

침해가 있는 격자구조 애드-혹 네트워크의 전송성능

김영동*

Transmission Performance of Lattice Structure Ad-Hoc Network under Intrusions

Young-Dong Kim*

요 약

임시망으로서 애드-혹 네트워크는 네트워크가 설치된 환경이나 구조에 의하여 많은 영향을 받는다. 본 논문에서는 센서 네트워크나 IoT(Internet of Things)와 같은 특수한 통신 환경에서 사용될 것으로 예상되는 격자구조 애드-혹 네트워크의 전송성능을 정보침해가 발생하는 측면에서 분석하고 대응 방안으로 모색하여 본다. 본 논문은 NS-2를 기반으로 한 컴퓨터 시뮬레이션을 사용하여 수행하였으며, 성능측정은 응용 서비스로 널리 사용되는 VoIP(Voice over Internet Protocol) 서비스를 대상으로 하였다. 성능 파라미터로는 MOS(Mean Opinion Score)와 호연결율을 사용하였다. 성능분석 결과 침해가 발생하는 애드-혹 네트워크에서 MOS의 경우 랜덤구조가 격자구조에 비하여 성능이 다소 높았고, 호연결율의 경우는 격자구조가 랜덤구조에 비하여 우수한 성능을 보였다.

ABSTRACT

As temporary network, ad-hoc network has been effected by structures and implemented environments of networks. In this paper, transmission performance of lattice structure ad-hoc network, which is expected to use in sensor network and IoT(Internet of Things), is analyzed in point of intrusions and countermeasure for intrusion is suggested. In this paper, computer simulation based on NS-2 is used for performance analysis, VoIP(Voice over Internet Protocol) as a widely used service is chosen for performance measure. MOS(Mean Opinion Score) and call connection rate is used as performance parameter. As results of performance analysis, it is shown that for MOS, random network is better then lattice network at intrusion environments, but for call connection rate, lattice network is better then random network.

키워드

Ad-Hoc Network, Blackhole, IDS, Simulation, Performance

임시망, 블랙홀, 아이디에스, 시뮬레이션, 전송성능

1. 서 론

Wi/Fi 기술을 탑재한 스마트 단말기의 급속한 발전과 확산에 따라 재난/재해, 탐험/탐사, 군사, 취미 활동 등 여러 분야에서 임시망으로서 애드-혹 네트워

크의 보급과 활용이 급속하게 증가할 것으로 예상되고 있다.

기반통신구조의 지원이 용이하지 않은 통신환경에서 활용을 전제로 하는 애드-혹 네트워크는 네트워크가 설치/운영되는 환경과 네트워크의 구조에 큰 영향

* 교신저자(corresponding author) : 동양대학교 정보통신공학과(ydkim@dyu.ac.kr)

접수일자 : 2014. 05. 23

심사(수정)일자 : 2014. 06. 23

게재확정일자 : 2014. 07. 11

을 받게 된다. 도심지역, 산악지역, 사막지역, 밀림지역, 해양지역 등 네트워크가 설치되는 따라 그 성능에 차이가 나타나게 되는 것이다.

센서 네트워크와 IoT(Internet of Things) 같이 다수의 노드를 기반으로 구성되는 네트워크의 경우 노드 배치 구조에 따라 성능에 차이가 발생되며, 노드 배치 구조의 대표적인 예로서 노드가 불규칙하게 분포하는 랜덤구조와 규칙적으로 배열되는 격자구조를 들 수 있다. 랜덤구조는 MANET(Mobile Ad-Hoc Network)에 흔하게 사용되는 구조이며, 격자구조는 센서네트워크에서 사용되고 있다.

최근 들어 격자구조 애드-혹 네트워크에 대하여 경로선정, 연결성, 정보침해를 비롯한 여러 연구 결과 [1-3]들이 제시되고 있으며, 활용분야가 역시 확대되고 있다. 따라서 격자구조 네트워크에서 응용 트래픽의 전송성능을 살펴보는 것이 필요하다.

본 논문에서는 격자구조 애드-혹 네트워크에서 정보침해가 미치는 영향을 음성 서비스를 대상으로 분석하여 본다. 본 연구의 결과는 센서네트워크와 같은 애드-혹 네트워크에서 음성/음향 정보의 탐지 및 전송과 관련하여 요구되는 의미 있는 연구로 생각된다.

본 논문의 연구방법으로는 NS-2를 기반으로 한 컴퓨터 시뮬레이션을 사용한다. 대상 트래픽으로는 음성 서비스의 일종인 VoIP 트래픽을 사용하며, 성능 측정 및 분석 파라미터로는 호연결율 및 MOS(Mean Opinion Score)을 사용한다.

정보침해로는 애드-혹 네트워크에서 일반적으로 사용되는 라우팅 기능에 대한 공격의 일종인 블랙홀 공격과 그에 대한 대응으로서 침해탐지 수단인 IDS(Intrusion Detection System)을 사용한다.

시뮬레이션 결과로서 정보침해가 발생하는 애드-혹 네트워크 환경에서 MOS의 경우 랜덤구조가 격자구조에 비하여 우수한 성능을 보였으며, 호연결율의 경우 격자구조가 랜덤구조에 비하여 우수한 성능을 보여 성능 파라미터 별로 네트워크구조에 따라 성능에 차이가 발생하는 점이 확인되었다. 또한 시뮬레이션 결과 분석에 의하면 격자구조 애드-혹 네트워크에서 호연결율의 경우 블랙홀 공격 발생시에 70[%]의 감소가 발생하였으며, IDS로 대응한 경우 55[%]까지 개선되었다. MOS의 경우 블랙홀 공격시에 약 5.5[%]의 성능저하가 발생하였으며, IDS 대응시에 2[%]의

성능 개선이 있었다.

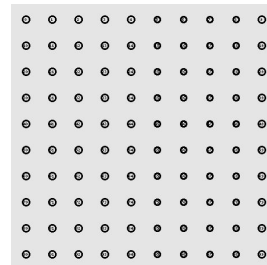
따라서 격자구조 네트워크에서 정보침해가 발생하는 네트워크 환경에서 격자구조 네트워크의 MOS를 랜덤구조 수준으로 향상시키는 방법, 호연결율을 요구 수준으로 개선하기 위한 방안의 모색이 요구된다.

본 논문은 2장에서 본 논문과 관련된 이론을 기술하고, 3장에서는 시뮬레이션 및 성능분석을 제시하며, 4장에서 결론을 맺는다.

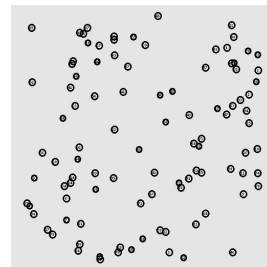
II. 관련 이론

2.1. 격자구조

애드-혹 네트워크의 구조는 일반적으로 그림 1과 같은 격자구조나 랜덤구조를 가진다. 그림 1(a)의 격자구조는 노드와 노드간이 규칙적으로 배열되는 구조로서 센서네트워크나 기기로 구성되는 IoT 등에 활용되는 구조이다. 이 격자구조는 노드가 불규칙하게 배열되는 그림 1(b)의 랜덤구조와는 다른 성능 특성을 보여준다.



(a) 격자구조
(a) Lattice structure



(b) 랜덤구조
(b) Random structure

그림 2. 애드-혹 네트워크 구조
Fig. 2 Ad-Hoc network structure

2.2. 블랙홀 공격

에드-혹 네트워크에서 발생하는 대표적인 정보침해 유형으로 블랙홀 공격을 들 수 있다. 블랙홀 공격은 악성노드인 블랙홀 노드가 자신이 수신노드인 것처럼 라우팅 정보를 무단으로 위조하거나 허가 없이 변경하여 네트워크에 유통시켜 일반노드들이 블랙홀 노드를 수신노드로 인식하게 하여 패킷이 블랙홀 노드로 이동되도록 하고 수신된 패킷은 폐기하여 정보 전송기능을 마비시키는 악성공격이다.

그림 2에서 노드 1은 일반노드로서 노드 4로 데이터를 전송하고자한다. 노드 1은 데이터 패킷을 전송하기에 앞서 RREQ(1,4) 패킷을 사용하여 경로선정 절차에 들어간다. 노드 1이 배포한 RREQ(1,4) 패킷은 인접 노드인 노드 2와 노드 3를 거쳐 네트워크 내로 배포된다.

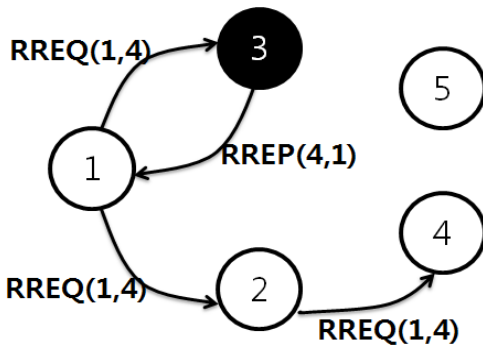


그림 2. 블랙홀 공격[4]
Fig. 2 Blackhole attacks[4]

이때, RREQ(1,4)를 수신한 블랙홀 노드 3은 자신이 노드 4가 아님에도 수신노드 4인 것처럼 경로선정에 대한 응답 패킷을 위조하여 RREP(4,1)을 송신노드로 발송한다. 노드 1은 블랙홀 노드 3이 전송한 RREP(4,1)을 노드 4가 보낸 응답패킷으로 인식하여 블랙홀 노드 3을 대상으로 노드 4로 전송할 데이터 전송경로를 설정하고 노드 4로 전송할 데이터 패킷을 블랙홀 노드 3으로 전송한다. 노드 3은 노드 1이 송신한 데이터 패킷을 수신한 후에 노드 4로 전달하지 않고 폐기하여 데이터 패킷이 노드 4로 전송되지 못하게 한다. 블랙홀 노드의 공격으로 노드 1에서 노드 4로의 데이터 전송은 정상적으로 수행되지 못한다.

2.3. IDS

IDS는 블랙홀 공격에 대한 대응방s안의 하나로서 블랙홀 공격이 발생될 경우 이를 탐지하는 체계를 의미하며 그 예를 그림 3에 제시하였다.

그림 3의 IDS는 RREP() 패킷의 수신시간 차를 이용하여 블랙홀 공격을 탐지하는 방법이다. 그림 2에서 노드 1은 블랙홀 노드 3이 시도한 블랙홀 공격의 영향을 받아 수신 노드 4로 전송해야 할 데이터 패킷을 노드 3으로 전송한다.

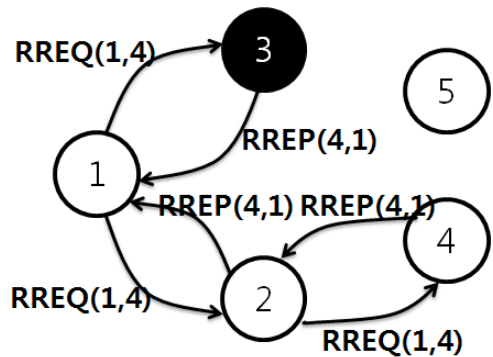


그림 3. IDS AODV[4]
Fig. 3 IDS AODV[4]

이 공격이 진행되는 중에 노드 1이 발송한 RREQ(1,4) 패킷이 노드 2를 거쳐 노드 4에 도달한다. 노드 4는 자신이 수신 노드인 것을 인식하고 RREP(4,1) 패킷을 노드 1로 발송한다. RREP(4,1)을 수신한 노드 1은 노드 4로부터 수신된 RREP(4,1)을 원 수신 노드로부터 발송된 패킷으로 판단하여 노드 2를 경유하여 노드 4에 이르는 전송경로를 재설정하고 블랙홀 노드 3이 위조하여 발신한 RREP(4,1)에 의하여 설정된 전송경로를 즉시 폐기한다. 이후 블랙홀 노드 3으로의 전송은 중단되며, 원 수신노드인 노드 4로의 데이터 패킷전송이 시작된다. 이와같이 RREP() 패킷의 수신시간 차이를 활용하면 간단한 수준의 블랙홀 노드 검출 및 전송경로 복구가 가능하다.

III. 시뮬레이션 및 성능 분석

3.1. 시뮬레이터

본 논문에서는 컴퓨터 시뮬레이션을 사용하여 네트

워크 성능을 측정한다. 성능측정에는 NS-2를 기반으로 한 컴퓨터 시뮬레이션을 사용한다. 시뮬레이터 구성에서 애드-혹 네트워크는 NS-2의 기본 기능을 활용하며, 블랙홀 기능과 IDS 기능은 AODV 기능을 수정하여 활용하고, VoIP 기능은 NS2VoIP 패치[5]를 이용한다. 음성 트래픽은 표준 규격에 따라 생성한다.

3.2. 시뮬레이션 환경

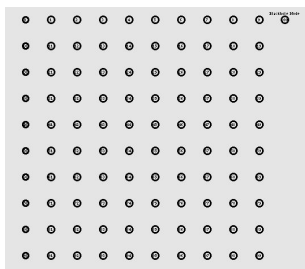
본 논문의 시뮬레이션에서 사용된 격자구조 네트워크는 그림 1(a)와 같다.

본 논문에서는 격자구조 애드-혹 네트워크에서 정보침해 발생을 다양하게 고찰하기 위해서 블랙홀 공격의 발생 지점을 그림 4와 같이 코너위치, 중앙위치, 측면위치로 구성한다. 시뮬레이션에서 노드들은 1000×1000[m²] 규모의 네트워크에 100[m] 간격으로 규칙적으로 배치되며, 블랙홀 노드는 그림 4와 같이 코너, 중앙 및 측면으로 구분하여 배치된다.

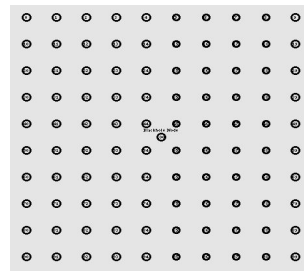
그림 4에서 일반노드들은 정해진 위치에 VoIP 트래픽을 송수신한다. 노드가 생성 가능한 연결의 수는 최대 1로 가정하며, 블랙홀 노드는 연결을 생성하지 않는 것으로 한다. 따라서 애드-혹 네트워크 내의 연결의 최대 수는 일반 노드 수의 1/2이다.

한편, 격자구조에 대하여 비교로 사용 그림 1(b)의 랜덤 구조 네트워크는 일반 노드, IDS 노드 및 블랙홀 노드가 지정된 규모인 1000×1000[m²] 네트워크 내에 랜덤하게 분포하며 최대 2[%]의 랜덤속도로 랜덤 방향으로 서로 독립적으로 이동한다. 노드가 VoIP 트래픽을 처리하는 조건은 격자구조 네트워크와 같으며, 블랙홀 노드는 VoIP 연결을 생성하지 않는다.

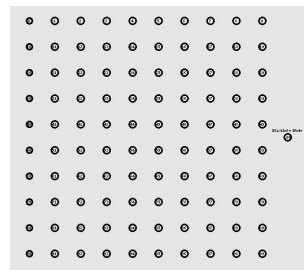
시뮬레이션에서 사용된 파라미터는 표 1과 같다.



(a) 코너위치
(a) Conner position



(b) 중앙위치
(b) Center position



(c) 측면위치
(c) Side position

그림 4. 블랙홀 노드의 위치
Fig. 4 Position of blackhole node

표 1. 시뮬레이션 파라미터
Table 1. Simulation parameters

Parameters	Values	
Network Scale	1000×1000[m ²]	
MAC	802.11g	
Routing	A O D V	
Nodes	Normal Nodes	100
	Blackhole Nodes	1
VoIP Connection	Max. 50	
VoIP Traffic	GSM.AMR	

3.3. 시뮬레이션 결과

시뮬레이션은 시도된 호연결의 수에 따라 각 측정별로 60초 동안 실시하였다. 블랙홀 공격은 시뮬레이션 기간에 지속적으로 발생하는 것으로 설정하였다.

시뮬레이션 결과를 그림 5~8에 제시하였다. 그림 4와 5에서 Lattice(AODV)는 블랙홀 공격이 없는 경우, 블랙홀 공격이 발생하는 경우는 Corner(Blackhole), Center(Blackhole), 및 Side(Blackhole), IDS

로 대응한 경우는 Corner(IDS), Center(IDS), Side(IDS)로 구분하여 표시하였으며 블랙홀 노드의 위치가 각각 코너, 중심, 측면을 의미한다. 그림 5, 6은 호 연결율에 따른 MOS, 그림 7, 8은 시도된 호 연결에 대한 성공한 호 연결율을 제시하였다. 특히, 그림 6과 8은 랜덤구조 네트워크의 결과와 격자구조 네트워크의 3가지 결과에 대한 평균값을 보여주고 있다.

그림 5에서 MOS는 대부분의 경우에 VoIP 서비스 요구조건인 3.6[6-8]을 충족하고 있으나 연결수가 증가할수록 낮아졌다. 블랙홀 공격이 있을 경우 변동이 컸으나 IDS로 대응한 경우 변동이 줄었다.

그림 6에 제시된 MOS 평균값에 의하면 랜덤구조 네트워크에서 MOS는 블랙홀 공격이 있을 경우 감소하였으나, IDS로 대응한 경우 블랙홀 공격이 없는 상태로 회복되었다. 격자구조 네트워크에서는 블랙홀 노드의 위치에 따라 상이한 특성을 보였다. 전체적으로 정보침해가 발생하는 경우 격자구조의 MOS가 랜덤구조의 MOS에 비하여 낮은 것으로 나타났다. 격자구조에서 블랙홀 공격이 발생하는 경우 MOS 감소율은 5.5[%]였으며, IDS를 통한 개선율은 2[%]였다.

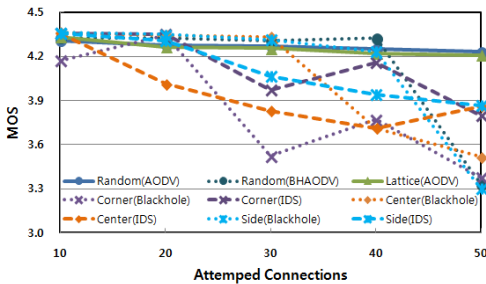


그림 5. MOS
Fig. 5 MOS

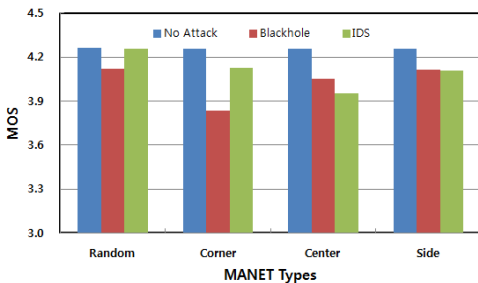


그림 6. 평균 MOS
Fig. 6 Average MOS

그림 7은 호 연결율의 변화를 제시하고 있다. 블랙홀 공격이 없을 경우에 호 연결율은 100[%]를 나타내고 있으나 블랙홀 공격이 발생되면 호 연결율이 저하되고, 그 값의 변동이 크게 발생되었다. 블랙홀 공격에 대하여 IDS로 대응한 경우에 호 연결율이 일정한 수준으로 개선되었으나 값의 변동이 여전히 발생되었다.

그림 8은 제시된 호 연결율의 평균값에 의하면, 격자구조가 랜덤구조에 비하여 호 연결율 측면에서는 다소 유리함을 알 수 있다. 그럼에도 불구하고 격자구조의 호 연결율은 블랙홀 공격으로 약 30[%]까지 낮아졌으며, IDS로 대응한 경우 55[%]로 증가하였으나, 요구조건 95[%][6-8]에 매우 못 미쳤다.

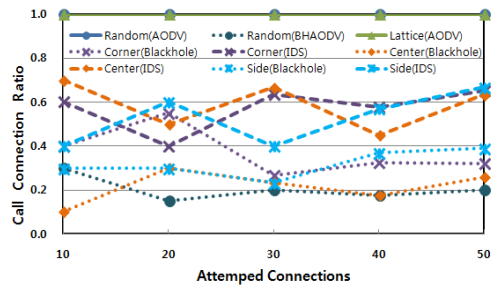


그림 7. 호 연결율
Fig. 7 Call connection rate

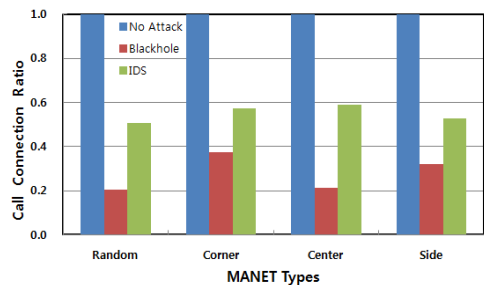


그림 8. 평균 호 연결율
Fig. 8 Average call connection rate

그림 4~7에 의하면 정보침해가 발생하는 경우 애드-혹 네트워크에서 MOS는 랜덤구조 네트워크가 유리하였으며, 호 연결율은 격자구조 네트워크가 유리하였다. 따라서 상반된 특성을 포괄할 수 있는 정보침해 대응 방안의 개발이 요구되며, 센서네트워크와 같은 애드-혹 네트워크에서 음성신호를 검출하고 전송하기

위해서는 격자구조를 기반으로 하고 일정 정도의 불규칙성을 인정하는 의사-랜덤 구조와 같은 새로운 형태의 애드-혹 네트워크 구조 등의 검토가 필요하다.

IV. 결론

본 논문에서는 정보침해가 발생하는 격자구조 애드-혹 네트워크의 전송성능을 컴퓨터 시뮬레이션을 사용하여 분석하여 보았다.

시뮬레이션 결과 정보침해가 발생하는 환경에서 MOS는 랜덤구조 네트워크가, 호연결율은 격자구조가 더 우수한 성능을 가지는 것으로 관찰되었다. 따라서 이와 같은 상반된 특성을 포괄하는 방식의 새로운 정보침해 대응방안의 개발이 요구되며, 의사-랜덤 구조와 같은 새로운 형태의 네트워크 구조 도입의 검토가 필요하다.

본 연구의 방법과 결과는 정보침해가 발생하는 네트워크 환경에서 응용 트래픽의 전송성능 평가에 활용될 수 있다.

다양한 네트워크 구조에 대한 정보침해 및 대응방안에 대한 성능분석, 그 평가에 기반한 응용 서비스에 최적화된 효과적인 네트워크 구조 개발이 향후 연구 과제이다.

감사의 글

본 논문은 2013년도 동양대학교 교내연구지원 사업의 지원으로 수행되었음.

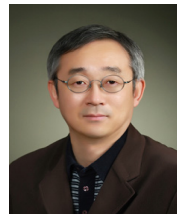
References

- [1] G. Barrenechea, B. Beferull-Lozano, and M. Vetterli, "Lattac Sensor Networks : Capacity Limtes, Optimal Routing and Robustness to Failures," In *Proc. 3rd Int. Symp. on Information Processing in Sensor Networks*, Apr. 2004, pp. 186-195.
- [2] S. Singh and R. Tripathi, "Performance Evaluation of Extended AODV for Integrated MANET witt Internet," *Int. J. of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, vol. 3, no. 12, Dec. 2013, pp.

419-423.

- [3] Y. Kim, "The Effects of Blackhole Attack on Lattice Structure MANET," In *Proc. Conf. on KIICE2014*, Busan, Korea, May, 2014.
- [4] Y. Kim, "Transmission Performance of Voice Traffic with Packet Aggregations on MANET under Black Hole Attacks," In *Proc. Conf. on the Korea Institute of Electronic Communication Sciences 2011*, vol. 6, no. 1, June 2011, pp. 368-371.
- [5] A. Bacioccola, C. Cicconetti, and G. Stea, "User - level Performance Evaluation of VoIP using NS-2," In *Proc. 2nd Int. Conf. on Performance Evaluation Methodologies and Tools*, Nantes France, Oct. 2007.
- [6] D. Choi, "Evaluation of VoIP Service Quality under the Roaming of Mobile Terminals," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol 7, no. 4, Aug. 2012, pp. 747-752.
- [7] D. Choi, "Evaluation of VoIP Capacity for IEEE 802.11b WiFi Environment under Voice Coding Methods," *J. of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol 7, no. 2, Apr. 2012, pp. 243-248.
- [8] B. Kim, "Software-based Quality Measurement of Mobile VoIP Services," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol 6, no. 1, Jan. 2011, pp. 55-60.

저자 소개



김영동(Young-Dong Kim)

1984년 광운대학교 전자통신공학과 졸업(공학사)

1986년 광운대학교 대학원 전자통신공학과 졸업(공학석사)

1990년 광운대학교 대학원 전자통신공학과 졸업(공학박사)

현재 동양대학교 정보통신공학과 교수

※ 관심분야 : 통신프로토콜, MANET, VoIP, 컴퓨터 시뮬레이션, 수중통신