

# 존 마스터 기반의 무선네트워크에서 링크 안정성 해석

문정수\*, 김정호\*

\*한밭대학교 정보통신전문대학원 컴퓨터공학과  
e-mail:zhengzhuwen@naver.com , jhkim@hanbat.ac.kr

## Analysis of Link Stability based on Zone Master for Wireless Networks

ZhengZhu Wen\*, Prof. Jung-ho Kim\*

\*Dept of Computer Engineering, Graduate school of information & Communication Hanbat University

### 요 약

무선 네트워크에서 토폴로지의 빈번한 변화로 노드 간 링크 단절과 경로재설정이 발생하여 네트워크 내에 제어메시지 과부하와 같은 문제점들이 발생한다. 본 연구에서는 링크 단절과 제어 메시지 과부하와 같은 문제점을 해결하기 위하여 무선 네트워크 환경에서 주변 노드 탐색과정, 경로 탐색과정, 경로 관리과정의 3단계를 수행할 때 안정적인 전력, 높은 컴퓨팅 능력과 무선 신호 조절 능력이 있는 존 마스터(Zone Master)를 기반으로 하는 링크안정성 기법을 제안하였다. 제안한 기법은 다양한 무선 환경에서 기존의 OLSR라우팅 프로토콜보다 우수한 성능을 보임을 확인하였다.

### 1. 서론

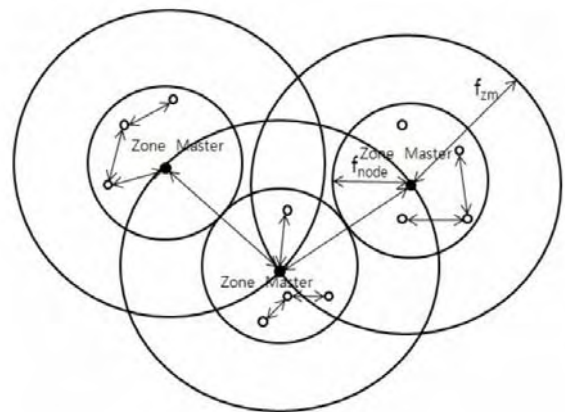
무선 네트워크에서 단말들의 자유로운 이동으로 인해 각 노드의 라우팅 테이블을 유지하고 경로를 설정하는 경우 다양한 라우팅 프로토콜을 선택하여 수용하여야 한다. 이러한 노드들의 이동성에 의해 노드간의 잦은 링크 단절과 경로 재설정이 발생하여 네트워크 내에 제어 메시지 과부하가 생성되어 네트워크 트래픽 증가를 유발하는 문제점이 존재하게 된다. 이와 같은 문제점이 나타날 경우 사용자에게 최적의 네트워크 서비스를 제공하기 위하여 존 마스터(ZoneMaster:ZM)를 중심으로 구성하는 ZM기반의 커뮤니티 네트워크가 연구되고 있다. 여기서 ZM는 안정적인 전력, 높은 컴퓨팅 파워와 무선 신호 범위 조절 능력이 있으므로 망이 유지하는 동안 일반 노드가 수행할 수 없는 기능들을 보조하거나 망을 제어하는 역할을 한다 [1].

무선 네트워크는 네트워크 토폴로지의 빈번한 변화로 경로 정보의 관리가 복잡하기 때문에 라우팅 제어 메시지 갱신 방법에 따라서 Proactive, Reactive, Hybrid 방식으로 구분된다[2]. Proactive방식은 주기적으로 Hello메시지를 주고받거나 토폴로지 변화가 발생할 때마다 라우팅 테이블을 갱신하는 방식이고, Reactive 방식은 트래픽이 발생하는 시점에서 라우팅 제어메시지를 주고받아 테이블을 생성하는 방식이다. Hybrid 방식은 Proactive와 Reactive 방식을 혼합하여 사용하는 라우팅 방식이다. Proactive와 Reactive 같은 무선 네트워크 환경에서는 단말들이 두 가지 라우팅 모듈을 모두 탑재하지 않고도 ZM를 통한 스마

트 패킷 프로토콜을 이용하여 Proactive와 Reactive환경에서 라우팅 프로토콜을 효율적으로 사용하는 기법이 있다 [2,3,4].

본 연구에서는 잦은 링크 단절과 네트워크 내 제어메시지 과부하가 생성되는 문제점을 해결하기 위하여 무선 네트워크에서 링크 안정성(Link Stability)을 고려한 ZM기반의 하이브리드 라우팅 기법을 제안하여 이동 노드 수의 변화에 따른 평균 경로 설정 시간, 이동 노드수의 변화에 따른 데이터 처리량, 이동 노드 속도 변화에 따른 데이터 처리량에 대하여 해석하고자 한다.

### 2. 이론적 배경



(그림 1) ZM기반의 환경

커뮤니티 네트워크는 여러 개의 존으로 구성 되었으며 각 존에는 하나의 ZM를 중심으로 여러 개의 노드들과 연결되어 구성되었다. 노드들 사이에서는 라우팅 프로토콜을 이용하여 통신을 하는데 존 내부에서는 Reactive 프로토콜을 사용하고 존과 존 사이의 노드들은 Proactive 프로토콜을 사용하여 통신을 수행한다. ZM은 안정적인 전력 스펙트럼으로 무선신호 범위조절 기능을 보유하고 있으므로 망이 유지되는 동안 일반 노드는  $f_{zm}$ ,  $f_{node}$ 를 통하여 망을 제어한다. (그림 1)은 ZM기반의 환경을 나타낸다.

본 연구에서 제안하는 ZM기반의 하이브리드 라우팅 프로토콜은 주변 노드 탐색 과정, 경로 탐색 과정, 경로 관리 과정의 3단계로 나누어 기술하고 안정성을 해석한다. 주변노드 탐색 과정은 임의의 노드들에 대해 해당 노드와 ZM까지의 홉 수(Hop Count)를 측정하기 위해 수행되고 경로 탐색 과정은 송신노드로부터 수신 노드까지의 최적의 경로를 탐색하기 위해 수행되며 마지막으로 경로 관리 과정은 전송 중인 경로가 지속적으로 유지될 수 있도록 보장하는데 있다.[5]

링크 안정성 해석에서 각 노드는 수신 신호 세기를 바탕으로 평균 수신 신호 세기와 평균 수신 신호 세기의 편차를 활용하여 하나의 정량화된 링크 안정성 값을 산출한다. 링크 안정성 값(LS[t])은 시간의 변화에 따라 (식 1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$LS[t]=Pr_{avg}[t]-\alpha \times Pr_{dev}[t] \quad (식 1)$$

$Pr_{avg}[t]$ 는 평균 수신신호를 의미하고  $Pr_{dev}[t]$ 는 평균 수신 신호 세기의 편차(deviation)를 나타낸다.

(식 1)에서 정의된 평균 신호 세기  $Pr_{avg}$ 는 주기적으로 전송되는 메시지의 수신 신호 세기  $Pr[t]$ 를 사용하여 (식 2)와 같이 가중치 평균 기법을 통해 나타낸다.

$$Pr_{avg}[t]=(1-\beta) \times Pr_{avg}[t-1]+\beta \times Pr[t] \quad (식 2)$$

(식 2)에서  $Pr[t]$ 는 (식 3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$Pr[t]=Ps[t]+Pn[t] \quad (식 3)$$

(식 3)에서  $Ps[t]$ 는 노드간 거리에 따른 신호 세기를 나타내고,  $Pn[t]$ 는 무선 채널 환경에 따른 잡음 세기를 나타낸다. 평균 수신 신호 세기의 편차는 (식 4)와 같이 나타낸다.

$$Pr_{dev}[t]=(1-\gamma) \times Pr_{dev}[t-1]+\gamma \times Pr[t]-Pr_{avg}[t] \quad (식 4)$$

안정적인 전송 경로를 유지하기 위해 수신 신호세기 편차를 링크 안정성정보에 반영하는 중요 모수인  $\alpha$ 값에 대한 성능 평가가 요구된다. 보편적으로 이동속도가 증가할 경우 높은  $\alpha$ 값을 사용하는 것이 보다 많은 데이터를 전송할 수 있고, SNR값이 작을수록 높은  $\alpha$ 값이 더 좋은 성능을 보이며, SNR값이 높아지면  $\alpha$ 값의 성능 차이가 크지 않다.

본 연구에서는 이러한  $\alpha$ 값에 관해서는 고정된 값을 사용하는 것이 아니라 무선 채널 환경에 따라 유동적으로 변화되는  $\alpha$ 값을 적용하여 라우팅 프로토콜의 성능을 향상시키기 위하여 베이지안 추론(Bayesian inference)기법을 적용하여 링크의 안정성을 측정한다.

### 3. 시뮬레이션 환경과 해석

#### 3.1 시뮬레이션 환경

ZM기반의 링크 안정성 모델을 적용한 라우팅 기법의 성능 평가하기 위하여 본 연구에서는 OPNET Ver14 기반의 시뮬레이션을 수행하였다. ZM은 네트워크 중심에 위치하고 있으며 네트워크 반경 300m의 셀로 정하고 노드 수는 10개에서 70개까지 매번 10개씩 늘여가며 임의로 네트워크 안에 위치하도록 하였고 홉 수는 최대로 3홉까지로 설정하였다.[6]

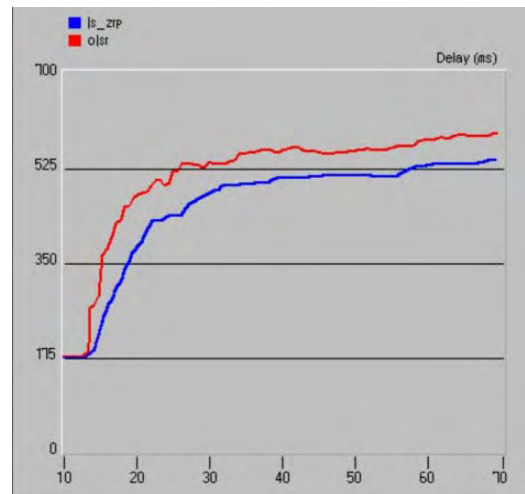
시뮬레이션을 통한 비교는 Proactive환경에서의 OLSR 라우팅 프로토콜과 본 연구에서 제안한 ZM기반의 링크 안정성 모델을 적용한 라우팅 기법을 서로 비교하여 이동 노드수와 노드의 이동 속도 변화에 따른 데이터 처리량과 경로 설정시간을 보여주었다.

시뮬레이션에서 사용된 관련 파라미터는 <표 1>과 같다.

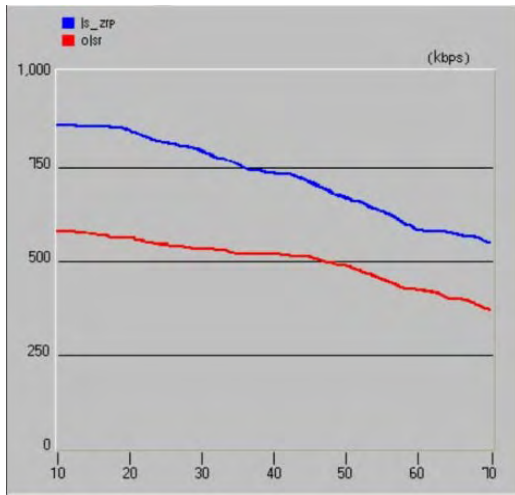
Parameter	Value
Number of Nodes	10-70
Link Bandwidth[kbps]	1000
Packet Size[Byte]	100
Mobility Model	Random way point Mobility Model
Mobility[km/h]	0-25
Simulation Time[sec]	300
Network Size[m]	Radius 300

#### 3.2 안정성 해석

(그림 2)는 네트워크 토폴로지내의 이동 노드수를 10개 단위로 증가 시켰을 경우, 경로 설정 시간을 나타내고 있다. ZM기반의 링크 안정성 모델을 적용한 기법은 기존의 OLSR 라우팅 기법보다 경로 설정 시간이 평균 68ms 정도 줄어들었음을 알 수 있다.

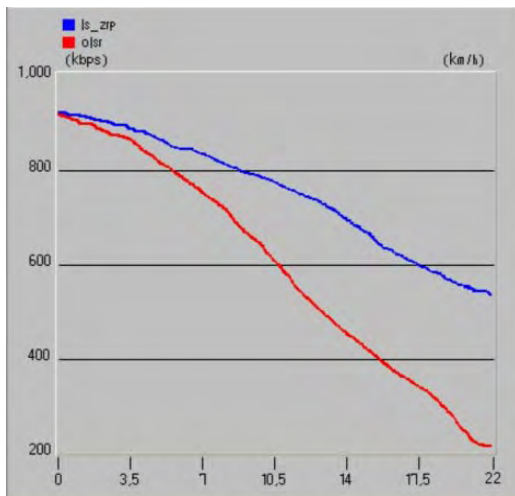


(그림 2) 경로 설정시간의 비교



(그림 3) 데이터 처리량의 비교

(그림 3)는 이동 노드 수의 변화에 따른 데이터 처리량을 나타내고 있다. ZM기반의 하이브리드 네트워크 링크 안정성 모델을 적용한 기법을 사용할 경우 OLSR라우팅 기법보다 높은 데이터 처리량을 보이고 있다. 이는 최적의 전송 경로 설정을 통해 설정 시간을 줄여 데이터를 보다 많이 처리할 수 있기 때문이며 약 228Kpbs정도 향상되었다.



(그림 4) 속도의 변화에 따른 데이터 처리량 비교

(그림 4)은 노드의 이동 속도의 변화에 따른 데이터 처리량을 나타내고 있다. 만약 노드의 이동 속도가 작을 경우에는 두 가지 기법은 성능 차이가 적으나 이동 속도가 증가할수록 ZM기반의 링크 안정성 기법은 OLSR 라우팅 기법보다 약 143Kpbs정도 향상된 것을 알 수 있다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 기존의 무선 네트워크의 문제점을 극복하기 위하여 ZM기반의 무선 네트워크의 경로설정과 안정성을 제안하였다. ZM은 안정적인 전력, 높은 컴퓨팅 파워

와 무선 신호 범위 조절 능력이 있으므로 망이 유지하는 동안 일반 노드가 수행할 수 없는 기능들을 보조하고 급격하게 변화하는 네트워크 토폴로지를 감지하고 이를 통해 네트워크 토폴로지를 유지해주는 작용을 한다.

경로 설정과 과정에서 새롭게 제안된 수신신호 편차를 이용한 링크 안정성 기법을 사용하여 노드의 이동수와 이동 속도가 급격히 변하는 상황에서도 안정적인 데이터 전송이 가능하였으며 노드수가 급격히 증가해도 일정한 데이터 전송 처리능력을 유지한다는 것을 보여주었다. 따라서 노드가 급격히 증가하는 상황에서도 링크안정성 기법은 재설정 지연 시간을 OLSR기법보다 약 8%정도 단축시켜줄 수 있다. 또한 본 연구에서의 링크 안정성 기법에 대한 효율성 향상을 위하여 베이지안 기법을 이용하여 기타 특정 환경에 대한 연구가 요구된다.

#### 참고문헌

- [1] K. Namhi, P. Ilkyun, and K. yonghan, "Ubiquitous zone networking technologies for multi-hop based wireless communications", IWSOS 2006, LNCS 4124, September 2006.
- [2] 최재덕, 노효선, 정수환, 김영환, "이질적인 라우팅 도메인에서 스마트 패킷을 사용한 이동 노드의 라우팅 프로토콜 설정기법", 한국통신학회논문지, 제31권, 제9b호, pp. 803-810, 2006.
- [3] C. Siva Ram Murthy and B. S. Manoj, "Ad-hoc Wireless Networks Architectures and Protocols", Prentice Hall PTR, New Jersey, 2004.
- [4] B. S Manoj, R. Ananthapadmanabha and C. Siva Ram Murthy, "Multi-hop Cellular Networks: The Architecture and Routing Protocol for Best-Effort and Real-time Communication", in Proc IRISS, 2002, Bangalore, India, Mar, 2002.
- [5] 임세영, 김훈,유명식, "하이브리드 무선 네트워크를 위한 존 마스터기반의 라우팅 프로토콜", 한국정보과학회논문지 제34권 제4호, pp. 269-275, 2007.8.
- [6] Min Chen, "OPNET 网络仿真", 清华大学出版社, 2004