

# DQM 기반 라우팅 프로토콜에 대한 연구

이광제\*, 정진욱\*\*

\* 주성대학 전자상거래학과

\*\* 성균관대학교 정보통신공학부

e-mail:kwangje@jsc.ac.kr

## A Study on DQM(Distributed QoS Monitoring) based Routing Protocol

Kwang-je Lee\*, Jin-Wook Chung\*\*

Dept. of EC, Juseong College

School of I.C. SungKyunKwan University

### 요 약

Ad-hoc 네트워크는 유선 인프라의 구성이나 도움 없이 이동 단말기들로만 손쉽게 통신망을 구성하여 긴급구조나 전쟁터 등에서 무선 데이터 서비스를 제공할 수 있는 무선 네트워크를 말한다. 지금까지는 이러한 무선망에서는 품질보다는 연결 자체에 큰 의미를 두어왔으나, 최근에는 Ad-hoc 릴레이 시스템과 같은 확장된 개념의 Ad-hoc 망으로 범위가 넓혀지고 있어 품질에 대한 요구 수준이 증대되고 있다. 기존 Ad-hoc 라우팅 프로토콜들은 고품질의 안정된 멀티미디어 정보 전달과 같은 사용자들의 요구를 충족시킬 수 없으므로, Ad-hoc 네트워크에서도 유선망에서와 같은 QoS 보장을 위한 기술이 추가되어야만 하며, 본 논문에서는 이상과 같은 추세에 맞춰 보다 안정적이고 품질이 보장될 수 있도록 분산형 QoS 모니터링 기법이 도입된 DQM-CBRP를 제안한다. 그리고 이 DQM 기반 CBRP 라우팅 프로토콜의 적절한 운용을 위해 시뮬레이션을 수행하고 적정 운용 노드 수나 운용 범위 등을 분석한다.

### 1. 서론

Ad-hoc 네트워크는 유선 인프라 네트워크( Infra-Structured Network )의 구성이나 도움 없이 이동 단말기들로만 손쉽게 통신망을 구성하여 긴급구조나 전쟁터 등에서 무선 데이터 서비스를 제공할 수 있는 무선 네트워크를 말한다. 지금까지는 이러한 무선망에서는 품질보다는 연결 자체에 큰 의미를 두어왔으나, 최근에는 Ad-hoc 릴레이 시스템과 같은 확장된 개념의 Ad-hoc 망으로 범위가 넓혀지고 있어 품질에 대한 요구 수준이 증대되고 있다.<sup>[1]</sup>

따라서 QoS(Quality of Service)를 보장하기 위해 Ad hoc 네트워크에 영향을 미치는 요소(Performance Metrics)들을 추출하고 이들을 관측하여 라우팅 프로토콜에 반영하여야 하며, 본 논문에서는 Ad hoc 네트워크의 성능에 영향을 주는 주요 특징들을 살펴보고 시뮬레이션을 통해 적절하게 운용 가능한 Ad-hoc 네트워크 범위 및 이동 노드 수의 영향 등에 대해 살펴본다. 그리고 최종적으로는 QoS를 보장할 수 있는 DQM-CBRP( Distributed

QoS Monitoring - Cluster Based Routing Protocol ) 프로토콜을 제안한다.

### 2. Ad-hoc 라우팅과 QoS 모니터링 기법

#### 2.1 Ad-hoc 라우팅 개요

Ad-hoc 네트워크는 이동망 특성상 구조 변화가 빈번하고, 낮은 대역폭과 높은 전송 오류, 전송회선의 불안정성 등의 이유 때문에 유선망에서 사용되는 기존의 인터넷 라우팅 프로토콜을 그대로 사용하는 것이 불가능하고, 보다 효과적인 라우팅 프로토콜들이 요구된다. Ad-hoc 라우팅 프로토콜들은 크게 네 가지로 분류할 수 있는데, 테이블 구동 방식의 프로액티브 라우팅 기법과 요청 방식의 리액티브 라우팅 기법, 두 가지 방식을 혼합한 하이브리드 라우팅 기법, 그리고 기타 방식의 클러스터 기반 라우팅 프로토콜로 분류되며, 다음 그림 1과 같다.<sup>[2]</sup>

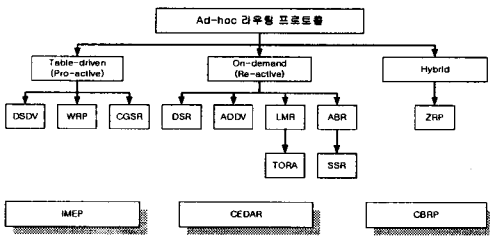


그림 1. Ad-hoc 라우팅 프로토콜의 분류

본 논문에서는 다음과 같은 장점을 갖는 CBRP 라우팅 프로토콜에 DQM 기법을 적용하여 QoS가 보장될 수 있도록 제안하고, DQM-CBRP 프로토콜이 적정하게 운용될 수 있도록 운용노드수와 운용 범위 등을 시뮬레이션을 통해 알아본다.

CBRP의 장점으로는

- 완전히 분산된 운영 방식
- 동적인 경로 발견 절차 동안에 트래픽 증가를 최소화
- 단방향 링크의 완벽한 지원 등이 있다.

### 2.2 QoS 모니터링 기법 개요

무선 인터넷 환경에서 QoS를 보장하고 유지할 수 있기 위해서는 QoS 감쇠 가능성을 탐지하고 네트워크 자원에 대한 재조정을 수행함으로써 QoS를 보장해줄 수 있도록 대책을 세우고 해결해 줄 필요가 있다.

이러한 기능을 제공하는 QoS 모니터링 기법은 크게 종단간 QoS 모니터링 기법과 분산형 QoS 모니터링 기법으로 분류하며, 멀티미디어 응용 서비스 데이터들은 각각 다른 QoS 수준이나 상태를 갖는 네트워크 세그먼트를 몇 단계에 걸쳐서 통과해야만 하고 이동 무선 네트워크의 경우는 더욱 다양한 통신 환경을 접하게 되기 때문에 분산형 QoS 모니터링 방식이 적합하다.

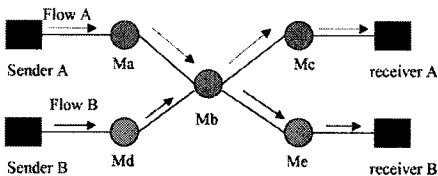


그림 2. 실시간 데이터 흐름의 경로

표 1. RTA 테이블

Real-Time Flow	Relevant Monitors
Flow A	Ma, Mb, Mc
Flow B	Md, Mb, Me

참고문헌 [3]에서 데이터 플로우 트래픽 정보를 적정 모니터로부터 검색하기 위해 응용 모니터링 시스템 (Monitoring Application System)과 적정 모니터를 연결하는 RTANS( Real-Time Application Name Server)를 지정하고 자신에게 등록된 각 플로우의 적정 모니터들이 제공한 정보를 RTA(Real-Time Application) 테이블에 정렬시키며, 응용 모니터링 시스템은 RTA 테이블로부터 적정 모니터를 찾아내고, 이 적정 모니터를 통해 해당 플로우의 트래픽 정보를 추적 감시한다. 위의 그림 2와 표 1은 실시간 플로우 모니터링을 위한 RTA 테이블 예를 보여주고 있다.

### 3. Ad hoc 네트워크의 특징 및 DQM-CBRP 제안

#### 3.1. Ad hoc 네트워크의 주요 특징

Ad hoc은 무선 링크를 통해 통신이 가능한 이동 사용자의 자율적 집합체로서 노드의 이동성 때문에 네트워크의 토폴로지는 빠르게 변화되기도 하고, 시간 축 상에서 예측이 어렵다는 특징을 갖는다. 따라서 이러한 Ad hoc 네트워크의 행동 특성을 평가하기 위한 주요 네트워크 특징과 성능 지표를 분류하고 정리해볼 필요가 있다. Ad hoc 네트워크의 효율성을 결정할 수 있는 주요 특징은 크게 Network settling time, Network Join, Network Depart, Network Recovery time, Frequency of update, Memory Byte Requirement, Network Scalability Number 등과 같은 정량적 특징과 Knowledge of Nodal Locations, Effect to topology change, Adaptation to radio communication environment, Power Consciousness, Single or Multichannel, Bidirectional or Unidirectional Links 등의 정성적 특징으로 분류해 볼 수 있다.

#### 3.2. Ad hoc 네트워크의 성능 지표(Performance Metrics)

Ad hoc 네트워크의 성능을 판정하기 위해 고려해야 할 성능 지표는 여러 가지를 생각해 볼 수 있는데, 우선 평균 소비 전력(Average Power Expended)과 임무 완료 시간(Task Completion Time), 패킷과 관련한 종단간 처리율(End-to-End Throughput), 종단간 지연 시간(End-to-End Delay), 링크 사용률(Link Utilization), 패킷 손실률(Packet Loss) 등이 있다. 그리고 시뮬레이션을 위한 시나리오와 관련하여 노드 이동률(Nodal Movement) 또는 노드의 평균 속도(Average speed of node), 네트워크 노드 수(Number of Network Node), 네트워크 범위(Area

size of Network), 통신 부하 및 트래픽 유형(Offered load & traffic patterns), 단방향 링크 수(Number of Unidirectional Link) 등이 고려해야 할 성능 지표들이다.

### 3.3. DQM-CBRP의 제안

#### 3.3.1. 제안한 기법의 구성

DQM-CBRP는 IRM 기반의 QoS 모니터링 기법<sup>[3]</sup>을 수정 보완하여 ARM(Ad-hoc Relevant Monitor) 기반 분산형 모니터링 기법을 CBRP 라우팅 프로토콜에 적용함으로써 QoS 보장이 가능하게 한 라우팅 프로토콜이다. 제안한 DQM-CBRP에서 QoS 관측을 위한 구성 요소로는 크게 AIMS(Ad-hoc Integrated Monitor System), ARTANS(Ad-hoc Real-Time Application Name Server), Ad-hoc Monitor가 있으며 이들 연결 구성은 다음 그림 3과 같이 3-tier 구조로 연결된다.

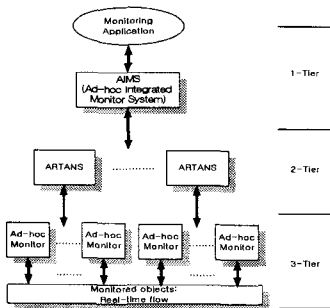


그림 3. DQM 기반 Ad-hoc 무선망 구성

#### 3.3.2. 제안한 기법의 기본 동작

ARTANS 기능을 중심으로 DQM 기반의 Ad-hoc 무선망에서 분산형 QoS 모니터링 기법의 수행과정은 다음 데이터 플로우 다이어그램과 같다.

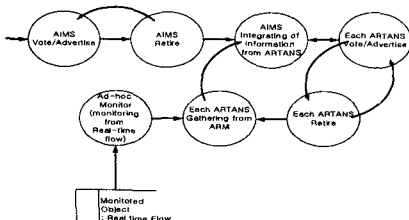


그림 4. DQM 기반 Ad-hoc 무선망에서의 분산형 QoS 모니터링 기법 수행과정

## 4. 시뮬레이션 및 결과

본 장에서는 Ad hoc 망의 안정성과 신뢰성이 보장

되는 적정 운용환경을 찾아 DQM-CBRP에 적용할 수 있도록 시뮬레이션을 수행하고 이를 통해 프로토콜 운용환경 설정과 클러스터의 운용범위 설정에 필요한 자료를 제시한다.

#### 4.1. 시뮬레이션 툴 ANSim v.2.99b<sup>[4][5]</sup>

본 논문에서는 독일 IU 대학의 Hellbrueck이 제공하고 있는 ANSim Version 2.99b 시뮬레이터를 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다.

시뮬레이션은 노드 수의 증가에 대한 운용성에 대한 변화와 네트워크 사용 범위에 대한 운용성의 변화에 대해 수행되었으며, 이들 시뮬레이션 수행을 위해 입력 값에 대한 설정은 다음과 같이 하였다.

##### 4.1.1 노드 수의 증가에 대한 운용성 변화

영역 크기 Area값은 x-size와 y-size는 각각 1Km로 고정하고, 영역의 모양은 원형(Oval), 노드 전송 가능 범위(Node range)는 250m, 노드의 이동 모드 등을 설정하였으며, 시뮬레이션에서 node 수는 5~50의 범위에 대해 수행하고, 통신 모드(communication mode)는 각각 중앙통제형(Central)과 비중앙통제형(Decentral)에 대해 수행한다.

##### 4.1.2 네트워크 영역 크기에 대한 운용성 변화

노드의 수는 50개로 고정하고, 영역의 모양은 원형(Oval), 노드 전송 가능 범위(Node range)는 250m, 노드의 이동 모드 등을 설정하였고, 시뮬레이션에서 네트워크 영역 크기는 1~5km의 범위에 대해 수행하며, 통신 모드(Communication mode)는 각각 중앙통제형(Central)과 비중앙통제형(Decentral)에 대해 수행한다.

설정 상태는 다음 그림 5와 같다.

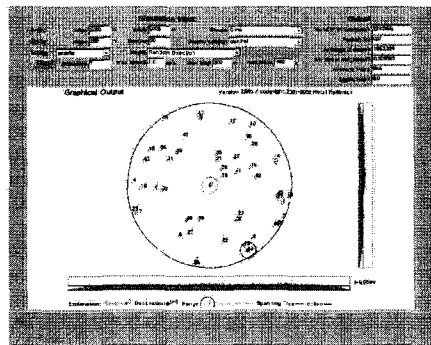


그림 5. ANSim v.2.99b 시뮬레이션 tool

#### 4.2. 시뮬레이션 결과 고찰

본 시뮬레이션 결과를 통해 다음 그림6부터 그림

11까지와 같은 결과를 얻었다.

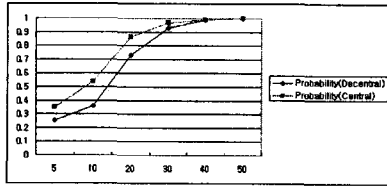


그림 6. Node 수와 Connectivity 변화 그래프

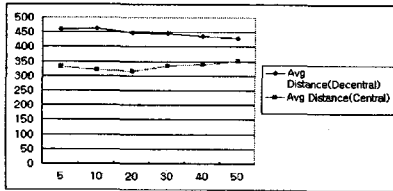


그림 7. Source와 Destination 간 평균 거리

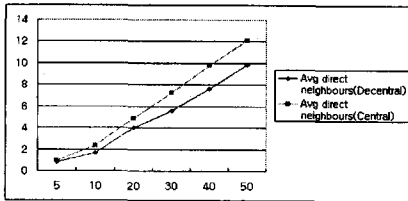


그림 8. 평균 Direct neighbour 수

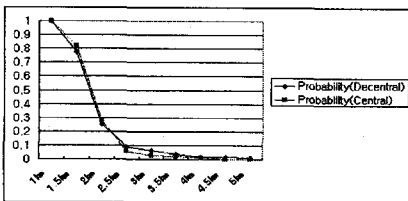


그림 9. Diameter vs Probability

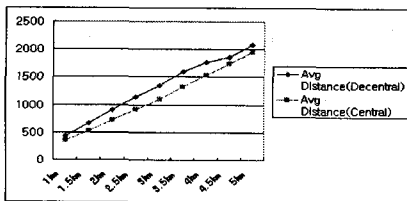


그림 10. Diameter vs Avg distance

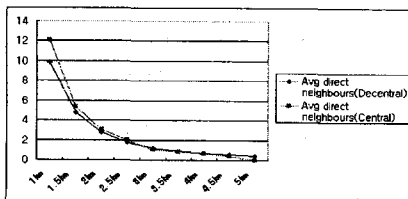


그림 12. Diameter vs Direct neighbours

이상에서 얻은 결과를 종합하여 판단해보면 Ad hoc 네트워크는 노드 수를 30 개 이상으로 하고, 1 km 이내에서 운용할 때 송수신 노드 간 연결 확률이 90% 이상 유지되어 안정적이고 신뢰성이 보장될 수 있음을 알 수 있었다. 물론 노드의 전송능력 등 운용 환경은 시뮬레이션에서 설정한 환경과 같다는 가정하의 결과이다.

### 5. 결론

본 논문에서는 유선 인프라의 구성이나 도움 없이 이동 단말기들로만 손쉽게 통신망을 구성하여 긴급구조나 전쟁터 등에서 무선 데이터 서비스를 제공할 수 있는 Ad hoc 네트워크의 성능을 평가 판정하기 위해 고려해야 하는 주요 특성과 성능 지표가 어떤 종류가 있는지 살펴보고 시뮬레이션을 통해 적정 운용 환경을 살펴보았으며 그 결과로 Ad-hoc 네트워크는 노드 수를 30개 이상, 1km 이내에서 운용할 때 송수신 노드 간 연결 확률이 90% 이상 유지되어 안정적이고 신뢰성이 보장되는 운용이 가능하다는 점을 알 수 있었다.

따라서 본 논문에서 제안한 DQM-CBRP 프로토콜을 구성하고 운용할 때 전체 클러스터는 1Km 반경 이내에서 약 30개 정도의 노드로 구성하는 것이 안정된 운용을 보장할 수 있음을 알 수 있었다.

향후 다른 종류의 라우팅 프로토콜들에 대해서도 구성방법 및 운용성 등에 대한 연구가 요구된다.

### 참고문헌

- [1] C.K Toh, *Ad hoc Mobile Wireless Networks(Protocol and System)*, Prentice Hall, 2002
- [2] Kwangje Lee · Jinwook Chung, *QoS Distribution Monitoring Mechanism in Ad hoc*, in Proc. SAM02 Las Vegas, pp. 180-186, Jun 2002
- [3] Yuming Jiang · Chen-khong Tham · Chi-Chung Ko, *Challenges and Approaches in Providing QoS Monitoring*, Int.J. Network Mgmt., pp.323-334, Oct 2000.
- [4] Hellbrueck, *Toward Analysis and Simulation of Ad-hoc Network*, Proc. of ICWN02, pp. 69-75, LasVegas,USA, Jun 2002
- [5] Scherpe C., Wolf J., *Real-Time Simulation of Multi-Hop Ad hoc Networks*, CaberNet Radicals Workshop, Funchal, Madeira, Jan 2002