

모바일 엣지 컴퓨팅 환경에서의 개인화 서비스 추천

임 중 철*, 김 상 하°, 금 창 섭*

Personalized Service Recommendation for Mobile Edge Computing Environment

Jong-choul Yim*, Sang-ha Kim°, Chang-sup Keum*

요 약

모바일 엣지 컴퓨팅은 폭증하는 모바일 트래픽에 대응하고 다양한 요구사항을 만족시키는 서비스를 제공하기 위해 모바일 엣지 노드에서 다양한 기능을 직접 제공하는 기술이다. 예를 들어 모바일 트래픽 경감을 위한 캐싱이나, 위험감지 서비스 제공을 위한 비디오 분석 등이 모바일 엣지 노드에서 수행될 수 있다. 지금까지 개인화된 서비스를 추천하는 방법이나 구조 등에 대한 많은 연구가 있었지만, 모바일 엣지 컴퓨팅의 특성을 고려한 연구는 없었다. 개인화된 서비스를 제공하기 위해서는 사용자의 컨텍스트 정보를 획득하는 것이 중요하다. 기존 서버단 중심의 개인화된 서비스 모델은 모바일 엣지 컴퓨팅에 적용될 경우 컨텍스트 고립 문제와 프라이버시 이슈를 더욱 심화시킬 수 있다. 모바일 엣지 노드는 컨텍스트 수집이 용이하다는 이점을 가진다. 모바일 엣지 컴퓨팅 환경에서의 또 하나의 주목할 만한 특징은 사용자와 어플리케이션의 상호 연동이 매우 유동적이라는 점이다. 본 논문에서는 모바일 엣지 컴퓨팅의 특징을 반영한 로컬 서비스 추천 플랫폼 구조를 제시하고 컨텍스트 고립 문제와 프라이버시 이슈를 완화할 수 있는 개인화된 서비스 제공 방법을 제시한다.

Key Words : MEC, Edge, Context, Personalized, Recommendation, Mobile

ABSTRACT

Mobile Edge Computing(MEC) is a emerging technology to cope with mobile traffic explosion and to provide a variety of services having specific requirements by means of running some functions at mobile edge nodes directly. For instance, caching function can be executed in order to offload mobile traffics, and safety services using real time video analytics can be delivered to users. So far, a myriad of methods and architectures for personalized service recommendation have been proposed, but there is no study on the subject which takes unique characteristics of mobile edge computing into account. To provide personalized services, acquiring users' context is of great significance. If the conventional personalized service model, which is server-side oriented, is applied to the mobile edge computing scheme, it may cause context isolation and privacy issues more severely. There are some advantages at mobile edge node with respect to context acquisition. Another notable characteristic at MEC scheme is that interaction between users and applications is very dynamic due to temporal relation. This paper proposes the local service recommendation platform architecture which encompasses these characteristics, and also discusses the personalized service recommendation mechanism to be able to mitigate context isolation problem and privacy issues.

※ 본 연구는 정부의 재원으로 한국전자통신연구원 연구 및 개발 프로그램의 지원을 받아 수행된 연구임. [16Z11410, 단말 근접 실시간 스마트 서비스추천플랫폼 기술 개발]

♦ First Author : Electronics and Telecommunications Research Institute, hector@etri.re.kr, 정회원

° Corresponding Author : Chungnam National Univ. Department of Computer Science & Engineering, shkim@cnu.ac.kr, 종신회원

* Electronics and Telecommunications Research Institute, cskeum@etri.re.kr, 정회원

논문번호 : KICS2016-12-374, Received December 8, 2016; Revised April 21, 2017; Accepted May 17, 2017

1. 서 론

최근 스마트폰은 일상생활의 일부가 되었으며, 그에 따라 모바일 데이터 트래픽은 지속적으로 증가하고 있다. 스마트폰과 모바일 트래픽 폭발은 새로운 서비스와 새로운 기술을 개발시키는 원동력 중의 하나라고 할 수 있다.

모바일 엣지 컴퓨팅은 eNodeB나 WiFi AP(Access Point)와 같은 엣지 노드에서 서비스를 제공함으로써, 증가된 모바일 트래픽에 대응하고 보다 효율적이고 연관성이 많은 방식으로 서비스를 제공하는 것을 가능하게 하는 기술로서 최근 부각되고 있다. 최근 ETSI에서는 MEC(Mobile Edge Computing)라 불리는 표준화 그룹을 만들어 모바일 엣지 노드의 요구사항, 서비스 시나리오, 시스템 구조 등의 논의를 진행하고 있다²⁾. 대표적인 사용 사례로서 실시간 비디오 분석, 데이터 오프로딩, 컴퓨팅 오프로딩, 커넥티드 카 등을 들 수 있다^{3,4)}.

본 논문에서는 모바일 엣지 노드에서의 서비스 제공 방법에 대해 다루고자 하는데, 특히 개인화된 서비스를 제공하는 방법에 대해 다루고자 한다. 개인화된 서비스를 제공하기 위해서는 사용자의 컨텍스트 정보가 매우 중요하고, 사용자 주위 환경의 컨텍스트(예: 온도 등) 정보도 유용하게 사용될 수 있다. 컨텍스트는 정적이거나 동적일 수 있는데, 예를 들어 사용자의 성별이나 나이 등은 정적인 컨텍스트로 간주될 수 있고, 반면 사용자의 감정이나, 현재 상태, 의도 등은 동적인 컨텍스트로 볼 수 있다. 정적 컨텍스트는 사용자 자신들에 의해 작성된 명시적 기술에 의해 쉽게 획득될 수 있는 반면에, 동적 컨텍스트는 획득이 어렵고, 누적되어 있는 데이터나 즉시적으로 획득한 데이터를 분석하거나 계산하는 과정을 필요로 할 수 있다. 모바일 엣지 컴퓨팅 환경에서는 사용자의 동적 컨텍스트 중 하나인 사용자의 의도가 컨텍스트 추출을 위한 복잡한 처리 절차 없이 획득될 수 있다. 사용자의 의도가 사용자의 휴대 단말이 특정 지역의 특정 모바일 엣지 노드에 연결되었다는 사실만으로 쉽게 유추될 수 있기 때문이다. 사용자 A가 쇼핑 물에 방문했다고 가정해 보자. 이 때, 사용자 A의 스마트폰이 쇼핑 물에 설치된 WiFi AP에 접속한다면, 스마트폰의 WiFi AP로의 접속 자체로 사용자가 쇼핑 물에 있다는 것을 알 수 있으며, 이런 근거 하에 사용자가 무언가를 사고자 한다는 의도를 가졌다고 유추할 수 있을 것이다. 정리하면 모바일 엣지 컴퓨팅 환경에서는 사용자의 단말이 WiFi AP나 eNodeB와 같은 무선 액세스 노드에

연결된 사실에 기반하여 컨텍스트 인식 서비스를 제공하는 것이 가능하다고 할 수 있다.

모바일 엣지 컴퓨팅에 의해 사용자의 의도가 쉽게 파악이 되었다 할지라도, 획득한 사용자의 의도는 개별 사용자 별로 다르지 않다. 즉 특정 모바일 엣지 노드에 접속하는 모든 사용자는 동일한 의도를 가진 것으로 해석될 수 있다. 개인화된 서비스를 제공하기 위해서는 사용자의 개별 컨텍스트 정보가 필요하다.

만약 어떤 서비스를 제공하는 어플리케이션이 개별 사용자를 인식하고 사용자와 관련된 데이터를 누적할 수 있다면, 이러한 데이터를 분석함으로써 개별 사용자의 컨텍스트를 추론하는 것이 가능하고, 어플리케이션은 사용자 별로 유추된 개별 컨텍스트를 이용하여 개인화된 서비스를 제공하는 것이 가능할 것이다. 그렇기 때문에 일반적인 OTT 사업자에 의한 서비스 추천은 회원 가입이라는 과정이 의무적으로 필요하고, 서비스 이용 시에는 로그인이라는 절차를 통해 사용자의 신원을 확인하는 과정을 거치게 된다. 로그인을 한 상태에서의 서비스 이용은 OTT 사업자가 개별 사용자의 이용 패턴을 기록하고 분석하는 것을 가능하게 함으로써 개인화된 서비스 제공을 위한 사용자의 컨텍스트 정보를 추출하는데 기여하게 된다. 그러나 OTT 사업자에 의해 주로 사용되는 서버 사이드 중심의 컨텍스트 추출 모델은 컨텍스트 고립과 제어되지 않는 프라이버시라는 두 가지 단점을 가질 수 있다.

컨텍스트 고립은 컨텍스트 추출을 위해 사용되는 사용자 관련 여러 데이터가 서비스를 제공하는 어플리케이션 별로 개별적으로 관리됨에 따라 컨텍스트 정보 또한 서로 분리되어 있는 것을 의미한다. 그림 1은 이를 개념적으로 보여준다. 어플리케이션 서버 1과 2는 각각 자신만의 데이터 셋(그림에서 Accumulated Data Set A와 Set B)을 축적하고, 사용자 컨텍스트(Extracted Context A and B)를 자신만의 데이터 셋을 이용하여 추출하게 된다. 이 경우, 컨텍스트 A와 컨텍스트 B는 불완전할 수 있다. 왜냐하면 사용자의 전체 데이터 집합은 A와 B의 합집합으로 구성되는데 컨텍스트 A와 B는 사용자 전체 데이터의 부분 집합

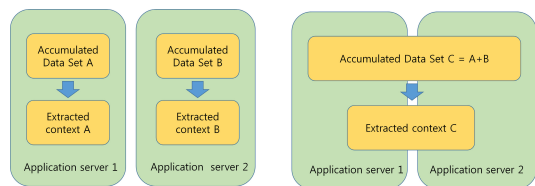


그림 1. 컨텍스트 추출
Fig. 1. Context Extraction

에 대하여 추출되었기 때문이다. 만약 사용자의 전체 데이터(Data Set C)를 활용하여 컨텍스트 정보를 추출할 수 있다면, 추출된 컨텍스트(context C)가 컨텍스트 A와 B보다는 보다 완전한 컨텍스트가 될 가능성이 있다. 컨텍스트 고립은 사용자가 맨 처음 어플리케이션을 사용하고자 할 때 컨텍스트를 추출할 데이터 셋의 부재에 기인하여 개인화된 서비스를 제공하지 못하는 문제(cold start)를 유발할 수 있다^[11].

개인화된 서비스를 제공하는 것은 프라이버시 이슈를 일으킬 수 있다^[12]. 개인화된 서비스를 제공하기 위해 어플리케이션은 사용자 신원과 사용자 데이터 간의 강한 매핑을 필요로 한다. 그런 이유로 신원이 식별 가능한 민감한 데이터가 각 어플리케이션 별로 저장될 수 있는데, 이러한 개인 정보가 해킹에 의해 외부에 노출되거나 또는 악의적인 어플리케이션에 의해 이용될 가능성이 있다. 만약 이러한 민감한 데이터가 OTT 사업자가 관리하는 인터넷 상의 각종 어플리케이션 서버에 분산되어 있다면, 사용자가 자신의 프라이버시를 제어하는 것이 힘들어질 수 있다.

모바일 엣지 컴퓨팅 환경에서 어플리케이션 서버 단에서 사용자 정보 수집과 서비스 추천이 이루어지는 모델을 사용하는 것은 컨텍스트 고립 문제를 더욱 심화시키고, 프라이버시 노출 위험성도 더 커질 수 있다. 모바일 엣지 서비스 컴퓨팅 환경에서의 서비스 추천은 모바일 엣지 노드에서 실행되는 어플리케이션에 의해 수행된다. 만약 사용자가 모바일 엣지 노드에서 실행되는 어플리케이션 별로 사용자의 신원 정보 및 컨텍스트 정보가 축적되고 관리된다면 개인정보를 가진 어플리케이션의 개수가 증가함에 따라 개인정보가 누출될 잠재적인 위험성이 커지게 된다. 모바일 엣지 컴퓨팅 환경에서의 어플리케이션 이용은 즉시성과 임시성이라는 측면에 의해 매우 유동적이라는 특징을 가진다. 즉 사용자가 이동하면서 접속하게 되는 모바일 엣지 노드에서 동적으로 발견되는 어플리케이션에 의해 즉시적으로 서비스를 제공받을 수 있으며, 사용자의 이동으로 인해 모바일 엣지 노드와의 접속이 끊기게 되면, 서비스의 이용도 불가하다. 이러한 서비스 이용의 유동성은 사용자 서비스 이용 정보의 파편화를 가속시키고, 각 어플리케이션 별로 고립된 컨텍스트를 가지게 함으로써 서비스 추천이 불완전한 컨텍스트 정보에 기반하여 이루어질 수 있게 됨으로써, 사용자의 서비스 이용 경험의 품질을 저하시킬 수 있다.

본 논문에서는 모바일 엣지 컴퓨팅 환경의 특수성이 개인화된 서비스 추천에 있어서 프라이버시 노출 위험과 컨텍스트 추출의 불완전성을 가속할 수 있다

는 점을 보이고, 이러한 문제들을 해결하기 위한 모바일 엣지 컴퓨팅 환경에서의 새로운 개인화 서비스 추천 플랫폼의 구조를 제시한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 관련 연구를 통해 모바일 엣지 컴퓨팅의 개념과 특징에 대해 살펴보고, 또한 개인화된 서비스 추천과 관련된 연구들을 소개한다. 3장에서는 모바일 엣지 컴퓨팅 환경에 적합한 새로운 개인화 서비스 추천 플랫폼을 제시하고, 구조에 대한 설명과 어떻게 개인화된 서비스 추천이 가능한지에 대한 방법에 대해 자세히 다룬다. 4장에서는 서비스 추천에 대한 서비스 시나리오를 예시를 설명하고, 마지막으로 5장에서는 논문에 대한 결론과 향후 연구 방향을 제시한다.

II. 관련 연구

2.1 모바일 엣지 컴퓨팅

그림 2는 모바일 엣지 컴퓨팅이 제공되는 네트워크 구조를 개념적으로 도시한다. 모바일 엣지 컴퓨팅 환경에서는 사용자에게 특정 물리적 공간상에서 무선 네트워크 연결성을 제공하는 무선 액세스 노드(예: WiFi AP)가 어플리케이션을 직접 실행하는 능력을 가지거나 같은 로컬 네트워크상의 어플리케이션에게 패킷을 전송할 수 있는 능력을 가진다. 사용자가 물리적 장소를 방문하였을 때, 스마트폰과 같은 사용자가 소유한 단말이 그 장소에 있는 모바일 액세스 노드에 접속하게 되는데, 모바일 액세스 노드에서 로컬 어플리케이션을 실행하는 것이 가능하고 로컬 어플리케이션으로의 패킷 송수신이 가능하기 때문에, 사용자 단말은 인터넷 연결 없이도 모바일 엣지 노드에서 실행 중인 어플리케이션을 이용할 수 있다. 다양한 서비스들이 이러한 지역 어플리케이션 서버들에 의해 제공될 수 있다. 예를 들어, 사용자 기기의 에너지 절약, 성능 향상, 실행 시간 단축 등을 위해 컴퓨팅 오프로

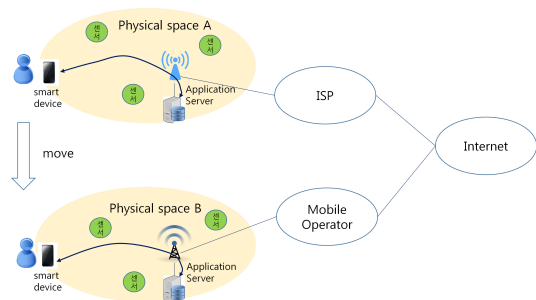


그림 2. 모바일 엣지 컴퓨팅 환경
Fig. 2. Mobile Edge Computing 환경

딩 기능이 수행될 수 있으며⁵⁾, 위험한 사고를 감지할 목적으로 실시간 비디오 분석이 제공될 수 있다⁶⁾. 여가서의 실시간 비디오 분석이란 각 종 카메라나 사용자의 스마트폰에서 올라오는 영상을 인터넷 뒤편의 영상 분석 서버에 보내는 것이 아니라 모바일 엣지 노드에서 직접 분석하는 것을 의미한다. 컴퓨팅 오프로딩이나 실시간 비디오 분석은 모바일 트래픽을 인터넷 뒤편으로 보내지 않고, 직접 엣지 노드에서 수행하게 함으로써 언어지는 네트워크 전송 지연에 대한 이점을 최대한 이용하는 서비스라고 볼 수 있다.

모바일 엣지 컴퓨팅 환경에서는 네트워크 전송 지연에 대한 이점 외에도 사용자 단말이 특정 모바일 액세스 노드에 접속하였다는 사실에 의해 사용자가 어느 장소에 있는지를 파악하는 것이 가능할 수 있기 때문에 근접 기반 서비스(Proximity Based Service)를 쉽게 제공할 수 있다는 이점을 가진다. 근접 기반 서비스란 좀 더 일반적으로 말해 일종의 위치기반 서비스로 볼 수 있으며, 물리적으로 가까이 있음으로써 가능한 서비스를 일컫는다. 근접 기반 서비스는 서비스 제공에 있어서 적시성, 적재성을 가진다는 것이 특징인데¹⁵⁾, 모바일 엣지 노드에서의 서비스 제공도 이러한 적시성, 적재성이란 특징을 가진다고 볼 수 있다.

이 논문의 주요 관심사인 개인화된 서비스를 제공하기 위해서는 어플리케이션은 사용자의 컨텍스트는 물론 주변 환경의 컨텍스트 정보를 필요로 할 수 있다. 사용자의 근접성(Proximity)이나 위치 등은 사용자가 모바일 액세스 노드에 접속함에 따라 묵시적으로 획득할 수 있으나, 그 외의 여러 가지 사용자 컨텍스트는 누적된 데이터나 사용자가 미리 선언한 정보에 근거하여 획득하여야 하기 때문에 어플리케이션이 개별 사용자를 식별하고 개별 사용자에 대한 데이터를 누적할 필요성이 있다. 사용자 주위의 환경 컨텍스트 정보는 사용자가 방문한 물리적 공간에 설치된 다양한 센서 등으로부터 획득이 가능하다. 이러한 센서가 제공하는 특정 값은 그 자체로서는 객관적인 값이지만, 사용자의 컨텍스트 정보와 비교되어 개별 사용자의 선호 정도 등을 파악하는데 이용될 수 있기 때문에, 개인화된 서비스를 제공함에 있어서 유용하게 활용될 수 있다. 예를 들어 실내 온도계 센서가 20 도를 나타낸다고 했을 때, 한 사용자는 그 온도를 덥다고 느낄 수 있는 반면 다른 사용자는 춥다고 느낄 수가 있을 것이다. 만약 서비스 추천이 방 온도를 자동으로 조정할 수 있는 어플리케이션에 의해 이루어진다면, 개인별로 다른 온도가 추천될 수 있을 것이다.

모바일 엣지 컴퓨팅 환경에서 중요한 전제 중 하나

는 사용자가 이동한다는 것이다. 그림 2에 도시된 바와 같이 사용자는 한 곳에서 다른 곳으로 이동을 하고, 어떤 경우에는 이러한 이동이 매우 주기적일 수 있고, 어떤 경우에는 그렇지 않을 수 있다. 사용자가 어떤 장소를 방문할 때마다 방문한 곳에 있는 어플리케이션 서버에서 사용자와 관련된 데이터를 저장하고 관리한다면 파편적인 데이터가 분산 저장이 되는 문제로 인해 프라이버시 문제를 일으킬 수 있으며, 개인화된 서비스 제공을 위한 컨텍스트 추출이 불완전할 수 있다.

모바일 엣지 컴퓨팅 관련하여 대부분 논문들은 모바일 엣지 컴퓨팅의 구조와 시나리오를 다루고 있거나^{3,4,6)}, 특정 기능에 대한 문제(오프로딩 문제, 로컬 라우팅 문제)를 다루고 있으며¹⁵⁾, 개인화된 서비스 추천을 위한 방법이나 구조를 구체적으로 제시한 논문은 없다.

2.2 서비스 추천

서비스 추천 시스템은 일반적으로 말해 사용자에게 관계된 아이템을 추천하는 어플리케이션으로서, 어플리케이션 도메인별로 매우 다양한 추천 시스템이 존재한다. 서비스 추천 시스템은 크게 다음과 같이 구분할 수 있다.

- 콘텐츠 기반 추천 방식: 사용자에게 전에 사용자가 선호했던 아이템을 추천
- 협업 필터링 기반 추천 방식: 사용자와 비슷한 성향을 가진 사람의 아이템을 추천
- 하이브리드 방식: 콘텐츠 기반 추천 방식과 협업 필터링 기반 추천 방식을 결합

위와 같은 시스템에 대한 구분과 관계없이 서비스 추천 시스템이 사용자에게 개인화된 서비스를 추천하기 위해서는 개별 사용자의 컨텍스트 정보를 획득하는 것이 중요하다. 컨텍스트 정보는 사용자로부터 얻을 수 있는 일반적인 프로파일 정보(예: 나이, 성별)일 수 있고, 특정 주제에 대한 사용자의 선호도(예: 좋아하는 영화나 책, 음악 등)일 수 있다. 이러한 컨텍스트 정보는 사용자가 명시적으로 시스템에 제공할 수도 있으며, 시스템에서 사용자와 관련된 데이터를 누적하고 이를 분석함으로써 묵시적으로 획득하는 것도 가능하다.

협업 필터링은 매우 성공적인 서비스 추천 방법으로 알려져 있다. 협업 필터링에 기반한 서비스 추천 시스템에서는 각 사용자가 개별 아이템에 대한 사용자의 점수를 매기도록 하여 획득한 전체 사용자의 아이템에 대한 선호 정보를 분석하여 서로 유사한 사용

자 집합을 만들고, 이 집합을 이용하여 관련 있는 아이템을 추천하는 방식을 취한다. 협업 필터링 기반의 추천 시스템에서는 만약 사용자의 아이템에 대한 선호 정보가 충분히 누적되지 않았을 경우, 추천의 정확도가 떨어지기 때문에, 무엇보다 사용자의 아이템에 대한 선호 정보를 획득하는 것이 중요하다고 볼 수 있다. [10]에서는 보다 많은 사용자의 아이템에 대한 선호 정보를 획득하기 위해서 웹 사용 기록을 마이닝 하는 기법을 사용한다. 인터넷 쇼핑 몰의 웹 로그를 분석하여, 사용자를 식별하고, 사용자별로 특정 상품에 대해 웹 페이지에서의 활동(예: 상품 정보 보기, 장바구니에 상품 담기, 상품 구매)에 기반하여 사용자의 해당 상품에 대한 점수를 계산하는 방식이다. 최종적으로 이 시스템에서는 상품 DB, 사용자 DB, 구매 DB, 웹 로그 파일에서 추출한 상품에 대한 선호 정보를 이용하여 상품을 추천한다. [7]은 모바일 사용자에게 음악을 추천하는 시스템으로서 사용자 인터페이스 측면에서의 제약을 고려하여 사용자가 직접 음원에 대해 점수를 매기는 것은 힘들다라는 가정 하에 사용자의 모바일 웹 로그 기록을 이용하여 사용자의 음원에 대한 선호도를 묵시적으로 의해 획득한다. [7]과 [10]은 웹 로그를 이용하여 사용자의 선호도를 추출한다는 점에서는 매우 유사하나, [7]은 사용자에 대한 선호도를 점수가 아닌 선호 순서를 측정한다는 점에서 다르다. [7]은 묵시적인 방법에 의하여 선호도를 추출할 시, 점수가 아닌 선호 순서가 추천의 오류를 줄이는 데 더 기여할 수 있다고 주장한다.

[8]은 TV가 여러 명의 사용자에게 공유될 때, 어떻게 동시에 모든 사람을 만족시키는 TV 프로그램을 추천할 수 있는가에 대한 해결책을 제시한다. 개별 사용자들의 프로파일은 명시적으로 제공된다고 가정하고, 그룹을 형성하는 사용자들의 프로파일들을 합병하여 하나의 공용 프로파일을 만드는 방법을 제시한다. 이 방법은 모바일 엡지 컴퓨팅에서의 다양한 어플리케이션 중, 공용 장비에서의 서비스 추천 등에 활용될 수 있을 것이다. 예를 들어 회의실에 있는 방방장치가 회의 참가자들이 모두 만족하는 온도를 찾아 자동으로 온도를 설정하거나/추천하는 어플리케이션에 활용될 수 있다.

[9]는 위치를 기반으로 모바일 사용자에게 광고를 제공하는 시스템을 제시하고 있는데, 사용자 프로파일에 저장된 범주별 선호 정보에 기반하여 다중 범주의 사 결정(multi-criteria decision making)을 통해 서비스 추천을 수행한다.

[7-10]은 특정 어플리케이션 도메인에 적용되는 구

조를 가짐으로서 확장이 어렵다는 한계를 가지며, 특히 [7,8,10]은 아이템에 대한 사용자 선호도라는 하나의 컨텍스트 만을 고려하고 있다는 한계가 있다.

[16]은 다차원(multiple dimension)을 고려한 확장 가능한 추천 시스템의 구조를 제시한다. 여기서 다차원이란 서비스 추천 시에 “사용자 선호도 X 아이템 X 컨텍스트” 정보를 이용한다는 것을 의미한다. 예를 들어 컨텍스트로서 날씨, 위치, 시간, 기분 등이 사용될 수 있다.

지금까지 많은 논문들이 협업 필터링 기반의 추천 또는 추천 기반의 추천 등 다양한 방법을 통해 서비스 추천 문제를 다루어왔으나, 모바일 엡지 컴퓨팅 환경에서의 서비스 추천에 대한 연구는 없다. 이러한 논문들은 대부분 서버 단에서 사용자의 프로파일 정보, 이용 내역 등을 저장하고, 축적된 데이터를 기반으로 사용자의 컨텍스트를 추출하여 사용자에게 개인화된 서비스를 제공하는 모델들로서, 모바일 엡지 컴퓨팅에 적용하였을 경우에는 컨텍스트 고립 문제와 제어되지 않는 프라이버시라는 문제를 야기할 수 있다.

III. 제안한 로컬 서비스 추천 플랫폼

앞서 모바일 엡지 컴퓨팅 환경에서 개인화된 서비스를 제공할 경우, 프라이버시 이슈와 컨텍스트 고립 문제가 더욱 부각될 수 있다는 점을 살펴보았다. 이 논문에서는 상기 문제를 해결하기 위하여 다음과 같은 설계 목표를 가진 로컬 서비스 추천 플랫폼 구조를 제안한다.

- 프라이버시 이슈를 최소화
- 데이터 파편화에 따른 컨텍스트의 불완전성 해결
- 동적인 방식으로 환경 컨텍스트를 이용
- 다양한 서비스를 지원하기 위한 유연함

그림 3은 시스템의 구조를 도시한다. 모바일 엡지 컴퓨팅에서의 개인화된 서비스 추천시 발생할 수 있는 컨텍스트 고립 문제와 프라이버시 문제는 어플리케이션과 사용자 정보 및 기타 컨텍스트 정보의 밀접함에서 발생한다고 볼 수 있다. 본 시스템에서는 각종 컨텍스트 정보(사용자 컨텍스트, 센서 정보 등)와 어플리케이션 로직을 느슨하게 결합시키는 구조를 택함으로써 이 문제를 해결하고자 한다. 특히 본 시스템은 모바일 엡지 노드 상에 존재하는 로컬 서비스 추천 플랫폼을 통해 다양한 어플리케이션이 스마트 디바이스와 센서들과 동적으로 연동하고 이런 연동을 통해 각 어플리케이션이 개별적으로 사용자 컨텍스트를 관리 또는 유지하지 않고도 개인화된 서비스 추천을 가능

하도록 한다는 특징이 있다.

스마트 기기, 모바일 엣지 노드, 센서들이 시스템을 구성하는 주된 물리적인 요소들이다. 스마트 기기는 사용자가 휴대하는 사용자 단말로서 사용자의 컨텍스트 정보를 관리하고 이 정보를 컨텍스트 브로커를 통해 어플리케이션에 제공할 수 있으며, 서비스 추천을 처리하기 위한 서비스 추천 에이전트 기능과 액세스 제어 기능을 가질 수 있다. 액세스 제어 기능은 단말이 소유한 컨텍스트 정보를 특정 어플리케이션에게 제공할 것인지를 제어하기 위해 사용된다. 센서는 특정 물리 공간에서의 환경 컨텍스트를 제공하는 기능을 수행한다. 모바일 엣지 노드의 기본 기능은 무선 범위에 있는 스마트 기기에게 네트워크 커버션을 제공함과 더불어 다양한 어플리케이션을 실행할 수 있는 로컬 서비스 추천 플랫폼을 호스팅하는 것이다.

어플리케이션은 저마다 서비스 추천 형태의 다양한 서비스를 사용자에게 제공할 수 있는데, 이때 사용자의 개인 컨텍스트 정보와 환경 컨텍스트를 사용할 수 있다. 이때 어플리케이션은 전통적인 컨텍스트 추출 기능과 서비스 추천 엔진이 밀접합된 모델을 사용하지 않고, SOA(Service Oriented Architecture) 모델을 사용하여 컨텍스트 추출 기능이 어플리케이션 로직에서 분리된 모델을 사용한다. 이 모델을 이용하면 사용자의 컨텍스트 정보는 사용자의 스마트 기기로부터 동적으로 획득할 수 있고, 환경 컨텍스트는 사용자 주변의 각종 센서로부터 획득할 수 있다. 이에 따라 전형적인 어플리케이션 인스턴스는 어플리케이션 고유의 서비스 추천 엔진과 어플리케이션과 로컬 서비스 추천 플랫폼간의 인터페이스를 담당하는 서비스 플랫폼 에이전트로 구성될 수 있다.

로컬 서비스 추천 플랫폼은 스마트 디바이스와 어플리케이션의 동적 연동을 가능하게 하는 핵심적인 기능을 제공한다. 컨텍스트 브로커는 컨텍스트 소비자

인 어플리케이션과 컨텍스트 제공자인 사용자의 스마트 기기나 센서가 동적으로 연동되어 사용될 수 있는 브로커링 기능을 제공한다. 서비스 추천은 사용자의 명시적 요청에 의해 이루어질 수 있는데, 서비스 추천 브로커는 단말이 보낸 서비스 추천 요청을 각 어플리케이션 인스턴스에 전달하여 서비스 추천 결과를 받고, 그것을 단말에게 전송하는 기능을 수행한다. 전통적인 OTT 모델에서는 사용자가 사용하는 어플리케이션의 주소는 사전에 정해져 있다. 따라서 사용자가 어플리케이션을 이용함에 있어서 사전에 알려져 있는 어플리케이션의 FQDN(Fully Qualified Domain Name)이나 IP 주소에 의해 어플리케이션에 접속이 가능하다. 모바일 엣지 컴퓨팅 환경에서는 사용자가 이용해야 하는 어플리케이션이 모바일 엣지 노드에서 실행되고 있기 때문에, 어플리케이션의 주소를 사전에 알 수 없다는 문제가 발생한다. 그러므로 모바일 엣지 노드에서 실행 중인 로컬 서비스 추천 플랫폼의 주소나 어플리케이션의 주소를 동적으로 찾아야 하는데, 로컬 디스커버리 서버를 통해 이 문제를 해결한다.

3.1 서비스 추천

본 논문에서 언급하는 서비스 추천이란 여러 가지 형태를 가질 수 있다. 예를 들어 사용자가 백화점에 방문했다고 가정했을 때 상품 할인 쿠폰이 추천될 수 있으며, 일부 상품이 추천되거나 특정 레스토랑이 추천될 수도 있다. 좀 더 일반화하여 말한다면, 특정 속성을 가지는 아이템들로 이루어진 순서가 없는 집합에 대하여 서비스 추천 파라미터를 입력으로 취하는 서비스 추천 함수를 통해 순서가 정해진 아이템들의 집합을 만들어내는 것이다. 개인화된 서비스 추천이란 서비스 추천 함수 역할을 하는 서비스 추천 엔진이 서비스 추천 파라미터로서 개인적인 컨텍스트 정보를 활용함으로써 사용자 별로 다른 결과가 나올 수 있는 서비스 추천을 일컫는다.

본 논문에서는 모바일 엣지 컴퓨팅 환경에서 발생할 수 있는 전술한 문제들을 다루기 위해 새로운 서비스 추천 모델을 제시한다. 모바일 엣지 노드에서 실행 중인 어플리케이션은 스스로 사용자의 개별 컨텍스트 정보는 가지지 않은 채 외부에서 획득한 컨텍스트 정보를 이용하여 서비스 추천을 수행하는 블랙박스 형태의 서비스 추천 엔진을 가진다. 이러한 서비스 추천 엔진은 순서화되지 않은 주어진 아이템의 집합을 대상으로 사용자의 컨텍스트 정보를 잘 정의된 파라미터로 받아 순서화된 아이템의 집합을 출력하게 된다. 이 때 사용자의 컨텍스트 정보는 사용자의 단말로부터

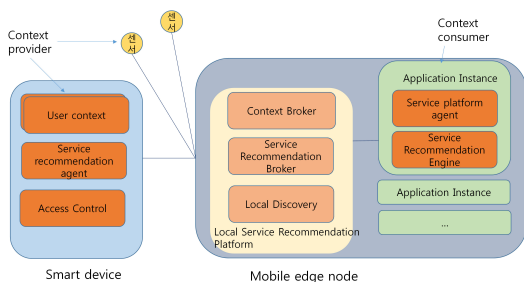


그림 3. 개인화 서비스 제공을 위한 기능적 구조
Fig. 3. Functional Architecture for Personalized Service Recommendation

터 획득한다. 이때 어플리케이션에서 필요로 하는 컨텍스트 정보를 효과적으로 수집할 수 있는 방법이 필요한데, 그 방법은 다음 절에서 설명한다. 최근 일상 생활에서 스마트폰과 같은 사용자 휴대 단말의 사용이 급증함에 따라 사용자 단말을 이용한 컨텍스트 수집은 매우 용이해지고 있다고 할 수 있다.

그림 4는 서비스 추천 절차를 설명한다. 사용자 단말에는 서비스 추천 에이전트(Service Recommendation Agent)가 실행되는데, 사용자 단말이 새로운 모바일 엣지 노드에 접속하게 되면 서비스 추천 요청을 모바일 엣지 노드에 있는 서비스 추천 브로커(Service Recommendation Broker)에 전송하게 되고, 서비스 추천 브로커는 실제 서비스 추천을 담당하는 개별 어플리케이션에게 서비스 추천 요청을 전송한다. 서비스 추천 브로커는 개별 어플리케이션들에 대한 레지스트리 역할을 수행하는 로컬 디스커버리 기능을 이용하여 각 개별 어플리케이션의 연결 주소를 알 수 있다. 개별 어플리케이션은 사용자 단말로부터 사용자 컨텍스트 정보를 획득하고, 그 정보를 이용하여 서비스 추천 엔진을 실행함으로써 개인화된 추천을 얻을 수가 있다. 개별 어플리케이션은 추천 결과를 형식적인 언어(예:HTML, XML)로 기술하여 추천 브로커를 통해 사용자 단말의 서비스 추천 에이전트에 전송한다.

단말이 전송하는 서비스 추천 요청에는 접근 토큰(Access Token)이 포함된다. 접근 토큰은 단말 내의 접근 제어(Access Control) 기능이 단말이 새로운 모바일 엣지 노드에 접속할 때마다 신규 발급하는 것으로 단말과 모바일 엣지 노드와의 현재 연결 관계를 유일하게 식별하는 식별자로 이용되고 동시에 어플리케이션에서 요청하는 컨텍스트 정보나 서비스 추천 정보에 대한 권한 인가(Authorization)를 처리하기 위해 사용된다. 이러한 일시적인 유효기간을 가지는 접근 토큰 이용을 통해 어플리케이션이 사용자를 특정할 수 없게 함으로써 사용자 컨텍스트에 대한 익명성이 확보될 수 있고, 사용자 단말은 어플리케이션의 컨텍

스트 요청이나 서비스 추천 리스트에 대해 제어 권한을 자체적으로 수행하게 됨으로써, 사용자 컨텍스트 정보의 관리를 보다 주도적으로 할 수 있다.

정리하면 본 논문이 제시한 방법은 컨텍스트 수집 기능과 서비스 추천 기능을 분리하고, 컨텍스트 수집 기능을 사용자 단말에서 수행하게 함으로써, 컨텍스트 고립에 의한 불완전한 서비스 추천 문제를 보완하고 분산 저장되어 있는 개인 정보에 따른 잠재적 개인 정보 누출 위험성을 완화시키는 효과를 가질 수 있다.

3.2 컨텍스트 획득

개인화된 서비스를 제공하기 위해서는 사용자의 컨텍스트 정보의 이용은 필수적이고, 사용자 주변의 환경적인 컨텍스트 정보도 활용할 필요성이 있다. 이때, 컨텍스트 정보를 제공하는 소스를 컨텍스트 제공자, 다양한 컨텍스트를 이용하여 개인화된 서비스를 제공하는 어플리케이션을 컨텍스트 소비자라 정의할 수 있다. 어플리케이션이 컨텍스트 정보를 획득하는 메커니즘은 크게 두 가지 모델이 있다. 첫 번째는 밀결합 모델(figure 5. (a))로서, 어플리케이션의 내부 로직에 컨텍스트 제공자를 특정하고 있는 형태이다. 어플리케이션 실행 측면에서 효율적일 수 있으나, 컨텍스트 제공자가 유동적인 환경에서는 사용이 어렵다는 제약이 있다. 두 번째는 SOA 개념의 느슨한 결합 모델(figure 5. (b))로서, 어플리케이션이 컨텍스트가 필요한 시점에 컨텍스트 제공자를 동적으로 찾아서 사용하는 모델이다. 어플리케이션이 동적으로 컨텍스트 제공자를 찾는 단계가 포함되기 때문에, 실행 측면에서 오버헤드가 약간 추가될 수 있으나, 어플리케이션이 특정 컨텍스트 제공자에 덜 의존적이 되게 됨으로써 어플리케이션의 확장성 및 이식성이 높아진다는 장점이 있다.

모바일 엣지 컴퓨팅 환경에서는 특히 컨텍스트 고립 문제로 인하여 컨텍스트의 불완전성 문제가 발생할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 사용자의 단말에서 사용자와 관련된 컨텍스트 정보를 수집하여 모바일 엣지 노드에서 실행되고 있는 어플리케

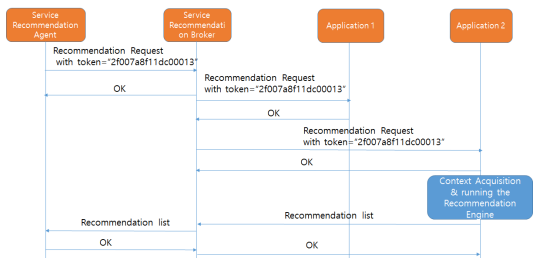


그림 4. 서비스 추천 메시지 흐름
Fig. 4. Service Recommendation Msg Flow

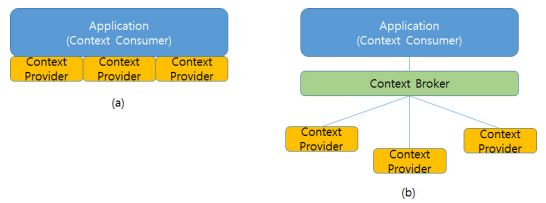


그림 5. 컨텍스트 제공자와 소비자 모델
Fig. 5. Context Consumer&Provider Model

이션에 제공할 필요가 있다. 모바일 엣지 컴퓨팅 환경에서 또 하나의 특징은 사용자와 어플리케이션의 관계라 상당히 동적이라는 점이라 할 수 있다. 사용자의 어플리케이션 사용은 사용자가 엣지 노드에 접속하였을 때에 국한된다는 것이다. 따라서 본 논문에서는 그림 5의 (b)와 같이 컨텍스트 브로커를 활용하여 지명 컨텍스트(named context)를 관리하는 새로운 컨텍스트 수집 방법을 제안한다. 컨텍스트 제공자는 지명 컨텍스트를 컨텍스트에 브로커에 등록할 수 있고, 이를 이용하는 어플리케이션은 컨텍스트 브로커에 지명 컨텍스트를 질의함으로써 컨텍스트 제공자를 찾을 수가 있다. 지명 컨텍스트란 그림 6과 같이 특정 의미와 형식을 가진 글로벌하게 식별 가능한 컨텍스트로서, 컨텍스트 이름과 더불어 속성 값 및 컨텍스트 획득 API 규격 등의 정보와 함께 컨텍스트 브로커에 등록될 수 있다. 예를 들어, 모바일 엣지 노드가 설치되어 있는 방에 같이 있는 온도 센서는 roomTemperature라는 컨텍스트 정보를 제공할 수 있는데, "00fed890ab001234" 라는 컨텍스트 제공자 아이디를 가지고 있으며, int getRoomTemperature()라는 API를 통해 온도 정보를 제공함을 알 수 있다.

사용자의 단말은 사용자와 관련된 컨텍스트를 제공하는 핵심적인 장치로 활용될 수 있다. 최근 사용자가 스마트 폰을 이용하여 인터넷 검색, 쇼핑, 게임, SNS, 일정 관리 등 다양한 온라인 활동을 하고 있고, 스마트 폰의 컴퓨팅 파워도 빠르게 향상되고 있어, 더더욱 사용자 컨텍스트를 제공하는 데 핵심적인 역할을 할 수 있게 되었다. 사용자 단말이 다양한 방법으로 획득한 사용자 컨텍스트 정보는 단말이 모바일 엣지 노드에 접속할 때, 컨텍스트 브로커에 등록된다. 예를 들어 사용자 단말은 그림 6의 b와 같은 지명 컨텍스트를 등록할 수 있다. 지명 컨텍스트는 컨텍스트 제공자에 대한 일종의 인터페이스 역할을 하며, 같은 이름을 가진 컨텍스트는 같은 인터페이스를 가진다고 볼 수 있다. 인터페이스 기반의 느슨하게 결합된 모델은 컨텍스트 소비자에게 일종의 상위 호환성(forward compatibility)을 제공할 수 있다. 사용자의 컨텍스트

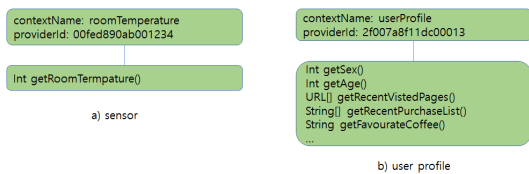


그림 6. 지명 컨텍스트
Fig. 6. Named Context

추출에 있어서 상위 호환성을 제공할 수 있는 측면은 매우 중요하다. 사용자의 컨텍스트 중 일부는 추론이나 딥 러닝과 같은 기술이 발전함에 따라 컨텍스트 정보의 질(정확도)이 향상될 수 있기 때문이다.

그림 7은 컨텍스트 브로커를 이용한 컨텍스트 생산자와 소비자 간의 인터랙션을 보여준다. 사용자의 단말이 모바일 엣지 노드에 접속하게 되면, 사용자 단말에서 실행하고 있고 컨텍스트 수집 기능은 "userProfile"이라는 지명 컨텍스트를 컨텍스트 브로커에 등록하게 된다. 이때, 등록하는 "userProfile" 컨텍스트가 어느 사용자의 것인지 식별하기 위해, providerId 속성은 사용자 또는 단말을 식별하는 유일한 식별자가 포함된다. 모바일 엣지 노드에서 실행 중인 어플리케이션은 모바일 엣지 노드에 접속한 사용자별로 개인화된 서비스를 제공하기 위해 "userProfile"이라는 지명 컨텍스트를 이용하기를 원하고, 특정 사용자에 대한 "userProfile" 컨텍스트를 획득하기 위해 컨텍스트 브로커에 질의한다. 질의의 결과로 단말 내 컨텍스트 제공자 역할을 하는 컨텍스트 수집 기능의 주소를 획득하게 되고, 그 주소를 활용하여 특정 사용자의 "userProfile" 컨텍스트 정보를 수집할 수 있다. 어플리케이션이 특정 사용자의 컨텍스트 정보를 질의하기 위해서는 사용자나 단말을 유일하게 식별하는 식별자를 사전에 알고 있어야 하는데, 이는 앞 절에서 설명한 방법에 의해 단말이 서비스 추천 요청을 하는 단계에서 알 수 있다.

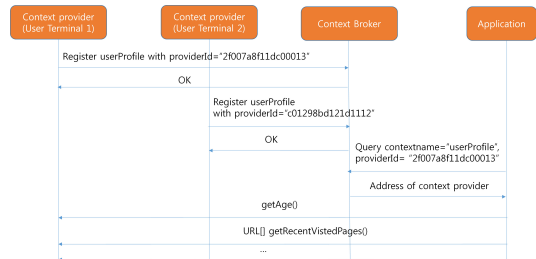


그림 7. 컨텍스트 수집 메시지 흐름
Fig. 7. Context Acquisition Msg Flow

3.3 서비스 발견

앞 절에서 설명한 사용자 단말 내의 서비스 추천 에이전트나 컨텍스트 제공자는 각각 로컬 서비스 추천 플랫폼 내의 서비스 추천 브로커 및 컨텍스트 브로커와 연동하여야 한다. 서비스 추천 브로커와 컨텍스트 브로커의 주소는 사용자가 다른 모바일 엣지 노드에 접속할 때마다 바뀌기 때문에 이들의 주소를 동적으로 찾아낼 수 있는 방법이 필요하다. 로컬 디스커버

리 서버는 모바일 엣지 노드에서 실행하고 있는 어플리케이션, 컨텍스트 브로커와 서비스 추천 브로커에 대한 레지스트리 역할을 수행하고, 이들에 대한 접속 주소 정보를 쉽게 찾을 수 있는 방법을 제공한다. 로컬 디스커버리 서버 기능은 모바일 엣지 노드의 타입에 의존적이다. 로컬 디스커버리 서버는 크게 두 가지 방법에 의해 제공될 수 있다. 첫 번째 방법은 SLP^[13]나 mDNS^[14]와 같이 서브넷 기반의 멀티캐스트 주소를 이용하여 서비스를 등록하고 찾는 방법이고, 두 번째 방법은 로컬 DNS 서버를 이용하는 방법이다. 모바일 엣지 노드가 WiFi AP 타입일 경우, 첫 번째 방법을 사용하는 것이 효율적일 수 있다. 사용자 단말과 WiFi AP에서 실행되는 로컬 서비스 추천 플랫폼을 같은 사설 서브넷 네트워크로 구성할 수 있기 때문에 사용자 단말이 멀티캐스트 주소를 사용하여 패킷을 전송할 경우, 특별한 기능 추가 없이도 로컬 디스커버리 서버가 패킷을 수신할 수 있기 때문이다. 만약 모바일 엣지 노드가 스몰 셀 기술을 활용하는 eNodeB와 같은 타입일 경우 멀티캐스트 주소를 이용한 방법이 불가능할 수 있다. 이 경우 사용자 단말이 사설 IP 주소가 아닌 통신사업자 망에서 발급되는 퍼블릭 IP 주소를 가질 수 있기 때문에, 같은 서브넷을 구성하는 것이 힘들 수 있기 때문이다. Home eNodeB 타입의 모바일 엣지 노드를 사용할 경우에는 기본적으로 사용자의 IP 패킷이 코어 망으로 전송되기 때문에, IP 패킷을 코어 망을 거치지 않고 지역 망에 있는 로컬 서비스 플랫폼으로 직접 분기하는 로컬 라우팅 기능이 필요할 수 있다. 이러한 기능은 모바일 엣지 노드에서 Local Breakout 기능을 수행함으로써 구현되거나^[1] Layer 2의 사용자 패킷을 분석하여 지역 망으로 분기하는 형태로 구현될 수 있다. 그림 8은 enodeB 타입의 모바일 엣지 노드에서의 서비스 발견 방법을 도시한다. 사용자 단말은 추천 브로커나 컨텍스트 브로커의 주소를 획득하기 위해 일반적인 DNS 질의하게 되고, 로컬 라우팅 기능은 이 질의를 가로채어, 로컬 디스커버리 서버로 보내고, 로컬 디스커버리 서버

는 DNS 질의에 대해 자신의 DNS 엔트리를 검사하여 만약 해당 도메인 네임에 대한 엔트리가 있을 경우, 결과를 생성하여 단말에게 전송하게 된다. 만약 엔트리가 없을 경우에는 지정된 DNS 서버로 DNS 질의를 전송한다. 지역 DNS 서버를 이용하는 방법은 단말이 서비스 발견을 위해 특별한 기능을 수행할 필요가 없다는 측면에서 장점이 있다.

IV. 서비스 시나리오

오프라인 상품 추천 시나리오

사용자가 여행을 떠나기 전에 마켓에 들러 여행지에서 카레 요리를 해 먹기로 맘을 먹고, 카레, 양파, 고기, 햄 등 물건을 구매하였다. 여행지에 도착하여 막상 요리를 하다 보니 감자를 없다는 것을 알게 되어 여행지의 마켓에 들르게 되었다. 사용자게 마켓에 들어가자 마켓에 설치되어 있는 기지국에 접속하게 되었는데, 사용자의 스마트폰에 해당 마켓에서 제공하는 서비스 추천을 받을 것인지를 묻는 팝업이 떴다. 사용자가 오케이를 선택하자 사용자의 스마트 폰에 '감자'가 진열된 곳의 위치와 가격 정보가 추천되었다.

사용자의 스마트 폰에서 실행중인, "userProfile"이라는 지명 컨텍스트를 제공하는 ContextProvider 소프트웨어는 구매 영수증을 인식하여 구매목록을 저장할 수 있다고 가정해 보자. 여행지 마켓에 있는 추천 엔진은 사람들의 구매목록에 기반한 협업 필터링 방식을 이용한 상품을 추천한다고 가정한다. 이때 여행지 마켓에 있는 어플리케이션의 추천 엔진은 사용자 단말로부터 구매 목록 정보를 동적으로 획득하여, 보다 관련 있는 상품을 추천하는 것이 가능할 것이다. 이런 가정 하에 그림 9와 같은 흐름에 의해 서비스가 제공될 수 있다. 메시지 흐름에 대한 대략적인 설명은 다음과 같다. 사용자 단말은 여행지 마켓에 구비되어 있는 WiFi AP에 접속하게 되면 사용자 단말에 있는 서비스 추천 에이전트가 DNS 질의를 통해 로컬 서비스 추천 플랫폼 상의 로컬 디스커버리 서버와 컨텍스트 브로커의 주소를 획득한 후, 사용자 단말이 제공하는 사용자 프로파일을 컨텍스트 브로커에 등록한다. 이 등록을 통해 어플리케이션은 서비스 추천시 사용자의 컨텍스트 정보를 컨텍스트 브로커를 통해 획득할 수 있게 된다. 등록 과정을 마친 사용자 단말은 서

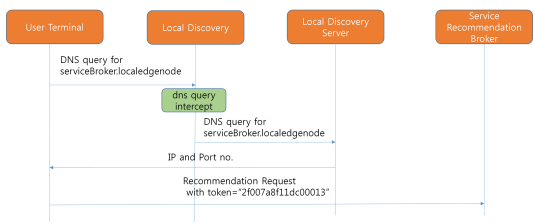


그림 8. 로컬 디스커버리 메시지 흐름
Fig. 8. Local Discovery Msg Flow

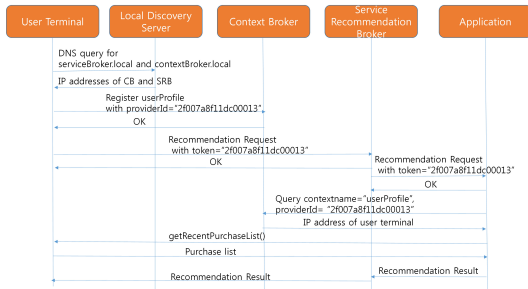


그림 9. 서비스 시나리오 메시지 흐름
Fig. 9. Service Scenario Msg Flow

비스 추천 브로커에게 서비스 추천 요청을 전송하고, 이 전송 요청은 모바일 엣지 노드에서 실행되고 있는 어플리케이션에게 전달된다. 이 어플리케이션은 협업 필터링 기법에 의하여 사용자에게 관련 상품을 추천하는 어플리케이션으로서, 상품 추천을 위해 사용자의 프로파일 정보 중 특히 최근 구매 물품에 대한 목록이 필요하다고 가정한다. 어플리케이션은 서비스 추천을 위해 컨텍스트 브로커를 통해 서비스 추천을 요청한 사용자의 최근 구매 목록(예제에서는 카레, 양파, 고기, 햄)을 사용자 단말로부터 획득하고, 자체적인 서비스 추천 로직에 따라 상품을 사용자에게 추천한다.

V. 결 론

모바일 엣지 컴퓨팅 환경에서 서비스 이용은 매우 동적이라는 특징이 있다. 즉 서비스의 이용이 모바일 엣지 노드에 접속함으로써 시작되고 접속이 끊김으로써 종료될 수 있다. 이러한 특징은 모바일 엣지 노드에서 개인화된 서비스를 제공할 시에 사용자 정보가 산재되도록 함으로써 프라이버시 문제를 일으킬 수 있고, 사용자 데이터가 파편적으로 저장됨으로써 컨텍스트의 고립 문제가 발생할 수 있다. 그로 인해 개인화된 서비스 추천을 위해 추출된 컨텍스트가 불완전할 수 있고, 궁극적으로 사용자의 서비스 품질을 저하시킬 수 있다. 본 논문에서는 데이터 파편화에 따른 컨텍스트의 불완전성 문제를 해결하고 프라이버시 이슈를 최소화할 수 있는 서비스 추천이 가능한 로컬 서비스 플랫폼 구조를 제시하였다. 본 논문이 제시한 로컬 서비스 플랫폼은 구조적으로 서비스 추천 어플리케이션으로부터 컨텍스트 수집 기능으로 떼어내고, 잘 정의된 인터페이스에 따라 연동할 수 있도록 함으로써 확장성 측면과 상위 호환성 측면에서 상당한 장점을 가진다고 할 수 있다.

앞으로의 연구 과제는 실제 시스템을 구현하고 이

를 오픈 하드웨어 기반의 WiFi AP와 같은 액세스 노드에 탑재하여 특정 도메인으로의 적용에 대한 시험을 하는 것이다. 특히 다양한 어플리케이션 수용에 대한 시험을 위해 협업 필터링이나 추론 기법, 딥 러닝 등 다양한 서비스 추천 기법을 대상으로 실증을 해보는 것이 필요하다.

References

- [1] S.-Q. Lee and J. Kim, "Local breakout of mobile access network traffic by mobile edge computing," *ICTC 2016*, pp. 741-743, Jeju, Oct. 2016.
- [2] ETSI, *Mobile Edge Computing (MEC); Technical Requirements*, ETSI GS MEC 002 V1.1.1, Mar. 2016.
- [3] D. Sabella, et al., "Mobile-edge computing architecture: The role of MEC in the internet of things," *IEEE Consumer Electron. Mag.*, vol. 5, no. 4, pp. 84-91, Oct. 2016.
- [4] W. Shi, et al., "Edge computing: Vision and challenges," *IEEE Internet of Things J.*, vol. 3, no. 4, pp. 637-646, Oct. 2016.
- [5] M. H. ur Rehman, et al., "Opportunistic computation offloading in mobile edge cloud computing environments," *2016 17th IEEE Int. Conf. Mob. Data Management*, pp. 208-213, Jun. 2016.
- [6] M. Sapienza, et al., "Solving critical events through mobile edge computing: An approach for smart cities," *2016 17th IEEE Int. Conf. Smart Computing*, pp. 637-646, Oct. 2016.
- [7] S. K. Lee, Y. H. Cho, and S. H. Kim, "Collaborative filtering with ordinal scale-based implicit ratings for mobile music recommendations," *Information Sci.*, vol. 180, no. 11, pp. 2142-2155, 2010.
- [8] C. W. Leung, et. al., "TV program recommendation for multiple viewers based on user profile merging," *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 16, no. 1, pp. 63-82, 2006.
- [9] K. Li and T. C. Du, "Building a targeted mobile advertising system for location based services," *Decision Support Systems*, vol. 54, no. 1, pp. 1-8,

2012.

- [10] Y. H. Cho and J. K. Kim, "Application of web usage mining and product taxonomy to collaborative filtering in e-commerce," *Expert Syst. Appl.*, vol. 26, pp. 233-246, 2004.
- [11] B. Lika, et al., "Facing the cold start problem in recommender systems," *Expert Syst. Appl.*, vol. 41, pp. 2065-2073, 2014.
- [12] E. Toch, et al., "Personalization and privacy: a survey of privacy risks and remedies in personalization-based systems," *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 22, no. 1, pp. 203-220, Apr. 2012.
- [13] IETF, *Service Location Protocol*, Version 2, IETF RFC 2165, Jun. 1999.
- [14] IETF, *Multicast DNS*, IETF RFC 6762, Feb. 2013.
- [15] J. C. Yim and C. H. Keum, "Technology trends on proximity services," *Electron. Telecommun. Trends*, vol. 30, no. 1, Jan. 2015.
- [16] M. del Carmen Rodriguez-Hernandez and S. Ilarri, "Toward a context-aware mobile recommendation architecture," *MobiWiS 2014*, pp. 56-70, 2014.

임 중 철 (Jong-choul Yim)



2000년 2월 : 서울시립대학교
전산통계학과 석사
2000년 10월~현재 : 한국전통신
연구원 근무
2011년 3월~현재 : 충남대학교
컴퓨터공학과 박사과정
<관심분야> IoT, 미래 인터넷,
근접 서비스

김 상 하 (Sang-ha Kim)



1980년 : 서울대학교 학사
1984년 : University of Houston
석사
1989년 : University of Houston
박사
1992년~현재 : 충남대학교 컴퓨
터공학과 교수

<관심분야> Internet Routing, Wireless Sensor
Networks, MANET, 4G, Mobility, Multicast

금 창 섭 (Chang-sup Keum)



1992년 2월 : 서울시립대학교
전산통계학과 석사
2005년 8월 : 카네기멜론 대학
소프트웨어 공학 석사
2013년 8월 : 한국과학기술원
공학박사
1994년 2월~현재 : 한국전자통
신연구원 책임연구원

<관심분야> 5G 모바일 엣지 클라우드, 서비스 플랫
폼, 소프트웨어 아키텍처, 분산 신뢰 서비스