

D2D 기반 스마트 에이전트 시스템을 위한 서비스 온톨로지 설계

이미연*, 백두산**, 이정원**

*아주대학교 유비쿼터스 컨버전스 연구소

**아주대학교 전자공학과

e-mail : mylee@ajou.ac.kr, whitedusan@gmail.com, jungwony@ajou.ac.kr

A Design of Service Ontology for D2D based Smart Agent System

Meeyeon Lee*, Dusan Baek**, Jung-Won Lee**

*Ubiquitous Convergence Research Institute, Ajou University

**Dept. of Electrical and Computer Engineering, Ajou University

요 약

최근 높은 성능을 갖춘 스마트 모바일 기기가 널리 보급되고 활발하게 사용되면서 다양한 지능적인 서비스에 대한 요구도 증대되고 있으며 그 가능성도 높아지고 있다. 하지만 이동 통신망의 통신 트래픽 과부하 문제는 해결해야 하는 문제점들 중 하나이다. 단말 간 직접 통신(D2D)은 기지국과 같은 기반 시설과의 트래픽을 분산시킬 수 있는 기술로 주목받고 있다. 본 논문에서는 스마트 에이전트 시스템을 통한 D2D 기반의 협력 프로토콜을 위해 에이전트의 기능을 효율적으로 기술할 수 있는 서비스 온톨로지를 설계한다. 제안한 서비스 온톨로지는 요구되는 서비스를 실시간의 상황에 따라 적합한 모바일 기기에 바인딩할 수 있는 근거가 됨으로써 기기 간의 효율적인 협력을 가능케 한다.

1. 서론

스마트폰, 태블릿 PC 와 같은 스마트 모바일 기기는 높은 성능, 높은 보급률, 높은 사용성으로 인해 다양한 서비스를 제공할 수 있는 환경으로 급부상하고 있다. 하지만 모바일 기기가 대중화되면서 셀룰러 통신망에서의 트래픽이 급증함에 따라 이를 해결하기 위한 다양한 기술이 개발되고 있다. 이에 대한 해결 방법의 하나로써 단말 간 직접 통신 (D2D; Device-to-Device communication) 기술은 다른 기술들과는 다르게 네트워크 인프라의 변경이나 확장 없이 기지국과의 통신 트래픽을 분산시킬 수 있는 유용한 방법으로 주목 받고 있다[1, 2].

최근에는 D2D 통신 기술 자체에 대한 연구[3, 4]뿐만 아니라 D2D 기반의 로컬 푸쉬 서비스, 콘텐츠 전송 기법 등에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 로컬 푸쉬 서비스[5]는 고정 또는 이동하는 콘텐츠 제공 기기가 사용자의 모바일 기기로 유용한 정보를 보내주는 서비스이지만, 협력이 필요하지 않은 단순 서비스만을 대상으로 한다. 기기 간의 콘텐츠 전송 기법에 대한 연구로는 동일한 콘텐츠를 분할하여 전송받거나[6] 콘텐츠를 주고 받는 역할을 구분하여 peer-to-peer 방식으로 전송하는 기법[7] 등이 제안되어오고 있다. 하지만 이러한 기존 연구들은 모바일 환경에서

발생 가능한 다양한 상황 변화에 대처하기 위한 방법을 제시하지는 못하였다. 이외에도 D2D 기반 서비스의 타입을 분류하고 기기 간 협력을 관리하는 기법을 제안하는 연구[8]도 있지만, 아직까지는 개념을 제시하는 정도에 그치고 있으며 대상 도메인이 제한적이다.

이와 같이, 기존의 D2D 통신 기술에 기반한 서비스 기법들에 대한 연구들은 모바일 기기간의 협력 서비스 시에 기기의 상태 변화나 이동과 같이 동적으로 변화하는 상황을 고려하지 못하고 있으며, 이를 시스템 관점에서 해결하기 위한 협력 기법에 대한 연구도 미비한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 D2D 기반의 협력 서비스를 위한 스마트 에이전트 시스템을 제안하고, 실시간의 상황에 따라 협력 서비스를 자율적으로 제공 및 관리하기 위해 필요한 동적 역할-멤버 바인딩 기법의 기반 지식 베이스로서 서비스 온톨로지를 설계한다.

2. 모바일 스마트 에이전트 시스템

D2D 통신 기술은 기존의 서버-단말 간의 서비스 방식을 단말 간 협력 방식으로 바꿀 수 있다. 즉, 근 거리에 존재하는 모바일 기기 간의 협력을 통해 문제

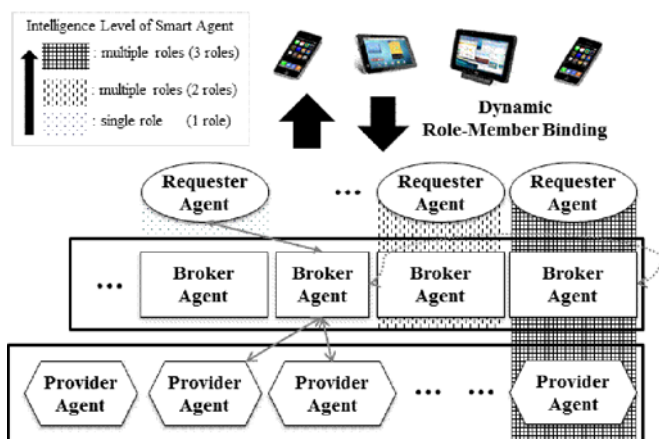
* 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2013-H0301-13-1001)

를 해결하거나 서비스를 제공하고 받을 수 있다. D2D 기반의 협력 시스템에서 개별 기기는 특정 역할을 담당하면서 멤버로 참여하게 된다. 본 논문의 이전 연구[9]에서는 D2D 기반의 콘텐츠 전송을 위한 시스템을 제안하면서 이러한 역할에 따라 기기에 탑재될 수 있는 3 가지의 에이전트 타입을 분류하고 그들의 기능을 다음과 같이 정의한 바 있다.

- **요청 에이전트(request agent):** 서비스를 요청한다.
- **중개 에이전트(broker agent):** 요청된 서비스에 대한 전반적인 관리를 담당하며, 실시간에 변화하는 상황(멤버의 이동이나 상태 변화 등)과 서비스 제공 상태, 네트워크 상황 등에 따라 에이전트를 중개한다.
- **제공 에이전트(provider agent):** 요청된 서비스를 수행한다.

그림 1 은 에이전트 기반의 시스템 개념도를 보이고 있다. 스마트 에이전트를 탑재한 모바일 기기는 협력 프로토콜 상에서의 역할에 따라 각 에이전트를 독립적으로 실행할 수 있다. 따라서 동시에 다중 역할을 담당할 수도 있으며 이에 따라 멤버의 지능 레벨을 다음과 같이 분류할 수 있다.

- **지능 레벨 1:** 멤버가 한가지 역할만을 수행한다. 즉, 요청, 중개, 제공 에이전트 중에서 한가지 타입의 에이전트만 실행된다.
- **지능 레벨 2:** 멤버가 2가지 역할을 독립적으로 수행한다. 즉, (요청 + 중개), (요청 + 제공), (중개 + 제공)의 역할을 동시에 수행한다.
- **지능 레벨 3:** 3가지 타입의 에이전트 역할을 동시에 담당한다.



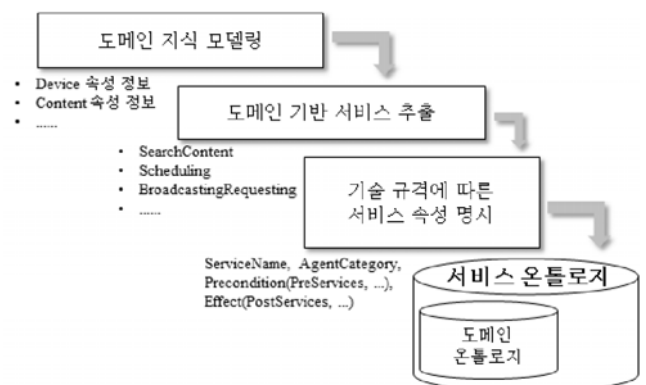
(그림 1) D2D 기반 스마트 에이전트 시스템

효율적인 협력 서비스를 위해 멤버의 역할은 상황(context)에 따라 동적으로 바인딩될 수 있어야 하는데, 본 논문에서 제안하고자 하는 서비스 온톨로지가 그 기반 지식이 된다.

3. 서비스 온톨로지와 동적 역할-멤버 바인딩

D2D 기반의 협력 서비스에 멤버로 참여하는 모바일 기기는 다중 역할을 수행할 수도 있으며, 실시간의 다양한 상황에 따라 역할이 변경될 수 있다. 즉, 모바일 기기의 특성 상, 기기의 전력량, 가용 저장 공간등과 같은 기기의 상태, 기기의 이동과 같은 상황 변화, 사용자의 설정 등에 따라 동적인 역할 변경이 필요하다. 본 논문에서는 역할과 멤버를 동적으로 바인딩하기 위한 기반으로써 3 가지 타입의 에이전트가 수행할 수 있는 기능을 “서비스” 단위로 추출하여 온톨로지 구축하기 위한 기법을 제안한다. 그림 2 는 서비스 온톨로지 생성 프로세스를 보이고 있으며, 4 단계로 진행된다.

- ① **도메인 지식 모델링:** D2D 기반 협력 서비스의 타겟 도메인에 대한 분석 및 표현 단계이다. 예를 들어, 콘텐츠 전송 도메인에 대해서는 모바일 기기의 속성 정보(ID, 상태, 역할 등)뿐만 아니라 전송 서비스 시 고려되어야 하는 콘텐츠 자체의 속성 정보(종류, 용량, 가격 등)를 분석하여 온톨로지 내에 표현한다.
- ② **도메인 기반 서비스 추출:** 타겟 도메인에서 발생 가능한 다양한 시나리오를 모델링함으로써 최대한 많은 기능을 도출하고 서비스 단위로 정의한다.
- ③ **서비스 속성 명시:** 2 단계에서 도출한 서비스에 대한 속성을 본 논문에서 제안한 규격 항목에 따라 기술하고, 에이전트 타입에 따라 분류 및 구조화한다.
- ④ **온톨로지화:** 기술된 서비스 정보를 온톨로지 언어로 기술한다.



(그림 2) 서비스 온톨로지 생성 프로세스

서비스 온톨로지 내에는 추출된 서비스가 에이전트 타입에 따라 분류되어 포함되고, 각 서비스에 대한 세부 정보를 기술하게 된다. 표 1 에 보인 에이전트 서비스의 기술 규격은 서비스에 대한 기본 정보뿐만 아니라 각 서비스를 실행하기 위한 전제조건, 서비스 제공 후의 효과와 같은 속성 정보를 기술하기 위한 목적으로 정의되었다. 이 규격에 따라 기술된 서비스 정보는 해당 역할을 실제 실행 환경에서 가장 적합한 모바일 기기로 바인딩하는데 활용된다.

<표 1> 서비스 온톨로지 기술 규격

ServiceProfile			
ServiceID	ServiceName	AgentCategory	Description
Precondition			
DeviceCondition			
Status	BatteryResidual	Capacity	Trust
Precondition			
DeviceCondition		ServiceCondition	
UserSetting	Input	PreServices	
Effect			
DeviceStatus	PostServices	Output	

제안한 규격의 항목 중, ServiceProfile 항목은 서비스에 대한 기본 정보를 기술한다.

- ServiceID: 서비스의 식별자이다.
- ServiceName: 서비스의 이름이다.
- AgentCategory: 서비스의 에이전트 타입으로서, 요청/중개/제공 에이전트의 3가지 타입 중 하나로 명시된다. 멤버가 해당 서비스를 수행하게 되면 이 항목에 명시되어 있는 에이전트 타입으로 역할이 결정된다.
- Description: 서비스에 대한 간단한 설명을 기술할 수 있다.

Precondition 항목은 서비스 수행에 요구되는 전제 사항들로서, 기기와 서비스에 대한 전제 조건들로 분류하였다. DeviceCondition 은 서비스를 수행할 모바일 기기의 상태를 표현한다. 즉, 근거리의 멤버 중에서 이 속성들에 명시되어 있는 조건을 만족하는 멤버에게 해당 서비스를 제공하기 위한 역할을 바인딩할 수 있다.

- Status: 해당 서비스를 수행하기 위한 모바일 기기의 상태 조건이다. 기기는 현지점에 수행 중인 작업의 부하 정도에 따라 레벨값을 갖게 되는데, 서비스를 원활하게 수행하기 위한 최대 부하치를 명시한다.
- BatteryResidual: 해당 서비스를 수행하기 위해 필요한 기기의 최소 배터리 잔류량이다.
- Capacity: 해당 서비스를 실행하기 위해 요구되는 기기의 하드웨어적 성능 레벨을 기술한다.
- Trust: 해당 서비스를 수행하게 될 기기에게 요구되는 신뢰도 레벨이다. 모든 기기는 협력 서비스에 멤버로써 참여하면서 역할을 충실히 수행해왔는지에 대한 신뢰도를 평가받게 되는데, 해당 서비스를 수행할 수 있는 기기의 최소 신뢰도 레벨을 명시한다.
- UserSetting: 기기 사용자의 설정 정보이다. 사용자는 소유 기기의 역할을 제한하거나 특정

서비스의 제공을 거부하는 등의 설정을 수동으로 할 수 있기 때문에, 해당 서비스를 실행하기 위해 요구되는 설정 상태를 명시한다.

Precondition 항목의 ServiceCondition 은 서비스 자체에 대한 전제 조건이다.

- Input: 서비스를 수행할 때 필요한 입력 값이다.
- PreServices: 해당 서비스를 수행하기 전에 협력 프로토콜 상에서 반드시 제공되어야 하는 서비스를 명시한다.

Effect 항목은 서비스가 수행되면서 혹은 수행된 후에 발생하는 효과를 기술한다.

- DeviceStatus: 해당 서비스를 수행하게 되는 멤버 기기의 상태가 명시된 상태로 변경된다. Precondition의 Status 항목과
- PostServices: 해당 서비스가 제공된 후에 협력 프로토콜 상에서 반드시 제공되어야 하는 서비스를 명시한다.
- Output: 서비스 제공 후에 얻게 되는 결과물이다.

제안한 규격에 명시된 속성 정보는 실행 시간에 필요한 서비스를 적합한 기기로 바인딩하기 위해 활용된다. 즉, 실시간에 변화하는 상황과 필요한 서비스의 Precondition 과 Effect 규격 항목에 명시되어 있는 속성 정보를 비교하여 서비스를 실행할 기기를 결정함으로써 동적으로 역할과 멤버를 바인딩하는 것이 가능해진다.

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 D2D 기반의 서비스를 위한 스마트 에이전트 시스템이 실시간의 상황을 인지하여 역할과 멤버(실제 모바일 기기)를 동적으로 바인딩할 수 있도록 하기 위한 지식 베이스로서 서비스 온톨로지를 설계하였다. 에이전트 타입별로 분류한 각 서비스에 대한 속성 정보를 서비스 온톨로지에 기술함으로써 실행 시간에 역할을 수행할 적합한 기기를 바인딩하는 것이 가능해진다. 향후에는 설계한 스마트 에이전트 시스템을 콘텐츠 전송과 같은 다양한 타겟 도메인 서비스에 대해 구현 및 테스트할 계획이다.

참고문헌

- [1] 홍종우, 성선익, 박승일, 박천우, 김준영, 최성현, 이광복, "D2D 통신 기술 및 표준화 동향", 대한전자공학회지, 제 4 권 제 4 호, 2013, pp.77-87.
- [2] D. Feng, L. Lu, Y. Yuan-Wu, G.Y. Li, G. Feng, S. Li, "Device-to-Device Communications Underlying Cellular Networks", IEEE Transactions on Communications, Vol.61, No.8, 2013, pp.3541-3551.
- [3] X. Wu, S. Tavildar, S. Shakkottai, T. Richardson, J. Li, R. Laroia, A. Jovicic, "FlashLinQ: A Synchronous Distributed Scheduler for Peer-to-Peer Ad Hoc

- Networks”, IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol.21, Issue 4, 2013, pp.1215-1228.
- [4] D. Camps Mur, A. Garcia, P. Serrano, “Device-to-device communications with Wi-Fi Direct: overview and experimentation”, IEEE Wireless Communications, Vol.20, Issue 3, 2013, pp.96-104.
- [5] 마진석, 김도형, 이재호, 박충범, 윤석진, 이형석, 류철, “D2D 서비스 개발 현황 (Wi-Fi Direct 기술 중심으로)”, 정보과학회지, 2012, pp.38-45.
- [6] L. Keller, A. Le, B. Cici, H. Seferoglu, C. Fragouli, A. Markopoulou, “MicroCast: Cooperative Video Streaming on Smartphones”, In Proceedings of the 10th International Conference on Mobile Systems, Applications and Services, 2012, pp.57-70.
- [7] C. Varga, L. Blazovics, H. Charaf, F.H.P. Fitzek, “Mobile Peer-to-Peer Spreading of Content”, In Proceedings of IEEE 73rd Vehicular Technology Conference, 2011, pp.1-4.
- [8] S. Ryu, S-K Park, N-H Park, S. Chung, “Development of Device-to-Device (D2D) Communication based New Mobile Proximity Multimedia Service Business Models”, In Proceedings of IEEE International Conference on Multimedia and Expo Workshops, 2013, pp.1-6.
- [9] 백두산, 이정원, “D2D 기반 콘텐츠 전송을 위한 서비스 에이전트 설계”, 한국 소프트웨어공학 학술대회 논문집, 제 16 권 제 1 호, 2014, pp.485-493.