

## 고속 통신을 위한 무선 PCN 프로토콜 및 신호 트래픽 분석

正會員 趙正鎬\*, 林炯錫\*\*

### Protocols and Signalling Traffic Analysis of Wireless Personal Communication Networks for High Speed Communications

Chung Ho Cho\*, Hyeong Seok Lim\*\* Regular Members

#### 要 約

본 논문에서는 IEEE 802.6 DQDB(Distributed Queue Dual Bus) 전송 방식을 이용한 버스 형태의 무선 PCN(Bus-PCN)구조와 ATM(Asynchronous Transfer Mode)전송 방식을 이용한 트리 형태의 무선 PCN(Tree-PCN)구조를 수용하는 혼합형 무선 PCN 망을 제안하고, 두 구조의 특성을 비교 분석하였다. Bus-PCN이 Tree-PCN에 비해 관할할 수 있는 영역의 크기가 크며, 그 차이는 관할 영역을 구성하는 구역의 수가 많을수록 즉, 한 구역 내의 트래픽이 적을수록 커짐을 알 수 있었다. 각 구조의 프로토콜 스택 구조 및 계층의 기능적 특성을 살펴본 후, 위치 등록, 호 설정 및 핸드오프를 중심으로 호 제어 절차 기법을 제시하였다. 두 구조는 호 제어에 필요한 신호 트래픽 측면에서 큰 차이를 보이지 않았으나 사용자 트래픽의 제어 오버헤드면에서는 Tree-PCN이 Bus-PCN에 비해 훨씬 적은량이 소요되어 결과적으로 총 신호량측면에서 대략 4Mbps의 차이를 보였다. 또한 관할 영역의 갯수가 감소할수록 즉, 각 구역의 트래픽 량이 증가할수록 위치등록과 핸드오프가 빈번하게 발생하여 전체 신호량이 증가함을 알 수 있었다.

#### ABSTRACT

In this paper, a hybrid wireless PCN architecture is proposed, which is composed of Bus-PCN architecture based on IEEE 802.6 DQDB protocols and Tree-PCN architecture based on ATM transmission techniques. The coverage area of Bus-PCN is greater than that of Tree-PCN and the more number of areas, that is, the less traffic in a area, the differences are increased. A protocol stack and it's layered functions for each architecture are considered. A detailed call control procedures including location update, call setup and release, handoff are presented for each architecture. There are no great differences in signalling traffic for call control between Bus-PCN and Tree-PCN, but in a point of traffic control overhead, Tree-PCN is more efficient than Bus-PCN because Tree-PCN does not need to use speech/silence slot, but Bus-PCN is using it. Therefore, the total signalling traffic of Tree-PCN is approximately 4 Mbps less than that of Bus-PCN. As the coverage areas are decreased, the total signalling of each are hitecture are increased because of frequent location updates and handoffs.

\*한국전자통신연구소

\*\*전남대학교 전산통계학과 교수

論文番號 : 95313-0906

接受日字 : 1995年 9月 6日

## I. 서 론

PCS란 궁극적으로 유선망과 무선망을 통합하여 가입자가 유,무선망 어디에 있더라도 그 위치에 관계없이 단말 혹은 개인의 번호를 이용하여 멀티미디어 통신을 제공하는 서비스이다<sup>(1)</sup>. PCS의 전개 과정을 서비스 관점에서 살펴보면 도입, 발전 및 완성 단계로 진화할 것이다. 도입 단계에서는 현재의 휴대 전화보다 한 단계 진화된 형태로서 인구 밀집 지역의 사무실 및 보행자를 대상으로 서비스를 제공할 것이다. 그 주요 서비스로는 유선 통신에서 음성 통화의 품질 정도 만큼을 최소한 보장하고, 기존 유선망과의 연동에 의해 고정망 가입자와의 통신이 가능하며, 보행중 통화 유지를 위한 핸드오프를 지원하고, 단말의 인증 및 가입자의 이동성 추적 기능이 될 수 있다. 발전 단계에서는 개인 단말이 다양한 무선망에 접속이 가능하여 이들 망에서 단말의 이동성이 보장되는 단계로서 일반 대중이 이용할 수 있도록 저렴한 단말 가격과 사용 요금, 소형화, 경량화, 저전력으로 인하여 경제적이면서 휴대가 편리한 서비스가 제공되며 데이터 서비스를 포함한 멀티미디어 서비스도 함께 제공될 것이다. 완성 단계에서는 기존 유선망의 연동에 의한 통합과 개인이 단말에 구매받지 않고 개인 번호에 의해 서비스를 받을 수 있는 단계로서 자신의 서비스 프로파일을 시간과 장소에 구매받지 않고 원하는대로 변경할 수 있는 서비스를 제공할 수 있을 뿐만 아니라 고속의 멀티미디어 통신 서비스가 가능하여 결국 PCS가 최종 완성되는 단계라고 볼 수 있다.

PCS의 초기단계에서는 위에서 언급한 대로 우선 인구가 밀집된 지역을 대상으로 서비스가 전개될 것이며, 이 경우 셀 반경이 작은 많은 수의 마이크로 셀이나 피코 셀로 시스템이 구축될 것이다. 셀을 작게하면 주파수 재 사용으로 인하여 용량 문제를 해결할 수 있고 단말기의 전력 수명을 길게 하며 신호의 품질을 높일 수는 있지만 셀의 크기가 작아짐에 따라 가입자의 셀간 이동이 빈번하게 발생하여 위치등록이나 핸드오프 수가 늘어나는데 이때 중앙 집중형인 현재의 셀룰러망의 망 제어기인 교환기는 부하 증가로 인하여 큰 부담을 갖는다<sup>(2)</sup>. 또한 협대역 및 광대역 망의 트래픽 제공량이 많아짐에 따라 이들 망과의 연동에 의한 PCS 전개 시 사용량이 증가할 것으로 예상된다. 따라서 현재의 셀룰러 망 구조로 PCS를 전개할 경우 다음과 같은 문제가 발생할 수

있다<sup>(3,4,5)</sup>. 첫째, 현재의 셀룰러 망은 중앙 집중형 구조로써 이동 교환기의 제어하에 기지국이 교환기에 연결되므로 있어 사용량의 증가에 따른 다량의 트래픽 발생 및 빈번한 호 처리로 인하여 교환기의 부하가 가중될 것이다. 둘째, 기지국의 수가 증가함에 따라 기지국과 교환기를 연결하는 트렁크의 수도 증가하는데 이에 따른 비용이 상당히 클 것으로 예상된다. 셋째, 기지국의 소형화와 주파수 재 사용의 효율성을 높이기 위해서는 현재의 셀룰러망 보다 훨씬 작은 마이크로 셀 이나 피코 셀을 가질 것이 예상되는데, 이에 따라 빈번한 위치등록 및 핸드오프 발생으로 인하여 교환기의 부하를 가중시킬 것이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 IEEE 802.6 DQDB 전송방식<sup>(6)</sup> 이용하는 PCN구조와<sup>(3,4,5,7)</sup> ATM 전송방식<sup>(9,10)</sup> 이용하는 PCN구조<sup>(11,12,13,14)</sup>가 활발히 연구되고있다.

본 논문에서는 IEEE 802.6 DQDB전송 방식을 이용한 버스 형태의 무선 PCN(Bus-PCN)구조와 ATM전송 방식을 이용한 트리 형태의 무선 PCN(Tree-PCN)구조를 모두 수용하는 혼합형 무선 PCN망을 제안하고 이를 모델링한 후 두 구조의 특성을 비교 분석하였다. 우선 두 구조에 일정한 트래픽이 주어진다고 가정하고, PCN이 관할하는 영역을 빌딩이 밀집한 도심지역을 중심으로 모델링한 후, 각 구조가 관할할 수 있는 영역의 크기를 구하여 비교 분석하고, 두 구조간의 특성을 장단점 및 문제점을 중심으로 살펴보았다. 또한 프로토콜의 스택 구조 및 각 계층의 기능적 특성을 알아본 후, 호 제어 절차를 제시하였다. Bus-PCN구조의 경우 버스 내부의 노드간 및 버스간에 이루어지는 호 제어 절차와 Tree-PCN구조의 경우 ATM내부의 노드간 및 ATMX간에 이루어지는 호 제어 절차를 대상으로, 제시한 호 제어 절차 및 사용자 트래픽을 제어하는 오버헤드를 포함한 총 신호 트래픽을 구하여 비교 분석하였다.

Ⅱ장에서는 ATM 전송방식을 이용한 무선 PCN구조와 IEEE 802.6 DQDB 전송 방식을 이용한 무선 PCN구조를 모두 수용하는 혼합형 PCN 구조를 제안하고, PCN의 관할 영역을 빌딩이 밀집한 도심지역을 중심으로 모델링 한 후, 각 구조가 관할할 수 있는 영역의 크기를 구하여 비교 분석하고, 두 구조의 특성을 장단점 및 문제점을 중심으로 살펴보았다. Ⅲ장에서는 각 구조의 프로토콜 스택 및 각 계층의 기능적 특성을 기술하였다. Ⅳ장에서는 각 구조에 대하여 위치갱신, 호 설정 및

핸드오프를 중심으로 호 제어 절차를 제시하였다. V장에서는 제한한 호 제어 절차를 중심으로 호 제어 절차 및 사용자 트래픽의 제어 오버헤드를 포함한 총 신호 트래픽의 량을 구하여 비교 분석하였다. VI장에서는 본 논문의 결과를 살펴본 후 추후의 연구 사항을 제시한 다음 글을 맺었다.

## II. 혼합형 무선 PCN 구조

Bus-PCN 구조에서는 무선 PCN의 관할 영역을 여러개의 셀로 나누고, 각 BTS는 하나의 셀을 제어하며 여러개의 PS와 무선 접속한다. 각 BSC는 IEEE 802.6에 따라 방향이 서로 다른 이중 버스에 연결되며 DQDB MAC(Medium Access Control) 프로토콜을 이용하여 정보를 전송한다. SG는 비스내의 가상 회선 식별자(VCI:Virtual Circuit Identifier)을 담당하고 ATM망과의 연동을 고려하여 고정된 시간 길이를 갖는 슬롯(혹은 셀)을 생성하며, 각 슬롯은 53바이트로 구성되고 이중 5바이트는 제어를 위한 헤더로 사용한다<sup>14)</sup>. DQDB 프로토콜은 신호 및 패킷 데이터와 같은 비동시성 트래픽에 대해서는 지연을 어느정도 감안하여 큐(queue)로 처리하고, 음성 및 비디오와 같은 시간에 결정적인 동시성 트래픽에 대해서는 미리 SG에 트래픽을 위한 채널을 예약하여 SG로 하여금 일정 시간마다

트래픽을 전송하기 위한 셀을 발생시킨다<sup>14,15)</sup>. CM은 착신자의 위치를 파악해 주고, 호를 개시하는 노드(BSC 혹은 BG)와 그 호를 착신하는 노드간에 호 접속을 위한 채널의 VCI를 할당하며, 채널을 설정 및 해제하는 등의 자원 관리 및 핸드오프를 처리한다. 여기서 CM의 기능이 커질 경우 이를 여러개의 기능으로 나누어 버스 상에 분산시킬 수 있다. BG는 인접한 버스 혹은 버스의 집합인 버스 클러스터간을 연결해 주며, GW는 B-ISDN 혹은 기존의 망(전화망)을 상호 연동한다. VLR은 버스 관할 영역내의 가입자 혹은 비스내 하나 이상의 노드에 위치하는 가입자의 위치 정보 및 서비스 프로파일을 저장하는 데이터 베이스이며, HLR은 이동 가입자가 최초 등록 시 가입자의 위치 및 가입자의 서비스 프로파일을 영구적으로 저장하는 데이터 베이스이며 VLR과 HLR간 신호 트래픽을 줄이기 위해 HLR을 하위 HLR과 상위 HLR로 계층화할 수 있다.

Tree-PCN 구조 역시 관할 영역이 여러개의 셀로 나누어지고 각 BTS는 하나의 셀을 제어하며 여러개의 PS와 무선 접속한다. BTS MUX는 여러개의 BTS가 155Mbps의 링크를 공유하도록 하여 링크의 효율을 높일 수 있을 뿐만 아니라 셀 크기에 유연성을 부여할 수 있다<sup>14)</sup>. 소규모 스위치인 ATMX는 ATM 로컬 스위치 기능 뿐만 아니라 다른 ATMX로 향하는 경로를 설정한다. CM은 호 제어 기능을 가지며 기능이 커질 경우 망

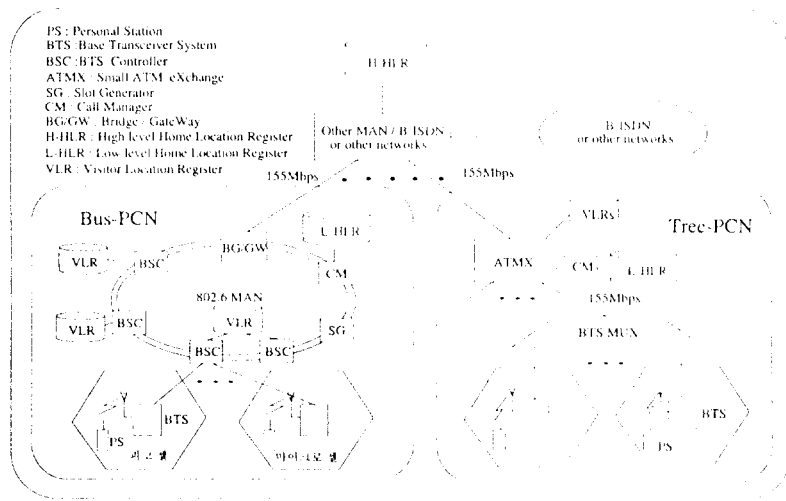


그림 1. 혼합형 무선 PCN 구조 모델

내에 분산시킬 수 있다. VLR은 ATMX에 연결되어 ATMX 관할 영역내에 있는 가입자 혹은 하나 이상의 BTS MUX내에 있는 가입자의 위치 정보 및 서비스 프로파일을 저장하는 데이터 베이스이며, HLR 역시 Bus-PCN과 같은 계층적 개념을 도입할 수 있다.

무선 PCN이 관할하는 영역을 빌딩이 밀집한 도심 지역을 중심으로 그림 2와 같이 모델링한다. 즉 한 구역(block)을 5x5개의 빌딩으로 구성하고, 한 지역(area)을 4개의 구역으로 구성하며, 한 지역을 도로상의 보행자를 위한 4개의 마이크로 셀로 구성하면 결국 한 구역당 하나의 마이크로 셀을 가진다.

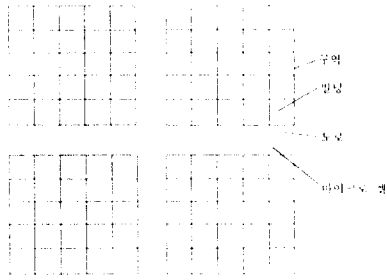


그림 2. 마이크로 셀을 이용한 도심지역 PCN 모델링

2.1 Bus-PCN의 관할 영역

도심지역 보행자를 중심으로 하나의 버스가 관할하는 영역의 트래픽 특성 및 관할 영역의 크기를 알아보기 위해 다음과 같이 가정한다.

가정 1 : 초기에는 PCS가 대부분 음성 서비스인 점을 감안하여 하나의 버스에 주어진 155Mbps 트래픽중 100Mbps는 음성서비스를 위한 트래픽으로 양 버스에 각각 할당하고 나머지는 신호 및 그밖의 패킷 데이터로 사용한다.

가정 2 : 음성 코딩은 32Kbps 음성 코딩방식을 이용한다.

가정 3 : 음성 활성화인자는 0.4로한다.

버스내 155Mbps중 100Mbps를 음성 트래픽을 위해 사용한다고 가정하였으므로 이때 지원 가능한 최대 통화수는 우선 음성 호를 위해 할당한 셀의 오버헤드를 고려하지 않을때  $32\text{ Kbps} \times 2(\text{양방향 버스}) \times 0.4(\text{음성 활성화 인자}) = 25.600\text{ bits/호}$ 이다. 여기서 오버헤드를 고

려하면  $25.600\text{bits/호} \times (53\text{바이트/셀} / 48\text{바이트/셀}) = 28.267\text{ bits/호}$ 가 된다. 따라서 100 Mbps 음성 트래픽을 제공할 경우 최대 지원 가능한 호(call) 수는  $100\text{ Mbps} / 28.267\text{ bits/호} = 3538\text{ 호}$ 가 된다. 3538호는 B-Erlang 공식에 의해 블럭킹 확률 0.01으로 가정할 경우 트래픽으로 환산하면 3518 어량이 된다. 그림 2에서 하나의 구역(한 구역은 5x5개의 빌딩 블럭과 하나의 도로로 구성)당 하나의 마이크로 셀이 필요하므로 n개의 구역(25n 개의 빌딩블럭과 n개의 도로로 구성)에는 n개의 마이크로 셀이 필요하다. 버스내부에서의 트래픽 정도를 나타내는 가중치가 w일때 버스간 트래픽의 가중치는 1-w가 되며, 버스간의 트래픽 량이 버스 내부의 트래픽 량에 비해 2배가 된다고 가정할 경우 총 트래픽에 대한 가중치는  $w + 2(1 - w) = 2 - w$ 가 된다. 한 구역당 제공되는 트래픽을  $T_A$ , 마이크로 셀당 제공되는 트래픽이  $T_\mu$ , 빌딩내 트래픽을  $T_b$ 라 하면 이들간의 관계는 아래와 같다

총 음성 트래픽은  $= [w + 2(1 - w)] (T_A + T_\mu) \times n \leq 3518\text{ 어량}$ .

$$n \leq \frac{3518}{(2-W)(T_A + T_\mu)} = \frac{3518}{(2-W)(25T_b + T_\mu)} \quad (1)$$

$T_A$ 와  $T_\mu$ 를 구하기 위해 아래와 같이 가정한다.

가정 1 : 2개의 인도를 갖는 도로의 길이는 마이크로 셀당 100m

가정 2 : 보행자간 간격은 2m

가정 3 : 전체 보행자중 80%는 개인 단말을 소지

가정 4 : 가입자당 평균 호 시도수는 시간당 2호 즉 2호/시간

가정 5 : 통화 유지 시간은 3분

가정 6 : 빌딩당 100명이 있으며 이중 90%가 전화기 소유

하나의 마이크로 셀당 호 시도율을  $\lambda$ 라 할 경우

$\lambda = (100\text{m} / 2\text{m}) \times 0.8 \times 2\text{ 호/가입자/시간} \times 2\text{개 인도} = 0.044\text{ 호/초}$  이다.

트래픽(어량) = (발생호 수 x 호 유지 시간) / 3600 초  
이므로

$T_A = 25\text{개 빌딩} \times 100\text{명} \times 0.9 \times 2\text{ 호} \times 180\text{초(호 유지시간)} \times \frac{1}{3600}\text{ 초} = 225\text{ 어량}$

$T_\mu = 100\text{m}/2\text{m} \times 2\text{ 호} \times 2\text{ 인도} \times 180\text{초(호 유지시간)} \times \frac{1}{3600}\text{ 초} = 10\text{ 어량}$

식 (1)로부터  $w=1$ 인 경우 즉 버스 내부에서만 트래픽이 발생한 경우  $n = 15$ 가 되어 하나의 버스는 15개의 구역을 관할할 수 있으며 이는 15개의 마이크로 셀을 지원할 수 있다는 의미가 된다.  $w=0$ 인 경우 즉 전체 통화량중 버스간 트래픽이 모두 이루어진 경우에는  $n = 7.5$ 가 되므로 하나의 버스는 7.5개의 구역을 관할할 수 있는 있어 대략 8개의 마이크로 셀을 지원할 수 있다.

## 2.2 Tree-PCN의 관할 영역

Bus-PCN구조에서 100Mbps의 음성 트래픽을 하나의 버스가 제공한다고 가정할 경우 이는 3538개의 채널 (혹은 가상회선(Virtual Circuit))을 지원할 수 있으며 이를 블럭킹 확률 0.01로 가정하여 트래픽으로 환산하면 3518 어량이된다. 또한  $w=1$ 인 경우 15개의 구역 ( $3518/15 = 234.53$ 어량/구역당)을 관할하고,  $w=0$ 인 경우 7.5개의 구역( $3518/7.5=469.75$ 어량/구역당)을 관할할 수 있다. 그러나 Tree-PCN구조에서는 한 구역당 하나의 트렁크를 사용할 경우  $w=1$ 일때 블럭킹 확률 0.01에서 234.53어량은 256개의 채널에 해당되어 총  $15 \times 256 = 3840$ 개의 채널이 요구되므로 Bus-PCN에 비해 302개의 채널이 더 필요하다. 또한  $w=0$ 일때 블럭킹 확률 0.01에서 469.75어량은 495개의 채널에 해당되어 총  $7.5 \times 495 = 3712$ 개의 채널이 요구되므로 Bus-PCN에 비해 무려 174개의 채널이 더 필요하다.

## 2.3 Bus-PCN과 Tree-PCN의 관할 영역의 크기 및 특성 분석

그림 3은  $\lambda=0.044$ ,  $\lambda=0.067$  및  $\lambda=0.089$ 인 경우에 Bus-PCN 구조와 Tree-PCN 구조에서 트래픽 형태의 변화 즉  $w$ 의 변화에 따라 하나의 버스가 관할할 수 있는 영역의 크기와 ATMX가 관할할 수 있는 영역의 크기를 비교한 것이다. Bus-PCN구조에서는  $\lambda=0.044$ 인 경우  $w=1$ 일때 15개 구역을 관할하고,  $w=0$  일때 7.5개의 구역을 관할할 수 있다. 그러나 Tree-PCN에서는  $w=1$ 인 경우 한 구역당 256개의 채널이 요구되므로 총 3538개의 회선을 제공할 경우  $3538/256=13.8$ 의 구역을 관할할 수 있으며,  $w=0$ 일때 한 구역당 495개의 회선이 요구되므로 총 3538개의 회선을 제공할 경우  $3538/495=7.1$ 의 구역을 관할할 수 있다. 이는 곧 버스 내부에서 트래픽이 발생할 경우 두 구조가 관할할 수 있는 구역수의 차이는 별로 크지 않지만 버스간 트래픽이

많을수록(혹은 ATMX간 트래픽이 많을 경우) Bus-PCN이 Tree-PCN에 비해 관할할 수 있는 구역의 수가 많아짐을 의미한다. 즉 Bus-PCN의 경우 버스내부의 트래픽에 비해 버스간 트래픽이 심할수록 (Tree-PCN의 경우 ATMX내부보다는 ATMX간 트래픽이 심할수록) Bus-PCN 구조가 Tree-PCN에 비해 트렁크의 효율이 우수함을 알 수 있다. 또한  $\lambda$ 가 증가할수록 즉 마이크로 셀내 호 발생율이 많아질수록 두 구조의 관할 영역의 크기 차이는 작아짐을 알 수 있다.

Tree-PCN 구조가 관할할 수 있는 구역 수는 아래와 같이 계산한다.

- 1) Bus-PCN에서 한 구역이 관할하는 트래픽 량을 얻는다.
- 2) 이를 블럭킹 확률 0.01인 경우에 채널수로 환산한다.
- 3) 원래 지원해야할 채널수(본 논문의 경우 3538)를 2)에서 얻은 회선수로 나눈 값이 결국 Tree-PCN이 관할하는 구역 수이다.

기존의 셀룰러 망은 DQDB MAC 프로토콜이나 ATM 전송기술을 토대로 구현되어있지 않으나 본 논문에서 제안하는 PCN망은 셀룰러 망에 비해 서비스를 신속하게 처리할 뿐만아니라 다양한 멀티미디어 서비스를 지원할 수 있으며, 기존의 B-ISDN 기술을 최대한 이용한 수 있다. 또한 기존의 셀룰러 망은 교환기가 여러 기지국을 제어하지만, 본 논문에서 제안하는 PCN망은 제어 부하가 각기 기지국에 분산되는 특징을 갖는다.

버스 PCN구조에서 DQDB 프로토콜의 PA(Priority Arbitrated) 동시성 서비스는 64Kbps의 동시성 채널을 갖는 전화망의 음성 채널을 제공하기에 매우 적합하며, QA(Queued-arbitrated) 비연결형 서비스는 호를 설정하거나 핸드오프를 신속하게 처리할 수 있고, 셀 구조가 ATM 기반의 B-ISDN셀 구조와 매우 유사하므로, 향후 B-ISDN과의 연동이 용이하다. 다만 PA를 이용한 동시성 서비스에서는 1 옥텟만이 한 회선 교환 소스에 할당되더라도 전체 슬롯이 동시성으로 명칭되어 있으므로 패킷교환용 비동시성 서비스에는 이용될 수 없는 문제점이 있다<sup>11)</sup>.

Tree-PCN 구조는 채널별로 정보의 유무에 따라 필요시에만 채널이 할당되므로 고정 할당에 비해 전송 효율이 증가하며, 정보의 전송량에 따라 셀을 동적으로 할당하므로 망의 사용 효율을 증대시키고, 고정 및 가변

속도의 서비스를 수용할 수 있다. 또한 프로토콜에서는 하드웨어적으로 처리되는 셀 헤더의 가상채널식별자(VCI)와 가상경로식별자(VPI)를 이용한 다중화 및 라우팅 등의 셀 전송에 필요한 최소한의 기능만을 처리하고, 흐름 제어와 에러 제어는 양 단말간에 처리하도록 함으로써 회선교환과 같은 고속성을 실현할 수 있다. 채널 속도의 가변성으로 인하여 다양한 속도의 서비스가 가능하며, 정보를 전달 매체에 의존하지 않고 일정 길이의 셀로 처리하므로 처리가 용이하며, 서비스 추가에 유연성을 갖는다. 하지만 헤더의 추가에 따라 처리 기능이 복잡해지는 문제점이 있다<sup>[10]</sup>.

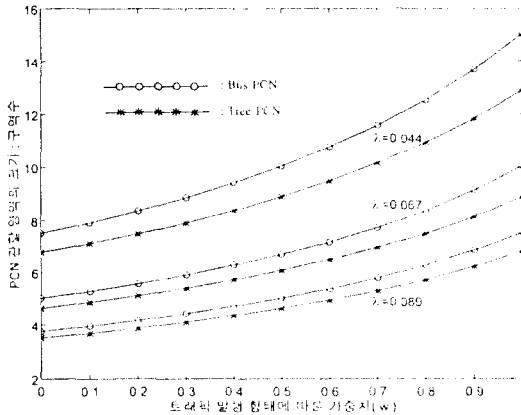


그림 3. 트래픽 발생형태에 따른 Bus-PCN과 Tree-PCN의 관할 영역 크기

### III 장. 프로토콜 스택 구조

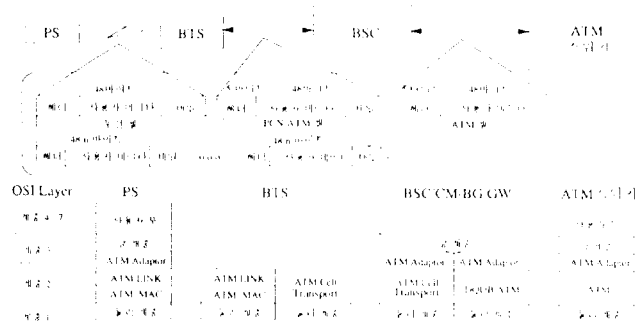
흐름 제어를 위한 프로토콜의 스택 구조는 무선 구간에서 ATM을 고려한 경우와 고려하지 않은 경우로 나누어 생각할 수 있다. 무선 인터페이스에 ATM을 고려한 경우 무선 인터페이스의 대역폭이 비싸므로 도입에 드는 비용은 클 것이며, 기존의 단말은 ATM과의 새로운 인터페이스를 가져야 할 것이다. 하지만 PCN이 다양한 서비스를 만족시키며, 한정된 무선 자원을 효율적으로 이용할 수 있을뿐만 아니라 향후 광대역 망과의 연동을 고려할 경우 적합한 구조이며, 무선 구간의 AAL로 하여금 하나의 무선 채널을 통해 들어온 하나 이상의 무선 패킷을 하나의 셀에 묶거나, 하나 이상의 무선 접속으로부터 들어온 무선 패킷을 하나의 셀에 묶어 보냄으로써

ATM셀의 이용율을 높일 수 있다. 이때 수신측 AAL은 ATM 셀 헤더를 이용하여 각각의 무선 패킷을 구분해야 한다. 만일 ATM을 무선 LAN에 응용할 경우에는 무선 구간의 대역폭의 비용이 그다지 크지 않으므로 이때는 무선 구간에 ATM 기술을 사용하는 것이 유리하다. 무선 구간에 ATM을 고려하지 않은 경우에는 기존 무선 프로토콜을 그대로 수용하는 잇점은 있으나 무선 구간의 패킷을 ATM 망으로 전달하기 위한 프로토콜 변환 장치가 필요하다.

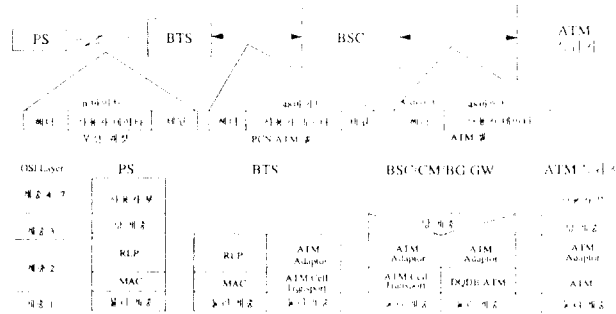
#### 3.1 Bus-PCN 프로토콜 구조

PS와 ATM스위치는 OSI의 계층 1~계층 3 및 사용자부로 구성하며, 사용자부는 계층 4~계층 7의 기능을 하나로 포괄한 것이다. BTS는 PS 및 BSC와의 인터페이스를 위해 계층 1과 계층 2로 구성한다. BSC는 BTS와의 인터페이스를 위해 계층 1 ~ 계층3으로 구성한다. 이때 계층 2는 비스상의 노드(BSC/CM/BG/GW)간 통신을 위해 버스 액세스를 제어하는 DQDB MAC 프로토콜이며, 계층 3은 PS와 ATM스위치간 흐름 제어의 중계 기능을 처리한다. 무선인터페이스에 ATM 셀 개념을 도입한 경우의 프로토콜의 스택 구조는 그림 4 a)이며, 그렇지 않은 경우는 그림 4 b)와 같다.

그림 4 a)에서 ATM MAC은 물리 계층에 종속하며 ATM 응용 서비스로 인한 영향을 최소화하고, 유선 구간의 QOS(Quality Of Service)를 만족시키는 무선 매체 접속 기법을 사용한다. ATM Link계층은 ATM 셀을 감안한 프레임 송수신 기능을 처리하며 열악한 무선 환경에서는 에러 발생율이 높기 때문에 신뢰성을 높이기 위해 기존 셀룰러 망의 무선 데이터 링크 프로토콜의 에러 감지 및 복구기능을 강화한다. ATM Adaptor 계층은 신호 메시지를 최대 256바이트로 가정하여 B-ISDN의 AAL(ATM Adaptation Layer) 기능중 SAR(Segmentation and Reassembly)기능과 에러 감지를 위한 CS(Convergence Sublayer)기능을 가지며, 망 계층은 흐름 제어 절차를 수행한다. ATM Cell Transport계층은 BTS와 BSC간에 DQDB 슬롯을 무선 패킷으로 변환 혹은 무선 패킷을 DQDB 슬롯 형태로 변환한 후 B-ISDN ATM 계층과 마찬가지로 기능을 수행한다. 사용자부는 OSI(Open System Interconnection)의 계층 4 계층 7의 기능을 하나의 계층으로 통합하여 가능한 한 계층간 인터페이스



a) 무선 인터페이스에 ATM셀을 고려한 경우



b) 무선 인터페이스에 ATM셀을 고려하지 않은 경우

그림 4. Bus-PCN 프로토콜 구조

에 따른 오버헤드를 최소화한다.

그림 4 b)에서 MAC 계층은 물리계층에 종속하며 ATM셀 개념을 도입하지 않은 프레임은 구성하지만 그림 4 a)와 마찬가지로 유선 구간의 QOS를 만족시키는 무선 매체 접속 기법을 사용한다. 무선 링크 계층(RLP:Radio Link Protocol)은 일반적인 셀룰러 망의 무선 데이터 링크 프로토콜을 사용해도 무방하다. BTS와 BSC구간의 ATM Cell Transport계층 및 ATM Adapt계층은 그림 4 a)의 해당 계층과 동일한 기능을 처리한다.

3.2 Tree-PCN 프로토콜 구조

Tree-PCN 프로토콜 구조는 Bus-PCN과 매우 유사한 프로토콜의 스택 구조를 가지며 단지 BSC가 ATM

Switch와 직접 연결되기 때문에 Bus-PCN의 MAC 계층이 필요없다.

IV. 호 제어 절차

본 논문에서 제안하는 호 제어 절차는 유선 구간에서 고속의 다양한 서비스를 지원하므로 기존의 셀룰러 망에 비하여 새로운 서비스를 신속하게 도입할 수 있으며, 제어 부하가 각 기지국에 분산되므로 기존 셀룰러망에서 교환기에 의한 중앙 제어시 발생할 수 있는 신호 및 제어 트래픽 부하의 병목 현상을 막을 수 있고, 음성 및 기본 데이터 서비스만을 제공하는 기존의 셀룰러 망과는 달리 멀티미디어를 지원할 수 있는 특징을 갖는다.

4.1 각 구조의 호 제어 절차

4.1.1 위치 등록

HLR과 VLR을 망에 분산시킬 경우, 즉 HLR을 망 내부의 가입자를 관할하기 위한 상위 HLR과 버스(혹은 ATMX)의 노드에 있는 가입자를 관할하기 위한 하위 HLR로 구성하고, VLR은 버스내의 각 노드 혹은 ATMX내의 각 BTS MUX마다 할당하여 이들 노드로 진입한 가입자에 관한 정보를 관리하도록한다. 이 구조에서는 HLR에 최초 등록한 가입자가 그 버스내부(혹은 ATMX내부)에서 이동할 경우 VLR을 갱신할 필요 없이 하위 HLR만 갱신하고, 외부 망의 가입자(Roamer) 즉 타 버스(혹은 타 ATMX)의 가입자가 진입할 경우에만 VLR과 HLR을 모두 갱신하도록 함으로써 VLR과 HLR간 신호 트래픽을 줄일 수 있다.

PS는 전원 공급, 전원 차단, 혹은 위치 갱신 영역의 변경시 자신이 위치한 주소를 포함하여 위치 등록을 요청한다. BSC가 특정 채널 혹은 타임 슬롯을 통해 자신의 주소를 주기적으로 방송할 경우 PS는 가장 강한 신호를 보내는 BTS를 알아낸 후 그 BTS를 통해 망을 액세스한다. PS는 BSC의 관할 영역을 벗어나 다른 BSC

의 영역으로 넘어갈 경우 새로운 영역내의 BSC를 알아내어 등록한다<sup>(16)</sup>. 만일 PS가 새로운 버스의 영역내에 진입한 경우 그 전 버스(Tree-PCN의 경우 ATMX)내에 있는 VLR에게 그 가입자의 서비스 프로파일을 제거하도록 요구한다<sup>(15, 16, 17)</sup>(그림 5). PS가 위치 영역(위치 갱신 혹은 페이징 영역으로 가정)을 벗어날 경우 데이터 베이스 갱신 및 그 가입자를 추적하기 위한 신호 절차는 새로운 위치를 등록하는 단계, 그 전의 위치등록을 삭제하는 단계, 필요한 경우 서비스 프로파일을 옮기는 단계 및 위치 갱신을 요청한 PS에 완료되었음을 알리는 단계로 구성한다.

4.1.2 호 설정

호 설정을 유연하게 처리하기 위해서는 호 설정 기능과 호 접속 제어 기능을 분리하여 호 접속 제어 기능에 영향을 주지 않으면서 호 설정 특성과 관련한 기능을 독립적으로 처리하며, 신속한 처리를 위해 VPC(Virtual Path Connection)/VCC(Virtual Channel Connection)를 미리 설정하여 필요한 자원을 할당한다.

호 설정은 착신 가입자의 신분을 알아내고 서비스의

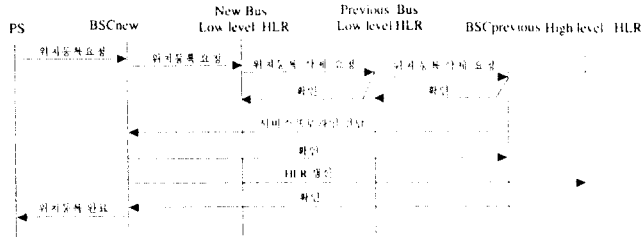


그림 5. Bus-PCN구조에서 버스 클러스터내 버스간 경계 영역 진입시 위치 등록 절차

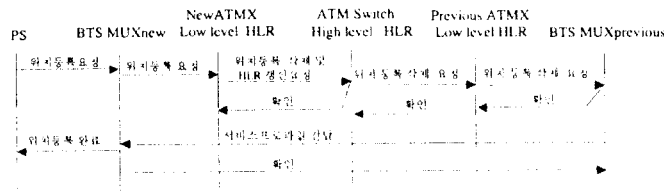


그림 6. Tree-PCN구조에서 ATMX간 경계 영역 진입시 위치 등록 절차



종류를 알아내는 호 설정 요청단계, 착신 가입자의 위치를 알아내는 단계, 발신자와 착신자간 경로상의 회선을 설정하는 단계로 구성한다<sup>16,17)</sup>. Bus-PCN 구조에서는 음성 트래픽을 전송할 경우 PA(Pre Arbitrated) 슬롯을 사용하고, 제어 신호를 전송할 경우에는 QA(Queued Arbitrated) 슬롯을 사용한다. 호 설정 시에는 가입자가 통화할 슬롯을 나타내는 가상회선(VCI)를 설정한다. 호 설정을 위해 가입자는 현재의 제어 영역으로 등록할 때 할당받은 임시 라우팅 번호(TRN:Temporary Routing Number)를 사용하여 자신의 신분을 밝히며, 착신측의 개인번호 및 서비스 종류를 지정한다. 발신측 PS가 놓여있는 영역내의 BTS는 이 정보를 CM에 전달한다. CM은 발신자에 대한 인증을 수행한 후 착신자의 위치를 알아내기 위해 버스내의 하위 HLR을 조회한다. 착신 가입자가 동일 버스내에 존재하는 경우 그 버스내의 하위 HLR을 조회하여 착신자의 PS가 위치한 BSC 영역을 알아낸다. CM은 착신자의 위치를 알아낸 후 발신자와 착신자간 경로상의 회선을 설정하며, 하나 이상의 버스로 이루어진 버스 클러스터 뿐만 아니라 여러개의 버스 클러스터로 이루어진 전체 서비스 관할 영역내의 모든 버스상의 노드를 찾아갈 수 있다. BG는 계층적 주소방식을 이용하여 버스노드의 주소를 테이블로 관리하며, BG 포트를 통과하는 모든 슬롯에 대해 목적지 주소를 조사한 후 이 주소를 BG가 관리하는 라우팅 테이블 내 주소와 비교하여 라우팅한다.

CM은 목적지 노드의 주소를 조사하여 버스 클러스터

내의 이웃한 버스로 향하는 경우 그 목적지 노드에 도달할 수 있는지 확인하여 도달 가능하면 호 설정 요청을 보내고 BG는 이를 투명하게 전달한다. 이웃한 버스 클러스터로 향하는 경우에는 버스 클러스터간을 연결하는 연동장치(IWF:Inter Working Function)를 통해 호 설정 요청을 목적지 노드에 전달하는데 이때 IWF는 동기식 전달 모드로 동작한다. 버스 클러스터 균인 전체 영역을 벗어나는 경우 GW를 이용한다. 착신자의 응답이 있을 경우 발신자와 착신자간 경로상의 회선을 설정하며, CM내의 자원 관리 서버는 버스내에 VCI를 할당한다.

IWF는 착신측의 응답을 발신측 버스상의 CM에 전달하고, CM은 버스내에 채널을 설정한다. 채널 설정 완료 후 CM은 IWF와 BG에게 이를 알리며, 발신측 BSC는 비로소 무선 채널을 설정하여 착신측 응답과 할당된 무선 채널 번호를 알려준다.

4.1.3 핸드오프

통화중에 이동하는 경우 PS는 새로운 BTS로 핸드오프할 것임을 요청함으로써 통화를 유지할 수 있다. 새로운 BTS에 채널을 할당하는 동안 PS는 현재의 BTS에 할당된 채널을 계속 유지하는데 이를 소프트 핸드오프라 하며 이는 호의 통화 품질을 높이는 효과를 준다<sup>18)</sup>. PS가 보내는 핸드오프 요청 메시지는 현재의 BTS주소를 포함하며, 버스의 노드에 계층적 주소를 부여할 경우 핸드오프 요청을 수신한 BSC는 요청한 핸드오프가 버스상의 동일 BSC내 핸드오프인지, 버스내 BSC간 핸드오

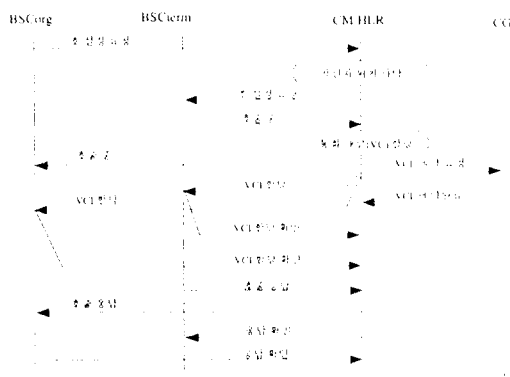


그림 7. Bus-PCN 구조에서 동일 버스 내부의 BSC간 호 설정

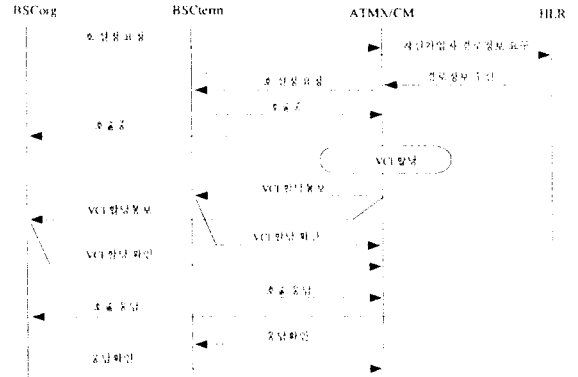


그림 8. Tree-PCN 구조에서 동일 ATMN 내 BSC간 호 설정

프인지 혹은 버스간 핸드오프인지 판단할 수 있다. 이때 핸드오프를 처리하기 위한 버스상의 신호 절차는 QA 슬롯을 이용한다.

동일 BSC내 핸드오프인 경우 핸드오프 요청을 받은 BTS에 무선 채널을 할당하고 그전 BTS에 할당된 채널을 해제한 다음 현재의 BTS를 통해 새로운 BTS에 VCI를 전달하면 되는데 이 과정은 기존의 셀룰러 망에서의 절차와 동일하다. 버스내 BSC간 핸드오프인 경우는 그림 9와 같다. 동일 BSC내 핸드오프일 경우 수행하는 작업 이외에 새로운 BSC에게 그 호에 할당된 VCI를 가지고 통화 프레임을 송수신하도록 알려준다. PS가 발생한 핸드오프 요청 메시지는 현재의 BSC와 새로운 BSC의 주소를 포함하므로 현재의 BSC는 새로운 BSC에게 현재 사용중인 VCI와 목적지 노드 및 목적지 BG의 주소를 알려준다. 새로운 BSC는 목적지 BSC 및 자신의 BSC 주소를 이용하여 현재의 BSC와 동일한 방향으로 목적지에 음성 프레임을 보낼 수 있는지 결정한다. 반대 방향으로 음성 프레임을 보내야 할 경우 새로운 BSC는 목적지 노드/BG에 버스를 변경하도록 요구한다. 하나의 호는 각 버스에 대해 동일 VCI를 사용하여 유지하므로 CM은 핸드오프 발생 횟수에 영향을 받지 않는다. 그러나 기존 셀룰러 망의 집중형 구조에서는 핸드오프 발생때 마다 BTS/BSC 및 중앙 스위치에 새로운 채널을 할당해야 한다.

버스간 핸드오프의 경우는 버스내 BSC간 핸드오프시 수행하는 절차 이외에 착신측 PS가 새로운 버스내에 위치하지 않는다고 가정할 경우 새로운 버스에서 채널을 설정한다. 새로운 버스와 현재의 버스를 연결하는 BG

는 그 호에 대한 경로를 설정하고 슬롯이 버스간을 지날 때 필요한 VCI-VCI매핑을 처리한다. 가입자가 새로운 버스에 진입할 경우 HLR/VLR은 그 가입자의 위치 및 프로파일을 갱신해야 한다. PS와 현재의 BTS는 핸드오프가 진행중일때 무선 링크의 품질이 갑자기 열악해질 수 있는데 이때 예비로 미리 보관해둔 전용 채널을 이용하면 핸드오프를 신속하게 처리할 수 있다.

### V. 신호 트래픽 분석

PCN 서비스를 제공해 주기 위해서는 기본적으로 아래와 같은 호 제어 절차 및 트래픽 제어 오버헤드를 갖는다<sup>[4,5]</sup>.

- 1) 가입자가 새로운 위치 등록 영역으로 진입할 때 위치를 갱신시켜 주는 절차
- 2) 착신 가입자의 위치를 파악하고 통화를 위한 채널을 할당해주며 호를 접속시키는 호 설정 절차
- 3) 설정한 호를 해제하고 채널을 가용상태로 복구시키는 호 해제 절차
- 4) 채널을 효율적으로 이용하기 위한 채널 제어의 오버헤드와 트래픽 전송에 사용하는 오버헤드
- 5) 통화중 셀의 경계선을 넘어 다른 셀로 넘어갈 경우 핸드오프 절차

본 논문에서는 호 제어 절차의 모든 경우에 대한 신호 트래픽을 분석하지 않고 버스내부의 BSC간(혹은 ATMX내의 BTS MUX간)의 호 제어 절차와 버스간(혹은 ATMX간) 호 제어 절차를 중심으로 신호 트래픽을 분석하였다.

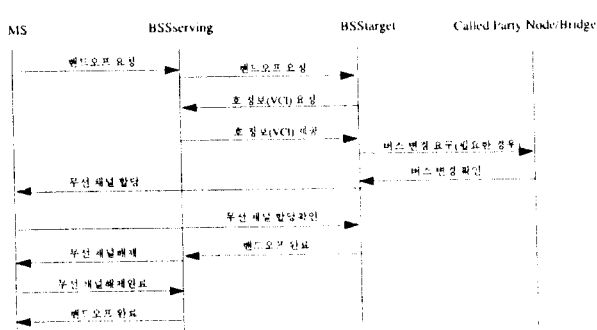


그림 9. Bus-PCN 구조에서 동일 버스내 BSC간 핸드오프

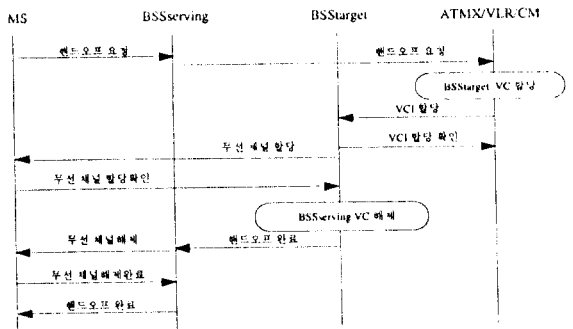


그림 10. ATMX 내 BSC간 핸드오프

### 5.1 Bus-PCN의 신호 트래픽

Bus-PCN 구조의 신호 트래픽을 분석하기 위해 다음과 같이 가정한다.

$N$  : 하나의 MAN이 관할하는 영역내의 구역의 수이며 각 구역당 하나의 거리를 마이크로 셀로 모델링하였으므로 마이크로 셀의 수 역시  $N$ 개이다.

$\lambda_S$  : 가입자당 호 시도율

$N_C$  : 한 시간동안 마이크로 셀내에 있는 가입자의 수

$\lambda_N$  : 한 시간동안 마이크로 셀내의 호 시도율로서  $\lambda_N = N_C * \lambda_S$

$N_A$  : 한 시간동안 빌딩이 밀집한 한 구역(BSC 관할 영역)내에 있는 가입자 수

$\lambda_{BSC}$  : 한 시간동안 새로운 구역으로 이동하여 진입(로밍)하는 가입자 수

$\lambda_{BUS}$  : 한 시간동안 새로운 버스 영역으로 진입(로밍)하는 가입자 수

$w$  : 버스 내부에 발생하는 트래픽의 가중치

$T_C$  : 마이크로 셀당 트래픽 부하

$T_A$  : 한 구역당 트래픽 부하

$T_b$  : 빌딩내 트래픽 부하

하나의 버스에 대해 이루어지는 총 신호 트래픽( $T_S$ )은 아래와 같다.

총 신호 트래픽

= 버스의 새로운 노드로 진입하여 위치 등록시 신호 트래픽

- + 새로운 버스에 진입하여 위치 등록시 신호 트래픽
- + 착신자의 위치를 파악하기위한 신호 트래픽
- + 채널을 설정하기위한 신호 트래픽
- + 설정한 채널을 해제하여 복구하기위한 신호 트래픽
- + 채널을 효율적으로 사용하기 위한 제어 오버헤드
- + 트래픽을 전송 오버헤드
- + 버스내부 핸드오프시 필요한 신호 트래픽
- + 버스간 핸드오프시 필요한 신호 트래픽

단, 호 설정 혹은 핸드오프시 자원의 블럭킹은 발생하지 않는다고 가정한다. 채널을 효율적으로 사용하기 위한 제어 오버헤드란 음성 통화중에 실제 음성이 나가고 있지 않을때는 그 통화를 위해 할당된 슬롯을 실제로 내보내지는 않고 단지 이를 알려주는 신호만을 전달할 때 사용하는 제어정보로서 버스가 액세스 할 수 있는 슬롯내의 최소 정보는 한 바이트이며 한 슬롯의 정보필드는 48바이트이므로 한 슬롯당 48명의 가입자에 대한 트래

픽 제어 정보를 포함할 수 있다.

이를 수식으로 나타내면 아래와 같다.

$$\begin{aligned}
 T_S = & N(\text{마이크로 셀 수}) * N_C * \lambda_{BSC} \{ \text{버스의 새로운 노드로 진입하여 위치 등록시 필요한 신호 데이터 량} \} \\
 & + N(\text{마이크로 셀 수}) * N_C * \lambda_{BUS} * \{ \text{새로운 MAN에 진입하여 위치 등록시 필요한 신호 데이터 량} \} \\
 & + N(\text{구역 수}) * \lambda_S * (N_b + N_C) * \{ \text{착신자의 위치를 파악하는데 소요된 신호 데이터 량} \} \\
 & + 2(\text{한 통화당 2개의 채널이 할당되므로}) * N * (2 - w) * \{ \text{채널을 설정하는데 소요되는 신호 데이터 량} \} \\
 & + 2(\text{한 통화당 2개의 채널이 할당되므로}) * N * (2 - w) * \{ \text{채널을 해제하는데 소요되는 신호 데이터 량} \} \\
 & + 2(\text{버스는 방향이 다른 두개의 버스로 구성}) * N * (T_b + T_c) * \frac{32000}{48 * 8} * (53 * 8) \\
 & + 2(\text{버스는 방향이 다른 두개의 버스로 구성}) * N * (T_b + T_c) * \frac{32000}{48 * 8} * (5 * 8) \\
 & + N(\text{마이크로 셀 수}) * \lambda_{BSC} * (T_C / N_C) * \{ \text{버스 내부 핸드오프시 필요한 신호 데이터 량} \} \\
 & + N(\text{마이크로 셀 수}) * \lambda_{BUS} * (T_C / N_C) * \{ \text{버스간 핸드오프시 필요한 신호 데이터 량} \}
 \end{aligned}$$

II장에서 주어진 가정을 이용할 경우  $N_C=80$ ,  $N_A=90$ 이 되며,  $\lambda_S=2$ 일때  $\lambda_N=160$ 을 얻을 수 있고, 이 결과  $T_A=225$ ,  $T_C=10$ 이 된다. 또한 이들 값을 이용하여 식(1)로부터  $N=44$ 를 얻을 수 있다. 트래픽 발생 형태에 따른 가중치는  $w=0.7$ 로 가정한다.

$\lambda_{BSC}$ 와  $\lambda_{BUS}$ 을 구하기 위해 다음과 같이 가정한다.

가정 1) 이동 가입자는 2 m/sec의 속력으로 움직인다.

가정 2) 가입자는 이동중에 동서남북중 어느 한 방향으로 이동할 수 있다.

가정 3) 가입자는 초기에는 반지름 R인 원형의 중심에 위치한다.

일차원 랜덤 보행 과정의  $t$ 초 후에 거리  $x$ 만큼 갈 경우 시간  $t$ 에 대한 랜덤 변수  $x(t)$ 는 정규 분포를 갖고, 정규 밀도 함수  $f(x, t)$ 는 식 (2)와 같이 주어진다<sup>19)</sup>.

$$f(x, t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\alpha t}} \exp\left(-\frac{x^2}{2\alpha t}\right), \quad \alpha = s^2/T \quad (2)$$

s : 보행 길이, T : s의 발생 시간 간격

동서 방향의 이동이 남북 방향의 이동과 서로 독립적이고 두 방향의 분포가 같다고 가정할 경우 이차원 랜덤 이동(이동중에 동서남북 방향을 선택하여 이동)시 이차원 정규 밀도 함수  $f(x, y, t)$ 는 식(3)과 같이 주어진다.

$$f(x, y, t) = \frac{1}{2\pi\alpha t} \exp\left(-\frac{(x^2+y^2)}{2\alpha t}\right) \quad (3)$$

극좌표  $(r, \theta)$  관점에서 보면 식 (3)은 식(4)와 같이 r 과 t의 함수 밀도 함수  $g(r, t)$ 로 나타낼 수 있다.

$$g(r, t) = \frac{r}{\alpha t} \exp\left(-\frac{r^2}{2\alpha t}\right), \quad r > 0 \quad (4)$$

가정 3)에서 가입자가 초기에  $t=0$ 에서 반지름 R인 원형의 중심에서 위치 등록을 하였을때 시간  $t=t_1$ 에 그 가입자가 동일 셀내에 있을 확률  $P(x(t) < R)$ 은 식 (5)와 같다.

$$P(x(t) < R) = \int_0^R g(r, t) dr = \int_0^R \frac{r}{\alpha t} \exp\left(-\frac{r^2}{2\alpha t}\right) dr \quad (5)$$

$$= 1 - \exp\left(-\frac{R^2}{2\alpha t}\right)$$

$$P(x(t) > R) = \exp\left(-\frac{R^2}{2\alpha t}\right) \quad (6)$$

식 (6)으로 부터 확률 0.99일때 위치등록 주기( $\tau$ )를 구하면  $\alpha = s^2/T$ 와 반지름 R의 함수 (7)을 구할 수 있다. s는 도보 스텝으로서 여기서 2m로 가정하였으며, T는 매 도보 스텝에 대한 시간 단위로서 1초이다.

$$\tau \approx \frac{R^2}{2\alpha \ln 0.01} \approx \frac{R^2}{9\alpha} \quad (7)$$

구역이 정사각형이라고 가정하면 하나의 구역내에 도로를 하나의 100m 마이크로 셀로 모델링 하였으므로 마이크로 셀수(c)와 반지름 R간의 관계는 식 (8)과 같다.

$$(100\sqrt{c})^2 = \pi R^2 \quad (8)$$

가정 1)로부터  $\alpha = s^2/T = 4$ ,  $R=56m$ 이므로  $\tau=87$ 이다. 따라서  $\lambda_{BSC} = 3600/87 = 41$  즉 한시간동안 BSC 내 가입자중 BSC 영역을 벗어나 위치등록을 시도할 횟수는 평균 41이된다.

$\lambda_s = 2$ 인 경우  $N = 44$ 이므로  $c = 44$ 가 된다. 식 (8)로부터  $R=374$ 이므로  $\tau=3885$ 이다. 따라서  $\lambda_{BUS} = 3600/3885 = 0.927$  즉 한시간동안 BUS의 영역을 벗어나 위치등록을 시도할 횟수는 0.927이 된다.

### 5.2 Tree-PCN의 신호 트래픽

ATM에서는 채널을 효율적으로 이용하기 위해 음성 통화중에 실제 음성이 나가고 있지 않은 동안은 그 통화를 위해 할당된 가상의 회선을 통해 셀을 아예 보내지 않으므로 Bus-PCN에서 사용하던 슬롯 제어 오버헤드를 가질 필요가 없으며 이는 신호 트래픽 차원에서 큰 이득이 된다.

### 5.3 Bus-PCN과 Tree-PCN 신호 트래픽 비교 분석

그림 11은 II장에서 가정한 100Mbps의 음성 트래픽을 지원할 경우 Bus-PCN과 Tree-PCN구조에서 하나의 버스 혹은 ATMx가 관할할 수 있는 영역 크기 변화에 따른 두 구조의 신호 트래픽을 비교한 것이다. 위치등록 및 트래픽 제어 오버헤드가 전체 신호 트래픽중 큰 비중을 차지함을 알 수 있으며, 두 구조는 호 제어의 신호량에서는 별 차이가 없으나 트래픽 제어 오버헤드면에서는 Tree-PCN이 Bus-PCN에 비해 훨씬 적어 결과적으로 총 신호량에서 Tree-PCN이 Bus-PCN에 비해 대략 약 4Mbps의 신호 트래픽의 절감 효과를 보인다. 또한 관할 영역의 수가 감소할 수록 각 구역내의 트래픽량이 증가하고 트래픽량이 증가할 수록 위치등록과 핸드오프의 발생 빈도가 커져 결국 전체 신호량이 증가함을 알 수 있다.

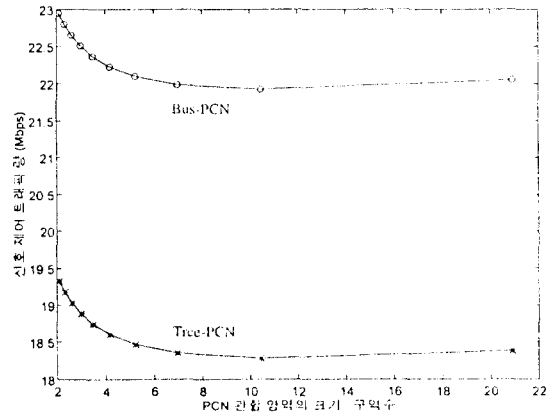


그림 11. 100Mbps 음성 트래픽을 지원하는 PCN의 신호 트래픽 비교

## VI. 결 론

본 논문에서는 IEEE 802.6 DQDB를 이용한 버스 형태의 무선 PCN(Bus-PCN)구조와 B-ISDN ATM을 이용한 트리형태의 무선 PCN(Tree-PCN)구조를 수용하는 혼합형 무선 PCN 망을 제안하고, 각 구조에 동일한 트래픽이 주어질 때 두 구조가 관할할 수 있는 영역의 크기를 구한 후 이들간의 특성을 비교 분석하였다. Bus-PCN이 Tree-PCN에 비해 관할 영역의 크기가 크며, 관할 영역을 구성하는 구역의 수가 많을 수록 즉 한 구역내의 트래픽이 적을 수록 관할할 수 있는 영역의 차이가 커짐을 알 수 있었다.

각 구조에 적합한 프로토콜의 스택 구조 및 계층의 기능을 살펴본 후, 위치 등록, 호 설정 및 핸드오프를 중심으로 호 제어 절차를 제시하였다. 각 구조에 대해 호 제어를 위한 신호 트래픽 및 사용자 트래픽 제어를 위한 오버헤드를 포함한 신호 트래픽의 량을 구하여 비교 분석하였다. 두 구조는 호 제어에 필요한 신호 트래픽의 량에서 큰 차이를 보이지 않았으나, 트래픽 제어에 필요한 오버헤드면에서는 Tree-PCN이 Bus-PCN에 비해 훨씬 적게 소요되어 결과적으로 총 신호 트래픽 량에서 약 4Mbps정도 적은 신호 트래픽 량을 보였다. 또한 관할 영역의 갯수가 감소할 수록 각 구역내의 신호 트래픽이 증가하고, 사용자 트래픽이 증가할 수록 위치등록과 핸드오프의 발생 빈도가 높아져 결국 전체 신호 트래픽 량이 증가함을 알 수 있었다.

향후 시뮬레이션에 의한 성능 평가, 호 제어 기법중 통화품질 개선에 핵심인 고속 핸드오프 절차 및 알고리즘의 개발, 프로토콜의 안정성 검증이 요구된다.

## 참고문헌

1. 조동호, 이경준, 임형석, PCS 무선접속 프로토콜 구조에 관한 연구, 통신학회 하계학술발표, pp.207-211, 1995.7.
2. K.S.Meier-Hellstern, G.P.Pollini, D.J.Goodman, Network Protocols for the Cellular Packet Switch, in Proc. IEEE Veh. Technol. Conf., Denver, CO, pp.705-710, May, 1992.
3. A.D. Malyan, L.J. Ng and V.C.M. Leung, A Micro-cellular Interconnection Architecture for Personal Communications Networks, in Proc. IEEE Veh. Technol. Conf., Denver, CO, pp.502-505, May, 1992.
4. A.D. Malyan, L.J. Ng, V.C.M. Leung, and R.W. Donalson, Network Architecture and Signalling for Wireless Personal Communications, IEEE J.Selected Areas Commun., vol. 11, pp.830-841, Aug, 1993.
5. V.C.M. Leung, N. Qian, A.D. Malyan, and R.W. Donalson, Call Control and Traffic Transport for Connection-Oriented High Speed Wireless Personal Communications Over Metropolitan Area Network, IEEE J.Selected Areas Commun., vol. 12, pp.1376-1388, Oct, 1994.
6. IEEE 802.6 Committee : Draft of proposed IEEE standard 802.6 Distributed Queue Dual Bus(DQDB), Oct,1990.
7. D.J. Goodman, Cellular Packet Communications, IEEE Trans. on Commun., vol. 38, No. 8 pp.1272-1280, Aug, 1990.
8. A.D. Malyan, L.J. Ng, and V.C.M. Leung, A personal Communications Network Architecture Using the IEEE 802.6 MAN, in Proc. ICC, pp.1247-1251, June, 1992.
9. Raifo O. Onvural, Asynchronous Transfer Mode Networks : Performance Issues, Artech House Boston London, 1994.
10. 조동호, ATM 망구조, 전자공학회지, pp.649-658, 1992.
11. 조동호, MAN을 이용한 디지털 이동통신 시스템에 관한 연구, 경희대학교, 1994.
12. M.Veeraraghavan, T.F.La Porta, and R.Ramjee, A Distributed Control Strategy for Wireless ATM Networkss, in Proc. ICC, pp.750-755, June, 1995.
13. B.T.Doshi, A.Sawkar, An ATM Based PCS/Cellular Architecture, WINLAB Workshop Record, Rutgers University, New Jersey, pp.23-35, May, 1995.
14. D. Raychaudhuri, ATM Based Transport

- Architecture for Multiservices Wireless Personal Communication Networks, in Proc. ICC 94, New Orleans, pp.559-565, May, 1994.
15. A. Nakajima, M. Eguchi, T. Arita, H. Takeda, Intelligent Digital Mobile Communications Network Architecture, in Proc. Int. Switching Symp., Stockholm, Sweden, May, 1990, Paper C10.2.
  16. 조정호, 송평중, CDMA 셀룰러 이동통신을 위한 제어국의 호 제어 소프트웨어 설계 및 구현, 통신학회 추계 학술발표, pp.387-390, 1993. 9.
  17. 조정호, 송평중, 이경준, CDMA 디지털이동통신 프로토콜 설계, 정보과학회 가을 학술 발표, 제 21권 2호, pp.599-602, 1994. 10.
  18. 송평중, 조정호, 이현, CDMA Mobile System의 핸드오프 프로토콜 모델, 전자공학회 추계 학술발표, pp.279-283, 1994. 10.
  19. Y.N.Daganata, T.X.Brown, and E.C.Posner, Call Setup Strategy Tradeoffs for Universal Digital Portable Communications, Comput. Network & ISDN Syst., vol. 20, pp.455-464, 1990.

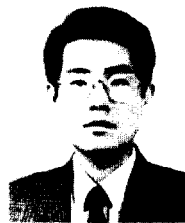


趙正鎬 (Chung Ho Cho) 정희원

1961년 7월 15일생  
 1984년 2월 : 전남대학교 계산통계학과 졸업(학사)  
 1987년 2월 : 전남대학교 대학원 계산통계학과 졸업(석사)

1987년 1월~1987년 12월 : 삼보 컴퓨터 소프트웨어 연구부  
 1992년 3월~현재 : 전남대학교 대학원 전산통계학과 박사과정  
 1988년 2월~현재 : 한국전자통신연구소 이동통신기술 연구부 근무

\*주관심 분야 : 통신 프로토콜 설계 및 검증, 무선 프로토콜, 고속 통신, 페트리네트, 그래프이론



林炯鎬 (Hyeong Seok Lim) 정희원

1961년 6월 1일생  
 1983년 2월 : 서울대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)  
 1985년 2월 : 한국과학기술원 전산학과 졸업(석사)

1993년 2월 : 한국과학기술원 전산학과 졸업(박사)  
 1987년~현재 : 전남대학교 전산통계학과 부교수  
 \*주관심 분야 : 병렬 및 분산처리, 고속통신, 그래프이론, 암호이론