

논문 2007-44TC-5-1

# 무선 메쉬 네트워크를 위한 홉 기반 분산형 다중 채널 할당 방안

(Distributed Multi-channel Assignment Scheme Based on Hops in  
Wireless Mesh Networks)

금 동 원\*, 최 재 인\*, 이 성 협\*, 조 유 제\*\*

(Dong-Won Kum, Jae-In Choi, Sung-Hyup Lee, and You-Ze Cho)

## 요 약

무선 메쉬 네트워크(WMN: Wireless Mesh Network)는 다중 홉 환경에서 동일한 플로우 내의 홉간의 간섭뿐만 아니라 서로 다른 플로우의 홉간의 간섭으로 인하여 거쳐가는 홉 수가 증가할수록 플로우의 종단간 수율이 크게 저하되는 문제점을 가진다. 본 논문은 이동성이 없는 메쉬 라우터로 구성된 WMN의 성능 향상을 위한 홉 기반 분산형 다중 채널 할당 방안(DMASH: Distributed Multi-channel Assignment Scheme based on Hops)을 제안한다. 제안한 DMASH는 IEEE 802.11 기반의 다중 인터페이스 환경에서 전송 시 무선 채널간의 간섭을 줄임으로써 종단간 수율을 향상시킬 수 있는 새로운 홉 기반의 분산형 다중 채널 할당 방안이다. DMASH는 채널 설정 단계에서 게이트웨이로부터의 홉 수를 기반으로 인접 홉간에 서로 간섭을 갖지 않는 채널 그룹을 각 홉에 할당하고, 동일 홉 안에서의 각 노드들은 할당된 채널 그룹 내에서 임의의 채널을 하나 선택한다. DMASH는 WMN에서 각 노드들이 자신의 채널을 자율적으로 선택할 수 있는 분산형 채널 할당 방안으로 중앙 제어형에 비해 오버헤드가 적을 뿐 아니라 구현이 간단한 장점을 가진다. NS-2 시뮬레이션을 통해 DMASH는 다중 홉 환경에서 임의 채널 할당 방식보다 망 전체 수율을 크게 향상할 수 있음을 보였다.

## Abstract

In wireless mesh networks (WMNs), the end-to-end throughput of a flow decreases drastically according to the traversed number of hops due to interference among different hops of the same flow in addition to interference between hops of different flows with different paths. This paper proposes a distributed multi-channel assignment scheme based on hops (DMASH) to improve the performance of a static WMN. The proposed DMASH is a novel distributed multi-channel assignment scheme based on hops to enhance the end-to-end throughput by reducing interference between channels when transmitting packets in the IEEE 802.11 based multi-interface environments. The DMASH assigns a channel group to each hop, which has no interference between adjacent hops from a gateway in channel assignment phase, then each node selects its channel randomly among the channel group. Since the DMASH is a distributed scheme with unmanaged and auto-configuration of channel assignment, it has a less overhead and implementation complexity in algorithm than centralized multi-channel assignment schemes. Simulation results using the NS-2 showed that the DMASH could improve remarkably the total network throughput in multi-hop environments, comparing with a random channel assignment scheme.

**Keywords :** Wireless Mesh Network, distributed multi-channel assignment, hop-based channel assignment

\* 학생회원, 경북대학교 대학원 전자공학과  
(Department of Electronics Engineering,  
Kyungpook National University)

\*\* 정회원, 경북대학교 전자전기컴퓨터학부  
(School of Electrical Engineering and Computer  
Science, Kyungpook National University)

※ 본 연구는 한국과학재단의 특정기초사업  
(R01-2006-000-10753-0)과 두뇌한국(BK) 21 사업  
지원으로 수행되었음.

접수일자: 2007년5월1일, 수정완료일: 2007년5월14일

## I. 서 론

무선 메쉬 네트워크 (WMN: Wireless Mesh Network)는 다수의 노드들이 자율적으로 무선 통신을 이용하여 메쉬 형태의 LAN 혹은 MAN을 형성하는 차세대 네트워킹 기술이다. WMN의 구조는 크게 다음과 같은 3가지 형태로 분류할 수 있다. 첫째는 인프라스트

럭처 구조로써 이동성을 갖지 않는 고정된 메시 라우터와 이동성을 갖는 메시 클라이언트로 구성된다. 메시 라우터는 무선 메시 네트워크를 위한 백본 망을 형성하며 메시 클라이언트는 메시 라우터로 구성된 백본 망을 통해 통신을 한다. 두 번째는 클라이언트 메시 네트워크로써 이동성을 갖는 메시 클라이언트로만 망을 형성하며 메시 클라이언트는 자신이 직접 데이터를 주고 받는 호스트의 역할 뿐만 아니라 데이터를 전달하는 라우터의 역할도 수행한다. 마지막으로 하이브리드 메시 네트워크로써 인프라스트럭처 구조와 클라이언트 메시 네트워크를 혼합한 구조이다<sup>[1]</sup>.

현재 WMN은 무선 통신 방식으로 IEEE 802.11을 많이 사용한다. IEEE 802.11b,g는 서로 간섭이 없는 3개의 채널을 제공하며, IEEE 802.11a는 12개를 제공한다. 하지만 일반적으로 IEEE 802.11의 무선 랜 환경에서는 1개의 채널을 사용해 통신을 한다. 그렇기 때문에 단일 채널 환경의 IEEE 802.11을 사용한 WMN은 다중 홉 환경에서 동일한 플로우 내의 홉간의 간섭뿐만 아니라 서로 다른 플로우의 홉간의 간섭으로 인하여 거쳐가는 홉 수가 증가할수록 플로우의 종단간 수율이 크게 저하되는 문제점을 가진다<sup>[2]</sup>. 따라서 높은 수율이 요구되는 WMN에서는 다중 채널 사용이 반드시 필요하다. 이런 연구 결과에 따라 현재 다중 채널 환경에서 효율적인 채널 할당 방안이 많이 연구되고 있다. 또한 넓은 지역에 서비스를 제공하는 WMN에 다중 채널을 적용하기 위해서는 자율적인 채널 설정이 바람직하다.

본 논문에서는 기존 다중 채널 할당 방안들을 고찰하고 다중 인터페이스 상에서 다중 채널을 사용할 때 고려할 사항을 분석한 후, 이 고려 사항을 바탕으로 메시 라우터의 이동성이 없는 무선 백본 망으로서의 WMN에 적합한 홉 기반의 분산형 다중 채널 할당 방안(DMASH: Distributed Multi-channel Assignment Scheme based on Hops)을 제안 한다.

제안한 DMASH는 IEEE 802.11 기반의 다중 인터페이스 환경에서 전송 시 무선 채널간의 간섭을 줄임으로써 종단간 수율을 크게 향상시킬 수 있는 새로운 홉 기반의 분산형 다중 채널 할당 방안이다. DMASH는 WMN의 모든 노드들이 두 개의 IEEE 802.11a 인터페이스를 사용하는 것을 가정한다. DMASH는 채널 설정 단계에서 게이트웨이로부터의 홉 수를 기반으로 인접 홉간에 서로 간섭을 갖지 않는 채널 그룹을 각 홉에 할당하고, 동일 홉 안에서의 각 노드들은 할당된 채널 그룹 내에서 임의의 채널을 하나 선택한다. 제안한

DMASH는 WMN에서 각 노드들이 자신의 채널을 자율적으로 선택할 수 있는 분산형 채널 할당 방안으로 중앙 제어형에 비해 오버헤드가 적을 뿐 아니라 구현이 간단한 장점을 가진다.

본 논문은 서론에 이어 제 II장에서 다중 홉 환경에서 IEEE 802.11의 문제점 분석과 기존 다중 채널 할당 방안에 대해 고찰한 후 제 III장에서 제안한 다중 채널 할당 방안을 설명한다. 제안한 DMASH의 성능을 제 IV장에서 평가한 후 제 V장에서 결론을 맺는다.

## II. 관련 연구 고찰

일반적으로 IEEE 802.11을 사용한 망은 단일 인터페이스에 단일 채널을 갖는 노드들로 구성 된다. 이 환경에서 다중 홉 경로는 동일한 플로우 내의 홉간의 간섭뿐만 아니라 서로 다른 플로우의 홉간의 간섭으로 인하여 거쳐가는 홉 수가 증가할수록 플로우의 종단간 수율이 크게 저하되는 문제점을 가지며, 그림 1에서 홉 간 간섭 문제를 나타내고 있다.

그림 1에서 보면 노드 3이 노드 2에게 데이터를 전송할 때 전송 범위에 있는 노드 4 그리고 노드 9와 센싱 범위에 있는 노드 5, 1 그리고 노드 8, 10은 동시에 데이터를 전송할 수 없다. 이는 CSMA/CA방식을 사용하는 IEEE 802.11 MAC의 특성 때문으로써 데이터 전송을 원하는 노드는 자신의 충돌영역에 있는 노드들과 동시에 링크에 데이터를 전송할 수 없다<sup>[2]</sup>. 또한 노드의 충돌영역은 hidden node 문제를 해결하기 위한 IEEE 802.11 RTS/CTS 옵션을 사용하는 경우에 확장된다<sup>[3]</sup>.

IEEE 802.11을 기반한 다중 채널 할당 방안은 두 가지 환경으로 분류할 수 있다.

첫째는 패킷 단위로 채널을 변경하는 방안으로써 단일 인터페이스를 사용한 MMAC, SSCH 등과 다중 인

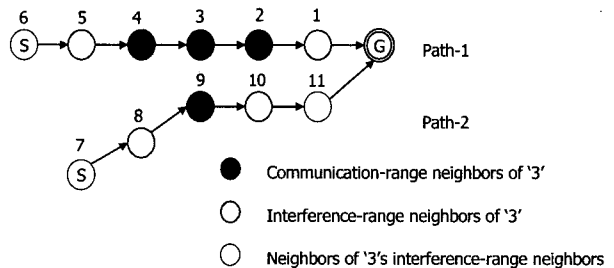


그림 1. 동일 경로상 및 서로 다른 경로 간 간섭  
Fig. 1. Intra-path and Inter-path interference in a single-channel multi-hop ad hoc network.

터페이스를 사용한 HMCP 등이 있다<sup>[5-7]</sup>. MMAC<sup>[5]</sup>에서 노드들은 정해진 기간 동안 제어 채널을 사용해 자신이 사용할 채널을 결정하며 채널 설정 기간이 끝나면 결정한 채널을 통해 통신을 한다. 이 방안은 노드간 정확한 동기화가 필요하며, 이것은 분산된 다중 홉 네트워크에서 아직 해결하기 힘든 문제점이다. SSCH<sup>[6]</sup>에서 노드들은 특정 코드 집합으로 구동되는 pseudo-random 시퀀스를 사용해 모든 타임 슬롯에 자신들이 사용할 채널을 결정한다. SSCH는 pseudo-random 시퀀스를 사용해 채널 동기를 맞추기 때문에 경우에 따라 다음 목적지 노드와 채널 동기가 맞지 않을 수 있어 분산된 멀티 홉 환경에서 매우 큰 지연시간을 가져올 수 있다. HMCP<sup>[7]</sup>는 다중 인터페이스를 사용한 방안으로 노드들은 자신의 인터페이스를 고정된 채널을 사용하는 것과 채널을 고정시키지 않고 데이터 전송을 위해 사용하는 것으로 분류한다. 데이터 전송을 원하는 노드는 목적지 노드의 고정된 채널을 알아낸 후 자신의 데이터 전송을 위한 인터페이스에 알아낸 채널을 설정하여 데이터를 전송한다. HMCP는 데이터 전송시 상대 노드의 고정된 채널을 알아야하기 때문에 트래픽 부하가 큰 WMN에는 오버헤드를 가져올 수 있다. 패킷 단위로 채널을 변경하는 방안들은 모든 패킷을 위해 네트워크 인터페이스의 동기를 다시 설정해야 하는 오버헤드가 있으며 패킷 단위로 채널을 변경하기 때문에 라우팅 프로토콜에 영향을 줄 수 있다. 또한 높은 채널 스위칭 지연 시간을 갖는 현재 IEEE 802.11 PHY에는 적용하기가 힘들다<sup>[4]</sup>.

두 번째는 load-aware 한 채널 할당 방안과 중앙 제어형 채널 할당 방안으로 Hyacinth, BFS-CA가 있으며 모두 다중 인터페이스를 사용한다<sup>[8][9]</sup>. Hyacinth<sup>[8]</sup>는 load-aware한 채널 할당 방안으로써 채널 할당 전에 인가된 트래픽 부하와 플로우들이 경유할 경로를 미리 알아야 하는 문제점과 spanning tree 구조를 사용하기 때문에 기존 MANET 라우팅 프로토콜에는 적용할 수 없는 문제점을 가지고 있다. BFS-CA<sup>[9]</sup>는 중앙 제어형 방식으로써 중앙에 채널 할당 서버를 놓고 네트워크 전체 노드들이 사용할 채널을 관리한다. BFS-CA 알고리즘은 분산된 네트워크 환경에 있는 모든 노드들의 채널을 중앙에 있는 서버가 관리하기 때문에 채널관리에 대한 오버헤드가 크며 알고리즘이 복잡하다는 문제점을 갖고 있다.

### III. 분산형 다중 채널 할당 알고리즘 (DMASH)

제안한 DMASH는 다중 인터페이스 환경에서 다중 채널 할당을 위해 다음 사항들을 고려한다. 첫 번째 WMN는 트래픽의 대부분이 노드와 게이트웨이사이에서 전송되기 때문에 게이트웨이로부터 다중의 체인 망이 형성된다. 두 번째로 IEEE 802.11 PHY는 높은 채널 변경 지연 시간을 가지고 있어 많은 채널 변경은 링크의 전송 효율을 저하시킨다<sup>[4]</sup>. 마지막으로 Mesh 라우터의 이동성이 거의 없는 인프라스트럭처 백본 망으로서의 WMN는 분산된 넓은 지역에 서비스를 제공할 수 있기 때문에 자율적인 채널 구성 능력이 필요하며 알고리즘 구현이 간단해야 한다. 이런 고려사항을 기반으로 DMASH를 제안 한다.

제안한 DMASH는 Mesh 라우터의 이동성이 없는 무선 백본 망으로서의 WMN에 적합한 홉 기반 채널 할당 방안이다. DMASH는 채널 설정 단계에서 게이트웨이로부터의 홉 수를 기반으로 인접 홉간에 서로 간섭을 갖지 않는 채널 그룹을 각 홉에 할당하고, 동일 홉 안에서 각 Mesh 라우터는 할당된 채널 그룹 내에서 임의의 채널을 하나 선택한다. 채널 설정 단계에서 할당된 채널은 변경되지 않으며 이는 기존 제안 방안들에서 간섭과 경로 설정에 따라 채널을 동적으로 변경하는 것에 비해 오버헤드가 적다. 또한 정적 채널 할당 방식을 사용함으로써 동적으로 채널을 변경하였을 때 라우팅 프로토콜에 미치는 영향을 없앨 수 있다.

DMASH는 채널 설정 단계에서 게이트웨이로부터 홉을 기반으로 인접 홉간에 서로 간섭을 갖지 않는 채널 그룹을 각 홉에 할당한다. DMASH는 게이트웨이로부터

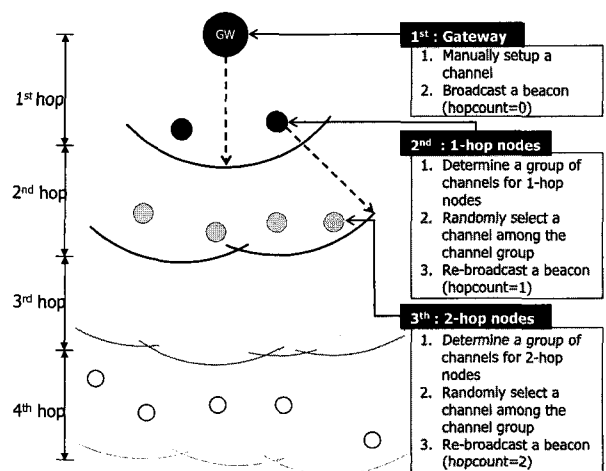


그림 2. DMASH 동작  
Fig. 2. Procedure of DMASH.

터의 홉을 결정하기 위해 IEEE 802.11 beacon 메시지를 확장하여 사용하며, 확장된 필드는 홉 카운트와 게이트웨이 식별 코드를 나타낸다. 홉 카운트 필드는 게이트웨이로부터 홉을 결정하기 위해 추가하며 게이트웨이 식별 코드는 다중 게이트웨이를 사용할 경우 자신의 기본 게이트웨이를 설정하는 데 사용하며 우선 본 논문에서는 단일 게이트웨이만 고려한다.

홉 기반의 분산형 다중 채널 할당 동작 과정은 그림 2와 같다.

① 게이트웨이는 인터페이스에 수동으로 채널을 할당한다.

② 게이트웨이는 beacon 메시지에 자신의 식별 코드와 홉 카운트 메시지를 포함하고 hop-discovery 필드를 활성화 한 후 이를 자신의 채널에 브로드캐스트 한다.

③ 게이트웨이로부터 1 홉에 있는 메쉬 라우터들은 자신의 무선 인터페이스 스캐닝을 통해 beacon 메시지를 수신 하며 beacon 메시지에 hop-discovery 필드가 활성화 되어 있는 지를 검사한 후 활성화 되어 있으면 현 채널을 해당 인터페이스의 기본 채널로 설정한다.

④ 메쉬 라우터들은 hop-discovery 필드가 활성화 되어 있는 beacon 메시지를 수신하면 분산형 다중 채널 할당 알고리즘을 수행하여 다른 무선 인터페이스에서 사용할 채널을 결정한다. 채널을 결정 한 후 홉 카운트를 하나 증가시키고 beacon 메시지를 분산형 다중 채널 할당 알고리즘을 통해 얻은 채널 상에 브로드캐스트 한다.

⑤ 네트워크에 있는 모든 메쉬 라우터들은 위와 같은 절차를 통해 채널을 자율적으로 구성 한다.

제안한 분산형 다중 채널 할당 알고리즘은 인접 홉간에 서로 간섭을 갖지 않는 채널 그룹을 각 홉에 할당하고, 동일 홉 안에서의 각 메쉬 라우터들은 할당된 채널 그룹 내에서 임의의 채널을 하나 선택한다.

분산형 다중 채널 할당 알고리즘을 표 1에 의사 코드 형식으로 나타낸다. IEEE 802.11 MAC을 기준으로 간섭을 주는 홉 수를 고려해 채널 그룹(CG)을 할당 한다. 메쉬 라우터가 beacon 메시지를 수신하면 hop-discovery 필드가 활성화되어 있는지를 검사한다. (Line 4, 5). 게이트웨이가 채널 설정 단계에 hop-discovery 필드를 활성화한다. 만약 hop-discovery 필드가 활성화되어 있으면 수신한 beacon 메시지를 통해 홉 카운트(COUNT<sub>HOP</sub>) 값을 얻는다 (Line 6). 메쉬 라우터는 홉

표 1. DMASH 알고리즘

Table 1. Algorithm of DMASH.

Pseudo Code : Algorithm	
1	Let $CG_1 = \{ CH_1, \dots, CH_4 \}$
2	Let $CG_2 = \{ CH_5, \dots, CH_8 \}$
3	Let $CG_3 = \{ CH_9, \dots, CH_{12} \}$
4	When a mesh router receives a beacon
5	if(HopDiscoveryField (beacon message) == ENABLE)
	then
6	Let $COUNT_{HOP} = \text{get HopCount (beacon message)}$
7	Let $COUNT_{HOP} = COUNT_{HOP} + 1$
8	Let $i = COUNT_{HOP} \bmod 3$
9	if( $i = 0$ ) then
10	$i = 3$
11	The mesh router selects a random channel among $CG_i$
12	end if

카운트를 하나 증가시킨 후 자신의 홉에서 사용할 채널 그룹을 선택하기 위해 홉 카운트 값을 간섭을 주는 홉 수로 모듈라연산을 한다 (Line 7, 8). 모듈라연산을 통해 선택한 채널그룹에서 자신이 사용할 채널을 임의로 선택한다(Line 11).

#### IV. 시뮬레이션을 통한 성능 분석

제안한 DMASH의 성능을 평가하기 위해 NS-2 시뮬레이션을 사용하였다. 기존의 NS-2 시뮬레이션은 다중 인터페이스 관리 기능과 다중 채널 할당 기능을 갖는 노드를 지원하지 않는다. 그래서 본 논문에서는 다중 채널/다중 인터페이스를 갖는 메쉬 라우터를 새롭게 설계하고 구현하여 제안방안의 성능을 평가하였다.

##### 1. 시뮬레이션 환경

시뮬레이션을 위한 주요 변수는 표 2와 같다. 시뮬레

표 2. 시뮬레이션 파라미터 값

Table 2. Simulation parameters.

Parameters	Definition
Topology	Grid topology (5 * 5 grid)
Number of nodes	25
Traffic of UDP	CBR (1000bytes)
Traffic of TCP	FTP (1000bytes)
CBR sending rate	1Mbps
Routing protocol	DSDV
Wireless MAC	IEEE 802.11a
Bandwidth	2Mbps
Number of NICs	2

이션은 전체 네트워크에 모든 트래픽의 목적지를 게이트웨이로 한 후 데이터를 발생시키는 메쉬 라우터의 수를 변화시켜가며 시뮬레이션 하였다.

### 2. 성능 분석

앞 절에서 설명한 시뮬레이션 환경을 통해 MASH의 성능을 비교 분석한다.

그림 3은 트래픽 부하에 따른 DMASH와 다중 홉 환경에서 임의 채널 할당 방식과의 UDP 망 전체 수율을 비교한 결과이다. 망 전체 수율은 게이트웨이로 시간당 전송되는 데이터 량을 나타낸다. 그림 3을 통해 인접 홉간에 서로 간섭을 갖지 않는 채널 그룹에서 채널을 임의로 선택하는 DMASH가 다중 홉 환경에서 임의로 채널을 선택한 방안 보다 망 전체 수율이 더 높은 것을 볼 수 있다. 이는 제안한 DMASH가 게이트웨이로부터의 홉을 기반으로 인접 홉간에 서로 간섭을 갖지 않는 채널 그룹에서 자신이 사용할 채널을 할당하여 동일한 플로우 내의 홉간의 간섭뿐만 아니라 서로 다른 플로우의 홉간의 간섭을 줄일 수 있기 때문이다. 또한 각 노드는 자신의 홉에 할당된 채널 그룹에서만 채널을 선택하기 때문에 다중 홉 환경에서 임의로 채널을 선택한 방안에 비해 이웃 노드와의 연결성도 보장이 된다. 노드의 연결성은 경로의 다양성을 보장하며 이는 플로우가 증가할 수록 망 성능을 향상시키는 요인이 될 수 있다.

그림 4는 트래픽 부하에 따른 DMASH와 다중 홉 환경에서 임의 채널 할당 방식과의 TCP 망 전체 수율을 비교한 결과이다. 그림 4를 통해 인접 홉간에 서로 간섭을 갖지 않는 채널 그룹에서 채널을 임의로 선택하는

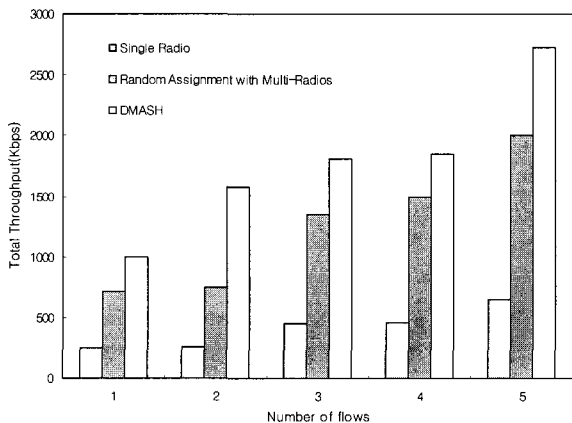


그림 3. 트래픽 부하에 따른 네트워크 전체 UDP 수율 비교

Fig. 3. Comparison of UDP throughput vs. the number of flows.

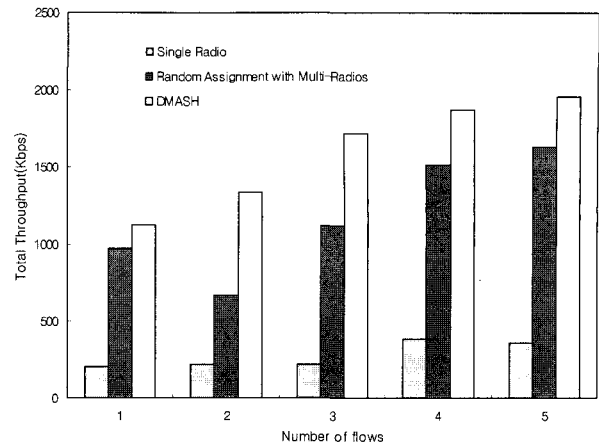


그림 4. 트래픽 부하에 따른 네트워크 전체 TCP 수율 비교

Fig. 4. Comparison of TCP throughput vs. the number of flows.

DMASH가 다중 홉 환경에서 임의로 채널을 선택한 방안 보다 망 전체 수율이 더 높은 것을 볼 수 있으며, 그림 3의 이유와 동일하다.

그림 3과 그림 4를 통해 DMASH가 다중 홉 환경에서 임의 채널 할당 방식에 비해 더 높은 망 전체 수율을 가져온다는 것을 알 수 있다. 또한 UDP의 망 수율이 TCP보다 더 높은 것을 알 수 있는데 이는 UDP는 오직 메쉬 라우터에서 게이트웨이로 데이터가 전송됨으로써 TCP 보다 간섭에 의한 패킷 손실이 적기 때문이다. TCP의 경우 이런 패킷 손실에 의한 네트워크 수율 저하는 기본적으로 TCP가 유선망을 위해 설계되었으며 모든 패킷의 손실을 트래픽의 혼잡으로 보고 혼잡 제어를 수행하기 때문에 더욱 심화된다.

### V. 결 론

본 논문은 WMN의 성능 향상을 위한 홉 기반 분산형 다중 채널할당 방안인 DMASH를 제안하고 NS-2 시뮬레이션을 통하여 성능을 분석하였다. 제안한 DMASH는 이동성이 없는 메쉬 라우터로 구성된 무선 백본 망으로서의 WMN에 적합한 채널 할당 방안으로써 채널 설정단계에서 게이트웨이로부터의 홉 수를 기반으로 인접 홉간에 서로 간섭을 갖지 않는 채널 그룹을 각 홉에 할당한다. 동일 홉에 있는 메쉬 라우터들은 할당된 채널 그룹 내에서 임의의 채널을 하나 선택한다. DMASH는 무선 백본 망에서 각 노드들이 자신의 채널을 자율적으로 선택할 수 있는 분산형 채널 할당 방안으로 중앙 제어형에 비해 오버헤드가 적을 뿐 아니

라 구현이 간단한 장점을 가진다. NS-2 시뮬레이션을 통해 DMASH는 다중 홉 환경에서 임의 채널 할당 방식보다 망 전체 수율을 크게 향상할 수 있음을 보였다.

### 참고 문헌

[1] I. F. Akyildiz, X. Wang and W. Wang, "Wireless mesh networks: a survey," *Computer Networks*, vol. 47, pp. 445-487, 2005.

[2] J. Jun and M. L. Sichitiu, "The nominal capacity of wireless mesh networks," *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 10, pp. 8-14, 2003.

[3] T. Shigeyasu, T. Hirakawa, H. Matsuno, and N. Morinaga, "Two simple modifications for improving IEEE802.11DCF throughput performance," In *Proc. of IEEE WCNC*, 2004.

[4] R. Chandra, P. Bahl, and Pradeep Bahl, "MultiNet: Connecting to Multiple IEEE 802.11 Networks Using a Single Wireless Card," In *Proc. of IEEE INFOCOM*, 2004.

[5] J. So and N. H. Vaidya, "Multi-Channel MAC for Ad Hoc Networks: Handling Multi-channel Hidden Terminals Using a Single Transceiver," In *Proc. of ACM MOBIHOC*, 2004.

[6] P. Bahl, R. Chandra, and J. Dunagan. "SSCH : Slotted seeded channel hopping for capacity improvement in IEEE 802.11 ad hoc wireless networks," In *Proc. of ACM MOBICOM*, 2004.

[7] P. Kyasanur and N. Vaidya. "Routing and interface assignment in multi-channel multi-interface wireless networks," In *Proc. of IEEE WCNC*, 2005.

[8] A. Raniwala and T. Chiueh, "Architecture and algorithms for an IEEE 802.11-based multi-channel wireless mesh networks," In *Proc. of IEEE INFOCOM*, 2005.

[9] K. Ramachandran, E. Belding, K. Almeroth, and M. Buddhikot. "Interference-aware channel assignment in multi-radio wireless mesh networks," In *Proc. of IEEE INFOCOM*, 2006.

### 저 자 소 개



금 동 원(학생회원)  
 2003년 우송대학교 전자정보통신 공학과 졸업.  
 2007년 경북대학교 전자공학과 석사.  
 2007년~현재 경북대학교 전자공학과 박사 과정.

<주관심분야 : 무선 메쉬 네트워크, 네트워크 프로토콜>



최 재 인(학생회원)  
 2006년 경북대학교 전자공학과 졸업.  
 2006년 경북대학교 전자공학과 석사 과정.  
 <주관심분야 : 무선 메쉬 네트워크, 네트워크 프로토콜>



이 성 협(학생회원)  
 1999년 경일대학교 전자공학과 졸업.  
 2000년 경북대학교 정보통신학과 석사.  
 2002년~현재 경북대학교 정보통신학과 박사 과정.

<주관심분야 : 무선 메쉬 네트워크, 센서 네트워크>



조 유 제(정회원)  
 1982년 서울대학교 전자공학과 졸업.  
 1983년 한국과학기술원 전자공학과 석사.  
 1988년 한국과학기술원 전자공학과 박사.

1989년~현재 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 교수  
 1992년 8월~1994년 1월 Univ. of Toronto, 객원교수  
 2002년 2월~2003년 1월 미국 국립표준연구소(NIST), 객원연구원  
 <주관심분야 : 차세대 이동네트워크, BcN, 무선 메쉬 네트워크, 센서 네트워크>