

# 어린이용 인터랙티브 TV 개발 사례를 통해 본 사용자 인터페이스 디자인에서 제품디자인 영역의 접근 방법

박상현<sup>1</sup>, 최승억<sup>2</sup>, 진영규<sup>3</sup>, 박현미<sup>4</sup>, 조수호<sup>5</sup>, 우주경<sup>6</sup>  
삼성전자 소프트웨어센터 CS Lab 인터랙션 파트<sup>1,2,3,4,5,6</sup>  
{ sh0121.park<sup>1</sup>, sechoi<sup>2</sup>, jinyk<sup>3</sup>, hyun\_mi.park<sup>4</sup>, j sooho.cho<sup>5</sup>,  
jk77.woo<sup>6</sup> }@samsung.com

## Product Design's Approach in User Interface Design through Case of Interactive TV for Kids

SangHyun Park<sup>1</sup>, SeungEok Choi<sup>2</sup>, YoungKyu Jin<sup>3</sup>, HyunMi Park<sup>4</sup>, SooHo Cho<sup>5</sup>,  
JooKyung Woo<sup>6</sup>  
Samsung Electronics, Software Center, CS Lab, Interaction Part<sup>1,2,3,4,5,6</sup>

### 요약

본 연구의 목적은 어린이를 위한 인터랙티브 TV (KidTV)의 개발 사례를 통하여 사용자 인터페이스 디자인에 있어 제품디자인 영역의 특수성이 반영된 보다 적합한 인터랙티브 제품의 디자인 개발 체계를 개발하기 위한 관점을 찾는 데 있다.

이를 위하여 본 연구에서는 인터랙션 디자인 프로젝트에서 제품디자인적 문제 해결 과제인 물리적 형태부여의 주요 요소인 인터랙션 스타일을 보다 합리적으로 조형요소로써 반영하기 위한 해결안으로써 “Form follows function”이라는 루이스 설리반의 주장에서 힌트를 얻어 현시적 관점에서 그의 주장을 재해석하여 “Form follows Interaction”이라는 디자인 키워드를 통하여 사용자 인터페이스 디자인에서의 제품디자인 측면의 인터페이스 개발을 위한 하나의 관점으로 제안하고자 한다.

이를 통하여 다양한 학제가 결합하여 진행할 수 밖에 없는 사용자 인터페이스 디자인에 있어 여러 다른 학제들과 제품디자인 영역간의 이해를 돕고 사용자 인터페이스 전체적인 관점에서 제품디자인 영역의 디자인 개발체계를 확립할 수 있는 하나의 관점을 제공하고자 한다.

Keyword : Product Design, PUI, Design, User Interface, Interaction, Tangible, Kid , TV

### 개요

“형태는 기능을 따른다 (Form follows function).”라는 루이스 설리반 (L. Sullivan; article "The Office Building Artistically Considered" 1896)의 정의는 디자인을 그 용도와 기능적인 측면에서의 만족이라는 입장에서 보는 합리주의적 견해이다. 즉, 무엇보다도 우선되어야 하는 것은 기능이며, 제품의 미는

이러한 모든 기능이 만족스럽게 해결되었을 때 자연스럽게 수반되는 것이며, 불필요한 형태나 형태를 위한 조형을 배제하고자하는 사고가 바탕이 되고 있다.

이후 이러한 디자인 사조는 소비를 조장해야하는 사회적 흐름에 가리워져 디자이너와 사용자에게서

멀어져 왔던 것이 사실이다.

그러나 인간이 살아가는 환경과 그 안에서 인간이 사용하는 기기들이 모두 디지털화 되어가는 현재, 제품의 사용성이 디자인 있어 중요한 문제로 대두되고 있는 시점에서, 그 해결의 실마리로 그의 주장을 다시 한번 되새겨 볼 필요가 있다.

이러한 관점에 따라, 본 연구에서는 새로운 인터랙션 디자인 컨셉에 의하여 진행되는 제품의 디자인 프로젝트에 있어, 이에 적합한 디자인 개발체계를 찾고자 한다.

이를 위하여 “어린이를 위한 인터랙티브 TV”(KidTV) 라는 인터랙티브 제품의 제품디자인 개발 사례의 소개를 통하여 사용자 인터페이스 디자인에 있어 제품디자인 영역의 디자인 개발체계를 확립할 수 있는 하나의 관점을 제공하고자 한다.

## 1. 서론

### 1-1. 연구배경

디자인 페러다임은 변화하였으며, 그동안의 전통적인 산업디자인 영역에서의 디자인 방법론은 적절한 해결책을 제시해 주지 못하고 있다. 이는 제품과 환경의 컴퓨팅화로 제품디자이너가 해결해야 할 새로운 디자인 팩터들의 증가와 디자인 대상의 확대 때문이라 할 수 있다. 이에 따라 제품디자인에 있어서도 사용자 인터페이스 디자인 개념이 도입되었고 이를 위해 다양한 학제의 구성원들로 이뤄진 연구그룹에 의하여 새로운 개념의 제품 인터페이스 개발이 시도 되고 있으며, 이는 점차 확대되어갈 전망이다.

이러한 흐름은 제품의 그래픽 디자인 영역인 GUI 디자인의 발전 과정을 살펴보면 알 수 있다.

현재 GUI 디자인 영역에서는 인터페이스 디자인에 필요한 다양한 분야의 연구인력으로 구성된 학계와 업계의 많은 연구그룹에 의하여 그 연구와 실무가 활발히 진행되고 있으며, 그 결과 그에 적

합한 개발체계가 많은 부분에서 정립되었고 또, 지속적으로 개선, 발전 되어 오고 있다.

하지만 제품디자인 또는 PUI (Physical User Interface) 디자인 영역은 인간공학이나 인지심리학과 같은 산업공학적 측면에서의 연구 이외에 제품 디자인적인 측면에서의 디자인 개발체계 정립을 위한 연구는 아직까지 부족한 현실이다.

### 1-2 . Form Follows Interaction

“Form follows function.” 에서의 Function 은 당시의 기술수준으로 미루어 보아 물리적이고 아날로그적인 기능에 한정된 의미였을 것이다. 만약 이 주장이 21 세기 현재에 제기되었다면, 여기서의 Function 은 보다 포괄적인 의미인 인터랙션을 의미 한다고 할 수 있다.

그 이유는, 21 세기 이후 예전에는 상상할 수 없었던 수많은 Function 들이 적용된 제품들이 출현하였으며, 이러한 제품들에 적용된 Function 은 점차 사용자와 보다 능동적인 인터랙션이 가능하게 되었기 때문이다.

따라서 본 연구에서는 인터랙티브 제품의 조형을 위한 중요 요소로써 인터랙션 이라는 키워드를 보다 적극적으로 형태에 반영하고자 “ Form follows Interaction “ 이라는 조형원칙에 대한 정의를 통하여 제품디자인적 측면의 사용자 인터페이스 문제를 해결 하고자 하였다.

### 1-2. KIDTV 개발 배경

여러 연구에서 알 수 있듯이 발달과정에 있는 어린이들이 TV 를 오래 시청하는 것이 실제 발달에 부정적인 영향을 준다는 것은 주지의 사실이다. 그러나 일상생활에서 아이들을 TV 로부터 무조건 떼어내기에는 현대사회에서의 TV 는 이미 그 역기능에도 불구하고 너무나도 친숙한 존재이다.

이에 따라 본 연구에서 개발 사례로 소개되는 어린이를 위한 인터랙티브 TV (KidTV)는 기존의 일방적인 형태의 TV 가 어린이에게 미치는 악영향을 최소화 하고 어린이에게 보다 긍정적인 TV 사

용을 유도하기 위해 사용자인 어린이의 특성이 고려된 인터랙션이 가능한 TV 를 제안하고자 하는 목적에서 출발하였다.

#### 1-4. 연구인력의 구성

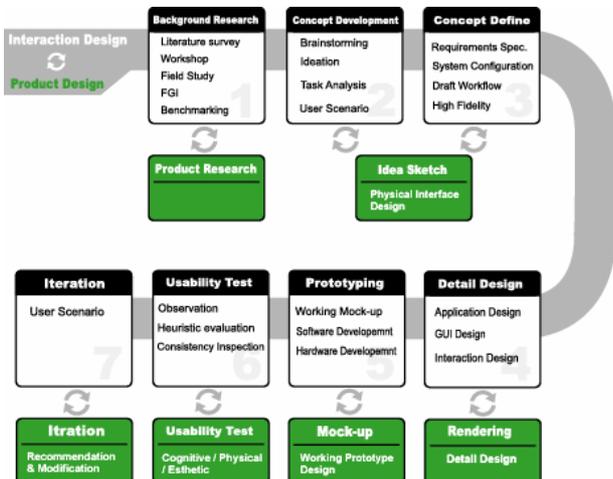
이러한 문제의 해결을 위하여 본 연구는 소프트웨어 엔지니어링, 하드웨어 엔지니어링, 컴퓨터사이언스, 산업공학, 시각디자인, 제품디자인 등의 전공자들로 구성된 인터랙션 디자인 그룹과 유치원교사와 교육공학 전문가 등의 외부 연구인력의 협업으로 이루어 졌으며, 공통의 연구 목적은 앞에서 언급된 바와 같이 기존 제품의 문제점을 개선 할 수 있는 새로운 인터랙션 제품의 디자인 이었다.

#### 1-5. 본 연구과제의 특성

기존의 인터랙션 디자인 프로젝트에서는 제품디자인 측면의 비중이 크지 않았던 것이 사실이다. 제품디자인적 고려사항은 인터랙션 디자인 컨셉의 구현을 위한 기술적 검증이나 사용성 테스트가 완료된 후에 필요에 따라 추가적으로 별개의 디자인 프로젝트로 진행되어 왔던 경우가 대부분 이었다. 하지만 본 연구에서는 프로젝트 진행 초기 단계에서부터 제품디자이너의 적극적인 참여를 통하여 보다 완성도 높은 인터랙션 디자인 연구 결과물을 도출 하고자 하였다.

### 2. 본론

#### 2-1. 본 연구의 개발 프로세스



<그림 1 : KidTV 의 개발 프로세스>

위 그림과 같이 본 연구과제의 프로세스는 기존의 인터랙션 디자인 프로세스에 제품디자인 프로세스가 결합된 형식으로 진행 되었다.

#### 2-2. KidTV 의 기본컨셉

문헌조사, Field Study, FGI, Benchmarking 등의 Background Research 단계를 통하여 얻은 자료들의 분석한 결과 KidTV 의 기본적 인터랙션 디자인 컨셉은 다음과 같이 정의 되었다.

- 어린이의 심리,행동 발달적 특성 고려
- 어린이의 인간공학적 특성 고려
- 교육적 효과의 필요성
- 시청제한 기능의 필요성
- 일방적 TV 지양, 상호작용 유도
- 활동 유도, 고정된 시청자세 지양
- Tangible Interface 의 활용
- 대상 연령은 4~7 의 미취학 아동

#### 2-3. 인터랙션 디자인 컨셉의 도출

KidT 의 인터랙션 컨셉의 정의를 위해 Background Research 단계를 통하여 얻어진 기본 컨셉을 바탕으로 Concept Development 과정을 수행하였다. 이 과정에서는 Brainstorming 과 Ideation 과정을 통해 초기 아이디어들을 도출하였고, 이후 Task Analysis , User Scenario 등의 작업을 통하여 보다 구체적인 아이디어들을 도출하였다.

이 결과 도출된 아이디어는 크게 TV 본체의 Physical Interface 와 Application 그리고 TV 컨트롤을 위한 Input 장치의 세개의 카테고리로 분류 하였다.

분류된 아이디어들 중에서 보다 적합한 아이디어의 선별을 위하여 평가 sheet 를 만들어 평가하고 분석하여 각 카테고리별로 최종 아이디어를 선별 하였다. 이후 선별된 아이디어의 전체 시스템 구성을 위하여 각 영역별로 Workflow 를 작성하여 세부 컨셉을 정의하였다.

정의된 각각의 세부 컨셉은 Detail Design 을 진행

하기 위하여 작업영역 별로 세부 인터랙션 디자인 컨셉을 정의하였다. 그리고 각각의 아이디어가 통합되었을 때의 상황에 대해 User Scenario를 구성하여 점검 하였다.

위와 같은 과정을 통하여 도출된 KidTV 의 인터랙션 디자인 컨셉은 다음과 같다.

**\* 본체의 인터랙션 디자인 컨셉**

- Desk 스타일 /Stand 스타일 쉬운 기능 전환
- 카메라 부착 ( 자유로운 회전 가능 )
- 시청제한을 위한 TV 조명 아이디어의 효율적인 작동 구조
- Working Prototype 제작을 위한 구조적 문제 해결
- 이동성 고려

**\* Input System 의 인터랙션 디자인 컨셉**

- 레이어 구조의 App의 효율적인 조작
- 논리적 조작 규칙 필요
- 블러조합 스타일의 인터랙션 방식 적용
- App 의 기능상 오류 예방
- 본체의 Physical Interface의 인터랙션 디자인 컨셉과의 조화
- Working Prototype 제작을 위한 구조적 문제 해결

**\* Software Application 의 인터랙션 디자인 컨셉**

- 카메라를 통해 영상에 자신을 투영 기능
- 영상과 사진 등에 자유롭게 그리기 가능
- 레이어 구조의 영상 합성과 그리기 기능
- 터치스크린 환경 고려

**2-4. 인터랙션 컨셉의 형상화**

위 과정을 통하여 도출된 인터랙션 디자인 컨셉의 형상화를 위해 제품디자인 측면에서 해결해야 할 문제는 Software App 과 Hardware App 의 인터랙션 컨셉을 효율적으로 제공할 수 있는 KidTV 본체의 Physical Interface 와 Input System 의 Physical Interface 였다. 각각의 형상화를 위한 Detail Design

과정에서는 전체 인터랙션 디자인 컨셉을 최대한 살릴 수 있는 물리적 구조를 디자인해야 했으며, 형태의 심미적 측면 또한 고려해야 했다.

Detail Design 에 앞서 결정된 디자인 안이 인터랙션 컨셉을 적절하게 담을 수 있는지 여부를 확인하기 위한 방법으로써 VR 프로그램을 사용하여 가상 시나리오를 제작하였다. 이 과정에서 도출된 문제점들은 개선안을 만들어 Detail Design 에 반영하였다.



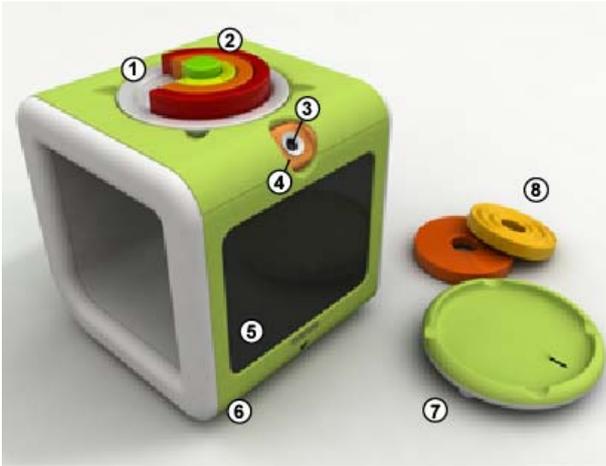
<그림 2: VR 프로그램을 이용한 가상 시나리오>

**2-5. Detail Design**

**2-5-1. KidTV 의 기본 구조**

그림 3~5 는 KidTV 의 인터랙션 컨셉을 반영하여 형상화한 제품의 기본 구조와 장치에 대한 설명이다.

KidTV 의 형태적 기본 구조는 프로젝트 초기에 정의한 조형원칙 ( Form follows Interaction )에 따라 KidTV 의 인터랙션 디자인 컨셉들이 최대한 충실하게 반영될 수 있도록 디자인 되었다.



<그림 3: Detail Design-1>

- ① 착탈식 블럭받침: RFID 칩이 내장되어 있는 블럭들의 신호를 받기 위한 RFID 안테나가 내장된 블럭 받침대. KidTV 의 다양한 사용환경을 지원하기 위하여 착탈식으로 디자인 되었다.
- ② 블럭 Set : 레이어 구조로 설계된 KidTV 의 어플리케이션을 보다 논리적으로 컨트롤하기 위한 블럭형 KidTV 의 Input Interface.
- ③ 카메라 : 320 도 회전이 가능하며, 회전각도에 따라 구동되는 어플리케이션이 다르다.
- ④ 마이크 : 사용자의 소리 입력
- ⑤ 14 인치 터치스크린: KidTV 대상 연령인 취학전 아동에게 가장 적합한 스크린 사이즈로 결정
- ⑥ 스피커
- ⑦ 블럭 받침대를 위한 거치대: 블럭을 이용한 원거리 컨트롤 상황을 위한 장치
- ⑧ 독립 기능 블럭 : 블럭의 두께를 두껍게 하여 레이어 구조의 어플리케이션을 실행할 수 없는 기능의 구현을 위한 블럭



<그림 4: Detail Design-2>

- ⑨ 블럭의 가이드 및 고정을 위한 블럭받침대의 구조
- ⑩ Desk ↔ Stand - 굴리는 동작을 통한 기능 전환시 제품 표면 보호



<그림 5: Detail Design-3>

- ⑪ 시청제한 기능을 위한 LED 조명:
- ⑫ Desk ↔ Stand-손쉬운 기능 전환을 위한 구조

### 2-5-2. KidTV 의 사용 형태

KidTV 는 기본적으로 Stand 형과 Desk 형의 사용 환경을 제공한다. 이는 KidTV 에 포함된 어플리케이션들에 대해 사용자에게 최적의 사용환경을 제공하기 위함이다.

기능의 전환은 그림 9 와 같은 간단한 동작으로 수행할 수 있게 된다.

본체 윗면의 블럭 받침대는 착탈식으로 디자인되어 사용자의 필요에 따라 그림 9 와 같이 원거리에서, 또는 그림 6 과 같이 본체에 밀착시켜 사용할 수 있게 된다.



<그림 6: Stand Style>



<그림 7: Desk Style >



<그림 8: 원거리 컨트롤>

## 2-5-2. KidTV 의 조작 방법

### 2-5-2-1. Desk ↔Stand 기능전환 방법

그림 9 과 같이 본체를 미는 동작만으로 사용자가 손쉽게 기능을 전환시킬 수 있다.



<그림 9: Desk ↔Stand 기능전환 방법 >

### 2-5-2-2. 블럭형 TV 컨트롤 Set 의 조작방법

아래 그림 10 는 블럭형 TV 컨트롤 Set 의 조합을 통하여 영상합성 어플리케이션을 구동시키는 방법에 관한 설명이다. 첫번째 그림은 블럭이 올려져 있지 않은 off 상태이다. 두번째 그림은 첫번째 레이어에 해당하는 TV 블럭을 올려 놓아 TV 를 on

시켜놓은 상태이다. 세번째 그림은 TV 를 on 시켜놓은 상태 위에 카메라 블럭을 올려놓아 TV 속 에 자신의 모습을 합성시킨 모습이다. 네번째 그림은 세번째 상태에서 화면캡처 시킨후 그리기 블럭을 올려 놓아 그리기 기능이 실행된 상태이다.



<그림 10: 영상합성 App 의 구동 방법>

### 2-5-2-2. 블럭형 TV 컨트롤 Set 의 조합 규칙

아래 그림 11~14 은 블럭형 TV 컨트롤 Set 의 조합 규칙에 대한 설명이다. 어린이가 블럭을 자신의 목적에 맞게 조합하면 그에 부합하는 어플리케이션이 실행되게 된다. 이러한 인터랙션을 통하여 어린이는 TV 화면속의 기능들과 블럭들 간의 조합규칙들을 이해하면서 논리적 사고를 기를 수 있게된다.



<그림 11-좌: 총 4 개 블럭 조합 가능>

<그림 12-우: Layer 개념의 작동이 불가능한 App 을 위한 블럭>



<그림 13,14: Layer 개념의 작동이 제한적인 App 을 위한 블럭>

### 2-5-3. 시청제한 기능

KidTV 의 시청제한 기능은 기존의 다른 시청제한

방법들과 같이 강제적이지 않으며, 어린이 스스로 시청량과 시청프로그램을 조절할 수 있게 유도하기 위한 간접적인 시청지도 아이디어를 택하였다. 그림 15~21 은 내장된 조명을 통하여 간접적 시청 제한 기능이 작동되는 모습이다.

조명은 WHITE, RED, BLUE 의 3 가지 LED 조명이 그림 18 과 같이 설치되어 있으며 시청하는 프로그램의 등급에 따라 RED 와 BLUE 가 작동하게 되며, 동시에 시청량에 비례하여 작동하는 LED 조명의 수가 늘어나게 된다.

WHITE 조명은 사용자가 일정 밝기 이하의 어두운 곳에서 시청할 때 켜져 어린이의 시력을 보호하는 역할을 하게 되며, 또 카메라를 내부쪽으로 돌리면 그림 22 에 해당하는 어플리케이션을 실행시키기 위해 켜지게 된다.



<그림 15-좌: 등급외 방송 시청시>

<그림 16-우: 등급내 방송 시청시>



<그림 17-좌: RED + BLUE- 등급외+등급내 방송시청>

<그림 18-우: 시청시간에 비례하는 조도>



<그림 19-좌: 내장된 조명의 모습>

<그림 20-중, 21-우: 실제 작동하는 모습>

#### 2-5-4. 카메라를 이용한 사물관찰 어플리케이션

그림 22 는 카메라를 이용한 사물관찰 어플리케이션의 작동 예이다. 사용자가 확대하고자 하는 사

물을 본체 내부에 놓고 카메라를 내부쪽으로 회전시키면 내부 천장면에 설치된 LED 조명이 작동하면서 확대된 사물의 모습이 스크린에 나타나게 된다.



<그림 22: 사물관찰 어플리케이션 작동 예>

#### 4. Working Mock-up

그림 23 은 Working Mock-up 구성을 위한 시스템 구성도 이다. RFID 장치들을 통하여 사용자의 입력 신호를 받아 그 신호를 PC 에서 처리하여 본체의 Out-put 장치를 통하여 사용자에게 피드백 할 수 있게 된다.



<그림 23: Working Mock-up 구성을 저체 시스템>

- ① RFID Receiver
- ② 내장된 RFID Antenna
- ③ 블록에 내장된 RFID Tag



<그림 24: 블럭에 내장된 RFID 장치 >

이와 같은 Working Mock-up 제작 과정은 기존의 대부분의 제품디자인 프로젝트에서는 필요하지 않은 경우가 대부분이다. 하지만 인터랙션 디자인 프로젝트에서는 그 프로세스 상 꼭 필요한 과정이라 할 수 있다.

본 연구와 같이 인터랙션 디자인과 제품디자인이 공동으로 진행되는 프로젝트에서는 이와 같은 working Mock-up 의 제작은 성공적인 프로젝트를 위하여 프로젝트에 참여한 제품디자이너에게 풀어야 할 또 하나의 과제라 할 수 있다.

제품디자인 본래의 컨셉에 피해가 없도록 각종 센서와 장치들을 Mock-up 에 내장할 수 있는 설계를 해야하며 Working Mock-up 을 이용한 각종 평가에 Mock-up 이 적절히 사용될 수 있도록 다양한 사항들에 대하여 고려해야만 한다.

### 3. 사용성 평가



<그림 25: 사용성 평가>

그림 25 는 제작된 Working Mock-up 을 이용하여 제품 디자인에 대한 사용자 평가의 모습이다. 이 과정을 통하여 제품디자이너는 User 와 관찰자 입장에서 다시 한번 디자인 결과를 점검할 수 있으

며, 이 과정을 통하여 얻어진 자료들은 추후 실제 개발 단계에 반영될 수 있도록 문서화 하였다.

### 3. 결론

서론에서 언급되었던 바와 같이 본 연구는 사용자 인터페이스 디자인 영역과 제품디자인 영역이 “ 문제가 되는 현재의 제품에 새로운 인터랙션 환경을 제공하여 현재의 문제점을 개선하고 나아가 사용자에게 보다 유익한 경험을 제공할 수 있는 새로운 인터랙션 제품의 디자인” 라는 공동의 목표를 가지고 진행했던 사용자 인터페이스 디자인의 구체적인 개발 사례를 제품디자인적 관점에서 소개하여 추후 진행되는 이와 같은 연구에서 보다 효율적인 디자인 개발 체계를 찾을 수 있는 하나의 관점을 제공하고자 하였다.

빠르게 발전하는 디지털 기술에 따라 그 기술을 사용자에게 알맞은 형태로 다듬어 제공해야하는 디자인의 여러 영역들( UI 디자인, 인터랙션 디자인, GUI 디자인, PUI 디자인, 제품디자인, ...)은 서로 각 영역간의 특징을 이해하여, 각 영역의 장점이 모두 반영될 수 있는 디자인 개발 체계를 만들고 이를 지속적으로 발전시켜야 할 것이다.

이러한 필요에 따라 본 연구에서 소개한 사용자 인터페이스 디자인 개발 프로젝트에서의 제품디자인적 관점의 디자인 프로세스와 디자인 접근방법 역시, 기존의 제품디자인 개발 프로세스에서 부족했던 컨셉개발 및 Working Prototype 의 개발, 각 단계에서의 다양한 검증체계 등의 타 디자인 영역의 장점들을 제품디자인 개발 프로세스에 적용하여 보다 성공적인 디자인 결과물을 도출하고자 했던 노력이었다고 할 수 있다.

앞으로 보다 다양한 관점에서 이와 같은 시도가 필요하다 할 수 있다.

### 4. 참고 문헌

- [1] 카이호 히로유키 외 2, 박영목 이동연 역, 인터페이스란 무엇인가, 지호, 1999
- [2] Amy Bruckman, Alisa Bandlow, "HCI for Kids," The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications, , Georgia Institute of Technology, 2002.
- [3] Diana Africano,Sara Berg,Kent Lindbergh, Peter Lundholm,Fredrik Nilbrink,Anna Persson, "Designing Tangible Interfaces for Children' s Collaboration," CHI2004
- [4] Donald A. Norman, 디자인과 인간심리, 학지사, 1996
- [5] HANNA, RISDEN & ALEXANDER, " Guidelines for Usability Testing with Children" 1997
- [6] Keith Buchanan,Adriano B. Galvao,Ruben Ocampo, "I' m Kid- An Interactive Toy For Impaired Children," Institute of Design Illinois Institute of Technology,CHI2002
- [7] L. Sullivan; "The Office Building Artistically Considered," article, 1896
- [8] Shuli Gilutz and Jakob Nielsen, "Usability of Websites for Children:70 Design Guidelines," 2002
- [9] Yifan Chen, Taehwan Kim,Junjie Zhu, "NATUREEXPLORE R-An Interactive Toy Kit For Children," Institute of Design Illinois Institute of Technology, 2001