

핫스팟 무선랜 환경에서의 상황정보 발견 프로토콜 설계

강범석^o 정성훈
연세대학교

{led2571^o, shjeong}@kurene.yonsei.ac.kr

Design of Context Discovery Protocol in Hot-spot wireless environment

Beom-Seok Kang^o Seong-Hun Jeong
Dept. of Computer Science, Yonsei University

요 약

현재의 컴퓨팅 환경은 수많은 센서와 컴퓨팅 디바이스에서 사용자와 주위 환경에 대한 상황 정보를 생성하고 있다. 이러한 상황정보는 무선 네트워크와의 결합을 통하여 정보가 필요한 서비스로 전달되어 사용자에게 더욱 지능화된 서비스를 제공하는 방향으로 발전하고 있다. 이러한 환경에서 서비스는 주변에 존재하는 상황정보 제공자를 검색하여 상황정보를 제공받을 수 있어야 한다. 수많은 상황정보 정보제공자가 무선 네트워크를 통하여 상황정보를 제공하는 환경에서 필요한 상황정보 제공자를 찾고 상황정보를 전송하는 효율적인 프로토콜이 필요하다. 본 논문에서는 모바일 무선 네트워크에 적합한 상황정보 제공자의 검색과 상황정보 전송을 위한 상황정보 발견 프로토콜(Context Discovery Protocol)을 디자인하였다.

1. 서론

현재의 컴퓨팅 환경은 인터넷 및 모바일 네트워크의 급속한 확산과 무선 네트워크의 결합을 통하여 유비쿼터스 컴퓨팅 환경으로 진화되어 가고 있다. 최근에는 수많은 새로운 형태의 디바이스와 서비스가 등장하고 있으며 이는 소형화, 착용화, 지능화되는 경향을 보이고 있으며 특히 서비스는 사용자의 상황정보와 연관하여 지능화된 서비스를 제공하는 방향으로 발전하고 있다.

모바일 컴퓨팅 환경의 확산으로 사용자 단말기에서 구동되는 서비스는 지속적으로 변화하는 주위의 환경에 적응하는 기능을 제공할 수 있어야 한다. 이러한 환경에서 서비스는 주변에 존재하는 상황정보 제공자를 검색하여 상황정보를 제공받을 수 있어야 한다. 이를 지원하기 위한 방법으로 Jini, UPnP, Salutation 등의 서비스 발견 프로토콜을 지원하는 몇몇 아키텍처가 사용가능하다. 그러나 대부분의 서비스 발견 프로토콜은 중앙집중적인 디렉토리 구조를 가지고 있으며 다양한 종류의 서비스를 지원하기 위하여 발견된 서비스의 정보 전송에 많은 네트워크 트래픽을 요구하고 있다. 이들을 상황정보 제공을 위하여 센서의 발견에 적용하는 경우 사용자가 디렉토리가 존재하지 않는 위치로 이동하는 경우 발견이 불가능하다. 또한 주위에 수많은 센서가 존재하고 네트워크 대역폭이 좁은 무선 네트워크 환경에서는 많은 네트워크 트래픽을 유발하는 취약점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 상황정보에 적합한 발견 프로토콜은 디렉토리가 존재하지 않는 구조를 지원하여야 하며 상황정보에 특화된 비교적 작고 견고한 정보 전송 방법을 제공하여야 한다.

본 논문에서는 모바일 무선 네트워크 환경에서 수많은 센서를 효율적으로 발견할 수 있는 상황정보 전송 프로토콜을 제안하고자 한다.

2. 관련 연구

사용자의 주변에 존재하는 서비스 탐색을 목적으로 Jini[1]의 Service Discovery Protocol, MIT의 INS/Twine, DEAPspace[2], Berkeley의 Secure Service Discovery Service등의 다양한 서비스 탐색 프로토콜들이 개발되었다. 다음과 같은 이유로 이러한 프로토콜은 수많은 센서가 상황정보를 생성하여 무선 네트워크를 이용하여 전송하는 환경에 적용하는 것은 부적당하다.

첫째, Jini의 Lookup Service나 SLP[3]의 DA(Directory Agent) 같은 디렉토리 구조를 가지고 서비스 등록에 기반하는 서비스 발견 프로토콜은 휴대 기기의 이동성을 충분히 반영하기 어렵다. 네트워크 토폴로지의 변화가 심한 모바일 컴퓨팅 환경에서는 디렉토리가 최신 서비스 목록을 가지기 위해 발생하는 많은 네트워크 트래픽을 발생 시킨다. 또한 이동으로 인하여 네트워크 토폴로지가 변하기 이전에 빠른 탐색 완료의 보장이 필요하다.

둘째, 디렉토리를 가진 서비스 디스커버리 프로토콜은 서비스 탐색을 위해서 네트워크 안에 디렉토리가 항상 존재해야 하는 추가의 비용 부담이 있다. 더구나 탐색의 대상이 서브넷(subnet) 영역 이상이 될 경우, 하나 이상의 디렉토리가 존재하여야 하고 그 디렉토리들의 구성을 효율적인 구조로 유지해야 하는 부담이 생긴다.

본 논문의 상황정보 발견 프로토콜은 이러한 문제점을 해결하기 위해서 상황정보를 캐싱하기 위한 디렉토리가 없는 분산형 Pull방식을 채택하여 효율적이고 빠른 탐색을 지원하기 위한 프로토콜 구조로 설계하여 사용하였다.

3. General Context Discovery Protocol

여러 가지 서비스 발견 프로토콜을 응용하여 디렉토리가 없

는 구조를 가진 간단한 상황정보 기반 발견 프로토콜을 가정하였으며 이를 'General Discovery Protocol (이하 GDP)'이라 하였다. 또한 다양한 센서 및 컴퓨팅 장치로부터 센싱된 정보를 수집, 저장하여 무선 네트워크를 통하여 전송하는 역할을 수행하는 Embedded Context Provider (이하 ECP)와 모바일 장치에서 필요한 상황정보를 찾고 전송 받아 서비스로 전달하는 역할을 수행하는 Context Mediator (이하 CM)가 상황 정보 발견 프로토콜에 참여하게 된다.

GDP에서 CM은 ECP를 발견하기 위하여 UDP 멀티캐스트 프로토콜을 이용하여 상황정보 발견 요청 패킷 (Context Discovery Request Packet)을 전송한다. 이 패킷을 받은 ECP는 필요한 상황정보를 제공할 수 있는 경우 UDP 유니캐스트 프로토콜을 통하여 응답 패킷(Reply packet)을 전송하여 탐색 과정을 완수한다. 그렇지만 GDP는 다음에서 설명하는 이유로 상황정보 탐색 프로토콜로서는 취약점을 가지고 있다.

3.1 General Discovery Protocol의 패킷 드롭

만일 Hot-spot 무선랜 환경에서 같은 Access Point를 공유하는 ECP들이 CM이 보낸 상황정보 발견 요청 패킷을 받으면, 필요한 상황정보를 제공할 수 있는 ECP들은 거의 동시에 응답 패킷을 전송한다. 이러한 응답 패킷을 받는 Access Point나 HUB는 일시적으로 많은 패킷이 집중되어 전송 버퍼의 오버플로우가 발생한다. 이로 인하여 일부 응답 패킷이 손실(Drop)되어 CM은 적합한 ECP를 찾지 못하는 경우가 발생한다.

응답 패킷의 손실에 대하여 CM은 정확한 상황정보 제공자의 탐색을 위하여 상황 탐색 요청 패킷을 재전송 해야 하므로 전체 탐색 시간과 네트워크 트래픽은 재전송 횟수에 비례하여 증가한다.

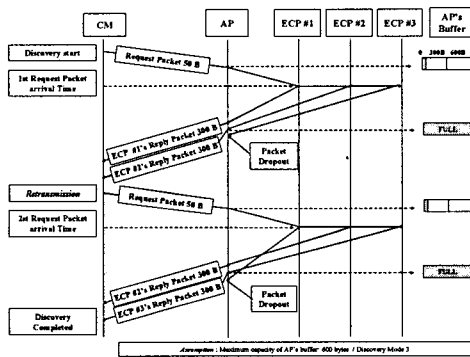


그림 1. 재전송 시나리오

3.2 Context Discovery Protocol의 설계 목표

본 논문의 상황정보 발견 프로토콜은 위에서 언급한 기존 서비스 발견 프로토콜의 한계를 극복하고 GDP의 패킷 손실에 의한 취약점을 개선하기 위하여 다음과 같은 설계 목표를 가진다.

첫째, 모바일기기의 이동 특성상 모바일기기의 위치, 시간

정보 등이 예측 불가능하다. 현재의 802.11 표준 프로토콜은 끊김 없는 접속(Seamless Connection)을 위하여 핸드오버(Handover)를 지원하고 있지만 핸드오버로 인하여 상황정보 발견 프로세스가 간섭 받는 것을 극복하기는 기술적인 한계가 있다[4]. 그러므로 모바일기기가 핫스팟 접속 가능 지역을 벗어나 접속끊김이 발생하기 이전에 탐색을 완료하는 빠른 탐색 시간이 요구 된다.

둘째, Hot-spot 무선랜의 낮은 대역폭과 패킷 손실률을 고려하여 높은 탐색 확률을 가지고 적은 양의 네트워크 트래픽을 사용하는 안정적인 프로토콜이어야 한다.

이러한 목표를 달성하기 위하여 GDP는 상황 정보 탐색을 위한 재전송을 줄이는 것이 필요하며 이것은 패킷 손실률을 낮추는 것이 중요한 목표가 된다..

4. Context Discovery Protocol의 설계

본 논문에서는 3 가지 세부 프로토콜을 설계하였다. 각각의 프로토콜은 일시적인 응답 패킷의 집중을 피하고 패킷의 크기를 조정하여 AP 또는 HUB의 전송버퍼 오버플로우를 회피하도록 하였다.

4.1 Fast Discovery Protocol

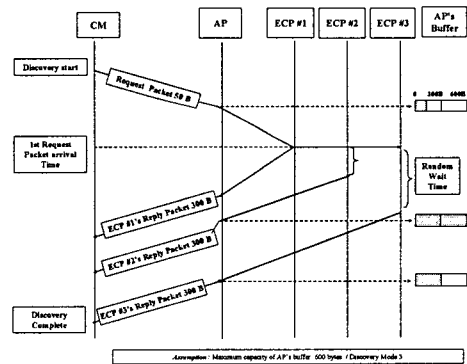


그림 2. Fast Discovery Protocol의 개념

Fast Discovery Protocol (이하 FDP)은 ECP가 임의의 지연 시간(Random Wait Time)을 기다린 후 응답 패킷(Reply Packet)을 전송하는 방식이다. 이 프로토콜은 ECP의 응답 패킷이 동일한 AP로 집중되는 것을 방지하여 GDP에 비하여 낮은 응답 패킷의 손실률을 가진다. 하지만 FDP역시 임의의 지연 시간의 최대값은 고정되므로 전체 ECP 개체수의 증가에 대하여 패킷 손실이 및 검색 실패 확률이 비례적으로 증가한다. 그러므로 완벽한 발견 완료를 위하여 상황정보 발견 요청을 재전송하는 단점이 있다.

4.2 Reliable Discovery Protocol

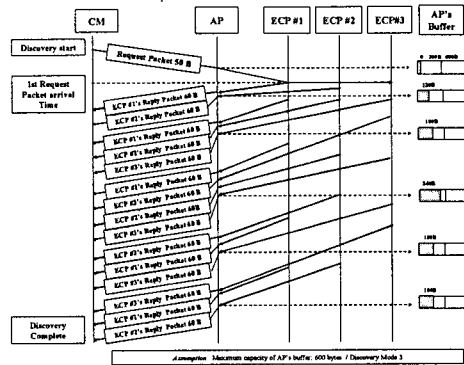


그림 3. Reliable Discovery Protocol의 개념

Reliable Discovery Protocol (이하 RDP)에서 ECP는 응답 패킷(Reply Packet)을 아래의 그림과 같이 일정한 작은 크기의 패킷으로 나누고 각각의 나누어진 패킷에 대하여 임의의 지연 시간(Random Wait Time)을 기다린 후 전송한다. 이 프로토콜 역시 ECP의 응답 패킷이 동일한 AP로 집중되는 것을 방지하여 GDP에 비하여 낮은 응답 패킷의 손실률을 가진다.

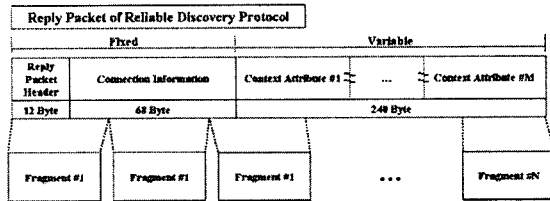


그림 4. RDP의 응답 패킷 명세

RDP 역시 임의의 지연 시간의 최대값은 고정되므로 전체 ECP 개체수의 증가에 대하여 패킷 손실이 발생한다. 그러나 이 경우 RDP는 GDP와 FOP와는 달리 하나의 응답 패킷의 조각이 모두 손실될 확률은 매우 낮으므로 ECP의 존재 여부는 확인할 수 있다. 그러므로 응답 패킷 조각이 손실된 각각의 ECP에 대하여 UDP 유니캐스트를 이용한 재전송이 가능하다. 즉 RDP는 높은 탐색 성공 확률을 보장하고 UDP 멀티캐스트 프로토콜을 이용한 재전송으로 인하여 중복되는 응답 패킷을 줄일 수 있는 반면 손실이 발생된 응답 패킷의 분석을 위하여 반드시 재전송이 필요한 단점이 있다.

4.3 Semantic Discovery Protocol

Semantic Discovery Protocol (이하 SDP)는 RDP가 응답 패킷의 조각이 손실되는 경우 손실 시 반드시 상황 정보 요청 패킷을 재전송해야 한다는 점을 보완한 방법이다. 이 프로토콜은 균등한 크기로 패킷을 나누지 않고 아래의 그림과 같이 응답 패킷이 가지고 있는 여러 가지 필드값들을 CM이 응답 패킷을 해석하는데 필수적인 필수 구문과 그렇지 않은 부가 구문들로 나누어 각각에 대하여 임의의 지연을 기다린 후 전송한다.

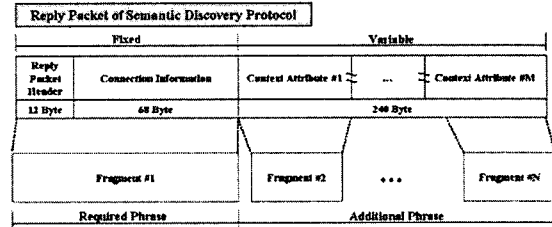


그림 5. SDP의 응답 패킷 명세

필수 구문은 센서 ID, 연결 포트를 포함하는 ECP의 연결 정보를 저장하고 부가 구문은 상황 정보의 유효 시간, 위치 등과 같은 상황 정보 속성을 저장한다. RDP는 응답 패킷의 필수 구문은 수신되고 부가 구문이 손실된 경우 CM의 응답 패킷의 부분적인 해석이 가능하므로 서비스의 판단에 따라 재전송을 피할 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 모바일 컴퓨팅 환경에서 디렉토리가 없는 구조를 가진 3가지 방식의 상황 정보 발견 프로토콜을 설계하였다. FDP는 제안된 다른 2가지 방식에 비하여 빠른 탐색 완료 시간을 보장 하지만 탐색 실패 시 상황정보 발견 요청을 재전송을 해야 하는 단점을 가지는 반면, RDP와 SDP는 탐색에 실패하여도 유니캐스트를 통한 재탐색과정을 통해 네트워크 트래픽을 줄일 수 있다. 또한 SDP는 RDP에 비하여 확률적으로 적은 재탐색과정을 필요로 한다.

향후 상황 정보 발견 프로토콜은 3가지 방식에서 모두 사용되어 지는 임의의 지연 시간에 대한 최적화 산출 방법을 연구하고 시뮬레이션을 통하여 무선 네트워크 환경에서 더욱 효율적으로 이용될 수 있는 여러 가지 기법을 개발하여야 한다.

감사의 글

본 연구는 BK 사업단의 지원 및 삼성중합기술원이 지원한 지능형 상환인지 기반의 유비쿼터스 컴퓨팅 타운 프로젝트(UTOPIA)의 연구결과로 수행되었음.

참고 문헌

- [1] R. Gupta, S. Talwar, and D. P. Agrawal, "Jini Home Networking: A Step toward Pervasive Computing," IEEE Computer, Vol. 35, pp. 34-40, 2002.
- [2] Hermann, R., Husemann, D. "DEAPSpace Transient AdHoc Networking of Pervasive Devices." Computer Networks, vol. 35, pp. 411-428, 2001
- [3] E. Guttman, "Service Location Protocol: Automatic Discovery of IP Network Services," IEEE Internet Computing, Vol. 3, 1999.
- [4] M. Heusse, F. Rousseau, "Performance Anomaly of 802.11b," Proc. of the Twenty-second Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies, Vol. 2, pp.836-843. 2003.