

[Proposal Form for Venture Research Program for KAIST Ig-Nobel Prize]

<제안서는 국문 또는 영문으로 작성 (총 5페이지 이내)>

위상이 다른 두 오브젝트간의 자연스러운 대응 찾기

1. Information on Research Team

Name	Student ID	Department	Career	Role
박한길	20095304	수리과학과	박사과정	책임자
방승배	20145460	문화기술대학원	박사과정	연구원
조영진	20095157	수리과학과	박사과정	연구원

2. Project Summary

Objective	<p>수학 또는 공학적인 문제에서 위상이 같은 두 곡면 사이의 일대일 대응을 찾는 문제는 상황에 따라 다양한 방법으로 해결 할 수 있다. 하지만 두 곡면의 위상이 다른 형태라면 본질적으로 일대일 대응을 찾는 것은 불가능하다. 그렇기에 수학에서 위상이 다른 두 곡면의 대응을 찾는 문제는 연구의 대상이 아니었고, 공학에서도 아직까지는 그런 대응을 필요로 하는 실질적인 문제가 거의 없다 싶어 하였다. 하지만 최근에는 computer graphics와 증강현실(augmented reality) 기술이 발달하면서, 디자이너가 일부러 위상이 같게 만든 두 개의 오브젝트를 다루기보다는 임의의 오브젝트, 예를 들면 3d scanner로 현실에 있는 임의의 대상을 스캔하여 데이터화시킨 것, 을 다루어야 하는 상황이 늘어나고 있다. 이러한 데이터는 위상상태를 예측하기도 어려울뿐더러 예측하더라도 두 개의 오브젝트가 위상이 같을 확률은 거의 없다. 예를 들어 실생활에 존재하는 의자 두 개만 생각해보아도 위상이 다르다라는 것을 쉽게 알 수 있을 것이다. 위상이 다른 두 곡면 사이의 대응을 구성하는 수학적으로 참조 할 만한 기존의 연구가 거의 전무하기 때문에, 현재 공학에서는 이러한 필요에 의한 해결책들로서 매우 휴리스틱한 방법들을 제안하고 있다. 두 개의 의자를 예로 들면, 의자를 기능별로 분해해서(팔걸이, 등받이, 쿠션, 다리 등), 각각의 요소들 사이의 대응을 준다는 식이다. 이에 반해 우리의 목표</p>
-----------	--

	<p>는 일대일은 아니지만 거의 일대일(almost one-to-one)이면서 최대한 자연스럽게 위상이 다른 두 곡면 사이의 global한 대응을 찾아 주는 것이라 할 수 있다. 이러한 자연스러운 대응은 computer graphics, animation, path planning, augmented reality등 많은 분야에 응용이 있을 것이라 기대하고 있다.</p>
<p>Description</p>	<p>위상이 다른 두 곡면 사이의 일대일 대응은 줄 수가 없기 때문에 그러한 대응을 만들기 위하여 곡면에 topological surgery를 가해 일시적으로 위상이 같게 한 다음 대응을 만들게 되면 surgery를 가해서 생긴 boundary를 제외하고는 매끄러운 일대일대응이 만들어진다. 이 boundary부분은 measure 0의 적은 부분을 차지하기 때문에 우리가 찾는 대응이 될 것이다. 하지만 두 곡면의 모양이 많이 다르다면 surgery를 가해야 할 위치가 어디인지 판별하기가 어렵고, 그 위치를 구했다 하더라도 그 근방에서는 대응을 어떻게 주어야 할 지가 어려운 문제이다. 이를 해결 하기 위해 우리는 두 곡면의 mesh data(vertex, edge, face)를 implicit function data(distance from mesh on grid points)로 변환한 후, 적절한 시간간격으로 두 implicit function 사이를 보간 할 것이다. 보간으로 얻어진 function에서 다시 mesh data를 얻어내면 처음 두 개의 곡면이 매끄럽게 변화하는 과정을 볼 수 있다. 처음 두 개의 곡면의 모양이 많이 다르더라도 변화하는 중간의 곡면들을 살펴보면 현재 프레임의 곡면과 다음 프레임의 곡면의 모양은 크게 변하지 않기 때문에, 이 두 곡면 사이의 대응을 만들 수 있다면 대응을 첫 프레임부터 마지막 프레임까지 연속적으로 줌으로서 우리가 찾고자 하는 보간 전의 두 곡면 사이의 대응을 얻을 수가 있을 것이다. 하지만 모양이 비슷하다고 해도 위상이 다르면 대응을 어떻게 주어야 할지는 쉬운 문제가 아니기 때문에 우리는 vision에서 쓰이는 optical flow나 수학에서 쓰이는 morse theory를 사용해 해결하려고 한다.</p>
<p>Novelty / unusualness</p>	<p>수학에서는 위상이 다른 두 곡면 사이의 대응을 찾는 것이 관심의 대상이 아니었다. 하지만 computer graphics나 vision, robotics등의 어떤 문제들에 의해 그러한 대응을 찾는 것이 앞으로 중요해 질 것이라고 생각 하기에 이 연구는 의미가 있을 것이라 생각한다.</p>
<p>Scholarly profundity</p>	<p>Mesh에 관한 복잡한 연산들은 computational geometry에서 가져와야 하고 implicit function을 다루기 위해서 vision쪽의 optical flow나 fluid simulation의 level set methods 와 깊이 연관되어 있고, 수학에서는 morse theory에 밀접한 연관이 되어있어, 우리가 하고자 하는 연구는 실용성뿐만 아니라 학문적으로도 여러 분야가 결합되어 있는 것이라 할 수 있다.</p>
<p>Research plan</p>	<p>7월~8월: 기초지식 습득 및 전문가에 조언 받음. 9월~10월: 두 팀(mesh based, optical flow)로 나누어서 이론 전개.</p>

	<p>11월: 두 이론을 잘 접목해서 프로그램하고 3D 스캔한 데이터에 적용.</p> <p>12월: 문제점 파악하여 수정.</p>
--	--