

## 다중 스마트 단말 협업 기반 모바일 어플리케이션 및 UX 디자인 고찰

### Mobile Application and User Experience (UX) Design in Multiple Smart Device Collaboration Environments

강성준, Seongjun Kang\*, 신대희, Daehee Shin\*, 명 미라, Meerah Myoung\*\*,  
이의진, Uichin Lee\*\*\*, 박준성, Junesung Park\*\*\*

**요약** 최근 모바일 시장에서는 Wi-Fi Direct 등의 모바일 기기 간 직접 통신 기술(Device-to-Device, D2D)에 대한 관심이 폭발적으로 증가하였다. 모바일 기기를 활용해 근접 사용자가 광역 통신망(WAN)을 통하지 않고 주변 단말과 직접 통신하는 D2D 기술은 사용자가 현재 경험하고 있는 상황을 다른 사용자에게 빠르게 소통 가능하므로 새로운 형태의 서비스 개발이 가능 하게한다. 이와 더불어 다중 단말이 협업하는 모바일 분산처리 기술을 활용하여 모바일 자원(CPU, 센서 등)을 쉽게 공유함으로써 분산 작업을 효율적으로 수행 가능하다. 이러한 다중 단말 D2D 협업 네트워크를 스마트 클라우드렛(Smart Cloudlet)이라고도 부른다. 본 논문에서는 이를 활용한 응용 어플리케이션 아키텍처를 다루고 LetsPic이라는 새로운 응용서비스 디자인 과정(UX 평가 포함)을 보고한다.

**Abstract** Recently smartphones support device-to-device (D2D) networking such as Wi-Fi Direct. D2D technology helps users to communicate with each other without WAN by allowing them to directly communicate with one another. D2D will enable multi-device collaborations (computing, sensing tasks), which makes it possible to design new services. In this paper, we discuss how we can design new applications that leverage mutli-device collaborations.

**핵심어:** *Smart Cloudlet, Device to Device network, Mobile Application, User Experience*

본 연구는 미래부가 지원한 2013년 정보통신·방송(ICT) 연구개발사업의 연구결과로 수행되었음

\*주저자 : 한국과학기술원(KAIST) 지식서비스공학과 석사과정 강성준; e-mail: [sjkang89@kaist.ac.kr](mailto:sjkang89@kaist.ac.kr)

\*주저자 : 한국과학기술원(KAIST) 지식서비스공학과 석사과정 신대희; e-mail: [daehee.shin@kaist.ac.kr](mailto:daehee.shin@kaist.ac.kr)

\*\*공동저자 : 한국과학기술원(KAIST) 산업공학과 석사과정 명미라; e-mail: [oojjjj@kaist.ac.kr](mailto:oojjjj@kaist.ac.kr)

\*\*\*교신저자 : 한국과학기술원(KAIST) 지식서비스공학과 교수 이의진; e-mail: [uclee@kaist.ac.kr](mailto:uclee@kaist.ac.kr)

\*\*\*교신저자 : 한국과학기술원(KAIST) 산업공학과 교수 박준성; e-mail: [june.park@kaist.ac.kr](mailto:june.park@kaist.ac.kr)

### 1. 연구의 배경 및 목적

Wi-Fi Direct 기술은 기존의 Access Point가 필요한 Wi-Fi 방식과 달리 모바일, TV 프린트와 같은 기기 간의 무선 통신을 지원하는 무선 기술[1]로 기존의 D2D 통신 방식으로 사용되던 블루투스(24Mbps) 기술보다 22배 그 속도가 빠르며(300Mbps) 연결 범위 또한 120m 가량으로 넓다는 장점을 가진 기술이다. Google의 Android OS는 4.0 버전부터 이를 지원하고 있다[2]. 이러한 새로운 무선통신 기술은 기기간의 D2D 네트워크 활용의 잠재성을 키워주었다.

일반적으로 Cloudlet이란 다수의 모바일 기기를 활용한 근접 기반 네트워크를 말하며 기존 Cloud 기술과 다르게 모든 디바이스들이 WAN 접속 대신 LAN을 활용하며 지연 시간 없는 실시간 상호작용을 제공하는 소규모 임베디드 기기들로 구성된 네트워크에 소규모 Cloud를 제공하여 전체 네트워크를 관리하는 기술이다[3].

이러한 Cloudlet 기술은 스마트 폰 환경에서 다양한 협력 센싱, 자료의 분산 처리, 입/출력 Resource Pooling 등의 기술들을 가능케 한다. 이는 Smart Cloudlet이 다양한 센서가 부착된 임베디드 장비임과 동시에 기존의 임베디드 장비에 비해 높은 Computation Power를 가졌다는 특성을 가진 스마트 폰으로 이루어져있고 Cloudlet과 같이 D2D 기반의 네트워크 구조를 채택했기 때문이다. 본 연구에선 Cloudlet을 스마트폰에 접목시킨 Smart Cloudlet 환경의 특징을 나타낼 수 있는 데모 어플리케이션과 함께 Smart Cloudlet 환경의 새로운 사용자 경험을 논하고자 한다.

### 2. 모바일 Cloudlet 기술 구성 요소 및 활용 사례

Smart Cloudlet은 자신의 기기뿐 만 아니라 다른 기기에서 얻을 수 있는 정보 공유와 Resource Pooling을 통해 서비스의 질(QoS)을 향상 시키는데 기여한다.

Resource Pooling이란 단일 단말이 가지고 있는 여러 자원(Resource)들, CPU, 디스플레이, 스피커, 마이크, 각종 센서 들을 전체 네트워크와 공유하여 사용하는 것을 말한다. 크게 입력 장치를 공유하는 Input Pooling, 출력 장치를 공유하는 Output Pooling, 실제 연산 능력을 공유하는 Computation Pooling으로 나뉜다.

#### 2.1 Input Pooling

입력 자원들을 공유하는 Input Pooling 중 한 가지는 센서로부터 얻은 정보 혹은 센서를 공유하는 Sensor Pooling이다. 최근 스마트 폰은 부착되는 다양한 센서, GPS, 기압계, 온도계, 가속계, 자이로스코프, 조도계 등을 이용하는데, 기기마다 지원하는 센서들의 종류와 성능이 상이하다. 이에 따라 자신의 기기에서 얻을 수 없는 정보를 공유 받고 각

기기에서 얻은 정보를 취합으로써 정확하고 새로운 정보의 창출이 가능하다. 기존 연구 중 [4]에서는 블루투스 네트워크 이루어진 기기 간 센서들을 활용한 협력 센싱으로 자신이 얻을 수 없는 정보를 다른 센서가 부착된 기기로부터 얻거나 센싱 활동 분산 처리로 전체적인 전력소모 절감 효과를 얻는 구조를 제안하였고 [5]은 다수 기기의 협력 센싱을 통해 화자인지 능력을 향상시킨 사례를 선보였다.

또 하나의 Input Pooling의 종류는 사용자 행동 Pooling으로 사용자 행동 Pooling이란 기기의 자원뿐만 아니라 이를 조작하는 다수의 사용자가 작업을 분산시켜 협력환경을 제공하거나 사용자간 상호작용을 돕는 것을 말하며 Smart Cloudlet 환경의 기존 네트워크 구조보다 적은 통신 지연시간이 이러한 사용자 경험의 질을 향상 시켜 줄 수 있다.

#### 2.2 Output Pooling

모바일 기기의 대표적인 Output 장치인 화면과 스피커는 각각 작은 화면과 낮은 스피커 출력의 한계점을 가지고 있다. 이러한 한계를 Output pooling을 통해 보완하여 사용자들은 보다 실감나는 영상과 음성을 경험을 할 수 있다. 대표적 사례로는 [6]이 있다.



그림 1. (좌) 화면 Output pooling  
(우) Speaker Output pooling

#### 2.3 Computation pooling

최근 모바일 기기에서의 대화인식, 자연어처리, 영상처리, 기계학습, 증강 현실 등과 같은 Computing intensive한 작업의 사용자 요구가 늘어났다. 하지만 모바일 기기의 제한된 컴퓨팅 자원 때문에 어려움이 있다. 이 문제의 보편화된 해결책은 모바일 기기의 Computing intensive 한 작업이 필요할 때 원격지의 서버에서 수행하고 결과를 받는 구조로 서비스를 만드는 것이다.

더 효율적인 해결을 위해 새로운 아키텍처와 분산 처리를 통해 이를 해결하려는 관련 연구가 있었다. 그중 하나는 [7]로 모바일 단말이 주변 컴퓨팅 자원과 작업을 나누어 처리하는 플랫폼을 연구하여 주변 단말에 생성된 클론을 통해 작업 시간 및 에너지 소모 최적화를 위해 동적 작업분할 처리 후 결과를 통합하는 CloneCloud 기술을 제안했다.

또 다른 예는 [8]로 Microsoft Research, 듀크 대학, UCLA는 모바일 단말에서 다른 단말로 컴퓨팅 작업을

이전하는 방안으로 네트워크 환경 및 주변 단말 정보에 따라 동적으로 작업을 분배하는 구조(MAUI)를 제안했다.

Smart Cloudlet은 D2D 기반 분산처리를 바탕으로 다중 단말 Computation pooling을 통해 한대의 기기로는 불가능한 Computing intensive한 작업을 수행할 수 있는 구조를 가지고 있다. 이를 바탕으로 사용자에게 실감나고 지속적인 인지적 경험을 제공하는 서비스를 구현 할 수 있다.

### 3. Smart Cloudlet 상의 근접 기반 서비스

Smart Cloudlet 상의 근접 기반 서비스에서 활용 할 수 있는 디자인 요소와 구조의 유용성의 연구를 실시하였고 실제 Smart Cloudlet 상의 어플리케이션이 어떤 사용자 경험을 제공해주는지 알기 위해 데모 어플리케이션으로서 그룹 여행 SNS 어플리케이션 Letspic을 구현하였다.

#### 3.1 Smart Cloudlet의 구조

현재 상용화 서비스들은 단일 클라이언트 간 통신을 지원하기위해 중앙 집중 처리 아키텍처를 이용하고 있다. 이 구조에선 콘텐츠 전송이나 중앙서버의 자원을 활용하기 위해서 3G/LTE/Wi-Fi 망을 활용하여 중앙 서버를 경유하고 서버로부터 결과를 받는다. 이 아키텍처의 단점은 물리적으로 근접한 기기와 통신을 할 때도 서버를 경유해야하고 필연적으로 지연이 발생한다. 이러한 지연은 서비스 Usability의 감소 및 구현 가능한 서비스의 종류를 한정시킨다[3].

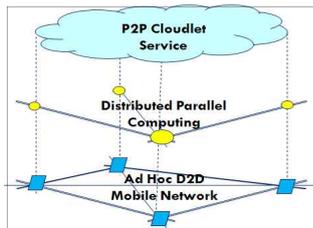


그림 2. Smart Cloudlet의 D2D 구조

Smart Cloudlet의 모바일 기반 분산 D2D 아키텍처는 근접 단말 간 직접 통신으로 지연 줄임으로 지연에 민감한 근접 기반 서비스 개발을 가능케 한다. 그래서 다중 단말이 생성한 센서 정보와 콘텐츠를 모아 실시간으로 분석하여 사용자들에게 지속적인 인지적 정보를 제공하는 근접 기반 서비스의 경우 Smart Cloudlet 상에 개발하는 것이 효율적이다.

#### 3.2 Letspic

Letspic은 Smart Cloudlet 네트워크 환경에서 근접 기반 그룹 여행 SNS 어플리케이션으로 공동 여행 기록 제작, 여행 기록을 업로드 및 공유하는 경험을 제공한다.

(그림 3, 4)Letspic의 Visioning 작업과 제공하는 기능과 UI 구조의 디자인 작업이 선행되었다.

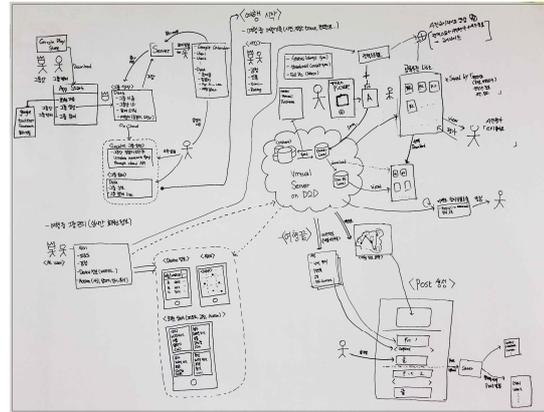


그림 3. Letspic Vision

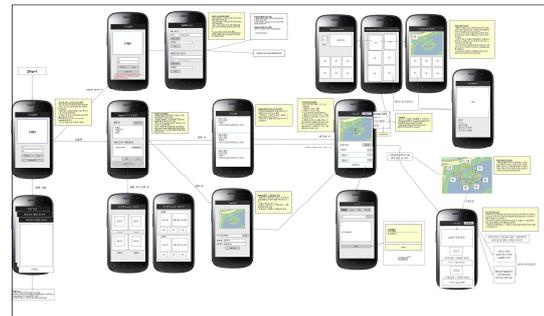


그림 4. Letspic Storyboard

Letspic은 사람들은 사진, 이야기 및 다른 기념품으로 자신의 경험을 남기고 공유하길 원한다는 사실에 기반 해[9] 여행 중 각 여행 참여자간 상태, 행동, 위치 정보를 자동으로 추출, 태깅 후 Smart Cloudlet으로 형성된 분산 서버 환경에서 공유 및 처리 과정을 거쳐 실시간으로 참여자에게 정보를 반영해주며 사진 촬영 시 각종 저수준 및 고수준의 센싱 정보를 사진에 태깅하여 각 사진에 여행 스토리를 담아 주도록 디자인 되었다. (표 1)은 사용자가 Letspic을 사용할 때 발생 가능한 시나리오 예제를 보여준다.

시나리오 예제
철수와 친한 친구 셋은 지리산 등산을 계획하고 Letspic을 설치한다. 철수는 Letspic 앱을 이용하여 지리산 등산 그룹을 생성하고 친구 셋을 그룹에 초대한다.
여행 당일 터미널에 친구들이 모두 모이고 Letspic을 통해 친구들과 네트워크가 형성된다.
등산을 하며 영희와 철수가 사진을 찍을 때 스마트폰 과 스마트워치 센서로 분석된 철수의 감정 상태, 위치, 행동 등의 상황정보를 사진 메타데이터에 기록된다.
각자의 스마트폰 센서를 통해 다양한 상황정보가 공유 되고 Letspic은 이 정보를 종합적으로 분석하고 기록한다.
산행 중 영희가 뒤쳐지는 상황을 Letspic이 센서정보를 사용하여 인지하여 친구들에게 알려준다.
철수와 친구들은 여행 중 쉬는 시간에 Letspic을 통해 사진을 공유하고 감상한다. 또 태그로 남은 상황정보를 기반으로 사진을 선별하고 하이라이트를 생성하고 공유한다.
집으로 돌아오는 기차에서 철수와 친구들은 Letspic을 사용하여 여행 사진과 동영상 앨범을 자동 생성하고 다른 친구들과 공유한다.

표 1. Letspic 사용자 시나리오 예제

### 3.3 Smart Cloudlet Design Factor Usage

Letspic은 기존의 여행 앨범 공유 SNS인 Tripvi와 달리 디바이스 간 센서 정보 공유 및 분석으로 얻을 수 있는 그룹원의 상태, 감정 및 여러 고수준 상황정보의 태깅을 제공하며 Pooling을 통해 자원 절약에도 이득을 얻을 수 있다.

(표 2)는 Letspic에서 Input Pooling을 이용한 사용자 경험들의 예시 나열한 것이다.

기능	설명
공동 사진 앨범 작업	각 참여원이 사진 촬영 후 해당 사진들을 선택적으로 공유 받으며 자신이 여행 중 놓친 경험들을 공유 받을 수 있다.
협력 센싱	각 기기는 자체적으로 저수준 및 고수준의 Context 센싱을 실시하고 이를 공유함으로써 더 정확한 여행 기록이 가능하며 다양한 디바이스와 센싱 모듈들이 모인 Smart Cloudlet 네트워크에서 자신이 얻을 수 없는 정보를 공유 받을 수 있다.
협력 평가	Letspic에는 좋은 사진을 가려내기 위해 Voting 기능으로 사진에 대해 협력 평가를 실시할 수 있다.

표 2. Input Pooling 적용 예시

또한 Letspic에서는 유사 사진 자동 판별 기능으로 각 사진의 Similarity를 계산하여 유사 사진을 판별 한 뒤 흔들림 유무 파다 노출 유무 등의 자동 선별 기능 등의 기본적인 Distributed Image Processing 기술이 포함되며 이를 각 스마트폰 기기에서 분산 처리하여 사용자에게 더 나은 경험을 제공 할 수 있음을 보여준다.

### 4. 사용자 경험 평가 방법

본 연구의 목적은 Letspic 서비스 사용자 경험 평가를 통해 Smart Cloudlet 환경에서의 서비스의 주요 사용자 경험 요소에 대한 평가와 디자인 고려사항을 밝히는데 있다. 이러한 목적을 달성하기 위해 아래의 방법으로 디자인 주요 고려사항을 찾고 사용자 경험 평가를 진행할 계획이다.

필드 테스트의 경우 구현된 Letspic을 다양한 사용자 그룹을 대상으로 사용하게 한다. 3가지 요소에 대한 인터뷰를 통해 중요한 디자인 고려 사항과 사용자 경험을 분석한다.

먼저 자원 공유(Input/Output/Computation pooling)가 사용자 경험의 질을 향상 시키는지, 사용자 생성 콘텐츠와 위치, 감정 등의 상황정보의 공유가 적절히 이루어지는지, Wi-Fi Direct 기반 D2D의 연결 편의성, 속도, 연결 범위, 안정성이 향상되었는지를 측정한다.

양적 조사의 질문지는 Hassenzahl 의 AttracDiff 질의 세트[10]와 Roto의 질의 세트[11]를 참고하여 작성할 것이다. Hassenzahl의 AttracDiff 질의 세트는 서비스의 목적(실용성, 쾌락)과 질을 측정한다. Roto의 질의 세트는 실용성, Usability 사회적 가치, 즐거움을 측정할 수 있다. 질문지는 상기의 질의세트 항목 중 인터뷰를 통해 얻은 중요한

디자인 고려사항, 사용자 경험 그리고 Smart Cloudlet과 관련성이 높은 항목을 위주로 작성할 것이다.

### 5. 결론

Letspic을 통해 D2D 네트워크로 이루어진 Smart Cloudlet 환경의 장점과 Resource Pooling이라는 디자인 요소의 활용 가능성을 보였다. 특히 근접기반 네트워크의 직접적인 연결을 통해 중앙처리 서버를 통하지 않고 상호작용이 가능한 통신 네트워크의 형성으로 중앙 처리 서버의 부재 속에서도 네트워크 기반의 서비스가 가능함을 보였다. 앞으로 새로운 서비스 구조의 가능성을 보이는 분야로써 많은 관심과 연구가 활발히 이루어지기를 바란다.

### 참고문헌

- [1] Wi-Fi Alliance, "Wi-Fi Direct®", <http://www.wi-fi.org/discover-and-learn/wi-fi-direct>.
- [2] "Android 4.0 Platform Highlights | Android Developers". Developer.android.com.
- [3] Mahadev Satyanarayanan, The Case for VM-Based Cloudlets in Mobile Computing, IEEE CS, 2009, pp. 6.
- [4] Youngki Lee, CoMon: Cooperative Ambience Monitoring Platform with Continuity and Benefit Awareness, Mobisys, 2012.
- [5] Youngki Lee, SocioPhone: Everyday Face-to-Face Interaction Monitoring Platform using Multi-Phone Sensor Fusion, Mobisys, 2013.
- [6] 삼성 그룹플레이. <http://content.samsung.com/kr/contents/aboutn/groupPlay.do>
- [7] B. Chun, S. Ihm, P. Maniatis, M. Naik, A. Patti. CloneCloud: Elastic Execution between Mobile Device and Cloud. In Proc. EuroSys'10.
- [8] MAUI 프로젝트. <http://research.microsoft.com/en-us/projects/maui/>
- [9] Tuula Kärkkäinen, I Don't Mind Being Logged, but Want to Remain in Control:A Field Study of Mobile Activity and Context Logging, CHI, 2010
- [10] Hassenzahl, M. The interplay of beauty, goodness and usability in interactive products. Human Computer Interaction, Vol. 19, 2004, pp 319-349.
- [11] Roto, V., Rautava, M.: User Experience Elements and Brand Promise. International Engagability & Design Conference (Idec4), in conjunction with NordiCHI'08 conference. 2008