

## 수학과 원격 수업 체제 기초 연구

강완1) · 장경운2) · 류희찬3) · 백석운4)

원격 교육에 관한 연구는 교육 공학의 일반적 관점에서 볼 때 비교적 활발히 이루어지고 있는 편이지만, 수학 교육과 관련해서는 관련 연구를 찾아 보기 어렵다. 열린 교육과 관련하여 원격 교육은 기본적으로 ① 원거리 교실 모델, ② front-end 체제 설계의 두 가지 수업 유형을 고려할 수 있으며, 여기에 새로운 원격 교육 모델로서 ③ 지식 구축 모델, ④ 자료에 기초한 교육 모델로 나누어 볼 수 있다. 원격 수학 학습 시스템의 구성 요소는 크게 나누어 S/W, C/W 와 H/W로 구분할 수 있다. 원격 교육 시스템이 보다 높은 질의 수학 교수-학습의 효과를 거두게 하기 위하여서는 기본적인 강의를 보조하는 text는 물론 graphics, animation, video, audio 등의 복합적인 다중모드(multimode)의 정보 매체로 표현된 자료를 제공하는 multimedia를 활용하는 H/W 와 S/W가 절대적으로 필요하다. 원격 교육 시스템에 멀티미디어를 적용한 실제 예를 들어보면 MIPOS, SDS의 원격 교육 시스템, 내촌 초등학교의 원격 교육 시스템, 두레 멀티미디어 응용 개발 플랫폼 등을 들 수 있다.

### 1. 서 론

정보화된 현대 사회는 교육에 있어서 과거와 판이하게 다른 수업 체제의 변화를 요구하고 있다. 기존의 교육이 일방적 의사 소통과 집합적 수업 체제에 의존하는 강의식 교육인데 비하여, 새로운 교육 패러다임은 쌍방향 의사 소통이 가능하고, 개별화 학습을 통해 시공간의 물리적 거리뿐만 아니라 교사와 학생 사이의 심리적 간격마저도 좁혀 보려는 다양한 시도들이 이루어지고 있다. 그리고, 그러한 미래형 수업 방식은 컴퓨터와 정보 통신 기술의 발달에 의해 그 실현 가능성이 더욱 높아지고 있다.

한편, 우리 나라의 교육 개혁이 추구하는 “열린 사회”, “열린 교육”의 정신에 비추어, 새로운 교육 체제는 정보와 지식의 통로가 모두에게 활짝 열린 교육적 장치를 요구하고 있다. 이러한 요구에 대하여 “원격 교육(telelearning)”은 매우 가치 있는 교육 체제로 우리 앞에 다가서고 있다. 원격 교육은 그 다양한 방법에 따라, 자율 학습 모드를 지원할 수 있는가 하면, 각종 음향, 영상 장치를 효과적으로 사용할 수도 있고, 학습자와의 대면 효과를 구현하여 개별화 학습의 장점을 심분 살릴 수 있는 장점을 지니고 있기도 하다.

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, 교과 내용의 특성에 따라 원격 수업의 방식이 특성화되어야 함은 당연한데, 이에 대한 연구는 거의 전무한

- 
- 1) 서울 교육 대학교 ([137-742] 서울 서초구 서초동 1650)
  - 2) 건국 대학교 사범대학 ([143-701] 서울 광진구 모전동 93-1)
  - 3) 한국 교원 대학교 제3대학 ([363-791] 충북 청원군 강내면 다락리 산7)
  - 4) 서울 교육 대학교 ([137-742] 서울 서초구 서초동 1650)

실정이다. 수학이라는 하나의 교과 내에서도, 예를 들어 기하나 대수와 같이, 상이한 특성을 지닌 내용 영역 별로 교수 학습 방법이 세분화되어 제시되어야 한다.

## II. 원격 수업의 일반 이론

### 1. 원격 수업의 개념

원격 교육(distance education, telelearning)은 때때로 개방 학습(open learning)과 유사한 의미로 사용되기도 한다. Bates(1995, p. 27)는 개방 학습을 '교육기관보다는 학습자 개인의 지리적, 사회적, 시간적 제약에 의하여 유연한 방식으로 학습을 하도록 하는 목적 또는 교육정책'으로, 원격 교육을 '수업 자료 제공자로부터 원거리에서 공부함으로써 개방 학습에 이르는 유연한 방법의 하나'로 규정하여 원격 교육을 개방 학습에 포함시키고 있다.

Kaufman은 원격 수업을 학습자를 통제하는 정도, 대화의 기회, 그리고 사고 기능을 강조하는 정도를 기준으로 3세대로 구분하였다(Bates, 1995). 제 1세대는 주로 한 가지 종류의 기술 공학을 사용하며 학습자와 수업을 설계한 교사와의 상호작용이 거의 없는 시기이다. 제 2세대는 통합된 다중 매체 접근을 사용하며 학습 자료도 원격 학습을 위하여 특별히 제작하였으나 쌍방 통행이 제 삼자(자료를 제작한 사람이 아닌 다른 교사)를 통하여 간접적으로 이루어지는 시기이다. 제 3세대는 수업을 설계한 교사와 원 거리에 있는 학생 사이에, 또는 원거리에 있는 학생들 사이에 개별적으로나 집단적으로나, 직접적인 상호 작용을 허용하는 쌍방 통행 매체에 기반을 두고 있기를 일컫는다.

원격 교육의 필수적인 성격을 규명하기 위한 이론적인 접근들로 C. Wedemeyer의 개별화된 '독립적인 공부', K. Forsythe의 학습 체계와 비견할 수 있는 M. Dellings의 과정 모델(Delling 1987), 원격 교육을 개별화된 교수-학습 형태의 하나로 보는 O. Peters의 견해, 교육 프로그램을 사기(autonomy)와 거리로 분류하는 M. Moore의 독립 학습 이론, '관심의 연속'이라고 불리는 D. Stewart의 지원 모델, 그리고 학생 중심의 소규모 접근 등을 들 수 있다.

그 밖의 이론적 분석은 원격 교육의 기본적인 성격과 다양한 적용을 밝혀 준다. 그러나 D. Keegan이 제시하고 있는 바람직한 요구 조건에 부응하는 것은 오직 일부분이다. 이런 개략적인 요구에 부응하기 위한 시도들이 이루어졌다. 1970년대 초에 K. Graff는 원격 교육의 구조와 과정의 연구의 기초에 관한 결정 모델을 개발하였으나 배후 계산에 중대한 문제가 있다고 결론지었다(Graff, 1970). H. Perraton(1981, 1987)는 원격 교육 이론으로 향하는 경로에 단계들을 제시하였다. 그는 교육을 힘(power)과 연결된 것으로 보고, 평등주의에 부응하는 교육의 확대를 위하여 그리고 대화의 중요성을 강조하기 위한 것이 원격 교육이라고 하였다.

### 2. 원격 수업의 구조와 매체

모든 매체는 표현 형태에 있어서 차이가 있다. 어떤 매체는 그 표현 형태에 관한 한 다른 매체 보다 제한이 많다. 인쇄물은 교재, 그림 등을 다량으로 다룰 수 있다. 천연색 인쇄물도 가능하나 비용이 많이 든다. 라디오나 카세트 등은 소리에 제한되며 컴퓨터도 특정 장치가 없는 경우에는 주로 문서 소통에 제한되었으나 최근 멀티미디어의 급속한 개발로 영상 음향, 동화상까지 다룰 수 있게 되었다. TV는 멀티미디어로 통합되기 쉬운 이점이 있으나 다량의 문서를 취급하는 데는 제한을 받는다. 이들 각 매체

는 수업 과제와 직접적인 관련이 있다.

#### 가. 인쇄물

대부분의 경우 원격 교수-학습은 사전에 준비된 코스에 기초하여 이루어진다. 원격 교육에서 학습 내용을 제시하는 매체로 인쇄물이 많기 때문에 인쇄물에 있어서 원격 학습 코스와 다른 제시물과는 원초적인 관심에서 차이를 보인다. 원격 교육에 사용되는 인쇄된 학습물은 문제가 포함된 교과서들과 근본적으로 차이가 있다. 좋은 교과서에서는 모든 관련된 사실들을 분명하고 논리적으로 제시한다. 그러나 학생들을 가르치거나 안내하지는 않는다. 교과서에 제시된 사실들은 보통 교사의 설명으로 보충되며, 교사들은 학생들에게 거기에서 가장 중시해야 할 것이 무엇인지, 다른 것들과 비교하여 무엇이 다른지, 학생들의 호기심을 유익한 질문으로 나가도록 이끈다. 원격 교육 코스는 발견 학습을 야기함으로써, 명쾌한 예들을 가지고 완전한 설명을 함으로써, 여러 종류의 문제들을 제시함으로써, 학생들이 이미 습득했어야 할 것들을 지속적으로 언급함으로써, 성공적인 문제 해결로 나가는 길을 마련함으로써 학생들을 안내하고 가르친다. 즉 교과서와 교사 설명 모두의 대체물인 것이다.

#### 나. 일방 소통 시청각 매체: 라디오, 녹음기, TV

시청각 매체는 일방 소통 매체(라디오, 녹음기, TV)와 쌍방 소통 매체(전화, 음성 회의, 영상 회의)로 나눌 수 있다. (사실 점차 청각 매체를 다른 매체와 구별하기 어려워졌다.) 라디오는 코스 자료나 인쇄물에 기록된 쟁점들을 토론하거나, 인쇄물 이외의 대안적인 관점을 초청 연사 등을 통해 소개하거나, 분석을 위한 원자료(source material)-예: 사투리- 제공, 음악 등의 연주, 전문가나 증인들의 견해나 증언 모음 등을 제공하는 데 유용하게 사용되는 일방 소통 매체이다. 녹음기도 이와 유사하게 녹음테이프나 CD-ROM을 이용하여 비교적 저렴한 경비로 사용할 수 있는 일방 소통 매체이다.

#### 다. 쌍방 소통 시청각 매체: 전화 교육, 음성 회의, 영상 회의

전화를 이용하여 개인적인 수업이 이루어질 수 있고 bridge라 불리는 특수 장치가 부착되어 여러 사람이 전화로 하는 음성 회의(audio conference)를 할 수도 있다. 이 경우에 전화는 쌍방 소통을 가능하게 한다. 그러나 전화를 통한 교육은 시각적인 요소가 배제되어 있으므로 그림이나 도표 등을 다루기 어렵다. 이를 보완하여 기존의 전화선을 이용하고 컴퓨터, 비디오 카메라, 소프트웨어를 활용하여 음성 뿐 아니라 영상도 함께 소통될 수 있게 되었다. 전화 회의의 특징은 학습이 집단적으로 이루어지며, 보통 쌍방 소통이 이루어지며, 산재되어 있는 소집단을 대상으로 한다는 것이 그 특징이다.

#### 라. 컴퓨터 보조 학습(computer based learning)과 멀티미디어

컴퓨터를 활용한 학습은 크게 두 가지- 컴퓨터 기반 학습(CBL: Computer based learning)과 컴퓨터 중재 학습(CML 또는 CMC: Computer mediated communications)-로 구분할 수가 있다. 컴퓨터 보조 학습은 주로 사전에 프로그램을 만든 경우를 말하며 CAI와도 같은 의미로 사용된다.

컴퓨터 보조 학습의 장점으로는 정보의 표현 방식이 다양하고, 계획된 형태의 대화(예: 피드백)가 허용되며, 모의실험과 모델링, 평가, 개별 학습, 완전 학습이 가능하며, 학습자에게 선택의 여지가 있고, 최근에는 국부적으로 이미 만들어진 자료에 일부 수정이 허용되고 있고, 학습 동기 유발에 긍정적인 효과가

있는 등 장점이 있다. 그러나 이미 만들어진 프로그램들은 대부분 열악한 교수 전략을 사용하고 있으며(Van der Brande, 1993, Bates(1995)에서 재인용), 내용이나 질문, 대답이 미리 정해져 있어 예상치 않은 반응들에 대처하지 못하는 등 유연성이 결여되어 있으며, 가격이 비싸며, 대부분 수학 교육 전문가 등의 참여 없이 제작된 경우가 많으므로 교수학적인 문제가 많은 것으로 나타나고 있다.

#### 마. 컴퓨터 중재 의사 소통(Computer Mediated Communication: CMC)

컴퓨터가 중재하는 의사 소통에는 전자 우편, 전자 게시판, 컴퓨터(화상)회의, 데이터베이스, 인터넷, off-line editing 등 여러 가지 종류가 있는데 여기서는 인터넷과 컴퓨터 회의만 언급하겠다.

월드와이드웹(WWW)은 세계적으로 통용되고 있고 온라인 세계로 나가는 창이다. Web은 소리와 운동, 모의실험, 질문, 실험, 표현을 세계 어디에서나 컴퓨터로 시각적으로 접근할 수 있도록 통합할 수 있다. 오늘날 우리의 교육이 주어진 사실들을 학습하는 것에 기초하며 모든 답은 교사용 지도서에 수록되어 있다. 일반적으로 정보는 책, 비디오, 테입 등의 사전에 준비된 자료에서 얻을 수 있다. 인터넷과 월드와이드웹은 무제한의 정보를 접할 수 있게 해 주며 여러 나라와 문화를 수정 없이 넘나들 수 있게 한다.

컴퓨터 회의(computer conferencing)는 컴퓨터망 위에서 특정 주제를 중심으로 형성한 모임이다. 컴퓨터 회의의 장점의 하나로 분석 기능, 논지의 구성과 방어 기능, 주장의 근거를 대고 다른 학습자의 작업을 비판하는 등 학문적인 대화를 개발시켜 준다는 것이다. 컴퓨터 회의는 다른 학습자나 교사 등과 협력하여 학습을 가능하게 하며 프로젝트 작업을 촉진시키는 그룹을 제공하기도 한다. 또 협동 가능성 때문에 학생들은 스스로 지식을 구축(knowledge building)할 수 있게 된다. 참가자들의 지식과 경험을 극대화하도록 하는 기회가 되며 연령이나 성별 등의 구별이 없이 참가할 수 있으며 다만 각자의 기여도에 의해 평가받는 평등한 기회가 되고 도움과 지원을 제공하려는 준비가 갖추어져 있다. 컴퓨터 회의의 주요 단점으로는 정보의 양이 지나치게 과다한 면이 있다는 점이다.

#### 바. 원격 화상 수업

컴퓨터 전화 회의(audio conference)와 컴퓨터 회의(computer conference)가 복합된 형태로 생각할 수 있다.

### 3. 원격 수업의 교육 이론적 접근

#### 가. 학습 이론

##### (1) 행동주의(behaviorism)

수업 기계의 설계와 컴퓨터에 기초한 훈련의 대부분은 스키너(Skinner)와 같은 행동주의 이론에 크게 영향을 받아 왔다. 행동주의의 핵심적인 양상은 학습에 있어서 의식적인 전략이나 자기 의지를 부정 또는 무시하는 것이다. 학습은 시행착오적 행동의 보상 또는 벌 등의 외적 환경에 영향을 받는다. 학습자는 보상을 받으려 하거나 벌을 피하는 것에 관심이 있으며 교사의 역할은 가장 적합한 학습 결과를 창출하도록 학습 환경을 관리하는 것이다.

##### (2) 인지 이론(Cognitive theories)

행동주의가 기계적 암기, 행동 수정, 운동 기능의 학습 등과 같은 학습에 가치를 두고 있는 반면에 인지심리학자들은 지적 활동의 상당 부분을 설명하는 데 행동주의가 적합하지 않다고 믿고 있다. 의식이나 자아 의지를 무시하는 물리적인 규칙들로 학습과 사고를 설명하려는 행동주의 전통을 따르는 인지심리학자들도 상당수 있다. 인공지능 연구의 대부분이 이 행동주의 전통에서 있다. 이것이 수업 전략을 컴퓨터 프로그램에 구현한 수업 기계 체제를 발달시켰다. Self(1989, pp. 4-5, Bates (1995)에서 재인용)는 이 접근을 다음과 같이 요약하고 있다.

지능 교수 체계(ITS: Intelligent tutoring system) 철학은 지식의 상식 이론 (commonsense theory of knowledge)에서 비롯된다. 개개의 지식은 외부 세계의 객관적인 감각 안에 존재하며, 우리는 세계에서 우리의 감각이나 교사를 통해, 또는 지능 교수 체계에서 지식을 습득할 수 있다.

Self는 이 접근을 내적으로 불충분하다는 생각을 하고 있었다. 그는 '모든 지식은, 자연과학 안에서조차, 추측적이며 지식은 오직 비판을 통해 성장하는 것'이라 주장한다. 많은 인지심리학자들이 의식적인 지적 전략의 학습이 중요하다는 것을 강조하고 있다. 예를 들면 브루너(Bruner)는 학습이란 학습자가 원리와 규칙을 추론하고 이를 검증하는 능동적인 과정이라고 주장한다. 브루너에 의하면 교과목은 내용이나 토픽에 의해서 뿐 아니라 그 교과목 내에서 지식을 정의하고 정당화시키는 방법으로 규명될 수 있다.

피아제(Piaget)에 의하면, 아동들은 개념을 이해하거나 단어와 같은 상징을 다루기 이전에 추상 개념이나 상징으로 표상되는 행동이나 사건을 직접적으로 또는 물리적으로 경험해야 한다. 피아제 외에도 많은 심리학자들이 논리적 사고의 기반을 위해 직접 경험이나 조작의 중요성을 주장한다.

학습과 사고에 있어서 이러한 특성을 받아들인다면 적절한 공학을 선택하려 할 때, 우리는 한 과목에 내재하고 있는 구조와 가정들을 학생들 스스로 알아내고, 검증하고 탐색하는 데 그 공학이 어느 정도 유용한지를 먼저 평가해야 한다. 그리고 동시에 그 공학이 학습자가 만들어 낸 추론과 가정들에 대한 피드백과 비판을 어느 정도나 할 수 있나를 평가해야 한다. 매체와 공학이 직접적이고 물리적인 경험을 어느 정도까지 대체할 수 있는가에 대해서는 역시 논의의 여지가 있기는 하지만, 그러한 경험을 위하여 한 가지 대안이 될 수 있다.

### (3) 인본심리학(Humanistic psychology)

칼 로저스(Carl Rogers)와 같은 인본심리학자들은 행동주의와 정반대의 입장에서 있다. 인본심리학에 의하면 각 개인은 세계에 대한 자기 자신의 의식적 인지에 따라 행동하기 때문에 각 사람은 독특하고 자기 행동을 자유롭게 선택할 수 있다. Rogers는 '각 개인은 자신이 중심에 위치한 경험 세계가 지속적으로 변화하는 가운데 존재한다'고 믿는다. 외부 세계란 사적 세계의 상황에서 이해된다. 그런데, 브루너와 마찬가지로, Rogers도 개인의 과거 경험과 관련한 외부 사건의 의미를 개인이 해석하고 검사함으로써 지식이 구성되어 간다고 생각한다.

그러나 로저스에 있어서 지식의 구성은 사회적인 과정이다. 즉 추측은 피드백을 통하여 또 다른 사람들과의 사회적 접촉을 통하여 기본적으로 검토되는 것이다. 로저스는 학습이 주로 정보의 수용이라는 데에는 의견을 달리 한다. 학습은 학습자와 '촉진자(facilitator)' 사이에 의사 소통을 필요로 한다. 열린 원격 교육자에게 관심을 끄는 것은 인간-기계 관계가 아닌 사람들 간의 관계를 개발하는 데 새로운 공학이 기여할 수 있는 가능성이다.

#### (4) 학습 이론과 원격 교육

어떤 학습 이론을 선택하는가 하는 것이 교수를 위하여 공학을 선택할 때에 매우 실질적인 쟁점이다. 예를 들면 인공지능은 개인의 독특한 경험에 기인한 창조적인 과정의 개발을 나타낼 수 있는가? 기계에 기반을 둔 교육이 개인의 경험들 사이의 다양성과 차이를 나타낼 수 있는가? 만일 그렇다면, 이러한 경험들이 어떻게 본래적 또는 새로운 사고나 통찰에 이르게 하는가? 만일 아니라고 한다면, 기계에 기반을 둔 교육에 크게 의존했을 때 교육적인 결과는 무엇이겠는가? 이 질문들은 객관적이나 과학적인 용어로만 간단히 답해질 수 있는 것이 아니다. 우리가 원하는 교육이나 훈련의 종류에 대한 가치판단의 문제와 관련되어 고려되어야 하는 문제이다.

Bááth는 일반 교수-학습 이론들이 이웃해 있지 않은 경우의 쌍방 의사 소통을 위한 코스 개발에 적용될 수 있는지의 여부를 조사하고 각 이론들이 어떤 의미를 갖는지를 분석하였다(Homberg, 1995). 분석 대상이 된 이론들로는 Skinner의 행동 통제 모델, 기록된 교수(Written instruction)를 위한 Rothkopf의 모델, Ausubel의 조직자 모델, 구조적인 의사 소통 모델, Bruner의 발견 학습 이론, 학습의 촉진을 위한 Rogers의 모델, Gagne의 일반 교수 모델 등이 있다. 여기서 구조적인 의사 소통은 형태심리학에 기초를 둔 것으로 프로그램 학습의 특수한 형태를 말한다.

교재의 자료들은 점진적인 차별화와 종합적인 화합의 원리를 따라야 한다. ... 점진적인 개별화의 원리는 저자로 하여금 계속하여 덜 중요한 것을 소개하도록 요구하며 그들이 방식에 있어서 서로 다르다는 것과 또 앞서 소개된 개념들 보다 장식적이라는 것을 지적해야 한다. Ausubel에 의하면, 이 주요 개념들은 학습자가 낮은 수준의 덜 일반적인 요소들을 학습할 때 학습자에게 동일한 뜻의 종류, 명확성, 그리고 안정성을 제공하여 준다.

### 나. 지식과 기능

공학의 사용에 관하여 의사 결정을 하려고 할 때, 학습 이론을 정리하는 것 외에 지식과 기능을 구별하는 것도 유용하다. Olsen과 브루너(1974)는 학습에는 두 가지 양상이 있다고 하였는데, 한 가지는 사실, 원리, 개념, 사건 관계, 규칙과 법칙 등에 관한 지식이고, 다른 하나는 기능을 개발하기 위하여 그러한 지식을 사용하는 것이라 하였다.

#### (1) 지식 또는 내용의 표현

각 매체는 정보를 표현하는 기호 체계-문자, 소리, 동화상 등-에 차이가 있다. 그러므로 매체마다 다른 종류의 지식을 나타낼 수 있는 정도에 있어서 차이가 있다. 한 예로 책은 문자나 동화상은 표현하지만 소리는 표현할 수 없다. 과거에는 TV나 필름이 다양한 정보를 전하는 매체였지만 현재는 컴퓨터가 이를 능가하고 있다.

상징 체계를 조합하는 방식에 있어서 매체마다 차이가 있기 때문에 각 매체가 지식을 나타낼 수 있는 방법이 달라진다. 그러므로 동일한 실험이라도 기록으로 서술하는 것, TV로 녹화하는 것, 컴퓨터로 모의실험을 하는 것 사이에는 차이가 있다. 과목에 따라 지식의 각 표현 방식에 상대적인 중요성을 달리 부여하기 때문에 이것이 매체 선택에 영향을 끼친다.

각 매체는 지식을 구조화하는 방식에도 차이가 있다. 책, 전화, 라디오, 비디오, 면대 면 강의에서는 지식을 선형(linear) 또는 계열로 구성한다. 병렬적인 활동들이 이 매체들로 표현될 수 있음에도 불구하고 이 활동들은 이러한 매체들로 계열화되어 제시된다. 컴퓨터는 제한된 범위 안에서 동시에 작용하는

여러 변수들을 상호관계를 좀 더 잘 나타내거나 모의실험이 가능하다. 컴퓨터는 역시 제한된 범위 내에서 다른 가능성이나 대안적인 방안을 다룰 수 있다.

학과목에 따라 정보가 구조화되어야 할 방식이 다르다. 또 매체마다 구체적 또는 추상적인 정보를 다루는 능력이 다르다. 매체들이 정보를 상징적으로 나타내는 방식에 있어서, 또한 다른 교과목에서 요구하는 구조를 편리하게 다룰 수 있는 방법에 있어서 차이가 있다고 한다면 우리는 표현 양식과 과목의 주요 구조에 적합한 매체를 선택할 필요가 있는 것이다.

(2) 기능

공학마다 상이한 기능들의 개발을 도울 수 있는 정도에 차이가 있다. Gagne는 학습 유형이나 Bloom의 교육목표 각각을 위하여 공학 매체가 기여할 수 있는 정도가 각기 다르다.

4. 열린 교육과 원격 교육에서의 수업 모델

열린 교육과 원격 교육에서 기본적으로 ① 원거리 교실 모델과 ② front-end 체제 설계의 두 가지 수업 유형을 고려할 수 있다. 여기에 컴퓨터를 통한 의사 소통 등 새로운 쌍방 통행 공학의 출현으로 새로운 원격 교육 모델이 가능하게 되었는데, ③ 지식 구축(knowledge building) 모델과 ④ 자료에 기초한 교육(resource-based mentoring) 모델이 그것이다.

가. 원거리 교실 모델

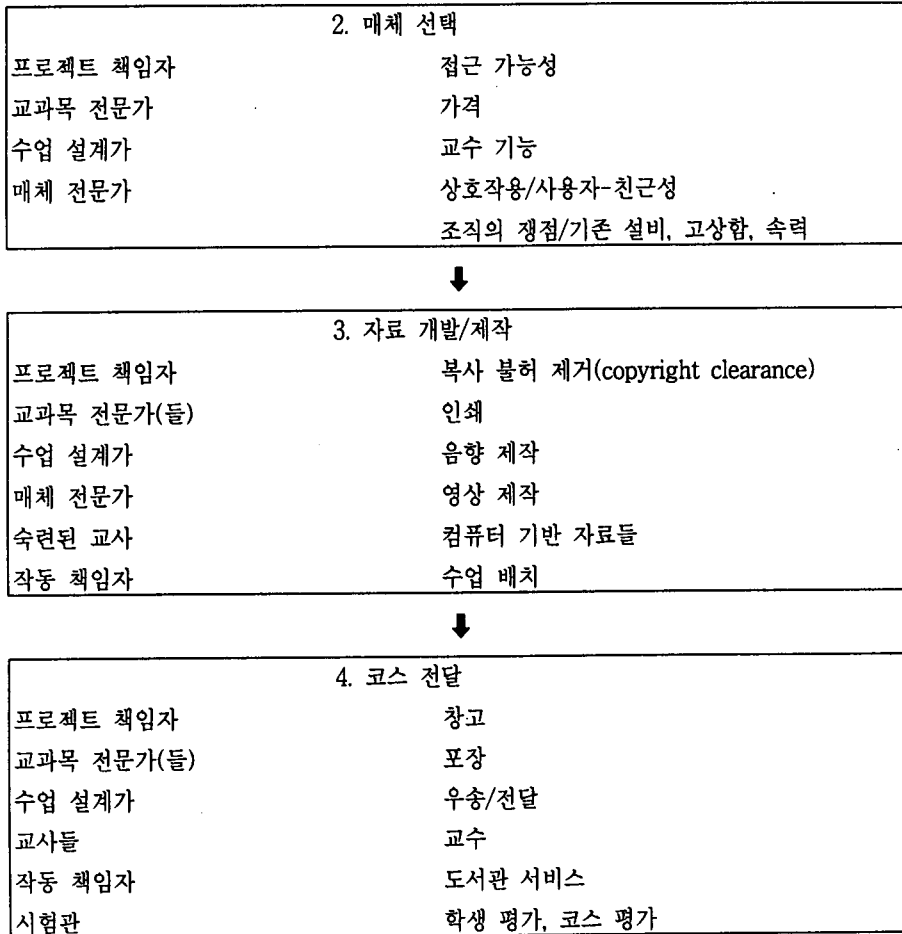
이는 TV 강의나 음향/화상 회의와 같이 면대 면 수업을 원거리 상황에 곧 바로 전이시키는 것이다. 공학은 전달 방식을 다르게 할 수 있다. 그러나 교수 전략은 면대 면 수업과 거의 다를 바가 없다.

나. front-end 체제 설계(system design)

코스 설계에의 체제 접근에 기초한 것으로서 원격 수업을 위해 개발된 모델이다. 초기 설계 단계에서 대규모 투자가 이루어지고 제 3자 교사가 사용하면서 사후 설계를 변화시켜 나간다. 교실 수업보다 일반적으로 광범위한 전문 기술자들이 설계, 제작, 원격 수업 자료 전달에 관여하게 된다. Bates(1995, p. 49)는 이 모델에 적용되는 개발 단계를 ① 코스 개요 개발, ② 매체 선택, ③ 자료 개발 및 제작, ④ 코스 전달의 네 가지로 서술하고 하고 있다. 다음 그림은 개발의 단계와 이에 참여하는 사람, 수행되어야 할 과제들을 표로 정리한 것이다. 여기에서 좀더 상호작용을 허용하는 공학이 적용되는 경우에 이 모델은 보다 덜 정교한 것이 된다. 그러나 그럼에도 불구하고 이 모델은 과정의 본질을 지적하고 있으며 특히 과정 안에서 매체와 공학의 선택이 어디에 위치하는가를 보여 주고 있어서 유용하다.

1. 코스 개요 개발	
프로젝트 책임자	대상 집단 규명
교과목 전문가	규정된 교육과정에 자리잡기
수업 설계자	내용 합의, 교수 방법 합의





<표> 코스 개발 과정 (Bates 1995, p. 49)

이 모델은 인쇄물, TV, 녹음기 등 일방통행 공학을 많이 사용한다. 수업 시작에 앞서 외부의 동료들에게 자료를 평가받음으로써 수업의 사전 질 관리를 중요하게 생각한다. 반면에 원격 교실 모델은 좀더 일상적이고 덜 분석적이며 덜 비판적이기 때문에 수업 과정에서 질 또는 효율성에서 문제가 있을 수 있다. 공학의 사용에 관하여 원격 교실 모델의 경우에는 공학의 선택과 사용 기술에 있어서 덜 준비가 되어 있다. 이는 경제적 이유와 관리의 이유 때문에 원격 교실 모델에서 전문적인 매체 지원 수준이 떨어지기 때문이다. 원격 수업 교사는 대개 공학을 사용함에 있어서도 면대 면 수업을 재현하려 한다. 이것이 많은 교사들로 하여금, 그들이 원격 학습자들의 상황에서 수업 기법을 적용하도록 준비되었음에도 불구하고, 그 공학을 활용할 때의 독특한 수업 특성을 실제 원격 수업에서 구현하지 못하게 하는 원인이 될 수 있다.

여기에 컴퓨터를 통한 의사 소통 등 새로운 쌍방 통행 공학의 출현으로 가능하게 된 두 가지 새로운 원격 교육 모델로서 지식 구축(knowledge building) 모델과 자료에 기초한 교육(resource-based mentoring) 모델이 있다.



#### 다. 지식 구축(knowledge building) 모델

Harrison(1990)은 컴퓨터를 협동 학습에 활용하는 학습(computer conferencing)이 학생들이 그들 자신의 지식을 구축하거나 창조하는 데 아이디어 생성(idea generation), 아이디어 연결(idea linking), 그리고 아이디어 구조화(idea structuring)의 세 가지 방법으로 도울 수 있다고 한다. Teles(1993)는 '전산망으로 교사(주 관리자)와 동료들에게 접근이 가능한 상태에서의 교육' 즉 conferencing을 통하여 지식 구축을 개발할 수 있는 몇 가지 기법을 제시하고 있다.

- 지식 영역의 구축(building knowledge domain): 교사가 학습자에게 한 교과목의 주요 개념이나 사실을 소개할 뿐 아니라 필요한 인지 기능을 개발하도록 돕는다.
- 비계(scaffolding): 학습자가 통달을 위해 공부를 할 때, 교사에 의해 제공되는 지원, 충고, 격려, 피드백을 말한다.
- 반영(reflection): 컴퓨터 conferencing의 비동시적인 본질 때문에 학습자는 반응에 앞서 연구하고 반영할 수 있다.
- 탐구(exploration): 학습자는 다른 사람(교사 포함)의 작업을 비판하고 조언을 주기 위하여 '전문가(expert)'의 역할을 감당해야 한다.
- 수업의 계열화(sequencing instruction): 교사는 수업의 계열(정보의 표현, 개념 학습, 학생들이 학습한 것을 자신의 말로 표현하여 제시한 것, 다른 사람들의 피드백)을 통제한다.
- 동료들과의 협력(peer collaboration for expert practice): 자신의 지식을 다른 사람들과 나눈다.

#### 라. 자료에 기초한 교육(resource-based mentoring) 모델

이 모델은 이미 특정 분야에 기초가 갖추어진 학생들로서 보다 고급 수준을 추구하고 적절한 분야를 찾는 학생들을 대상으로 하고 있다. 이 모델에서, 학습자는 학습자에게 정보의 출처와 그들의 관심에 적합한 기성의 멀티미디어 학습 자료를 안내해 줄 수 있는 특정 전문가에게 교습을 받는다. 교사는 학습자가 필요로 하는 멀티미디어 교수 자료를 포함하고 있는 원격 데이터베이스나 도서관을 학습자가 항해하도록 돕는다. 또 학습자는 프로젝트와 같은 학습 과제를 설정하고 평가하며, 자기와 유사한 관심을 가진 다른 학습자와 전문가들과도 서로 교신할 수 있도록 하는 데 교사의 도움을 받는다. 이는 전자 통신을 통해 원격리에서 작동되는 점만을 제외하면, 학습자 중심 수업과 크게 다르지 않다.

### 5. 21세기 교육공학을 활용한 수업 방향

Ben Shneiderman에 의하면(강명희, 1996), 학습자들은 창조하고, 의사 소통하며, 참여하고, 탐구하고, 돕고, 발견하고, 만들고 싶어하는데, 21세기의 수업은 그러한 학습자의 요구에 부응하도록 변화되어야 하며 여기에 교육공학의 역할이 크게 작용할 수 있다. 일단 학습이 사실이나 원리, 절차의 회상을 넘어서면 창조와 문제 해결, 분석 또는 평가가 이루어지게 되며 학습자들은 사람들끼리의 의사 소통, 질문과 도전 그리고 토론의 기회를 원하게 된다. 그런데 유사한 관심을 가진 사람들이나 필요한 정보들이 가까이 있지 않는 경우가 많게 된다. 또 지식의 급속한 팽창으로 인하여 교사는 '정보의 출처'로서 한계에 이르게 되어 조언자, 관리자 학습의 촉진자로서의 역할이 크게 증대하게 된다. 정보의 습득 경로는 근본적으로 전자 통신 소통에 기초하게 될 것이다. 교사는 학생들의 기능, 특히 정보를 출처를 찾아내는 기능과 정보를 처리하고 분석하는 기능의 개발에 근본적인 관심을 집중해야 한다.

Bates(1995, p. 234)는 교육적인 목적으로 공학을 사용하는 여러 가지 교육과정의 모델을 다음과 같은 표로 정리하고 있다. 학습은 개별적인 공부와 다른 학습자나 교사와의 쌍방향적인 의사 소통 두 가지를 모두 요구하기 때문에, 대부분의 학습이 이들 중 몇 가지를 혼합한 형태가 될 것이다(Bates, 1995).

교육과정 모델	공학	교사의 역할	'가장 적합한' 응용	쟁점
실제 교실(공학이 갖추어진) 현재 실시 중	work station/ 전자 통신	통제자	사회적 개발(예: 사회적 행동, 친밀성); 공학의 사용법	비용 추가
원격 교실 현재 미국	교실들(전자 통신 공학으로 연결)	통제자/ 지식의 근원	새로운 연구/up-dating; 소수의 학생들	front-end 비용 저렴; 신속/용이
원거리 data-base 현재 Internet 미래 multimedia	상호작용적 정보 은행	안내자/ 과정 정보를 돕는다.	지식 항해 기술	복사 불허 (copyright); 접근; 소유권
Networking(개인 또는 집단) 현재 : computer conferencing 미래 : video conferencing	work-station (전자 통신으로 연결)	역할없음/ 안내자/ 통제자	정보 교환/ 전문적 개발/ 지역사회의 반응/ 문제 해결/ 정의 필요	가격 저렴
교사 상자(the box as teacher) 현재 CAI/ 미래 가상 현실	work station (stand alone)/ 교육S/W download	자료의 설계자/해결사(troubleshooter)	(쉽게 변하지 않는) 기본 지식/기능; 대량 시장/고가치의 훈련	front-end 가격 높음.
학습 기계 10년전	work-station(AI-enhanced S/W)/ 원거리 data-base에 연결	없음.	학생의 필요/학습 형태 수용; 인지/운동 기능 개발; 지식 접근/관리	가능한가? 해야 하는가?

기존의 학교 구조에 기술 공학만을 '첨가'하는 전략으로는 기술 공학의 가능성을 최대한 발휘하지 못하도록 할뿐만 아니라 교육의 단가만 증진시킬 뿐이다. 다시 말하면 21세기의 교육기관의 기능과 목적을 세심하게 재검토하고 새로운 교육적 요구에 부응하는 새로운 교육 모델을 사용하는 전자 공학을 사용해야 할 것이다.

### III. 원격 수학 교수-학습을 위한 테크놀로지

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 이루어질 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

특히 수학 교과 교육과 관련하여 수학 교육적 정보와 정보 통신 기술을 사용할 때 전통적 학교 수학 교육에서 얻을 수 없는 교육 효과를 창출할 수 있다. 수학이란 교과의 학습에 있어서 항상 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 교육상의 고유한 否定的 要素를 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 줌으로써 학생들의 수학 학습에 대한 자연스러운 흥미나 관심을 유도할 수 있다.

본 연구의 테크놀로지 장에서는 수학교육과 관련하여 앞서 기술한 첨단 정보 통신 기술의 적용과 그 예상되는 효과에 대한 전반적인 검토 작업과 가상의 수학 수업의 예를 통한 구체화를 시도하였다.

## 1. 원격-수학-교수-학습 시스템의 개요

원격 교육(Distance Education, Telelearning)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 회선으로 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 Phone과 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.

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 개인의 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 1:1로 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 전개를 학습자의 다양한 조건에 맞추어 미리 설계해 놓은 것으로 학교 수학 수업을 모체로 한 기본적인 수학 교수 활동의 動映像化한 자료는 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 의미 있게 연결 지워 놓고, 필요한 경우 현 학습 상태에서 담당 교사나 동료와 화상 연결을 가능케 하는 즉 전송한 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, 동축케이블, microwave 등의 방법이 있다. 위성을 사용하는 경우는 특별한 경우로 이점은 많으나 그만큼 경비가 많이 든다는 약점이 있다. 따라서 지상의 전송 선로로는 광케이블이나 동축케이블을 이용하는 경우가 많은데 광케이블이 전송 속도가 빠르고 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. MCU는 CODEC과 연결하여 사용하는 디지털 전환 장치로 다수 지역에서 동시에 만들어지는 디지털 영상 신호를 전환시키는 기능을 갖고 있다.

설비 구분	구성 장비	기능
영상 설비	* Camera	* 교수 활동시 교사나 학생의 화면 및 자료화면 포착
	* Monitor	* 송수신 화면의 Display
	* VTR	* 영상 자료 녹화 및 재생
	* Projection TV(43")	* 대형화면 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
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 * 다접점 장치 제어 * CODEC 제어
	* Controller & Keypad	* Audio, Video 설비 제어 * 다접점 장치 제어 * CODEC 제어
	* CODEC Crt	* CODEC 제어, 상태 표시
보조 설비	* Briefing System	
	* Multi-media PC	
	* Data Viewer	

### 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 디지털 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.

특히, 본 연구에서 실험적으로 의도하고 있는 network의 유형은 기본적인 1 : 1 구성으로 이에 대한 상세한 구성도는 <그림 1>과 같다.

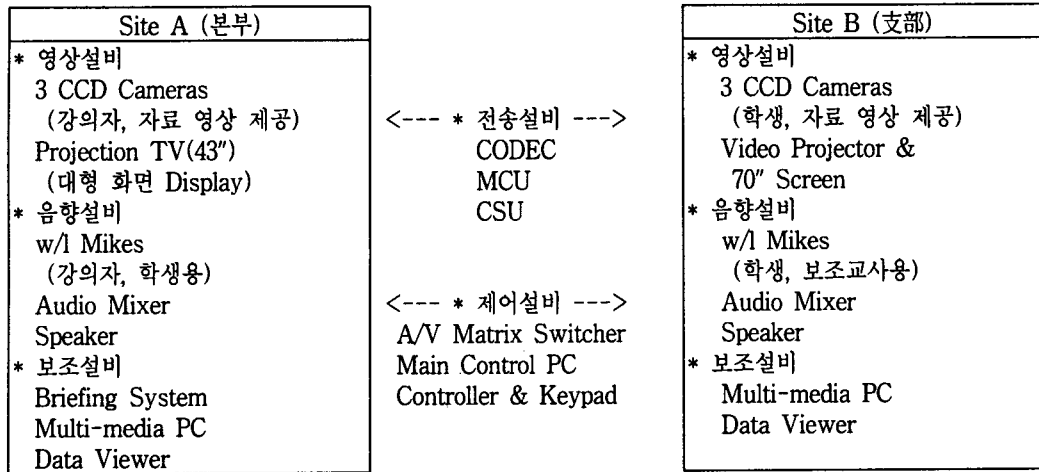


그림 1.

#### 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 multimedia이다. 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 매체로 표현된 자료를 제공하는 multimedia의 H/W와 S/W가 절대적으로 필요하다.

원격 교육 시스템과 잘 조화를 이루었을 때 그 교육적 효과를 극대화할 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 전달할 수 있는 상황이 가능함을 의미한다. 이 상호대화성은 멀티미디어가 갖는 특성 중 교육적인 측면에서 앞으로 많은 효과를 거둘 수 있는 중요한 이유가 된다. 상호대화가 가능한 상황에서는 사용자가 스스로 원하는 정보를 선택하여 열어 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 디지털화라 하면 다양한 형태로 표현된 정보를 서로 통합하는 것을 용이하게 만들기 위하여 각종 미디어의 신호 출력 기능을 디지털화 함으로써 2 개 이상의 미디어로부터 생성된 신호를 통합하여 입력, 출력, 전송을 가능하게 해준다는 것을 의미한다.

일단 디지털화된 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 가능해진다. 즉, 신호의 디지털화에서는 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.

### 5. 원격 교육 시스템의 적용 예

원격 교육의 기본 개념은 가르치는 사람과 배우는 사람 사이에 존재하는 공간적, 시간적, 심리학적 거리를 최대한으로 줄임으로써 교육의 효과를 증대시키고자 함을 원칙으로 출발한다. 이와 같이 지도자와 학습자 사이에 상황에 따라 존재하는 시, 공, 심리적 거리감의 해소를 위하여 새로운 테크놀로지의 개발에 따라 이를 도입하기 위한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 원격 교육의 제 1세대는 인쇄물을 통하여, 제 2세대는 컴퓨터, 그리고 제 3세대는 뉴미디어로 이어지면서 그 발전을 거듭하면서 기존의 교육 현장의 여건을 새롭게 전환시키고 있다(조은순, 1996).

최근 전자산업계의 기술 혁신 중 디지털 방식의 개발은 원격 교육 시스템 개발에도 큰 영향을 줄 것으로 기대되고 있다. 우리 나라에서도 2015년까지 전국적으로 ISDN(Integrated Services Digital Network)을 구성하여 소위 “정보초고속화”를 계획하고 있다. 예를 들어, 한국방송통신대학이나 강원도 내촌초등학교와 같은 교육 기관에서 정부의 보조를 받아 동기-화상의 전송이 가능한 원격교육을 실시하고 있다.

이와 같은 원격교육의 시스템은 산업계에서 자사의 기업 이윤을 극대화하고자 하는 의도에서 개발한 일종의 의사 교환 수단으로 개발, 사용한 것이 먼저이다. 예를 들어, 미국의 AT & T, Bell, IBM사와 같은 정보, 통신 관련 회사에서 자회사간의 의사교환이나 사원 교육을 위하여 시작한 것이고, 우리 나라에서도 최근 들어 포항제철(MIPOS: Multimedia Integrated Popular Office System)이나 삼성그룹(SDS), LG그룹 등의 기업체에서 서로 떨어져 있는 자회사들간의 의사교환이나 사원 교육 차원에서 효율적이며 경제적인 방법을 모색하는 과정에서 시작된 것이다.

원격 교육에의 테크놀로지 도입에서의 관건은 그 테크놀로지를 이용하여 교사와 학습자 사이의 양방향 커뮤니케이션이 어느 정도로 현실감 있게 진행될 수 있는가에 따라 원격교육의 기본적 가정인 거리감을 해소시킬 수 있다는 것이다(Keegan, 1986).

그 동안 시도되었고 또 앞으로 예상되는 원격 교육 시스템의 유형은 기본적인 PC통신 형태의 온라인-재택 교육을 비롯하여 원격 영상 교육, CBM(Computer Based and Mediated) 방식의 멀티미디어 원격 교육의 형태 등을 생각해 볼 수 있다. 이들 각각의 방법은 컴퓨터나 멀티미디어의 테크놀로지를 얼마나 효과적으로 구성, 활용하는가에 따라 교육 효과가 결정된다고 할 수 있다.

여기에서는 원격 교육 시스템의 모태라고 할 수 있는 산업체의 원격 화상회의 시스템의 예와 이를 교육 현장에 적용한 원격교육 시스템의 예를 몇 가지 소개하여 앞으로 수학이란 특정 교과목의 원격 교육을 위한 시스템 개발에 시사하는 바를 분석해 보고자 한다.

### 가. MIPOS(Multimedia Integrated Popular Office System)

MIPOS는 포항제철의 그룹웨어로 기업내의 조직구성원들간의 업무 효율성과 외부 경영환경의 급속한 변화에 대한 대처의 능력을 높이기 위하여 구성된 일종의 종합적인 정보처리 시스템이다. 이 그룹웨어는 기업의 경영혁신의 차원에서 업무수행단계의 축소와 조직원의 경제적 규모하의 활용, 업무지원의 효과 극대화 등의 기업 이윤 추구의 목적에서 현대의 발전된 컴퓨터, 통신, 미디어를 이용한 정보처리의 종합적 시스템이다. MIPOS를 원격교육과 원격학습의 관점에서 활용할 수 있는 테크놀로지 부문을 분석해보면 컴퓨터-매개-통신(Computer Mediated Communication), 멀티미디어 학습(Computer-based Multimedia Learning), 원격화상회의(Teleconferencing)이다.

MIPOS의 교육 기능의 장점은 멀티미디어의 개념이 적극 지원되고 있다는 점으로 이 시스템에서 사용되고 있는 PC의 멀티미디어의 기능을 교육적 효과에 충분히 활용할 수 있다는 것이다. 일반적으로 멀티미디어의 기능이 효과적으로 전달되기 위해서는 학습자가 원하는 시기에 다양한 비디오, 오디오, 그래픽, 동화상 등의 기능을 통하여 풍부한 내용을 신속하면서도 간편하게 전송되는 하이퍼텍스트의 개념이 활용되어야 함은 물론이다. 이러한 점에서 MIPOS의 기능은 정보 자료센터에 비치된 CD-NET을 통하여 풍부한 CD 자료들을 검색할 수 있게 되어 있다. 이외에도 정보 자료센터에는 LD, VTR 형태의 자료들이 검색이 가능하게 설치되어 있다.

다음의 원격 교육 기능으로서 MIPOS가 갖추고 있는 기능으로는 원격화상회의(Teleconferencing)가 가능하다는 것으로 이는 멀리 떨어져 있는 사람들끼리 양방향으로 서로의 모습을 보면서 대화할 수 있는 기능을 말한다. 양방향 원격 화상 회의를 가능케하기 위해서 필요한 테크놀로지는 우선 ISDN, T1 또는 E1급의 전송로, 위성, Cable, Microwave 등의 시설인데 MIPOS에서는 전화를 이용하여 PC 상에서 상대방의 영상과 음성을 주고받으며 회의를 할 수 있고 동시에 문서의 교환도 가능하다. 이와 같은 기능은 바로 원격교육을 위하여 필수적인 기능으로 해상도나 동시성 등의 질 향상이 필요하다.

이상 앞에서 검토한 MIPOS는 그 근본 목적이 업무환경의 개선이란 기업 이윤 추구의 차원에서 고안된 것이므로 교육이나 학습의 목적에는 다소 미흡한 면이 있지만 이와 같은 기능을 기초로 하여 단계적인 기능 보완과 교육적 목적에 적합한 형태로의 전환의 과정을 거쳐 원격 교육을 위한 기본적 시스템과 테크놀로지 구축에 많은 도움이 될 수 있다고 생각한다.

### 나. SDS(Samsung Data System)의 원격 교육 시스템

다음의 원격 교육 시스템은 삼성의 SDS에서 사내 인재 양성 교육을 위한 목적으로 구성된 시스템으로 앞에서 소개된 MIPOS의 경우보다 실제 교과 교육 현장에서도 그 활용도가 높은 경우라고 하겠다. SDS에서는 교육의 시간과 장소의 구애를 벗어나 원하는 시간과 장소에서 학습할 수 있는 개별화 학습과 가상교실(Virtual Classroom), 원격강의 등의 사내 적시교육 실시와 일제 집합교육의 최소화를 목적으로 하여 <그림 2>에서 보여주는 원격교육 시스템을 개발하여 소개하고 있다.(윤경희, 1996)

### 다. 내촌초등학교 원격 교육 시스템

내촌 초등학교에서 운영하고 있는 원격 교육 시스템은 내촌 초등학교를 중심으로 하여 가깝게는 4 km에서 멀게는 14.8 km 사이에 분산되어 있는 원격지를 서로 연결하고 있다. 이 시스템의 하드웨어는 MCU, CODEC, Encoder, 반송중계 장치 등으로 구성된 전송부와 수업용 모니터, 관찰용 모니터, Main



Camera, Audio Switch Camera, Audio Mixer, 유/무선 마이크 등의 Video/Audio부, 그리고 NMS PC, Remote Control Key Panel 등의 원격제어부로 구성되어 있다. 그리고, 이 시스템은 T1급 전용 회선을 통하여 동화상, 음성, 그래픽 등의 자료를 교환하면서 영상과 음성을 통하여 원격지에 위치한 학생을 교육할 목적으로 기존의 산업체에서 사용례온 화상회의 시스템을 교수-학습 상황에 알맞게 적용한 하드웨어라고 할 수 있다. 이 시스템 하에서는 별도의 운영 요원 없이도 담당 교사 혼자서 장치들을 제어하면서 원격지의 아동과 동시에 상호작용 할 수 있으므로 면대면 교육과 유사한 효과를 낼 수 있다. (김광해, 1996)

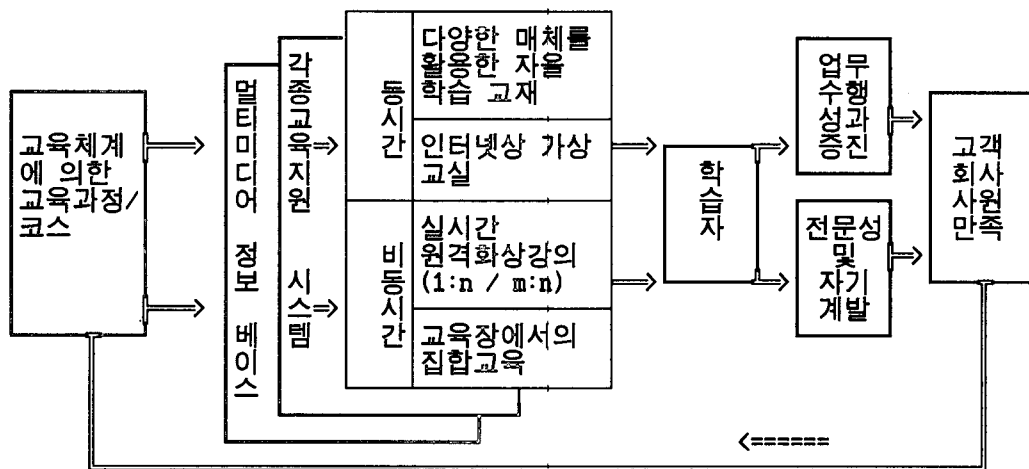


그림 2.

라. 두레(DooRae)

두레(Doorae: 황대준, 1996)는 멀티미디어 응용 개발 플랫폼으로 이를 기반으로 하여 컴퓨터 공학이나 컴퓨터 네트워크 기술, CSCW(Computer-Supported Cooperative Work), 교육 공학이 접목되어 보다 발전된 형태로 새로운 원격 학습 시스템을 생산할 수 있는 잠재력을 갖고 있다. 황대준(1996, p. 57)의 보고에 의하면 두레는 멀티미디어를 통합적으로 이용하여 교사와 학생간에 실시간 상호작용을 지원할 수 있고, 동시에 다수의 교수와 학생간에 학습이 가능하며 강의 중에 다른 전문가를 초청하여 협력 강의가 가능하다고 한다. 그리고 그 기능상 특징으로는 토론식 원격 강의뿐만 아니라 원격 시험, 구두 시험, 원격 학습과 학습 관리까지도 가능하도록 설계되어 있다. 특히, 두레의 시스템 하에서는 단일 사용자용으로 개발된 기존의 CAI 프로그램이나 코스웨어를 수정 없이 활용할 수 있는 기능을 갖고 있어 그 교육적인 활용 면에 있어서 그 적용 폭이 크다고 할 수 있다.

두레는 원격지 컴퓨터 통시의 기반 테크놀로지로서 새로운 응용 분야의 개발을 원할 때 두레가 제공하는 기능 모듈 단위로 구성된 여러 에이전트들을 사용하여 도움을 줄 수 있는 기능성을 갖고 있다. 두레의 하드웨어 환경은 멀티미디어 PC, 네트워크 보드, 키보드/마우스를 기본으로 하여 이미지 스캐너, 비디오 카메라, 프린터 등을 선택적으로 사용할 수 있다. 두레를 운영하기 위한 통신 네트워크는 현재 Ethernet 상에서 TCP/IP로 개발되었고, 사용 운영 체제로는 윈도우 95와 윈도우 NT에서 사용 가능하다.

#### IV. 요약 및 결론

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.

수학 교육과 관련해서는 1995년 4월 호주에서 개최된 국제 수학 교육학 회의 국제 컨퍼런스에서 다수의 관련 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.

원격 수업에 어떤 학습 이론을 선택하여 적용하는가는 실질적인 문제이다. 이것은 우리가 원하는 교육이나 훈련의 종류에 대한 가치판단의 문제와 관련된다. 어떤 이론들(Skinner, Gagne, Ausubel, 구조적인 의사 소통)은 엄격히 구조화된 형태에 있어서 부분적으로 적용 가능하다. Bruner의 보다 개방적인 모델과 Rogers의 모델까지도 원격 수업에 적용 가능하다. Ausubel의 수용 학습 이론은 인쇄물을 통한 교육의 일반 영역에 특별히 영향을 준 것으로 보인다.

열린 교육과 관련하여 원격 교육은 기본적으로 ① 원거리 교실 모델, ② front-end 체제 설계의 두 가지 수업 유형을 고려할 수 있으며, 여기에 새로운 원격 교육 모델로서 ③ 지식 구축 모델, ④ 자료에 기초한 교육 모델로 나누어 볼 수 있다. 21세기의 수업은 창조하고, 의사 소통하며, 참여하고, 탐구하고, 돕고, 발견하고, 만들고 싶어하는 학습자의 요구에 부응하도록 변화되어야 한다. 여기에는 교육공학의 역할이 크게 작용할 것이며, 멀티미디어 전자 통신은 학습자와 교과 전문가들을 멀티미디어 문서 교환과 함께 대화, 질문, 그리고 탐색에서 광범위하게 관련시킬 것이다.

원격 수학 학습 시스템의 구성 요소는 크게 나누어 S/W, C/W 와 H/W로 구분할 수 있다. H/W의 구성 요소는 다시 크게 映像 설비, 音響 설비, 電送 설비, 制御 설비, 補助 설비 등으로 나누어 볼 수 있다. 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 “1 : 1의 구성”, “三角 구성”, “1 : n 구성”, “복합 구성”의 4 가지 유형으로 나누어진다.

원격 교육 시스템이 보다 높은 질의 수학 교수-학습의 효과를 거두게 하기 위하여서는 기본적인 강의 를 補助하는 text는 물론 graphics, animation, video, audio 등의 복합적인 다중모드(multimode)의 정보 매체로 표현된 자료를 제공하는 multimedia를 활용하는 H/W 와 S/W가 절대적으로 필요하다. 원격 교육 시스템에 멀티미디어를 적용한 실제 예를 들어보면 MIPOS, SDS의 원격 교육 시스템, 내촌 초등학교의 원격 교육 시스템, 두레 멀티미디어 응용 개발 플랫폼 등을 들 수 있다.

## 참고 문헌

- 김광해(1996). 화상원격 교육. *코리아넷'96: KRANET'96*, 발표자료집. 한국전산원, 디지털조선일보, 조선일보사. 서울.
- 안병덕, 김종철 (1996. 5.). 교육용 CD-ROM 타이틀의 환경과 개발 방향. *정보 공학과 교육 혁명: 온라인 열린 교육*. 한국교육공학회 주최 국제 컨퍼런스, 서울.
- 윤경희(1996). SDS 정보기술교육 개선방안 -원격교육을 중심으로-. *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.
- 조은순(1996). MIPOS(Multimedia Integrated Popular Office System)를 활용한 POSCO 및 계열사의 기업원격학습 체제 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.
- Bates, A. W. (1995). *Technology, open learning and distance education*. New York: Routledge.
- Baulac, Y., Bellemain, F., & Laborde, J. (1992). *The interactive geometry notebook*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole Publishing Company.
- Ferguson, D. (1991). *Advanced educational technologies for mathematics and science*. New York: Springer-Verlag.
- 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.
- Holmberg, B. (1995). *Theory and practice of distance education, 2nd ed.* New York: Routledge.
- Johnson, D. & LOVIS, F. (1987). *Informatics and the teaching of mathematics*. New York: Elsevier Science Pub. Co.
- Keegan, D.(1986). *The Foundation of Distance Education*. London: Croom Helm.
- National Research Council (1989). *Everybody Counts: A Report to the Nation on the Future of Mathematics Education*. Washington, D.C.: National Academy Press.

- Reiley, R. & Lewis, E. (1991). *Educational psychology: Application for classroom learning and instruction*. New York: Macmillan Publishing, co. Inc.
- 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 Survey on What's going on in France. In D. Ferguson (ed.), *Advanced educational technology for mathematics and science*. 647-680. New York: Springer-Verlag.

<Abstract>

### A basic study on mathematics telelearning system

Kang, Wan;<sup>5)</sup> Chang, Kyung Yoon;<sup>6)</sup>  
Lew, Hee Chan;<sup>7)</sup> & Paik, Seok Yoon<sup>8)</sup>

Whereas research on telelearning in educational technology area is lively done, that in mathematics education area is not. Related to the open education, telelearning has 4 models: the distance classroom model, the front-end system design, the knowledge construction model, and the teaching model based on data. S/W, C/W, and H/W are the components of telelearning system. For an effective mathematics telelearning system, H/W and S/W which use multimedia with complex multimode information such as text, graphics, animation, video, and audio are necessary. Examples of telelearning systems on going are MIPOS, SDS telelearning system, telelearning system of the Naechon Elementary School, and Doorae Multimedia Application Development Platform.

5) Seoul National University of Education (1650 Seocho-dong, Seocho-gu, Seoul 137-742, Korea; Tel: 02-3475-2442; FAX: 02-3475-2263; E-mail: wkang@ns.seoul-e.ac.kr)

6) Kon-Kuk University, School of Education (93-1 Mojin-dong, Kwangjin-gu, Seoul 143-701, Korea; Tel: 02-450-3809; FAX: 02-454-3864; E-mail: kchang@kkucc.konkuk.ac.kr)

7) Korea National University of Education (Cheongwon-gun, Chungbook 363-791, Korea; Tel: 0431-230-3737; FAX: 0431-232-3047; E-mail: hclew@knuecc-sun.knue.ac.kr)

8) Seoul National University of Education (1650 Seocho-dong, Seocho-gu, Seoul 137-742, Korea; Tel: 02-3475-2441; FAX: 02-3475-2263; E-mail: sypaik@ns.seoul-e.ac.kr)