

Mobile Ad-hoc Network 상의 분산된 서비스에 대한 신뢰도 평가 기법 설계 및 구현

장종덕* · 유황빈** · 윤창표**

요 약

이동 애드혹 네트워크 환경에서 신뢰할 수 없는 서비스들로 인해 과도한 트랜잭션이 발생되고 있다. 본 논문은 이러한 문제점을 극복하기 위한 방안으로, 이동 애드혹 네트워크 내에서 발생하는 기본적인 트랜잭션 메시지와 추가적인 트랜잭션 메시지에 의미를 부여하여 보다 나은 서비스를 제공하는 노드 선택의 기준이 될 수 있는 신뢰도 평가 기법을 제안한다. 제안한 신뢰도 기법을 구현하고 시뮬레이션을 통해서 평가된 신뢰도 값을 확인한다.

Design and Implementation about Trust Evaluation Mechanism of Distributed Services In Mobile Ad-hoc Network

Jang Jong Deok* · Ryu Hwang Bin** · Yoon Chang Pyo**

ABSTRACT

The many transaction occurs because of service will not be able to trust in mobile Ad-hoc Network. Overcomes like this problem point with the plan for, This paper proposes the trust evaluation mechanism which is the possibility becoming the standard of the node selection which provides a better service by using the transaction message which is basic occurs from within the mobile Ad-hoc network and in the transaction message which is additional. At last, this paper embodies the trust mechanism which proposes, confirms the trust value which is evaluated with NS2 simulator.

Key words : Mobile Ad-hoc Network, Trust Evaluation

접수일 : 2009년 10월 20일; 채택일 : 2009년 12월 15일

* 광운대학교 임베디드소프트웨어학과

** 광운대학교 컴퓨터과학과

1. 서 론

현재의 네트워크 환경은 단일 네트워크를 넘어 이동 네트워크로 변화되고 있으며, 이러한 이동 네트워크 환경에서 서비스를 제공하는 노드의 선택은 단일 네트워크 환경에서의 그것에 비해 고려해야 할 점이 많다. 단일 네트워크 환경은 회선 상태가 양호하고 네트워크 사용자에게 대한 정보가 어느 정도 존재하므로 노드의 신뢰성 판단에 대한 필요성이 적다. 하지만 이동 네트워크 환경은 회선 상태가 양호하지 못하고, 사용자에게 대한 익명성이 보장되므로 노드 선택에 있어서 기준이 될 만한 신뢰성과 같은 정보의 필요성이 크다. 본 논문은 이동 네트워크 환경 중에서 빈번한 토폴로지의 변화를 가지는 이동 애드혹 네트워크 환경을 기반으로 네트워크에서 발생하는 기본적인 트랜잭션 메시지와 추가적인 트랜잭션 메시지에 의미를 부여하여 보다는 서비스를 제공하는 노드 선택의 기준이 될 수 있는 신뢰도 평가 방법을 제시하고 구현한다.

2. 관련 연구

본 장에서는 모바일 애드 혹 네트워크의 특징과 일반적인 신뢰도 모델인 분산 신뢰도 모델, 분산 공용키 모델에 대해 소개한다.

2.1 모바일 애드 혹 네트워크

MANET(Mobile Ad-hoc Network)는 기존의 유선망 또는 기지국과 같은 중앙 관리 구조에 의존하지 않고 이동 노드(Node)들만으로 구성되며, 각각의 이동 노드들은 정해지지 않은 방향과 속도로 자유롭게 이동할 수 있다[1, 2]. 때문에 MANET을 구성하는 노드는 네트워크의 위상(topology)이 시간에 따라 동적으로 변화한다. 위상변화가 심한 MANET에서는 기존의 유선 네트워크에서 사용하는 라우팅 프로토콜을 사용하지 않고, MANET의 특성을

고려한 라우팅 프로토콜을 사용한다. 라우팅 프로토콜은 라우팅 경로 생성 방법에 따라 테이블 기반 방식, 요구 기반 방식, 혼합 방식으로 나뉜다[3].

2.2 분산 신뢰도 모델

분산 신뢰도 모델(Distributed Trust Model)은 각 노드마다 신뢰도 데이터베이스를 유지하기 위해서 추천 프로토콜을 이용하지만 계산된 신뢰도가 절대적이지 않다. 분산 신뢰도 모델은 -1부터 4까지 정수로 이루어진 신뢰도 값의 범위를 가진다. 각 노드는 추천자 뿐만 아니라 요청자로서 추천 프로토콜을 실행하고, 해당 노드에 추천된 신뢰도 값을 이용해서 신뢰도를 평가한다. 분산 신뢰도 모델은 일시적이고, 정형적이지 않은 환경에 적용하기에 알맞으며, 평가를 위해서는 항상 평가받을 노드를 지나간 다른 노드들의 추천이 필요하고, 거짓되거나 악의가 있는 추천들은 다루지 못한다는 단점을 가진다[4].

2.3 분산 공용키 모델

분산 공용키 모델(Distributed Public-Key Model)은 많은 서버에서 이용되는 증명서 인증을 위한 개인키 분배에 사용되는 모델이다.

$(n, t+1)$ 은 n 개의 서버 중에서 어떤 $(t+1)$ 서버가 완전한 비밀키를 생성하기 위해서는 n 개의 서버의 부분키들을 결합해야한다는 것을 의미한다. 마찬가지로 최소한 $(t+1)$ 서버는 비밀키를 얻기 위해서 n 개의 서버와 타협을 해야 한다. 이 식은 꽤 견고하지만, 이동 애드혹 네트워크에서 응용하기에는 제한적인 많은 요소를 가지고 있다. 첫째로 서버의 광범위한 사전 설정과 분산된 주요 권한이 요구된다. 둘째로 $(t+1)$ 서버는 검증을 원하는 어떤 노드에 접근 가능하지 못할 수도 있다. 끝으로 비동기 암호 연산은 노드의 배터리를 많이 소모한다. 안정적인 신뢰도 평가는 가능하지만 실제 이동 애드혹 네트워크에 적용하기에는 많은 문제를 가진다[4].

3. 제안 기법

본 장에서는 신뢰도 평가 요소, 신뢰도 평가 방법으로 나누어 신뢰도 평가 방법에 대해서 기술한다.

3.1 신뢰도 평가 요소

이동 애드혹 네트워크 환경에서 각각의 이동 노드들은 다양한 성능과 이동성을 갖고 있으며 일부 이동 노드들은 서비스를 공유하고 제공함으로써 여러 가지 다양한 메시지들이 발생하게 된다. 이처럼 각각의 이동 노드들이 상호간에 서비스 이용으로 발생하는 기본적인 메시지들 중 일부를 신뢰도 평가의 요소로 활용한다. 이러한 방식은 메시지 오버헤드를 최소화 할 수 있다는 장점을 가지지만, 기본적으로 발생하는 메시지만으로는 신뢰성 있는 노드를 판단하는 요소로 부족함이 많다. 때문에 본 논문에서는 추가적인 메시지를 발생하여 신뢰도 평가 요소로 활용한다.

3.1.1 기본적인 트랜잭션 메시지

Data Request Message, Ack Message, Transmission Error Message, Transmission Delay Message, Transmission Complete Message 등이 기본적으로 이동 애드혹 네트워크에서 발생된다. 이 중에서 Transmission Delay Message와 Transmission Error Message를 노드의 이동성에 대한 부정적인 신뢰도 평가 요소로 이용하고, Transmission Complete Message와 Ack Message를 노드의 이동성에 대한 긍정적인 신뢰도 평가 요소로 이용한다.

〈표 1〉 기본적인 트랜잭션 메시지 사용

트랜잭션 메시지	평가 요소
Data Request Message	미사용
Ack Message	사용(긍정적)
Transmission Error Message	사용(부정적)
Transmission Delay Message	사용(부정적)
Transmission Complete Message	사용(긍정적)

3.1.2 추가적인 트랜잭션 메시지

본 논문에서는 이동 애드 혹 네트워크 내에서 노드가 제공할 수 있는 서비스의 개수를 총 5가지(FTP, HTTP, SMTP, SNMP, MIME)로 제한한다. 서비스를 제공하는 각 노드는 자신이 현재 서비스하고 있는 서비스 목록을 다른 노드에게 메시지(Service List Message)로 전달한다. 뿐만 아니라 Service List Message와 일치하지 않는 서비스를 하는 노드를 확인 시에는 Service Incorrect Message를 일치하게 서비스 하는 노드를 확인 시에는 Service Correct Message를 추가 트랜잭션 메시지로 정의하여 노드에 대한 신뢰도 평가 요소로 사용한다.

〈표 2〉 Service List Message의 예

FTP	HTTP	SMTP	SNMP	MIME
1	0	1	0	1

3.2 신뢰도 평가 방법

제 3.1절에서 정의한 평가 요소를 바탕으로 서비스를 제공하고 있는 노드에 대한 신뢰도 평가 방법을 제시한다.

3.2.1 Movement Trust

Movement Trust는 이동 애드혹 네트워크 환경에서 서비스를 제공하고 있는 노드의 이동성을 평가하는 신뢰도이다.

이동 노드 N_i 가 이동 노드 N_j 로부터 임의의 데이터를 요청하고 수신하는 동안 발생할 수 있는 메시지들의 성격은 크게 긍정적인 트랜잭션($tr(M_i, M_j) = 1$)과 부정적인 트랜잭션($tr(M_i, M_j) = -1$)으로 나뉜다. 이때 이동 노드 N_i 가 이동 노드 N_j 로부터 수신한 각각의 트랜잭션들에 대한 평가는 다음과 같은 합으로 정의한다.

$$s_{ij} = \sum tr_{ij} \quad (1)$$

아래의 식은 노드 i와 노드 j간에 발생하는 트랜잭션 메시지를 이용하여 서비스를 요청한 노드 j가 서비스를 제공한 노드 i의 Movement Trust를 평가하는 방법이다.

〈표 3〉 Movement Trust 평가 요소

$T_{negative}$	$T_{positive}$
Transmission Error Message, Transmission Delay Message	Ack Message, Transmission Complete Message

전체 Transaction $T_{total} = T_{negative} + T_{positive}$ 이면

Movement에 대한 긍정적인 Transaction의 합(M_p)은

$$M_p = \sum T_{negative}$$

Movement에 대한 부정적인 Transaction의 합(M_n)은

$$M_n = \sum T_{positive}$$

노드 j가 평가하는 노드 i의 Movement Trust($MT_i(j)$)는

$$MT_i(j) = \frac{M_p - M_n}{M_p + M_n} \quad \text{for } M_p + M_n \neq 0, \quad \text{else } MT_i(j) = 0$$

$$-1 \leq MT_i(j) \leq +1$$

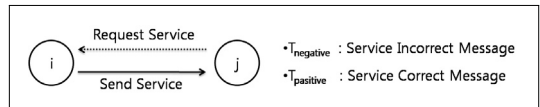
3.2.2 Service Trust

Service Trust는 서비스를 제공하는 노드가 제시한 서비스 목록과 일치하게 서비스를 하고 있는가를 평가하는 신뢰도이다.

〈표 2〉에서 제시한 바와 같이 Service List Message에는 지금 노드가 서비스하고 있는 서비스의 목록이 담겨있다. 이 메시지를 보고 주변 노드가 서비스를 받기 위해 접근해 왔을 때, Service List Message의 내용과 다르게 서비스를 하고 있다면, 이것은 이동 애드혹 네트워크에 불필요한 트랜잭션을 유발하게 되므로 신뢰도 평가에 반영하는 것

이 바람직하다.

노드 i와 노드 j간에 발생하는 트랜잭션 메시지를 이용하여 서비스를 요청한 노드 j가 서비스를 제공한 노드 i의 Service Trust를 평가하는 방법은 아래와 같다.



전체 Transaction $T_{total} = T_{negative} + T_{positive}$ 이면

Service에 대한 긍정적인 Transaction의 합(S_p)은

$$S_p = \sum T_{negative}$$

Service에 대한 부정적인 Transaction의 합(S_n)은

$$S_n = \sum T_{positive}$$

노드 j가 평가하는 노드 i의 Service Trust($ST_i(j)$)는

$$ST_i(j) = \frac{S_p - S_n}{S_p + S_n} \quad \text{for } S_p + S_n \neq 0, \quad \text{else } ST_i(j) = 0$$

$$-1 \leq ST_i(j) \leq +1$$

(그림 1) Service Trust 평가 요소

3.2.3 Oneself Trust

Oneself Trust는 서비스를 제공하고 있는 노드가 스스로를 평가하는 신뢰도로써 다른 노드로부터 평가 받기만 하는 경우, 악의적인 노드에 의해서 신뢰도가 낮아질 수 있는 문제점을 보완한다.

이동 애드혹 네트워크에서 지원 가능한 서비스의 범위(Network Service Range)를 서비스 제공 노드가 지원 가능한 서비스의 범위(Available Service Range)로 나눈 값을 Oneself Trust의 평가값으로 이용한다.

노드 i가 자신의 Oneself Trust를 평가하는 방법은 아래와 같다.

노드 i 가 평가하는 Oneself Trust($OT(i)$)는

$$OT(i) = \frac{\text{Available Service Range}}{\text{Network Service Range}}, \text{ Network Service Range} = 5$$

$$0 \leq OT(i) \leq +1$$

여기서 Available Service Range는 Service List Message의 값을 이용하여 구한다.

3.2.4 Trust Computation

개별적으로 구한 Movement Trust, Service Trust, Oneself Trust 값을 적절한 가중치(weight)을 적용하여 최종적인 하나의 신뢰도 평가값으로 구하는 과정이다.

아래의 표는 신뢰도에 따른 가중치를 나타낸다. 노드의 이동성, 서비스의 정확성, 노드 자신의 평가값 중에서 보다 중요하게 생각하는 평가값에 가중치를 더 많이 부여하여, 서비스 노드에 대한 최종적인 신뢰도 평가에 반영할 수 있다.

〈표 4〉 신뢰도에 따른 가중치

신뢰도(Trust)	가중치(Weight)
(M) Movement Trust	W(M)
(S) Service Trust	W(S)
(O) Oneself Trust	W(O)

가중치를 적용하여 노드 j 가 노드 i 에 대해 평가한 최종 신뢰도 $T_i(j)$ 는 아래와 같이 계산한다.

$$T_i(j) = W(M) \times MT_i(j) + W(S) \times ST_i(j) + W(O) \times OT_i(j)$$

이때 $W(M) + W(S) + W(O) = 1$ 이다.

최종적으로 계산된 신뢰도 $T_i(j)$ 는 서비스를 제공받은 노드 j 에 직접 저장되며, 서비스를 필요로

하는 노드들은 이러한 신뢰도를 바탕으로 서비스 노드를 선택하게 된다.

4. 시뮬레이션

이번 장에서는 본 논문에서 제안한 신뢰도 평가방법을 NS-2(Network Simulator)시뮬레이터를 이용하여 직접 구현하여 얻은 신뢰도 값을 보인다. 테이블 기반 방식인 DSDV 라우팅 프로토콜 기반에서 이동 노드 간에 Ping Test를 하는 기본 코드를 수정하여, 제 3.2절에서 제안한 신뢰도 평가 방법을 구현하였다. 아래 <표 5>는 시뮬레이션에 적용된 환경변수를 나타낸다.

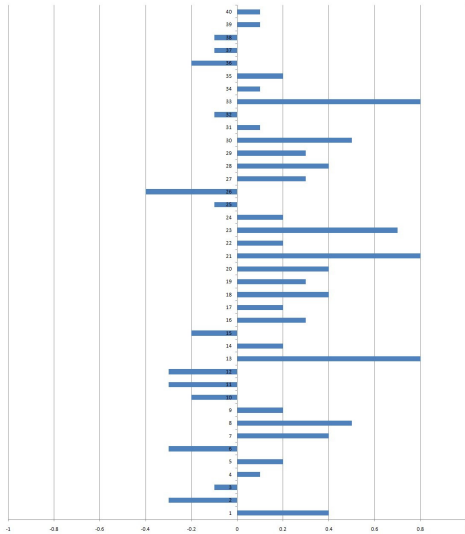
〈표 5〉 시뮬레이션 환경 변수

환경 변수	값
시뮬레이션 시간	360초
네트워크 범위	1500m x 1500m
노드 수	40
전송 거리	250m
패킷 전송률	1Mbps
서비스 요청 노드 속도	Min-Max 3-10 m/초
서비스 제공 노드 속도	Min-Max 1-5 m/초
MANET 라우팅 프로토콜	DSDV
MAC 프로토콜	IEEE 802.11 WLAN

40개 노드를 가지는 이동 애드혹 네트워크 환경에서 360초 동안 계산된 각 노드의 신뢰도 평가값은 다음 그림과 같다.

5. 결 론

전체적인 이동 애드혹 네트워크에서의 평가 시스템은 분산되어 있는 신뢰도의 값을 어떻게 집중된 관리 장치 없이 수집할 것인가가 관건이다.



본 논문에서 제안한 신뢰도 평가기법은 현실적인 문제로 인해 네트워크에 존재하는 모든 노드에게서 평가 정보를 얻지 못하고, 1홉(hop) 거리에 있는 이웃 노드들의 평가 정보만을 수신할 수 밖에 없다는 문제가 있다. 만약 네트워크를 구성하는 모든 이동 노드들로부터 서비스에 대한 평가를 얻게 된다면 평가 정보 수집을 위한 요청 메시지의 증가로 인해 이동 애드혹 네트워크 전체에 심각한 메시지 오버헤드가 발생하고 이는 전체적인 성능저하로 이어진다.

평가를 위해 추가적인 메시지를 생성하는 것 보다는 이동 애드혹 네트워크 환경에서 기본적으로 발생하는 트랜잭션 메시지를 최대한으로 이용함으로써 신뢰도 평가를 위한 메시지 오버헤드를 최소화하는 것이 바람직하지만 기존의 트랜잭션 메시지에 의미만 부여하는 방법으로는 이동성과 무선의 특성을 가지는 이동 애드혹 네트워크 환경에서 타당한 신뢰도를 평가하는 것은 어렵다. 그렇기 때문에 본 논문에서는 2개의 추가적인 메시지(Service Incorrect Message, Service Correct Message)를 이용하여 신뢰도 평가 요소로 활용하였다.

노드들 간에 1홉이 아닌 멀티 홉에서도 적용 가능한 평가 방법과 최대한 적은 오버헤드 발생으로 이동 애드혹 네트워크 환경에서 적절한 신뢰도를

평가할 수 있는 추가적인 메시지를 확장하는 것이 향후 연구과제이다.

참고 문헌

- [1] S. Corson and J. Macker, "Mobile Ad hoc Networking(MANET)", Internet Draft, Oct. 1998.
- [2] Charles E. Perkins, "Mobile Ad Hoc Networking Terminology", Internet Draft, Nov. 1998.
- [3] Andrew S. Tanenbaum, "Computer Network", Prentice-Hall International Inc., Third Edition, pp. 345-374, 1996.
- [4] Asad Amir Pirzada and Chris McDonald, "Establishing Trust In Pure Ad-hoc Networks", The Australasian conference on Computer science, Vol. 26, 2004.



장 종 덕

2009년 단국대학교 컴퓨터과학과 (공학사)
2009년~현재 광운대학교 임베디드소프트웨어학과(공학석사 재학중)



유 항 빈

1975년 인하대학교 전자공학과 (공학사)
1977년 연세대학교 대학원 (공학석사)
1989년 경희대학교 대학원 (공학박사)

1981년~현재 광운대학교 컴퓨터소프트웨어과 교수



유 창 표

1998년 광운대학교 전자계산학과 (공학사)
2001년 광운대학교 컴퓨터과학과 (공학석사)
2009년~현재 광운대학교 컴퓨터과학과(공학박사 재학중)