

Mobile Ad-hoc Network 상에서 분산된 서비스에 대한 확신 값을 고려한 확장된 신뢰도 평가 기법

장종덕* · 윤창표** · 유황빈**

요 약

본 논문은 이동 애드혹 네트워크 내에서 발생하는 기본적인 트랜잭션 메시지에 의미를 부여하고 추가적인 트랜잭션 메시지를 정의하며 확신성 요소를 추가하여 보다 나은 서비스를 제공하는 노드 선택의 기준이 될 수 있는 확장된 신뢰도 평가 기법을 제안하고, 이를 시뮬레이션하여 제안한 신뢰도 평가 기법의 효율성을 보인다.

Extended Trust Evaluation Mechanism Considered Confidence Value of Distributed Service in Mobile Ad-hoc Network

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

ABSTRACT

This paper proposes extended trust evaluation mechanism which is able to become the standard of the node selection which provides a better service by using the basic transaction message which occurs from within the mobile Ad-hoc network and the additional transaction message and add confidence value. Furthermore, throughout the simulation shows the efficiency of the proposed trust evaluation mechanism.

Key words : Mobile Ad-hoc Network, Trust Evaluation

접수일 : 2010년 5월 24일; 채택일 : 2010년 6월 23일

* 광운대학교 임베디드소프트웨어학과

** 광운대학교 컴퓨터과학과

1. 서 론

본 논문은 이동 네트워크 환경 중에서 빈번한 토폴로지의 변화를 가지는 이동 애드혹 네트워크 환경을 기반으로 네트워크에서 발생하는 기본적인 트랜잭션 메시지에 의미를 부여하고, 추가적인 트랜잭션 메시지를 정의하며, 동일한 신뢰도 값을 가지는 노드가 존재할 때에 보다 적합한 노드 선택을 위해서 사용되는 확신 값(Confidence Value)을 추가한 확장된 신뢰도 평가 방법 제안한다. 뿐만 아니라 시뮬레이션을 통해서 제안한 신뢰도 평가 기법의 효용성을 확인한다[1].

2. 관련 연구

2.1 PGP Modeling

PGP(Pretty Good Privacy) Model에서 모든 유저는 독립적인 인증 권한과 다른 유저를 서명하고 인증할 수 있는 능력을 가진다. PGP는 전통적인 중앙 신뢰 권한 구조에서 벗어난 분리된 신뢰망 접근방법이다. 각각의 개인은 신뢰를 기반으로 가상 중간 링크를 만드는데 도움을 주는 키들을 서명한다. PGP는 “확실하지 않음”부터 “완전히 신뢰함”까지 총 4단계의 범위를 설정하여 공개키 인증에 대한 신뢰도를 구분한다. 뿐만 아니라 키를 생성한 사람에 대한 신뢰도를 위해서도 “알수 없음”에서 “완전히 신뢰함”까지 4단계의 범위를 사용하여 구분한다. 이러한 신뢰도 단계를 기반으로, 유저는 원하는 그룹의 신뢰도 단계를 계산한다. PGP는 키 데이터베이스를 유지할 수 있는 중앙 키 서버가 존재하는 무선 네트워크에 적절하다. 하지만 모바일 애드혹 네트워크에서 중앙 키 서버의 생성은 한 곳으로 트래픽의 집중을 야기하고, 노드들의 지속적인 연결을 필요로 한다. PGP에는 신뢰할 만한 경로를 찾기 위하여 각각의 노드가 일부 주변 노드들의 공개키를 직접 저장하는 다른

방법도 있다. 이러한 방식은 광범위한 계산과 기억 장비가 요구되므로, 모바일 애드혹 네트워크 환경에서는 제한적이다[2].

3. 제안 기법

3.1 신뢰도 평가 요소

본 논문에서는 이동 애드혹 네트워크 환경에서 발생하는 기본적인 메시지들 중 일부를 신뢰도 평가 요소로 활용한다. 이 방식은 메시지 오버헤드를 최소화 할 수 있다는 장점을 가지지만, 신뢰성 있는 노드를 판단하는 요소로 부족함이 많기 때문에 본 논문에서는 추가적인 메시지를 정의하여 신뢰도 평가 요소로 활용한다.

3.1.1 Default Transaction Message

기본적으로 이동 애드혹 네트워크에서 발생하는 메시지 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.

Positive value	Ack Message
	Transmission Complete Message
Negative value	Transmission Error Message
	Transmission Delay Message

3.1.2 Added Transaction Message

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. Service List

Message를 통해서 노드가 제공하고 있는 서비스의 개수를 확인 할 수 있고, 이는 Oneself Trust의 평가 요소로 사용된다.

FTP	HTTP	SMTP	SNMP	MIME
1	0	0	0	1

(그림 1) Service List Message

Service List Message는 서비스의 정확성에 대한 신뢰도 평가 요소로도 활용된다. Service List Message와 일치하지 않는 서비스를 제공하는 노드로 확인될 시에는 Service Incorrect Message가 생성되고, 일치하는 서비스를 제공하는 노드로 확인될 시에는 Service Correct Message가 생성된다고 정의한다.

Positive value	Service Correct Message
Negative value	Service Incorrect Message

본 논문에서는 신뢰도 평가를 서비스 제공 노드에 대한 평가와 서비스 전달 노드에 대한 평가로 구분한다. Traffic Message를 추가로 정의하여 서비스 전달 노드에 대한 신뢰도 평가 요소로 사용한다. Traffic Message는 해당 노드의 현재 트래픽 크기를 의미하는 0과 10사이의 정수 값을 가진다. 0의 값은 노드가 서비스를 전달하고 있지 않아 트래픽이 발생하고 있지 않다는 의미이고, 10의 값은 최대 허용 트래픽까지 서비스를 전달하고 있다는 의미이다.

3.2 신뢰도 평가 방법

3.1에서 정의한 평가 요소를 바탕으로 신뢰도 평가 방법을 제시한다.

3.2.1 Movement Trust

Movement Trust는 이동 애드혹 네트워크 환

경에서 서비스를 제공하거나 전달하고 있는 노드의 이동성을 평가하는 신뢰도이다.

아래의 식은 노드 i와 노드 j 간에 발생하는 기본 트랜잭션 메시지를 이용하여 서비스를 요청한 노드 j가 서비스를 제공하거나 전달하는 노드 i의 Movement Trust를 평가하는 방법이다.

$$\begin{aligned}
 &T_{\text{negative}} = \text{Transmission Error Message, Transmission Delay Message} \\
 &T_{\text{positive}} = \text{Ack Message, Transmission Complete Message} \\
 &T_{\text{total}} = T_{\text{negative}} + T_{\text{positive}} \text{ 일 때,} \\
 \\
 &\text{Movement에 대한 긍정적인 Transaction의 합}(M_p) \\
 &M_p = \sum T_{\text{positive}} \\
 \\
 &\text{Movement에 대한 부정적인 Transaction의 합}(M_n) \\
 &M_n = \sum T_{\text{negative}} \\
 \\
 &\text{노드 j가 평가하는 노드 i의 Movement Trust}(MT_i(j)) \\
 &MT_i(j) = \frac{M_p - M_n}{M_p + M_n} \text{ for } M_p + M_n \neq 0, \text{ else } MT_i(j) = 0 \\
 &-1 \leq MT_i(j) \leq +1
 \end{aligned}$$

3.2.2 Accuracy Trust

Accuracy Trust는 서비스 제공 노드가 제시한 서비스 목록과 일치하게 서비스를 하고 있는가를 평가하는 신뢰도이다.

$$\begin{aligned}
 &T_{\text{negative}} = \text{Service Incorrect Message} \\
 &T_{\text{positive}} = \text{Service Correct Message} \\
 &T_{\text{total}} = T_{\text{negative}} + T_{\text{positive}} \text{ 일 때,} \\
 \\
 &\text{Accuracy에 대한 긍정적인 Transaction의 합}(A_p) \\
 &A_p = \sum T_{\text{positive}} \\
 \\
 &\text{Accuracy에 대한 부정적인 Transaction의 합}(A_n) \\
 &A_n = \sum T_{\text{negative}} \\
 \\
 &\text{노드 j가 평가하는 노드 i의 Accuracy Trust}(AT_i(j)) \\
 &AT_i(j) = \frac{A_p - A_n}{A_p + A_n} \text{ for } A_p + A_n \neq 0, \text{ else } AT_i(j) = 0 \\
 &-1 \leq AT_i(j) \leq +1
 \end{aligned}$$

Service List Message에는 지금 노드가 제공하고 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 것이 바람직하다. 노드_i와 노드_j 간에 발생하는 추가 트랜잭션 메시지를 이용하여 서비스를 요청한 노드 _j가 서비스를 제공한 노드 _i의 Accuracy Trust를 평가하는 방법은 아래와 같다.

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. 노드 _i가 자신의 Oneself Trust를 평가하는 방법은 아래와 같다.

노드 _i가 평가하는 Oneself Trust(OT(_i))는
(Network Service Range = 5)

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

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

여기서 Available Service Range는 Service List Message의 값을 이용하여 구한다.

3.2.4 Capacity Trust

Capacity Trust는 멀티-홉 간의 서비스가 이루어질 때, Traffic Message를 활용하여 트래픽이 많은 노드를 피해 트래픽이 적은 노드를 거쳐서 서비스 전달이 이루어질 수 있도록 서비스 전달 노드의 처리 용량을 평가하는 신뢰도이다. 노드 _j가 평가하는 노드 _i의 Capacity Trust 평가 방법은 아래와 같다.

노드 _j가 평가하는 노드 _i의 Capacity Trust(CT_i(_j))는
(Maximum Traffic Value = 10)

$$CT_i(j) = \frac{\text{Maximum Traffic Value} - \text{Traffic Message}}{\text{Maximum Traffic Value}}$$

$$0 \leq CT_i(j) \leq +1$$

3.2.5 Trust Computation

위에서 제시한 노드 이동성 평가 값, 서비스 정확성 평가 값, 노드 자신 평가 값, 트래픽 용량 평가 값에 적절한 가중치를 부여하여 종합적인 신뢰도 평가 값을 유도한다[3].

종합적인 신뢰도 평가 값은 서비스 제공 노드와 서비스 전달 노드로 구분한다.

서비스 제공 노드에 대한 최종적인 신뢰도 평가 값은 Movement Trust, Accuracy Trust, Oneself Trust 값에 적절한 가중치를 적용하여 구한다.

가중치를 적용하여 노드 _j가 서비스를 제공하는 노드 _i에 대해 평가한 최종 신뢰도 STC_i(_j)는 다음과 같이 계산한다.

$$(W(M) + W(A) + W(O) = 1)$$

$$STC_i(j) = W(M) \times MT_i(j) + W(A) \times AT_i(j) + W(O) \times OT(i)$$

서비스 전달 노드에 대한 최종적인 신뢰도 평가 값은 Movement Trust, Capacity Trust, Oneself Trust 값에 적절한 가중치를 적용하여 구한다.

가중치를 적용하여 노드 _j가 서비스를 전달하는 노드 _i에 대해 평가한 최종 신뢰도 TTC_i(_j)는 다음과 같이 계산한다.

$$(W(M) + W(C) + W(O) = 1)$$

$$TTC_i(j) = W(M) \times MT_i(j) + W(C) \times CT_i(j) + W(O) \times OT(i)$$

최종적으로 계산된 신뢰도 STC_i(_j)와 TTC_i(_j)

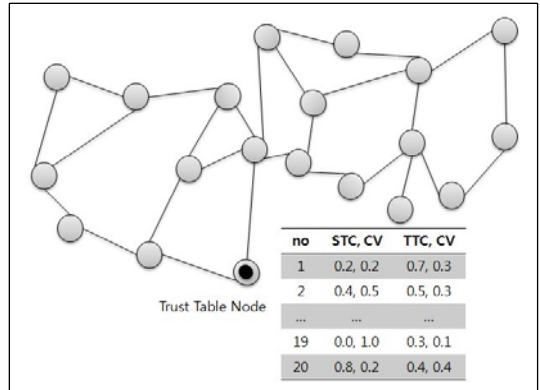
는 서비스를 제공받은 노드 j에 직접 저장된다.

3.2.6 Accumulation of Trust

제안한 평가 기법을 사용하면, 1-홉 관계를 통해서 서비스 이용 노드들마다 별도의 신뢰도 값(STC, TTC)들이 쌓이게 된다. 절적인 활용을 위해서는 동일한 노드에 대한 각 노드들의 신뢰도 평가 값들을 하나의 신뢰도 값으로 누적할 필요가 있으며, 그 과정은 다음과 같다.

$STA_i = \frac{1}{N} \times \sum_A STC_i(A)$	STA _i = 서비스를 제공하는 i 노드에 대한 누적 신뢰도 N = i 노드의 신뢰도를 평가한 노드들의 개수 A = i 노드를 평가한 노드들의 집합
$TTA_i = \frac{1}{N} \times \sum_A TTC_i(A)$	TTA _i = 서비스를 전달하는 i 노드에 대한 누적 신뢰도 N = i 노드의 신뢰도를 평가한 노드들의 개수 A = i 노드를 평가한 노드들의 집합

함하는 노드를 운영하여, 서비스 제공 노드나 서비스 전달 노드를 선택 하는데 이용한다.



3.2.7 Confidence Value

제안한 평가 기법을 이용하여 나올 수 있는 신뢰도 값의 범위는 -1.0~1.0사이의 값이며, 소수 첫째자리까지만 고려된다. 결국 나올 수 있는 모든 경우의 신뢰도 값의 총 개수는 19개이며, 네트워크를 구성하는 노드의 개수가 20개 이상이 되는 순간부터 동일한 신뢰도를 가지는 노드가 1개 이상 존재하게 된다는 문제점이 생긴다. 본 논문에서는 동일한 신뢰도 값을 가지는 노드가 존재할 때에 보다 적합한 노드 선택을 위한 Confidence Value를 제안한다[4].

<p>노드 i의 Confidence Value(CV_i)는</p> $CV_i = \frac{\text{The Number of Evaluated Nodes}}{\text{The Number of Total Nodes}}$ <p style="text-align: center;">0 ≤ CV_i ≤ +1</p>
--

동일한 신뢰도 값을 가지는 노드가 존재할 때에는 CV가 큰 쪽을 선택하는 것이 효율적이다.

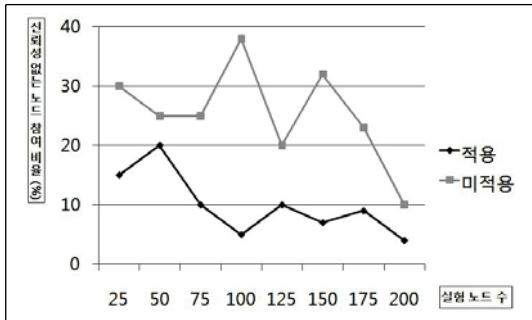
3.2.8 Trust Table Node

STC, TTC, CV를 관리하는 Trust Table을 포

4. 시뮬레이션

NS-2(Network Simulator)를 이용하여, 신뢰도 평가 기법을 적용한 경우와 미적용한 경우의 노드 수 증가에 따른 신뢰할 수 없는 노드의 참여 비율을 실험하였다. 테이블 기반 방식인 DSDV 라우팅 프로토콜을 기반으로 전체 노드의 약 20%를 신뢰할 수 없는 노드로 구성하여 랜덤한 위치에 배포한 후 실험하였다. 시뮬레이션에 적용된 환경 변수 및 결과는 다음과 같다.

환경 변수	값
시뮬레이션 시간	360초
네트워크 범위	1500m×1500m
노드 수	25~200
전송 거리	250m
패킷 전송률	1Mbps
서비스 요청 노드 속도	Min-Max 3~10m/초
서비스 제공 노드 속도	Min-Max 1~5m/초
MANET 라우팅 프로토콜	DSDV
MAC 프로토콜	IEEE 802.11 WLAN



시물레이션 결과, 제안한 신뢰도 평가 기법을 적용한 경우와 미적용한 경우 모두 전체 노드 수 증가에 따른 신뢰성 없는 노드 참여 비율이 불규칙적인 것을 볼 수 있는데 이는 이동 애드혹 네트워크의 불규칙적인 이동성 때문으로 판단된다. 뿐만 아니라 실험 노드의 전체 수가 많은 경우보다 적은 경우에 신뢰성 없는 노드의 참여비율이 전체적으로 높게 나왔는데, 이것은 네트워크에 참여하는 노드의 개수가 적은 경우에는 서비스 받기 위해서 부득이 하게 신뢰성이 적은 노드를 지나야 하는 경우가 발생하기 때문으로 보인다. 하지만 제안한 신뢰도 평가 기법을 적용한 경우에 모든 시물레이션 결과에서 신뢰할 수 없는 노드의 참여비율이 미적용한 경우 보다 적게 나온 것을 통해 제안한 신뢰도 평가 기법의 효용성을 확인 할 수 있다.

5. 결 론

본 논문은 계산될 수 있는 신뢰도 평가 값의 한정된 범위로 인하여, 이동 애드혹 네트워크를 구성하는 노드가 특정 개수 이상으로 증가될 시에 동일한 신뢰도 값을 가지는 노드의 수가 다량으로 발생하는 기존의 문제점을 해결하기 위해 Confidence Value를 적용하였다. 동일한 신뢰도 값이 존재 할 경우, 적은 노드들에 의해 평가받은 신뢰도 값보다 많은 노드들에 의해 평가받은 신뢰도 값에 높은 확신성을 부여하는 것이 핵심이다. 뿐

만 아니라 TTC와 STC를 관리하던 Trust Table을 확장하여 CV를 적용하였고, NS2를 이용한 시물레이션을 통해서 제안한 신뢰도 평가 기법의 효용성을 확인했다.

제안한 신뢰도 평가 방법은 Trust Table Node의 부하가 크다는 문제점을 가지며, 이를 해결하기 위해 Trust Table Node에 의해서 관리되는 노드 수의 크기를 제한하는 방법이나 특별한 관리 노드 없이 계산된 신뢰도를 이용할 수 있는 방법에 대해서 향후 연구할 것이며, 일반적인 네트워크가 아닌 다른 신뢰도 기법들이 적용된 네트워크를 실험 대상으로 하여 제안한 신뢰도 기법의 효용성을 확인할 계획이다.

참 고 문 헌

- [1] S. Corson, J. Macker, "Mobile Ad hoc Networking(MANET)", Internet Draft, Oct, 1998.
- [2] Garfinkel, S. : PGP : Pretty Good Privacy, O'Reilly and Associates, Inc, 1995.
- [3] Asad Amir Pirzada and Chris McDonald, "Establishing Trust In Pure Ad-hoc Networks", The Australasian conference on Computer science-Volume Vol. 26, 2004.
- [4] George Theodorakopoulos and John S. Baras "Trust evaluation in ad-hoc networks", Proceedings of the 3rd ACM workshop on Wireless security, p. 3.



장 종 덕

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



윤 창 표

1998년 광운대학교 전자계산학과
(공학사)
2001년 광운대학교 컴퓨터과학과
(공학석사)
2008년~현재 광운대학교
컴퓨터과학과
(공학박사 재학중)



유 황 빈

1975년 인하대학교 전자공학과
(공학사)
1977년 연세대학교 대학원
(공학석사)
1989년 경희대학교 대학원
(공학박사)
1981년~현재 광운대학교 컴퓨터소프트웨어과 교수