

특집논문-08-13-2-08

무선 애드-혹 네트워크를 위한 효율적인 서비스 검색 기법

김문정^{a)}, 이동훈^{b)†}

Service Discovery Scheme for Wireless Ad-hoc Networks

Moon Jeong Kim^{a)}, Dong Hoon Lee^{b)†}

요약

효율적인 서비스 검색 기법은 무선 애드-혹 네트워크의 유용성을 위해 중요한 특성이다. 무선 애드-혹 네트워크는 어떤 기존의 네트워크 하부구조 또는 중앙 관리 체계의 도움 없이 무선 이동 노드들만으로 구성되는 임시 네트워크이다. 본 논문에서는 무선 애드-혹 네트워크를 위해 중복을 허용하는 다중 경로 라우팅 프로토콜을 사용하는 효율적인 서비스 검색 기법을 제안한다. 이 기법은 다중 경로 소스 라우팅 프로토콜의 장점뿐만 아니라 크로스-레이서 서비스 검색의 장점 역시 갖는다. 시뮬레이션을 통해서 이 기법이 각 노드에서 다중 라우팅 경로를 유지함으로써 경로 단절시 보다 빠른 라우팅 복구가 가능하며, 다중 경로의 수를 제한하고 링크/노드 중복을 허용하는 다중 경로를 유지하도록 함으로써 라우팅 유지 오버헤드를 줄인다는 것을 보인다.

ABSTRACT

Efficient service discovery mechanism is a crucial feature for the usability of a wireless ad-hoc network. A wireless ad-hoc network is a temporal network formed by a collection of wireless mobile nodes without the aid of any existing network infrastructure or centralized administration. We propose an efficient service discovery mechanism using non-disjoint multi-path routing protocol for a wireless ad-hoc network. Our scheme has advantages of not only multi-path routing protocol but also cross-layer service discovery. By simulation, we showed that faster route recovery is possible by maintaining multiple routing paths in each node, and the route maintenance overhead can be reduced by limiting the number of multiple routing paths and by maintaining link/node non-disjoint multi-path.

Keywords : cross-layer service discovery, multi-path routing protocol, link/node disjoint multi-path, ad-hoc network

1. 서 론

무선 애드-혹 네트워크란 어떤 기존의 네트워크 하부구

조 또는 중앙 관리 체계의 도움 없이 무선 이동 노드들만으로 구성되는 임시 네트워크를 말하며, 이러한 네트워크는 유비쿼터스 환경의 기본 인프라로 현재 활발한 연구가 진행되고 있다^{1,2)}. 특히, 무선 애드-혹 네트워크에서의 라우팅 프로토콜과 효율적인 서비스 검색 기법은 매우 중요한 연구분야이다. 특히, 다중 경로를 유지하도록 하여 데이터 전송 중 경로 실패 시 보다 빠른 재설정을 가능하도록 하는 연구가 진행되고 있으며^{3,4)}, 서비스 검색을 위한 정보를 경로 요청 패킷에 포함시켜 서비스 검색과 경로 검색을 동시

a) 성균관대학교 정보통신공학부

School of Information Communication Engineering, Sungkyunkwan University

b) 고려대학교 정보경영공학전문대학원 정보보호기술연구센터

Graduate School of Information Management & Security CI&S, Korea University

† 교신저자 : 이동훈(donghlee@korea.ac.kr)

※ 이 연구에 참여한 연구자 중 일부는 '2단계 BK21사업'의 지원비를 받았으며 다른 일부는 '지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업 (IITA-2008-(C1090-0801-0025))'의 지원비를 받았음.

에 수행하도록 하는 크로스 레이어 서비스 검색 기법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다⁵⁻⁷⁾.

본 논문에서는 다중 소스 라우팅 프로토콜을 이용하는 간단하고 효율적인 서비스 검색 기법을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 기법은 크로스 레이어 서비스 검색기법을 제공함으로써 서비스 검색 시간은 단축할 뿐만 아니라 다중 경로를 이용함으로써 경로 단절로 인한 경로 재설정 비용을 절감하며 보다 빠른 경로 재설정을 지원한다. 본 논문의 2절에서 관련 연구를 소개하고, 3절에서 제안기법에 대해 설명한다. 4절에서 성능평가의 결과를 보이고 5절에서 결론을 보인다.

II. 관련 연구

1. 다중 경로 소스 라우팅 프로토콜

다중 소스 라우팅 프로토콜에서는 가장 빠른 응답으로 형성된 경로를 능동경로로 사용하여 데이터를 전송하고 그 외의 제한된 수의 경로들은 수동경로로 유지하여 능동경로가 단절되었을 때 경로재설정 과정을 거치지 않고 바로 다른 경로를 이용하여 데이터를 전송할 수 있도록 하는 장점을 갖는다^{3,4)}. 특히, 다중 경로를 유지하는 과정에서 경로에 포함하는 링크/노드의 중복을 허용하는 경우가 중복을 허용하지 않는 경우에 비해 좋은 성능을 보인다^{8,9)}.

2. 네트워크 계층의 지원을 받는 서비스 발견

크로스 레이어 서비스 검색 기법은 임의의 서비스를 제공하는 노드와 그 노드의 위치를 동시에 검색하는 기법으로 라우팅 기법을 확장한 기법이다. 따라서 이러한 기법은 레이어가 분리된 전통적인 기법에 비해 서비스 검색으로 인한 메시지 수가 줄어드는 결과를 초래한다⁵⁻⁷⁾. 현재 제안되는 기법들은 단일 경로를 이용하므로 서비스 검색으로 인한 메시지 수는 줄어드는 반면, 경로 단절로 인한 재경로 설정에 대한 오버헤드는 고려되지 않고 있다. 본 논문에서는 서비스 검색을 위해 네트워크 계층의 지원을 받는 동시에 다중경로를 유지하도록 함으로써, 경로 단절시 보다 빠

른 경로 및 제어패킷의 오버헤드를 줄이는 효과를 갖는다.

III. 제안 기법

본 논문에서는 임의의 서비스를 제공하는 노드와 그 노드의 위치를 동시에 검색하는 크로스 레이어 서비스 검색 기법을 제안한다. 이 때 서비스를 요청하는 노드와 서비스를 제공하는 노드 간에 다중 경로를 유지하여, 하나의 경로가 단절되었을 때 재설정 과정을 거치지 않고 바로 다른 경로를 사용할 수 있도록 한다.

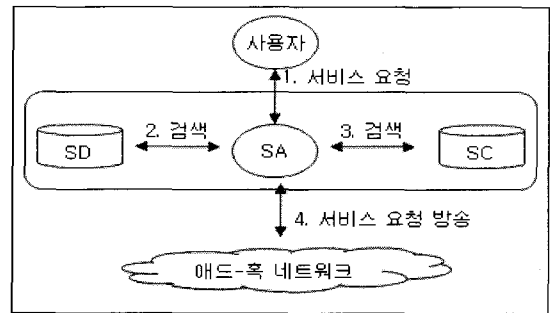


그림 1. 서비스 검색 구조
Fig. 1. Service discovery architecture

그림 1에서 보이는 바와 같이, 사용자의 서비스 요청을 받은 서비스 에이전트(SA)는 자신이 관리하는 서비스들의 목록이 저장된 서비스 디렉토리(SD)와 다른 노드들로부터 제공받은 서비스들을 관리하는 서비스 캐쉬(SC)를 검색한다. 이 때, 서비스를 발견하지 못하면 경로 요청 패킷 내에 필요한 서비스의 속성을 지정하여 무선 애드-혹 네트워크 내로 방송하게 된다.

1. 패킷 형식

그림 2에서 보이는 바와 같이, 본 논문에서 제안하는 서비스 검색 과정에서는 경로요청패킷(RQP)과 경로응답패킷(RRP)을 확장한 2가지 형식의 패킷을 사용한다.

그림 2에서, 서비스를 요청하는 노드(R)는 RQP 뒤에 요청하는 서비스의 속성을 포함하는 서비스요청패킷(SRQP)

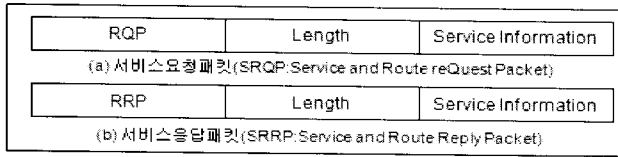


그림 2 패킷 형식

Fig. 2. Packet formats

을 방송한다. 해당 서비스를 포함한 노드가 SRQP를 수신하면 자신이 가진 서비스의 자세한 정보를 포함한 서비스 응답패킷(SRRP)을 생성하여 노드 R로 전송한다.

2. 시나리오

본 논문에서 제안하는 서비스 검색 기법의 동작 시나리오는 그림 3에서 보인다.

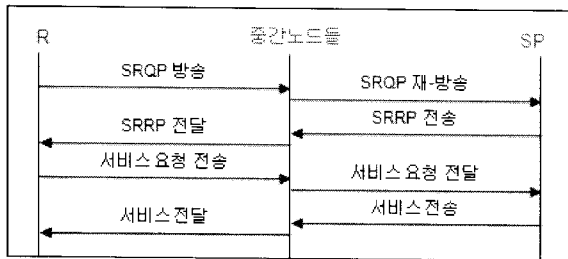


그림 3. 기본 동작 시나리오

Fig. 3. Basic operation

그림 3에서, 임의의 서비스를 검색하고자하는 노드, R은 먼저 자신의 서비스 디렉토리(SD)와 서비스 캐쉬(SC)를 검색한다. 이 때, 해당 서비스를 발견하지 못하면 서비스요청 패킷(SRQP)을 방송하게 된다. 이를 수신한 다른 이동 호스트들은 자신의 SD와 SC를 검색한 후 역시 해당 서비스를 검색하지 못하면 자신의 ID를 경로정보에 추가하여 다시방송한다. 서비스를 가진 노드(SP)가 해당 SRQP를 수신하면 자신이 가진 서비스의 자세한 정보를 포함하여 서비스응답 패킷(SRRP)을 R에게 전송한다. 이 때, 동일한 SRQP를 다른 경로로 전달받을 수 있으며 제한된 수의 다중 응답으로 노드 R과 SP 간에 다중 경로를 유지하여 하나의 경로가 단절되었을 때 재설정 과정을 거치지 않고 바로 다른 경로를 사용할 수 있는 장점을 가진다.

3. 알고리즘

본 절에서는 본 논문에서 제안하는 기법의 보다 자세한 처리절차를 설명한다.

3.1 요청자의 SA의 알고리즘

서비스 검색을 원하는 이동 호스트는 표 1에서 보이는 작업을 수행한다.

표 1. 요청자의 SA를 위한 알고리즘

Table 1. Algorithm for SA of a requester

```

Tw : timeout for waiting a SRRP
{
  search its SD for the service ;
  if (found) return the service ;
  else { // not found
    search its SC for the service ;
    if (found) return the service ;
    else {
      create a SRQP and broadcast it ;
      wait(Tw);
      while (not received a SRRP during Tw) {
        update Tw and TTL ;
        broadcast new SRQP ;
        wait(Tw) ;
      }
    }
  }
}
    
```

이동 호스트가 서비스 검색을 원할 때, 해당 호스트 내의 SA는 해당 호스트 내의 SD와 SC를 확인한다. 만일 해당 서비스를 발견하면 서비스하게되고, 그렇지 않으면 SRQP 패킷을 방송한다.

3.2 SRQP를 수신한 SA의 알고리즘

SRQP 패킷을 수신한 이동 호스트의 SA는 표 2에서 보이는 작업을 수행한다.

임의의 SP가 하나의 SRQP 패킷을 수신하면, 해당 SP는 SRRP 패킷을 생성하여 해당 요청자에게 전송한다. 그렇지 않으면 중복을 허용하는 다중 경로 라우팅 기법에 의해 해당 패킷을 처리한다.

표 2. SRQP를 수신한 SA의 알고리즘

Table 2. Algorithm for SA received a SRQP

```

if (duplicate information for (SourID,SeqNo) in History) {
    increase Pathcreated by one
    if (Pathcreated greater than Pathmax )
        discard SRQP // end
}
else {
    insert new entry in History
    set Pathcreated to 1
}
search its SD or SC for the service
if (found) { // at server
    reverse the source route in SRQP
    create a SRRP and transmit it to requester
}
else { // intermediate host
    decrease TTL by 1
    if ((TTL equals zero) or (its own ID exists within header of SRQP))
        discard SRQP // end
    else {
        append its own ID to the end of SRQP
        re-broadcast SRQP
    }
}
}
    
```

3.3 SRRP를 수신한 호스트의 알고리즘

임의의 SRRP 패킷을 수신하자마자, 해당 요청자는 수신된 SRRP 내의 라우팅 정보를 이용하여 해당 SP로 서비스를 요청한다. 해당 요청자는 자신의 라우팅캐쉬에 처음 수신하는 SRRP 패킷의 라우팅 정보를 능동경로(active route)로 저장하고, 다른 SRRP 패킷들 내의 경로정보는 수동경로(passive routes)로 저장한다. 임의의 중간 노드가 하나의 SRRP 패킷을 수신하면 해당 노드는 자신의 RC 내에 해당 경로 정보를 저장한 후 해당 SRRP의 다음 호스트로 해당 패킷을 전달한다.

IV. 성능 평가

본 논문에서는 제안 기법을 시뮬레이션하기 위해, Simlib이라는 시뮬레이션 툴을 사용하였다^[10]. 본 논문에서는 제안 프로토콜의 성능 평가를 위하여 총 시뮬레이션 시간은

1180초로하고 처음 1000초 후에 180초 동안 데이터 패킷을 전송하도록 수행하였다. 본 시뮬레이션을 위해 이동 호스트들의 이동 모델은 random waypoint model을 적용하였으며 pause time은 '0'으로 하였다. 데이터 패킷은 512 bytes CBR(Constant Bit Rate)로 가정하였으며, 초당 4개의 패킷을 전송하고, 홉 간의 전송 지연 시간은 30ms라 가정하였다. 네트워크 내에는 총 40개의 이동 호스트들이 존재하며, 전송 범위를 250m로 가정하였다. 각 시뮬레이션은 총 5회 시행하여 평균을 계산하였다. 본 논문에서는 경로의 수를 1, 3, 그리고 5로 하는 경우에 이동 호스트들의 평균 이동 속도에 따른 비교를 보였다.

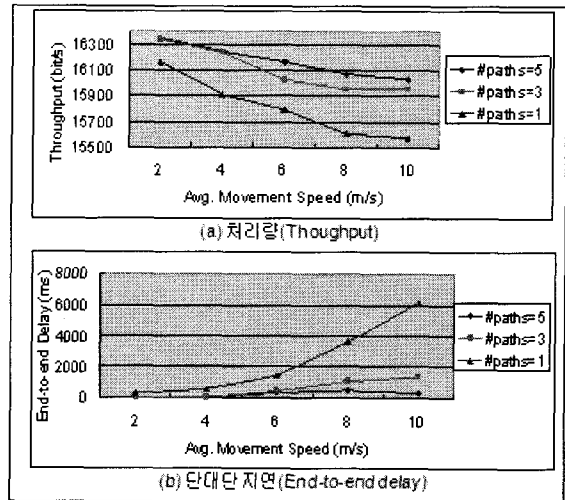


그림 4. 처리량 및 단대단 지연
Fig. 4. Throughput and end-to-end delay

그림 4(a)는 이동 호스트들의 이동 속도 변화에 따른 처리량을 보이며, 다중 경로 라우팅 프로토콜을 적용하는 경우가 단일 경로 라우팅 프로토콜을 적용하는 경우보다 처리량이 높고 이동 속도의 증가에 따른 변화가 급하지 않음을 보인다. 그림 4(b)는 이동 호스트들의 속도 변화에 따른 단대단 지연을 보이며, 이동 호스트들의 평균 이동 속도가 6m/s 이상일 때 단일 경로 라우팅 프로토콜의 단대단 지연이 급격히 증가함을 알 수 있다.

서비스와 경로를 동시에 요청하는 본 논문의 제안기법을 사용하는 경우가 서비스를 요청하고 경로를 다시 요청하는

전통적인 기법에 비해 메시지 오버헤드가 줄어드는 결과는 직관적으로 비교가 가능하다. 따라서 본 논문에서는 크로스 레이어를 사용하면서 다중 경로를 사용하는 경우와 단일 경로를 사용하는 경우에 대해 시뮬레이션 결과를 보였다. 다중 경로를 유지하기 위한 오버헤드와 단일 경로의 끊임으로 인한 경로 재설정 오버헤드로 인해 오버헤드 측면에서는 단일 경로와 다중 경로의 차이가 거의 없었다.

V. 결 론

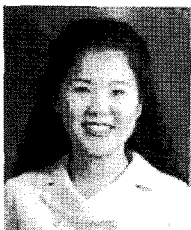
크로스-레이어 서비스 검색 기법은 서비스 검색 절차를 경로 검색 절차와 동시에 수행함으로써 생성되는 제어 패킷의 수를 줄이는 효과를 갖는다. 중복을 허용하는 다중 경로 소스 라우팅 프로토콜의 장점은 경로 실패시 경로 재발견 빈도를 줄인다는 것이다. 각 호스트가 다중 경로를 유지하기 때문에 보다 빠른 경로 복구가 가능하고 다중경로의 수를 제한하고 링크/노드의 중복을 허용하는 다중 경로를 유지하기 때문에 경로 유지 오버헤드를 줄일 수 있다.

본 논문에서는 무선 애드-혹 네트워크를 위해 중복을 허용하는 다중 소스 라우팅 프로토콜을 이용하는 효율적인 서비스 검색 기법을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 기법은 크로스 레이어 서비스 검색기법을 제공함으로써 서비스 검색 시간은 단축할뿐만 아니라 다중 경로를 이용함으로써 경로 단절로 인한 경로 재설정 비용을 절감하며 보다 빠른 경로 재설정을 지원한다.

참 고 문 헌

- [1] S. Corson and J. Macker, "“Mobile ad hoc (MANET): Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations”", RFC 2501, IETF, Jan. 1999.
- [2] D. Johnson, Y. Hu, and D. Maltz, "“The Dynamic Source Routing Protocol (DSR) for Mobile Ad Hoc Networks for IPv4”", RFC 4728, IETF, Feb. 2007.
- [3] A. Nasipuri, R. Castaeda, and S.R. Das, "“Performance of Multipath Routing for On-Demand Protocols in Ad Hoc Networks”", ACM/Baltzer Mobile Networks and Applications Journal, Vol.6, No.4, 2001, pp.339-349.
- [4] I. Hwang, C. Yeh, C. Wang, "“Link Stability, Loading Balance and Power Control Based Multi-path Routing (SBPMR) Algorithm in Ad Hoc Wireless Networks”", Proc. of the International Telecommunications Conf., Vol.1, Mar. 2003, pp. 406-413.
- [5] J.A. Garcia-Macias and D.A. Torres, "“Service Discovery in Mobile Ad-Hoc Networks: Better at the Network Layer?”", Proc. of the 2005 International Conf.on Parallel Processing Workshops, 2005, pp.14-17.
- [6] A. Varshavsky, B. Reid, and E. Lara, "“The Need for Cross-Layer Service Discovery in MANETs”", Technical Report CSRG-492, University of Toronto, 2004.
- [7] V. Atanasovski and L. Gavrilovska, "“Efficient Service Discovery Schemes in Wireless Ad Hoc Networks Implementing Cross-layer System Design”", Proc. of the International Conf. on Information Technology Interfaces, 2005, pp.496-501.
- [8] M.J. Kim, B.H. Kim, D.H. Lee, and Y.I. Eom, "“Non-disjoint Multi-path Source Routing Protocol for Ubiquitous Network”", Proc. of the International Ubiquitous Information Technology Applications Conf., Feb. 2007, pp. 424-433.
- [9] M.J. Kim, D.H. Lee, and Y.I. Eom, "“A Transformation Scheme for Enhanced Wireless Ad-Hoc Networks”", Proc. of the International Communications in Computing Conf., Jul. 2007, pp.36-42.
- [10] A.M. Law and W.D. Kelton, Simulation Modeling and Analysis, 3rd ed., McGraw-Hill, 2000.

저 자 소 개



김 문 정

- 1988년 2월 : 성균관대학교 정보공학과 학사 졸업
- 2000년 2월 : 성균관대학교 전기전자및컴퓨터공학과 석사 졸업
- 2005년 2월 : 성균관대학교 전기전자및컴퓨터공학과 박사 졸업
- 2006년 7월 ~ 2007년 6월 : 고려대학교 BK21 유비쿼터스 정보보호 사업단 박사후연구원
- 2007년 7월 ~ 2007년 11월 : 고려대학교 BK21 유비쿼터스 정보보호 사업단 연구교수
- 2007년 12월 ~ 현재 : 성균관대학교 정보통신공학부 연구교수
- 주관심분야 : 무선 애드-혹 네트워크, 서비스 디스커버리, 이동 에이전트

저 자 소 개

**이 동 훈**

- 1983년 8월 : 고려대학교 경제학과 학사 졸업
- 1987년 12월 : Oklahoma University 전산학과 석사 졸업
- 1992년 5월 : Oklahoma University 전산학과 박사 졸업
- 1993년 3월 ~ 1997년 2월 : 고려대학교 전산학과 조교수
- 1997년 3월 ~ 2001년 2월 : 고려대학교 전산학과 부교수
- 2001년 2월 ~ 현재 : 고려대학교 정보경영공학전문대학원 교수
- 주관심분야 : 암호프로토콜, RFID/USN 보안, 프라이버시 보호기술