韓國數學敎育學會誌 시리즈 E
<數學敎育 論文集>
제 19권 제4호. 2005. 11. 621-631

J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E:
Communications of Mathematical Education
Vol. 19 No 4, Nov. 2005. 621-631

대학수학교육에서 기하학의 응용과 교과내용의 구성방안

전 명 진 (세명대학교)
조 민 식 (한국교원대학교)

I. 서 론

빠르게 성장해온 우리나라 경제는 이제 새로운 전환점에 서 있다. 우리나라는 세계적인 기술보호주의의 심화에 따라 선진기술의 도입·모방에 의한 추격(catch-up) 전략이 더 이상 그 효과를 발휘하는데 한계에 도달하였고, 차별화된 경쟁우위 확보를 위하여 원천기술의 지속적인 배양 및 이를 바탕으로 한 신속한 기술혁신이 절실한 시점에 있다. 세계 기술경쟁에서 첨단 신기술의 창출·확산·산업화를 통한 신기술의 주도권 선점을 위해 지속적인 기초연구진흥 및 역량강화가 필요하다.(교육인적자원부, 2002)

수학은 기초기술의 핵심적인 학문으로서, 현대 과학기술 문명의 뿌리라고 할 수 있다. 오늘날 수학은 물리학이나 공학 등에 응용되던 전통적인 모습에서 더욱 다양하게 발전되어 암호학, 금융수학 등 우리 생활과 밀접하게 관련을 지으며 광범위하게 응용되고 있다. 특히 IT 및 컴퓨터 기술에 다양한 알고리즘을 제공하면서 직접, 간접적으로 수학자들이 기술개발에 참여하고 있다.

현실에서 수학이 원천기술의 확보와 기술혁신의 원동력이 되기 위해서는 수학과 응용과학, 공학, 기술 등이 서로 결합하여 연구의 깊이를 더해가야 한다. 대학에서는 전통적으로 대표적인 응용수학으로서 수치해석을 가르쳐 왔지만 앞서 말한바와 같이 오늘날 응용수학의 분야는 빠르게 확대되고 있다. 또한 이미 대부분의 대학에서 전통적인 학과방식이 아니라 학부제나 복수전공 등의 여러 형태를 통하여 폭넓은 기초교육과 실용적인 지식을 제공하려한다. 따라서 이러한 다양한 추세를 반영하고 필요에 따라 수학과 제 응용분야가 결합되는 방식이 구체적으로 제시되고 교육되어야 할 것이다.

본 고에서는 수학의 가장 오래된 분야인 기하학이 컴퓨터과학의 다양한 분야에서 어떻게 응용되는 지 살펴보고, 그 내용을 대학교 수학교육과 어떻게 연관지을 수 있는가에 대하여 살펴보고자 한다.

---

* ZDM분류 : G95
* MSC2000분류 : 97D30
* 주제어 : 기하학, 컴퓨터그래픽스, 컴퓨터를 이용한 설계, 전산기하학

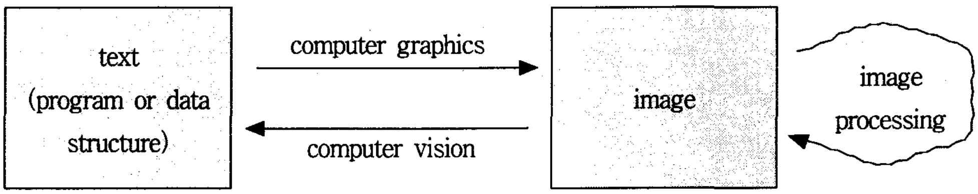
II. 대학수학교육에서의 기하학

기하학은 공간 및 도형의 모양을 탐구하는 학문으로서, 대학에서의 기하학은 원뿔곡선, 공간에서의 직선, 평면 등 초보적인 해석기하를 미적분학에서 학습하고 독립교과목으로 개론적인 기하학과 미분기하학 등이 일반적으로 개설되고 있다. 개론적 기하학은 '기하학개론', '현대기하학' 등의 이름으로 제공되고 있는데, 유클리드 공리계 또는 좀 더 엄밀한 힐버트 공리계를 이용한 논증기하학으로서 유클리드 기하학과 비유클리드기하학, 해석적 또는 논증적 사영기하학 등의 다양한 내용으로 구성할 수 있다. 미분기하학은 주로 3차원 유클리드공간의 매끄러운 곡선과 곡면에 대하여 다루고 있으며, 곡선과 곡면의 기하학적 불변량(geometric invariants)의 개념과 계산법, 기하학적 의미, 그리고 공간의 기하학적 성질과 위상수학적 성질을 연결짓는 가우스-보네 정리(Gauss-Bonnet Theorem) 등에 대하여 다루고 있다. 이 중에서 사영기하학은 컴퓨터그래픽스에, 곡선과 곡면론은 컴퓨터응용디자인(CAD)에, 기하학적 불변량은 컴퓨터비전(computer vision) 등에 주요하게 쓰이고 있다. 기하학적 개념들은 여러 가지가 복합적으로 컴퓨터과학의 제 분야에서 쓰이고 있는데, 그 주된 분야는 컴퓨터그래픽스, 기하학적 모델링, CAD(computer aided design), CAGD(computer aided geometric design), 전산기하학(computational geometry 또는 geometric algorithm), computer vision, image processing 등이 있다.

III. 기하학의 컴퓨터 응용분야

1. 컴퓨터그래픽스(computer graphics)

흔히 컴퓨터에서 그래픽과 관련된 분야를 분류할 때, 텍스트로 된 프로그램이나 자료구조를 그림(image)으로 변환하는 것을 컴퓨터그래픽스, 그림(image)을 변환하여 새로운 그림을 생성하는 것을 image processing, 그림으로부터 텍스트형태의 정보를 추출하는 것을 computer vision이라고 한다. 이들의 관계는 <그림 1>과 같이 정리할 수 있다.(Foley, 1998)



<그림 1>

컴퓨터그래픽스는 2차원 또는 3차원 공간상에 기하학적 도형을 만들어내는 모델링(modeling)과 만들어진 도형을 모니터, 프린터 등의 출력장치에 나타내기 위한 변환(transformation) 등으로 이루어진다. 컴퓨터그래픽스에서의 모델은 기본적으로 점, 직선(선분), 다각형, 원, 곡선, 다면체, 곡면 등 기하학적 도형에 색(color), 광택, 질감 등 광학적 성질이 더해져서 만들어진다. 이러한 기하학적 도형을 정확하고 효율적으로 생성하고 조작하는 알고리즘에 대하여 연구하는 것이 기하모델링(geometric modeling)이다. 기하모델링에서 기하학적 도형을 표현하는 방법으로는 이차곡선, 이차곡면, 다면체, 원뿔, 절두체(frustum) 등 원형(primitive)을 정의하고 이들의 집합연산(Boolean (set-theoretic) operations)을 이용하는 constructive solid geometry method, 도형의 자취를 이용하는 sweeping, 다항식 또는 유리식의 매개함수식으로 표현하는 스플라인 등이 있으며, 최근에는 분할(subdivision) 등을 이용하여 polygon 또는 mesh를 표현하는 알고리즘도 많이 연구되고 있다. 또한 게임, 동영상 등에 유용한 다중해상도(multiresolution) 구현도 중요한 이슈가 되고 있다. 특히 모델의 매개함수 표현은 Bezier 곡선, 스플라인, NURBS 등이 주로 쓰이는데, 자유롭고 부드럽게 모델을 표현할 수 있다는 것이 장점이다. 이들을 이해하기 위해서는 학부 수준의 미분기하학에서 공부하는 곡선과 곡면 이론이 중요한 기초가 된다.

컴퓨터그래픽스에서의 변환은 주로 2차원 또는 3차원 유클리드공간의 Affine 변환이다. 특히 3차원 그래픽스에서의 렌더링(rendering)과정은 다음과 같은 변환으로 이루어져있다(Foley, 1998).

(1) 모델변환(modeling transformation): 평행이동(translation), 회전(rotation), 신축(scaling)
(2) 관측변환(viewing transformation): 평행이동, 회전
(3) 투영 변환(projection transformation): 신축, 밀림(shearing), 평행이동
(4) 뷰포트변환(viewport transformation): 신축, 평행이동

여기서 통상적인 3차원 좌표를 사용할 때, 회전, 신축, 밀림 등의 변환은 행렬로 표시된다. 그런데 평행이동은 행렬로 표시되지 않으므로 모든 변환을 행렬변환으로 표현하기 위하여 동차좌표(homogeneous coordinate)가 도입된다. 동차좌표는 3차원 유클리드공간을 3차원 사영공간의 부분공간으로 이해하는 방법이므로 컴퓨터그래픽스의 변환을 이해하기 위해서는 사영공간에 대한 이해가 도움이 될 것이다.

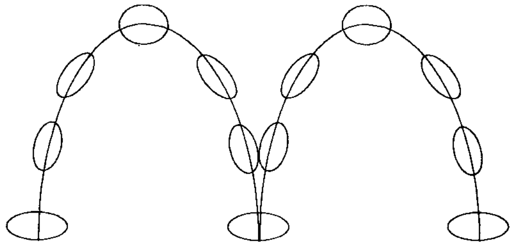
이외에도 컴퓨터그래픽스에서는 조명 계산을 위한 곡면의 법선벡터 계산, surface parameterization을 이용한 texture mapping 등 다양한 수학적, 기하학적 개념들이 응용되고 있다.

2. CAGD

CAGD는 컴퓨터를 이용한 설계(CAD)에 필요한 여러 가지 곡선과 곡면에 대하여 연구하는 분야로서, 주로 다항 함수 또는 유리함수로 표현되는 곡선 또는 곡면에 대한 성질과 구현 알고리즘 등이 주제이다. CAD는 컴퓨터를 이용하여 디자인을 하는 것이므로 기본적으로 기하모델링과 밀접한 관련을 가지고 있다. CAD에서는 디자이너(또는 설계자)가 다양한 모양을 쉽게 그릴 수 있는 시스템이 필요하고, 만들어진 모델을 효율적으로 저장하고, 쉽게 수정, 변형할 수 있어야 하므로 이를 위한 다양한 기하학적 모델들이 CAGD에서 연구되고 있다. 예를 들면, CAD에서는 어떠한 물체를 설계하려고 할 때, 물체의 외곽선(곡선)을 손으로 그리기보다는 몇 개의 제어점(control point)으로 부드러운 곡선을 표현하고 제어점을 움직임으로써 원하는 모양의 곡선을 그린다. 이렇게 하면 손으로 그리는 것보다 변형과 확대-축소가 자유롭다. 곡선은 제어점으로부터 구해지는 다항 함수 또는 유리함수로 표현되는데, 대표적인 것이 Bezier 곡선을 표현하는 Bernstein 다항식이다. 그런데, 하나의 매끄러운 함수로 표현된 곡선은 다양한 모양을 표현하는 데에는 적절하지 않다. 몇 개의 점으로 전체 곡선의 모양이 결정되기 때문이다. 그러므로 실제 디자인에서는 이들 매끄러운(smooth) 곡선을 잘 이어 붙여서 만들어지는 스플라인(spline)을 이용하게 된다. 이것은 곡면의 경우도 마찬가지여서 하나의 매끄러운 곡면 조각(smooth patch)으로서의 Bezier patch와 이들을 이어붙인 스플라인 곡면이 이용된다. 이렇게 이어붙일 때 문제가 되는 것이 기하학적 연속성(geometric continuity)의 문제이며, 이것이 전체 곡면의 매끄러운 정도를 결정하게 된다.

CAGD에서는 Bezier 곡선, 다항식 보간법, 3차 스플라인, B-스플라인, NURBS 등의 곡선과 Bezier patch, Bezier triangle 등 곡면의 생성 방법과 기하학적 성질이 중요하게 다루어진다.

CAGD나 컴퓨터그래픽스에서 중요한 응용분야 중의 하나는 만화영화(computer animation)이다. computer animation에서 많이 쓰는 방법 중의 하나는 key frame animation이다. 여기서 만화영화는 <그림 2>와 같이 일련의 key frame을 설정하고 이들 사이의 영상을 적절히 채워주는 보간법(interpolation)에 의하여 만들어진다.



<그림 2> 공이 튀는 모습

수학적으로 3차원 입체의 key frame animation은 주어진 $n+1$ 개의 순서쌍

$$(p_i, q_i) \in R^3 \times SO(3), \quad (i = 0, 1, 2, \dots, n)$$

에 대하여 조건

$$\begin{cases} \gamma_i(0) = (p_{i-1}, q_{i-1}) \\ \gamma_i(1) = (p_i, q_i) \end{cases}$$

을 만족하는 $R^3 \times SO(3)$의 매끄러운 곡선

$$\gamma_i(t) = (P_i(t), Q_i(t)), \quad (P_i(t) \in R^3, \ Q_i(t) \in SO(3))$$

를 구하는 문제이다.(Dam, 1998) (단, R^3은 3차원 유클리드 공간으로서 평행이동을 나타내고, $SO(3)$은 3차원 유클리드공간 R^3의 회전군(special orthogonal group)이다.)

여기에서 평행이동인 $P_i(t)$는 쉽게 구할 수 있으므로 회전인 $Q_i(t)$를 구하는 것이 관건이다. 그런데 기하학적으로 $SO(3)$는 3차원 사영공간인 $RP(3)$와 같고, 다시 $RP(3)$는 3차원 단위구 S^3에서 각 점과 그 대척점(antipodal point)을 붙여서 만든 것이다. 따라서 국소적으로(locally) $SO(3)$는 S^3 와 같다고 볼 수 있으므로 곡선을 직접 $SO(3)$에서 찾지 않고 S^3에서 먼저 찾은 다음 대극 사상(antipodal map)을 이용하여 $SO(3)$로 사영하면 된다. 결국은 만화영화의 수학에서 가장 핵심적인 문제는 S^3 위에 주어진 유한개의 점들을 연결하는 곡선을 찾는 문제이다. 실제적으로는 4원수(quaternion)이론과 여러 기하학적 방법을 사용하여 구체적 곡선을 찾는데 이는 지금도 활발히 연구되는 주제이다.

3. 전산기하학(computational geometry)

전산기하학은 컴퓨터에서의 기하학적 문제를 해결하는 알고리즘을 연구하는 분야로서, 기하학적 개념에 기반을 둔 알고리즘을 다루므로 기하학적 알고리즘(geometric algorithm)이라고도 부른다. 예를 들면, 전산기하학의 한 주제인 Voronoi diagram은 리만기하학의 cut locus와 밀접한 관련을 가지고 있다. 평면에서 n개의 점 $p_1, \ldots, p_n$에 대한 Voronoi diagram은 다음 조건을 만족하는 n개의 cell $C_1, \ldots, C_n$으로 이루어진다.

$$p \in C_i \quad \leftrightarrow$$

$$|p - p_i| = \min\ |p - p_j| : j = 1, \ldots, n$$

이 cell들의 경계가 집합 $p_1, \ldots, p_n$의 cut locus인데, 지도상에서 가장 가까운 주유소의 위치 등을 찾는 알고리즘 등에 응용될 수 있으며, 최근에는 metamorphosis의 알고리즘에도 이용되고 있다.

전산기하학의 교과서들은 대부분 polygon partitioning, convex hull, Voronoi diagram, geometric searching, robot motion planning 등을 다루고 있으며, 컴퓨터그래픽스, 지리정보시스템, 로봇공학 등의 응용분야를 가지고 있다.

4. 그 밖의 응용

이상의 분야 외에도 컴퓨터비전, 이미지프로세싱 등의 분야에서도 기하학적 개념이 널리 쓰이고 있다. 컴퓨터비전은 2차원 또는 3차원 그림으로부터 정보를 추출하여 인식하도록 하는 것이다. 2차원 또는 3차원 객체는 다양한 각도와 거리에 놓여 있어도 같은 것으로 인식되어야 하므로, 컴퓨터가 객체를 인식하기 위해서는 다양한 변환에 대하여 변하지 않는 수학적 불변량이 필요하다. 가령 주어진 물리적 곡선이 있을 때 이 곡선을 식으로 표현하는 방법은 좌표계나 매개변수를 잡는 방법에 따라 다르다. 예를 들어 평면에서 다음은 모두 같은 물리적 곡선의 호를 나타낸다.

$$C_1: xy = 1,$$

$$C_2: x^2 - y^2 = 2,$$

$$P_1: \alpha(t) = (e^t, e^{-t}),$$

$$P_2: \beta(t) = (\sqrt{2}\cosh t, \sqrt{2}\sinh t)$$

즉 하나의 주어진 물리적 곡선을 방정식이나 매개변수로 나타내려고 할 때 그 표현은 유일한 것이 아

니라 매우 다양하게 나타낼 수 있다. 따라서 곡선을 인식하려고 할 때 곡선의 방정식은 표준화하기에는 적절한 수단이 아니다. 미분기하학적으로 곡률(curvature), 비틀림율(torsion) 등이 곡선과 곡면의 주요한 기하불변량(geometric invariants)인데 이들은 컴퓨터의 물체 인식에서 중요하게 쓰인다. 물론 컴퓨터가 받아들이는 data는 곡선 또는 곡면의 식이 아니고, polygon, mesh, bitmap 등의 형태로 주어지므로 이산적 자료(discrete data)로부터 기하불변량을 계산하는 방법(알고리즘)이 필요하다. 이산적 기하불변량에 대한 연구는 최근에 이루어지고 있기는 하지만 수학적으로 어렵지는 않으므로 학부수준에서도 학습할 수 있다.

IV. 교과내용의 구성방안

1. 기존의 과목에 내용 추가

전통적으로 다루어오던 과목에서 교수가 적절히 취사선택을 하여 응용이나 예제 등의 형태로서 다음과 같이 내용을 첨가할 수 있다.

컴퓨터그래픽스와 연관된 수학과 학부 과목은 이미지의 생성(visualization) 및 변환과 관련된 수학과 그 구현 등을 내용으로 하여 구성할 수 있다. 즉, 선형대수학에서 선형변환, 해석기하학에서 좌표계, 이차곡선, 이차곡면, 해석적 사영기하학에서는 유클리드공간의 imbedding, 동차좌표, 미분기하학에서는 곡선과 곡면의 표현, 수직벡터(normal vector), 변환(transformation), 사영(projection) 등 수학 이론을 바탕으로 하여 컴퓨터그래픽에서 실제로 이미지의 생성과 변환에 쓰이는 알고리즘을 소개하고 C 언어 등으로 이를 구현한 실습을 병행해 볼 수 있다. 이외에도 구체적인 필요나 목표 등이 있다면 모델링, 렌더링 등 컴퓨터그래픽스의 일반적인 내용을 적절히 첨가하고 OpenGL 등의 라이브러리를 이용한 실습을 추가할 수 있다. 컴퓨터그래픽과 관련된 수학적 내용을 정리한 책으로는 [Rogers(1990)], [Taylor(1992)], [Eric, 류광(역)(2002)] 등이 잘 알려져 있다.

CAGD 에서는 de Casteljau Algorithm, Bezier curve, Spline, Bezier patch 등의 내용을 바탕으로 실습을 병행하는 구성이 가능하다. 선수과목으로 미적분학과 선형대수 정도 그리고 실습에 필요한 컴퓨터 언어 한 가지 정도를 알고 있는 고학년 학생을 대상으로 하는 내용이 가능하다. 기존의 유명한 교과서로는 [Farin(1997)]이 있으며 CAGD에서 핵심적인 수학적 내용을 정리한 한글 책으로 [지동표(1990)]가 있다.

전산기하학의 경우에는 기초적 개념인 리스트, 이진 트리 등의 자료 구조와 탐색, 정렬 등에 관한 기본 알고리즘을 바탕으로 기하 알고리즘에 관한 내용구성이 가능하다. 구체적인 내용은 다양하게 조합할 수 있는데 예를 들어 두 선분의 교차 검사, 볼록 껍질(convex hull)을 찾는 문제, 최근접 점의 쌍 찾기 등

을 다루면서 기하학이 컴퓨터 알고리즘에 얼마나 유용한지를 느낄 수 있다. 기존의 유명한 교과서로는 [O'Rourke(1998)]가 있는데 알고리즘에 대한 설명과 분석을 다루면서 실습을 위한 C 언어로 된 코드를 담고 있으며, 국내 서적으로서는 [조유근(2000)]에 비교적 기하 알고리즘이 잘 설명되어 있다. 웹사이트 http://compgeom.cs.uiuc.edu/~jeffe/compgeom/courses.html에는 세계 여러 대학의 수학과 및 컴퓨터학과에서 다루는 전산기하학의 내용과 주제를 링크시켜 놓았다.

수학과에서 이들 분야를 강의하려할 때 어려운 점은 우선 수학과의 입장에서 컴퓨터그래픽스, CAGD, 전산기하학이라는 분야가 다소 생소한 분야라는 것이다. 예를 들면, 전산기하학은 이산기하학(discrete geometry)과 밀접하게 관련되어 있는데, 우리나라 수학과에서 별로 다루지 않는 분야이기 때문이다. 디지털 컴퓨터가 고도로 발전한 현대의 상황에서 이산수학의 중요성이 커지고 있듯이 이산기하학도 컴퓨터 기술에서 기하학적 개념을 이용한 알고리즘의 중요성이 커지면서 관심이 증대되고 있는 분야이다. 두 번째 어려운 점은 수식과 수학적 기호를 사용하면 몇 줄에 표현할 수 있는 내용을 말로 풀어서 몇 페이지에 걸쳐서 설명하는 것을 볼 수 있는데, 이는 수학자와 컴퓨터학자가 같은 상황에 대하여 인식하고 표현하는 방법이 다른데에 기인하는 것이 아닌가 생각된다. 이는 수학자와 응용과학자의 소통을 위해서 극복해야할 문제이지만 역시 일정한 노력이 필요한 부분이다. 한편, CAGD와 전산기하학의 경우 한글 교재가 없다는 것이 강의에 어려움이 될 수 있다. CAGD와 전산기하학에 관한 책들은 주로 컴퓨터 전공자를 대상으로 서술되어 있는데, 일반적인 수학책과 달리 수학적 서술이 적고 말로 설명한 부분이 많다. 대학에 따라서 사정이 다르겠지만, 영어가 익숙하지 않은 학생들에게는 장애 요소가 된다. 따라서 수학과에 적합한 한글교재를 개발하는 것이 필요하다.

2. 새로운 과목의 신설

한편, 컴퓨터그래픽스, 전산기하학, CAGD, 컴퓨터비전 등에 직접적으로 쓰이는 수학적 내용을 모아서 하나의 과목으로 만들 수도 있는데, 정보통신부(정보통신연구진흥원)에서 추진하고 있는 "IT/비IT학과 교과과정 개편지원사업"에서는 "멀티미디어 및 게임S/W 트랙"의 기초과목으로서 "멀티미디어 응용수학"이라는 과목을 제안하고 있기도 하다. 멀티미디어 응용수학에는 3차원 기하의 기본요소인 점, 직선, 평면의 표현법, 기하모델링에서의 mesh, spline 곡선과 곡면, 변환과 사영, 각(angle)과 사원수(quaternion), 확률 이론 등이 망라되어 있다. 신설 과목이나 이에 대한 적절한 내용의 구성은 학생의 사전 지식, 경험, 향후 계획 등을 고려하여 적절히 취사선택해야 하므로 구체적인 연구가 필요하다.

3. 개인 연구형식의 탐구 활동

기초가 잘 훈련되어있는 학부의 고학년 학생들을 대상으로 하여 교수의 적절한 지도 하에 특정 주제 연구도 고려할 수 있다. 예를 들어 미분기하학을 잘 이해하고 있다면 리군(Lie group) 등의 기본에 대한 약간의 추가지식을 바탕으로 만화영화의 수학에 관한 이론과 응용을 다루어 볼 수 있다. 구체적인 주제를 주고 이에 대한 문헌 연구, 간단한 문제 해결 등을 교수의 지도 하에서 하는 형식으로 학교나 과의 사정에 따라 졸업논문 등 형태로 운영할 수 있다.

V. 결 론

기하학을 바탕으로 한 응용 분야인 컴퓨터그래픽스, CAGD, 전산기하학 등은 공과대학의 컴퓨터학과에서 학부고학년이나 대학원 등에서 개설되고 있다. 공과대학의 입장에서 이들 과목은 매우 이론적이며 어려운 과목으로 파악하고 있지만 수학과의 관점에서 이들이 담고 있는 내용과 알고리즘은 미적분학, 선형대수, 미분기하학을 공부했다면 어렵지 않게 공부할 수 있는 내용이다.

자연과학(science)의 목적은 자연현상을 이해하는 데에 있으며, 기술(technology)의 목적은 인간의 필요에 따라서 자연을 변화시키는 데에 있다. 컴퓨터그래픽스의 예를 들면, 수학과의 컴퓨터그래픽스 강의와 컴퓨터공학과의 컴퓨터그래픽스는 이러한 관점에서 구분될 수 있을 것이다. 공과대학의 경우 각 과목의 내용을 졸업 후 산업현장에서 즉시 적용할 수 있는 실용적인 것으로 구성하고 이에 적절한 훈련을 하는 것이 바람직하지만 수학과의 경우에는 기존의 순수이론에서 한 걸음 더 나아가 구체적인 응용을 어떤 식으로 할 수 있는지를 보여주고 이를 체험하는 방식을 택하는 것이 좋다. 무엇보다도 다루고 있는 상황의 수학적인 측면과 바탕을 잊어서는 안 된다. 그렇지만 구체적인 강의에서는 보다 실용적인 관점에서 알고리즘의 구현과 실습에 대한 내용을 강화할 수도 있을 것이다. 수학과에서는 수학적(기하학적) 개념과 컴퓨터그래픽스에서 사용되는 여러 가지 알고리즘의 원리를 중심으로 공부하고, 컴퓨터공학과에서는 이러한 알고리즘을 구체적인 상황에서 응용하는 것을 배운다면 상호 보완적인 교과과정이 되리라고 생각된다.

암호학의 유용성이 널리 알려져 있으며 많은 수학자들이 암호이론의 연구를 하고 있는 요즘 이미 대수학이나 정수론의 교과서들은 암호이론을 내용에 포함시켜 다루고 있으며 해석학이나 응용수학에서는 발 빠르게 블랙-숄츠 방정식 등 금융수학의 내용을 소개하고 있다. 기하학의 경우 상대적으로 이러한 응용의 소개와 교육이 아직 활발하지 못한 실정이다. 그러므로 기하학에서도 이산기하학의 내용을 추가하고, 컴퓨터그래픽스, CAGD, 전산기하학, 컴퓨터비전 등의 응용에 대하여 소개하고 관심을 가지도록 하는 것이 필요하다.

지난 20세기가 순수수학의 시대였다면 이번 21세기는 바야흐로 응용수학의 시대라 할 수 있다. 컴퓨터 그래픽스, CAGD, 전산기하학은 단순히 컴퓨터공학과의 과목이 아니라 조금만 시야를 넓힌다면 기하학의 구체적이고 좋은 응용과 활용 예들이다. 앞으로 대학의 기하교육에서도 이들이 활발히 소개되고 접목되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

교육인적자원부 · 국방부 · 과학기술부 · 농림부 · 산업자원부 · 해양수산부 (2002). 기초과학진흥, www.most.go.kr/vod/2002 2006/3-2.hwp

김은영 · 오해석 (2000). 컴퓨터 그래픽스 -이론과 실제, 서울: 대림출판사.

류광(역), Eric Lengyel (2002), 3D 게임 프로그래밍 & 컴퓨터그래픽을 위한 수학(*Mathematics for 3D Game Programming & Computer Graphics*), 서울: 정보문화사.

지동표 (1990). 계산적 설계를 위한 곡선과 곡면론, 서울: 서울대학교 출판부.

정보통신부(정보통신연구진흥원) (2005), 2005년도 IT/비IT학과 교과과정 개편지원사업 안내서, http://www.mic.go.kr/

조유근 외(2000). 알고리즘, 서울: 이한 출판사.

Berg, M. de et al. (1997). *Computational Geometry -Algorithms and Applications*, Berlin: Springer.

Dam, E. B.; Koch · M & Lillholm, M .(1998), *Quaternions, Interpolation and Animation*, Technical Report DIKU-TR-98/5, Copenhagen, Denmark: University of Copenhagen.

Farin, Gerald (1997). *Curves and Surfaces for CAGD (4th edition)*, San Diego: Academic Press.

Foley, J. D. et al. 저, 조동섭 · 한정현 공역 (1998). 컴퓨터그래픽스(*Introduction to Computer Graphics*), 서울: 홍릉과학출판사.

O'Rourke, Joseph (1998). *Computational Geometry in C*, Cambridge: Cambridge University Press.

Rogers, David F (1990). *Mathematical Elements for Computer Graphics (2nd edition)*, New York: McGraw-Hill Pub. Co.

Taylor, Walter F.(1992), *The Geometry of Computer Graphics*, Belmont: Wadsworth & Brooks.

http:// compgeom.cs.uiuc.edu/~jeffe/compgeom/ courses.html

On the Contents and Curriculum for University geometry course focused on applications

Jeon, Myungjin
Dept. of Computer Aided Math. Information Science, Semyung University, Jechon, 390-711, Korea
E-mail : mjjeon@semyung.ac.kr

Cho, Minshik
Dept. of Math. Education, Korea National University of Education, Cheongwon, 363-791, Korea
E-mail : mscho@knue.ac.kr

The purpose of this study is to consider how to restructure the university geometry curriculum and contents in terms of applications to theoretical computer science. We analyzed various topics from computer graphics, CAGD(computer aided geometric design) and computational geometry suitable for geometry students interested in applications. Moreover we discussed about selections of topics for several cases.

* ZDM Classification : G95
* MSC2000 Classification : 97D30
* Key Word : Geometry, Computer Graphics, CAGD, Computational geometry