

Binary CDMA Pico-Cell 네트워크간의 데이터 중계를 위한 무선 라우터에 대한 연구

Research on Wireless Router for Data Relay between Binary CDMA Pico-Cell Networks

박 종 범*
(Jong-Beom Park)

요 약

Binary CDMA 네트워크에서는 네트워크 각 엔티티들의 네트워크 자원을 마스터 스테이션이 관리하므로 마스터 스테이션의 관리 범위한계를 경계로 하는 Pico-net 내에서만 통신이 이루어질 수 있다. 본 연구에서는 이러한 제한을 극복하여 보다 광역적인 네트워크에 Binary CDMA를 응용할 수 있는 방안으로서 네트워크를 Cell 단위로 분할하여 다중의 Pico-net 들로 구분하고 각 Pico-Cell에 고유의 네트워크 주소체계를 만들어 Pico-Cell 간에 데이터를 중계하는 기능을 가지는 Binary CDMA 라우터 장치의 고안방법에 대하여 제시하였다.

Abstract

For Binary CDMA network, communication can be accomplished only within a Pico-net on the boundary of management by the master station because it manages network resources of each entity. In this research, we try to overcome these limits and extend the application for Binary CDMA system to broad-band network. We suggest a new Binary CDMA router such that network is devised by cell unit and multiple Pico-net and a unique address is assigned to each Pico-cell to relaying data between Pico-cells.

Key words : Binary CDMA, TDMA, pico-cell, pico-net, routing, wireless router

I. 서 론

IT 기술의 급속한 발전과 현 시대를 살아가는 사람들의 이동성이 증가하면서 무선 서비스와 동시에 실시간 멀티미디어 전송이 가능한 전송속도의 요구가 증가 되고 있다. 근거리 통신의 대표적인 기술은

Bluetooth, Zigbee, 무선 LAN, Binary CDMA 등 있으며[1-3], 그 중 Binary CDMA은 다른 기술에 비해 저 전력, 고품질의 오디오 전송, 주파수 충돌 없는 풍부한 채널, 증가하는 무선서비스의 욕구를 만족할 수 있고, 상호 무선 도달 거리를 벗어나는 지역에서도 다중 무선 네트워크를 구축하여 네트워크

† 본 연구는 한양여자대학 교내 연구비 지원(2010)으로 수행되었습니다.

* 주저자 및 교신저자 : 한양여자대학 정보경영과 교수

† 논문접수일 : 2011년 6월 20일

† 논문심사일 : 2011년 6월 30일

† 게재확정일 : 2011년 7월 1일

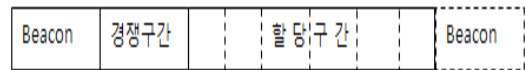
확장이 가능하다는 장점들을 가지고 있다[4, 5]. 그러나 근거리 무선 네트워크가 갖고 있는 취약점인 센서 노드들의 물리적인 포획이 쉬울 뿐만 아니라 위·변조, DoS 공격과 다중 홉 전송 시 전송률 저하라는 취약점이며, 이러한 취약점들은 많은 연구 수행으로 개선되고 있다[6, 7].

Binary CDMA 네트워크는 역할에 따라 마스터 스테이션과 슬레이브 스테이션 나누며 하나의 근거리 무선망을 구성하기 위해서는 1대의 마스터 스테이션이 존재해야 한다. 마스터 스테이션은 동기 신호 방송(Broadcasting)을 통해 슬레이브 스테이션들을 동기화 시키는 역할 및 제어와 관리하는 기능을 수행한다. 즉, Binary CDMA 네트워크에서는 네트워크 각 엔터티들의 네트워크 자원을 마스터 스테이션이 관리를 하므로 마스터 스테이션의 관리 범위 한계를 경계로 하는 Pico-net내에서만 통신이 이루어질 수 있다[8, 9]. 본 논문에서는 이러한 제한을 극복하여 보다 광역적인 네트워크에 Binary CDMA를 응용할 수 있는 방안으로서 네트워크를 Cell단위로 분할하여 다중의 Pico-net들로 구분하고 각 Pico-Cell에 고유의 네트워크 주소체계를 만들어 Pico-Cell간에 데이터를 중계하는 기능을 가지는 Binary CDMA 라우터 장치의 고안방법에 대하여 제시하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 Binary CDMA에서 Pico-net과 Pico-cell의 형성에 대해서 설명하고 3장에서는 구현하려고 하는 무선 라우터 장치의 구성과 동작 원리를 설명한다. 4장에서는 구현한 장치와 알고리즘을 통해 통신가능을 검증하였고 마지막 5장에서 결론과 향후 연구방향을 제시하였다.

II. Binary CDMA Pico-net과 Pico-Cell의 형성

Binary CDMA 네트워크에서 네트워크에 참여하고자 하는 엔터티는 그 네트워크를 관장하는 마스터 스테이션 채널에 네트워크 참여 의사를 마스터에 전달하고 승인을 받아야 한다. 이때 네트워크에 참



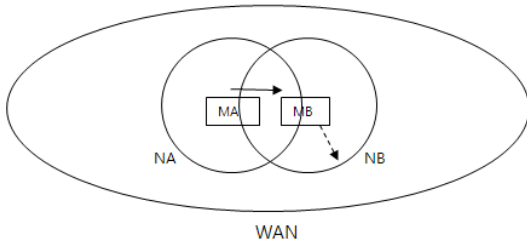
〈그림 1〉 슈퍼 프레임
(Fig. 1) Super Frame

여하려는 엔터티가 두개 이상일 수 있으며, 이들 간에는 어떠한 시간 동기도 없으므로 데이터의 충돌이 불가피하며 경쟁하여 마스터와 통신하게 된다. Binary CDMA에서는 마스터가 이러한 참여 의사를 수용하는 시간 구간을 경쟁구간이라 하며, 이 구간에서는 CDMA 통신을 한다. 네트워크에 참여 승인을 받은 엔터티들은 해당 마스터 스테이션의 슬레이브 스테이션이 되어 마스터로부터 타 슬레이브 스테이션과 통신할 수 있는 타임슬롯을 배분 받게 되는 데, 이 시간 구간에서 각 슬레이브 스테이션들은 시간적으로 배타적인 TDMA 통신을 한다.

마스터 스테이션은 자신의 Pico-net내의 모든 통신 엔터티에 대한 통신 자원을 <그림 1>의 슈퍼프레임을 반복하여 발신함으로써 관리한다.

Beacon을 포함한 각 구간은 가변 길이를 가지고, 경쟁 구간은 최소 경쟁구간 길이 이상이며 할당 구간은 각 타임슬롯의 정수배의 길이를 가진다. Pico-net의 각 통신 엔터티들은 마스터 스테이션이 캐스팅하는 슈퍼 프레임의 Beacon 신호에 동기하여 자신의 내부 클럭을 맞추고 경쟁구간에서 마스터 스테이션과 교신하거나 할당구간내 자신의 타임슬롯에서 타 슬레이브 스테이션과 교신한다. Binary CDMA의 이러한 구조로 인하여, 마스터 스테이션의 슈퍼 프레임을 수신할 수 없는 위치에 있는 통신 엔터티는 해당 마스터가 생성하는 Pico-net에 합류할 수 없어 해당 Pico-Cell내의 통신 엔터티와 통신하지 못한다. 즉, 특정 Pico-net 내의 통신 스테이션들은 그 Pico-net에 합류하지 못한 엔터티와 통신하지 못하므로 Binary CDMA는 특정 마스터 스테이션을 중심으로 하는 제한된 영역 내에서 만 네트워크 구성이 가능하다.

<그림 2>는 광역 네트워크의 커버리지 내에 Binary CDMA Pico-net 반경을 가지는 두개의 Pico-net NA, NB를 중첩되게 표시한 것이며, 가운데



〈그림 2〉 네트워크 분할과 Cell 형성
(Fig. 2) Network Partition & Cell Formation

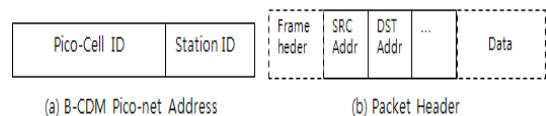
사각형은 각 Pico-net의 마스터 스테이션을 나타낸다. 각 마스터 스테이션은 외부의 영향을 고려하지 않으면 유한한 무선 도달 거리를 반경으로 한 원형의 경계를 가지는 네트워크를 형성한다고 가정할 수 있다.

〈그림 2〉와 같이 두 개 네트워크의 토폴로지가 겹치는 경우라도 각 네트워크의 채널이 다르다면 별개의 네트워크로 인식되므로 각 Pico-net에서의 통신은 문제가 없다. 그리고 겹치는 영역 안에 존재하는 스테이션이라도 자신이 합류한 마스터 채널과는 통신을 수행하고, 다른 채널의 마스터와는 슈퍼 프레임을 수신하지 못하므로 통신을 수행할 수 없어 여전히 별개의 네트워크로 동작할 뿐이다. 두 네트워크의 마스터 장치 MA와 MB가 무선 도달 거리 내에 위치하도록 중첩되고 장치 MA가 어떤 수단으로 장치 MB에 접속되어 데이터를 송수신할 수 있는 구조라면 두 네트워크는 이 경로를 통하여 통신할 수 있게 된다. 실선의 화살표는 이러한 경로를 나타낸 것이며, 점선의 화살표는 NB와 인접한 제 3의 네트워크로의 경로가 같은 과정으로 형성될 수 있음을 나타낸다. 이렇게 하면 WAN 영역 전체를 분할하여 중첩된 Pico-net으로 커버할 수 있게 되므로 각 Pico-net은 WAN 영역의 커버리지를 가지는 Pico-Cell 네트워크 역할을 할 수 있을 것이다.

마스터 장치는 두 개의 Binary CDMA 무선부와 호스트부를 구성하고 호스트부의 통제로 각 무선부가 서로 다른 무선 네트워크의 멤버 스테이션으로 동작하게 하면 두 네트워크 간에 필요에 따라 장치의 호스트부를 경유하여 데이터의 이동 경로가 제공되어 중계 기능을 가질 수 있음에 착안하여 이를

구현하였다. 구현한 장치는 마스터 장치 역할을 하므로 반드시 두 무선부 중 하나는 특정 Pico-Cell 네트워크의 마스터 스테이션으로 동작하며 나머지 무선부는 호스트부가 통제하여 마스터 역할의 무선부 채널을 제외한 네트워크 채널을 사용하도록 제한함으로써 인근에 중첩된 Pico-Cell의 마스터 스테이션의 슬레이브 스테이션으로 합류할 경우 두 네트워크 사이에 경로가 생긴다. 이때, 경로가 형성되는 모양은 특정 마스터 장치의 무선부 하나가 다른 장치의 마스터 스테이션에 슬레이브로 종속되는 방향을 화살표로 표시하면 〈그림 2〉의 경우처럼 나타낼 수 있다.

Binary CDMA의 ISO 기준에서 보면 데이터 링크 계층까지 지원하며, 각 Pico-Cell 네트워크에 Pico-Cell ID를 부여하게 되면 각 스테이션 번호와 결합하여 인터넷 프로토콜의 네트워크 주소 체계와 동일하게 취급할 수 있다. 즉 Pico-Cell ID는 네트워크 ID가 되고 스테이션 번호는 그 네트워크에서 호스트 ID와 같으며, 〈그림 3〉은 네트워크 주소 및 패킷 헤더 프레임을 도시하고 있다. Binary CDMA 패킷 프레임의 페이로드에 논리적 주소로 Pico-Cell 네트워크 주소의 통신 근원지와 목적지를 나타내면 Pico-Cell간 Routing 알고리즘을 구현해 넣을 수 있다.

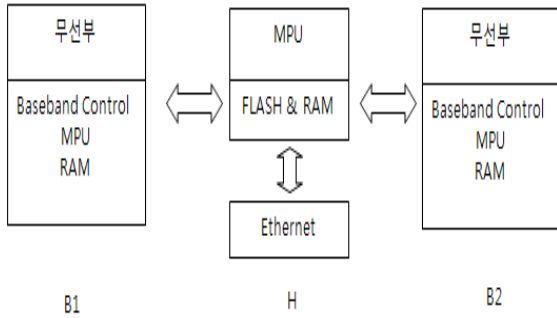


〈그림 3〉 네트워크 주소 및 Packet Header
(Fig. 3) Network Address & Packet Header

III. 무선 라우터 장치의 구성 및 동작

1. 장치 구성

구현하려고 하는 중계 기능의 마스터 장치는 〈그림 4〉와 같이 두개의 Binary CDMA 무선부 B1(KWPAN1200-M), B2(KWPAN1200-S)와 이들을 감시/통제하기 위한 호스트부 H로 구성하였다.



〈그림 4〉 무선 라우터 장치 구성도
 (Fig. 4) Wireless Router device Diagram

호스트부 및 무선부의 MPU는 ARM7TDMI 프로세서 기반이며, 호스트부는 각 무선부와 어드레스 버스 및 16 비트 데이터 버스로 인터페이스 된다. 아래 내용은 각 부의 제원을 설명하였으며, <그림 5>는 중계 기능을 구현하기 위해 시험 제작한 모듈 사진을 보여주고 있다.



(a) 전면(호스트부)



(b) 후면(무선부 2개)

〈그림 5〉 시험 장치 사진
 (Fig. 5) Picture of a Testing Device

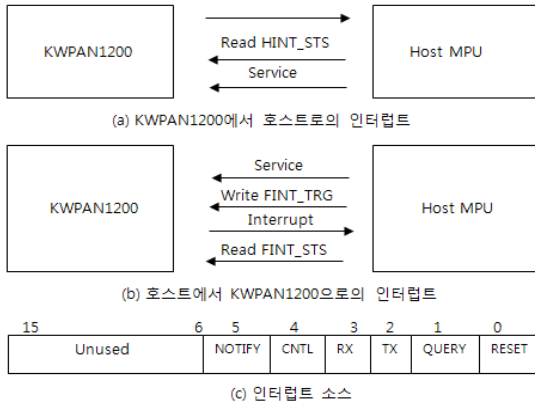
- 호스트부 : AT91FR40162SB(upto 73MHz, embedded 2Mbytes flash, embedded 256k zero wait SRAM, 16Bit EBI), Ethernet(DM9000E for NIC, 10/100 BaseT, Autonegotiation)
- 무선부 : KW PAN1200 (Koinonia v2.0 B-CDMA Baseband Modem. 44MHz, 64KBytes zero wait SRAM for program code and data, 64Kbytes SRAM for general purpose data and buffer) 2.4GHz 802.11 b,g RF transceiver.

두 무선부의 제원은 같으나 동작 특성이 프로그램에 의해 달라 질 것이므로 동일한 형태로 제작된 것을 사용하였다. 무선부의 KW PAN1200은 리셋 후 외부 데이터 버스의 스트랩 로직에 따라 4개의 동작 모드 중 하나로 작동하는데, 본 장치는 호스트에 의한 Local Bus Mode로 동작하도록 되어있다.

2. 장치의 동작 환경

장치가 기동하면 두 무선부의 MPU는 정지 상태로 대기하며 호스트 MPU가 실행 프로그램을 각 무선부에 다운로드하고 정지를 해제함으로써 동작이 개시된다. 따라서 호스트의 플래시 메모리에는 호스트 자체의 운용 프로그램 뿐 아니라 각 무선부에 다운로드할 펌웨어를 함께 저장하여야 하며, 부트 프로그램에 의해 재배치되어 동작이 개시되면 두 무선부를 차례로 활성화하여 작동 개시 시킨 후 인터럽트에 의해 무선부와 호스트부 간의 상태를 확인하며 필요에 따라 데이터를 주고받는다. 무선부는 호스트 MPU의 대응되는 외부 인터럽트 입력핀을 통하여 인터럽트를 걸며 호스트는 무선부의 인터럽트 상태 레지스터를 읽어와 인터럽트 소스를 확인한다. 또, 호스트 쪽에서 무선부의 인터럽트는 호스트가 임의의 필요한 시점에 무선부 MPU의 인터럽트 요구 레지스터에 해당 비트를 세트한 값을 기록하여 무선부 MPU에 인터럽트를 발생 시킨다.

<그림 6>은 무선부와 호스트부의 인터럽트를 보여주고 있으며, 인터럽트 소스는 6개가 있다. RESET은 호스트가 KW PAN1200을 리셋하기 위해 FINT_TRG 레지스터의 해당 비트를 세트하면



〈그림 6〉 호스트부와 무선부의 인터럽트
 〈Fig. 6〉 Interrupt between Host part and Wireless part

KWPAN1200은 리셋한 후 인터럽트를 걸어 FINT_STS에 처리 결과를 반영한다. 호스트와 KWPAN1200은 데이터를 블록으로 주고받는 데, 시스템이 초기화되면서 KWPAN1200은 자신의 RAM영역에 버퍼를 마련하고 이 버퍼영역에 호스트가 액세스할 수 있도록 메모리 블록의 주소가 포함된 자료 구조체를 만들어 이것을 QUERY 구조체에 명시한다. 호스트는 FINT_TRG의 RESET 비트를 세트하면 KWPAN1200은 인터럽트를 걸어 FINT_STS에 QUERY_DONE을 통해 호스트가 인식하게 하고 16비트 레지스터 FCOMM1(상위)와 FCOMM0(하위)에 있는 QUERY 구조체의 32비트 번지를 호스트가 읽어가게 한다. <그림 7>은 Query 및 Descript, 메모리 블록의 자료 구조이다.

호스트가 무선부를 통해 전송할 데이터는 TxDescList 구조체에 지정된 메모리 블록에 송신 데이터를 써 넣은 후 FINT_TRG의 TX_REQ 비트를 세트하면 KWPAN1200 내부에서 인터럽트가 발생하고, 해당 데이터를 전송한 후 호스트에 인터럽트를 걸어 FINT_STS에 TX_DONE을 반영하여 호스트가 다음 데이터를 전송할 수 있게 한다. 무선 데이터를 수신했을 때 KWPAN1200은 호스트에 인터럽트를 걸고 호스트는 HINT_STS를 통해 RX_REQ를 확인하여, RxDescList에 명시된 메모리 블록의 데이터를 읽어 온다. 이후 호스트는 FINT_TRG에

```

typedef struct _query{
    uint8_t      *macAddress;
    uint8_t      *F2HCnt;
    uint8_t      *H2FCnt;
    uint16_t RxDescCnt;
    uint16_t TxDescCnt;
    DESC*       TxDescList;
    DESC*       RxDescList;
    Uint32_t    BlockCntPerDesc;
                // Default Block 개수 5
    uint32_t    SharedDescCnt;
}QUERY;

typedef struct _desc{
    uint8_t      sequence_number;
    uint8_t      owner;
    uint8_t      result;
    uint8_t      rate;
    uint32_t     id;
    uint32_t     length;
    DESC*       next;
}DESC;

typedef struct _memblock{
    struct _memblock* next;
    uint8_t      data[BLOCK_SIZE];
                // Defalut Block Size = 256
}MEM_BLOCK;
    
```

〈그림 7〉 호스트부와 KWPAN1200의 메모리 인터페이스용 구조체
 〈Fig. 7〉 Structure for Memory Interface of Host & KWPAN1200

RX_DONE을 세트함으로써 KWPAN1200이 수신 완료된 상태를 확인하게 한다. 메모리 블록은 Linked List 구조체이며, 디폴트로 5개까지의 블록이 연결될 수 있으므로 한번에 전송할 수 있는 데이터량은 최대 $5 \times 256 = 1280$ 바이트 까지지만 첫 번째 블록의 첫머리에 해당 무선 스테이션의 8바이트 MAC이 포함되므로 순수한 데이터는 1272 바이트까지 가능한 셈이다. CNTL 비트는 KWPAN1200과 호스트간에 약속된 제어를 상호간 요구하기 위한 것이며 NOTIFY는 통지를 위한 비트이다.

IV. 구현 알고리즘과 결과

구현한 장치의 호스트 CPU AT91FR40162SB는 두개의 무선부 모듈 KWPAN1200 및 Ethernet NIC DM9000E, Flash 메모리와 16비트 EBI로 인터페이스되어 있다. 4개의 Chip은 호스트 CPU의 Chip Selection Out 핀 NCS0 ~ NCS3에 의해 선택되고,

〈표 1〉 호스트의 Memory Map
(Table 1) Memory Map of Host

디바이스	시작번지	Chip Select	인터럽트
SRAM	0x00000000		
Flash Memory	0x10000000	NCS0	
NIC	0x20000000	NCS1	NFIQ
KWPAN1200-M	0x30000000	NCS2	NIRQ0
KWPAN1200-S	0x40000000	NCS3	NIRQ1

Boot 프로그램에서 재배치 후 <표 1>의 Address Map을 가지게 된다.

호스트 프로그램과 각 무선부에 대한 펌웨어는 개별적으로 개발하고 컴파일하여 Binary 실행 파일을 별도의 PC용 병합 프로그램을 이용하여 하나의 bin 파일로 만들어 Flash에 기록한다. 시스템 초기화 과정에는 호스트 KWPAN1200-M 무선부 MPU에 펌웨어를 다운로드하고 정지 상태를 해제하여 기동시킨다. KWPAN1200-M은 마스터 역할을 하기 위해 유희채널이 스캔되면 마스터 스테이션으로 활성화 되고, 채널 정보를 호스트에 통지한다. 호스트는 KWPAN1200-S에 펌웨어를 다운로드하고 기동시킨 후 마스터부의 채널 정보를 통지하여 이 채널을 제외한 점유 채널을 스캔하여 해당 채널의 슬레이브 스테이션으로 참여하게 한다. 물론 마스터부가 유희채널이 발견되지 않아 활성화 되지 않으면 슬레이브부가 활성화 되어도 중계기로서의 역할은 하지 못한다.

마스터부가 활성화되어 Pico-Cell을 형성할 때, Pico-Cell 네트워크 ID는 프로그램에 하위 8비트가 마스크된 32비트의 고정 값을 이용하게 하였는데, 상용화시 마스터 무선부에 불활성 메모리칩을 장착하여 저장하게 할 수도 있을 것이다. 마스터 스테이션은 해당 Pico-Cell 네트워크에 합류 요청을 해오는 엔터티에게 승인과정에서 이 네트워크 ID와 8비트의 스테이션 ID를 보내 해당 슬레이브 스테이션의 네트워크 주소를 지정해 준다. 따라서 Pico-Cell의 각 스테이션의 주소는 32비트의 주소 체계를 가지므로 인터넷 프로토콜 verion4와 연계하여 운영이

가능하다. 각 슬레이브 스테이션들이 자신의 네트워크 구성 할 때 Gateway의 주소는 사실상 고정되는데, 그 이유는 Gateway 역할을 하는 스테이션 ID가 마스터일 경우는 고정 값을 가지기 때문이다.

구현한 중계 장치는 네트워크 계층에서 IP 라우터 기능을 수행하게 하는 것이 목표이다. 따라서 프로그램은 IP 패킷까지 처리하게 하며 각 스테이션이 처리하는 IP패킷은 IP Input과 IP Output의 두 가지에 대하여 다음의 경우로 나누어 처리하게 한다. 개념적으로는 각 무선부와 유선부(Ethernet)이 송수신 패킷을 별도로 처리해야 할 것 같지만 무선부(마스터)가 수신한 패킷은 실제로 호스트의 유선부를 통하여 전파되거나 다른 무선부(슬레이브)를 통하여 다른 Pico-Cell로 전달되기 위한 것이고, 무선부를 통하여 송신되는 패킷은 호스트부의 유선 네트워크나 다른 무선부가 수신한 패킷일 것이므로 어떤 경우든 호스트부를 경유하게 되어 있다. 따라서 무선부는 자체적으로 IP처리 로직을 가질 필요가 없으며 단지 링크계층 이하의 처리만 하며 네트워크 계층의 처리는 호스트부가 담당한다. 그리하여 호스트부에 종속된 유선 네트워크를 포함하여 모든 네트워크 계층의 처리는 호스트 프로그램에서 일괄 처리하게 하여야 한다. 아래 내용에 IP Input처리와 IP Output 처리 과정을 설명하였다.

- IP Input처리 : 마스터 장치가 아닌 장치의 일반 슬레이브 스테이션은 자신이 송신할 수 있는 타임 슬롯 구간이 아닌 할당 구간에서는 수신상태로 대기하는 데, 이때 무선으로 수신된 IP 패킷은 목적지 주소가 자신의 Local IP주소와 같지 않을 때는 수신 패킷을 폐기한다. 일반 슬레이브 장치는 무선 구간의 종단에서 무선으로 수신한 패킷을 유선 네트워크로 전환하여 보내거나 유선 네트워크의 패킷을 무선으로 전환하여 송신하는 것을 목적으로 하므로 하나의 무선부와 하나의 유선부를 가지며 통상 KWPAN1200 MPU하나로 유/무선부를 처리하므로 유무선 데이터 프레임을 유/무선 포맷에 맞게 변환하기만 하면 된다. 마스터 스테이션이 수신한 패킷은 호스트로 전달되어 목적지 주소가 해당 Pico-net

ID와 다른 경우에 Routing정보를 조회하여 유선 네트워크로 전달할 것인지 또는 마스터 장치의 슬레이브 스테이션을 통하여 다른 Pico-Cell로 전파할 것인지 판단한다. 목적지 주소가 마스터 스테이션의 주소이면 통상적으로 유선 네트워크에 연결된 터미널 장치로 전달될 내용으로 간주하여 처리한다. 마스터 장치의 슬레이브 스테이션은 마스터부의 Pico-Cell과 인접한 Pico-Cell의 멤버이므로 이 스테이션이 수신한 유효 패킷은 두 Cell간에 교환할 데이터를 포함하고 있는 경우이다. 따라서 슬레이브 스테이션은 해당 패킷을 호스트를 경유하여 마스터 스테이션에 보내지고 마스터 스테이션이 해당 Pico-Cell내의 목적지 스테이션으로 전달한다.

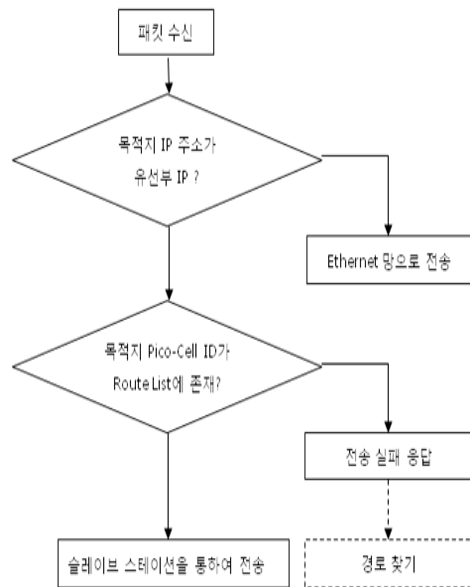
- IP Output처리 : 특정 Pico-Cell내의 스테이션에서 발생한 패킷은 목적지의 Pico-net 주소가 Pico-Cell의 그것과 동일한 경우 해당 Pico-Cell내의 목적지 스테이션으로 바로 송신하고, 다를 경우 마스터 스테이션으로 전송하여 목적지 Pico-Cell로 라우트 되게 한다. 호스트부는 무선 구간간의 Pico-Cell간 라우트 정보를 <그림 8>처럼 Linked List구조의 데이터로 관리하며, List의 각 엔트리는 동적으로 생성되는 것을 전체로 하고 있다. 32비트 time stamp는 경로가 찾아진 시점을 기록하고 일정 주기로 경로를 관리하는 스케드에 의해 시효가 지난 경로에 대해서는 해당 엔트리를 삭제한다.

<그림 9>은 호스트부가 데이터 패킷의 경로를 처리하는 흐름도이다. 시험을 위한 네트워크 구성에서는 예상 경로 정보를 Hard Code로 저장하여 시험하였다.

<그림 10>는 구현한 중계 장치의 통신 상태를 확인하기 위한 테스트 차량을 보여주고 있으며, <그림 11> 마스터와 슬레이브 스테이션이 정상적으로 통신하는 모습을 보여 주고 있다. 또한 경로 찾기 부분이 포함될 경우 찾아진 경로는 새로운 엔트리로 경로 리스트에 포함되며 전송 실패 응답을 받은 원시 단말장치가 일정 시간 후 재전송을 시도하면 전송이 가능해 지도록 구현 하였다.

```
typedef struct _wroute_entry WROUTE_ENTRY;
struct _wroute_entry{
    WROUTE_ENTRY* rte_next;
        // Next entry in the linked list.
    uint32_t rte_netId;
        // Destination Pico-net ID
    char rte_direction;
    uint32_t rte_mtime;
        // time when this entry was made
    uint32_t rte_otime;
        // time when this entry was referred most recently.
};
```

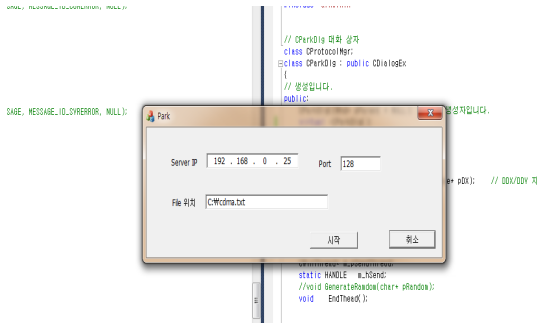
<그림 8> Linked List 구조
<Fig. 8> Constitution of Linked List



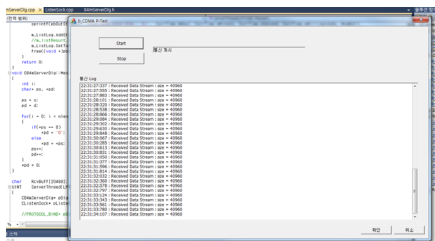
<그림 9> 데이터 패킷 경로 흐름도
<Fig. 9> Path Flow Chart of Data Packet



<그림 10> 데이터 차량 사진
<Fig. 10> Picture of Test Vehicles



(a) 마스터 스테이션 통신



(b) 슬레이브 스테이션 통신

〈그림 11〉 마스터와 슬레이브 동작
〈Fig. 11〉 Motion of Master & Slave

V. 결 론

본 연구에서는 Personal Area Network에서의 응용에 한정되어 있는 Binary CDMA 기술을 좀 더 확장된 범위를 갖는 어플리케이션의 적용 가능성을 제시하고자 하는 것이다. 즉, 거리 제한을 극복하여 보다 광역적인 네트워크에 Binary CDMA를 응용할 수 있는 방안으로서 네트워크를 Cell 단위로 분할하여 다중의 Pico-net들로 구분하고 각 Pico-Cell에 고유의 네트워크 주소체계를 만들어 Pico-Cell 간에 데이터를 중계하는 기능을 가지는 Binary CDMA 라우터 장치의 고안방법을 제시하였다.

구현한 알고리즘의 시험에서 데이터 프레임을 전송하는 경우 3~4개 Pico-Cell 간의 Routing에서 크게 전송 데이터의 품질이 저하 되지 않는 것으로 관찰 되었다. Binary CDMA는 2.4GHz의 ISM 대역을 사용하여 통신하므로 통신 거리의 제한을 받는데, LOS 환경에서 대략 800m까지 통신이 가능하다.

이 경우 네트워크 반경은 대략 400m 정도가 되는 데, 구현한 장치 장치의 응용으로 약 2km까지 통신 반경을 가지는 무선 네트워크로 확장 가능함을 알 수 있었다. 향후 개선책으로 경로 찾기 알고리즘을 도입할 경우 단말 장치의 이동성이 보장되는 네트워크에서 환경 적응적인 네트워크 통신으로서의 가능성도 예측해 볼 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] Bluetooth SIG groups, "Specification of the blue tooth system," ver 1.0 draft foundation, July 1999.
- [2] HomeRF, "Technical summary of the SWAP Specification," February 1999.
- [3] IEEE 802.11 standard, "Wireless LAN medium access control(MAC) and physical layer(PHY) Specifications," 1997.
- [4] 류승문, "Binary CDMA 기술 및 응용 분야 소개," JCCI 2002 Tutorial IV. 2002.
- [5] 조진웅, 주민철, 서경학, 류승문, "WPAN Binary CDMA 기술," 한국통신학회지, vol. 19, no. 5, pp.136-146, 2002.
- [6] A. Perring, R. Szewczyk, W. Wen, D. Culler and J. D. Tygar, "Spins: Security Protocols for Sensor Networks," Wireless Networking, pp.521-534, 2002.
- [7] K. Ioannis and T. Dimitriou, "Towards Intrusion Detection in Wireless Sensor Networks," In Proceeding of the 13th European Wireless Conference, 2007.
- [8] 배상렬, "바이너리 씨디엠에이를 이용한 다중 셀 무선 네트워킹 장치 및 그 방법," 특허 10-1008207.
- [9] 김영한, 김정면, "MPLS 기반 메쉬 네트워크 설계 및 구현," 한국ITS 학회논문지, 제10권, 제2호, pp.103-111, 2011. 4.

저자소개



박 종 범 (Park, Jong-Beom)

2001년 : 광운대학교 제어계측공학 박사

2002년 ~ 현 재 : 한양여자대학교 정보경영과 교수

2010년 ~ 현 재 : ITS 학회 상임이사

1991년 2월 ~ 2002년 2월 : 한국전력공사 전력연구원 선임연구원