

# Flystick Simulation

---

DONGCHUL JO & JEHEE LEE  
SNU MOVEMENT RESEARCH LAB.

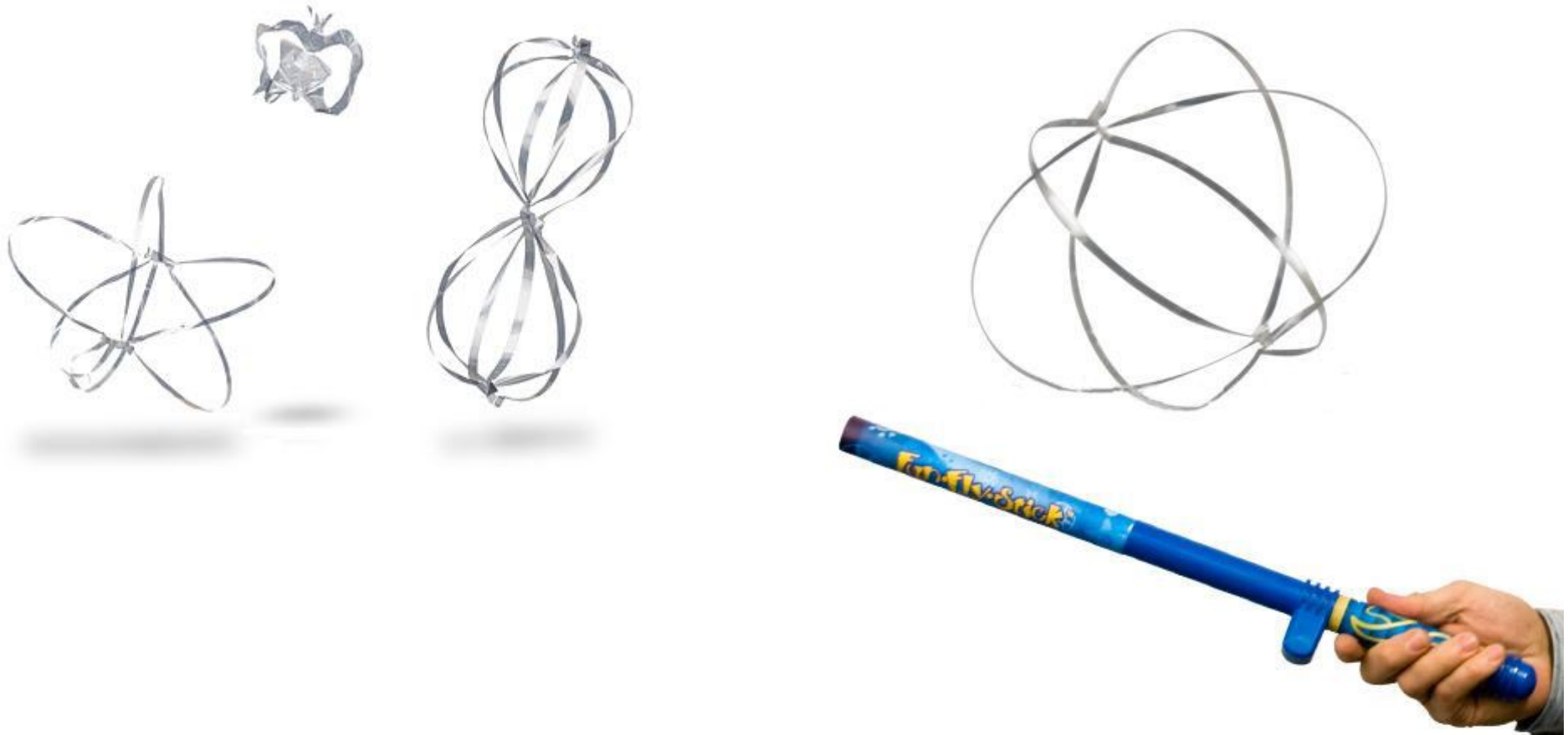


# 플라이스틱



# 목표

---



**d14**

이 연구에서는 플라이스틱 완구 세트에 같이 제공되는 얇은 금속막과 같은 물체가 플라이스틱과 접촉했을 때, 일어나는 물리 현상을 시뮬레이션 하고자 하였다.

dcjo, 2014-07-11

# 플라이스틱과 전하

---

- ▶ 플라이스틱은 끊임없이 양전하를 생산
- ▶ 플라이스틱과 접촉하면?
  - ▶ 양전하가 접촉한 물체로 이동



## 슬라이드 4

---

**d1**

얇은 물체 내부로 이동한 전하들의 활동으로 얇은 물체의 형태가 변하게 됨

dcjo, 2014-07-11

d3

d4

d5

d8

d9

# 대전된 물체

---



## 슬라이드 5

---

- d3**      플라이스틱에 의해 전달된 전하가 물체 내부에서 어떤 작용을 일으키는지에 대해 좀 더 알아볼 필요가 있다.  
dcjo, 2014-07-11
- d4**      단단한 캔을 대전시키는 상황을 생각해보자  
dcjo, 2014-07-11
- d5**      플라이스틱에 전원을 켜고 이를 캔에 접촉시키면 캔에 전하들이 전달된다.  
dcjo, 2014-07-11
- d8**      캔 속에 전달된 전하들은 서로를 밀어내는 전기력을 발생시킨다  
dcjo, 2014-07-11
- d9**      이 전기력의 힘으로 캔 내부에서 전하는 가능한 멀리 떨어지도록 이동한다  
dcjo, 2014-07-11



d10

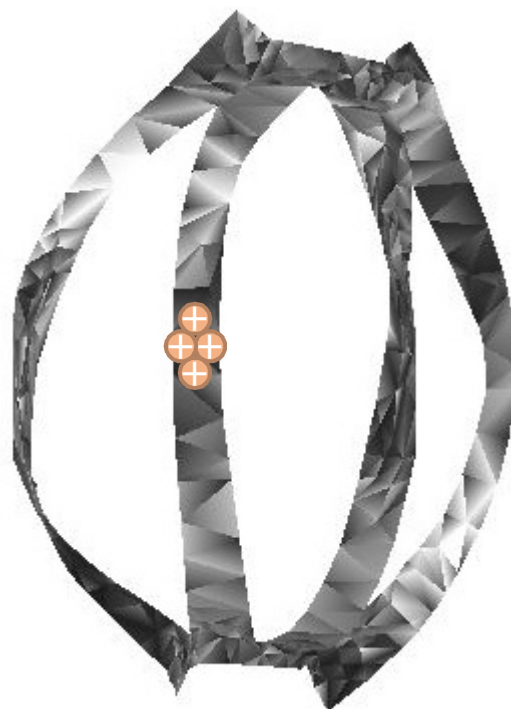
d11

d12

d13

# 대전된 물체

---



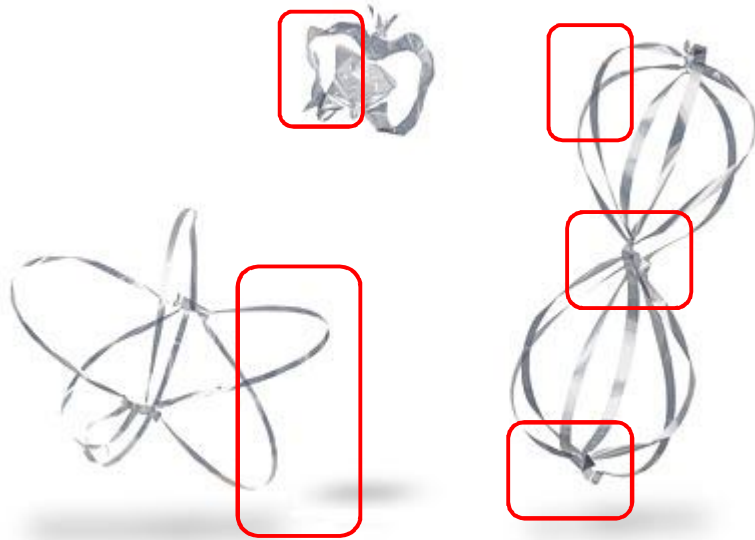
## 슬라이드 6

---

- d10** 이번에는 캔과 같이 단단한 물체가 아닌 플라이스틱 완구에 세트로 제공되는 얇은 금속막과 같은 물체를 생각해보자  
dcjo, 2014-07-11
- d11** 전원을 켜 플라이스틱이 이 얇은 물체에 접촉하면 캔에 일어났던 일과 마찬가지로 전하가 이 얇은 물체 내부로 이동한다  
dcjo, 2014-07-11
- d12** 얇은 물체 내부로 이동한 전하는 서로 밀어내는 힘을 발생시키면서 이동하게 되는데 이번에는 캔에서와 달리 이 힘으로 인해 물체의 형태까지 변하는 상황이 발생한다  
dcjo, 2014-07-11
- d13** 그래서 대전된 얇은 금속막과 같은 물체는 전달된 전하의 활동에 의해 부풀어오르게 된다.  
dcjo, 2014-07-11

# 비슷한 현상

## ▶ 플라스틱의 금속막 vs 천, 종이



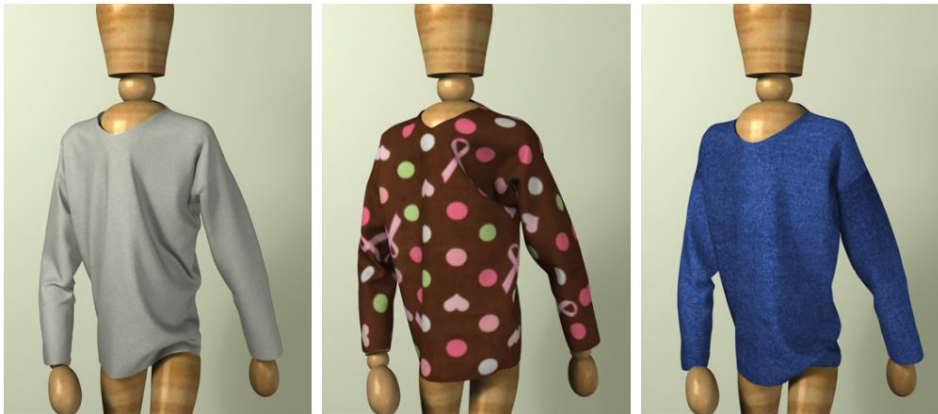
# 클로스 시뮬레이션

---



A Deformation Transformer for  
Real-Time Cloth Animation

Wei-Wen Feng, Yizhou Yu  
Byung-Uck Kim  
SIGGRAPH 2010



Data-Driven Elastic Models for Cloth  
: Modeling and Measurement

Huamin Wang, Ravi Ramamoorthi  
James F. O'Brien  
SIGGRAPH 2011

# 시뮬레이션

---

- ▶ 클로스 시뮬레이션을 활용
  - ▶ Folding and Crumpling Adaptive Sheets  
Rahul Narain et al. [2013 SIGGRAPH]



- ▶ 전하와 전기력 개념을 추가

# 전하와 전기력의 작용

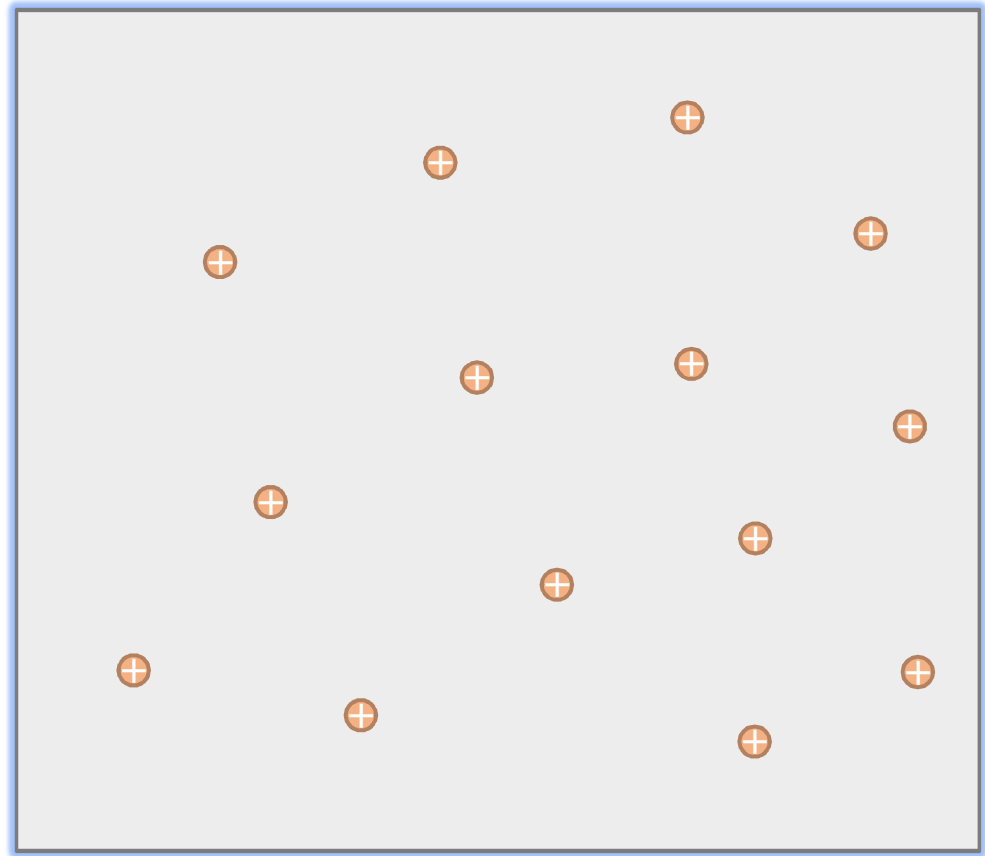
---

- ▶ 물체 내부의 전하 분포의 표현
- ▶ 전하의 움직임
- ▶ 전기력 계산 및 적용

# 전하 분포의 표현

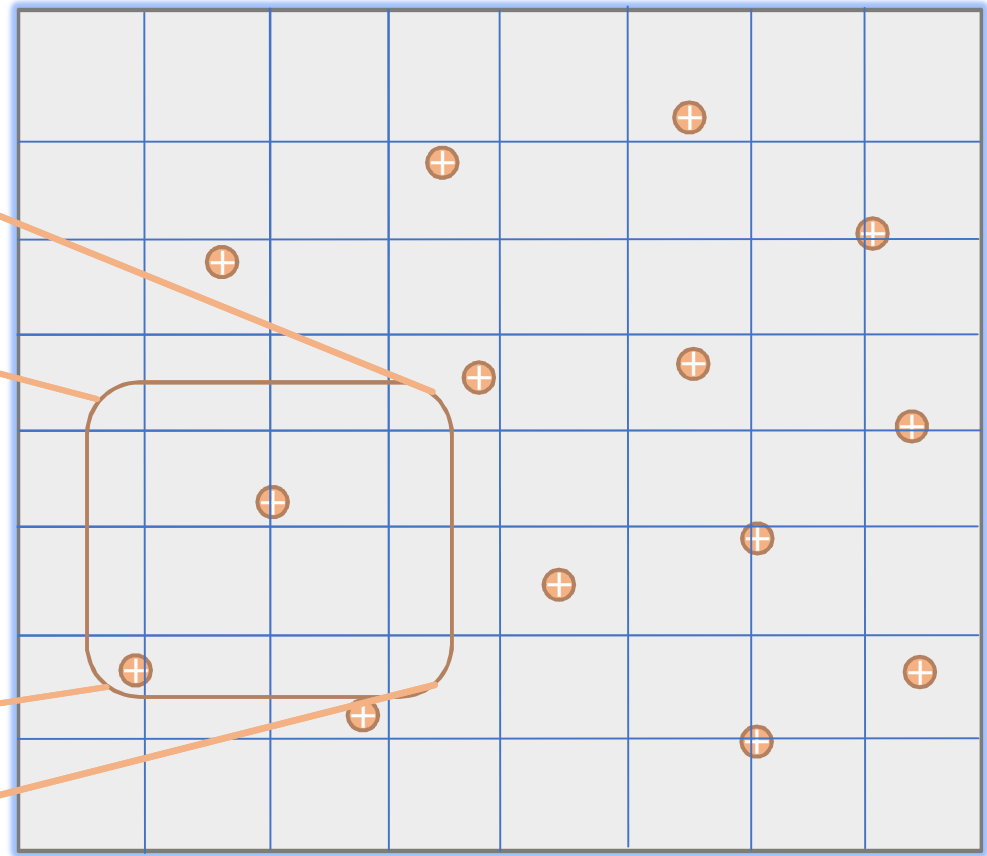
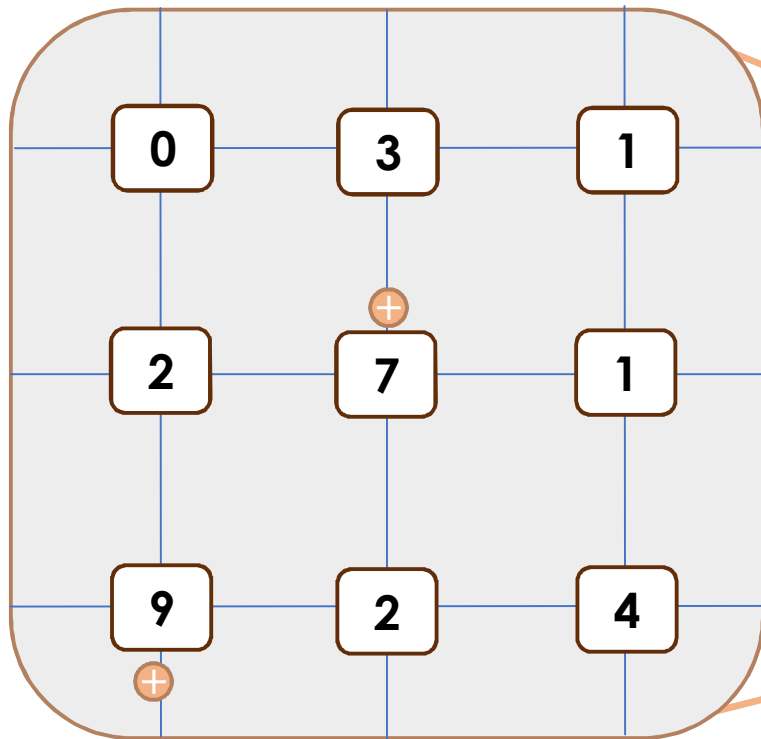
---

## ▶ 물체 내부에 전하



# 전하 분포의 표현

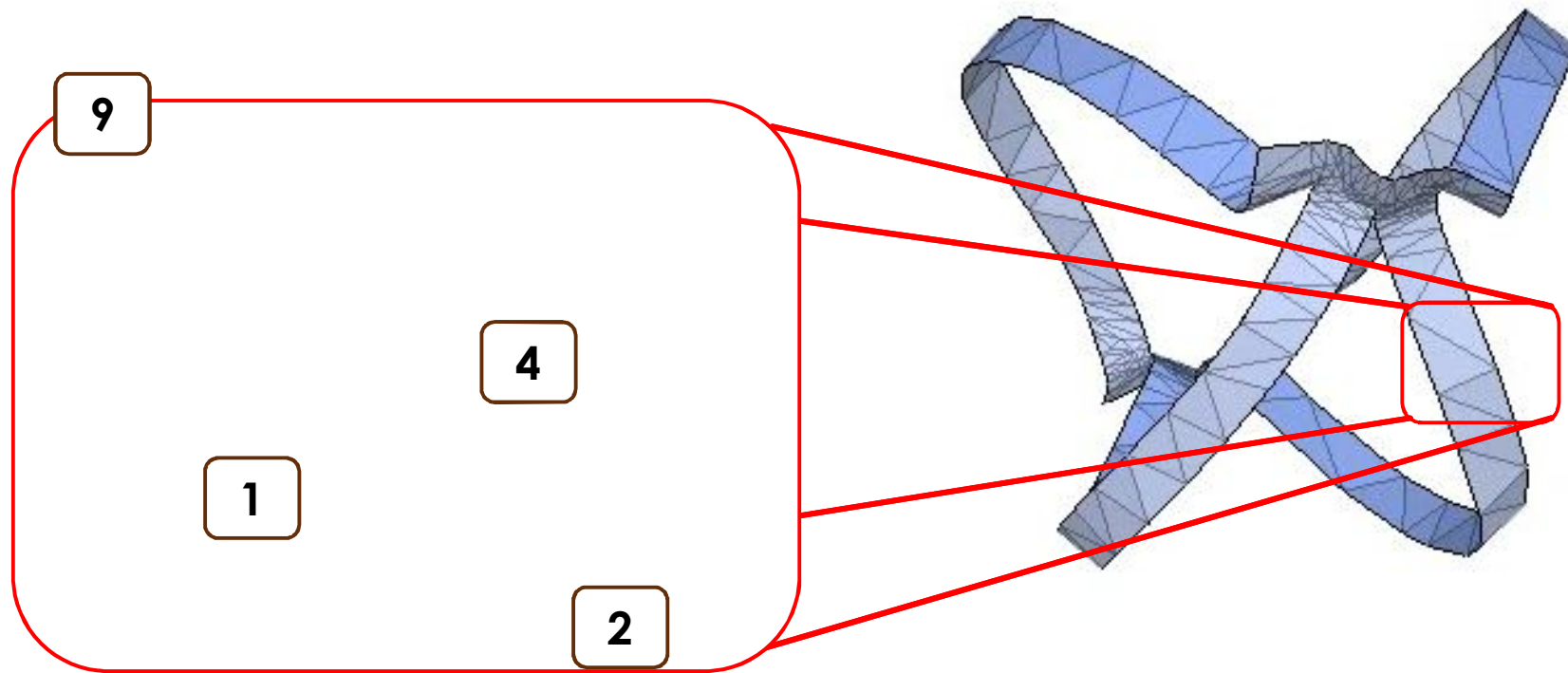
## ▶ 물체 내부에 전하





# 전하 분포의 표현

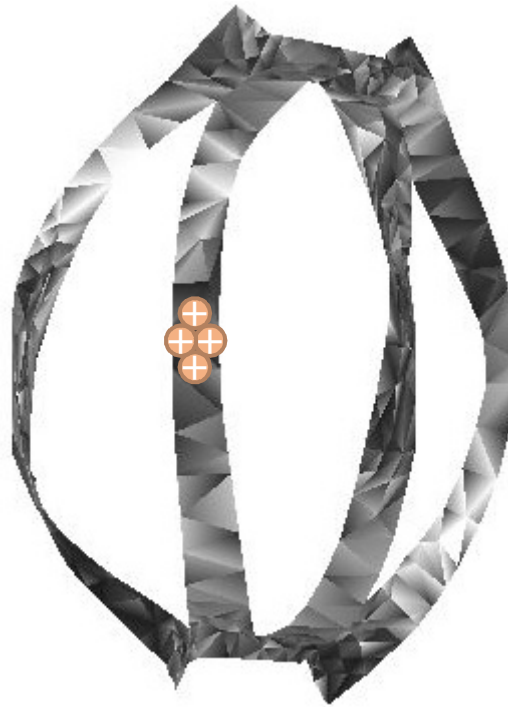
- ▶ 클로스 시뮬레이션에서 사용하는 모델에 응용



# 전하의 움직임

---

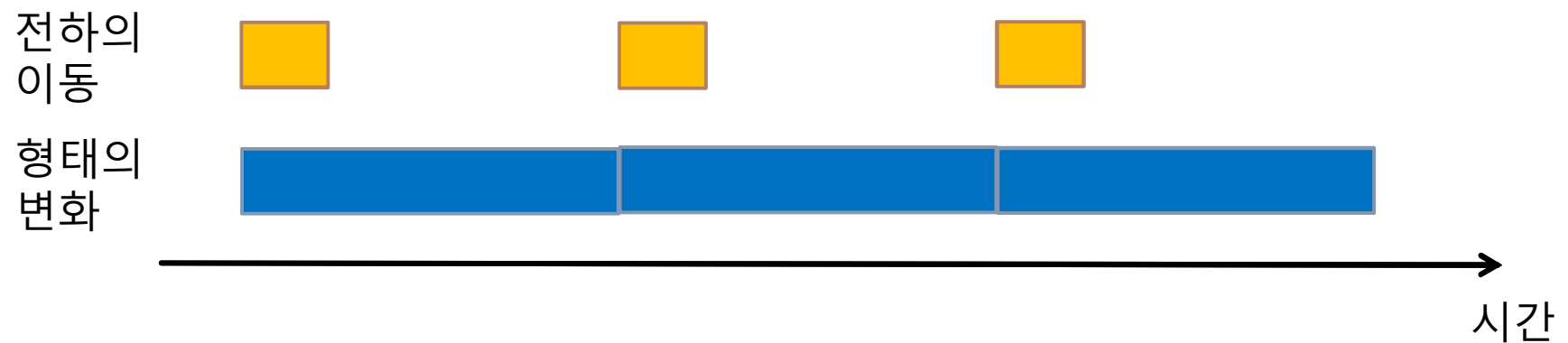
- ▶ 전하의 움직임과 물체 형태의 변형이 동시에 일어남



# 전하의 움직임

---

- ▶ 전하의 이동속도와 물체 형태의 변화속도
  - ▶ 전하의 이동속도가 더 빠르다



# 전하의 움직임

---

- ▶ 가정 : 매 순간 물체 변형 전에 물체 내부의 전하는 안정한 상태의 분포로 이동을 마친다

전하의  
이동      형태의  
         변화



→ 시간



# 안정한 상태의 전하 분포 구하기

---

## ▶ 안정한 상태의 특징

전하 분포의 변화가 없음



모든 지점의 전기포텐셜이 같음

## ▶ 전하분포 구하기

▶ He Wang et al. [2013]

# 전기력 계산 및 적용

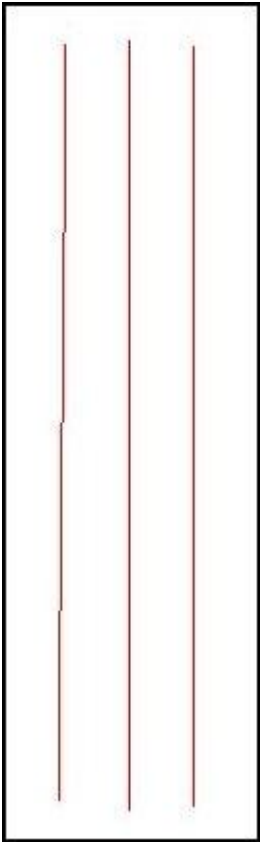
---

- ▶ 점 전하 사이의 전기력 계산
  - ▶ 쿨롱의 법칙, 중첩의 원리
- ▶ K-D tree를 이용한 계산 속도 향상
  - ▶  $O(n^2)$  에서  $O(n \log n)$
- ▶ 클로스 시뮬레이션 모델의 각 점에 전기력 적용

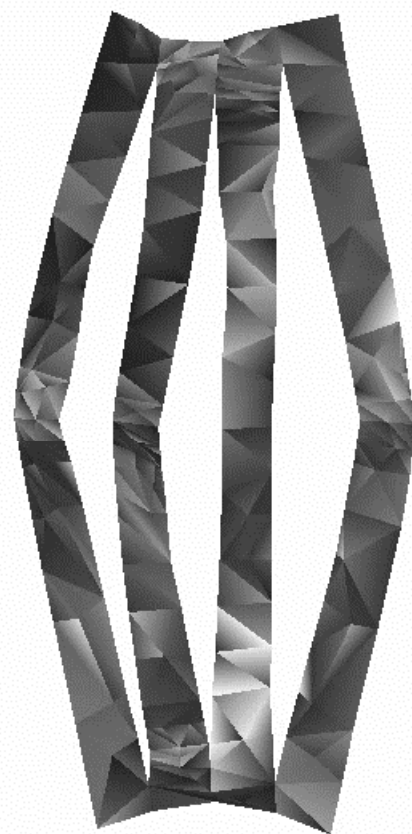
# 결과

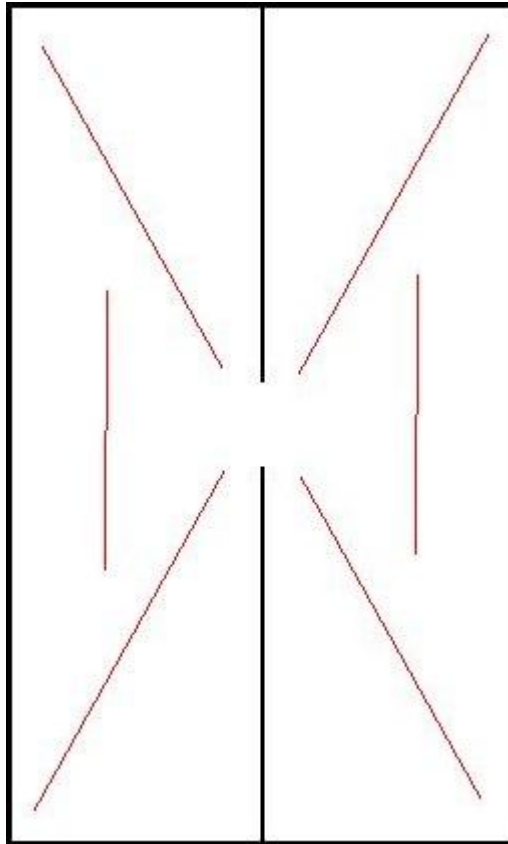
---

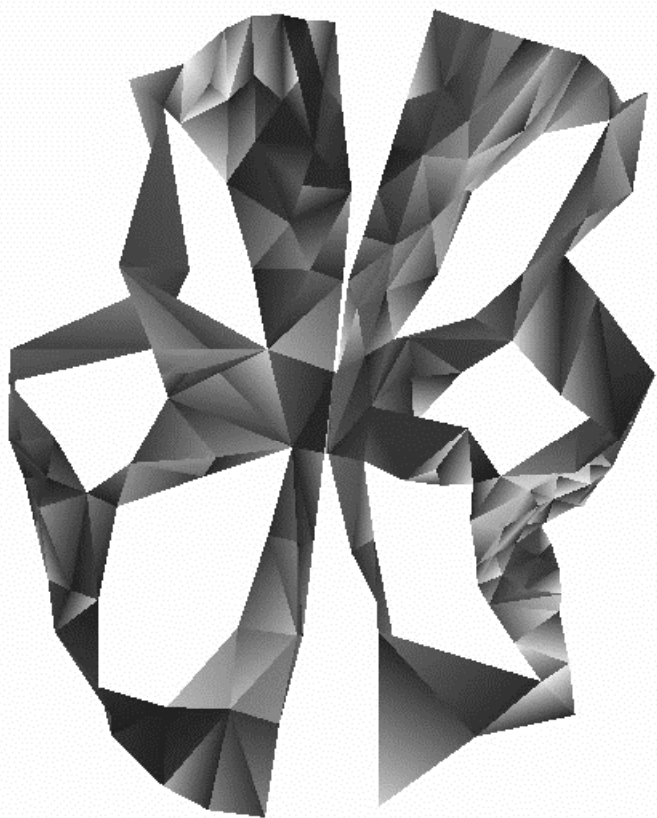


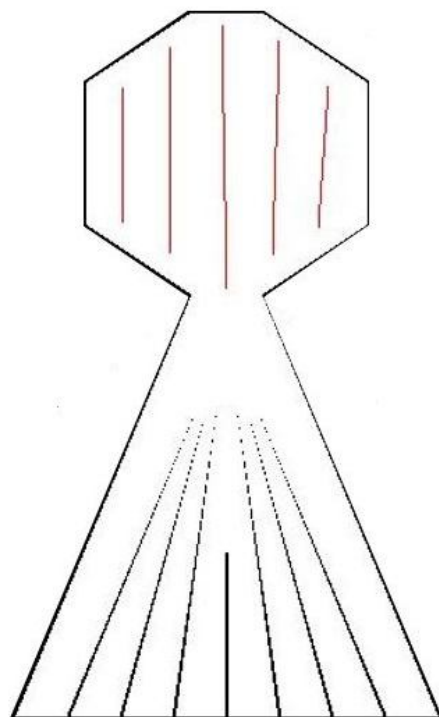


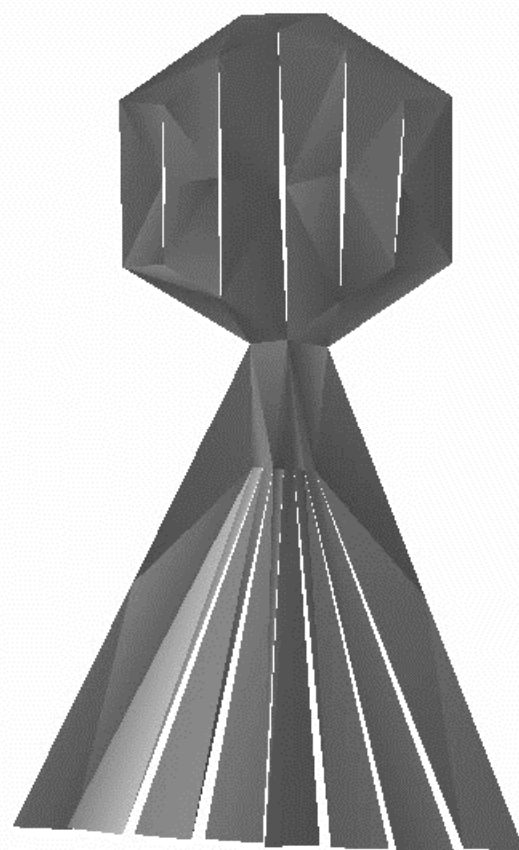












끝

