

# Koinonia 고속 WPAN의 다중 피코넷 레벨 및 용량 분석

준회원 정 쌍 봉\*, 임 순 빈\*, 종신회원 이 태 진\*, 정회원 전 선 도\*\*,  
 준회원 이 현 석\*\*\*, 정회원 권 대 길\*\*\*, 조 진 웅\*\*\*

## Analysis of Level and Capacity for Multi-piconet in Koinonia High-Rate WPAN

Ssang-Bong Jung\*, Soon-Bin Yim\* Associate Members,

Tae-Jin Lee\* Lifelong Member, Sun-Do June\*\* Regular Member,

Hyeon-Seok Lee\*\*\* Associate Member, Tai-Gil Kwon\*\*\*, Jin-Woong Cho\* Regular Members

### 요 약

Koinonia는 고속 무선 개인 네트워크(Wireless Personal Atra Network: WPAN) 기술로 무선으로 근거리 디바이스들을 연결하여 통신을 하기위해 개발되었다. 피코넷(piconet)은 하나의 마스터(master)와 하나 이상의 슬레이브(slave)로 구성되며, 다중 피코넷(multi-piconet)은 처음 구성된 피코넷(최상위피코넷: parent piconet)과 이를 기반으로 형성된 하위 피코넷(child piconet)으로 구성된다. 이와같은 하위 피코넷은 상위 피코넷에서 슬레이브 역할과 하위 피코넷에서 마스터 역할을 하는 하위 마스터(child master)와 슬레이브로 구성된다. 본 논문에서는 이와 같은 구조로 다중 피코넷이 형성되고, 이에 따라 할당되어지는 CTA(Channel Time Allocation)의 최대 용량(maximum capacity)을 계층 수, 하위 피코넷의 슬레이브 수 등에 따라 비교, 분석하였다. 하나의 슈퍼프레임이 최대대로 이용할 수 있는 용량(capacity)이 65.535ms로 일정하기 때문에 계층에 따라 형성되는 하위 피코넷의 수와 피코넷에 속한 슬레이브 수가 증가함에 따라 이용할 수 있는 용량이 감소하는데, 이에 대한 일정한 용량 감소를 정량적으로 제시하였다. 또한 다중 피코넷의 하위 피코넷의 수가 증가함에 따라 이용할 수 있는 용량의 감소를 분석하였다.

Key Words : Koinonia, WPAN, capacity, multi-piconet

### ABSTRACT

The KOINONIA is developed to communicate with connection of the short-range devices by the technique of the WPAN. The piconet consists of one master and slaves above one, the multi-poconet consists of parent piconet and child piconets which is formed the basis of parent piconet. The child piconet consists of the child master and slaves. The child master takes a role of the master in the child piconet and the slave in the parent piconet. In this paper, the multi-piconet is made as above, then we estimate the max capacity of assigned CTA by level, number of slaves in child piconet. A super-frame is the maximum 65.535ms of usable capacity. Because of it is a fixed number, We suggested quantitatively the fixed reduction of an usable capacity by increases of number of slave and child-master in the piconet. And we analyze the reduction of an available capacity by the increase of number of child piconet.

※ 본 연구는 정보통신부 지원 Electro-0580사업의 “복합위상 신호를 적용한 다중접속 칩셋 개발과제”로 수행되었습니다.

\* 성균관대학교 정보통신공학부 네트워크시스템연구실 ({jssbong, sbyim, tjlee}@ece.skku.ac.kr)

\*\* 경기공업대학교 전자통신과 (jsd@kinst.ac.kr), \*\*\* 전자부품연구원 통신네트워크센터 ({hslee75, tgkwon, chojw}@keti.re.kr)  
 논문번호 : KICS2005-11-444, 접수일자 : 2005년 11월 1일, 최종논문접수일자 : 2006년 2월 23일

## I. 서론

언제 어디서나 필요한 정보를 주고받기 위한 통신의 요구가 급격히 증가하고, 수많은 개인기기 사이의 연결 수단을 제공할 필요성이 증대되면서 WPAN(Wireless Personal Area Networks)이 중요한 기술이 되고 있다. WPAN은 단거리(10m 이내)에 놓여 있는 컴퓨터와 주변기기, 이동단말기, 가전기기 등을 무선 네트워크로 연결하여 기기 간 양방향 통신을 이루어 다양한 응용분야를 지원하는 기술이다. 또한 WPAN은 소형 저가격, 저전력으로 구현이 가능하며, 기반시설과 거의 상관이 없으므로 컴퓨터, 노트북, PDA, 휴대폰, 프린터, 마이크, 스피커, 헤드셋, 디스플레이, 센서, 제어기기 등과 같은 휴대용기기의 통신에 다양하게 사용할 수 있다. 현재 대표적인 WPAN 기술로는 IEEE 802.15.1(Bluetooth)<sup>[1]</sup>, IEEE 802.15.4 (ZigBee)<sup>[3]</sup> 등이 있다.

IEEE 802.15.1과 IEEE 802.15.4는 1Mbps 이하의 전송률을 지원하기 때문에 MP3 플레이어나 디지털 카메라 등과 같이 수백Kbps~수십Mbps의 데이터 전송이 요구되는 WPAN 환경에는 적합하지 않다. 이러한 고속 멀티미디어와 데이터 전송을 위한 WPAN 기술로 IEEE 802.15.3<sup>[2][4]</sup> 표준이 있다. IEEE 802.15.3은 2.4GHz에서 작동하고 최대 55Mbps의 속도를 지원하는 고속 WPAN 표준이다. 그리고 IEEE 802.15.3과 같이 2.4GHz에서 동작하고 최대 12.4Mbps의 속도를 지원하는 Koinonia가 있다<sup>[5]</sup>. Koinonia는 위상 변조 방식과 멀티 코드 대역 확산 기술을 이용한 물리 계층은 강한 내 잡음성과 자유롭게 조정 가능한 대역폭을 제공해 주며, 이를 이용한 데이터 링크 계층을 각 트래픽 특성에 맞는 서비스 품질을 보장해 주므로, 단순 데이터 뿐 아니라 음성, 비디오와 같은 멀티미디어 서비스를 지원한다.

이와 같이 WPAN 기술의 고속화와 편리성에 의해 WPAN의 효용성이 증가 되면서 기존의 피코넷(piconet)에서 통신 영역을 확장할 필요성이 증대되고 있다. 제한된 피코넷 내의 통신에서 좀 더 확장된 영역으로의 다중 피코넷(multi-piconet) 통신을 위해서는 어떻게 효과적으로 다중 피코넷을 형성할 수 있는지, 다중 피코넷의 가용한 용량(capacity)은 어느 정도인지가 중요한 문제가 된다.

IEEE 802.15.3에서는 하위 피코넷(child piconet)을 형성하여 다중 피코넷으로 통신영역 확장을 시도한다. 하위 피코넷의 형성을 위해서는 기존에 형성된 최상위 피코넷(parent piconet)내의 멤버중 하

나의 슬레이브가 하위 피코넷의 PNC(piconet coordinator)가 되어 최상위 피코넷으로부터 CTA(Channel Time Allocation)를 할당 받아 통신을 수행하게 된다. Koinonia 표준에서 다중 피코넷의 형성을 통한 통신영역 확장에 관한 내용은 추가 정의가 필요하다. IEEE 802.15.3이나 Koinonia에서 효과적인 다중 피코넷의 형성 방법은 다중 피코넷 통신의 성능에 가장 중요한 관건이다. 현재 IEEE 802.15.3이나 Koinonia의 효과적인 다중 피코넷 형성 방법은 제시되어 있지 않은 상태이다. 본 논문에서는 Koinonia에서 다양한 방법에 의해 다중 피코넷을 형성할 경우 피코넷간 통신시 가용한 최대 용량을 분석한다. 이를 통해 효과적인 다중 피코넷의 형성을 위한 최대 성능을 제시한다. 다중 피코넷의 계층(level)에 따른 최대 용량(maximum capacity), 피코넷의 슬레이브 수와 용량의 관계 등을 분석한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 Koinonia의 표준에 대해 설명하고 IEEE 802.15.3의 하위 피코넷에 대해 설명한다. 3장에서는 다중 피코넷의 최대 용량을 분석한다. 4장에서는 분석한 최대 용량에 대한 성능 평가를 다루고 5장에서 결론을 맺는다.

## II. Koinonia에서 하위 피코넷에 의한 다중 피코넷(multi-piconet)

### 2.1 Koinonia

Koinonia는 Binary CDMA<sup>[6]</sup> 기술을 PHY 계층으로 사용하고 MAC 기술로 CSMA/CA와 TDMA 방식을 사용한다. Binary CDMA를 사용함으로써 채널의 상태와 트래픽의 요구조건에 따라 code 할당량을 변화시켜 유연하게 전송률을 바꾸어 낮은 비트 에러율을 유지 할 수 있다. Koinonia WPAN은 마스터(master)와 슬레이브(slave)가 그림 1과 같이 스타 토폴로지 형태의 피코넷으로 구성된다. 마스터는 피코넷에서 마스터의 기능을 가진 단말 중에 선택되며 마스터의 전원이나 자원 상태에 따라 다른 단말에게 역할을 양도할 수 있다. 마스터는 주기적으로 비콘(beacon)을 전송하여 슈퍼프레임의 구성과 데이터 전송을 위한 채널 타임 할당(CTA) 등의 정보를 슬레이브에게 제공하고 CTA의 스케줄링, 슬레이브의 결합/분리와 전력소비 모드 관리 등 피코넷의 전반적인 사항을 관리한다. 비콘과 관리(management) 프레임은 마스터와 슬레이브 사이에서만 전송되지만 실제 데이터 프레임은 마스터를

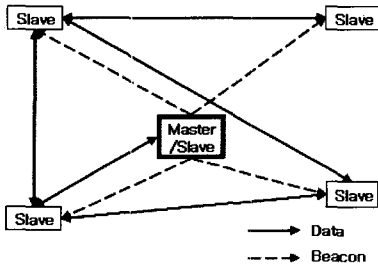


그림 1. Koinonia 피코넷

통하지 않고 슬레이브간에 peer-to-peer 전송이 가능하다.

Koinonia WPAN에서 마스터가 주기적으로 전송하는 비콘 패킷은 네트워크에 대한 기본 정보를 가지고 있으며, 피코넷 내의 모든 슬레이브들은 비콘 패킷내의 기본 정보들을 사용하여 네트워크 동기를 맞춘다.

Koinonia의 슈퍼 프레임은 그림 2처럼 크게 세부분으로 구성되며, 각 구간의 길이는 가변적이다. 슈퍼프레임의 세부부분은 다음과 같다. 첫째, 비콘 구간에서는 마스터가 슬레이브들에게 WPAN 기본정보를 가지고 있는 비콘 패킷을 전송한다. 둘째, 경쟁 구간(CAP : Contention Access Period)에서는 슬레이브와 마스터가 네트워크 합류요청/분리요청/허용, 자원할당 요청/허용, 연결 요청/허용, 인증 요청/허용 등의 명령 패킷을 CSMA/CA 방식으로 전송한다. 셋째, CTA 할당 구간(CTAP : Channel Time Allocation Period)에서는 여러 개의 시간 슬롯으로 이루어진 CTA를 슬레이브에게 할당된다<sup>[7]</sup>. CTA를 할당 받은 슬레이브는 해당 시간동안 동기/비동기 데이터와 명령 패킷을 전송한다.

### 2.2 다중 피코넷

IEEE 802.15.3은 Koinonia와 유사한 고속WPAN 기술이다. Koinonia와 같이 피코넷을 형성하고, 그림 2와 같은 슈퍼프레임 구조를 가진다. 이용할 수 있는 5개의 채널 중 채널 스캔(channel scan)을 수행하여 이용할 수 있는 채널이 있으면 피코넷을 형성하고, 그렇지 않으면 주위의 피코넷에 합류한다<sup>[8]</sup>.

데이터 전송은 CTA구간에서 이루어지고, 하위 피코넷을 형성하여 통신영역 확장이 가능하다. 그림 3은 IEEE 802.15.3에서 형성되어지는 단일 피코넷 (a)과 다중 피코넷(b)을 나타낸다. 다중 피코넷은 최상위 피코넷에 하위 피코넷들이 추가되는 형태로 형성된다. 하위 피코넷은 최상위 피코넷의 통신 영역 밖에 위치한 슬레이브들이 새로운 피코넷을 구

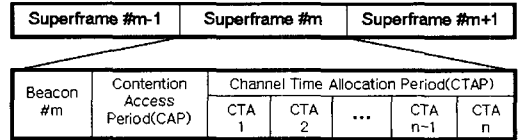
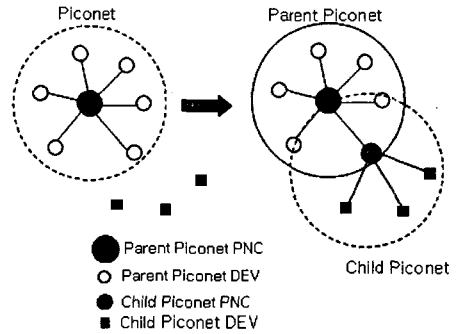


그림 2. Koinonia 슈퍼프레임 구조



(a) 단일 피코넷 (b) 다중 피코넷

그림 3. 최상위 피코넷과 하위 피코넷의 관계

성할 충분한 채널이 없을 때나, 이미 형성되어 있는 다른 피코넷과의 통신을 위해 형성된다. 이 경우 최상위 피코넷 슬레이브들 중 하나의 슬레이브가 하위 피코넷을 형성하기 위해 최상위 피코넷의 PNC에게 Private CTA를 요청하면, 요청한 슬레이브에게 적절한 CTA구간을 할당해 줌으로서 하위 피코넷을 형성하게 된다. 여기서 하위 PNC는 최상위 피코넷의 구성원이면서 유사시 최상위 PNC의 역할을 수행할 수 있는 슬레이브이다.

이와 같은 형태로 Koinonia에서도 다중 피코넷을 형성할 수 있는데 허용 가능한 하위 피코넷의 계층수, 하위 피코넷 및 전체 다중 피코넷의 용량은 다중 피코넷의 효과적인 구성에 중요한 성능 요인이 된다. 다음 절에서는 이러한 성능을 분석한다.

### III. 다중 피코넷의 용량 분석

본 절에서는 하위 피코넷이 할당받을 수 있는 CTA의 최대 용량이나, 다중 피코넷의 계층에 따라 이용할 수 있는 최대 용량등에 대해서 분석한다.

Koinonia에서 최상위 피코넷의 슈퍼프레임에 요청해서 할당 될 수 있는 하위 피코넷의 Private CTA는 그림 4와 같다. 그림 4에서는 두 계층(Level 1, 2)의 하위 피코넷이 형성되어 다중 피코넷의 계층에 따른 CTA할당을 보여주고 있다. 이와 같이 다중 피코넷에서 Private CTA의 최대 용량은 다음과 같이 구해진다.

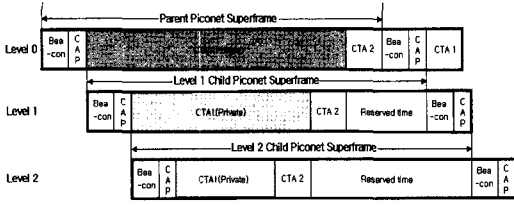


그림 4. 최상위 피코넷과 하위 피코넷의 슈퍼프레임 관계

성능 분석에 사용된 파라미터는 다음과 같다.

- $S$  : 최상위 피코넷의 한 슈퍼프레임의 길이
- $L$  : 다중 피코넷의 계층
- $T_B$  : 한 슈퍼프레임의 비콘시간
- $T_{CAP}$  : 한 슈퍼프레임의 경쟁구간
- $T_{CTA}$  : 한 피코넷에서 하위 피코넷을 형성하는 슬레이브들 외의 슬레이브 하나당 할당된 CTA시간
- $n$  : 한 피코넷에서 하위 피코넷을 형성하는 슬레이브들 외의 슬레이브 수

그리고, 각 계층에서  $n$ 의 개수는 모두 같고,  $T_{CTA}$ 도 일정하다고 가정한다. 또한, 한 계층에서 생성되는 하위 피코넷의 수( $m$ )는 1로 가정한다.  $C_{max}^i$ 를 계층  $i$ 에서 하위 피코넷에 할당 가능한 최대 용량이라 하면,  $C_{max}^i$ 는 다음과 같이 구해질 수 있다.

$$C_{max}^0 = S - (T_B + T_{CAP} + T_{CTA} \times n)$$

$$C_{max}^1 = C_{max}^0 - (T_B + T_{CAP} + T_{CTA} \times n) :$$

$$C_{max}^L = C_{max}^{L-1} - (T_B + T_{CAP} + T_{CTA} \times n)$$

그리고,  $T = T_B + T_{CAP} + T_{CTA} \times n$  이라고 했을 때, 최대용량은 다음과 같다.

$$C_{max}^i = S - T(1+i), \quad i = 0, 1, 2, \dots, L \quad (1)$$

같은 계층에서 하나 이상의 하위 피코넷을 가진다면( $m > 1$ ) 최대용량은 하위 피코넷 수( $m$ )에 반 비례 하게된다. 성능분석을 위해 하나의 피코넷의 최대 슈퍼프레임 용량은 65.535ms이고,  $m$ 개의 하위 피코넷들에 할당되어지는 용량은 동일 계층에서 모두 동일하다고 가정한다. 그림 5는 최상위 피코넷에 형성될 수 있는 다중 피코넷들의 예를 나타내고 있다. 이 때  $m$ 개의 계층  $i$ 에서 하위 피코넷들이 이용할 수 있는 최대용량은 다음과 같다.

$$C_{max,m}^i = \frac{S - T(1+i)}{m}, \quad i = 0, 1, 2, \dots, L \quad (2)$$

그림 5의 (a)와 (b)는 다중 피코넷을 형성하여 통신영역 확장을 하기 위한 가장 이상적인 토폴로지이다. 최상위 피코넷의 외곽 슬레이브들이 하위 피코넷을 형성하면 그 슬레이브들이 하위 피코넷의 마스터가 된다. 그림 5의 (a)와 (b)에서 계층이 1일 때( $i = 1$ ), 최대 용량은 다음과 같이 구해진다. 즉,  $m=3$ 과  $m=4$ 인 경우,

$$C_{max,3}^1 = \frac{S - 2T}{3} \quad (3)$$

$$C_{max,4}^1 = \frac{S - 2T}{4} \quad (4)$$

슬레이브가 하위 피코넷의 형성을 위해 요청한 CTA는 현재의 계층과 슬레이브 수에 따라 실제로 할당 받을 수 있는 용량이 달라진다. 하나의 피코넷에 슬레이브 수가 많이 존재한다면 이용할 수 있는 용량과 형성될 수 있는 다중 피코넷의 수는 감소하게 된다.

이번에는 하위 피코넷에 할당된 용량이 일정하다고 가정 했을 때 확장될 수 있는 최대 계층의 수는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$L = \frac{S - (m \times C_{max,m}^L + T)}{T} \quad (5)$$

즉, 최대 계층은 전체 슈퍼프레임에서 주어진 최대 용량과 현재의 피코넷 슈퍼프레임에서 이용되는 시간( $T$ )들을 뺀뒤 상위 피코넷 슈퍼프레임에서 이용된 시간( $T$ )으로 나누면 최대 계층( $L$ )을 구할 수 있다.

#### IV. 성능 분석

3장에서 분석된 최대 용량 및 계층의 그 성능을 비교 분석 하였다. 성능 비교 분석을 위해 사용된 다중 피코넷의 토폴로지는 그림 5의 토폴로지를 사용하였다. 사용된 파라미터들은 표 1에 나타나 있다. Koinonia WPAN은 2.4MHz에서 동작하고 최대 12.4Mbps의 속도를 지원한다. 비콘시간과 경쟁구간은 2.048ms이고, 최대 슈퍼프레임 길이는 65.535ms로 한다<sup>[9][10]</sup>. 그림 6에서는 계층마다 형성되어지는 하위 피코넷 수가 1일 경우, 슬레이브 수와 다중

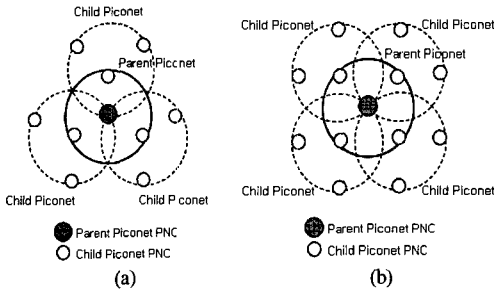


그림 5. 최상위 피코넷에서 형성될 수 있는 다중 피코넷의 예

표 1. WPAN 파라미터

Parameter	Value
Channel Bandwidth( $B$ )	12.4 Mbps
슬레이브 수( $n$ )	1 ~ 255
하위 피코넷 수( $m$ )	1 ~ 4
경쟁시간(CAP) 최소길이	1ms
CTA size	2,048byte
CTA 시간( $T_{CTA}$ )	1.32129ms
비콘시간 + 경쟁구간 ( $T_B + T_{CAP}$ )	2.048ms
최대 슈퍼프레임 크기( $S$ )	65.535ms

피코넷의 계층에 대한 최대 용량을 나타내었다. 슬레이브 수가 적고 계층수가 적을수록 이용할 수 있는 하위 피코넷의 최대 용량은 증가한다.

예를 들면, 그림 6에서 계층수는 3으로 일정하고 슬레이브 수가 각각 1, 5, 9일 경우, 이용할 수 있는 최대용량은 각각 52.1ms, 30.9ms, 9.8ms가 된다. 또한 슬레이브 수가 3으로 일정하고 계층이 1, 5, 9일 때의 용량은 각각 53.5ms, 29.5ms, 5.4ms이다. 만약 매 계층마다 형성되는 하위 피코넷 수를 늘린다면 이용할 수 있는 용량은 감소할 것이다.

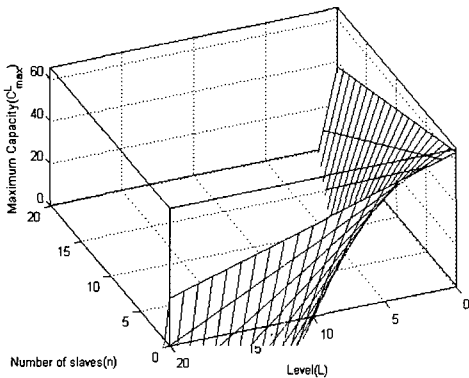


그림 6. 계층( $L$ )과 슬레이브 수( $n$ )에 따른 최대 용량( $m=1$ )

그림 7, 8, 9, 10은 계층당 형성되는 하위 피코넷 수가 각각 1개, 2개, 3개, 4개일 경우 하위 피코넷의 PNC가 요청한  $C_{max}^L$  용량이 각각 5ms, 10ms, 15ms, 20ms, 30ms, 35ms일 때의 슬레이브 수와 가능한 계층수의 관계를 나타낸다. 그림 7은 다중 피코넷이 계층별로 오직 하나의 하위 피코넷만 존재하면서 형성되어 갈 때의 계층과 슬레이브 수의 관계를 나타낸다. 그림 8은 계층별로 하위 피코넷이

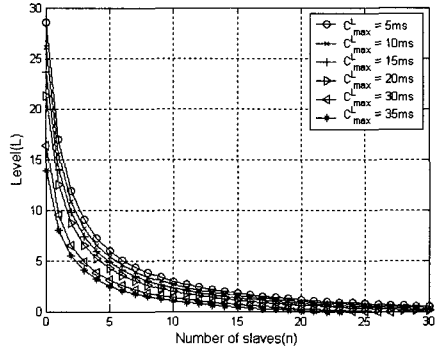


그림 7. 계층당 형성된 하위 피코넷이 1개일 경우 계층과 슬레이브 수의 관계

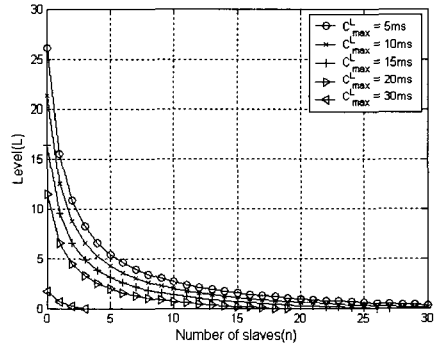


그림 8. 계층당 형성된 하위 피코넷이 2개일 경우 계층과 슬레이브 수의 관계

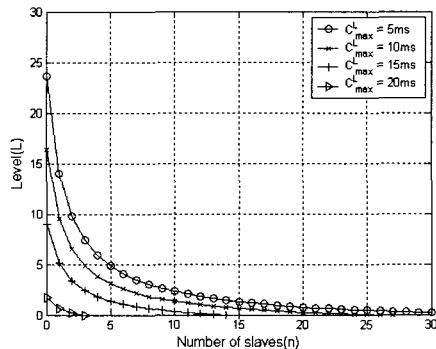


그림 9. 계층당 형성된 하위 피코넷이 3개일 경우 계층과 슬레이브 수의 관계

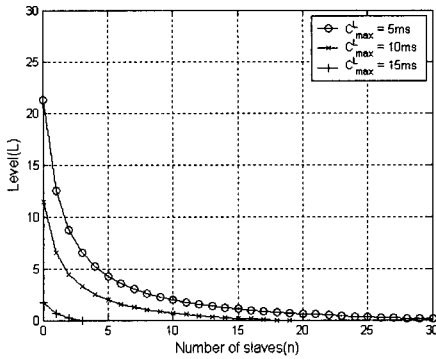
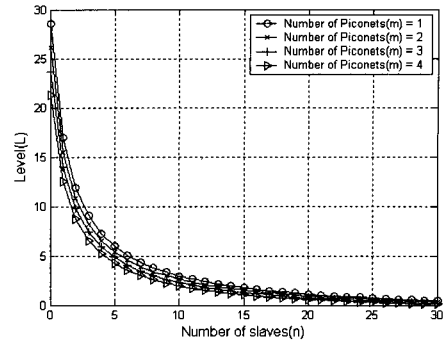


그림 10. 계층당 형성된 하위 피코넷이 4개일 경우 계층과 슬레이브 수의 관계

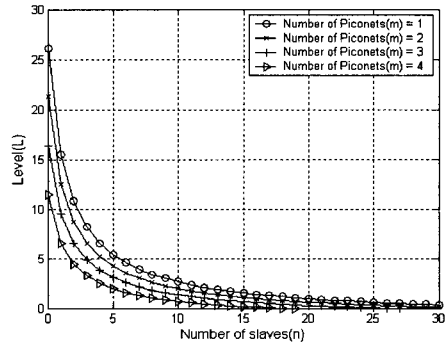
2개일 때의 계층과 슬레이브 수의 관계를 보여주고 있다. 하위 피코넷 PNC가 요청하는  $C_{max}^L$  이 30ms 를 초과하면 형성될 수 있는 하위 피코넷의 수는 하나뿐이기 때문에 계층당 형성된 하위 피코넷이 2 개일 경우의 그래프에는 나타나지 않는다. 그림 9와 10은 각각 그림 5 (a), (b)의 토폴로지로 구성되는 계층과 슬레이브 수의 관계를 나타내는데, 요청할 수 있는  $C_{max}^L$  이 각각 20ms, 15ms 이하인 경우 다중 피코넷을 형성할 수 있다. 예를 들어 그림 9와 그림 10에서 요청된 용량이 5ms이고, 슬레이브 수가 5로 일정할 때, 그림 9에서의 최대 가능계층은 5, 그림 10에서의 최대 가능계층은 4로 감소함을 확인할 수 있다. 이것은 다중 피코넷의 하위 피코넷 수가 증가하면 하위 피코넷에 할당해야 할 용량이 많아지기 때문에 통신영역 확장을 위한 최대 계층 수가 감소됨을 의미한다. 따라서 통신영역 확장을 위해 다중 피코넷을 형성할 때에는 슬레이브 수와 계층수, 용량 등이 고려되어야 할 것이다.

이와 같이 다중 피코넷 생성으로 WPAN의 통신 범위 확장을 가져올 수는 있지만, 성능 분석 결과에서 보듯이 계층수가 증가하고 슬레이브 수가 증가 하면 하나의 슈퍼 프레임 안에서 통신할 수 있는 용량은 줄어든다. 그리고 슬레이브 수가 많아지거나 요청하는 용량이 증가 할 수록 통신을 할 수 있는 계층 즉, 통신범위는 줄어든다.

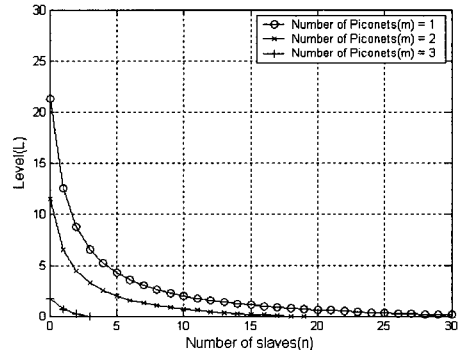
그림 11의 (a), (b), (c), (d)는 하위 피코넷 PNC 가 최상위 피코넷 PNC에게  $C_{max}^L$  을 각각 5ms, 10ms, 20ms, 30ms 요구할 경우, 슬레이브수에 따라 같은 계층에서 형성될 수 있는 하위 피코넷의 수를 보여주고 있다. 그림 11의 (a)와 (b)는 하위 피코넷 수가 4개까지 형성 가능하지만, 그림 11의 (c)와 (d)는 하위 피코넷 수가 각각 3개와 2개만 형



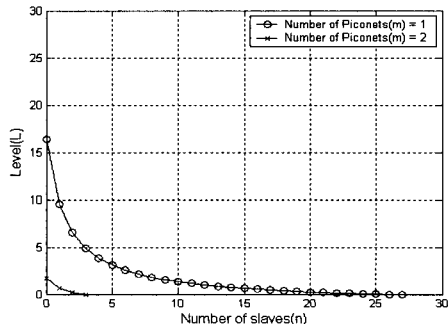
(a)  $C_{max}^L = 5ms$  일 때



(b)  $C_{max}^L = 10ms$  일 때



(c)  $C_{max}^L = 20ms$  일 때



(d)  $C_{max}^L = 30ms$  일 때

그림 11. 요청  $C_{max}^L$  이 일정할 때 다중 피코넷의 하위 피코넷 수에 따른 최대 용량

성되는 것을 확인할 수 있다. 이는 최대 슈퍼프레임 용량이 일정하기 때문이다. 하위 피코넷 PNC가 최상위 피코넷 PNC에게 요구하는 용량이 증가할수록 형성될 수 있는 같은 계층의 하위 피코넷 수와 계층은 감소하게 된다.

V. 결론

본 논문에서는 Koinonia의 다중 피코넷 형성시 슬레이브 수와 계층수에 따른 최대 용량을 분석하였다. 최상위 피코넷이 하위 피코넷에 할당할 수 있는 CTA의 용량은 하위 피코넷 수, 계층수, 슬레이브 수가 증가 할수록 감소한다. 이러한 상관관계를 정량적인 성능 분석을 통해 확인할 수 있었다. 통상의 경우에 최대 계층수는 4~6, 하위 피코넷의 최대 용량은 약 4~9ms가 됨을 분석하였다. 계층수는 4~6 계층 이상 생성되지 않지만 최대 용량은 하위 피코넷 수에 따라 차이가 있다.

본 논문에서 제안한 방법으로 슬레이브 수와 계층수, 그리고 형성되어지는 하위 피코넷의 수에 대한 최대 용량을 고려하여 고속 WPAN의 통신영역 확장을 위한 효율적인 다중 피코넷 망의 구성에 활용할 수 있다.

참고 문헌

[1] IEEE, "Standards for Part 15.1: Wireless Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications for Wireless Personal Area Networks(WPANs)," Jun. 2002.

[2] IEEE, "Standard for Part 15.3: Wireless Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications for High Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs)," Sep. 2003.

[3] IEEE, "Standard for Part 15.4: Wireless Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks(LR-WPANs)," Oct. 2003.

[4] J. Karaoguz, "High-Rate Wireless Personal Area Networks," *IEEE Communications Magazine*, Vol. 39, No. 12, pp. 96-102, Dec. 2001.

[5] KETI, Koinonia 표준규격서, 물리 계층과 데

이터링크 계층 규격 버전 1.0, 5. 2003.

[6] 조진웅, 주민철, 서경학, 류승문, "WPAN용 Binary CDMA 기술," *한국통신학회지*, Vol. 19, No. 5, pp. 136-146, 2002.

[7] 박중호, 이태진, 전선도, 연구정, 원윤재, 조진웅, "KOINONIA 고속 WPAN의 멀티미디어 전송을 위한 채널 타임 할당 및 CAC 알고리즘", *한국통신학회논문지*, Vol. 30, No. 5A, pp. 417-425, May. 2005.

[8] D. Trezentos, G. Froc, I. Moreau and X. Lagrange, "Algorithms for Ad-hoc Piconet Topology Initialization Evaluation for the IEEE 802.15.3 High Rate WPAN System," *Proc. of IEEE VTC*, Vol. 5, pp. 3448-3452, Oct. 2003.

[9] A. Rangnekar and K. M. Sivalingam, "Multiple Channel Scheduling in UWB based IEEE 802.15.3 Networks," *BroadNets*, pp. 406-415, Oct. 2004.

[10] A. Rangnekar, K. M. Sivalingam and Sumit Roy, "Impact of Long Acquisition Times on the Performance of IEEE 802.15.3 MAC Protocol," *UMBC/CSEE DAWN Technical Report*, Mar. 2004.

정 쌍 봉 (Ssang-Bong Jung)

준회원



2005년 2월 대구대학교 정보통신공학부 졸업 (학사)  
 2005년 3월~현재 성균관대학교 정보통신공학부 재학중(석사)  
 <관심분야> WPAN, WLAN

임 순 빈 (Soon-Bin Yim)

준회원



1998년 2월 한서대학교 전자공학부(학사)  
 2004년 2월 성균관대학교 전기전자컴퓨터공학부(석사)  
 2005년 3월~현재 성균관대학교 정보통신공학부 재학중(박사)  
 <관심분야> 광 네트워크, 무선 LAN/PAN, ad-hoc 네트워크

이 태 진 (Tae-Jin Lee)

중신회원



1989년 2월 연세대학교 전자공학과 졸업(학사)  
1991년 2월 연세대학교 전자공학과 졸업(석사)  
1995년 12월 University of Michigan, Ann Arbor, EECS (M.S.E.)

1999년 5월 University of Texas, Austin, ECE (Ph.D.)

1999년 5월~2001년 2월 삼성전자 중앙연구소 책임연구원

2001년 3월~현재 성균관대학교 정보통신공학부 조교수  
<관심분야> 통신 네트워크 성능 분석 및 설계, 무선 LAN/PAN, ad-hoc/센서 네트워크, 광 네트워크, 무선 통신 시스템

전 선 도 (Sun-Do June)

정회원



1993년 2월 광운대학교 전자통신공학과 졸업(학사)  
1995년 2월 광운대학교 전자통신공학과 졸업(석사)  
2000년 2월 광운대학교 전자통신공학과 졸업(박사)  
2000년 3월~2002년 4월 삼성중

합기술연구원 전문연구원

2002년 5월~2006년 2월: 전자부품연구원 책임연구원

2006년 3월~현재: 경기공업대학교 전자통신과 조교수  
관심분야: 무선 네트워크, 통신 시스템, HCI

이 현 석 (Hyeon-Seok Lee)

준회원



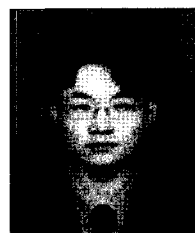
2000년 2월 한양대학교 전파공학과 졸업(학사)  
2002년 2월 한양대학교 전자통신공학과 졸업(석사)  
2002년 1월~2003년 2월 삼성전자 주임연구원  
2003년 2월~현재 전자부품 연구원

전임연구원

<관심분야> 무선 PAN 네트워크, Embedded System Software

권 대 길 (Tai-Gil Kwon)

정회원



2001년 2월 동의대학교 산업공학과 졸업(학사)  
2003년 8월 고려대학교 산업시스템정보공학과 졸업(석사)  
2003년 9월~현재 전자부품연구원 전임연구원

<관심분야> 무선 네트워크, 멀티미

디어

조 진 웅 (Jin-Woong Cho)

정회원



1986년 2월 광운대학교 전자통신공학과 졸업(학사)  
1988년 2월 광운대학교 전자통신공학과 졸업(석사)  
2001년 2월 광운대학교 전자통신공학과 졸업(박사)  
1993년 6월~현재 전자부품연구원

통신네트워크 센터장

1999년 일본 산업기술종합연구소 STA fellow

1989년 9월~1993년 6월 동양정밀 중앙연구소

<관심분야> 무선 PAN 네트워크, 산업용가정용 무선 네트워크