

Pseudo-STEM에 기초한 미분방정식 교육

Teaching differential equations based on pseudo-STEM

하준홍*, 심재동

한국기술교육대학교 교양학부

Jun-Hong Ha*, Jae-Dong Shim

School of Liberal Arts, KOREATECH, Cheonan 330-708, Korea

[요약]

본 연구에서는 학생중심의 수학 및 과학 교육법으로 화제가 되고 있는 STEM교육의 유래와 STEM 교육을 대학교육에 부분적으로 적용하고 있는 Hands-on교육과 일본대학의 수리공교육의 사례를 조사한다. STEM교육은 학생들이 기술과 공학의 문제에서 수학의 필요성을 자각하도록 하고, 더 나아가 수학교과에 대한 수동적 학습태도를 능동적으로 바꾸는데 적합한 방법으로 부상되고 있지만, S(과학), T(기술), E(공학), M(수학)의 물리적 융합이 아닌 화학적 융합으로써 현행 대학 교과과정에 바로 적용하기에는 다소 무리한 측면이 있다. 따라서 실제 프로젝트에서 고려되어야 하는 T와 E를 졸업작품에서 스스로 찾도록 하고, 이 자발적인 발견을 수학교과목과 연계하는 Pseudo-STEM교육법을 제안한다.

[Abstract]

In this paper we investigate the history of the education based on STEM which is one of the topics of teaching method of Mathematics and Science oriented to the student, Hand-on education be applying partly to college education and the case of the education of the subject "Mathematics and Science for Engineering" of Japan's college. The educational method based on STEM make the student to recognize by themselves the necessity of the mathematics in the study of the technological and engineering problem, and furthermore draw a conclusion which is the proper method to change from passive to positive the study attitude for the mathematics. But it is more or less unreasonable to apply directly to college education with not physical fusion but chemical fusion of S (science), T (technology), E (engineering) and M (mathematics). Therefore we make themselves to find T and E considered at graduation works. We propose Pseudo-STEM teaching method linking this recognition obtained through self-activity to the mathematics subject.

Key Words: Hands-on, Mathematics education, STEM education

<http://dx.doi.org/10.14702/JPEE.2013.177>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 11 November 2013; **Revised** 15 November 2013

Accepted 21 November 2013

***Corresponding Author**

E-mail: hjh@koreatech.ac.kr

I. 서론

공학을 통한 기술의 개발, 공학의 근간이 되는 과학의 원리를 체계적으로 기술하고 분석할 수 있는 최고의 도구는 수학이다. 실제로, 문헌 [1]에서 공학자에게 수학이 왜 중요한지를 다음 3가지로 요약하고 있다. 첫째, 자연의 특성(예를 들어, 전자기학에서의 맥스웰 방정식, 회로해석에서 키르히호프 법칙, 역학방정식 등)은 수학적 표현(식)이므로 수학은 과학과 공학의 언어(Language)이다. 말과 글이 없다면 인간 사이에 소통할 수 없듯이 수학이 없다면 과학과 공학도 서로 소통할 수 없게 된다. 둘째, 수학은 문제 해결을 위한 하나의 도구이지만 그 이상의 역할을 한다. 수학의 교육과정은 논리적인 사고방식은 물론 지적인 성숙(Intellectual maturity)을 완성시킨다고 할 수 있다. 문제를 푼다는 것은 문제에 적합한 공식을 찾는 것으로 생각하는데, 이것은 일반적으로 옳은 태도는 아니다. 식을 유도하는 과정은 문제에 대한 논리적인 사고(Logical thought)를 발달시키고, 난해한 공학문제 풀이에 인내심을 키우고, 최적의 해(Optimal solution)를 찾는 다양성을 경험하게 한다. 셋째, 디지털 컴퓨터에서 수치적 시뮬레이션은 공학자들이 애용하는 강력하고 효과적인 도구이다. 그렇다고 컴퓨터가 전통적인 수학 분석법을 무용지물로 만들지는 않는다. 그 주된 이유는 수학적 이론을 통해서 계산의 효율을 높일 수 있기 때문이다. 위의 3가지 중요성은 매우 타당하다. 특히, 기계의 소형화 및 정밀화, 생명공학, 인공지능, 계산공학, 정보공학 등의 학습 및 연구에서 수학의 쓰임은 더욱더 증가되어 가고 있다. 수학의 중요성에는 이견이 없으나, 문제는 학생들에게 어떻게 하면 수학을 보다 흥미롭고 활용 가능하게 학습시킬 수 있는지를 고민해야 한다는 것이다. 필수도구이므로 학습해야 한다는 논리는 무엇인가에 대한 갈망이 부족한 요즘 학생들에게 절실하게 들리지 않는 것이 현실이다. 이러한 문제는 이미 사회적인 문제, 즉 “대학생들의 학력저하”라는 이슈로 등장해 왔다. 이공계의 진학 기피가 점진적으로 진행되어 산업기반이 붕괴될 위기를 맞고 있기도 하다[2]. 기피 이유는 다양하게 존재하지만 그 가운데 “어려운 수학, 과학을 기피하는 풍조(배우기도 어렵고, 배워도 쓸데없다는 생각)”도 하나의 원인이라는 지적이 있다. 대학 강단에서 학생들에게 수학을 가르치고 있는 교수로서 이성적으로 판단할 때 이러한 지적이 부당하다는 결론을 내리기는 어렵다.

비단 이러한 문제는 국내에만 국한된 것이 아니라 전 세계적인 추세로 초등학교부터 시작되어 누적되어온 결과임에 틀림없다[3]. 이러한 문제를 극복하고 국가의 경쟁력의 확보하기 위한 차원에서 각 국가마다 수학 및 과학에 대한 최선

의 교육 및 학습정책을 개발하여 실행하고 있는데, 그런 와중에 뜨거운 이슈로 부상하고 있는 것이 STEM교육(한국은 STEAM교육)이다. STEM은 Science, Technology, Engineering, Mathematics의 머리글자를 따서 만든 것으로, 처음에는 수학과 과학에 대한 중요성을 각인시키고 국가적인 경쟁력을 확보하는 차원에서 도입되었다[3-6] 이후 융합의 개념이 도입되면서 이 시대 최고의 교육방법의 하나로 수면 위로 부상하였다[7,8]. 현재 초등학교 및 중학교에서 STEM교육법이 활발하게 도입되고 있지만, STEM교육법을 대학의 1,2학년 수학 및 과학교육에 적용하는 사례는 거의 없다. 하지만 최근 교육의 추세는 “학습자의 입장을 고려한 교육”을 지향하고 있으며 또한 “학습자가 실제 세계 및 실제 생활에 활용할 수 있는 교육”을 추구하고 있다는 점에서 STEM의 이념과도 잘 부합된다고 생각한다. STEM의 이념을 그대로 적용하기 위해서는 대학 교과과정에 개설되어 있는 창의적설계(1학년 또는 2학년) 교과목을 STEM의 방식으로 운영해야 하는데, 기술, 공학, 과학, 수학의 교육 및 학습이 동시에 일어나도록 하는 문제를 다루는 것은 그리 간단하지 않다. 실제로, 일본 가나자와공대는 STEM의 개념을 적용한 수리공과과과정을 개발하여 운영하고 있지만, 기술과 공학의 지원이 쉽지 않다는 의견을 제시하였다[9-11]. 따라서 STEM의 이념의 완벽한 적용 보다는 낮은 수준의 STEM교육 및 학습법의 개발과 운영이 필요하다는 판단에, 본 연구에서는 Capstone Design에서 개발된 작품을 활용한 Pseudo STEM교육 및 학습법을 제안한다.

II. 본론

모든 교과목에서 학생들에게 지식을 전달하기 전에 가장 먼저 하는 일은 교과목의 학습목적과 동기부여를 통하여 학생들이 능동적인 학습태도를 갖도록 하는 것이다. 수학 교과목의 수업에서도 강의 서두에 학습목적과 동기부여를 제공하고 있지만, 궁극적으로는 수학은 전공학습의 기초도구이므로 반드시 학습해야 한다는 것 이외에, 전공교과목과 같은 분명한 학습목적에 부합하는 동기부여를 제대로 하지 못하고 있는 것은 부인할 수 없다. 보편적으로 수학교육의 교육목적에 부합하는 학습동기를 유발하는 방법을 크게 3가지로 분류한다. 첫째, 과학과 관련이 있는 내용을 도입한다. 둘째, 상위 전공교과목의 내용을 직접적으로 연계한다. 예를 들어, 수학교과와 교과내용의 20%를 전공 관련 내용으로 편성한다. 셋째, 수학과 연관이 있는 실제 문제를 소개한다. 이러한 동기부여의 실천이 가능한 두 가지의 교수 및

학습법의 도입을 제안한다. 첫째, Hands-on(장치 또는 실험)을 통한 체험으로 학습동기를 자극한다. 둘째, Capstone Design에 출품된 작품을 활용하여 수학의 실제적인 사용을 소개하고 발견하게 하여 학습동기를 유발한다. 본 연구의 목적은, 이러한 두 가지 방법이 고려된 수학 교과교육을 위한 STEM교육법을 개발하는 것이다. 이를 위해 STEM교육법을 개발에 참고가 될 수 있는 Hands-on을 통한 학습법에 대한 개념과 수리공교과목의 운영 사례를 조사한다. 완전한 STEM교육을 도입하기에는 여러 가지 학사제도 및 인프라 구축이 필요하므로, 본 연구자는 현행의 대학교육과정에 적합한 졸업작품을 활용한 Pseudo-STEM교육법을 제안한다.

A. Hands-on을 통한 학습법

문헌[6]에서는 공학학습자들에게 제공되는 수학 교육 및 학습과정이 학생들에게 쉽게 이해될 수 있는 확실한 개념으로 연결되지 않음을 지적하였고, 이를 보완하기 위해 실험 장치를 설계하고, 가공된 장치를 활용한 Hands-on 체험 수학 학습법을 제시했다. 여기서는 구체적으로 푸리에급수, 푸리에변환 및 역변환의 개념을 설명하기 위한 장치의 고안과 실제 실험을 통하여 푸리에급수 및 푸리에변환의 개념을 습득하게 하는 흥미로운 예를 제시하고 있다. 자연계에서 파생되는 대부분의 신호(공학적으로 signal; 수학적으로 function)는 임의의 주기를 갖는 삼각함수들의 무한결합 또는 적분으로 표현할 수 있으며, 이를 푸리에급수(Fourier series) 또는 푸리에변환(Fourier Transform)이라고 한다. 따라서 푸리에급수는 자연신호 및 공학적인 신호를 해석하는데 없어서는 안 될 중요한 수학적 도구이다. 대부분의 공과대학생들에게 푸리에급수 및 변환을 교육하고 있는데, 실제로 사용되고 있는 응용들이 많음에도 불구하고 여전히 고전적인 교육법을 사용하고 있다. 강의에서는 푸리에급수의 배경을 설명한 다음, 푸리에급수의 전개 및 그래프를 통한 급수의 이해에 초점을 맞추고 있다[12]. 예를 들면, 사각함수는 주기와 스펙트럼이 다른 삼각함수의 일차결합으로 표현할 수 있다는 것을 설명과 함께 컴퓨터시뮬레이션으로 그 과정을 시각적으로 보여준다. 실제, 그림 1은 CAS(computer Algebra System)를 사용하여 급수의 부분합(유한 푸리에급수라고 함)의 항의 수를 늘려갈 때 삼각함수들의 결합이 점진적으로 사각함수에 접근해 간다는 것을 보인다. 물론, 학생들은 푸리에급수에 대한 충분한 이해를 하지 못하고 있음에도 불구하고, 주어진 함수를 푸리에급수로 전개하는 일련의 과정은 잘 수행한다.

이러한 고전적인 강의방법으로는 학습동기 및 응용능력

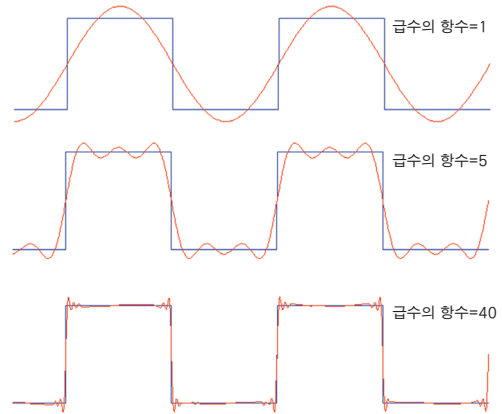


그림 1. 부분합의 수렴
Fig. 1. Convergence of partial sums.

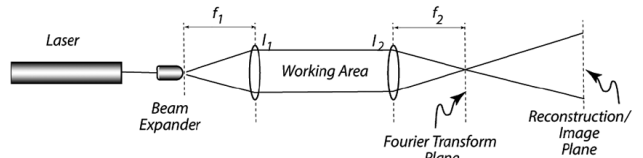


그림 2. Fourier Transform을 설명하기 위한 장치 설계
Fig. 2. Design of a device explaining Fourier Transform.

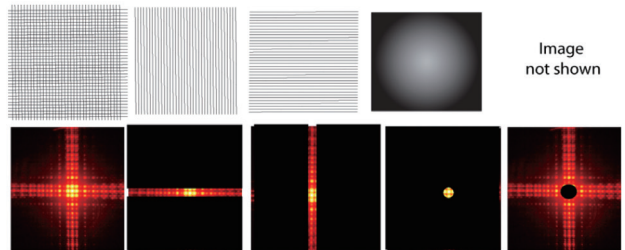


그림 3. 실제상과 푸리에 스펙트럼
Fig. 3. Real images and their Fourier spectrums.

을 이끌어내기 어렵다. 실제로, 직선이 꼬불꼬불한 삼각함수들의 결합으로 표현된다는 것을, 저학년이 수궁한다는 것은 거의 불가능하며 수궁을 한다고 해도 왜 학습해야 하는지를 잘 이해하지 못한다. 또한 이러한 고전적인 강의로는 푸리에급수를 실제적인 문제에 적용하게 하는 능력을 향상시키는 데는 한계가 있다. 다른 말로, 충분한 이해를 바탕으로 응용할 수 있기까지는 많은 시간이 걸릴 수 있다. 이러한 문제를 개선하기 위해 개발된 Hands-on방법을 소개한다. 그림 2와 그림 3은 [6]에 실려 있다.



그림 4. 푸리에스펙트럼을 사용한 복원

Fig 4. Reconstruction using Fourier spectrums.

학생들이 그림2의 설계와 같은 장치를 만든 다음, 자율적인 실험을 통하여 푸리에변환(주기함수는 푸리에급수로 표현)의 개념을 이해할 수 있도록 한다. 그림 3은 단순한 무늬를 푸리에변환할 때 실제의 무늬와 푸리에변환의 결과인 주파수스펙트럼의 상과 비교한 예이다.

학생들은 이러한 종류의 실험장치를 꾸리고 직접 실험에 참여하여 푸리에변환에 대한 개념을 교육했을 때, 학습도구의 적합성이 증가하여, 학생들은 학습의 흥미를 느끼게 되며, 능동적인 태도로 수업에 참여하게 되므로, 수학에 대한 불안감 감소라는 Hands-on 학습에 대한 긍정적인 면이 나타났다[6]. 반면, 단점으로는 수업시간이 더 늘어날 수 있으며, 그와 관련된 장비도 필요하고, 실험장비가 광학과 관련이 되어 있으므로 광학에 대한 지식도 필요할 것으로 판단된다. 다행히, 대부분의 학생들은 광학에 대한 지식의 유무에 관계없이 실험 그 자체에 흥미를 가지는 것으로 조사되었다[6]. 이러한 경험과 더불어 푸리에급수 및 푸리에변환의 개념을 확실하게 이해시킬 수 있는 많은 응용들이 있다. 예로, 신호의 전송 분야에서는 실시간으로 많은 양의 데이터를 전송하고 수신해야 하는데, 통신망의 용량이 제한되어 있기 때문에 전송/수신의 신호의 용량을 줄여야 한다. 데이터의 양을 조절할 수 있는 방법으로 사용될 수 있음을 사진을 통하여 설명한다. 그림 4([13]에 실려 있음)는 푸리에스펙트럼의 사용 정도에 따른 원래 사진의 복원 정도를 나타낸 것으로 스펙트럼의 사용량이 데이터의 용량과 직접적인 관계가 있다. 변환하지 않고 실제 이미지를 보낸다면 마치 만화를 보는 것과 흡사한 경험을 할 것이다. 이것과 그림 1을 비교하여 설명하면 푸리에급수 및 푸리에변환에 대한 이해도를 더 극대화 할 수 있다.

Hands on을 대학 1,2학년 수학교과 학습에 적용하는 국내의 사례는 거의 없다. 특히, 위와 같은 광학장치를 이용하

려면 물리실험실의 도움이 필요하다. Hands-on을 활성화하기 위해서는 물리와 수학의 융합교과목 개발이 필수적이고, 더 나아가 과학과 수학을 융합시킨 교과목의 개발이 절실히 요구된다.

B. STEM과 수리공교과과정

STEM이란 Science, Technology, Engineering, Mathematics의 접두어를 따서 만든 전략적인 용어이다. 미국, 영국, 호주 등 선진국이 STEM 분야에 종사할 인력의 부족(국가의 경쟁력 약화와 동일시)을 극복하기 위한 정책입안 과정에서 STEM이란 합성어가 등장한다. STEM이란 용어를 도입한 목적은 초중고 학생들이 수학과 과학에 대한 흥미를 유발하여, 미래 수학 및 과학 분야로 진학하는 수를 늘리고, 졸업 후 이 분야에 종사하는 수를 늘리기 위함이었다. 이후 STEM을 융합적인 차원에서 접근하는 학습법이 개발되었고 이를 학습 및 교육에 적용한 결과 수학 및 과학에 대한 학생들의 흥미가 눈에 띄게 증가되었다는 사실이 관찰되었다[7]. 이러한 이유로 많은 외국의 교육기관에서 창의적 지식 창출시대에 가장 적합한 창의인재융합학습법으로 도입하고 있다[3].

2012년 한국에서도 시범운영을 성공적으로 마쳤고, 2013년도부터 초등학교부터 단계적으로 적용해 나가고 있다 [4,5]. 이러한 움직임에도 불구하고 대학교과과정에 STEM을 적용하고 있는 사례는 거의 없다. 왜냐하면, 대학에서는 종합설계교과목이 STEM의 개념을 반영하고 있다고 생각하기 때문이다. 그렇지만 종합설계교과목과 공학의 기초 도구를 습득하기 위한 STEM이 추구하는 방향은 상당히 다르다. 일본의 가나자와공대는 STEM의 개념이 이입된 수리공교과서를 개발하여 교육에 적용하고 있는 일본 최고의 교육중심대학이다. STEM과 완전히 일치하지는 않지만, STEM의 적용한 자료로 사용하기에 충분하다는 판단 하에 수리공(數理工)교과목을 소개한다. “수리공”이란 일본 대학 평가의 교육중심영역에서 부동의 1위를 차지하고 있는 가나자와공대의 수학, 과학, 공학을 융합한 교과목명이다. 수리공 교과목을 창안한 목적은 실제 현상에서 공학적인 내용을 발견하고, 그 공학적인 내용에 포함되어 있는 과학법칙 또는 원리를 수학적으로 표현하여 설명하기 위함이다. 이러한 목적을 달성하기 위해 미분적분학, 선형대수학, 미분방정식, 물리학을 포함한 과학 전반을 융합하여 과학에서 수학을 학습하는 순서로 교과내용을 구성하고 있다. 얼핏 보면 공업수학과 같은 느낌을 배제할 수 없지만, 나름대로 각 학문의 필요성과 그 필요성에 따른 학습이라는 부분을

매우 강조하고 있기 때문에 STEM의 개념과 일치하는 부분이 있다고 생각한다. 교과과정은 수리공 1, 수리공 2, 수리공 3으로 분류하고 있으며, 수리공 1에서는 공통수학(기초수학)을 중심으로, 수리공 2에서는 물리적인 개념을 수학적으로 표현하고 이에 대한 해를 구하는 과정을 중심으로, 수리공 3에서는 시스템을 선형대수학 및 미분방정식과 연관시켜 물리와 수학을 동시에 학습할 수 있게 한다[9-11]. 예를 들어, 적분에 대한 필요성을 다음 예와 같이 설명하고 다양한 함수에 대한 적분방법을 학습하도록 한다[10: p. 148]. 예를 들면, “수평면과 이루는 각이 θ 인 마찰이 있는 경사면을 질량 m 의 물체가 미끄러져 내리기 시작한다. 물체와 경사면과의 운동마찰계수를 μ 라 할 때 이 물체의 운동방정식을 세워라”는 문제에 대해 수리공통합 내용에서 학습한 운동법칙(물리에서, 뉴턴의 운동법칙)에 적합한 기호를 도입하여 다음 식을 유도(수학에서, 모델링)하도록 한다.

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = mg (\sin \theta - \mu \cos \theta)$$

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} = 0$$

물체의 운동을 알기 위해서는 x 와 y 를 구해야 하는데, x 와 y 는 적분이라는 수단을 통하여 구할 수 있다. 이를 바탕으로 적분이라는 개념과 적분의 계산 능력이 필요함을 주장한 다음, 적분의 개념 및 연습에 주력하는 형태로 교재를 구성하고 있다. 불행히도, 현행 교과서에는 “실제현상에서 공학으로 공학에서 과학으로 이어지는 부분”을 다루지 못하고 있기 때문에 수리공이라는 이름이 적합하지 않다. 참고로, 미국 하버드대학은 현장에서 문제를 발견하여 그 문제를 공학, 과학, 수학의 순으로 해결하는 과정을 매우 중요하게 생각하는 교과운영을 하고 있는데, 가나자와공대도 이러한 형태의 수리공 교과운영을 원하고 있음을 교과목 개발자와의 인터뷰에서 드러났다. 수리공교과목에 “공학과 기술” 부분이 보강되면 의미 있는 STEM교과서가 될 수 있다.

C. Capstone Design의 활용

완벽한 STEM을 기반으로 한 수학교과 교육-학습이 이루어지려면, “공학과 기술”의 지원이 필요하므로 현재의 교과과정으로 달성하기 쉽지 않다. 일례로, 수리공 교과목의 지향점이 STEM이었지만, 현재 SM(과학, 수학)만으로 운영되고 있는 점을 들 수 있다. SM의 융합은 대부분의 교재에 반영되어 있기 때문에(수리공 교재 보다는 반영 비율



그림 5. 팔을 가진 이동 로봇과 수학
Fig 5. Motion equations in a moving robot with an arm.

이 낮음), 진정한 융합이 아니다. TE(기술, 공학)의 결핍을 Capstone Design에 출품된 작품으로부터 보충하여 수업에 적용하는 Pseudo-STEM 교육-학습법을 제안하고자 한다. 이를 위해 Capstone Design을 수학교과목 수업에 반영할 수 있는지를 살펴보자. 대학 4학년이 되면 Capstone Design 교과목을 통하여 4년 동안 배운 지식을 총 정리한 졸업작품을 제작하여 발표하고 있는데, 졸업작품 가운데 수학 및 과학의 쓰임을 설명할 수 있는 훌륭한 작품들이 많이 있다. 영역별로 다양한 종류의 작품들이 있지만, 그 가운데 다음 그림 5와 같이 팔이 달린 이동 로봇을 예로 들어 본 논문의 취지를 설명하여 보자.

그림 5의 로봇 팔을 가진 차량은 크게 차량부분과 로봇 팔 두 부분으로 분리할 수 있다. 차량의 이동은 일반적으로 속도 또는 가속도에 의해 제어되기 때문에 차량의 움직임을 지배하는 식은 미분방정식으로 표현된다. 로봇 팔에는 역학적인 개념과 위치적인 개념이 내포되어 있는데, 전기모터의 구동에 관한 역학은 미분방정식과 관련이 있고, 그림의 위치의 조절은 선형대수학과 밀접한 관련이 있다. 이러한 연관성을 학생들이 스스로 발견하게 한다면, T와 E의 결핍을 어느 정도 해소할 수 있고 동시에 대학 1, 2학년에서 배우는 미분방정식과 선형대수학에 대한 학습동기도 충분히 제공할 수 있다. 학생들의 발견은 매우 미미한 수준에 거칠 수 있는 개연성이 충분히 있으므로, 교수는 학생들의 부족한 부분을 충족시킬 수 있도록 미분방정식에 나타나는 속도와 가속도에 관한 함수를 제어하여 차량의 움직임을 제어할 수 있음을 학생

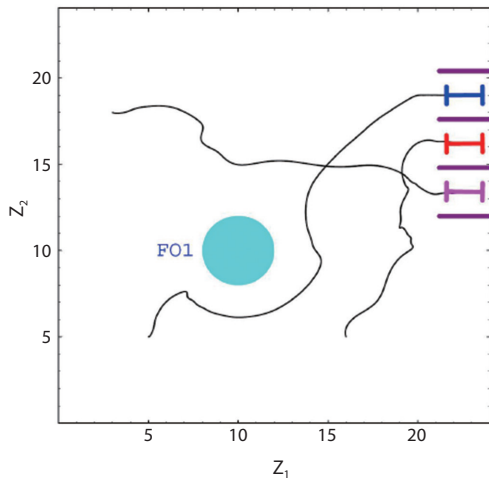


그림 6. 미분방정식을 이용한 자동 주차하는 시뮬레이션
Fig 6. Automated parking simulation using differential equations.

들에게 시뮬레이션의 형태로 제공하면 좋을 것이다(공학자에게 수학이 왜 중요한 요소 중 3번째). 실제로, 그림 6은 미분방정식에 나타나는 가속도 함수를 제어하여 여러 대의 차량을 동시에 각 주차장에 주차하는 시뮬레이션을 나타낸 것이다[14].

작품을 활용한 수학교육이 STEM의 정신에서 벗어나지 않도록 하기 위해서는 학생들 스스로가 졸업작품(또는 시제품)으로부터 수학적 개념을 찾아내도록 해야 한다. 즉, 자율 활동을 통해, 로봇 자동차의 이동(전, 후, 좌, 우)과 로봇 팔의 회전운동은 미분방정식에 의해 구현된다는 것을 발견하도록 하고, 로봇에서 핵심이 되는 모터에서 전기와 기계의 융합적인 요소를 발견하고, 운동방정식들의 연립한 개념이 포함되어 있음을 발견하도록 하고, 로봇 그룹의 위치는 행렬 변환, 즉 이동, 축소, 확대, 회전변환의 합성에 의해 결정된다는 것을 발견하도록 해야 한다. 교수가 원리를 다 설명해 주면 STEM교육에서 멀어지게 된다.

D. Pseudo-STEM을 적용한 수학 교육

STEM이란 실제과제에서 S, T, E, M이 포함되어야 하지만, STEM을 기초교육과정에서 도입하는 것은 시기상조로 받아드려 진다. 따라서 앞에서 설명한 것과 같이, STEM의 개념을 부분적으로 도입한 미분방정식 및 푸리에해석의 교과목 교육 방안을 제안하고, 이러한 교육-학습법을 Pseudo-STEM교육법이라 명명한다. 졸업작품을 활용하는 이유는 여러 가지

가 있을 수 있지만 한 가지만 언급한다. 졸업작품을 교육에 활용하면 학생들 자신이 속한 학부의 선배들이 만든 작품으로 학습하기 때문에 수업에 특별한 관심을 갖게 될 것이며, 작품에 과학 및 수학의 개념이 내포되어 있다는 것을 깨닫게 되므로 수학의 중요성을 스스로 찾게 될 것이다. Pseudo-STEM교육법을 적용한 미분방정식 및 푸리에해석 교과과정은 다음과 같다. 미분방정식의 이수체계는 3-2-2-0(학점 3, 이론 2, 연습 2, 설계 0)인 미분방정식을, 이론 2시간은 강의(강의는 파워포인트 사용 권장)하고, 연습 2시간은 그룹별 프로젝트 수행시간으로 운영한다. 프로젝트는 학생들의 그룹 활동에 의한 졸업작품 조사 및 발표에 관한 것으로, 발표 자료에 교과내용과 구체적인 관계가 제시되어야 한다는 것을 명시한다. 성적평가는 능동적인 학습의 중요성이 반영될 수 있도록 강의와 프로젝트를 5:5로 평가하고, 강의영역의 점수는 퀴즈, 연습문제풀이과제, 시험의 점수의 합산으로 정하고, 프로젝트는 PBL 활동 성적평가방식을 적용하여 부여한다. 푸리에해석의 이수체계는 3-2-2-0(학점 3, 이론 2, 연습 2, 설계 0)이므로 미분방정식과 거의 동일하게 운영할 수 있다.

III. 결론

본 연구에서는 학생중심의 수학 및 과학 교육법으로 화제가 되고 있는 STEM 교육의 유래와 STEM 교육의 사례를 조사하였고, 더 나아가 STEM에서 TE의 대신으로 졸업작품을 활용한 Pseudo-STEM법을 제안하였다. 최근 세계 도처에서 폭발적인 인기를 얻고 있는 STEM을 기반으로 한 수학 교육 및 학습은 대단히 유용한 방법이지만, 대학 교과과정의 대폭적인 개혁이 요구되므로 아직 시기상조라고 판단된다. 그 대신, Hands-on이 가미된 수학교육을 추구하기 위해서는 물리와 수학을 융합한 교과목을 개발하거나, Capstone Design의 작품을 활용한 Pseudo-STEM법은 약간의 노력으로 현재의 교과목에 충분히 적용할 수 있다. 기존의 교과과정에 TE(기술, 공학)를 적용하는 방안이지만, 이전에는 없었던 수학교육-학습법으로 간주되며, 수학교과목의 학습동기를 명확하게 하는데 상당한 도움을 줄 것으로 기대된다. 제안하는 방법이 아직 시행하지 않았기 때문에 그 성공을 예측할 수 없지만, 수학교과목 학습에 대한 학습동기를 부여하는데 충분한 공헌을 할 것이라 생각한다. 다만, 졸업 작품의 탐방(불가능한 경우, 동영상의 촬영을 활용) 및 매년 업그레이드가 필요하므로 자료 준비에 많은 시간이 걸릴 수도 있음을 지적해 둔다.

참고문헌

- [1] R. B. Standler, "Editorial: mathematics for engineers", *The Journal of Undergraduate Mathematics and Its Applications*, vol. 11, pp. 1-6, 1990.
- [2] Avoiding mathematics, natural science and engineering? [Internet]. Available: http://www.scieng.net/zero/view.php?id=best&page=1&category&sn=off&ss=on&sc=on&keyword&select_arrange=vote&desc=desc&no=81.
- [3] J. Y. Kim, "Recent trends of Education in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) in the U.S, Survey 2012-001," KISTEP, Seoul, 2011.
- [4] H. S. Cho, H. Kim, and J. Y. Huh, "Understanding of STEM through site case," KOFAC, Seoul, Report 2012-02-02, 2012.
- [5] M. Blomhøj and S. Carreira, editors, "Mathematical applications and modelling in the teaching and learning of mathematics," in *Proceedings from Topic Study Group 21 at the 11th International Congress on Mathematical Education*, Monterrey, Mexico, 2009.
- [6] P. J. Shull, "Improved learning of engineering mathematics through hands-on, real-world laboratory experiments," in *Proceedings of the 2008 IAJC-IJME International Conference*, Nashville: TN, Paper 146, ENG 107, 2008.
- [7] N. Massa, F. Hanes, M. Dischino, and J. Donnelly. (2009, April) "Problem-based learning: A practical approach for STEM Education," in *12th Annual Massachusetts Community College Conference on Teaching and Learning*, Springfield Technical Community College, Springfield: MA, 2009 [Online]. Available: <http://www.nebhe.org/wp-content/uploads/PBL-Practical-Approach-Presentation.pdf>.
- [8] Building a Science, Technology, Engineering, and Math. Education Agenda. An update of State Actions [Internet]. Available: <http://www.nga.org/files/live/sites/NGA/files/pdf/1112STEMGUIDE.PDF>.
- [9] *Mathematics and Science for Engineering I*. Kanazawa Institute of Technology, 2005.
- [10] *Mathematics and Science for Engineering II*. Kanazawa Institute of Technology, 2005.
- [11] *Mathematics and Science for Engineering III*. Kanazawa Institute of Technology, 2005.
- [12] J. H. Ha and J. D. Shim, *Linear differential equations and its applications*. Seoul: Kyungmoon Publishers, 2011.
- [13] ShareTechNote. Sum of Times [Internet]. Available: http://www.sharetechnote.com/html/EngMath_SumOfTimes.html.
- [14] B. Sharma, J. Vanualailai, J. Ha, and A. Prasad, "New collision avoidance scheme for multi-agents: A solution to the blindman's Problem," *Advances in Differential Equations and Control Processes*, vol. 3, no. 2, pp. 141-169, May 2009.



하 준 홍 (Jun-Hong Ha) _종신회원

1989년 2월 : 울산대학교 수학과(이학사), 1991년 2월 : 부산대학교 대학원 수학과(이학석사)
 1996년 9월 : 일본고베대학 자연과학연구과(이학박사), 1999년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 교양학부 교수
 <관심분야> 시스템의 최적제어문제, 역문제 및 안정성문제



심 재 동 (Jae-Dong Shim)

1980년 2월 : 성균관대학교 수학과(이학사), 1990년 5월 : University of South Florida (Ph.D)
 1992년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 교양학부 교수
 <관심분야> 최적제어, 수학교육