

블루투스를 이용한 모바일 전광판 어플리케이션 개발

이민영[†], 도상미^{**}, 박아란^{***}, 우성호^{****}, 임순범^{*****}

Development of a Mobile Signage Application using Bluetooth

Min-Young Lee[†], Sang-Mi Do^{**}, A Ran Park^{***}, Sung-Ho Woo^{****}, Soon-Bum Lim^{*****}

ABSTRACT

Mobile electronic display applications represent a simple motion and express personal motions recently. In this context, we propose the Mobile Signage Application as against these existing applications. It provides the quality motions by multiplex editing and thus should share a kinetic typography with other people using Bluetooth. The Mobile Signage Application includes kinetic motions that are developed by HTML5 and JavaScript to attain variety effects. Furthermore, usability evaluation shows its sufficient availability and serviceability.

Key words: Kinetic Typography, Motion Library, Bluetooth, Mobile Signage Application, Electronic Display

1. 서 론

최근 스마트폰의 사용량이 증가함에 따라 그 활용도 또한 다양해지고 있다. 특히 스포츠 경기나, 음악 방송, 공개 오디션 프로그램 등의 참여형 프로그램에서는 스마트폰의 전광판 어플리케이션을 통해 응원하는 모습을 어렵지 않게 찾아볼 수 있다. 하지만 현존하는 전광판 어플리케이션의 대부분은 개인을 위한 전광판을 만드는 어플리케이션이며, 제한적인 움직임만을 제공한다. 전광판 어플리케이션이 참여형 프로그램으로 주로 지인과 함께 사용한다는 점을 고려해 보면 공유가 가능한 전광판 어플리케이션이 기존의 단독으로 사용되는 어플리케이션보다 유용할

것이다. 이러한 공유 가능한 전광판 사용은 사용자로 하여금 다른 사람과 단결력을 느낄 수 있도록 하며, 여러 기기를 이용하여 좀 더 폭넓은 표현을 가능하게 할 것이다.

이에 본 논문에서는 공유가 가능하게 하되 장소와 시간에 구애 받지 않도록 어느 환경에서든 제작이 가능한 모바일 전광판 어플리케이션을 제안한다. 이를 위하여 인터넷을 이용한 공유가 아닌 블루투스를 이용하여 공유 모듈을 구성하며, 단결력을 향상시키기 위해 대표자 한 사람이 여러 사람을 위한 전광판을 제작하여 분배하는 형식으로 일관성이 있는 전광판을 제작할 수 있도록 설계하였다. 또한 여러 사람이 사용하는 만큼, 폭넓은 표현이 가능하도록 키네틱

* Corresponding Author: Soon-Bum Lim, Address: (140-742) 511, SaeHim, Sookmyung Women's University, Cheongpa-ro 47-gil 100 (Cheongpa-dong 2(i)-ga), Yongsan-gu, Seoul, Korea, TEL: +82-2-710-9424, FAX: +82-, E-mail: sblim@sookmyung.ac.kr

Receipt date: Sep. 25, 2014, Revision date: Oct. 13, 2015
Approval date: Nov. 18, 2015

[†] Dept. of Multimedia Science, Sookmyung Women's University (E-mail: ddonggavage@nate.com)

^{**} Dept. of Multimedia Science, Sookmyung Women's University ((E-mail: jennijdo@naver.com)

^{***} Dept. of Multimedia Science, Sookmyung Women's University ((E-mail: pahran725@naver.com)

^{****} Dept. of Environmental Design, Sookmyung Women's University ((E-mail: shwoo@sookmyung.ac.kr)

^{*****} Dept. of Multimedia Science, Sookmyung Women's University

* This work was partly supported by the MSIP, Korea, under the implementation of Foreign-language IME platform (IITP-2015-R0236-15-1002) supervised by the IITP and supported by the Sookmyung Women's University Research Grants(1-1503-0184)

타이포그래피를 이용하여 움직임의 다양성을 부여한다[1]. 마지막으로 모바일 전광판 어플리케이션의 사용성을 평가함으로써 사용자의 흥미와 만족도를 확인하였다. 이와 같이 공연, 스포츠 경기 등의 환경에서 키네틱 타이포그래피의 활용 예를 보임으로써 키네틱 타이포그래피의 적용 분야의 확장을 기대한다.

2. 관련 연구

2.1 블루투스

오늘날 사람들은 무선 인터넷을 통해 사진이나 음악 등 다양한 파일들을 공유하지만 무선 인터넷 사용에 원활한 환경이 구성되지 않으면 연결의 제한이 있거나 불안정한 상태를 보인다. 또한 기존의 어플리케이션은 다른 사용자들에게 콘텐츠를 전송하게 되면 데이터 소비가 많다. 이에 본 논문에서는 사용자가 서로 가까운 위치에 있다는 것을 감안 하였을 때 가장 적합한 통신 기술인 블루투스를 활용하여 인터넷 연결이 여의치 않은 환경에서도 근거리의 디바이스와 메시지를 전송할 수 있는 모바일 전광판 어플리케이션을 제안한다[2]. 휴대폰, 노트북, 이어폰, 헤드폰 등의 휴대기기를 서로 연결해 정보를 교환하는 근거리 무선 기술 표준인 블루투스는 주로 10m 안팎의 초단거리에서 저전력 무선 연결이 필요할 때 쓰인다.

2.2 기존 모바일 전광판 어플리케이션

스마트폰 어플리케이션 시장에서 전광판 어플리케이션 중 가장 오랜 기간 동안 1위를 차지하고 있는 Bling Bling LED는 전광판의 가장 기본적인 것을 적절하게 제공하는 전광판 어플리케이션이다[3]. 한 화면서 텍스트 편집, 모션 구성이 가능하다(Fig. 1). 텍스트 편집은 3줄까지 가능 하며, 9가지의 텍스트 색 뿐만 아니라 7가지의 배경 색 까지 선택이 가능하



Fig. 1. Bling Bling LED Application.

다. 모션은 비교적 단순하게 상·하·좌·우로의 이동과 멈춤으로 한정되어 있다.

공유가 가능한 전광판 어플리케이션 중 하나인 BITNA 어플리케이션은 무선 인터넷을 이용하여 전광판을 공유하므로 인터넷이 제공되지 않는 곳이나 불안정한 곳에서는 제대로 이루어 지지 않는다[4] (Fig. 2). 해당 어플리케이션은 전광판 정보의 공유가 가능하다는 장점이 있지만 텍스트나 모션 편집 부분에서는 비교적 간단한 기능만을 제공한다. 현재 안드로이드 마켓에서는 판매가 중지 되었으며 IOS 환경에서만 사용이 가능하다.

관련연구 [3,4]는 참여형 프로그램에서 스마트폰의 전광판 어플리케이션을 통해 개인의 메시지를 전달이 가능하다. 하지만 전달 메시지의 모션이 단순하여 다양한 모션을 제작하는데 어려움이 있지만 본 논문에서 제안하는 모바일 전광판 어플리케이션은 사용자가 임의로 글자의 움직임을 편집 할 수 있도록 확장하여 개별적인 모션을 만들 수 있도록 하였다. 또한 인터넷 연결이 원활하지 않을 경우에도 다른 디바이스와 정보를 공유할 수 있도록 블루투스 기술을 이용하여 어플리케이션을 설계한 점이 기존 연구들과의 차이점이다.

3. 블루투스를 이용한 시스템 구성

3.1 시스템 개요

본 논문에서 제공하는 공유 가능한 모바일 전광판 어플리케이션은 개인적인 용도모만 사용하거나 단순한 모션만이 가능한 기존의 전광판 어플리케이션과 달리 여러 사람이 함께 사용할 수 있으며 더불어 확장적인 모션을 사용할 수 있도록 설계하였다.

기존의 공유 가능한 전광판 어플리케이션은 무선 인터넷을 이용하여 통신을 구축하기 때문에 무선 인

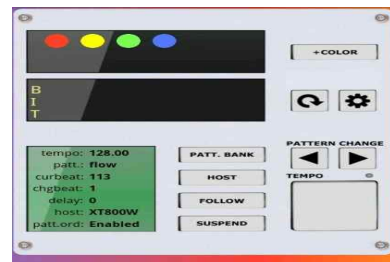


Fig. 2. BITNA Application.

터넷 연결이 불가능하거나, 불안정한 상태에서는 다른 디바이스와 정보를 공유할 수 없다는 한계가 있다. 그러나 블루투스 통신 기능은 대부분의 스마트폰에서 기본적으로 제공하며, 장소에 상관없이 디바이스 사이 거리가 10m 이내라면 항상 통신이 가능하다. 따라서 본 어플리케이션은 Fig. 3과 같이 블루투스를 기반으로 설계하여 장소나 통신 환경에 무관하게 사용이 가능하도록 한다. 또한 기존의 전광판 어플리케이션은 안드로이드 구축 환경으로 전광판 편집에 있어서 글꼴과 모션에 있어서 제한적이었다. 이에 본 어플리케이션은 키네틱 타이포그래피를 위한 모션 라이브러리를 적용하여, 휴대폰 내부에 저장되어 있는 글꼴을 자유롭게 적용 할 수 있으며 하나의 모션에 있어서도 속도, 방향성을 각각 적용하여 더욱 다양한 제작이 가능하도록 설계하였다.

제안하는 어플리케이션은 다양한 모션과 텍스트의 편집 및 재생 기능을 지원하기 위하여 Fig. 4와

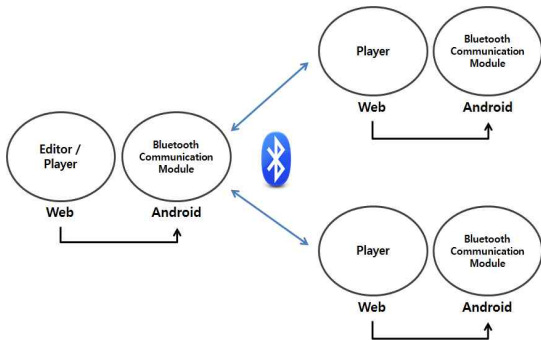


Fig. 3. Structure of Connecting Module.

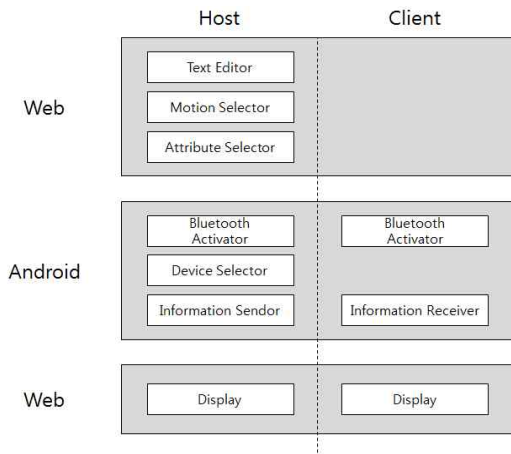


Fig. 4. Module of the Mobile Signage Application.

같이 표준 웹 환경을 활용한 하이브리드 시스템으로 구성하였다[5,6]. 움직이는 글자의 편집은 호스트 역할을 하는 모바일 디바이스에서 이루어지며, 편집된 글자 및 움직임 정보는 안드로이드의 블루투스 통신 모듈을 통해 클라이언트 역할을 하는 모바일 디바이스로 전송되어진다. 편집된 움직이는 글자의 재생은 클라이언트와 호스트 역할의 모바일 디바이스에서 각각 이루어진다.

3.2 키네틱 타이포그래피 제작 도구 설계

가장 먼저 이루어지는 텍스트 편집 과정에서는 연결될 디바이스의 개수의 글자를 다중 편집한다. 또한 Fig. 5(a)와 같이 여러 글자에 각자 다른 텍스트 속성을 적용하거나, 모두 같은 텍스트 속성을 적용할 수 있도록 설계하였다. 예를 들어 첫 번째 편집한 글자의 속성들이 다음 글자들에 자동으로 적용되며, 선택을 통해 각자 다른 글자, 다른 색상, 다른 크기 등이 적용 가능하다. 텍스트에 대한 모션 적용 기능은 텍스트 편집에서 제작된 글자들에 모션을 적용 시키는 과정으로, 전체적용과 현재적용 기능을 제공한다. 전체적용 상태에서는 모든 텍스트에 같은 모션이 적용된다. Fig. 5(b)와 같이 현재 적용 상태에서는 현재 화면에 나타나 있는 텍스트에만 모션이 적용되어 각각의 텍스트 마다 다른 모션을 적용 할 수 있다. 마지막으로 Fig. 5(c)과 같이 속성을 통하여 같은 모션의 속성 값을 변화시켜 보다 다양한 움직임을 만들어 낼 수 있도록 속도, 움직이는 범위 등을 수정하여 사용자마다 개별성을 표현할 수 있다. 전광판 재생 기능 부분에서는 사용자가 재생 도중 멈출 수도 다시 재생을 할 수 있도록 설계하여, 호스트에서 클라이언트로 데이터가 전송 되었을 때 바로 재생이 이루어질 수 있다.

3.3 그룹용 접속 및 송수신 기능 설계

블루투스 통신을 위해서는 가장 먼저 블루투스를 사용 가능한 상태로 활성화 시켜 주어야 한다. 이것은 호스트와 클라이언트 모두에 해당되므로 어플리케이션이 켜짐과 동시에 활성화가 이루어지도록 설정한다[7]. 호스트의 기기 검색 및 선택 기능은 사용자가 편집을 마친 후 빠른 전송이 가능하도록, Fig. 6과 같이 편집 전에 먼저 수행하도록 설계 하였다. 편집을 마친 후에는 미리 정해 놓은 기기마다 적절한



(a) Text Editor Module (b) Motion Selector Module (c) Attribute Selector Module

Fig. 5. Modules of the Kinetic Typography Editor.

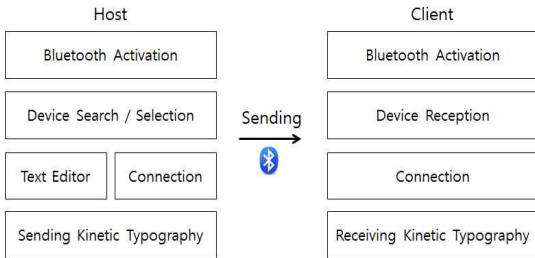


Fig. 6. Bluetooth Communication Module.

편집기를 선택하여 전송을 한다. 블루투스 활성화 이후 클라이언트 기기는 데이터 수신 가능 상태로 대기 하고 있으며, 호스트에서 연결을 시도 하면 승인을 하면 자동으로 편집기가 화면에 띄워진다.

4. 구현 및 결과

4.1 구현 환경

본 시스템은 블루투스가 안정적으로 제공되는 안드로이드 4.0을 기반으로 하여, 모바일 환경에서 키네틱 타이포그래피를 표현하기 위하여 웹 부분에서는 HTML5와 JavaScript를 사용하여 구현하였다[8]. 또한 모바일 환경에서의 사용성 테스트를 위하여 안드로이드 에뮬레이터와 안드로이드 버전 4.0 이상의 모바일 기기를 사용 하였다.

4.2 블루투스 통신 구현

4.2.1 디바이스 검색 및 선택

편집한 전광판 정보를 다수의 클라이언트에게 송신하기 위해서는 연결할 기기 또한 여러 개가 필요하다. 추후에 연결할 때 불필요한 기기 이름들로 혼동되지 않도록 기기 명을 Fig. 7과 같이 미리 선택하도록 설계하였으며, 선택된 디바이스는 infoArray[] 라는 배열에 저장 된다. 배열에 저장되기 전에 중복 추가 되지 않도록 검사가 이루어지며 배열 속에 없는 기기일 경우에만 저장된다.

4.2.2 데이터 전송

편집된 전광판을 전송할 때에는 편집 전 미리 선택해놓은 기기들이 저장되어 있는 배열들을 불러들인다. 선택한 순서대로 추가가 이루어 졌기 때문에 전송 할 때 기기 이름들 또한 선택된 순서대로 나열 된다(Fig. 8). 전송 순서는 통신과 무관하기 때문에 순서대로 전송할 필요는 없지만 순서를 고려하여 추가 한다면 더욱 편리할 것이다. 편집된 데이터 또한



Fig. 7. Bluetooth Device Selection.

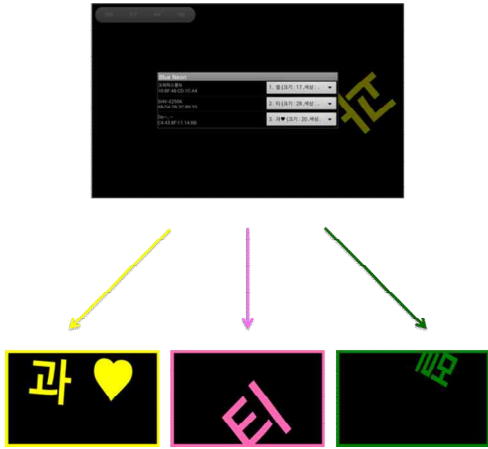


Fig. 8. Data Sending using Bluetooth.

안드로이드 내에서 편집된 순서대로 editArray[] 배열에 저장된다. 편집한 전광판 개수와 선택한 기기 개수가 동일하다면 첫 번째 기기에는 첫 번째 전광판에 대한 정보가, 두 번째 기기에는 두 번째 전광판 정보 형식으로 자동으로 나열된다. 그러나 사용자가 임의로 바꾸어 전송 할 수도 있다. 기기 개수와 편집된 정보 개수가 다를 경우에는 순서대로 나열 되지 않는다.

4.3 그룹용 편집 및 재생 구현

4.3.1 전광판 편집

텍스트 편집은 사용자가 필요한 만큼 제작 할 수 있도록 글자를 입력 받는 텍스트 박스가 동적으로 추가 및 삭제된다. 텍스트 편집 시 편집된 글자를 보기 위하여 보기 버튼을 클릭하면, 이 때 웹의 세션에 해당 정보가 저장된다. 세션 속에 저장된 내용은 글자 텍스트 편집을 마친 후 수정이 이루어 질 때 다시 정보를 불러오기 위함이다.

Fig. 9-(a)과 같이 모션 편집을 하는 과정에서는 자바스크립트로 구성된 키네틱 모션 라이브러리의 내장함수를 이용한다. 하나의 모션에서도 다양한 표현이 가능하도록 모션에 따른 속성 값을 주도록 구현하였다(Fig. 9-(b)).

4.3.2 전광판 재생

전광판 재생은 웹 화면에서 이루어진다. 여러 전광판을 편집하는 호스트는 재생 시 편집한 전광판 중 어떠한 것을 재생할 것인지 선택하여야 한다. 하지만 정보를 받기만 하면 되는 클라이언트는 받은 즉시 재생이 이루어지도록 하였다. 재생을 멈추고 싶거나 멈춘 모션을 재생하고 싶을 때 따로 버튼을 이용하여 상태를 변경할 수 있다. 안드로이드에서 웹으로 전달된 전광판 정보는 텍스트 정보, 모션 정보, 속성 정보로 이루어져 있다. 이는 해당하는 함수로 적용되어 화면에 나타나도록 구현하였다.

5. 사용성 평가

제안하는 어플리케이션의 실제 사용성을 평가하기 위하여 사용자가 전광판을 만드는데 할당하는 시간을 평가하였다. 실험은 텍스트의 복잡도, 사용자의 적응도 그리고 전광판 정보의 공유자수에 따른 편집 시간 등 3가지를 측정하였다.

먼저, 기존 모바일 전광판 어플리케이션과 제안하는 어플리케이션을 이용하여 단일 디바이스로 글자를 편집하는 과정에 소요되는 시간을 평가하였다. 평가 단위는 ‘초’이며, 각 단계에 따라 점점 심화된 상황으로 구분하여 총 4가지 단계로 평가하였다. 가장 간단한 내용을 측정한 1단계 실험은 같은 글, 같은 모션을 편집하는 과정이며, 2단계는 같은 글과 다른 모션을 편집하는 과정을 평가하였다. 3단계는 다른 글,

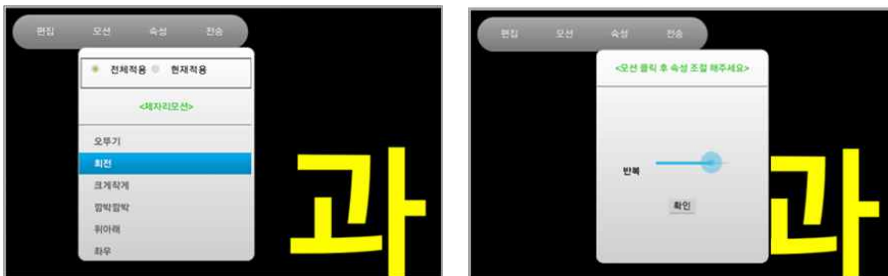


Fig. 9. Motion Edit Process. (a) Select the Motion, (b)Modify the Attribute.

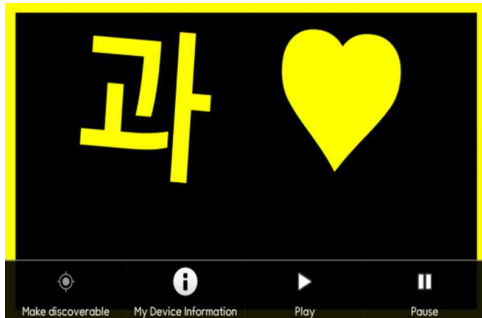


Fig. 10. Play the Kinetic Typography.

같은 모션을 편집하는 과정이며, 4단계의 경우 가장 복잡한 실험으로, 공유자마다 모두 다른 글과 다른 모션을 편집하여 전송하는 과정을 실험하였다. 그 결과, Fig. 11과 같이 편집하는 과정이 복잡할수록 대체로 편집 시간이 증가하였으며 제안하는 어플리케이션의 단일 글자 편집의 시간이 더 적음을 확인하였다.

두 번째 평가로, 제안하는 어플리케이션의 적응도에 따른 시간 단축을 측정하였으며 단위는 '분'이다. 실험자 5명과 공유자 5명의 경우로 나누어 실험을 진행하였으며 Fig. 12는 실험자 5명의 편집시간 평균의 조합을 나타낸다. 그 결과 편집을 거듭 할수록 편집 시간이 줄어드는 것을 확인 할 수 있었다. 이는 적응도에 따라 사용자가 시간을 많이 단축시킬 수 있다는 것을 의미한다.

다음으로 제안하는 어플리케이션의 공유자 수에 따른 편집 시간을 평가하였다. 이는 5명, 10명, 15명의 경우에서 실험을 진행하였으며, 전송을 위한 디바이스 간의 전송 시간을 포함하였다. 그 결과, 4가지

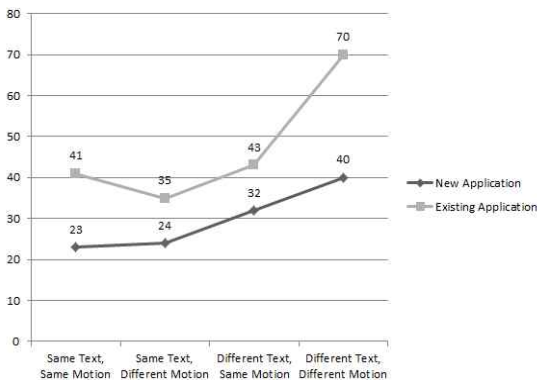


Fig. 11. Result of editing time test.

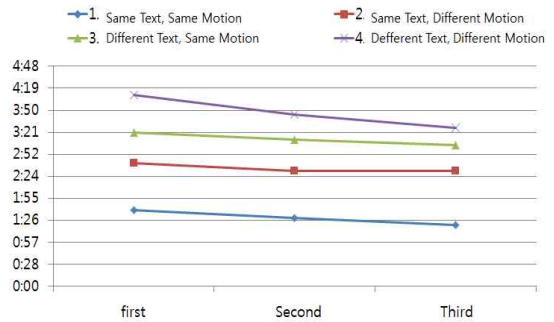


Fig. 12. Time Reduction due to the adaptation.

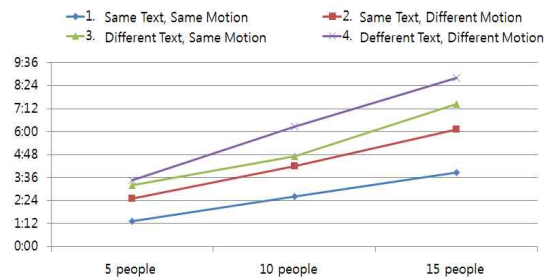


Fig. 13. Time Reduction due to the number of people.

단계 모두 전광판 공유자의 수가 증가할수록 편집 시간이 증가하였다.

현재 공유자가 10명일 때 최대 6분 15초가 걸리지만, 이는 적응도에 따른 시간 단축 실험에 따라 5분 이내로 단축 할 수 있을 것이다. 개별적으로 전광판을 구성해야하는 기존의 모바일 전광판 어플리케이션은 공유자 간의 의견을 취합한 후 개별적으로 움직임 구성해야 한다. 또한 여러 개의 디바이스에 출력된 움직임을 본 후 다시 개별적으로 수정을 해야 하기 때문에 블루투스 연결을 통한 모바일 전광판 어플리케이션과 비교할 수가 없다.

마지막으로 실험을 마친 후 실험에 참여한 15명을 대상으로 설문조사를 진행한 결과, 다른 글, 같은 모션으로 전광판을 공유하는 작업을 가장 선호하였으며 한 화면에 나타낼 수 없는 긴 문장은 나누어 표현하며 함께 응원을 할 수 있다는 점을 장점으로 생각한다는 것을 알 수 있었다. 다른 글 같은 모션의 경우 15명일 때 7분 27초로 가장 많은 시간이 걸렸지만 이 또한 사용자가 적응을 할 경우 편집 시간이 많이 단축 될 수 있을 것이다. 전송 시간 또한, 기기 선택 시에 전송할 순서대로 선택을 한다면 편집내용이 차례대로 나열이 되기 때문에 편집내용을 따로 선택하

여 전송 하는데 걸리는 시간을 줄일 수 있을 것이다. 따라서 피실험자들이 가장 많이 선호하는 다른 글, 같은 모션의 경우는 15명을 위한 전광판도 5분 이내로 제작할 수 있을 것이다.

6. 결 론

본 논문에서는 모바일 환경에서 블루투스를 이용하여 여러 사람들이 함께 사용할 수 있는 모바일 전광판 어플리케이션을 제안하였다. 제안된 어플리케이션은 인터넷을 이용한 공유가 아닌 블루투스를 이용하여 공유 모듈을 구성하며, 단결력을 향상시키기 위해 대표자 한 사람이 여러 사람을 위한 전광판을 제작하여 분배하는 형식으로 일관성이 전광판을 제작할 수 있도록 하였다. 또한 여러 사람이 사용하는 만큼, 폭넓은 표현이 가능하도록 키네틱 타이포그래피를 이용하여 움직임의 다양성을 부여하여 전광판 어플리케이션 시스템을 설계하였고, 구현과 사용성 평가를 통해 제안된 시스템의 만족도 및 사용성을 검증하였다.

본 연구를 통해 공유 가능한 전광판 사용은 사용자로 하여금 다른 사람과 단결력을 느낄 수 있으며 이를 선호한다는 것으로 판단된다. 실제 모바일 단말기에서 사용성 평가를 진행한 결과, 사용자들은 함께 사용할 수 있는 전광판이란 부분에서 흥미를 느꼈으며 직접 전광판을 편집한 이후에는 높은 만족감을 보였다. 특히 글자는 다르지만 모션은 동일하게 적용하도록 한 실험 부분에서 가장 높은 만족도를 보인 것을 확인할 수 있었다. 이를 바탕으로 공유가 가능한 전광판 어플리케이션은 사용자들에게 현재 충분한 가치를 띠고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구를 통해 공연, 스포츠 경기 등 다양한 환경의 참여형 프로그램에서 혼자만의 경험이 아닌 사용자 간의 경험 공유가 가능하며 다양한 참여 환경에서 키네틱 타이포그래피의 적용 및 활용 분야의 확장을 기대해본다.

REFERENCE

- [1] Y.Y. Ha, S.Y. Kim, I.S. Park, and S.B. Lim, "Development of Video Caption Editor with Kinetic Typography," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 17, No. 3, pp. 385-392, 2014.
- [2] Bluetooth, <http://www.bluetooth.com/> (accessed Apr.,16, 2015).
- [3] No.1 Display App-Bling Bling LED, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.monkeyspanner.blingblingled&hl=ko> (accessed Apr., 16, 2015).
- [4] BITNA Tutorial, <http://blog.mindinmachine.com/entry/BITNA> (accessed Apr., 16, 2015).
- [5] W.J. Jeong, J.H. Oh, and D.w. Yoon, "Design and Implementation of Hybrid Mobile App Framework," *Journal of The Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol. 16, No. 9, pp. 1990-1996, 2012.
- [6] R.Y. Jang, S.J. Jung, Y.M. Bae, K. Sung, and W.Y. Soh, "A Comparative Study For Mobile HybridApp Development Tool," *Proceeding of The Korea Institute of Information and Communication Engineering*, pp. 429-432, 2012.
- [7] HARDROID, <http://www.hardroid.net/archives/190> (accessed Apr., 16, 2015).
- [8] Y.A. Cho, J.H. Park, and S.B. Lim, "Design a Primitive Motion API for Developing the Kinetic Typography Motion," *Proceeding of The HCI Society of Korea*, pp. 971-973, 2014.



이 민 영

2016년 2월 숙명여자대학교 멀티 미디어과학과 졸업 예정
관심분야: Human Computer Interaction, User Interface, User Experience, Development



도 상 미

2016년 2월 숙명여자대학교 멀티 미디어과학과 졸업 예정
관심분야: Data Base, User Experience



박 아 란

2015년 2월 숙명여자대학교 멀티 미디어과학과 졸업
관심분야: User Experience, Development, Computer Security



우 성 호

1988년 2월 홍익대학교 건축학 학사
1995년 3월 일본 오사카대학교 건축계획 석사
1999년 3월 일본 오사카대학교 건축디자인 및 도시디자인 박사

2001년 2년 미국 버클리대학교 연구원
2001년 3월~현재 숙명여자대학교 건축 전공 교수
관심분야: CAAD, 컴퓨터그래픽스, 가상현실, User Interface임



임 순 범

1982년 2월 서울대학교 자연과학 대학 계산통계학과 학사
1983년 8월 한국과학기술원 전산학과 석사
1992년 2월 한국과학기술원 전산학과 박사

1992년 2월 (주) 휴먼컴퓨터 창업(연구소장)
1997년 2월 (주) 삼보컴퓨터 부장(프린터개발부)
2001년 8월 건국대학교 컴퓨터학과 교수
2001년 9월~현재 숙명여자대학교 정보과학부 멀티미디어과학과 교수
2006년 University of Colorado 방문교수
관심분야: 컴퓨터그래픽스, 웹/모바일 멀티미디어 응용, 디지털 방송, 전자출판, User Interface임