
Tablet PC 를 이용한 수학 문제풀이 첨삭 시스템

A Tablet PC based Feedback System for Mathematical Problem Solving

오영택, Young-Taek Oh*, 김용준, Yong-Jun Kim**, 김명수, Myung-Soo Kim***

요약 수학 교육에 있어서 학생의 취약점을 분석하는 가장 효과적인 방법은 학생이 문제를 푸는 과정을 지켜보고 어느 부분에서 문제가 있는지를 알아내는 것이다. 이에 착안하여 본 논문에서는 수학 문제를 학생이 Tablet PC 를 이용해 풀이하는 과정을 애니메이션으로 기록하고, 문제 풀이 과정을 교사가 직접 관찰하고 첨삭 지도 함으로써 취약점을 쉽게 분석하고 교육 효과를 높일 수 있는 시스템을 제안한다.

Abstract When teaching mathematics, one of the most effective ways of analyzing the weakness of student is to look over the process of problem solving. Based on this observation, we propose a Tablet PC based feedback system for effective mathematics education. The effectiveness of our system is demonstrated with usability tests.

핵심어: *Mathematics Education, Pen-based Interfaces*

본 논문은 2008년도 두뇌한국사업(BK21)에 의해 지원되었음.

*주저자 : 서울대학교 컴퓨터공학부 3차원 모델링 및 프로세싱 연구실; e-mail: ytoh@3map.snu.ac.kr

**공동저자 : 서울대학교 컴퓨터공학부 3차원 모델링 및 프로세싱 연구실; e-mail: kyj24182@3map.snu.ac.kr

***교신저자 : 서울대학교 컴퓨터공학부 교수; e-mail: mskim@snu.ac.kr

1. 서론

인터넷이 발달하면서 교실에서만 이루어져 왔던 교육이 온라인 상으로 급격하게 이동하고 있다. 그러나 대부분의

경우 오프라인에서 진행되던 강의가 동영상이라는 매체로 변환된 1 차원적인 형태일 뿐, 학생과 교사가 서로 상호 작용하는 방법은 게시판을 통한 질문 답변과 같은 초보적인 단계에 그치고 있다.

수학 교육에서 학생들이 문제를 푸는 과정을 지켜보고, 학생 개개인이 가진 취약점을 분석하는 것은 매우 중요한 일이다. 현재 교실에서 일어나고 있는 일 대 다 (一對多) 의 교육 방법으로는 이러한 진단이 어렵고, 인터넷을 통한 맞춤 교육이라고 하더라도 학생 스스로 자신의 취약점을 알아서 게시판을 통해 질문을 한다는 것은 쉽지 않은 일이다.

이와 같은 한계를 극복하기 위한 한가지 수단으로 학부모들은 과외라는 형식을 빌어 학생들에게 개인 지도를 시키고 있다. 개인 지도는 학생이 문제를 푸는 과정을 살펴보고 어느 부분에서 곤란을 겪는지 분석함으로써 학생 개개인의 취약점을 보완할 수 있는 방법이다. 그러나 개인 지도의 질적인 수준은 지역과 소득의 차이에 의해 상당히 달라지게 되므로 교육 불평등의 문제를 야기하게 된다.

본 논문에서는 개인 지도를 할 때 학생 개개인이 문제를 푸는 과정을 지켜봄으로써 학생의 취약점을 쉽게 분석해 낼 수 있다는 점에 착안하여 Tablet PC 를 이용하여 시간과 공간의 제약을 뛰어넘어서 효과적인 방법으로 쓰일 수 있는 수학 교육 지원 시스템을 제안한다.

본 논문에서 제안하는 시스템은 Tablet PC 를 이용하여 종이에 실제로 문제를 푸는 것과 같은 환경을 제공하고, 학생이 문제를 푸는 전 과정을 애니메이션으로 기록하여 추후에 교사가 기록된 문제 풀이 과정을 보고 학생의 취약한 부분을 첨삭 지도할 수 있도록 한다. 따라서 학생과 교사가 같은 공간, 같은 시간에 있지 않아도 어떤 과정을 통해 문제를 풀었는지를 쉽게 파악할 수 있다. 이는 시간과 공간이라는 현실상의 제약을 컴퓨터 기술의 힘을 빌어 극복함으로써 많은 학생들에게 동등한 교육 기회를 제공할 수 있다는 점에서 교육 불평등 해소에 크게 기여할 것이다.

2. 관련연구

많은 사람들이 자연스럽게 사용하고 있는 연필과 종이를 흉내 낸 펜 인터페이스에 관한 연구는 이미 오래 전부터 활발하게 연구되어 왔다 [1, 2]. Tablet PC 가 등장하면서 이를 교육에 적용하려는 연구 역시 비록 소수의 연구자들을 중심으로 한 것이지만 꾸준히 진행되어 오고 있으며 Anderson 등 [3] 은 전자 잉크와 네트워크를 사용하여 교사와 학생들간의 효과적인 수업을 가능하게 하는 도구인 Classroom Presenter 를 개발하였다. Classroom Presenter 는 교실이라는 오프라인 공간을 바탕으로 하는 실시간 강의라는 환경과 교사와 학생들 간의 일 대 다의 관계를 가정한다. 본 논문의 연구는 교사와 학생간의 일 대 일의 관계를 가정하고 첨삭 지도를 통해 취약점을 분석한다는 점에서 Classroom Presenter 와는 상당한 차이가 있다.

3. 문제 풀이 과정의 기록과 첨삭

학생의 취약점을 진단하기 위해서는 문제를 푸는 과정을 따라가면서 시간이 많이 걸리는 부분, 또는 풀이 과정 도중 잘못 생각하고 틀린 답을 적기 시작한 부분, 제대로 풀었다가 다시 지워버리는 부분 등을 종합적으로 고려하여야 한다. 따라서 이러한 부분들을 애니메이션으로 모두 기록할 수 있는 도구를 제공하는 것이 교육의 효과를 극대화하기 위하여 필요하다.

본 연구에서는 Microsoft 사의 Tablet SDK 를 사용하여 웹 상에서 작동하는 입력 도구를 개발하고, 학생이 Tablet PC 를 사용하여 문제를 풀 수 있는 환경을 구현한다. 학생이 문제를 풀기 시작하면 그 과정이 모두 애니메이션으로 기록되기 시작하고, 문제 풀이에 걸리는 시간이 측정된다 [그림 2]. 문제 풀이 과정은 저장 용량이 많이 요구되는 동영상으로 기록되는 대신 펜 입력 자체를

기록함으로써 동영상에 비해 아주 효율적으로 저장 가능하다.

학생이 문제를 다 풀고 답을 고르게 되면 문제 풀이 과정이 데이터베이스에 기록되고, 이 풀이 과정은 교사에 의해 분석된다. 교사는 학생의 문제 풀이 과정을 다각도로 살펴봄으로써 학생이 어떤 부분에서 어려움을 겪는지, 학생이 취약한 부분이 어디인지 보다 정확하게 분석하여 학생이 쓴 풀이 과정 위에 빨간 펜으로 다시 애니메이션으로 기록을 함으로써 첨삭 지도를 하게 된다 [그림 3]. 이러한 과정을 통하여 학생과 교사가 같은 시간에 동일한 장소에 있지 않더라도 효과적인 교육을 할 수 있다.

4. 시스템 구성

본 논문에서 제안하는 시스템은 C#과 ASP, Microsoft SQL Server 를 사용하여 구현되었다. 본 시스템은 크게 사용자의 입력을 기록하는 Ink Recorder 와 사용자의 입력을 재생하고 첨삭하는 과정을 지원하는 Ink Player 의 두 부분으로 이루어져 있다. [그림 1]

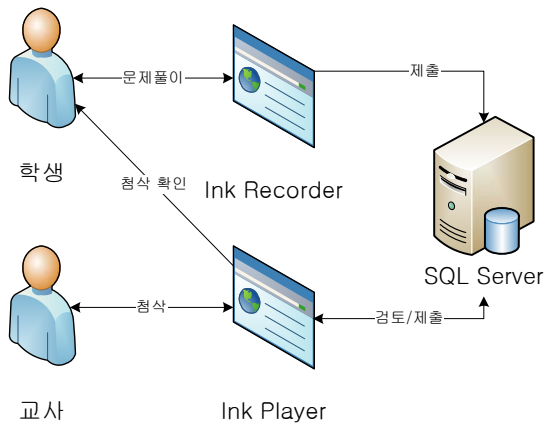


그림 1. 시스템 구성도

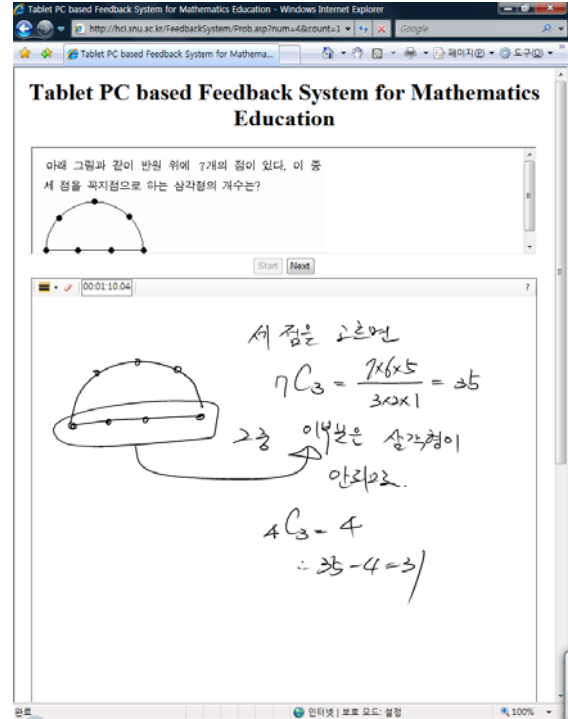


그림 2. 학생이 문제를 해결하는 과정이 애니메이션으로 기록되고 있는 모습.

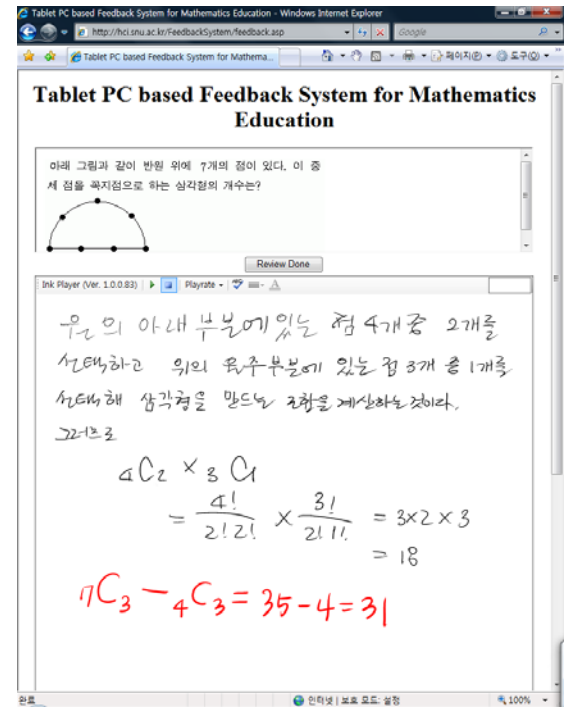


그림 3. 교사가 첨삭 지도를 하는 과정이 애니메이션으로 기록되고 있는 모습.

5. 사용성 실험 결과

본 논문에서 제안하는 시스템의 효과를 알아보기 위해 개인 지도 경험이 있는 서울대학교 사범대학 수학교육학과 학생 10 명을 대상으로 실험을 진행하였다. 실험에는 Lenovo 의 Windows Vista 기반의 Tablet PC 노트북 2 대가 사용되었으며 모든 입력은 펜만을 사용하여 이루어졌다. 실험은 두 명의 피실험자가 짝을 이루어 다음과 같이 진행되었다.

먼저 피실험자가 학생의 입장이 되어 임의로 주어진 문제를 푼다. 문제풀이 과정은 모두 애니메이션으로 데이터베이스에 기록되고, 문제 풀이를 마치고 나면 교사의 입장이 되어 서로의 답안을 채점한다. 채점 과정은 학생의 문제풀이 과정을 애니메이션으로 확인하고, 이를 바탕으로 첨삭을 하는 것으로 구성된다. 서로의 답안 채점이 끝나면 다시 자신의 답안을 보고 자신의 취약점을 확인하였다. 실험 후, 피실험자를 대상으로 익명의 설문 조사를 수행하였다 [표 1].

표 1. 설문 문항

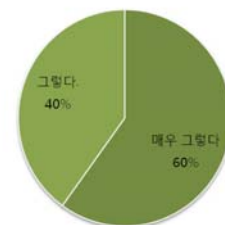
1. 본 시스템은 사용하기 편리했습니까?
2. 본 시스템이 학생의 답안을 채점하는데 도움이 되었습니까?
3. 본 시스템이 피드백을 받는데 도움이 되었습니까?
4. 본 시스템이 많은 학생들에게 피드백을 주기 적합하다고 생각하십니까?
5. 본 시스템이 학생의 학습기록을 보관하는데 도움이 된다고 생각하십니까?
6. 본 시스템이 학생들의 학습효과 개선에 도움이 된다고 생각하십니까?
7. 본 시스템을 실제로 학생을 지도하는데 활용하실 생각이 있으십니까?
8. 시스템에 더 추가되었으면 하는 사항이나 개선할 점이 있다면 적어주세요.

실험 결과를 살펴보면 대부분의 피실험자들이 긍정적인 반응을 보여주었음을 알 수 있다 [그림 4]. 특히 본 시스템이 학생의 답안을 채점할 때 매우 도움이 되었다는 의견이 60%에 달하였다. 또한 본 시스템이 학습 효과 개선에 도움이 되었는지를 평가하는 항목에서는 피실험자의 50%가 도움이 된다고 답을 한 반면 나머지 50%는 잘 모르겠다는 반응을 보였다. 설문 조사에 따르면 본 시스템을 실제로 학생을 지도하는데 사용하겠다는 의견이 80%에 달한다. 따라서 본 논문에서 제안하는 시스템을 일선 학교나 학원 등에서 학생들을 대상으로 학습 효과를 알아보는 추가적인 실험이 필요할 것으로 생각된다.

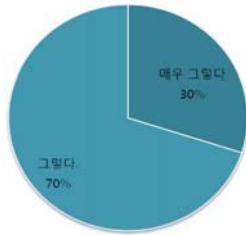
기타 의견으로는 실험에 사용된 소프트웨어에 추가되었으면 하는 기능에 대한 의견과 Tablet PC 의 펜 입력이 좀 더 자연스러워졌으면 좋겠다는 의견이 있었다.

데이터베이스에 저장된 풀이 과정은 동영상에 비하여 매우 효율적으로 저장되었음을 확인할 수 있었다. Tablet SDK 를 사용하여 애니메이션으로 저장된 데이터는 평균적으로 1 분 41 초의 길이에 68 KB 정도의 크기를 가졌으며 수집된 데이터 중 가장 긴 5 분 12 초의 길이를 갖는 데이터의 크기 역시 200 KB 에 불과하였다. 같은 내용을 기록한 동영상의 크기와 비교해 볼 때 매우 효율적임을 알 수 있다.

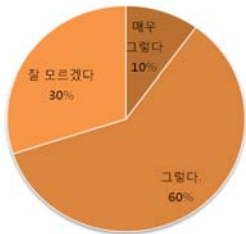
본 시스템이 학생의 답안을 채점하는데 도움이 되었습니까?



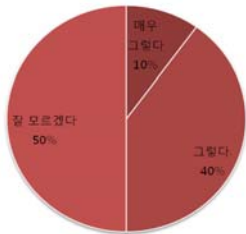
본 시스템이 피드백을 받는데 도움이 되었습니까?



본 시스템이 많은 학생들에게 피드백을 주기 적합하다고 생각하십니까?



본 시스템이 학생들의 학습효과 개선에 도움이 된다고 생각하십니까?



본 시스템을 실제로 학생을 지도하는데 활용하실 생각이 있으십니까?

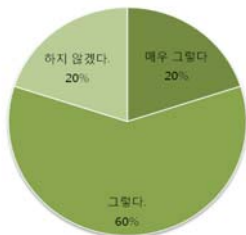


그림 4. 설문 결과

6. 결론

본 논문에서 제안하는 시스템은 일 대 일의 개인 지도를 통해서만 가능했던 학생 개개인의 취약점 분석을 컴퓨터를 통해 시간과 장소에 구애 받지 않고 실행함으로써 효과적인 수학 교육을 가능하게 한다. 이러한 시스템의 개발은 컴퓨터를 이용한 수학 교육 방법의 개선에 크게 기여할 뿐만 아니라 지역과 소득 차이에 의한 교육 불평등 문제를 해소하는 점에 있어서도 크게 기여할 것이다. 또한 펜 인터페이스를 이용한 교육 방법은 학생들에게 널리 사용되고 있는 닌텐도 DS 와 같은 모바일 장치를 사용해서도 구현될 수 있으며 언제 어디서나 시간에 구애 받지 않는 유비쿼터스 (Ubiquitous) 교육 환경의 실현을 앞당길 것이다.

참고문헌

- [1] T. Igarashi, S. Matsuoka, and H. Tanaka, "Teddy: A Sketching Interface for 3D Freeform Design," ACM SIGGRAPH, Los Angeles, 1999, pp. 409-416.
- [2] T. P. Moran, P. Chiu, and W. Melle, "Pen-based Interaction Technique for Organizing Material on an Electronic Whiteboard," Proc. of the 10th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, 1997, pp 45-54
- [3] R. Anderson, R. Anderson, O. Chung, K. M. Davis, P. Davis, C. Prince, V. Razmov, and B. Simon, "Classroom Presenter A Classroom Interaction System for Active and Collaborative Learning" Proc. of the 1st Workshop on the Impact of Pen-based Technology on Education, WIPTE, 2006