



## 키네틱 인터랙션 요소를 내장한 디자인재료 개발 및 응용

Development and Application of a New Design Material with Kinetic Interaction Elements

---

저자  
(Authors) 이나래, 이우훈  
Lee Na-Rae, Lee Woo-Hun

출처  
(Source) [디자인학연구 24\(1\)](#), 2011.2, 117-128 (12 pages)  
[Archives of Design Research 24\(1\)](#), 2011.2, 117-128 (12 pages)

발행처  
(Publisher) [한국디자인학회](#)  
Korean Society of Design Science

URL <http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE01613974>

APA Style 이나래, 이우훈 (2011). 키네틱 인터랙션 요소를 내장한 디자인재료 개발 및 응용. 디자인학연구, 24(1), 117-128.

이용정보  
(Accessed) 한국과학기술원  
143.248.193.162  
2016/07/22 09:57 (KST)

---

### 저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다.

이 자료를 원저작자와의 협의 없이 무단게재 할 경우, 저작권법 및 관련법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

### Copyright Information

The copyright of all works provided by DBpia belongs to the original author(s). Nurimedia is not responsible for contents of each work. Nor does it guarantee the contents.

You might take civil and criminal liabilities according to copyright and other relevant laws if you publish the contents without consultation with the original author(s).

# 키네틱 인터랙션 요소를 내장한 디자인재료 개발 및 응용

Development and Application of a New Design Material with Kinetic Interaction  
Elements

주 저자 : 이나래

카이스트 산업디자인학과

**Lee, Na-Rae**

KAIST

공동 저자 : 이우훈

카이스트 산업디자인학과

**Lee, Woo-Hun**

KAIST

1. 서 론

1-1. 연구 배경 및 연구 방법

2. 배경이론 및 관련 연구

- 2-1. 키네틱인터랙션의 정의
- 2-2. 임베디드 인터랙션의 정의
- 2-3. 재료측면의 임베디드 인터랙션 사례분석

3. 수동적 키네틱 인터랙션 요소에 관한 연구

- 3-1. 수동성의 개념
- 3-2. 수동적 키네틱 인터랙션의 정의 및 특징

4. 마그네티즘이 적용된 키네틱 재료 개발 및 활용

- 4-1. 마그네티즘 기반의 키네틱 인터랙션 내장형 재료 개발
- 4-2. 마그네티즘이 내장된 재료의 활용 및 탐색
- 4-3. 디자인 사례 개발: 플립잇 (Flip-it)
- 4-4. 유저스터디 결과 및 분석
- 4-5. 디자인 재료로서의 키네틱 인터랙션 요소 내장형 재료

5. 결 론

참고문헌

(要約)

재료기술의 발달로 인해 디자이너가 담당해야할 디자인 분야의 범위가 확대되고 있다. 그 중 중요한 역할을 하는 것이 키네틱인터랙션이다. 키네틱인터랙션은 움직임을 통하여 사용자와 인터랙션 하는 것으로, 이러한 움직임은 각기 다른 물리적 재료의 형태로 변환되어 사용자에게 인식 된다. 따라서 많은 디자이너들은 동일한 움직임일지라도 다양한 재료와 접목하여 시각적 효과를 만드는 작품들을 창조해냈다. 본 연구에서는 움직임을 만드는 키네틱 인터랙션 요소를 재료에 내장하는 새로운 재료 개념을 제시하고 응용사례를 디자인 하였다. 또한 내장된 인터랙션 요소를 사용자와 디자이너가 어떻게 느끼는가에 대하여 실증 연구를 통하여 알아보려고 하였다.

실증연구를 위하여 키네틱 인터랙션 요소가 내장된 재료를 새롭게 정의하고 제안하는 개념을 구체화하기 위하여 친숙한 소재인 나무와 플라스틱에 자석을 내장한 재료를 개발하였다. 개발된 재료는 자석의 내장 방식에 따라 두 가지 특성을 가진다. 첫째 당기는 재료는 인력을 내장하여 적은 힘으로도 오브젝트를 특정한 위치로 끌어당기는 움직임을 만드는 재료이다. 둘째 밀어내는 재료는 자석의 척력을 내장하여

오브젝트를 밀어내는 움직임을 통해 오브젝트의 방향을 쉽게 바꿀 수 있는 재료이다. 개발된 재료를 바탕으로 키네틱요소 내장형 재료가 어떠한 가치를 줄 수 있는지에 대하여 알아보려고 디자이너를 대상으로 워크숍을 진행하였다. 그 결과 같은 키네틱요소의 특징을 가진 재료라 할지라도 외장 재료의 가시성에 따라서 디자이너의 의외성이 높아지거나 낮아질 수 있음을 발견하였다. 또한 외장 재료보다 동적요소의 특징에 따라서 재료의 기능을 결정하는 경향을 보였다.

제품단계에서 키네틱요소와 재료와의 관계를 파악하고자 플립잇이라는 게임을 개발하여 유저 스터디를 시행하였다. 키네틱요소가 내장된 재료는 어린이들의 즐거움, 집중, 호기심 등의 감정과 협동, 커뮤니케이션 측면에 도움을 주는 것으로 관찰 되었다.

(주제어)

키네틱 인터랙션, 임베디드 인터랙션  
디자인재료

(Abstract)

Many studies have proposed new concepts of material combining kinetic motion with material to express aesthetic motion. However, there are still a few understanding of material effects toward kinetic motion in terms of user perception. this research proposed the embedded kinetic interaction for design material which enables passive kinetic interaction.

Two materials were developed using magnetism as a attempts to specify the concept of the embedded kinetic interaction to identify how the designers used and interacted with the material. Also 'Flip-it' was designed by using the suggested material of repulsive wood. The Flip-it is a kinetic game for children to investigate the user experience of the material property and motion. Materials can be used to make pleasurable value through invisible kinetic interaction and passive control of the material.

(Keyword)

Kinetic interaction ,Embedded interaction,  
Design material

## 1. 서론

### 1.1. 연구 배경 및 연구 방법

디자인 분야에서도 움직임을 활용하는 일상제품들에 대한 생산이 많아지고 있다. 이러한 제품에 내장된 움직임은 물리적 재료 형태로 변환되어야 사용자가 인식할 수 있다. (Parkes et al, 2008). 즉 움직임은 각기 다른 물리적 재료의 형태로 변환되어 사용자에게 인식되며, 물리적 재료의 종류에 의해 움직임의 인식이 달라질 수 있다. HCI 분야에서는 이는 천, 나무, 유리, 등과 같은 기본적인 재료와 기능적 요소인 컴퓨팅을 결합하여 움직임을 만들어내는 재료인 반응하는 재료라는 개념이 제안되었다. (Coelho, 2008)

많은 디자이너들은 반응하는 재료의 개념을 이용하여 다양하고 새로운 재료를 움직임과 접목시킴으로써 다양한 시각적 느낌을 사용자에게 전달하고자 하였다. 즉, 키네틱 인터랙션을 연구함에 있어서 사용자가 어떻게 움직임을 인식하는가는 중요한 역할을 하며, 재료의 움직임에 대한 감각적 경험에 영향을 줄 수 있음을 시사한다. (Parkes et al, 2008). 하지만 HCI 분야에서는 재료에 내장된 움직임이 실제 디자이너 혹은 사용자를 대상으로 하는 실증 연구는 초기 단계가 진행되었을 뿐이다.

따라서 본 연구를 진행시키기 위해서는 재료와 움직임간의 물리적 관계는 다양한 방법으로 조합될 수 있기 때문에 움직임과 재료의 물리적 연결을 새롭게 규정하는 개념이 필요하였다. 따라서 문헌 연구와 관련 사례 분석을 통하여 재료가 움직임을 만드는 인터랙션 요소를 내장한 '키네틱 인터랙션 내장형 재료'라는 새로운 개념을 정립하였다.

다음으로 실증연구를 위하여 키네틱 인터랙션 내장형 재료의 개념을 가지는 재료를 개발하였다. 동적 움직임을 가지지 않는 플라스틱과 나무에 인력과 척력의 성질을 가지는 자석을 내장한 재료를 개발하였다. 디자이너 워크숍을 통하여 디자이너의 재료활용을 관찰하고 인터뷰함으로써 내장형 재료에서 재료와 움직임의 물리적 관계를 디자이너가 어떻게 느끼고 파악하는지 알아보았다. 더불어 사용자의 인식과 경험에 대하여 알아보기 위해, 제안된 재료를 기반으로 한 제품을 제작하여 유저스터디를 진행하였다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 키네틱 인터랙션의 정의

본 논문에서는 재료와 움직임간의 관계를 다루고자 한다. 따라서 주요 개념인 움직임을 제공하는 키

네틱 인터랙션에 대한 정의를 명확히 할 필요가 있다. 논문에서는 키네틱 인터랙션을 사용자 입력에 의해 인공물이 움직임으로 피드백을 제공하는 인터랙션으로 정의하였다.

키네틱 인터랙션은 움직임으로 피드백을 제공하므로 움직임을 구성하는 세부요소가 어떻게 변화하느냐에 따라서 움직임의 형태와 방식이 크게 달라진다. 따라서 움직임을 구성하는 요소에 대한 연구를 살펴보았다. Vaughan(1997)은 움직임이 가지는 가치를 디자인에 적용하기 위해 애니메이션 관련연구를 기반으로 하여 움직임의 기본적 특징을 동선(Path), 영역(Area),방향(Direction), 속력(Speed)로 규정하였다. 하지만 Vaughan(1997)이 도출한 요소는 2차원 컴퓨터 스크린 상에서의 움직임 요소로 도출한 것으로 제품의 키네틱 요소를 나타내기에는 좁은 의미이다. 반면 Dodge(2008)는 Vaughan의 2차원 상의 움직임 요소에서 확장하여 움직임을 구성하는 요소에 대한 분류체계를 3차원상의 공간, 시간, 시공간을 축으로 하는 움직임의 세부요소를 분류하였다.

공간과 관련된 요소로는 거리(distance), 방향(direction), 공간적 크기(spatial extent)가 있으며 시간과 관련된 요소로는 지속성(duration) 과 움직이기 시작한 시간(travel time) 시공간적 요소로는 속력(speed)과 속도(velocity) 등으로 나누어 볼 수 있다. 하지만 본 논문은 재료와 움직임의 관계를 파악하는 연구이기 때문에 시간을 축으로 하는 요소는 제외하였다. 따라서 Dodge가 분류한 요소를 바탕으로 키네틱 인터랙션 요소의 개념을 공간 및 시공간적 축과 관련된 움직임 요소를 변화시킬 수 있는 힘으로 정의하였다.

### 2.2 임베디드 인터랙션의 정의

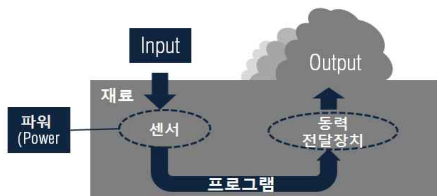
임베디드 인터랙션의 개념은 시간에 따라 의미가 확장되어 왔다. Thomas(2004)는 임베디드 인터랙션을 컴퓨터가 물리적 환경과 플랫폼에 적용된 것이라고 하였다. 이 개념은 단순히 컴퓨터를 보호하거나 미적 용도로서 외장재를 사용한 개념으로 협소한 의미의 임베디드 인터랙션의 개념이라고 할 수 있다. Mattern(2004)는 컴퓨터의 확장된 개념인 컴퓨팅 테크놀로지를 일상적인 오브젝트 및 환경에 적용하는 관점을 제시하였다. 이는 Thomas (2004)의 개념에서 확장된 것으로서, 컴퓨터와 관련된 부품을 일상 사물에 적용한 개념이다. 일상사물의 장점을 적극적으로 활용한다는 점에서 본 논문에서 정의하고자 하는 개념과 유사하지만 본 논문에서는 내장되는 테크놀로지를 컴퓨팅테크놀로지에 한정하지 않고 키네틱인터랙

션을 가능하게 하는 다양한 테크놀로지를 연구범위로 다루고 있다는 점에서 차이가 있다. Kranz (2010)은 기존의 컴퓨팅 측면의 임베디드 인터랙션의 개념을 확장시켜서 물리적이고 기술적인 요소와 더불어 인터랙션을 위해 개념적 요소가 일상사물과 환경에 경계 없이 결합된 것도 임베디드 인터랙션이라고 정의하였다. 기술적 요소란 센싱, 액추에이션, 프로세싱, 네트워크 등이 가능한 요소가 내장된 것을 의미하며, 개념적 요소는 인터랙션방식이 내장된 것을 의미한다. 따라서 컴퓨팅테크놀로지의 개념에서 확장된 기술적 요소의 개념인 Kranz(2010)의 정의를 바탕으로 임베디드 인터랙션을 기술적 요소가 일상 오브젝트에 적용된 개념으로 보고자 하였다. 이러한 임베디드의 개념은 일상 오브젝트를 구성하는 기본적인 재료측면에서 분석할 수 있다.

### 2.3. 재료 측면에서의 임베디드 인터랙션

컴퓨팅기술의 발달에 따라 재료의 개념은 전통적인 재료인 나무, 금속 등과 같은 것에서 확장되어 컴퓨터, 전자부품 등 기능적 역할을 수행하는 요소까지를 포함하기 시작하였다. (Blevis, 2007; Vallgrada, 2009) 그에 따라 전통적 재료와 기능적 역할을 수행하는 요소인 컴퓨팅을 조합하여 움직임을 생성하는 새로운 재료도 등장하였다. 재료자체가 움직임을 가지도록 하는 반응하는 재료(Responsive material)가 대표적인 예이다. 그림 1은 반응하는 재료의 인터랙션의 개념도이다. 재료는 외부의 자극을 센서로 인식하여 동력 전달에 따라 움직임을 유저에게 제공한다. 유저는 움직임을 외장 재료의 형태(material form)로 인지하게 된다. 따라서 유저의 인식은 키네틱요소의 종류와 외장 재료의 특성에 따라서 달라질 수 있으므로, 관련사례를 키네틱요소와 외장재료 결합 형태에 따라 분류하였다.[표2]

[그림 1] 반응하는 재료의 인터랙션



[표 2] 반응 하는 재료의 관련 사례

반응하는 재료의 예시	동적요소	외장 재료
 Shutter (Coelho,M,2008)	형상기억합금	펠트
 Hyposurface (Goulthorpe,M.,2007)	모터	철판
 Slow furl (Thomsen,2009)	모터	천
 Livingwood Vallgarda A. (2007)	모터	나무
 Bubblewrap (Olivier Bau et al, 2009)	전자석	스판덱스
 ZiZi (Stephen Barrass,2007)	압전소자	펠트

(1) 형상기억합금: 형상기억합금은 형태가 변형되어도 특정 온도에 의해 원래의 형태로 돌아가는 니티놀 합금이다. Shutter(Coelho,2008), Sprout I/O 와 Directed Kinesis, Uniform transit (Tsigaridi et al, 2007)은 형상기억합금을 이용하여 재료의 형태를 변형하는 방법에 관한 연구이다.

(2) 모터 : 선형운동이 가능한 모터와 회전운동이 가능한 모터로 나눌 수 있다. 모터를 사용한 디자인 예시는 많지만 재료와 움직임의 관계를 보기 위하여 서로 다른 외장 재료를 사용한 두 사례를 선정하였다. Hyposurface (Goulthorpe,2007), Slow furl (Thomsen, 2009)는 로보틱 멤브레인으로서 모터와 조인트를 사용한 물리적인 구조물을 만들고 그 위에 천을 덮어서 마치 막이 움직이는 효과를 만드는 것이다.

(3) 전자석: 전자석은 도선에 전류가 흐르면 도선 주위에 자기장이 형성되어 자력이 생성되는 자석이다. Bubblewrap(Bau et al, 2009)은 전자석 코일을 그리드 형태로 배열하고 전압에 따라서 인력 혹은 척력이 생기도록 하여 울퉁불퉁한 텍스처를 만들어 내는 재료이다.

(4) 압전소재: 전압을 주면 변형하고 반대로 힘 또는 압력을 가하면 전압을 발생하는 물질을 압전소재라고 한다. 압전소재를 이용하면, 힘을 가해 그 힘을 전기로 변환 시켜 동적 움직임을 만들어 내거나, 외부전기에 의한 물질의 수축과 팽창을 이용한 두 가지 방향의 인터랙션이 가능하다. ZiZi (Barrass, 2007)는 이러한 압전케이블 (piezo-electric cable)에 열 감지 센서 (PIR sensor)를 이용하여, 외부를 감싸고 있는 털을 만지거나 쓸어내리면 진동하거나 움직이는 재료

이다.

사례분석을 통하여 재료와 움직임의 관계에 관한 연관성을 발견 할 수 있었다. 첫째, 반응하는 재료의 경우 인간의 힘에 관계없이 외부자극을 인식하여 능동적으로 움직인다는 점이다. 반응하는 재료는 자극이 주어지면 미리 설정된 프로그램에 의해 정해진 움직임을 생성한다. 이러한 재료와의 인터랙션에서 인간은 재료가 미리 설정된 움직임을 표현할 때까지 기다리게 되며, 재료의 움직임에 관여하지 않고 수동적인 자세를 가지게 된다. 이러한 것이 가능하려면, 재료와 움직임을 만드는 키네틱인터랙션 요소간의 연결이 긴밀해야한다.

둘째, 반응하는 재료의 경우 같은 움직임을 표현할 지라도 다른 외장 재료를 사용하면 시각적 효과가 다를 수 있다. 액추에이션을 통하여 직선운동을 하는 Bubblewrap (Olivier Bau, 2009)과 Hyposurface (Goulthorpe, 2007)는 모두 수직적인 모션을 가지지만 외부의 재료의 종류와 가공형태가 다르다. 따라서 사용자가 느끼는 재료에 대한 느낌이 달라질 수 있다.

셋째, 반응하는 재료는 유연한 소재에 종속되거나 유연성을 가지지 않는 재료라 할지라도 유연성을 가지도록 하는 테크닉이 필요하다. 반응하는 재료는 내부의 기계적 또는 화학적 메커니즘에 의해 형태가 쉽게 변형 되어야 하기 때문에 걸을 둘러싼 물리적 소재는 유연해야한다. Livingwood (Vallgrada, 2007)의 경우에는 단단한 소재인 나무를 얇게 가공하여 유연성을 가지도록 하여 반응하는 재료의 외장재로 사용하였다. Hyposurface (Goulthorpe, 2007)의 경우에는 단단한 소재인 철을 잘게 쪼개어 유연한 움직임이 가능하도록 하였다.

넷째, 동적요소의 특성에 종속된 움직임을 가진다. Shutter(Coelho, 2008)는 형상기억합금을 이용하여 동적 인터랙션을 만들어 낸다. 형상기억합금을 이용하여 움직임을 만들기 위해서는 재료의 무게가 가볍고 잘 구부러지고 얇은 형태의 재료가 사용 되어야 한다. 형상기억합금은 물결과 같은 연속적인 움직임을 생성하는데 적합하며 끊어지는 모션을 만들어내기 어렵다. 반면 액추에이터 혹은 모터의 경우에는 직선 혹은 회전 등 정형적이며 불연속적인 움직임을 쉽게 만들 수 있다. 형상기억합금이나 압전소재에 비해 상대적으로 무거운 재료를 액추에이션 하거나 회전시킬 수 있다. 압전소재의 경우에는 소재의 변형 정도가 작아서, 움직임의 차이 정도가 작은 텍스처레벨의 표현에 적합하다.

발견 점을 바탕으로 본 논문에서는 키네틱인터랙션을 내장한 재료를 개발함에 있어서 외장 재료에 의

해 사용자의 느낌이 달라질 수 있는 가능성을 발견하였다. 외장재로서 움직임을 가지지 않는 재료이면서 특성이 다른 나무와 플라스틱을 선정하였다. 또한 키네틱 요소의 특성에 의해서도 움직임의 인식이 달라질 수 있으므로, 조합에 따라 다른 특성을 가지는 마그네틱을 활용하고자 하였다. 마그네틱이 가지는 특성이 나무에 적용되어 기존의 반응하는 재료와 달리 새로운 인터랙션 방식을 정립할 수 있었다.

### 3. 수동적 키네틱 인터랙션 요소에 관한 연구

#### 3.1 키네틱 인터랙션에서 수동성의 의미

본 논문에서는 수동성(passiveness)이라는 개념을 키네틱 인터랙션에 적용하였다. 수동성을 적용한 인터랙션은 인간의 힘이 인터랙션과정에 직접적으로 인공물을 통해 키네틱피드백의 성질에 개입하는 것으로 정의한다. 이것은 키네틱 인터랙션에서의 사용자의 힘에 의해 인공물의 위치, 경로, 방향, 속도 및 가속도 등의 성질을 바꾸는 것이라 할 수 있다. 따라서 일반적으로 스위치를 이용하거나 센서를 이용하는 인터랙션은 수동적 인터랙션에서 제외된다. 한편 능동성이란 인공물이 인간의 힘에 상관없이 내부의 반응하는 메커니즘에 의해 인터랙션 하는 것을 의미한다.

[그림 2] 키네틱인터랙션에서의 인간의 힘의 개입 유무



(note. 좌:Robot tile 우: Astonishing jack)

Harrison & Hudson (2007)은 촉각적 디스플레이 방법에도 능동적 방법과 수동적 방법이 있음을 제안하였다. 기존의 일반적인 진동과 같은 경우에는 디스플레이 자체가 능동적으로 반응하고 사용자는 진동이 울릴 때까지 수동적으로 반응을 기다려야한다. 반면 텍스처 디스플레이는 사용자가 적극적으로 텍스처를 쓸어내리면서 제공된 정보를 찾아야 한다. 따라서 인간의 힘이 정보전달의 성질에 영향을 미칠 수 있다.

마찬가지로 동적 인터랙션에서도 수동성은 다른 인터랙션 방식을 제공할 수 있다. 그림 2는 제품 단계에서 '수동성'이 적용되었을 때의 서로 다른 효과를 나타낸 것이다. 그림 2의 좌는 Robot tile (Iwata, 2009)로서 사용자의 힘과 관계없이 스스로 움직이는

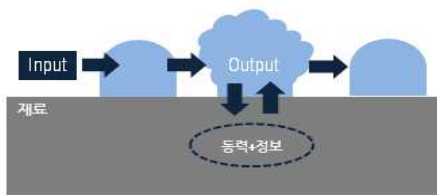


타일이다. 인간이 건너고자 할 때 센서와 프로그램에 의해 타일이 인간에게 가까이 오는 작품이기 때문에 인간의 개입이 적고 타일이 반응할 때까지 기다려야 하는 반면 그림 2의 경우는 Astonishing jack (Bodelec, 2010)로서 인간의 힘에 의하여 제품의 형태를 바꾸는 의자이다. 이 의자는 인간의 힘을 어떻게 적용하느냐에 따라 계속 형태가 바뀐다. 이러한 개념을 차용하여 수동적 키네틱 인터랙션을 재료에 내장하였을 때는, 사용자의 힘에 의해 조절 되는 움직임이 조절되는 재료의 개념으로 정의 될 수 있다. 사용자가 직접 인터랙션 과정에서 적극적으로 개입하므로 재료와 사용자의 인터랙션 관계가 긴밀해진다.

### 3.2. 내장형 재료에서 수동적 키네틱 인터랙션의 정의 및 특징

키네틱 인터랙션 요소인 에너지원과 재료의 물리적 연결 관계 중 하나로서 재료 내장형 인터랙션을 제안한다. 위에서 정의된 수동적 인터랙션의 개념을 바탕으로 내장형 재료에서의 인터랙션 개념을 표현하였다 [그림3]. 내장형 재료는 동력이자 정보인 키네틱 인터랙션 요소가 재료에 내장되어 있고 내장된 재료를 인식할 수 있는 오브젝트로 구성되어 있다. 동적으로 반응하는 오브젝트가 사용자의 힘에 의해서 재료에 내장된 동력을 인식하면 오브젝트는 동적으로 반응할 수 있다. 인터랙션의 과정에서 인간의 힘이 개입되기 때문에 인간의 힘의 세기와 방향에 의하여 인터랙션의 성질이 변화하게 된다. 내장형 재료에서 수동적 키네틱 인터랙션의 특징은 다음과 같다.

[그림 3] 내장형 재료에서의 수동적 키네틱 인터랙션의 개념



첫째, 짝을 이루는 인터페이스(pairing interfaces)로 구성된다. 내장형 재료에서는 내장된 키네틱 인터랙션 요소를 인식 할 수 있어야한다. 따라서 외부의 동적 구조에 의하여 동적 인터랙션 요소가 특정한 움직임으로 전환된다. 오브젝트는 인간의 움직임에 의해 수동적으로 반응하기 때문에 재료와 분리되어 있어야 한다. 재료는 플랫폼의 역할을 하며, 다양한 종류로 제작된 반응하는 오브젝트는 공간적 위치에 의해 반응하게 된다.

따라서 기본적으로 위치기반 인터랙션 (location based interaction)을 바탕으로 하여 사용자와 인터랙션 한다. 특정위치에 눈에 보이지 않는 정보가 내장되어 있다가 인간의 힘에 의해서 모션이 시작되어 특정 위치에 가면, 움직임이 일어나는 재료이다. 내장된 정보의 위치에 의해 인터랙션이 조절된다.

이러한 인터랙션의 조절은 유저가 적극적으로 정보를 찾아야하는 과정을 거쳐야한다. 즉, 유저가 재료가 반응하길 기다리는 것이 아니라 인터랙션의 과정에서 적극적으로 반응하는 오브젝트를 조작하여 오브젝트의 움직임의 성질(quality)이 변화 시켜야한다.

이러한 수동성이 적용된 인터랙션 방식을 가지는 내장형 재료를 실체화하기 위한 방법으로 마그네틱즘과 플라스틱(1차 프로토타입)과 나무(2차 프로토타입)를 이용한 재료를 개발하였다.

## 4. 마그네틱즘이 내장된 재료 개발 및 활용

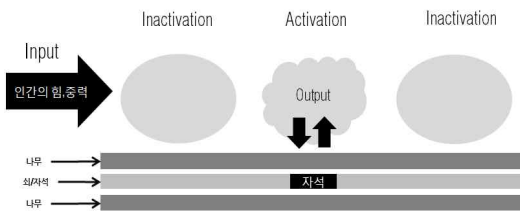
### 4.1. 마그네틱즘 기반의 키네틱인터랙션 재료 개발

그림 4는 마그네틱즘 기반의 재료내장형 인터랙션의 예시를 나타낸 것이다. 본 연구에서는 키네틱 인터랙션 요소가 내장된 재료의 개념을 구체화하기 위하여 밀어내는 나무와 당기는 나무라는 재료를 개발하였다. 인터랙션 메타포로서 RFID(Radio Frequency Identification)의 인터랙션 개념을 사용하였는데, RFID는 투과성이 있고 접촉했을 때만 정보가 서로 전달되며, 전력이 필요 없다는 점에서 마그네틱즘의 인터랙션 방식과 유사하다.

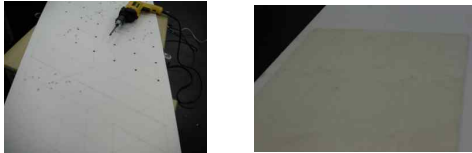
재료는 나무와 나무 사이에 자석 혹은 자석에 감응하는 철이 내장되어 있고, RFID 태그처럼 외부의 오브젝트가 인간의 힘에 의해 자석에 감응하는 위치에 오게 되면 키네틱 인터랙션에 의하여 오브젝트를 변화하게 된다. 또한 자석이 내장된 위치를 벗어나면 다시 비활성화 되어 원래의 형태를 가지는 과정을 거치게 된다.

수동성 개념이 적용된 키네틱인터랙션 요소 내장 재료를 제작하기 위하여 그림5 와 같이 나무와 자석 레이어를 적층하고 그 위에 다시 나무를 적층하는 제작 과정을 거쳐 밀어내는 나무와 당기는 나무를 만들었다. [그림 6, 그림7] 밀어내는 나무는 자석의 척력을 나무에 내장하여 오브젝트의 방향을 쉽게 바꿀 수 있는 재료이며, 당기는 나무는 인력을 내장하여 적은 힘으로도 오브젝트를 특정한 위치로 끌어당기는 재료이다.

[그림 4] 마그네티즘 기반의 내장형 인터랙션 방식

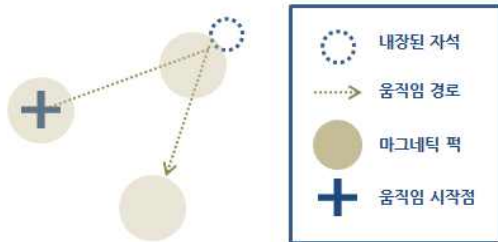


[그림5] 재료 제작 과정

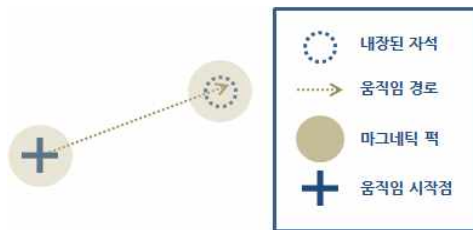


(note. 좌: 마그네틱 레이어 우: 적층된 재료)

[그림 6] 밀어내는 나무의 동적 움직임



[그림 7] 당기는 나무의 동적 움직임



## 4.2. 마그네티즘이 내장된 재료의 활용 및 탐색

6명의 산업디자인학과 대학원생을 대상으로, 두 번의 워크숍을 진행하였다. 1차 워크숍에서는 플라스틱에 인력과 척력을 가지는 자석을 내장한 재료를 이용하여 움직임의 인식에 관한 인터뷰를 진행하였고, 브레인스토밍을 시행하였다. 2차 워크숍은 나무, 반발하는 나무, 당기는 나무 프로토타입을 경험하게 하고 재료 느낌에 대한 인터뷰 및 브레인스토밍을 진행하였다. 두 번의 워크숍을 통해 밝혀진 점은 다음과 같다.

(1) 밀어내는 소재와 당기는 소재의 상반된 표현: 1차, 2차 워크숍에서 디자이너들은 공통적으로 밀어내는 소재의 경우에는 당기는 소재보다 감성적이고,

의외의 느낌을 준다고 하였으며, 그에 따라 유희적인 활용에 적합할 것이라고 하였다. 반면 당기는 소재의 경우에는 정리 혹은 분류와 같은 기능적 활용에 적합하다고 하였다. 같은 외장 재료일지라도 동적 속성의 차이에 의해서도 디자이너에게 다른 아이디어를 생성하는 디자인 방향이 달라졌다.

(2) 일반적인 나무와 동적 요소가 내장된 나무의 구별: 디자이너들은 일반 나무와 오브젝트를 이용하여 인터랙션을 시도 하였지만 반응이 없이 밋밋한 느낌이라고 하였으며, 가구와 같은 일반적인 형태와 구조에 관한 아이디어를 중심으로 도출되었다. 반면 밀어내는 나무와 당기는 나무의 경우에는 일반 나무와 동일하게 일상사물을 디자인함에 있어서 형태적인 아이디어뿐만 아니라 움직임에 의한 스위치, 스냅 등이 결합된 아이디어를 생성하였다.

(4) 키네틱 인터랙션 요소의 투과성: 동적 요소를 내장한 재료에서 투과성이 있는 힘에 의한 피드백은 중요한 역할을 한다. 내장된 마그네티즘은 평소에는 보이지 않는 힘이기 때문에 눈에 거슬리지 않는 장점이 있다고 하였다. 동적요소가 보이지 않지만 투과성이 있기 때문에 내장된 힘을 오브젝트를 통해 촉각적으로 느낄 수 있으며 그로인하여 동적 요소의 위치를 파악할 수 있었다.

(5) 소재의 차이에 따른 동적 움직임의 효과 차이: 디자이너는 의외성 측면에서 그림 8과 그림 9의 플라스틱 내장형 재료에 의한 움직임 효과와 나무 내장형 재료에 의한 움직임 대한 느낌이 다르다고 대답하였다. 인터뷰결과 움직임의 경로를 숨길 수 있는 재료를 사용하는 것이 의외성과 즐거움을 높인다고 대답하였다.

(6) 수동적 인터랙션 방식에 따른 차이: 밀어내는 나무의 경우에는 디자이너들이 두 가지 방식으로 인터랙션 함을 알 수 있었다. 그림10은 두 가지 방식의 조작 방법에 대한 워크숍 사진이다. 디자이너는 재료 자체를 조작하여 고정된 오브젝트를 움직이게 하는 방식과 오브젝트를 조작하여 재료에 내장된 동적요소와 반응하는 방식으로 사용하였다. 디자이너들은 오브젝트의 움직임에 영향을 주는 역할을 할 때 사용목적이 달라진다고 대답하였다.

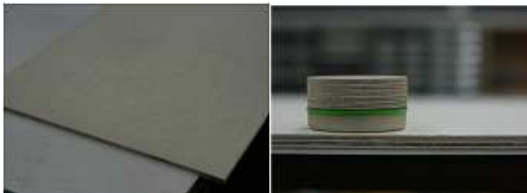
(7) 개발된 재료가 주는 촉각적 피드백: 내장된 재료에서 목적을 가지고 오브젝트를 특정 위치로 옮길 때 동적요소가 제공하는 촉각적 피드백에 의하여 정보의 위치를 찾았다. 수동적 인터랙션 방식에서 중요한 역할을 할 것이다.



[그림 8] 플라스틱에 내장된 동적인터랙션



[그림 9] 나무에 내장된 키네틱 인터랙션



[그림10] 수동적 인터랙션 방식의 차이



(note. 좌: 재료를 조작하는 방식, 우: 오브젝트를 조작하는 방식)

### 4.3. 디자인 사례 개발: 플립잇

플립잇은 키네틱 인터랙션 요소가 적용된 재료를 이용하는 가정용 게임 테이블로서, 재료의 자석 패턴에 의해 반응하는 움직임은 가지는 오브젝트에 의한 게임이다. 제안된 재료인 반발하는 나무를 활용한 디자인으로서 자석이 내장된 나무가 어떠한 효과를 보이는지 알아보기 위하여 제작하였다.

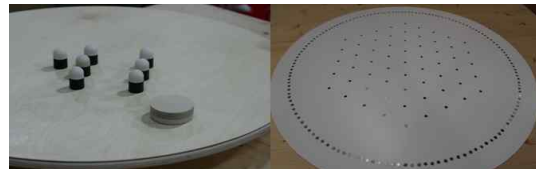
그림 11은 최종 테이블 디자인으로서 아래가 둥근 플라스틱 반구 위에 개발된 밀어내는 나무가 결합된 형태의 나무테이블이다. 그림 12는 반응하는 오브젝트로서 나무로 만들어진 마그네틱 펍 과 마그네틱오뚝이로 이루어져 있다.

기본적인 게임의 룰은테이블 자체를 조작하여 마그네틱 펍을 움직이고 세워져 있는 마그네틱 오뚝이를 뒤집는 것이다. 자석 패턴과 동적으로 반응하는 오브젝트가 서로 부딪히면서 오브젝트의 방향을 바꾸기 때문에 무작위의 효과를 준다. 테이블을 잡고 마그네틱 펍의 동적 움직임을 어린이들이 조작하는 컨셉이다.

마그네틱 펍은 내부에 자석이 내장되어 있고 밀어내는 나무와 척력이 작용하도록 디자인 되었으며, 마그네틱오뚝이는 둥근 머리 부분에 자석을 내장하였

다. 따라서 마그네틱 펍에 의하여 넘어지면 마그네틱츄름에 반응하여 거꾸로 뒤집히고 다시 되돌아오지 않는 비가역적인 키네틱 반응이다. 이는 무게 중심을 위로 편중하여 디자인함으로써 중력과 마그네틱츄름의 힘의 밸런스에 의하여 키네틱인터랙션이 가능하게 하였다.

[그림11] 최종 테이블 디자인



(note. 좌: 나무 테이블, 우: 내장된 자석 패턴)

[그림12] 반응하는 오브젝트 디자인



(note. 상: 마그네틱 펍, 하: 마그네틱오뚝이)

### 4.4. 유저스터디 결과 및 분석

키네틱 인터랙션 요소를 내장한 재료를 활용한 플립잇이라는 제품을 실제 유저가 사용하였을 때 어떠한 경험을 줄 수 있는 지 알아보기 위하여 유저 스터디를 실시하였다. 유저 스터디는 유저 관찰과 설문 및 인터뷰로 진행되었다. 피 실험자는 초등학교 4학년 남학생 5명과 여학생 3명을 대상으로 진행하였다. 게임은 소형 그룹 혹은 개인이 하는 것으로 디자인 되었으므로 3인 이하로 세 그룹을 나누어 시행하였으며 디자인사례에 대하여 충분한 시간을 주어 경험을 하도록 하였다. 게임 경험에 대한 분석을 위하여 비디오 관찰을 실시하였고 그 후 개별적으로 설문과 인터뷰를 진행하였다. [그림 13]

[그림13] 유저 스터디 진행과정



Sweetsers, P(2007)는 즐거움을 고려한 게임디자인을 하기 위해서는 집중, 도전, 유저의 능력, 컨트롤 몰입 사회적 인터랙션, 목표, 피드백을 고려해야한다고 하였다. 이와 같은 요소들을 바탕으로 개발된 재료와 유저의 반응 및 인식을 중심으로 분석하였다. 또한 몰입단계의 평가는 긴 시간동안의 관찰이 필요하므로 능력과 몰입의 요소는 결과 분석에서 제외하고 분석하였다.

(1) 집중(concentration)과 호기심(curiosity): 그림 14는 처음 마그네틱 펍의 움직임을 보고 기존의 나무와 다르다는 것을 인지하고 움직임이 어디서부터 비롯되는지 관찰하는 모습이였다. 또한 빠른 움직임을 가지는 마그네틱 펍을 보고 “오! 빠른 움직임이 신기해요. 어떻게 움직이는 것이예요?” 라고 하며 어떤 원리로 마그네틱 펍이 움직이는지 궁금해 하였다.

또한 인터뷰과정에서 한 어린이는 이 게임은 집중력을 키우는데 좋을 것이라고 대답하였으며, 게임 도중에도 “아슬아슬 하게 튕겨서 긴장감이 있어요. 집중력을 키울 수 있을 것 같아요.”라고 대답한 아이도 있었다.

이와 같은 현상은 두 가지 측면에서 해석할 수 있다. 밀어내는 나무는 나무의 외관을 가지고 있기 때문에 유저들은 처음에 나무로 인식하였다가 마그네틱 펍의 움직임이 기존에 유저들이 알고 있었던 움직임과 다르기 때문에 기대와 기대불일치에 의해 호기심을 자극하는 것으로 해석된다.

내장형 재료측면에서는 내장된 키네틱요소의 비가시성 때문에 기존의 나무와 동일하게 보이지만 마그네틱 펍의 밀어내는 힘으로 오브젝트가 새로운 움직임을 만들어 내었기 때문에 유저의 기대와 불일치하는 효과를 만들었다.

[그림 14] 보이지 않는 요소에 의한 집중과 호기심



(2) 조작(control): 조작 측면에서는 아이들마다 조

작의 차이를 보였다. 유저스터디 초반에 마그네틱 펍을 테이블 밖으로 떨어뜨리던 어린이는 시간이 지날수록 정교한 조작을 하게 되었다. 조작가능성 측면에서 내장된 키네틱인터랙션 요소의 비가시성은 어린이들이 오브젝트의 동적 움직임에 대한 예측성을 떨어뜨리는 역할을 하지만 시간이 지남에 따라서 마그네틱 펍을 재료에 내장된 마그네틱 패턴에 부딪히면서 촉각적인 피드백으로 마그네틱 펍의 방향을 예측할 수 있었다. 내장된 마그네틱펍이 나무를 투과하여 마그네틱 펍을 밀어내는 작용을 하고, 수동적 인터랙션에 의해 테이블에서 촉각적 반응을 느낄 수 있었기 때문이다. [그림 15]

[그림15] 시간에 따른 컨트롤 방법 학습



(3) 피드백(feedback): 플립잇은 마그네틱 오뎅이가 아래위로 뒤집히면서 동적 피드백을 제공한다. 특히 마그네틱 오뎅이는 키네틱요소가 내장되어 있지 않은 곳에서는 쓰러져 있다가 패턴이 있는 곳에서 일어서기 때문에 일반적인 오뎅이와 달리 마그네틱펍과 중력사이에 균형에 의해 피드백이 생긴다. 유저스터디 과정에서 어린이들은 마그네틱 펍의 무작위적 움직임과 마그네틱 오뎅이의 180도 뒤집히는 움직임에 관심을 가지고 즐거워하였다. [그림 16]

[그림 16] 움직임에 대한 반응



(4) 사회적 인터랙션(social interaction): 제안된 게임을 진행할 때 유저간의 커뮤니케이션이 활발히 이루어지는 것을 관찰하였다, 게임은 상대방의 마그네틱 오뎅이를 세우는 과정에서 함께 협동하여 말의 위치를 조정해야 한다. 또한 특히 팀을 이루어서 하는 게임의 경우 상대팀과의 경쟁이 발생함을 알 수 있었다. 이 때 게임의 전략은 키네틱 요소의 특성에 의해 세위짐을 알 수 있었다. “A야, 자석이 있는 것 같아. 자석이 있는 곳에 두어야 잘 넘어지지 않을 것 같아. 어느 쪽이 나올까? ” “마그네틱 오뎅이가 회전하면서

우리 편이 오뎅이도 쓰러뜨릴 수 있어.” 라고 하면서 키네틱요소의 붙고 떨어지는 원리와 마그네틱 오뎅이의 움직임을 이해하고 움직임을 파악하는 경향을 보였다. “B한테 다 쓰러뜨리게 할 수는 없어 이 쪽으로 공(마그네틱 펍)을 보내” 라고 하면서 같은 팀 내에서는 커뮤니케이션을 통하여 함께 게임을 조작 하면서 게임을 진행하게 된다. [그림 17]

[그림17] 협동과 경쟁



또한 관찰과정에서 어린이들은 스스로 키네틱인 요소를 활용하여 게임을 자연스럽게 발전시키고 있었다. [그림 18] 한 어린이가 놀이의 새로운 규칙을 제안하면 다른 어린이가 그 규칙에 대한 문제점에 대하여 이야기하고 수정을 통하여 다시 문제를 해결하고 놀이를 시도하며 놀이 후 다시 놀이의 문제점에 대하여 지적하고 문제 해결방법에 대해 의논하고 다시 수정된 놀이를 진행하는 방식으로 놀이가 진화되는 패턴을 보였다.

패턴의 한 예시로 “모두 공을 쓰러뜨리지 않고 공이 말을 도는 게임이야.”, “그럼 간격이 너무 좁은 것 같아 (공을 대본다)”, “그럼 조금 더 떨어뜨리고 한 칸 이상 떨어뜨리자(아이디어제시 및 게임진행)”, “아니야, 순서가 필요한 거 같아”, “그럼 공을 뒤집자”(공을 뒤집은 후 게임진행) “그러면 한 번에 한번 씩 하자”(아이디어제시 및 게임진행)의 방식으로 게임을 발전 시켰다. 즉, 아이들은 문제제안, 아이디어제시, 게임시도라는 패턴을 반복하면서 새로운 룰을 적용시킨 게임을 발전시켰다. 이는 재료 측면에서 키네틱요소를 구성하는 원리의 어린이들에게 중요한 역할을 함을 알 수 있었다. 어린이들이 이해하기 쉬운 자석의 원리로 되어 있었기 때문에 어린이들은 쉽게 게임을 만들어 낼 수 있었던 것이며, 이는 설문과정에서 어린이들이 자석에 의한 게임으로 만들어졌기 때문이라고 대답하였다.

[그림18] 제안-문제해결을 통한 게임의 진화



키네틱요소가 내장된 재료가 사용자의 경험에 어떠한 영향을 미치는지에 관한 관찰결과는 명확한 목표와 도전에 관하여는 키네틱 요소가 내장된 재료가 크게 영향을 주지 않는 것으로 관찰되었다. 명확한 목표와 도전은 게임의 콘텐츠의 영향이 더 큰 것으로 예상되었다.

또한 이러한 관찰 결과를 뒷받침하기 위하여 실제 인터뷰를 진행하였으며 결과는 다음과 같다.

첫째, 유저들은 키네틱요소의 특징인 무작위성과 비가시성에 의하여 움직임을 신기하다고 느꼈다.

둘째, 동적 움직임의 물리적 조작난이도와 동적 움직임을 얼마나 예측이 가능한가에 따라 판단하는 즐거움을 느꼈다고 하였다. 재료에 내장된 움직임이 보이지 않기 때문에 마그네틱 펍이 움직이는 방향을 예상하기는 어렵지만, 부딪히고 난 후의 방향을 순간적으로 파악하여 테이블을 조작함으로써 마그네틱 펍의 움직임을 직접 컨트롤할 수 있다는 점을 좋아하였다. 더불어 자신의 힘으로 마그네틱 펍의 움직임과 속도를 조절할 수 있기 때문에 펍을 던지면서 손으로 전달되는 촉각적 피드백과 자석과 나무사이의 움직임에 따라 나는 사운드도 즐거움을 주는 것으로 밝혀졌다.

셋째, 시간이 지날수록 나무에 내장된 키네틱요소가 자석으로 만들었다는 사실이 밝혀지면서 피실험자는 예상치 못한 움직임에 대해 즐거워하였다. 특히 움직임이 단순한 원리인 마그네틱리즘에 의하여 역동적인 움직임이 생성된다는 점을 가장 좋아하였다.

#### 4.5. 디자인 재료로서의 키네틱 인터랙션 내장형 재료

개발된 키네틱인터랙션 내장형 재료가 디자인 재료로 활용 시 고려요소를 도출하기 위하여 디자이너 인터뷰를 실시하였다. 인터뷰는 당기는 나무와 밀어내는 나무의 장단점을 도출하고 실제 환경에서 제안된 재료가 갖추어야 할 조건과 재료의 적절한 제공 형태를 파악하기 위하여 산업디자인을 6년 이상 전공한 대학원생을 대상으로 인터뷰가 진행되었다. 인터뷰는 재료의 컨셉과 재료로 가능한 인터랙션 방식에 관한 영상을 보여주고 재료의 장점과 단점을 도출하고 실제 이러한 재료의 제공형태와 활용하였을 때 중요한 요소에 관한 질문을 하였다.

키네틱 요소가 적용된 재료의 제공형태에 대하여 디자이너들은 재료의 정해진 구조나 재료의 종류보다 제공되는 재료의 크기가 중요한 요소라고 하였다. 크

기에 따라서 움직임이 가지는 느낌이나 효과가 다를 것으로 예상되기 때문에 특정 패턴을 다양한 크기로 제공하는 재료, 즉 기존의 나무처럼 잘라서 쓸 수 있는 재료가 적절할 것 같다고 하였다. 그 이유는 재료가 특정 크기와 제한된 구조로 제공된다면 다양한 적용가능성을 제한 할 것으로 예상하기 때문이었다. 사각형 패턴이나 육각형 패턴과 같이 특정한 패턴을 가진다면 재료는 스케일이 굉장히 크거나 혹은 비교적 작은 스케일의 제품 혹은 환경에 모두 적용할 수 있는 재료라고 언급하였다. 더불어 레고(LEGO)와 같이 슬릿 형태의 홈이 있고 마그네티즘을 가진 블록을 자유롭게 구성이 가능하도록 하는 방안이 제시되었다. 또한 재료를 사용함에 있어서는 공통의 의견은 “다양한 움직임의 종류를 제공하는 것” 이 가장 중요하다는 의견이 나왔다. 내장형 재료에 있어서 동적 움직임의 확장성과 자유도가 가장 중요하며, 재료의 형태와 구조는 최대한 단순화하고, 움직임이 얼마나 다양해 질 수 있는가에 대한 아이디어를 제시함으로써 디자이너가 다양한 시도를 할 수 있도록 하는 것이 중요하다고 하였다. 외장 재료의 종류는 제작가이드라인에 따라서 디자이너 스스로 변화 시킬 수 있기 때문에 중요하지 않을 것 같다는 의견이 있었다.

다음은 키네틱 인터랙션 내장형 재료를 활용할 때 중요하게 고려할 사항이다. 첫째, 키네틱요소 내장형 재료는 디자인해야 할 제품이 크기에 따라서 활용이 달라져야 한다. 재료는 제품이 규모가 클 때 디자인하는 면적에 비례하여 내장하는 자석간의 거리를 늘려야한다. 반면 디자인하는 제품의 크기가 작을 때는 내장하는 자석의 지름을 작게 하여 자석간의 간격을 줄이는 것이 마그네티즘의 간섭효과를 줄일 수 있다.

둘째, 키네틱 요소 내장형 재료는 키네틱 요소로서 의외성을 주고자 할 때 유용하다. 두 가지 접근법으로 내장형 재료로 의외성을 줄 수 있다. 소재의 비가시성으로부터 의외성이 발생하기 때문에 키네틱 요소의 메커니즘을 숨길 수 있는 불투명한 소재를 활용할 수 있으며, 일상적으로 쉽게 구할 수 있으며 움직임을 만들어 내지 못하는 재료를 활용하는 것이 효과적이다. 키네틱인터랙션 요소측면에서는 동력의 전달과정과 출력의 과정이 비가시적이면 의외성을 가질 수 있다. 따라서 키네틱요소가 비가시적이고 투과성을 가지는 것을 이용하여 디자인하면 효과적이다. 그 예시로는 정전기, 바람 등이 있다.

셋째, 키네틱 인터랙션요소 내장형 재료는 랜덤효과를 디자인할 때에 효과적이다. 내장된 동적속성을 ‘척력’을 내장하면 오브젝트가 움직이는 방향을 쉽게 바꿀 수 있다. 또한 마그네틱 패턴을 디자인할 때 원

형 패턴 혹은 삼각형 패턴을 이용하여 디자인하는 것이 효과적이다.

넷째, 키네틱 인터랙션요소 내장형 재료에서 수동적 인터랙션 방식에서 높은 조작감을 주고자 할 때에는 마그네티즘과 중력과의 균형을 이용하면 좋다. 마그네티즘 내장형 재료에서 조작은 키네틱 오브젝트의 무게감과 자력의 세기에 의하여 결정된다. 오브젝트에 내장되는 자력이 세고 무거우면 유저가 힘을 약하게 가하더라도 오브젝트는 빠르고 역동적인 움직임을 생성한다.

다섯째, 키네틱 인터랙션요소 내장형 재료는 단순한 움직임을 쉽게 만들어 낼 수 있는 제품에 적용하는데 적합하다. 기능의 효율성의 목적이 아닌 유희적인 목적이거나 의외성을 통한 감성적 활용에 적합하다. 반대로 구현하고자 하는 동적 기능이 효율이나 섬세하고 정교한 조작에 관련한 것에는 부적합하다. 따라서 로우테크(Low-tech) 제품과 짝을 이루는 인터페이스를 가지는 환경과 오브젝트의 인터랙션에 활용에 적합하다.

여섯째, 키네틱 인터랙션요소 내장형 재료는 전자기기가 없는 곳의 활용에 유용하다. 전자기기가 많은 곳에는 자석과 철의 인터랙션을 추천하며 철은 환경에 내장하고 오브젝트를 자석에 내장하여 활용하는 것이 좋다.

## 5. 결론

본 연구에서는 재료와 키네틱요소간의 관계를 정의하기 위하여 새로운 개념인 키네틱인터랙션요소를 내장한 재료를 제안하였다. 문헌 연구와 관련연구를 바탕으로 인간의 힘이 움직임의 성질에 영향을 주는 수동적 인터랙션의 방식에 대한 개념을 정립하였다.

본 연구에서 제안하는 재료내장형 키네틱인터랙션의 개념을 구체화하기 위하여 마그네티즘을 기반으로 하는 키네틱 인터랙션 요소를 내장한 재료를 개발하였다.

디자이너 워크숍을 통해 키네틱인터랙션 요소 내장형 재료의 특성을 알아보고, 재료에 의한 움직임의 인식이 어떻게 달라지는 지 알아보았다. 외장 재료의 종류가 같을 지라도 내장된 키네틱 인터랙션 요소의 특성에 의해 재료의 기능적인 인식이 달라졌다. 밀어내는 나무는 무작위성 및 유희적 활용에 적합하며 당기는 나무는 기능적 활용을 가지는 아이디어로 전개 되었다. 즉 외관 보다는 움직임을 생성하는 방식에 따라 재료기능을 매핑하는 경향성을 가지는 것으로 해석된다.



또한 같은 동적 움직임 가지지 않는 외장재라 할지라도 재료의 투명도에 따라 동적 움직임의 인식이 달라질 수 있음을 관찰하였다. 플라스틱과 나무는 모두 동적으로 반응하지 않지만, 디자이너들은 나무에 넣었을 때의 움직임 효과가 더 의외적이며, 즐거움을 만든다고 답하였다. 즉, 비가시적 키네틱인터랙션요소가 불투명소재인 나무에 내장되었을 때 동적오브젝트가 움직이는 메커니즘이 감추어진다. 따라서 플라스틱에 비해 의외의 효과를 줄 수 있음을 발견하였다. 또한 제안된 재료를 바탕으로 키네틱인터랙션요소를 이용한 게임인 플립잇을 통하여 재료의 유희적 활용과 기능적 활용 가능성에 대하여 알아보았다. 특히 물리적인 게임 환경에서 키네틱 요소가 내장된 재료가 아이들의 집중, 호기심, 조작, 사회적 인터랙션 등에 영향을 줄 수 있음을 발견할 수 있었다.

향후 본 연구를 기반으로 재료가 디자인과정에 적극적으로 활용되기 위해서는 마그네틱즘의 동적 패턴을 예측할 수 있는 프로그램 혹은 응용방법에 관한 연구가 진행되어야 할 것이다. 또한 나무외의 다양한 외장 재료를 활용하여 새로운 재료를 제작할 수 있을 것이다. 본 연구는 수동적 키네틱 인터랙션 요소가 내장된 재료의 개념을 실체화하기 위하여 마그네틱즘을 활용한 재료를 개발하였다. 하지만 제안된 개념을 확장하고 구체화하기 위해서는 마그네틱즘 외에 다양한 키네틱요소를 적용하여 수동적 키네틱 인터랙션 요소가 내장된 재료에 관한 연구가 추후 진행되어야 할 것이다.

**참고문헌**

Bau O., Petrevski U., Mackay W., BubbleWrap: A Textile based Electromagnetic Haptic Display, CHI'09 ACM Press, 2009  
 Blevins E., Sustainable interaction design: Invention & Disposal, Renewal & Reuse, CHI'07, ACM Press, 2007  
 Coelho M, Shutter: A Permeable Surface for Environmental Control and Communication TEI'09, ACM Press, 2009  
 Coelho M, Programming the Material World : A Proposition for the application and Design of Transitive material  
 Coelho M, Responsive Materials in the Design of Adaptive objects and Space, TEI'07, ACM Press, 2007  
 Coelho M, Sadi S., Maes P, Berzowska J, Oxman N, Transitive Materials Towards an Integrated

Approach to Material Technology, Workshop call for papers at UbiComp'07,  
 Dodge, S., Weibel, R. & Lautenschutz, A (2008). Toward Taxonomy of Movement Patterns. Information Visualization. 240-252, 2008  
 Harrison C., Hudson S., Texture Displays: A Passive Approach to Tactile Presentation, CHI'09, ACM Press, 2009  
 Henzinger T., Joseph Sifakis, The Embedded Systems Design Challenge,  
 Koopman P., Embedded system design issues. Proceedings of the International Conference on Computer Design, Austin, TX, IEEE Computer Society Press, 310-317., 2006  
 Mattern F. 2004. Ubiquitous Computing: Scenarios for an informatized world. In: Zerdick et al. 2004  
 Parkes A., pouppyrev I., Ishii H., Designing kinetic interactions for organic user interfaces, communications of the acm, June, 2008, Vol 51  
 Kranz M., Holleis P., Embedded interaction : Interacting with the Internet of Things, Internet computing IEEE, 2010  
 Thomsen M., Building liveness: imagining architecture as a robotic membrane, Workshop call for papers at UbiComp'07, 2007  
 Tsigaridi D., Powell M., SMA Variables: Directing Kinesis, Workshop call for papers at UbiComp'07, 2007  
 Vallgarda A., Sokoler T., A Material Focus- Exploring Properties of Computational Composite, CHI'09 ACM Press, 2009  
 Vaughan, L. C. "Understanding Movements", In Proceeding of the SIGCHI, CHI97, ACM Press, 1997  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Embedded System](http://en.wikipedia.org/wiki/Embedded_System), 2009, 09, 17  
<http://www.hyposurface.org>, 2010, 10, 17  
<http://blog.naver.com/cjm3599?Redirect=Log&logNo=70093545370>, 2010, 10, 17  
<http://www.yankodesign.com/2010/05/03/my-chair-is-alive/2010.11.14>  
<http://www.yatzer.com/TOKYO/FIBER09---SENSEWARE> 2010.11.14