센스메신져 : 움직임 패턴 기반 햅틱 재생 장치

SenseMessenger : The Haptic Sense Generator based on Motion Recording

임수현, Soohyun Lim*, 조현상, Hyun Sang Cho**, 장선연, Jang, Sunyeon**, 한민수, Minsoo Hahn***

요약 SenseMessenger(이하 센스메신져)는 3축 가속센서를 이용해 모션을 저장하는 컵과 2개의 모터 조합으로 만들어진 햅틱 재생 장치를 통해 저장된 모션 패턴을 사용자에게 전달하는 컵으로 이루어진 새로운 인터렉션 기법을 제안하기 위한 도구이다. 사용자의 움직임을 디지털 데이터 형식으로 패턴화하여 편심을 이용한 재생 장치를 통해 재생하였을 때, 입력(모션)과 출력(햅틱 자극) 간의 감성적인 상관관계를 입증하고, 이를 이용한 디지털 미디어 컨텐츠를 제안하였다.

Abstract In this paper, we propose "SenseMessenger" as a novel interaction method to capture and play tactile sense to let users feel enhanced sense experience. To improve this, we reconstructed the process of making cocktail to be digitalized for reinforcing the quality of user's experience, and designed cup-shaped devices, Sense Messenger, which is consist of Sense-recorder, Sense-player, and Sense-table. And, using these devices with common users, we discussed future applications.

핵심어: Tangible Media, Interaction Design, Tactile Sense, Motion Sensing

본 논문은 2008년 한국정보통신대학교 학술 연구비 지원에 의하여 연구되었음.
*주저자 : 한국정보통신대학교 디지털미디어연구소 석사과정 임수현 e-mail: sh_lim@icu.ac.kr
**공동저자 : 한국정보통신대학교 디지털미디어연구소 박사과정 조현상 e-mail: haemosu@icu.ac.kr
한국정보통신대학교 디지털미디어연구소 박사과정 장선연 e-mail: sy_jang@icu.ac.kr
***교신저자 : 한국정보통신대학교 디지털미디어연구소 한민수 교수 e-mail: mshahn@icu.ac.kr

1. 서론

근래에 들어 사용자에게 새로운 경험을 주고자 하는 시도가 이어지면서 촉각, 후각, 미각과 같은 지금까지 디지털을 통한 재생의 범주에 들지 않던 다양한 감각을 재현하고자 하는 시도가 이어지고 있다. 이러한 경향과 맞물려 휴대폰과 같은 모바일 장치 분야에서 터치스크린의 사용이 일반화 되면서, 버튼 기반 키패드 방식보다 부족한 입력 피드백을 전달하기 위한 요소로 진동을 이용한 촉감과 역감(力感)으로 이루어진 햅틱(haptic) 경험을 제공하고자 하는 시도가 늘고 있다. 또한 소니의 PLAYSTATION, 닌텐도 Wii 같은 엔터테인먼트용 기기에서는 게임에서 제공하는 시각과 청각 자극을 강화시키기 위해 컨트롤러를 통해 역감을 제공하고 있다. 하지만 촉각 자극을 전달하는 데 있어, 자극 패턴의 생성과 입력 과정을 함께 다룬 사례는 부족한 실정이며 . 진동을 패턴화하여 기록하는 방식으로 유사한 사례로는 다음과 같은 연구가 있다. Device independent haptic player에서는 XML과 유사한 형태로 저장한 HAML(Haptic Application Meta Language)에 기반한 진동 패턴을 재생하고 있다.[1] 한편, 키보드의 손목 받침대에 별도의 햅틱 재생 장치를 장착하여 메신져를 통해 전달된 햅틱 패턴을 재생하는 방식의 tactile instant messenger에서는 햅틱 패턴을 시간단위로 제작할 수 있는 어플리케이션을 제공하여 사용자가 진동패턴을 저작할 수 있는 서비스를 제공하고 있다.[2] 하지만 앞선 연구들은 역감 자극 패턴을 생성하는 데 있어 구조화된 언어나 타임라인 기반 저작도구만을 제공하고 있어, 사용자의 실질적인 체험을 반영한 진동 패턴의 생성과는 다소 거리가 있다. 이와 더불어, 햅틱 자극 패턴을 재현하는 데 있어 앞선 연구들은 시간 축에 따른 햅틱 자극 패턴만을 전달하고 있어, 다양한 패턴의 햅틱 자극을 전달하는 데 제한적이다. 본 연구에서는 3축 가속 센서를 이용해 사용자의 움직임을 기록하고 이를 패턴화하여, 시간 축에 따라 수평회전과 수직회전을 재생하는 액츄에이터를 이용한 역감을 전달하고, 이 과정을 통해 사용자 움직임 패턴과 햅틱 자극 패턴 간의 상관관계를 살펴보고자 한다. 그리고 이렇게 제안된 모션과 역감을 이용한 새로운 방식의 햅틱 패턴을 이용한 인터렉션을 제안하고, 이를 토대로 인터렉티브 어플리케이션을 제안하였다.

2. Related Works

센스 메신져는 오감 융합적인 체험 제공을 통한 스토리텔링 도구인 SenseCup[4]에서 제안된 오감융합모델을 기반으로 햅틱 자극에 대한 연구를 위해 제안되었다. SenseCup은 영화나 음악 같은 디지털 컨텐츠와 연계한 오감을 생성하여 사용자에게 전달하는 도구로, 디지털 컨텐츠 체험 시 오는 다양한 피드백들을 강화시켜주는 도구로 제안된 장치이다. 이러한 오감 체험을 제공하기 위한 5가지 감각의 갈래 중 햅틱 자극을 위한 선행 연구로 진행되었다. 하지만 컨텍스트 기반 햅틱 자극에 관한 기존 연구들[1][2]과의 차별을 위해, 사용자의 움직임을 재현하는 햅틱 자극의 구현에 비중을 두고, 연구를 진행하였다.

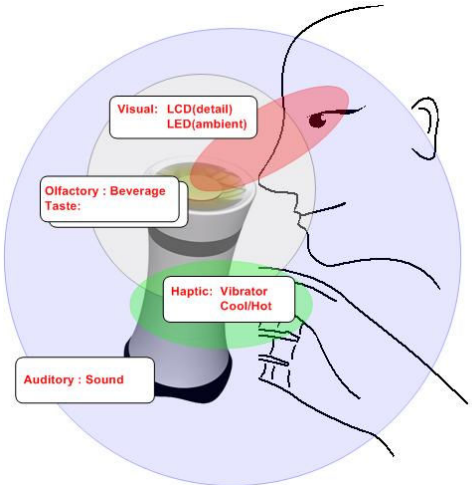

그림 1 SenseCup Concept

이와 함께, Physical Authoring Toolkit을 이용한 Rapid Prototype의 한 예로 연구를 진행하였다. 기존 Arduino나 Wiring, Phidget과 같은 Easy Prototype Authoring toolkit으로 제안된 Acsent toolkit을 이용해 연구에 필요한 프로토타입을 제작하여, 제품이나 소프트웨어 개발에 있어 End-User[5]에 가까운 디자이너가 쉽게 접근할 수 있는 프로토타입 제작에 대한 예로 연구를 진행하였다.

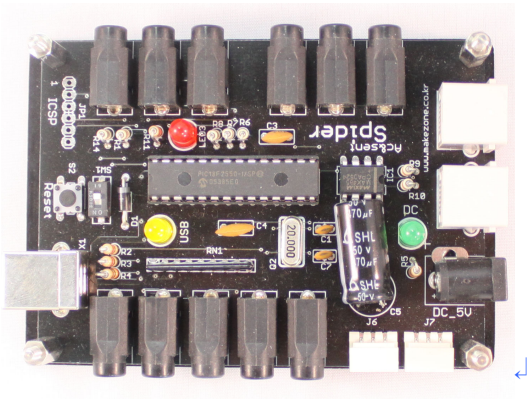

그림 2 Acsent Toolkit

3. 센스메신져

3.1 센스메신져 목적

센스메신져는 모션과 햅틱 자극을 이용한 새로운 인터렉션 경험을 제안하기 위한 도구로 제안되었다. 기존의 햅틱 자극을 이용한 인터렉션의 예를 살펴보면 플레이스테이션이

나 Wii와 같은 게임 콘솔에서 게임 컨텐츠를 통해 이미 만들어진 특정한 패턴을 컨텍스트 정보에 맞춰 재현하는 일방적인 형태로 제공되거나 시간 축에 따라 진동의 세기를 편집하는 형태로 사용자의 의도에 맞춰 진동 패턴을 달리하는 형태로 휴대폰이나 인스턴트 메신저에서 활용된 사례(그림 3)가 있었다. 이와 달리, 센스메신저는 사용자의 움직임이나 조작의 패턴을 기록하여, 이 기록을 햅틱 자극으로 다시 재현하는 데 그 목적을 두고 있다.

그림 3 Anycall Haptic 편집기

3.2 센스메신저 구조

센스메신저는 모션 입력 장치인 SenseRecorder와 햅틱 자극 재생장치인 SensePlayer, 입력된 모션을 패턴화하여 분석하고 이를 다시 SensePlayer로 전달해 주는 테이블 형태의 SenseTable로 이루어져있다. 센서로부터 입력된 데이터의 처리나 액츄에이터의 제어, PC와 센스 메신저 간의 통신은 각 장치에 내장된 Acsent Toolkit[3]을 이용해 처리하였다.

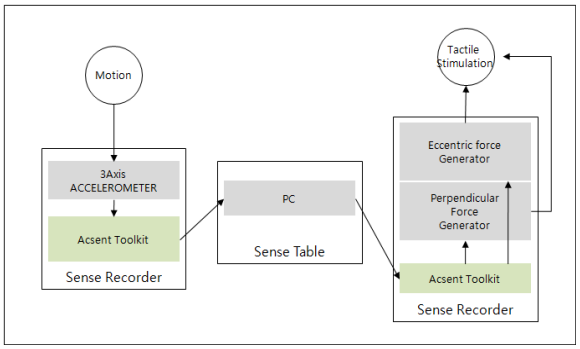

그림 4 Sense Messenger의 구조

3.3 센스메신저 구현

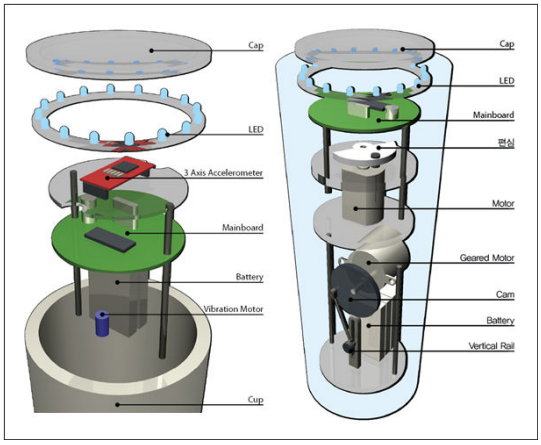

그림 5 SenseRecorder(좌)와 SensePlayer(우)의 구조

SenseRecorder는 3축 가속센서와 Acsent보드, 현재 기기의 상태를 사용자에게 피드백하기 위한 LED와 진동 모터로 이루어진다. 3축 가속센서에서 입력된 센서 값은 그림6과 같이 X,Y,Z 축으로 나뉘어져 저장된다.

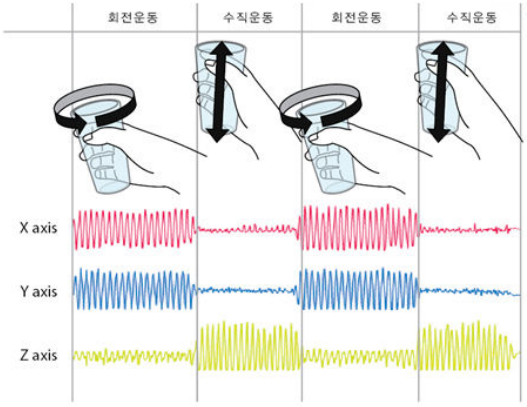

그림 6 시간 축에 따른 센서 값 기록과 패턴 판독

저장된 패턴은 그림7과 같이 판별을 거쳐 SensePlayer를 이루고 있는 수직운동과 회전운동을 재현하는 두 개의 모터를 이용해 패턴에 맞추어 사용자에게 전달된다.

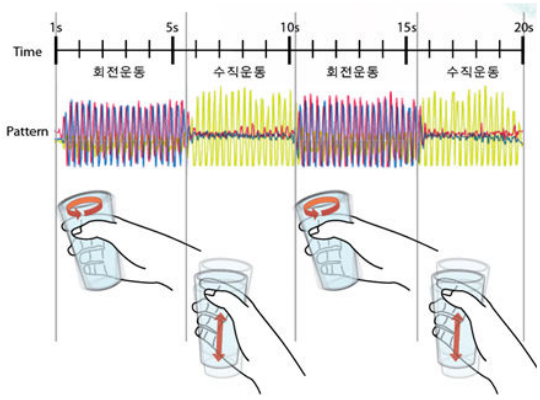

그림 7 입력된 패턴의 재생

4. 사용성 평가

4.1 평가 환경

사용성 평가는 입력된 모션과 재생된 패턴 간의 상관관계를 입증하고, 재생 패턴의 품질을 평가하기 위해 이루어졌다. 평가는 단일 Acsent Toolkit을 이용한 SenseRecorder와 SensePlayer 프로토타입을 이용해 진행하였으며, 데이터의 신뢰도를 위해 앞서 제안된 센스메신져 모델과는 달리 유선 형태로 제작된 프로토타입을 이용해 파일럿 실험을 진행하였다. 표본은 전산 전공과 디자인 전공, 20대 남녀 10명을 대상으로 진행하였으며, 남녀 성비는 8:2였다. 평가 환경에서 SensePlayer는 다음과 같이 두 개의 모터를 이용해 편심을 이용해 회전운동을 재현하고, 캠을 이용해 수직운동을 재현하였다. 이렇게 구현된 SensePlayer는 회전운동, 수직운동, 복합(회전+수직)운동으로 이루어진 3가지 경우의 패턴으로 제한되어 있어, 사용자 평가 시 입력의 자유도 역시 3가지로 제한하여 진행하였다. 그리고 SensePlayer를 통해 재현한 수직운동은 기계적인 노이즈가 많고, 다른 액츄에이터가 발생시키는 노이즈와 큰 차이가 있어 소리로 두 자극을 구분할 수 있었다. 이러한 노이즈로 인한 판단 오류를 제거하기 위해 헤드폰을 사용하여 평가 중에는 외부의 소음이 들리지 않게 평가 환경을 구현하였다.

그림 8. 사용성 평가 환경

평가는 크게 SenseRecorder를 통해 기록된 사용자의 모션과 SensePlayer를 통해 출력된 햅틱 자극간의 감성적인 상관관계를 측정하기 위한 평가와 햅틱 자극의 신뢰도를 측정하기 위한 평가로 나누어 진행하였다.

4.2 입력-출력 상관관계 평가

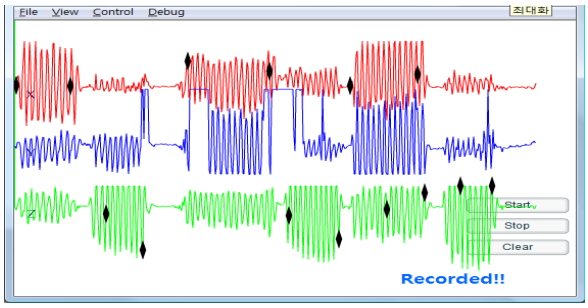

그림 9 입력-출력 상관관계 평가 어플리케이션

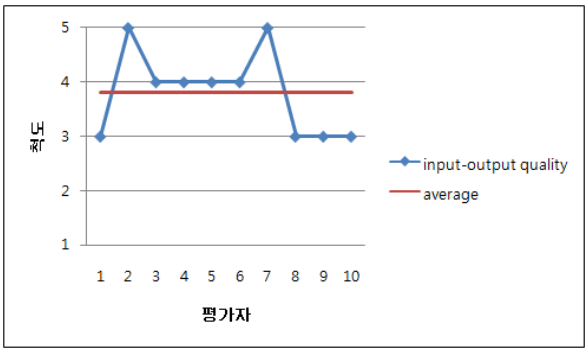

그림 10 입력-출력 상관관계 평가 그래프

먼저 입력-출력 상관관계에 관한 평가 항목을 수행하기 위해 그림9와 같은 어플리케이션을 구현하였다. 어플리케이션을 시작하면 X,Y,Z 축으로부터 입력된 값을 계속 저장하고 평가를 멈추면 액츄에이터를 재생시킬 구간을 각각 표시하게 된다. 빨간색 그래프에 표기된 구간은 회전 운동을 실시한 구간을 의미하며 녹색 그래프에 표기된 구간은 수직운동을 실시한 구간을 의미한다. 그리고 이렇게 시간 축에 따라 저장된 구간은 SensePlayer로 재생되어 사용자에게 햅틱 자극을 전달하게 된다. 평가를 위해 입력과 출력간의 감성적인 품질을 1~5의 척도로 나누었으며 1은 '상관관계가 전혀 느껴지지 않음' 이었고 5는 '상관관계가 상당히 높게 느껴짐' 이었다. 실험결과는 그림10과 같으며 10명의 실험 참가자들은 3~5사이의 답변을 하였고, 평균 3.7정도의 척도를 얻을 수 있었다. 평가자들은 대부분 자신이 입력한 결과에 시간 축에 따른 결과에 대해서는 수긍을 하였으나, 입력의 세기 부분을 반영하지 않고 단순하게 시간에 따라 저장하고 이것을 일정한 출력으로 반영한 것에 대해 지적하였다. 하지만 모션을 통한 입력과 이를 표현한 햅틱 자극 간의 감성적인 상관관계가 수립함을 이 평가를 통해 알 수 있었다.

4.3 햅틱 자극 신뢰도 평가

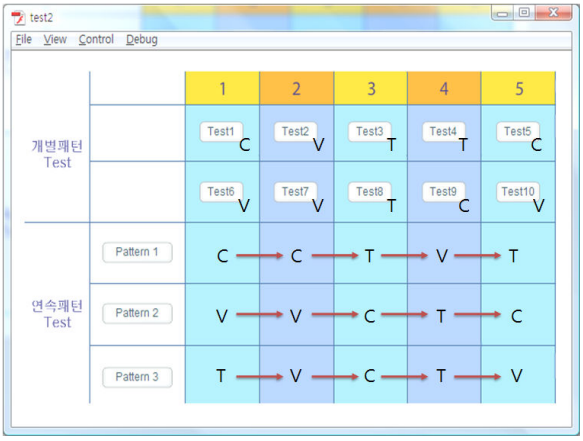

그림 11 햅틱 자극 품질 평가 어플리케이션

햅틱 자극 품질 평가는 그림 11과 같은 어플리케이션을 구성하여 개별패턴 테스트와 연속패턴 테스트로 나누어 진

행하였다. 개별패턴 테스트는 현재 C(Centrifugal force), V(Vertical force), T(Total, C+V)로 나누어져있는 세 가지 햅틱 자극에 대해 한번 씩 선행 체험을 진행한 후, 각각의 자극에 대해 그림 11의 개별패턴 테스트와 같이 준비된 10개의 자극을 순서대로 진행하여 개별 자극에 대해 사용자가 얼마나 정확하게 인지하고 있는가를 평가하였다.

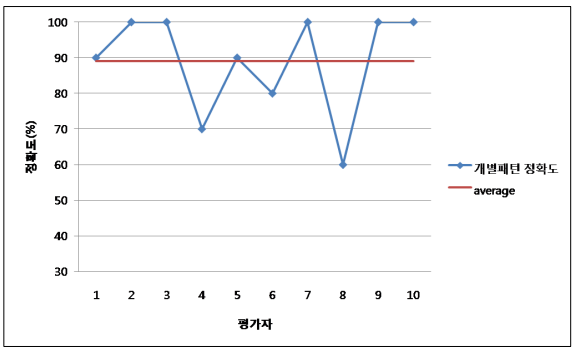

그림 12 개별 자극 정확도

개별 자극에 대해서는 10명의 평가자로부터 그림12와 같이 각각 60에서 100 퍼센트에 이르는 정확도를 얻었으며 평균 89퍼센트의 정확도를 보여 주었다. 이를 통해 SensePlayer를 통해 재현된 회전운동, 수직운동 그리고 이 두 운동을 동시에 재생한 경우 모두 다른 햅틱 자극으로 인지되고 있음을 파악할 수 있었다.

앞선 평가를 통해 집계된 오류들을 통해 각각의 패턴에서 오류가 차지하는 비중을 산출하였다.(그림13) 총 10명의 평가자가 각각 3개의 회전운동, 4개의 수직운동, 3개의 종합운동을 체험하였으며, 개별패턴 평가 전체를 통틀어 발생한 각각의 햅틱 패턴들에 대한 오류율을 살펴보면, 대부분 오류는 수직 운동(15%)과 종합 항목(13%)에서 발생하였다. 오류 원인은 두 자극 패턴간의 차이가 분명하게 느껴지지 않아 발생하는 것으로 여겨지며, 추후 다양한 자극 패턴을 만들기 위해 두 개의 모터를 동시에 사용할 경우 두 모터 사이의 회전 속도를 동일하게 하여 정확한 역감을 전달해야 이러한 오류를 줄일 수 있을 것으로 보인다.

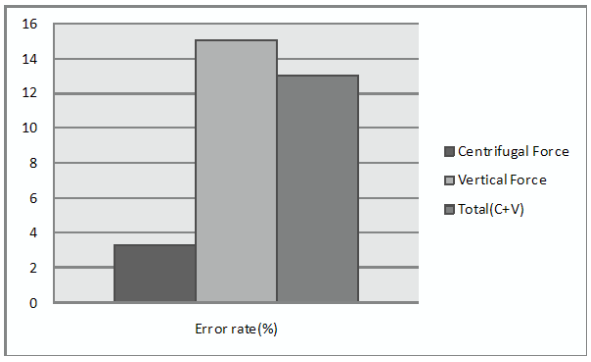

그림 13 개별 패턴 항목별 오류율

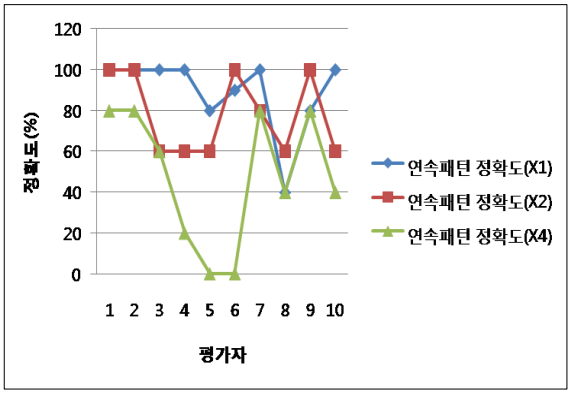

그림 14 연속 자극 평가 결과

연속 패턴 평가는 그림11의 하단 표와 같이 다섯 개의 햅틱 자극을 연달아 평가자로 하여금 느끼게 한 후, 이 패턴을 기억하여 순서대로 기록하게 하는 방식으로 진행하였다. 총 3가지 세트에 대해 진행하였으며, 각 세트를 진행할 때 마다 자극을 전달하는 시간이 1/2씩 줄이고, 패턴과 패턴 사이에 자극을 전달하지 않는 시간도 1/2씩 줄여, 연속된 자극처럼 느껴지게 하였다. 그 결과 그림14와 같이 연속패턴의 속도가 증가할수록 패턴을 인지하는 정확도가 떨어지는 추이를 확인할 수 있었다.(그림14) 이러한 정확도의 추이는 평균적으로 최초 5초 자극 후 0.8초 공백을 준 1배속 자극에서는 89퍼센트의 정확도를 보였으나, 속도를 증가 시킬수록 78퍼센트, 48퍼센트의 정확도를 보였다.(그림15) 이러한 결과를 미루어볼 때 연속적인 햅틱 자극을 정확히 인지하기 위해 유효한 자극 시간이 존재하며, 불충분한 자극 시간을 지닌 자극에 대해서는 필터링을 거쳐 기록에서 배재하는 기능이 필요한 것으로 여겨진다. 연속 패턴의 정확한 인지에 있어 다른 필요조건으로는 자극과 자극 사이에 충분한 시간 간격이 주어져야 하며, 추후 어플리케이션 적용에 있어 패턴 전환 시 재생 공백이 필요함을 유추해 볼 수 있다.

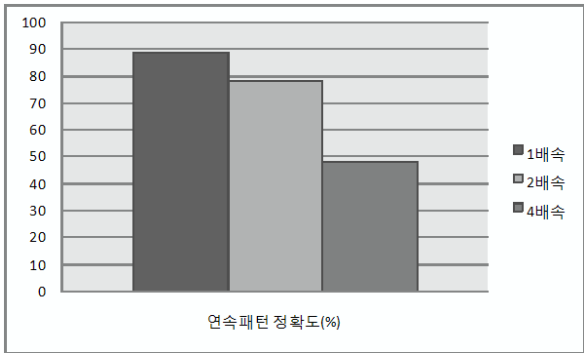

그림 15 연속 패턴 정확도

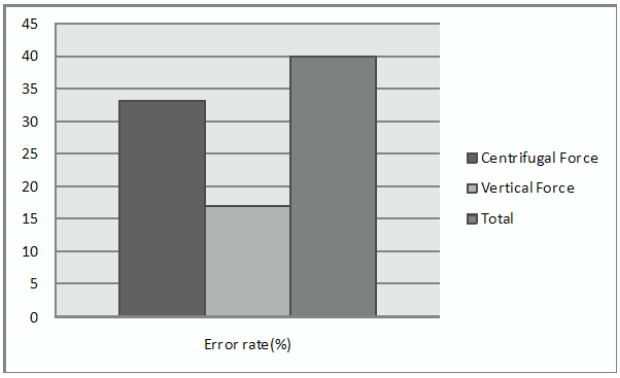

그림 16 연속 패턴 항목별 오류율

그림 16에서는 연속 패턴 평가에서 각각의 패턴에서 오류가 차지하는 비중을 집계하였다. 회전운동, 수직운동, 종합운동은 각각 5회씩 세 개의 연속 패턴에 고루 분배되어 평가가 이루어졌으며, 항목별 오류율을 살펴보면 단일 패턴 평가와는 달리 회전운동(30%)과 종합운동(40%)에서 오류율이 높음을 볼 수 있다. 이는 연속 패턴에서 회전운동을 인지할 때 패턴 간 차이를 느끼기 위한 충분한 간격 없이 빠르게 이어질 때, 두 개의 패턴을 하나의 자극으로 인지하여 발생하는 것으로 유추해 볼 수 있다.

햅틱 자극에 대한 단일 패턴과 연속 패턴에 대한 정확도 평가를 마친 후, 재생된 자극의 품질에 대해 묻는 설문에 대해서는 그림 17과 같은 결과를 얻었다. 제공된 세 가지 자극 패턴에 대해, 대체적으로 사용자들이 구분이 가능한 수준의 품질을 보이고 있으나 모션을 기록할 때 주어지는 자유도에 비해 진동 패턴을 만들어내는 자유도가 떨어진다는 지적이 있었다. 이러한 부분은 추후에 더욱 정교한 기계적인 고려가 수반된 SensePlayer가 제공된다면 해결될 것으로 보인다.

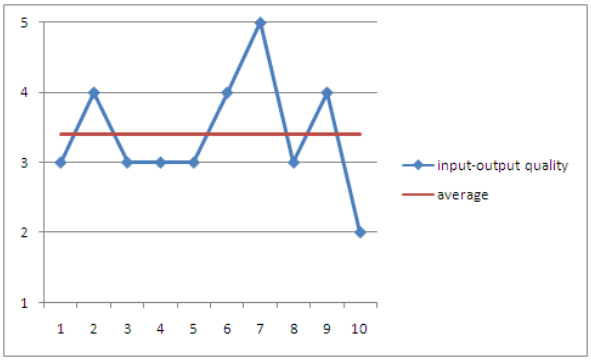

그림 17 출력 품질 평가 그래프

4. 관련 어플리케이션 제안

그림 18 Motivation

센스메신저의 사용성 평가를 통해 입증된 모션 입력과 햅틱 출력 간의 상관관계를 바탕으로 센스 메신저가 제공하는 감각 체험의 효용성을 이용한 관련 어플리케이션을 제안해 보았다. 컵을 이용해 흔드는 동작을 통해 햅틱 패턴을 생성하는 방식이 칵테일의 제조와 유사한 형태를 띄고 있어, 이에 착안하여 응용 예제를 만들어 보았다. 칵테일의 주문과 제조, 전달 과정에 센스 메신저를 적용하여, 칵테일 주조 후 사용자에게 칵테일을 전달하였을 때, 칵테일 뿐만 아니라 바텐더의 팔 움직임까지 전달하는 다감각적인 체험을 제공하는 어플리케이션을 제안하였다.

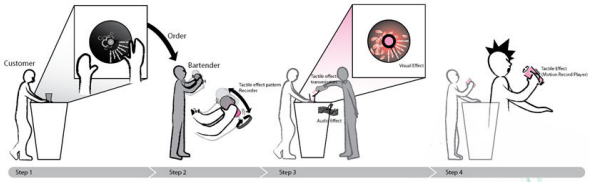

그림 19 센스 메신저 어플리케이션 사용자 시나리오

센스메신저 어플리케이션은 그림19과 같은 시나리오로 진행된다. 먼저 SenseTable을 이용해 사용자가 칵테일을 선택하게 되면 바텐더에게 주문 내용이 전달된다. 바텐더는 이 주문 내용을 바탕으로 칵테일을 주조하고, 이 때 바텐더의 모션이 SenseRecorder를 통해 저장된다. 이렇게 저장된 모션은 사용자에게 칵테일을 따를 때 함께 전달되고, 사용자가 칵테일을 마시기 위해 SensePlayer를 들었을 때 기록된 모션이 햅틱 패턴으로 바뀌어 재생된다. 이와 함께 주문된 칵테일에 관한 정보(그림 20)가 시각, 청각 효과와 함께 전달되어 칵테일과 관련된 다감각적 체험 도구로 활용할 수 있다.

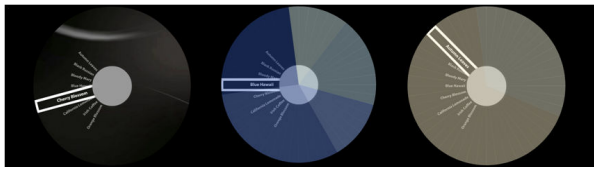

그림 20 센스 메신저 어플리케이션 GUI

5. 결론

기존에 햅틱과 관련된 경험을 생성하기 위해 제안된 컨텍스트 기반 혹은 GUI 기반에서 벗어나, 사용자 모션 기반 햅틱 패턴 생성이라는 방법을 통해 사용자에게 새로운 경험을 제시할 수 있는 인터렉션 방법을 제시해 보았다. 모션을 기록하는 SenseRecorder와 기록한 모션을 재생하는 SensePlayer로 이루어진 센스 메신져라는 장치를 통해 입력된 모션과 재생된 햅틱 사이의 감성적인 상관관계가 유효함을 입증하였다. 그리고 연속적으로 변화하는 햅틱 패턴을 사용자에게 정확하게 인지시키기 위해서는 변화하는 패턴과 패턴 사이에 재생 공백과 유효 시간 이상의 재생시간이 필요함을 알 수 있었다. 비록, 평가를 위해 제작된 프로토타입의 제한된 진동 패턴 범위로 인해 사용자의 입력범위가 제한되었지만, 제한된 입력 범위 안에서 발생한 모션과 햅틱 패턴간의 감성적인 상관관계를 통해 칵테일에서 착안한 새로운 체험을 제공할 수 있는 어플리케이션을 구성하여 제안하였다. 앞으로 표현할 수 있는 햅틱 자극의 범위를 확장 할 수 있는 장치를 고안하여 장기적인 사용성 평가를 진행할 예정이며, 이미 햅틱과 관련된 액츄에이터를 내장하고 있는 모바일 기기나 콘솔 게임기, 그리고 인스턴트 메신져를 통해 사용자가 서로 햅틱 패턴을 교환할 수 있는 엔터테인먼트 도구 등에 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] Mohamad Eid, Mohamed Mansourl, Rosa Iglesias, and Abdulmotaleb El Saddikt, “SA Device Independent Haptic Player”, VECIMS 2007, 2007

[2] Heesook Shin, Junyoung Lee, Junseok Park, Youngjae Kim, Hyunjoo Oh, and Taehwa Lee, “A Tactile Emotional Interface for Instant Messenger Chat”, HCI International 2007, 2007

[3] Sunyeon Jang, "Study on the Modular Toolkit for the LED based Media Art", 석사학위논문, ICU, 2007

[4] Hyun Sang Cho, Soohyun Lim, Tatsuya Yamazaki, Minsoo Hahn, “Sense Cup: A Design of a New Interactive Holistic Sense Convergence Device for Digital Storytelling”, ICEC 2008, LNCS volume 5309, pp. 173 - 178, Sep. 2008.

[5] Maria Francesca Costabile, Daniela Fogli, Giuseppe Fresta, Piero Mussio, Antonio Piccinno, "Bulding Environments for End-User Development and Tailoring", Human Centric Computing Languages and Environments 2003, 2003