텐저블 게임 콘솔:
입출력 일체화 개체를 이용한
물리적 엔터테인먼트 미디어에 대한 연구

한경훈[1],이우훈[2],윤완철[3]
한국과학기술원 문화기술학제전공[1 2 3]
{auxo[1], woohun.lee [2],wcyoon[3]}@kaist.ac.kr

Tangible Game Console:
Physical Entertainment Media Using I/O Coupling Units

Kyung Hoon Han[1], Woohun Lee[2] , Wan Chul Yun[3]
College of Interdisciplinary Studies, Culture Technology Program,
Korea Advanced Institute of Science and Technology[1 2 3]

요 약

본 연구에서는 디지털 콘텐츠와 물리적 미디어가 유기적으로 결합할 수 있는 가능성을 모색하고자, 입출력 일체화 개체인 'I/O 셀(Cell)'과 그 집합체인 '텐저블 게임 콘솔(Tangible Game Console)'을 개발하였다. I/O 셀은 여러 종류의 센서와 액츄에이터가 하나의 물리적 노드 내에 통합되어 있는 개체로, 이 I/O 셀 다수를 집적하면 다양한 크기와 용도의 엔터테인먼트 미디어를 구성하는 것이 가능하다. 그 중 하나로 개발된 텐저블 게임 콘솔은 일종의 센서-액츄에이터 집합체로 셀들 사이의 연계를 통해 다양한 물리적 정보를 인식하고 표현할 수 있다. 텐저블 게임 콘솔은 기존 게임 콘텐츠의 주요한 표현 수단이었던 이미지와 텍스트 정보 대신에 물리적 정보를 통해 게임 콘텐츠를 구성하며, 조작대상과 조작수단이 일체화되어 있고, 또한 음악, 퍼즐, 액션 등 다양한 장르의 게임 콘텐츠가 적용 가능하다는 특징을 가지고 있다. 텐저블 게임 콘솔에서는 불, 바람, 물, 생명체 등의 물리적 현상을 형상/움직임/소리/빛 등을 통해 재현하며, 사용자는 이를 때리기/바람불기/흔들기/기울이기 등의 직접적인 조작을 통해 체험할 수 있다. 또한 물리적인 상호작용 과정이 일정한 게임 규칙을 가지고 구성되어 있어 지속성 있는 놀이 경험을 제공한다.

본 연구에서는 텐저블 게임 콘솔의 콘텐츠로 음악, 액션, 대전게임 등을 개발하였으며, 이 콘텐츠들의 놀이경험을 평가함으로써, 텐저블 게임 콘솔의 발전 가능성을 확인하였다.

Keyword : Tangible Media, Entertainment, I/O Coupling, Game, Physical Interaction

1. 서론

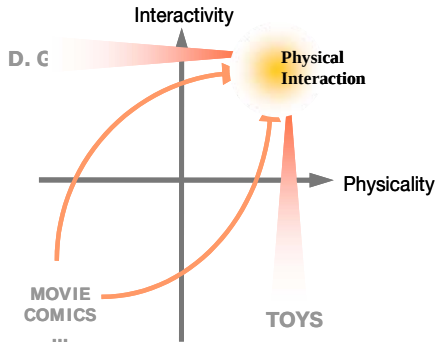
근래에 급격하게 진행되어 온 미디어 변화의 흐름은 '디지털화'로 요약할 수 있다. 기술의 발전으로 현실 세계에 존재하는 대부분의 정보들을 디지털 콘텐츠로 변환할 수 있게 되었고, 이에 따라 디지털 콘텐츠의 생산, 가공, 소비의 중심이 되는 컴퓨터로 각종 정보들이 흡수되었다.

그런데 최근 활발히 이루어지고 있는 컴퓨팅 자원과 네트워크 인프라의 편재화는 미디어에 새로운 변화를 가져오고 있다. 이제까지 디지털화를 통해 가상의 영역에 흡수되었던 콘텐츠가 물리적 현실 세계로 확산되는 움직임이 나타나고 있는 것이다. 이러한 변화는 아날로그 정보가 디지털 정보로 바뀌는 과정의 역과정이 아니라, 물리적 현실 세계와 가상의 디지털 콘텐츠가 결합하는 과정으로, 이제까지 유리되어 있던 현실과 가상 영역 사이의

간극을 좁힐 수 있을 것이라 예상된다.

2. 엔터테인먼트 미디어의 변화

디지털화에서부터 디지털 콘텐츠의 편재화에 이르는 일련의 변화는 엔터테인먼트 분야에서도 확인할 수 있다. PC 를 중심으로 한 엔터테인먼트 분야의 디지털화 과정에서 콘텐츠 형식의 표준화는 엔터테인먼트 콘텐츠들이 어떠한 형태의 제품들로도 쉽게 이동할 수 있게 하였다. 이에 따라 PC 에 집중되어 있던 엔터테인먼트 콘텐츠들은 점차 휴대전화, PDA 등의 정보기기로 옮겨갔고, 이제는 MP3 음악재생기, PMP, 휴대용 게임기, 전자책 등의 특화된 엔터테인먼트 제품들로 확산되고 있다. 그러나 이러한 디지털 엔터테인먼트 콘텐츠의 확산은 단순한 이동에 그치는 경우가 대부분이고, 휴대성 이외에는 특별한 장점을 찾기가 힘든 실정이다. 즉, 디지털 엔터테인먼트 콘텐츠들이 물리적인 기기 속으로 이동하기만 했을 뿐, 기기 고유의 물리적인 특성을 효과적으로 살리지 못하고 있다. 본 연구에서는 디지털 엔터테인먼트 콘텐츠와 물리적 요소를 유기적으로 결합시키는 방안을 찾기 위해 엔터테인먼트 미디어 중 디지털과 아날로그의 양 극단이라 할 수 있는 장난감과 디지털게임에 주목했다. 전통적인 엔터테인먼트 미디어인 장난감은 이제 물리적인 실체 속에 디지털 정보를 내재하거나, 물리적인 실체가 디지털 정보로 변환됨으로써 디지털적인 요소가 증가하고 그와 함께 상호작용성(interactivity)이 강화되고 있다. 반면 디지털게임은 서로 반대 방향이라고 할 수 있는 두 가지의 변화가 동시에 일어나고 있다. 하나는 꾸준히 발전해 오고 있는 디지털 기술을 이용하여 극단적으로 세밀하고 사실적인 가상세계를 구현하려는 움직임이고, 다른 하나는 게임 본연의 재미를 찾기 위해 새로운 물리적 상호작용 방식을 도입하려는 움직임이다. 본 연구에서 초점을 맞추고자 하는 것은 후자의 변화이고, 이 변화는 아날로그적 요소의 도입을 통한 물리성(physicality)의 강화라 할 수 있다. 즉, 장난감과 디지털게임은 아날로그와 디지털의 양극단에서 상호작용성과 물리성을 동시에 만족시키는 중간 지점을 향해 변화하고 있다. 이러한 변화 과정 가운데 장난감과 디지털게임의 중간 영역에서는 엔터테인먼트 로봇, 버추얼 토이, 체감형 게임 등 장난감이라고도 할 수 있고 디지털게임이라고도 할 수 있는 다양한 엔터테인먼트 미디어들이 등장하고 있다. 이러한 엔터테인먼트 미디어들은 기존 미디어들과는 다른 물리적 상호작용 방식을 갖고 있으며 콘텐츠적인 특성 또한 강하다. 이러한 미디어들의 발전 모습을 통해 디지털 콘텐츠와 물리적 요소가 유기적으로 결합된 새로운 미디어의 가능성을 발견할 수 있을 것이다.



(그림 1) 엔터테인먼트 미디어의 변화방향

3. 물리적 상호작용에서의 I/O 맵핑

물리적 상호작용에서 입력과 출력 사이에는 일정한 연결관계가 존재하여야 하고, 그 연결관계는 입력의 수행과 출력의 인식 과정을 통해 명확히 파악될 수 있어야 한다. 입력과 출력 사이의 연결관계, 즉 I/O 맵핑(mapping)은 물리적 상호작용의 자연스러움, 편리함, 재미에 절대적인 영향을 미친다. 본 연구에서는 놀이에서 물리적인 체감을 높이기 위해 입출력을 일체화시킨 I/O 맵핑 방식을 사용하였다. '입출력 일체화(I/O Coupling)'란 입력장치와 출력장치가 긴밀한 연결관계를 가지면서 하나의 기기 내에 통합되어 있는 I/O 맵핑 형태로, 입출력 일체화가 이루어져있는 기기들은 조작대상을 직접 조작하게 하거나 혹은 직접 조작하는 것과 같은 느낌을 제공함으로써 직관적인 조작방식을 구현할 수 있다는 장점을 지니고 있다.

4. I/O 셀을 이용한 텐저블 게임 콘솔

4-1. 텐저블 게임 콘솔의 개념

텐저블 게임 콘솔(Tangible Game Console)은 전통적인 장난감의 쉽고 직관적인 물리적 조작방식, 즉 '가지고 노는' 감각을 유지하면서, 디지털 게임이 지닌 풍부한 상호작용성과 유연한 놀이의 확장성을 확보하는 것을 목표로 개발되었다. 이러한 목표를 달성하기 위해 텐저블 게임 콘솔은 다음과 같은 3 가지 특성을 가지고 있다.

(1) 조작대상과 조작수단이 일치된 조작방식

텐저블 게임 콘솔은 기기 자체가 조작대상인 동시에 조작 수단을 갖는다. 이러한 조작방식은 기호화 과정을 거치지 않는 직접 조작 방식이기 때문에, 장난감을 통한 놀이와 같이 누구나 쉽게 놀이에 참여할 수 있도록 한다.

(2) 물리적 게임 정보 제공

텐저블 게임 콘솔은 놀이에 필요한 정보를 물리적 수단을 통해 제공한다. 물리적 게임 정보는 기존 디지털게임의 시각 정보에 비해 정보의 묘사력, 전달력이 떨어지기는 하나, 조작대상과 조작수단이 일치된 물리적 조작방식을 유지하면서 놀이에 필요한 정보를 제공한다는데 의의가 있다.

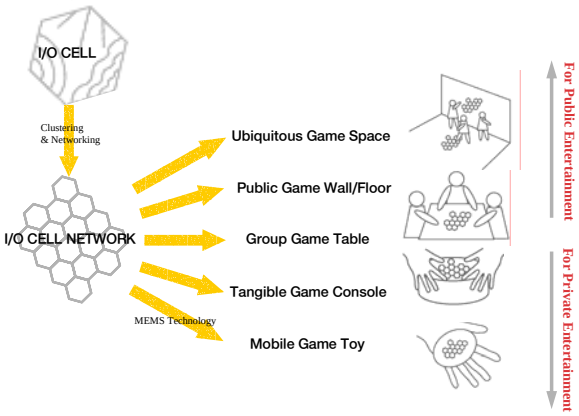
(3) 업데이트 가능한 콘텐츠

텐저블 게임 콘솔은 여러 종류의 입력과 출력을 가지고 있으며, 이러한 입력과 출력 사이의 연결관계는 유동적이고, 입력과 출력의 맵핑과 구성을 변화시킴으로써 다양한 놀이 경험을 제공할 수 있다.

4-2. I/O 셀

텐저블 게임 콘솔이 위와 같은 특성을 갖기 위해서는 다수의 물리적 입출력 장치들이 필수적으로 요구된다. 다수의 물리적 입출력 장치들의 효과적인 구성 및 연계를 위해 본 연구에서는 입출력 일체화를 바탕으로 센서 네트워크의 센서 노드의 개념을 차용하여 'I/O 셀(Cell)'을 개발하였다. I/O 셀은 여러 종류의 센서와 액츄에이터가 하나의 물리적 노드 내에 일체화된 개체로 다양한 물리적 정보를 인식하고 표현할 수 있는 능력을 가지고 있다.

센서 네트워크가 센서 노드들 간의 연계를 통해 풍부한 정보 인식 능력을 갖게 되는 것처럼, I/O 셀 역시 타 I/O 셀들과 연계하여 풍부한 정보 인식 능력과 표현력을 확보하게 된다. 그러나 센서 노드들이 지역 내에 넓게 분산되어 있는 센서 네트워크와 달리 I/O 셀 네트워크는 I/O 셀들이 한 기기 내에 집결되어 있다. 이 때문에 I/O 셀 네트워크는 물리적인 면을 갖는다. 이 면은 구성하기에 따라 평면뿐만 아니라 곡면, 구, 육면체 등 다양한 형태로 나타나게 된다.

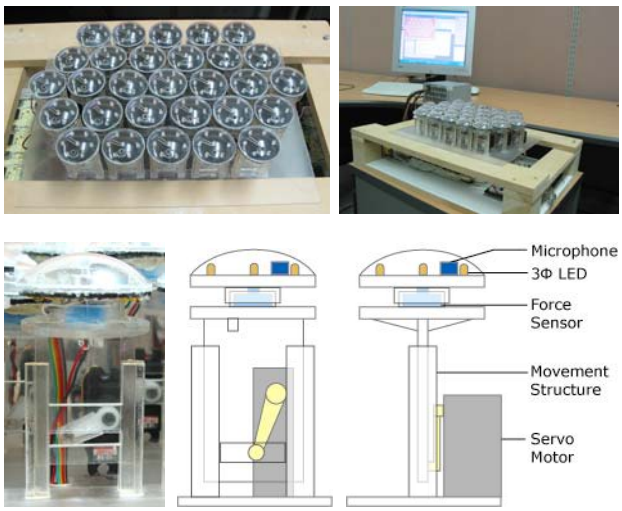


(그림 2) I/O 셀의 확장 가능성

I/O 셀 네트워크는 I/O 셀의 특성, 크기, 배치에 따라 다양한 미디어들로 발전할 수 있는 가능성을 가지고 있다. 그림 2 는 I/O 셀의 확장 가능성을 나타낸 것으로 소형화를 위한 MEMS 기술을 적용하면 손에 쥐고 어디서나 즐길 수 있는 모바일 게임 기기가 될 수 있고, 소형 가전제품의 크기로 구성하면 가정에서 즐길 수 있는 텐저블 게임 콘솔이 될 수 있다. 이를 여러 사람이 둘러 앉을 수 있는 테이블에 적용시키면 여러 사람이 함께 즐기는 그룹 게임 테이블이 될 수 있고, 보다 더 확장시키면 공공 게임 벽, 공공 게임 바닥이 될 수도 있다. 이와 같이 I/O 셀은 개인의 영역부터 공공의 영역까지 폭넓게 적용될 수 있으며 향후 유비쿼터스 게임 공간을 구성하는 기본 개체로까지 발전할 가능성을 갖고 있다.

4-3. 텐저블 게임 콘솔의 구현

텐저블 게임 콘솔을 구현하기 위하여 다양한 테스트 모델들이 제작되었으며, 최종적으로 다음과 같은 텐저블 게임 콘솔의 프로토타입이 제작되었다.



(그림 3) 텐저블 게임 콘솔과 I/O 셀

Specification		
I/O 셀 (*29)	크기	45 x 45 x 75 ㎣
	가동 범위	30mm
	압력센서	IESP-12
	마이크로폰	WM-54BH
	LED	3Φ blue LED (*7)
	서보모터	HS-81
콘솔	크기	550 x 370 x 180 ㎣
	마이크로컨트롤러	PIC16F877 (*4)
	통신 장치	MAX232CPE (*3)
	멀티플렉서	CD4051E (*8)
	디코더	HCT138
	기울기센서	SA1 (*2)
	전원 장치	PC용 Power Supply 5V, 20A
PC	게임 개발 및 구동	Macromedia Director MX
	통신 소프트웨어	Serial Xtra
	음성 출력	사운드 카드 & 스피커

(표 1) 텐저블 게임 콘솔의 사양

텐저블 게임 콘솔의 기본 구성 단위인 I/O 셀은 압력센서와 마이크로폰 등 2 개의 센서를 가지고 있으며, 출력 수단으로는 7 개의 LED 와 서보모터를 가지고 있다. 7 개의 LED 는 개별적으로 점멸이 가능하며, 서보모터의 회전운동은 아크릴 구조물에 의해 상하운동으로 바뀌고 그 가동폭은 30mm 이다. 이와 같은 I/O 셀 29 개를 벌집 구조로 집결시키고, 여기에 기울기 센서 2 개를 추가하고, 소리 출력 및 게임 프로그래밍이 가능하도록 PC 에 연동시킴으로써 텐저블 게임 콘솔을 제작하였다. I/O 셀들은 마이크로컨트롤러(PIC)에 의해 일괄적으로 제어가 이루어진다. 또한 시리얼 통신으로 PC 와 연결되어 있어, 마이크로컨트롤러는 센서 및 액츄에이터를 구동시키는 역할만 하며, 게임 이벤트에 관한 정보처리는 PC 에서 이루어진다. 이를 위한 프로그래밍은 Macromedia Director MX 의 링고 스크립트(Lingo script) 기반으로 할 수 있게 하여 콘텐츠 개발을 쉽고 빠르게 할 수 있도록 하였다.

4-4. 텐저블 게임 콘솔의 상호작용 방식

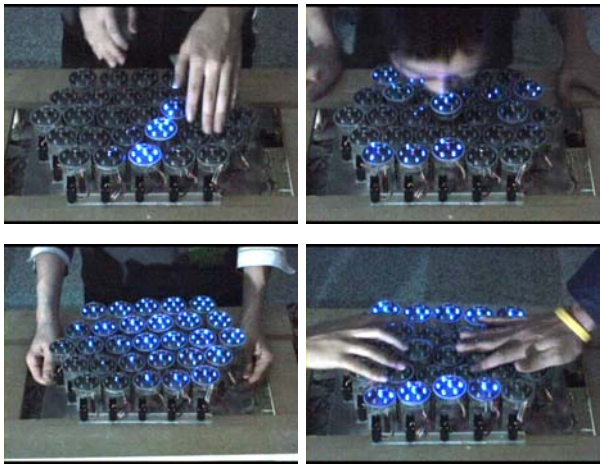
텐저블 게임 콘솔은 3 종류의 입력장치와 3 종류의 출력장치를 통해 입력과 출력 기능을 수행한다. 각 입력과 출력은 그 크기와 시간 특성에 따라 실제로 표 2 와 같이 다양한 형태의 물리적 입력과 출력으로 나뉘게 된다. 이와 같은 물리적 입력과 출력의 연결관계, 즉 I/O 맵핑은 고정되어 있지 않으며, 게임 콘텐츠에 맞추어 자유롭게 연결관계를 구성할 수 있다. 이를 통해 한정된 입력장치와 출력장치만으로도 다양한 물리적 상호작용 경험을 사용자에게 제공하는 것이 가능하다.

입력	
접촉(압력센서)	만지다, 쓰다듬다, 누르다, 때리다, 주무르다
움직임(기울기센서)	흔들다, 기울이다, 돌리다
소리(마이크로폰)	소리지르다, 숨을 불어넣다
출력	
형상(서보모터)	커지다/작아지다, 울퉁불퉁해지다/평평해지다, 출렁거리다, 움직이다
촉감(서보모터)	진동하다, 때리다, 울퉁불퉁해지다/평평해지다, 움직이다
빛(LED)	켜지다/꺼지다, 깜빡거리다, 모이다/퍼지다, 움직이다
소리(스피커)	음악을 연주하다, 효과음을 내다

(표 2) 텐저블 게임 콘솔의 입력과 출력

4-5. 텐저블 게임 콘솔의 콘텐츠

텐저블 게임 콘솔의 특성을 잘 나타낼 수 있는 4 개의 콘텐츠를 개발하였다. <Beat Bug>, <Saving A Life I – 불 속에서>, <Saving A Life II – 물 위에서>, <Touching & Touched> 라고 명명된 이 콘텐츠들은 각기 다른 I/O 맵핑 방식과 게임성을 지닌다.



(그림 4) 텐저블 게임 콘솔의 콘텐츠 경험 과정

(1) <Beat Bug>

<Beat Bug>는 두더지 잡기 같은 방식으로 솟아오르는 셀들을 때리면서 자연스럽게 음악을 연주하고 리듬감을 느낄 수 있는 액션 음악게임이다. 각 셀에는 각기 다른 악기가 맵핑되어 있고, 이 셀들을 때리면 그에 맞는 악기가 연주된다. 연주에 대한 정보는 연속적으로 솟아오르는 셀들의 움직임과 빛에 의해 제시되며, 플레이어는 이에 맞춰 악기 소리를 조합함으로써 음악을 완성하게 된다.

(2) <Saving A Life I - 불 속에서>

<Saving A Life I - 불 속에서> 는 작은 생명체를 불길의 위협으로부터 지켜내는 게임이다. 본 콘텐츠에서는 게임의 상황설명을 위해 '생명의 탄생-위협의 시작-불길의 확산'으로 구성된 도입부가 제시된다. 본 게임이 시작되면, 네 구석에서 불이 번져나가기 시작하는데, 이렇게 번진 불이 중앙의 셀, 즉 생명체에 닿게 되면 생명체의 체력은 깎이게 되고, 총 4 번 불길의 공격을 받으면 게임에 실패하게 된다. 반대로 모든 불을 끄면 게임에 성공하게 된다. 불을 끄는 조작은 마이크를 통한 바람 불기를 통해 이루어진다. 게임의 성공/실패 여부에 따라 각기 다른 결말이 준비되어 있다.

(3) <Saving A Life II - 물 위에서>

<Saving A Life II - 물 위에서> 는 바다에 떠있는 생명체를 지켜내는 게임이다. 본 콘텐츠 역시 바다의 모습을 묘사한 도입부가 제공된다. 본 게임이 시작되면, 플레이어는 무작위로 움직이는 생명체(빛으로 표현)가 텐저블 게임 콘솔 바깥으로 나가지 못하도록 콘솔을 들어 이리저리 기울여야 한다. 플레이어가 콘솔을 기울일 때마다 셀들은 그에 맞춰서 높낮이가 달라지고, 생명체의 움직임은 기울이는 방향에 따라 빨라지기도 하고 느려지기도 한다. 게임 끝까지 생명체를 지켜내면 게임에 성공하게 되며, 성공 여부에 따라 다른 결말이 주어진다.

(4) <Touching & Touched>

<Touching & Touched> 는 2 인이 함께 즐길 수 있는 대전 게임으로 서로의 손동작을 텐저블 게임 콘솔을 통해 주고받는 게임이다. 게임 방법을 알려주는 간단한 도입부가 제공되며, 본 게임이 시작되면 플레이어들은 자신의 터치 스테이지에 손을 올려놓는다. 각 플레이어가 접촉하고 있는 셀을 누르면 그와 매치되어 있는 상대방 플레이어의 셀이 반대로 올라가게 된다. 텐저블 게임 콘솔을 통해 서로의 손의 움직임을 인지할 수 있는 것이다. 본 게임에서의 승패 여부는 손놀림의 빠르기에 의해 결정되며 승패에 대한 보상 역시 촉감(마사지와 때리기)으로 주어진다.

5. 놀이경험 관찰 및 평가

본 연구에서는 텐저블 게임 콘솔이 제공하는 놀이경험의 특성을 파악하는 실험과 조작방식의 차이에 따라 놀이경험이 어떠한 차이가 발생하는지 알아보는 실험을 수행하였다.

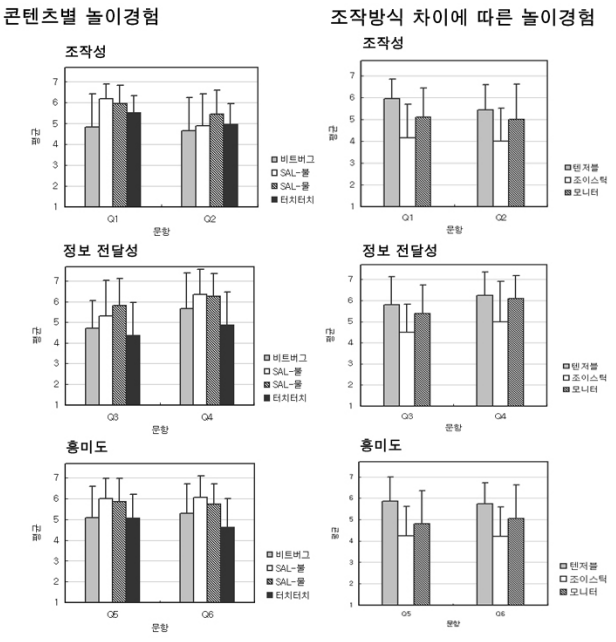
5-1. 텐저블 게임 콘솔의 놀이경험 평가

위의 4 개의 콘텐츠에 대해 조작방식에 대한 만족감, 물리적 정보의 전달성, 흥미 유발 정도와 요인, 콘텐츠 간의 차별성 측면에서 평가하였다. 실험에 참여한 피험자는 20 대 초반에서 30 대 중반의 남자 10 명, 여자 10 명 등 총 20 명으로 구성되어 있으며, 피험자들의 평균 연령은 25.2 세였다. 피험자가 각 콘텐츠를 경험하기에 앞서 게임의 조작방식에 대해서는 구두로 설명하였으며, 게임 내의 캐릭터, 오브젝트, 이벤트에 대해서는 간략한 키워드로만 제시하였다. 각각의 피험자마다 콘텐츠가 제공된 순서는 달랐으며, 각 콘텐츠를 경험할 때마다 조작성, 정보전달성, 흥미도를 측정하는 6 개의

7 점 척도 평가와 각 콘텐츠의 흥미 요인과 부족한 점을 묻는 2 개의 자유기술식 설문이 주어졌다. 그 결과는 표 3 과 같다.

조작성, 정보전달성, 흥미도 측면에서 모두 평균을 상회하는 결과가 나왔으며, 특히 콘텐츠에 따라 상당한 차이를 보였다(ANOVA 분석 결과, p 값은 Q1~Q6 순서로 각각 0.001, 0.297 0.017, 0.006. 0.022, 0.002). 또한 조작성, 정보전달성, 흥미도 사이에 대체로 높은 상관관계가 나타났다. 이러한 결과는 각 콘텐츠의 물리적 상호작용 방식, 완성도 등이 복합적으로 영향을 미친 것으로 추측된다.

모든 콘텐츠를 경험한 후에는 콘텐츠 간의 차별성, 기존 게임과의 차별성, 유용성을 묻는 7 점 척도의 평가를 행하였는데, 각각 6.15, 6.40, 4.85 의 평균값이 나와 각각의 콘텐츠는 상당히 차별화된 놀이경험을 제공하며, 또한 기존 게임과도 차별화된 경험을 제공함을 알 수 있었다. 그러나 유용성 측면에서는 평균을 조금 상회하는 수준이었다.



(표 3) 놀이경험 평가 결과

5-2. 조작방식 차이에 따른 놀이경험 비교평가

본 실험은 텐저블 게임 콘솔의 입출력이 일체화된 조작방식이 입출력이 분리되어 있는 조작방식과 비교할 때 놀이경험 면에서 어떠한 차이를 갖는지 알아보기 위해 진행되었다. 콘텐츠로는 <Saving A Life II – 물 위에서>를 사용하였으며, 조작방식을 두 가지로 바꾸어 보았다. 첫 번째는 출력장치로 텐저블 게임 콘솔을 그대로 이용하면서, 입력장치만을 조이스틱으로 바꾼 조작방식이고, 두 번째는 텐저블 게임 콘솔은 입력장치로만 이용하고 출력을 모니터 스크린을 이용하는 조작방식이다. 실험은 앞의 5-1 과 동일한 조건에서 진행되었다. 그 결과는 표 3 과 같다. 실험 결과, 조작방식은 조작성, 정보전달성, 흥미도 모두에 큰 영향을 미치고 있었으며, 그 차이는 유의미했다(ANOVA 분석 결과, p 값은 Q1~Q6 순서로 각각 0.0002, 0.008 0.010, 0.014. 0.002, 0.002).

6. 결론

본 연구에서는 디지털 콘텐츠와 물리적 요소가 유기적으로 결합된 새로운 엔터테인먼트 미디어를 제안하고자, I/O 셀과 이를 집적시킨 텐저블 게임 콘솔을 개발하였으며 그 놀이경험을 평가하였다. 텐저블 게임 콘솔의 물리적인 조작방식은 기존의 게임 인터페이스에 비해 직관적이면서도 실체감이 높은 놀이 경험을 제공하였고, 콘텐츠 간의 차별성이 두드러져 콘텐츠의 교체를 통해 텐저블 게임 콘솔의 놀이경험을 확장시킬 수 있음을 확인할 수 있었다. 한편, 물리적 수단을 통한 게임 정보의 전달성에 관한 평가에서는 가능성과 함께 한계점도 확인할 수 있었다. 특정한 분위기를 연출하거나 자연현상을 모사할 때는 텐저블 게임 콘솔의 물리적 정보 표현 능력이 효과적으로 발휘될 수 있었으나, 구체적인 정보나 언어적인 정보 표현에 있어서는 취약점을 드러냈다.

<참고문헌>

- Salen, K., Rules of Play, MIT Press, 2004.
- IIshii, H., Ullmer, B., Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms, Proceedings of ACM CHI 1997.
- Lifton, J., Broxton, M., Paradiso, J. A., Distributed Sensor Networks as Sensate Skin, 2003.
- Wienberg, G., Playpens, Fireflies and Squeezables: New Musical Instruments for Bridging the Thoughtful and the Joyful, Leonardo Music Journal, 2002.