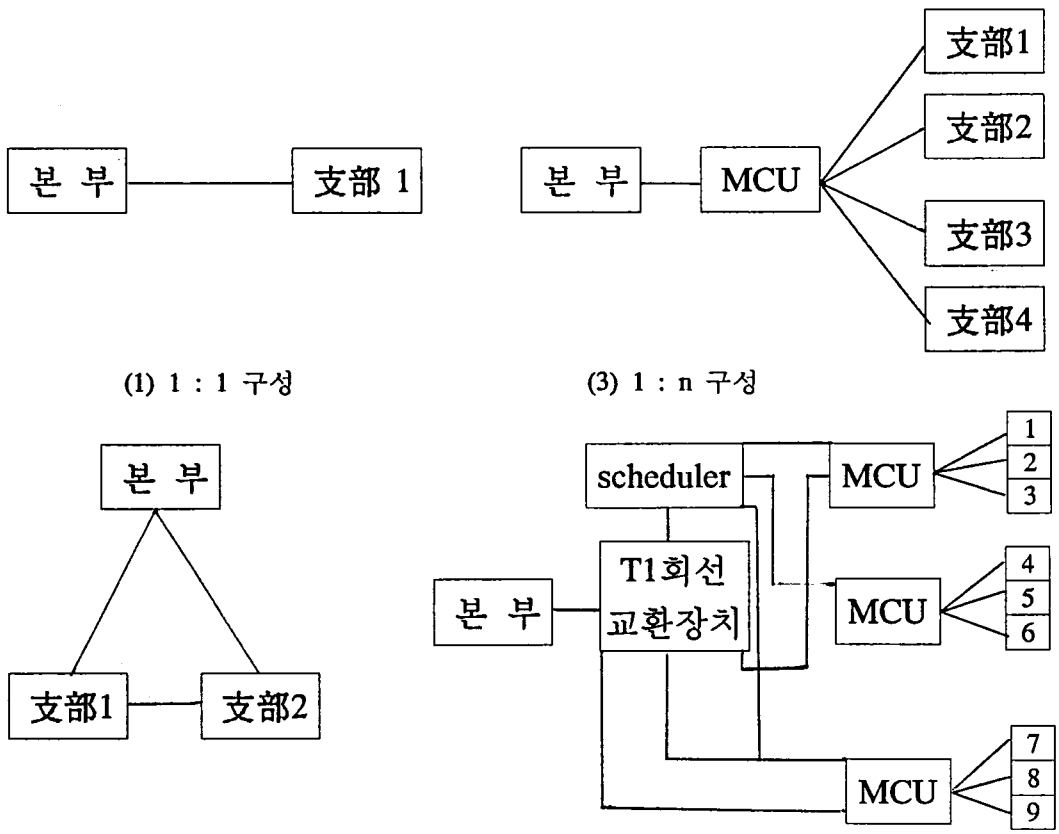

그림 2.

특히, 본 연구에서 실험적으로 의도하고 있는 network의 유형은 기본적인 1 : 1 구성으로 이에 대한 상세한 구성도는 아래 그림과 같다.

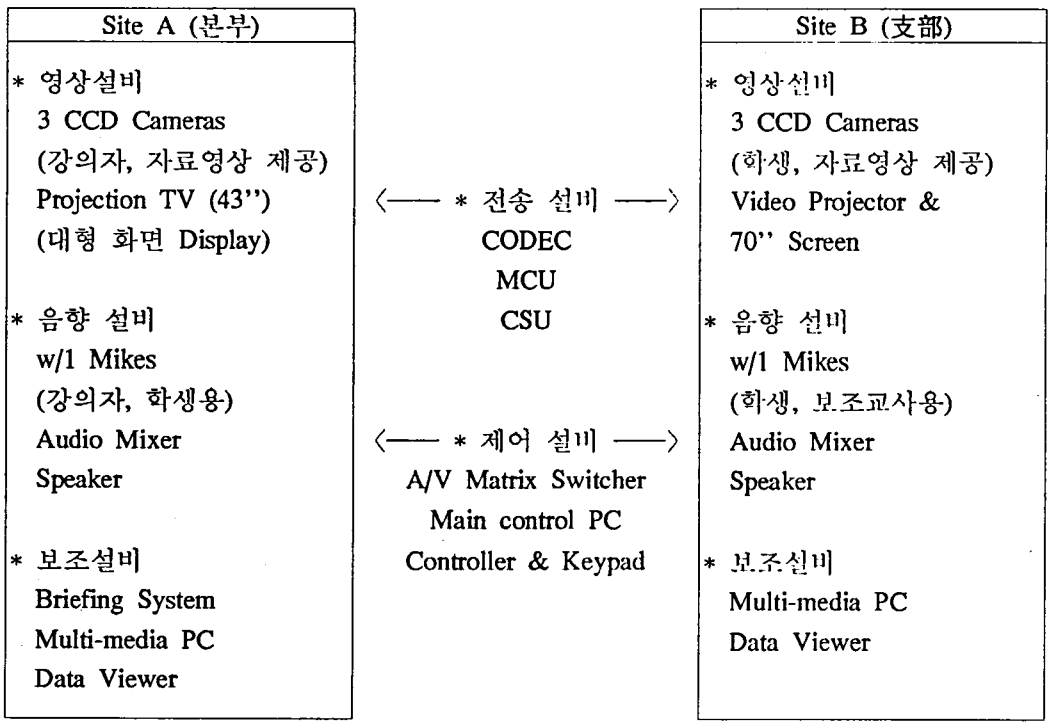

그림 3.

4. 원격 교육 system과 multimedia의 연합

앞에서 논의한 원격 수학-교수-학습 시스템에 생동감 있고 풍요한 수학 교수-학습의 내용과 환경을 추가시키기 위해서 반드시 필요한 기능이 요즈음 脚光을 받고 있는 소위 multimedia[6]이다. 즉, 원격 교육 시스템은 서로 떨어져 있는 두 지역 사이에 교수-학습의 행위가 갖는 時空間의 제약을 해소하기 위한 H/W라면, 이 시스템이 보다 높은 질의 수학 교수-학습의 효과를 거두게 하기 위하여 기본적인 강의를 補助하는 text는 물론 graphics, animation, video, audio 등의 복합적인 다중모드(multimode)의 정보 매

6) Multimedia는 일반적으로 디지탈화된 음성이나 문자, graphics, 영상 등의 다양한 정보를 사용자가 multimedia의 H/W와 상호작용하면서 통합 처리할 수 있는 정보처리 환경을 의미한다.

체로 표현된 자료를 제공하는 multimedia의 H/W 와 S/W가 전대적으로 필요하다.

오늘날 우리 나라도 최근 몇 년 사이에 방송통신 위성인 무궁화 1, 2호를 발사한 것을 비롯하여 초고속 정보고속도로의 건설 예정 등 사회 전반의 멀티미디어 활용을 위한 준비 태세에 突入하고 있다. 특히, 21 세기를 대비하여 초고속 정보통신망의 구축은 교육 분야에 우선적으로 활용하는 것으로 예정되어 있기 때문에 교육계에서의 멀티미디어의 효과적인 활용을 위한 연구와 준비 작업은 이제 필연적이며 또 시급하다고 할 수 있다. 요즈음 전국적으로 확산되고 있는 Internet의 교육현장에의 보급 및 활용의 움직임(Kid Net, Internet in Education)은 멀티미디어 용으로 가공된 정보를 교육 분야에 효과적으로 활용하고자 하는 상징적인 시도라고 할 수 있다.

이와 같이 원격 교육 시스템과 잘 조화를 이루었을 때 그 교육적 효과를 극대화 할 수 있는 멀티미디어가 갖고 있는 특성은 상호대화성(Interactiveness), 표현의 다양성, 신호의 디지털화(Digitalization) 등으로 이들 성질 모두 풍부하고 고품질의 교육 정보의 전달에 중요한 역할을 한다. 정보 공급자와 사용자의 상호대화성은 정보 사용자가 공급자와 대화의 형식으로 정보를 교환하고 반응을 진단할 수 있는 상황이 가능함을 의미한다. 이 상호대화성은 멀티미디어가 갖는 특성 중 교육적인 측면에서 앞으로 많은 효과를 거둘 수 있는 중요한 이유가 된다. 상호 대화가 가능한 상황에서는 사용자가 스스로 원하는 정보를 선택하여 얻어 보고, 또는 새로 가공하여 상대에게 다시 제공할 수 있는 즉 정보의 재창조도 가능하게 된다. Multimedia의 상호대화성을 높이기 위해서는 학습자와 PC 사이의 interface에 대한 지속적인 연구가 필요하다. 다음, multimedia가 갖고 있는 정보 표현의 다양성은 단순히 정보가 여러 가지의 형태로 - text, 음향, 動映像, 停止映像 등 - 제공될 수 있다는 측면을 말한다기 보다는 이와 같은 다양한 형태가 서로 유기적으로 융합되어 사용자인 학습자에게 정보를 이해하기에 쉽고 정확한 형태로 전달할 수 있음을 의미하는 것이다. 끝으로 신호의 디지탈화라 하면 다양한 형태로 표현된 정보를 서로 통합하는 것을 용이하게 만들기 위하여 각종 미디어의 신호 출력 기능을 디지탈화 함으로써 2개 이상의 미디어로부터 생성된 신호를 통합하여 입력, 출력, 전송을 가능하게 해준다는 것을 의미한다. 일단 디지탈화된 정보는 가공, 처리, 편집 등의 기능 수행에 효율적인 정보가 될 수 있으며, PC를 비롯한 다양한 매체를 통하여 전달이 가능해진다는 장점을 갖고 있어 정보의 폭넓은 소유가 가능해 진다. 즉, 신호의 디지탈화에서는 새로운 교육적 효과보다는 정보를 다루는데 보다 용이해진다는 기능적인 효과를 생각해 볼 수 있다.

결국, 멀티미디어는 교사의 설명만으로는 이해하기 어려운 학습의 내용을 다양한 미디어의 기능 - text, graphics, animation, video, audio 등 - 을 활용한 정보를 학습자가 스스로 혹은 교사의 도움을 받아 사용함으로써 학습의 동기 유발은 물론 이해를 돕고 깊이 있는 학습을 가능케 한다는 잠재적 가능성을 갖고 있다. 수학 학습의 경우에도 Internet의 경우와 같이 다양한 형태로 가공된 풍부한 수학 학습 정보의 data base의 구축이나 이러한 정보를 제공하는 기관이 늘어남에 따라 앞으로는 국내는 물론 국제적으로 수학 학습 정보를 이용하여 탐구학습이나, 다양한 전문가들의 助言을 원하는 때 받을 수 있는 원격 학습, 가상 공간에서의 여러 사람과의 협력 학습, 자료 현장의 간접적인 방문, 원격 시뮬레이션, 원격 실험 등의 방법을 통하여 효과적인 수학 학습을 기대해 볼 수 있다.

III. 고속 정보통신시대의 수학 전자 학습 도구

1. 기하학습을 위한 소프트웨어

기술공학의 발달과 보급이 학교 수업의 변화를 예고하며 지속적으로 이에 대한 압력으로 작용해 오고 있다. 기술공학의 사용에 관하여 두 가지 큰 흐름의 변화를 살펴 볼 수 있다. 하나는 하드웨어나 소프트웨어의 사용법을 간단히 함으로써 사용을 위한 훈련을 최소화하려는 움직임이고, 다른 하나는 "수행지원 도구(performance support tools)"에 초점이 맞추어 지고 있다는 것이다(Lesgold, A., 1993). 수행지원도구란 사용자가 활동의 영역과 계열을 조절하도록 되어 있으며 활동의 생산성을 높이기 위하여 사용자에게 통합된 정보, 학습기회, 도움말 등이 즉시 주어지도록 고안된 소프트웨어를 말한다. 수행지원도구에 있어서 중요한 요건은, 사용자가 선택하고 고안한 학습 및 자기평가활동이 언제라도 수정될 수 있어야 하며, 또 교사나 학교 지도자, 정책입안자들 사이에서 확신을 증대시키기 위해 충분히 검사되어야 한다는 것이다.

기하의 영역에서 탐구형 소프트웨어로는 Apple 컴퓨터용으로 이스라엘에서 개발된 [Geometric Supposer] (Yershalmy et. al, 1987)가 처음으로 교육적으로 긍정적인 평가를 받았다. [Geometric Supposer]는 사용자에게 다수의 도형을 화면에 제공하고 길이나 넓이를 측정해 줌으로써 기하학적인 원리등을 귀납적으로 추론해 낼 수 있도록 하였다. 그러나 사용자가 자유롭게 도형을 조작하기는 어려움이 있었다. Mac Paint 등의 그림을 위한 소프트웨어가 나오면서 사용자가 화면에 마우스를 이용하여 그림을 그리고

도형의 회전이동, 대칭이동 등을 다룰 수 있게 되었으나 이들은 기하학습을 염두에 두고 고안한 것이 아니었다. 현재 기하학습에서 사용자 중심의 소프트웨어로 개발되어 널리 사용되고 있는 것으로 Cabri-Géometrè와 Geometer's Sketchpad(Nicolas, 1992)가 있다. 두 소프트웨어는 메뉴제시 양식과 일부 기능에 차이가 있으나 거의 유사한 용도로 사용될 수 있으며 최근 외국에서는 이들을 활용하기 위한 신전적인 제안과 연구들이 활발히 이루어 지고 있다(e.g., Giamati, 1995; Scher, 1996). 여기에서는 Cabri-Géometrè를 소개하기로 한다.

2. Cabri-Géometrè의 특징과 기능

Cabri-Géometrè는 기하의 교수-학습에 이용될 수 있는 기하학적인 도형을 작도하는 package로 되어 있다. Cabri-Géometrè는 점, 선분, 직선, 원과 이들 사이의 관계를 다루고 있으며 사용자로 하여금 기하학적인 작도를 할 수 있게 한다. 이 소프트웨어는 사용자들이 직접 마우스로 조작하여서 도형의 기본 점들을 움직일 수 있도록 해 주며, 이때 그 도형은 작도시에 부여된 모든 성질을 그대로 간직한 채 즉각적으로 그림을 변화시킨다. Cabri-Géometrè의 기본적인 특징은, 사용자들로 하여금, 도형을 정적인 그림이 아니라 기하학적인 관계들로 연결된 역동적인 대상들의 모임으로 생각하게 한다는 것이다. 사용자는 자유롭게 그림을 조정할 수 있다.

Cabri-Géometre는 소우주(micro world)의 하나로서, 결합하여 하나의 의도하는 효과를 얻기 위해 기본 요소들의 모으게 된다. 하나의 결과를 위해 여러 가지 방법을 사용할 수 있도록 하며, 열린 탐구공간을 제공하고, 실현되었을 때 대상의 직접적인 조정을 가능하게 해 준다.

Cabri-Géometrè는 학습자로 하여금 유클리드기하를 탐색하도록 한다. 직접적이고 흥미있는 조작을 통해 기하학의 개념을 탐색하고 추론해 내게 하는 도구이다.

중요한 특징으로 직접적인 조작과 일종의 프로그래밍인 매크로(macro) 기능의 두 가지를 들 수 있다.

1) 직접적인 조작이 가능하다.

사용자는 모니터에서 기하학적인 도형과 직접적으로 만날 수 있다. 사용자는 비록 자와 컴퍼스는 가지고 있지 않지만 메뉴와 마우스 조작을 통해 도형을 모니터 화면에 작도할 수 있다. 사용자가 작도를 마쳤을 때, 자신의 작도가 올바른 지를 간단히 직접 확인할 수 있다. 예를 들어 정사각형을 작도한다고 하였을 때, 일단 화면에 정사각형

이 만들어 지고 난 후에 정사각형의 임의의 한 꼭지점을 선택하여 마우스를 이용하여 이곳 저곳으로 위치를 움직여 보면 모양이나 크기, 위치가 변하게 되는데 그래도 여전히 원래 의도한 도형인가를 시각적으로 확인해 보면 되는 것이다.

2) 컴퓨터가 작도과정을 갈무리한다.

Cabri-Géometrè에서 작도과정을 갈무리하는 데 이것은 두 가지 수준에서 이용될 수 있다. 하나는 기본적으로 지원되는 갈무리이다. 처음 Cabri-Géometrè를 접하는 사용자라도, 그가 여러 가지 요소들로 이루어진 어떤 도형을 작도하였을 때, 도형위의 임의의 한 기본요소를 선택하여 움직이면, 나머지 요소들은 작도시에 부여된 상호 관련성을 그대로 유지하면서 함께 변형된다. 두 번째 수준에서의 갈무리는 (다른 컴퓨터 언어에서) 프로시져와 같은 macro-construction이다. 이는 사용자가 자신의 일련의 작도과정을 기존의 Construction menu에 추가시켜 이용할 수 있게 하는 것이다.

Cabri-Géometrè는 1986년 프랑스에서 THINK C 언어로 Macintosh 컴퓨터에서 사용하도록 개발되었으며 후에 Turbo C++을 사용하여 IBM-PC용으로 만들어 졌다(Baulac, 1992). 프랑스에서 실제 수업과 관련된 연구들이 이루어 지고 있으며, 현재는 Hyper-CABRI라는 이름으로 HyperCard stack과 연결시켜 그 학습환경에서 교수학적인 대화기능을 추가하고 있다(Vivet, et. al., 1991).

지원되는 기능

메뉴를 통해 지원되는 기능은 file 조작기능, 편집기능, 작도기능, 측정, 매크로기능 등이다.

(1) 기본 작도 : 기본적으로 임의의 점, 선분, 직선, 삼각형, 원을 그릴 수 있고, 화면에 나타난 대상(object) 위에 임의의 점, 또는 두 개의 대상의 교점을 인식하여 표시할 수 있다. 선분의 중점, 선분의 수직 이등분선, 평행선, 수직선, 대칭점, 각의 이등분선의 작도가 가능하다. 또 대상에 기호를 붙일 수 있다.

(2) Look of objects : 대상을 숨기거나, 다른 것 들과 구별되게 굵은 선으로 표시하거나 색깔을 달리 지정할 수 있다. 예를 들면 반지름을 공유하는 원을 두 개 그려 정삼각형을 작도하고 난 후에 두 원을 화면에 나타나지 않게 감출 수있다.

(3) 측정기능 : 각의 크기나 선분의 길이를 측정한다.

(4) 점의 궤적(locus) : 도형에 포함된 기본 대상을 마우스로 끌어 움직일 때, 도형위의 점의 궤적을 굵은 파선의 형태로 나타낸다.

3. Cabri-Géometrè를 이용한 학습

Cabri-Géometrè는 기하학적인 개념과 원리들을 분석하고 새로운 관계들의 추론을 조명해 주고 이를 즉각적으로 확인할 수 있는 역동적인 학습환경을 제공해 준다.

몇 가지 활동예를 통하여 이러한 측면을 살펴 보도록 하겠다.

1. 정사각형의 작도

정사각형을 작도하라. 점을 변화 시킬 때도 모양을 유지할 수 있도록 하라.

2. 주어진 한 점을 중심으로 하고 주어진 선분을 반지름으로 하는 원의 작도

3. 삼각형에 내접하는 정사각형의 작도

4. 각의 내부에 있는 한 점을 지나는 직선이 각의 변과 만날 때, 그 점에서 두 교점에 이르는 거리가 같게 되도록 하는 직선 작도하기.

5. 직사각형의 작도.

   a. 둘레의 길이가 일정한 직사각형.

   b. 넓이가 일정한 직사각형

6. motion geometry

IV. 결 론

오늘날 하나의 millenium을 마감하고 새로운 millenium의 문턱에 다다른 시점에서의 과학 문명의 발달은 그야말로 예측을 不許하는 상태에 이르렀다고 하여도 과언은 아니다. 특히, 요즈음의 사회를 정보화 사회라고 일컫을 만큼 정보 통신 분야의 기술 발전은 첨단을 謳歌하고 있다. 이와 같은 정보 통신 기술의 발전에 동기 부여의 역할을 한 것은 다름 아닌 양적으로 폭증하는 정보라고 할 수 있다. 현대 사회는 문화, 정치, 경제, 교육 등 사회 전반에 걸쳐 정보를 만들어 내는 정보 생산자뿐만 아니라 이와 같은 정보를 필요로 하는 정보 수요자가 공존하면서 정보 생산자로부터 정보 수요

자에게로의 원활한 정보의 이동, 공급이 이루어질 때 균형 있는 사회로의 발전이 가능하게 된다.

특히, 교수와 학습 행위로 이루어지는 교육 활동 - 교수자와 학습자가 동일 時空間에서 상호 교류하는 전통적 방식을 극복한, 즉 時空間의 제한을 해소시킨 방식의 교육 활동 - 은 넓은 의미에서 볼 때 결국은 정보 공급자로부터의 정보 수요자로의 교육적 정보의 전달 행위로 볼 수 있다. 다만, 교육적 정보는 그 속성상 전달 과정에 사용되는 정보 전달의 기계적 수단(hardware)과 정보 전달의 인위적 방법(software)에 따라 그 質이 다양하게 결정될 수 있는 민감성을 갖고 있는 점이 특징이라고 할 수 있다. 따라서 같은 교육적 정보라 할지라도 어떠한 전달 수단과 방법을 통하는가에 따라 학습자의 학습 결과에 작용하는 영향이 다양할 수 있기 때문에 그 시대에 존재하는 첨단의 정보 전달의 기계적 수단(H/W)과 이에 적합한 형태로 고안된 인위적 방법(S/W)이 결합하여 교육적 효과를 높이기 위한 연구가 지속적으로 이루어 왔다. 현재 20세기 말의 정보화 사회를 이끌어 가는 첨단의 PC와 통신 수단들을 교육 분야에서도, 즉 교육 공학적인 매체로써 응용, 적용하려는 움직임이 시작되고 있다는 것은 당연한 현상으로 볼 수 있다.

앞서 언급한 바와 같이 이와 같은 첨단의 정보 통신 장비와 기술이 오늘날과 같이 급속도로 발전할 수 있게 된 원동력은 다양하고 풍부한 정보의 생산과 이러한 정보에 대한 수요의 증가 때문이라고 할 수 있다. 요즈음 우리 사회에서도 하나의 붐을 이루고 있는 Internet에 대한 관심은 결국 다양하고 풍부한 정보에 대한 수요 때문이라고 할 수 있다. Iinternet에서 제공하는 교육적 정보는 체계적으로 이용될 때 그 量과 質의 양 측면에서 현재 우리의 교육에 긍정적인 효과를 올릴 수 있는 잠재적 가능성을 갖고 있다. 이와 같이 전통적 교육 기관인 학교가 제공하는 교육적 정보 외에도 다양한 정보 매체를 이용하여 공급될 수 있는 良質의 교육적 정보가 개발되어 수요를 기다리고 있는 상황이 전개되고 있다.

따라서 良質의 교육 정보와 첨단의 정보 매체가 결합될 때에는 전통적인 교육 방법을 통한 학교 교육에서는 얻을 수 없었던 특별한 교육적 효과를 거둘 수 있는 시대적 상황에 이르러 있는 것이다. 현대 사회가 소유하고 있는 정보나 정보 매체를 잘 활용할 때 우리는 다음과 같은 교육적 효과를 기대할 수 있다 : (1) 교육 수요자 중심으로 즉, 학습자의 요구에 따른 학습 시공간의 제한을 극복한 교육 행위가 이루어 질 수 있다 ; (2) 전통적 학교 교육 시스템을 탈피하여 효율적인 교육 시스템을 통한 경제적

교육을 실천할 수 있다 ; (3) 다수의 교육 수요자가 손쉽게 다양하고 풍부한 교육 자료를 공유할 수 있다

이상의 논의를 특정의 교과 교육에 국한하여 전개해 볼 수도 있다. 특히 수학 교과 교육과 관련하여 수학 교육적 정보와 정보 통신 기술을 사용할 때 전통적 학교 수학교육에서 얻을 수 없는 교육 효과를 창출할 수 있다고 생각한다. 수학이란 교과의 학습에 있어서 항시 부정적인 요소로 잠재되어 온 것으로는 추상적 내용으로 이해가 쉽지 않다는 점과 외부 실제적 세계나 타 교과와 遊離되어 다루어져 왔고 실제로 그러한 성격이 강하다는 점, 그리고 학습의 흥미 유발을 꾀할 수 있는 요소의 부족 등을 생각해 볼 수 있다. 따라서 그 동안 수학 교육의 연구에서는 이와 같은 교과 교육 상의 고유한 否定的 요소를 제거, 緩和시키기 위한 노력으로 지속적인 연구가 이루어져 왔다. 이와 같은 관점에서 근자의 발전된 정보 통신 기기와 기술을 교육 공학적으로 활용할 때 수학 교육에서 특별히 요구하는 다음과 같은 사항을 충족시킬 수 있다고 생각한다. 첫째, 수학 학습의 개별화이다. 즉 교육 행위가 학습자를 중심으로 수행되는 것으로 각 학습자마다 원하는 시각이나, 학습 지속 시간, 반복 회수는 물론, 수학 내용, 참고 자료 등 개인적인 학습 조건이나 요구에 최대한 맞추어진 수학 학습의 운용이 가능하다. 둘째, 수학 학습에 대한 흥미나 관심의 助長이다. 수학 학습과 관련된 풍부한 자료를 여러 가지 형태의 정보 매체를 통하여 항상 접할 수 있는 대기 상태에 있게 준비해 줌으로 해서 학생들의 수학 학습에 대한 자연스러운 흥미나 관심을 유도할 수 있다.

참 고 문 헌

구광조, 전평국, 강완 (1996). *數學 敎育 改革 方案에 관한 硏究 (硏究 報告 RR 94-I-2)*. 한국 교원 대학교 부설 교과 교육 공동 연구소.

안병덕, 김종철 (1996. 5.). 교육용 CD-ROM 타이틀의 환경과 개발 방향. *정보 공학과 교육 혁명 : 온라인 열린 교육* . 한국교육공학회 주최 국제 컨퍼런스, 서울.

이명현 (1996. 5.). Open society and education - 열린 사회와 교육 낙원. *정보 공학과 교육 혁명 : 온라인 열린 교육*. 한국교육공학회 주최 국제 컨퍼런스, 서울.

이인숙 (1996. 5.). "영국의 최근 원격 통신 학습의 발전과 그 의미"에 대한 요약 논의. *정보 공학과 교육 혁명: 온라인 열린 교육*. 한국교육공학회 주최 국제 컨퍼런스, 서울.

황대준 (1996. 5.). 컴퓨터 기반의 통합 멀티미디어 원격 교육 시스템. *정보 공학과 교육 혁명 : 온라인 열린 교육*. 한국교육공학회 주최 국제 컨퍼런스, 서울.

Baulac, Y., Bellemain, F., & Laborde, J. (1992). *The interactive geometry notebook.* Pacific Grove, CA : Brooks/Cole Publishing Company.

Fey, J. T., & Hirsch, C. R. (Eds.) (1992). *Calculators in Mathematics Education : 1992 Yearbook.* Reston, VA : National Council of Teachers of Mathematics.

Giamati, C. (1995). Conjectures in Geometry and Geometer's Sketchpad.*Mathetics Teacher*.456-458.

Haruo, H., Shigeki, M., & Kenji, Y. (1995). Teaching mathematics at a distance. In R. Hunting, et al. (Eds.) *Regional Collaboration in Mathematics Education* (ICME regional conference proceeding held in April 19-23, Monash University, Melbourne, Australia), pp. 553-560.

Howson, G., & Wilson, B. (1986). *School Mathematics in the 1990s.* Cambridge : Cambridge University Press.

Kenney, M. J., & Hirsch, C. R. (Eds.) (1991). *Discrete Mathematics across the Curriculum, K-12: 1993 Yearbook.* Reston, VA : National Council of Teachers of Mathematics.

Laborde, C. (1995). Cabri-Gèomètre in one lesson. In R. Hunting, et al. (Eds.)

Regional Collaboration in Mathematics Education (ICME regional conference proceeding held in April 19-23, Monash University, Melbourne, Australia), pp. 59-68

Laborde, C. (1995). Cabri-Géometrè in one lesson. In R. Hunting, G. Fitzsimons, P. Clarkson, A. Bishop. (eds.) *ICMI Regional Collaboration in Mathematics Education.* (Monash University, Melbourne, Australia, Apr. 19-23, 1995) 59-68.

Lesgold, A. (1993). Information Technology and the Future of Education. In S. P. Lajoie & D. Sharon. (eds.). *Computers as cognitive tools.* 369-383. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Assosiates, Publishers.

National Research Council (1989). *Everybody Counts : A Report to the Nation on the Future of Mathematics Education.* Washington, D.C. : National Academy Press.

Scher, D. (1996). Theorems in Motion: Using Dynamic Geometry to Gain Insights. *Mathematics Teacher.* vol. 89 (4) , pp. 330-333.

Thorson, Jerry (1996. 5.). Education, work and play . . . There are no boundaries for the future. *Online Educa Korea - Technological Revolution in Education & Training.* International Conference sponsored by the Korean Society for Educational Technology, Seoul.

Vivet, M., Delozanne, E. & Carriere, E. (1991). Intelligent Tutoring System and Mathematics : A Servey on What's going on in France. In D. Ferguson (ed.), *Advanced educational technology for mathematics and science.* 647-680. New York: Springer-Verlag.