

가상 셀룰라 망(VCN)을 위한 통신 프로토콜

正會員 정 원 영*, 정 명 순**, 김 화 중**

Communications Protocol for Virtual Cellular Network (VCN)

Myeng-Soon Jeong*, Won-Young Jeong**, Hwa-Jong Kim** *Regular Members*

요 약

최근 무선 통신망의 성능을 개선하기 위하여 유 무선망 각각의 장점을 활용한 “가상 셀룰라 망 (Virtual Cellular Network: VCN)” 통신망 구조가 제안되었다. VCN에서는 기존의 셀룰라 통신망과 달리, 주파수 재사용을 이용하지 않고 전체 주파수 대역을 모든 단말기가 같이 사용한다. VCN의 단말기는 특정 기지국하고만 통신하도록 제한을 받지 않으며 단말기 주변에 있는 임의의 포트(port)와 통신할 수 있도록 하여 기존 셀룰라 방식의 성능을 개선하였다. 본 논문에서는 VCN에서 상방향 패킷 전송시, 단말기의 위치에 따른 수신 전력 세기의 차이로 인하여 발생하는 불균등한 처리율과 지연을 개선하기 위하여, Multi Packet Encoding(MPE) 프로토콜을 제안하고 이의 성능을 시뮬레이션을 통하여 분석하였다. 한편 VCN의 하방향 프로토콜로 Minimum Group(MG) 알고리즘을 제안하였다.

ABSTRACT

Recently a new wireless communication architecture, a Virtual Cellular Network(VCN) was proposed in order to improve the performance of a wireless network. Unlike a conventional cellular network, the VCN does not use a conventional frequency reuse concept. In the VCN, however, each mobile can use the entire system bandwidth. There is no pre-determined border of cells nor fixed base station for a mobile to communicate with. The performance of the VCN is improved by allowing any mobile to communicate with any port which resides in the virtual cell of the mobile. In this paper, the Multi Packet Encoding (MPE) is proposed for the VCN uplink in order to improve the unfair throughput and delay caused by the position of the mobiles, and its performance is investigated via computer simulations. The Minimum Group(MG) is proposed for downlink protocol.

* 한국통신 연구개발단
** 강원대학교 전자공학과
論文番號: 97077-0224
接受日字: 1997年 2月 24日

I. 서 론

최근 통신 서비스의 고속화와 함께 통신의 이동성 제공 및 개인화에 대한 요구가 급격히 증가하고 있다. 또한 차량전화, 휴대전화 같은 음성 위주의 서비스 이외에 고속의 무선 데이터 서비스 또는 비디오 서비스 기술의 발전으로 인하여 이들을 통합할 수 있는 무선 멀티미디어 서비스가 가까운 장래에 제공될 것이다. 이러한 이동 통신의 요구를 수용하기 위해서 선결되어야 할 가장 큰 문제는 제한된 무선 채널 대역을 효율적으로 사용하는 방안이다.

기존의 대부분의 이동 통신망에서 사용자 밀도를 증가시키기 위하여 셀룰라 방식이 사용되고 있는데, 사용자 밀도를 더 높이기 위하여는 셀의 크기를 점차 작게 하여야 한다. 그러나, 셀의 크기를 작게 하는 것은 '빈번한 핸드오버'를 발생시키며 이를 처리하기 위한 신호량이 증가하게 된다. 또한 작아진 셀의 모양에 따라 기지국의 적절한 위치를 선정하는 것이 어려워지며 특히 기지국을 추가로 설치할 때 인접한 셀과의 배치문제가 복잡해진다. 즉, 셀의 크기를 작게 하여 단위 면적당 주파수 이용율을 높일 수 있지만 이를 구현하기 위해서는 기술적인 많은 어려움을 해결하여야 한다[1][2].

최근 제안된 무선통신 구조인 "가상 셀룰라 망 (Virtual Cellular Network: VCN)"의 기본 개념은 무선 채널의 통신 프로토콜을 가능한 단순화 하여 대역 이용률을 향상시키고 이로 인하여 발생하는 트래픽의 증가를 기지국들을 연결하는 유선망에서 수용하려는 것이다[3][4]. 즉, 수백 Mbps 정도의 전송속도를 (저렴하게) 제공하는 고속 LAN(Local Area Network) 혹은 MAN (Metropolitan Area Network)을 무선 통신망의 근간망으로 사용하고 상대적으로 여유 있는 유선망의 대역을 일부 희생하여 무선망의 프로토콜을 단순화함으로써 무선망의 주파수 이용율을 높인다는 것이다.

VCN에는 기존의 셀룰라 통신망과 달리, 셀 중심부에 위치하여 단말기에게 채널을 배정하거나 핸드오버 등을 관리하는 기지국이 없으며, 기지국보다 기능이 단순한 포트(port)를 사용한다. VCN의 가장 중요

한 개념인 "가상셀(virtual cell)"은 이동 단말기가 하나의 패킷을 전송하는 시간 동안만 그 단말기를 중심으로 일시적으로 생기는 것으로 "전송된 패킷을 수신할 수 있는 지역"을 말한다. 기존 셀룰라 망에서의 셀은 기지국을 중심으로 형성되며 셀의 경계가 고정적인 것에 비하여 VCN의 가상셀은 단말기를 중심으로 일시적으로 (한 패킷 전송 시간 동안) 나타났다 없어지는 것이다. 가상셀의 경계는 미리 정해져 있지 않으며, 어떤 단말기에서 전송된 패킷은 그 단말기의 가상셀 내에 위치한 임의의 포트가 수신할 수 있다.

그림 1은 전통적인 셀룰라 망에서 형성되는 셀의 모양으로 이동 단말기는 자신이 속한 셀의 기지국과 고만 통신할 수 있다. 그림 2는 VCN의 가상셀을 보인 것으로 모든 단말기는 자신이 패킷을 전송하는 동안 생성되는 가상셀 내의 (다수의) 포트들을 통하여 통신할 수 있다.

VCN에서는 전통적인 셀룰라 방식과 달리 주파수 재사용 패턴수를 1로 하여(즉, 전 주파수 대역을 모든 단말기가 같이 사용함) 패킷 전송시간을 감소시키고 단위 면적당 트래픽 부하를 줄이도록 하였다. 또한, 포트의 추가 설치가 편리하며 다수의 포트가 동시에 한 패킷을 수신할 수 있으므로 위치(site) 다이버시티가 제공되는 장점이 있다[5].

한편, VCN에서는 포트들이 자신이 수신한 임의의 패킷을 그대로 포트서버¹⁾로 전송하는 단순한 기능을 수행하므로 어떤 단말기가 전송한 패킷이 여러 포트를 통하여 중복되어 포트서버에 전달될 수 있다. 따라서, 포트서버에서는 이 중복된 패킷들 중에서 하나를 선택하여 최종 목적지로 보내기 위하여 중복패킷 제거 프로토콜 (duplication resolution protocol: DRP) 이 수행되어야 한다.

하나의 포트서버와 이것이 관리하는 모든 포트들은 포트 네트워크로 연결되며 포트서버들은 고속의 근간망으로 서로 연결되어 있다. VCN의 포트서버는 전통적인 셀룰라망의 기지국의 기능을 일부 수행한다. 즉, 포트서버는 VCN 내의 각 단말기들의 상, 하 방향 통신을 관리하며 반면에 포트들은 단순히 무선 데이터의 입/출력만을 담당한다.

VCN에서는 한 VCN 내에서 단말기가 이동하여도

1) 포트서버는 VCN마다 하나씩 필요하며 VCN 내의 모든 통신을 관리하고 VCN 외부와의 통신도 담당한다.

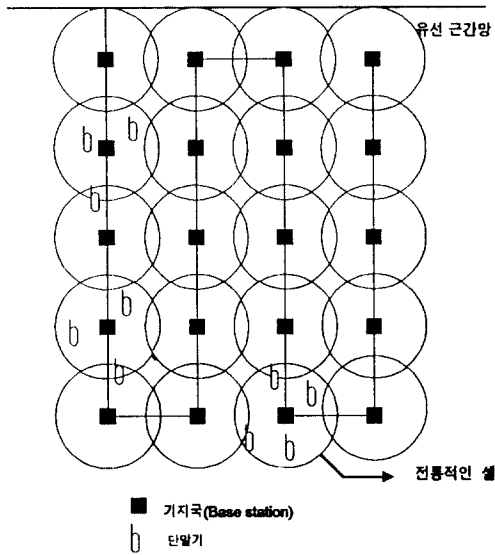


그림 1. 전통적인 셀룰라 망의 구조(기지국을 중심으로 셀이 하나씩 만들어진다.)

Fig. 1 The architecture of a conventional cellular networks

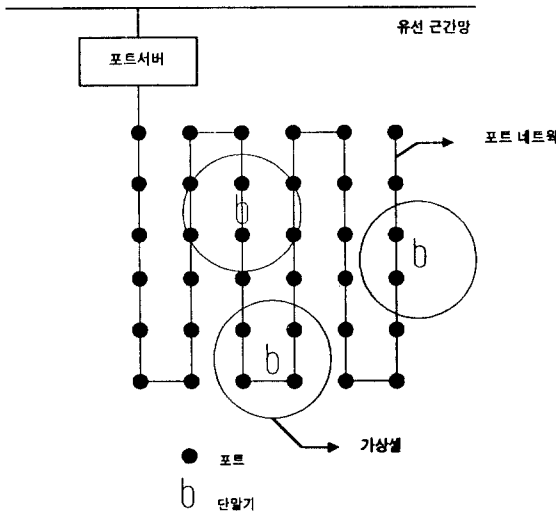


그림 2. 가상 셀룰라 망의 구조(단말기를 중심으로 일시적으로 가상셀이 만들어진다.)

Fig. 2 The architecture of the VCN

핸드오버가 발생하지 않는다.²⁾ 다만 단말기가 다른 VCN (즉, 다른 포트서버가 관리하는 지역)으로 이동한 경우에는 일종의 “광역 핸드오버”가 발생하며 이를 처리하기 위하여 포트서버 사이의 신호절차를 필요로 한다. 이러한 “광역 핸드오버”는 VCN 사이의 경계를 단말기의 통과가 적도록 적절히 선택함으로써 최소화시킬 수 있다.

본 논문에서는 VCN의 상방향(단말기에서 포트방향) 다원접속 프로토콜로 Multi Packet Encoding(MPE) 프로토콜을, 하방향 전송 프로토콜로 MG(Minimum Group) 프로토콜을 제안하였으며 MPE의 성능을 시뮬레이션을 통하여 분석하고 단말기 위치에 따른 불균등한 처리율과 지연이 개선된 것을 확인하였다. 서론에 이어 2장에서는 MPE의 동작을 설명하고 성능을 분석하였으며, 3장에서는 MG의 동작을 설명하고 4장에서 결론을 맺는다.

II. VCN의 상방향 프로토콜

VCN의 상방향 채널에서 사용할 수 있는 무선 다원 접속 프로토콜로서 본 논문에서는, 변형된 slotted ALOHA인 Multi Packet Encoding (MPE) 프로토콜을 제안하였다. 먼저 각 단말기는 패킷을 slotted ALOHA 프로토콜에 따라 랜덤하게 전송한다. 단말기 주변에 있던 임의의 포트에 성공적으로 수신된 패킷은 모두 포트서버로 즉시 전달되고 포트서버는 Ack을 하방향 채널을 통하여 단말기로 전송한다. 포트서버는 한 개의 패킷을 받을 때마다 Active Mobile Table(AMT)을 갱신하는데 AMT의 내용은 단말기 id, 수신 포트, 수신 신호 품질, 도착 시간 등이 포함된다. 여기서 수신 신호 품질은 수신된 신호의 세기와 에러율로 측정되며, 예를 들어 GOOD 또는 AVERAGE 두 개의 등급을 가질 수 있다. 포트에서 단말기로 패킷을 하방향 전송할 때 포트서버는 이 AMT를 참조하여 상방향 전송시 신호 품질이 GOOD이었던 포트를 우선 선택하여 패킷을 전송할 수 있다.

Slotted ALOHA 프로토콜은 매 패킷마다 Ack을 받아야만 다음 패킷을 전송할 수 있는 일종의 stop-

2) 핸드오버란 셀의 경계를 지날 때 발생하는 것인데 VCN에서는 이와같이 단말기가 지나가는 셀의 경계가 없다.

and-wait 방식으로서 구현이 단순하고, 단말기의 송신기 버퍼가 적어도 된다는 장점이 있다. 그러나, 포트서버에서는 성공적으로 수신한 패킷에 대해서 매번 Ack 신호를 전송해야 하므로 포트 네트워크의 하방향 트래픽이 증가된다. 또한, VCN에서 slotted ALOHA를 사용하면 capture 효과에 의해 단말기의 위치에 따라 패킷의 수신 확률이 달라진다. 즉 포트에서 멀리 떨어진 단말기는 포트와 거리가 가까운 단말기보다 처리율이 낮아져 불리하게 된다[5]. 이를 개선하기 위하여 본 논문에서는 변형된 ALOHA 프로토콜인 MPE 방식을 제안하였다. MPE 방식에서는 연속하여 전송할 데이터가 있을 때 다수의 패킷으로 프레임을 구성하고 이를 대상으로 Reed-Solomon (RS) 코딩과 interleaving을 수행한다.

2.1 Reed-Solomon 코딩을 사용한 MPE의 동작

RS 코드는 일정 크기의 비트 그룹, 즉, 심벌 단위로 오류처리가 이루어진다. MPE 프로토콜에서는 $n = k$



그림 3. MPE 프로토콜에서 사용하는 프레임 구조
Fig. 3 A frame for the MPE Protocol composed of k data and r parity packets

+r개의 패킷을 한 프레임 동안에 전송한다(그림 3 참조). 즉, 하나의 프레임은 k개의 정보 패킷과 에러 수정을 위한 r개의 패리티 패킷으로 구성된다. 각 패킷은 B개의 심벌로 구성된다. RS 코딩은 (k+r)의 심벌을 대상으로 이루어지는데, 그림 3에서는 (S₁₁, S₂₁, ..., S_{k1}, P₁₁, P₂₁, ..., P_{r1}) 그리고 (S₁₂, S₂₂, ..., S_{k2}, P₁₂, P₂₂, ..., P_{r2})와 같은 심벌 그룹을 대상으로 RS 코딩이 이루어진다. 패킷의 전송은 패킷1, 패킷2, ..., 패킷k, 패리티 1, ..., 패리티r의 순서로 Ack 없는 slotted ALOHA에 의해 이루어진다.

MPE 프로토콜에서는 매 패킷마다 포트서버로부터 피드백 (Ack)을 필요로 하지 않으며 프레임 단위로 Ack를 요구하는데 이 Ack에는 재전송에 필요한 패킷 정보가 실려있다. 예를 들어 한 프레임이 전송될 때 손실된³⁾ 패킷 수를 L이라고 하고 오류정정이 가능한 심벌수를 t라고 하자. L ≤ t 이면 프레임 내의 모든 정보는 포트 서버에서 복원 가능하며, 성공적으로 프레임을 수신했음을 알리는 Ack가 전송된다. L > t 이면 포트서버는 선택적인 재전송을 하는데 필요한 정보 즉, 손실된 패킷의 번호를 Ack에 실어서 전송하고 단말기는 이 재전송해야 할 L개의 패킷과 (k-L)개의 새로운 패킷을 다음 프레임에 실어 전송한다. 예를 들어 한 프레임 내에서 4, 5번째 패킷이 전송 중에 손실되었고 t < 2 이면 포트서버는 이들 두 패킷의 재전송을 요구할 것이다. 그러면 단말기는 이 두 패킷을 다음 프레임의 1, 2번 패킷으로 하고 새로운 (k-2)개의 패킷과 함께 한 프레임을 구성하여 RS 코딩을 적용한 후 전송한다.

RS 코드에서 심벌이 m 비트일 때 codeword의 심벌 수인 n은 $n = 2^m - 1$ 로 정해지며 $t = r/2$ 까지의 에러가 발생할 때 정정이 가능하다[6]. 예를 들어 m = 8 [bit]일 때 $n = 2^8 - 1 = 255$ [symbol]이며 만일 정정 가능한 심벌 수 t를 16 [symbol]으로 하면 $r = 2t = 32$, $k = n - r = 255 - 32 = 223$ [symbol]이다. 이 경우의 code rate는 $R_c = k/n = 223/255 = 7/8$ 이다. 즉, 255개의 심벌을 전송했을 때 16개 이하의 심벌 에러가 발생하면 수신측에서는 이를 정정할 수 있다는 것이다.

MPE 프로토콜에서 t의 값은 VCN의 평균 수신 확률(P_c)의 최소값을 고려해서 정해야 한다. 예를 들어

3) 여기서는 ALOHA에서 충돌에 의하여 패킷 전체가 수신되지 않은 경우를 패킷 손실의 주 원인으로 가정한다.

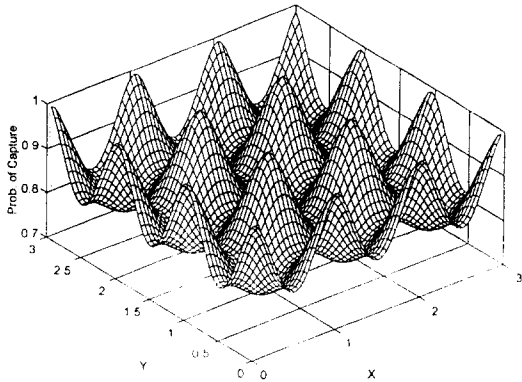


그림 4. 수치적으로 구한 VCN의 평균 수신확률 \bar{P}_c (입력 트래픽 $S_0=0.12$ [패킷/슬롯/단위면적])
 Fig. 4 Calculated probability of capture of a VCN ($S_0=0.12$ [packets/slot/unit area])

VCN의 위치에 따른 \bar{P}_c 의 최소값이 0.8이라면 correction rate, t/n 은 $1 - 0.8 = 0.2$ 이상이 되어야 한다. 예를 들어 $m = 8$ bits이면 $n = 2^8 - 1 = 255$ 이고 $t/255 = 0.2$ 이므로 $t = 50$, $r = 2t = 100$ 이고 $k = n - r = 255 - 100 = 155$ 가 된다. 즉, 코드율(k/n)은 $155/255 = 0.6$ 이 된다. 이것의 의미는 255개의 패킷 중에서 50개 이하의 패킷의 손실을 허용할 수 있다는 것이며 이 때의 순수 데이터 전송율은 60%라는 것이다. 그림 5에 VCN에서 MPE 프로토콜을 사용하는 경우의 단말기와 포트 서버에서의 상방향 프로토콜 흐름도를 나타내었다.

MPE 프로토콜의 장점은 단말기가 위치에 상관없이 거의 균일한 처리율과 지연 특성을 갖는다는 것이다. 또한 MPE에서는 충돌에 의하여 손실된 패킷은 수신측에서 자동 복원되거나 다음 프레임에 재전송되므로 전통적인 slotted ALOHA에서 필요한 backoff 지연이 없다. 또한 MPE는 최소화된 피드백(Ack) 트래픽 때문에 하방향 전송 채널의 효율을 증가시킬 수 있다. 그러나 MPE 프로토콜은 VCN 내의 모든 단말기들이(위치에 관계없이) 코드율 k/n 로 감소된 처리율을 갖게 되며 interleaving에 의한 전송대기 지연이 발생하는 단점이 있다.

MPE 프로토콜의 또 다른 중요한 특징은 MPE 프로토콜이 slotted ALOHA와 같은 포맷의 패킷을 사용하므로 VCN에서 MPE와 일반 slotted ALOHA 프로토콜을 함께 사용할 수 있다는 것이다. 즉, 포트들

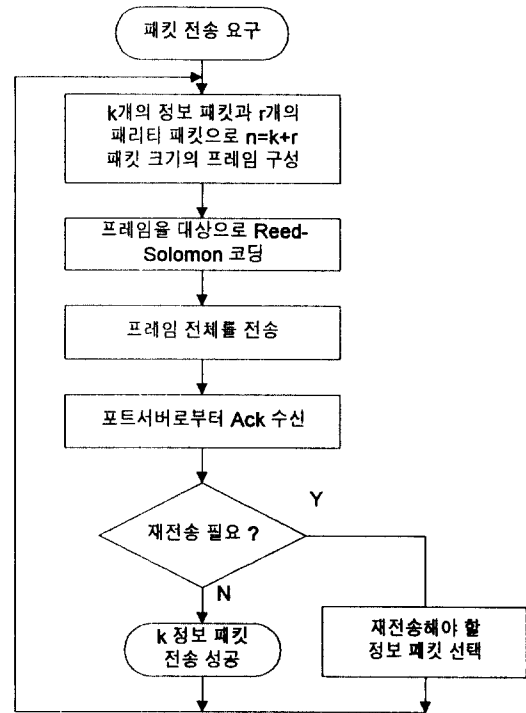


그림 5(a). MPE를 사용하는 VCN에서 단말기의 상방향 프로토콜 흐름도

Fig. 5(a) Uplink protocol flowchart of a mobile for VCN with the MPE

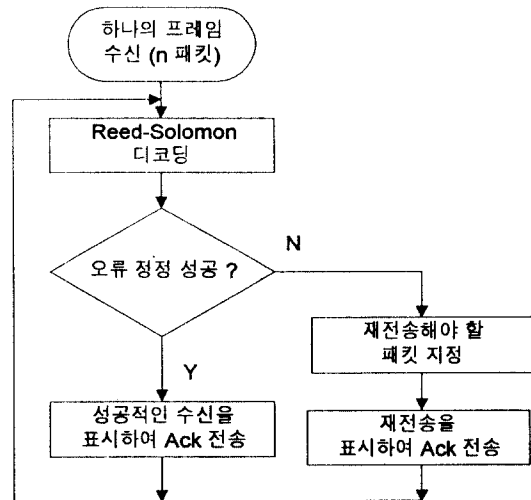


그림 5(b). MPE를 사용하는 VCN에서 포트서버(PS)의 상방향 프로토콜 흐름도

Fig. 5(b) Uplink protocol flowchart of the PS for VCN with the MPE

은 상방향 전송에 사용된 프로토콜과는 관계없이 두 가지 종류의 패킷을 모두 수신할 수 있다. slotted ALOHA는 각 패킷에 대해서 Ack을 요구하므로 $k=1$ 이고 $r=0$ 인 MPE 프로토콜이라고 볼 수 있다. 두 가지 프로토콜의 처리와 피드백 (Ack)의 전송은 포트 서버가 수행하기 때문에, 포트서버는 각 단말기가 어느 프로토콜을 사용하는지 알고 있어야 하지만 포트는 이러한 것을 알고 있을 필요가 없다.

2.2 MPE 프로토콜의 성능분석

본 논문에서는, 단말기의 위치에 따른 평균 수신확률 P_c 의 크기와 순간적인 수신확률 P_c 의 시간에 따른 변화가 MPE 프로토콜의 성능에 미치는 영향을 알아 보았으며, 유효 처리율(처리율 $\times k/n$)과 평균 지연을 시뮬레이션으로 구하였다. VCN에서 어떤 단말기의 수신확률, P_c 는 그 단말기의 포트에 대한 상대적인 위치, 전체 시스템의 트래픽 밀도, MAC 프로토콜, 신호의 페이딩, 다른 단말기들의 분포상태 등으로 결정된다. 본 논문에서는 이 값을 구하는데 초점을 두지 않았으며 위치에 따른 P_c 의 분포를 수치적으로 모델링하여 MPE 프로토콜의 성능을 측정하였다.

먼저 프레임 시간 단위로 측정된 P_c 의 확률 분포를 구하기 위하여 그림 2와 같은 정방형 구조를 갖는 VCN에서 입력 트래픽을 burst traffic load로 발생시킨 후, P_c 를 프레임 단위로 측정한 결과 P_c 의 분포는 정상(normal) 분포와 유사한 분포로 나타났으며 오랜 시간 동안 P_c 를 구하여 평균치를 구한 평균 수신 확률 \bar{P}_c 는 그림 4와 같았다[4]. 그림 4에서 포트간의 간격은 1로 정규화된 것이며 평균 수신 확률은 포트 부근에서는 1에 가깝게 높고 포트에서 멀리 떨어진 곳일수록 낮아지는 것을 알 수 있다.

그림 6와 그림 7은 MPE 프로토콜을 사용하는 경우에 여러 입력 트래픽 밀도 S_0 (패킷/슬롯시간)에 대한 유효 처리율과 평균지연을 각각 나타내고 있는데 트래픽 밀도가 0.13 이하일 때는 처리율과 지연 특성이 단말기 위치와 거의 무관하게 나타난다는 것을 알 수 있다. 여기서 주의할 것은 입력 트래픽 밀도 $S_0=0.13$ 의 의미는 단순하게 13%의 처리율을 제공하는 것이 아니라는 것이다. VCN에서는 주파수 재사용을 이용하지 않고 전체 대역폭을 모두 사용하므로 $S_0=0.13$ 은, 예를 들어 $n=7$ 의 주파수 재사용 패턴을 사용하

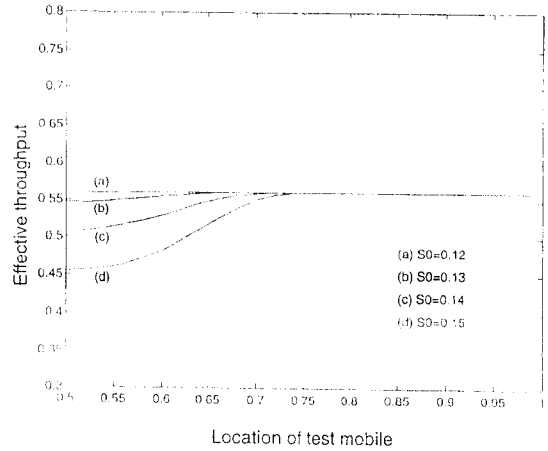


그림 6. MPE 프로토콜을 사용할 때 단말기의 위치에 따른 유효 처리율(처리율 $\times k/n$)
Fig. 6 Effective throughput (throughput $\times k/n$) as a function of location measured at a mobile with the MPE protocol

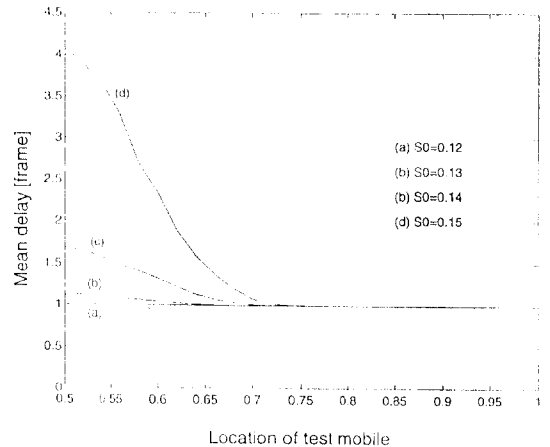


그림 7. MPE 프로토콜을 사용할 때 여러 입력 트래픽 밀도에 대한 단말기의 위치에 따른 평균지연
Fig. 7 Mean delay as a function of location measured at a mobile with the MPE protocol

는 기존의 셀룰라 방식과 비교하면 약 $0.13 \times 7 = 0.91$ 의 처리율을 제공하는 것이다. 한편 그림 6와 7에서 x 축은 그림 8에서 굵은 선으로 나타낸 부분이며 포트들의 중앙에서부터 포트까지를 이동하며 측정한

것이다. $x=0.5$ 인 부근이 평균 수신 확률이 가장 낮은 지역이며 따라서 성공적으로 패킷을 전송할 확률도 가장 낮은 지역이다. 그림 7에서 트래픽 부하가 적을 때에는($S_o=0.12$) 한 프레임을 전송하는데 위치에 관계없이 거의 재전송이 없으나, $S_o=0.15$ 인 때에는 $x=0.6$ 인 위치에서 한 프레임 전송하는데 약 두배의 시간이 소요되는 것을 알 수 있다. 따라서, 재전송에 의한 지연이 적으려면 S_o 는 0.13 이하가 되어야 하는 것을 알 수 있다.

III. 하방향 프로토콜

VCN의 하방향 프로토콜(포트서버에서 단말기 방향)로 Minimum Group (MG) 프로토콜을 제안하였다. MG 프로토콜에서는 Active Mobile Table (AMT)을 사용하는데 AMT는 포트와 포트 근처에 있는 단말기들에 대한 정보를 가지고 있다. 단말기의 전원을 켜줄 때 단말기는 위치등록을 위한 신호를 전송하여 AMT에 최초로 위치등록을 하며 포트서버는 새로운 패킷이 도착할 때마다 AMT를 갱신한다. 또한 단말기는 보낸 데이터가 없더라도 일정한 시간 간격으로 신호를 전송하여 AMT를 갱신함으로써 단말기 추적이 가능하도록 한다. VCN에서는 각 단말기가 보낸 패킷이 여러 경로 즉 여러 포트를 통하여 포트서버에 전달될 수 있으며 AMT에는 단말기 별로 이 단말기에서 보낸 패킷을 수신한 포트들을 표시한다. 그림 9에 9개의 포트로 구성된 간단한 VCN을 나타냈으며 이 경우의 AMT를 표 1에 나타내었다. () 안의 포트는 단말기로부터 패킷을 수신했을 때 좋은 품질(GOOD)을 보인 포트이다.

예를 들어 표 1에서 단말기 1번이 패킷을 송신하면 A와 B 포트에서는 좋은 품질로 패킷을 수신할 확률이 높고 C와 D 포트에서는 보통의 품질로 패킷을 수신한다는 것을 나타낸다. MG 프로토콜에서는 Disjoint Group(DG)을 사용한다. DG는 VCN 내에서의 포트의 상호 위치로 정해지는데, 같은 DG에 속해 있는 포트들은 서로 충분히 떨어져 있기⁴⁾ 때문에 동시에 패킷을 전송하여도 상호간섭이 적어 충돌이 거의 일어나지 않는 것을 의미한다. 예를 들면, 그림 9의 VCN

표 1. 그림 8의 VCN에 대한 AMT

| 단말기 | 관련 포트 |
|-----|----------------|
| 1 | (A), (B), D, E |
| 2 | B, (D), (E) |
| 3 | B, (C), E, (F) |
| 4 | (D), E, (G) |
| 5 | D, (E), H |
| 6 | (E), F |
| 7 | E, (F), H |
| 8 | (H), I |
| 9 | F, (H), (I) |

(): GOOD 포트를 표시

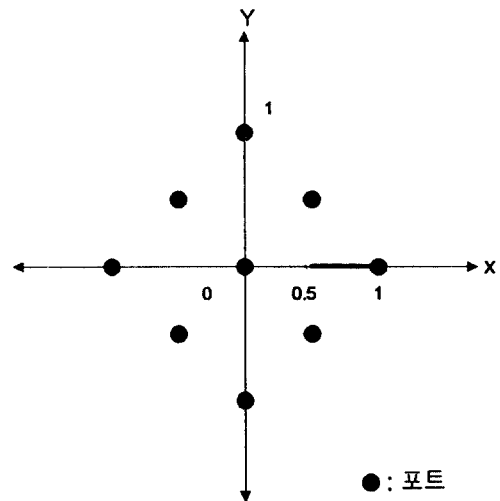


그림 8. 그림 6, 7의 시뮬레이션에서 성능을 측정한 위치($x=0.5$ 부터 $x=1.0$ 사이의 굵은 실선 부분)

Fig. 8 The position of mobiles for simulation

에서는 4개의 DG, $G_1=\{A, C, G, I\}$, $G_2=\{B, H\}$, $G_3=\{D, F\}$ 와 $G_4=\{E\}$ 을 임의로 정의할 수 있으며, 이러한 그룹핑 작업은 VCN에서 포트를 처음 배치할 때 정해진다. 표 1의 AMT를 위에서 선택한 각 DG로 분리하면 표 2와 같은 Disjoint Group Table(DGT)을 얻는다. 표 2의 의미는 1번 단말기로 패킷을 하방향

4) 위치상의 거리를 말하는 것이 아니라 신호 전력상의 거리를 말한다.

표 2. 각 단말기에 대한 DGT

| Group 단말기 | G1 {A, C, G, I} | G2 {B, H} | G3 {D, F} | G4 {E} |
|--------------|--------------------|--------------|--------------|-----------|
| 1 | (A) | (B) | D | E |
| 2 | | B | (D) | (E) |
| 3 | (C) | B | (F) | E |
| 4 | (G) | | (D) | E |
| 5 | | H | D | (E) |
| 6 | | | F | (E) |
| 7 | | H | (F) | E |
| 8 | I | (H) | | |
| 9 | (I) | (H) | F | |

전송하기 위해서는 그룹 G1, G2, G3, G4가 모두 이용될 수 있으며, 6번 단말기로는 G3나 G4 그룹을 이용할 수 있다는 것이다. MG 프로토콜은 포트서버에서 수행되는데 단말기로 보낼 패킷들이 포트서버에 도착하면 포트서버는 어느 포트에 패킷들을 전송할 것인지를 DGT를 보고 결정한다. 예를 들어, 그림 9의 VCN에서 1, 2, 3, 4, 6번 단말기로 전송할 5개의 패킷들이 포트서버에 와 있다고 할 때, 다음과 같은 순서로 패킷을 전송한다.

- 1) 포트서버는 1, 2, 3, 4, 6 단말기가 최소한 하나 이상이 포함되도록 DG를 선택 해야 하는데 예를 들면 G1, G3 두 그룹을 선택할 수 있다.
- 2) 5개의 패킷들은 두 개의 연속된 타임 슬롯 시간에 전송될 수 있다. 즉, 첫 번째 타임 시간에 G1에 속한 포트 {A, C}는 단말기 1, 3, 4로 보낼 패킷을 전송하고, 두 번째 타임 슬롯에는 G3 그룹의 포트 {D, F}가 단말기 2, 6으로 보낼 패킷을 각각 전송한다. 이 두 슬롯 시간 동안에 하방향 채널로 보낼 패킷이 포트서버에 새로 도착하였으면 포트서버는 위의 과정 1), 2)를 반복한다.

VCN에서 포트서버의 하방향 프로토콜의 흐름도를 그림 10에 나타내었다. MG 프로토콜에서 하방향 전송 대역을 충분히 활용하기 위해서 즉, 가능한 빨리 패킷을 전송하기 위해서 가능한 적은 수의 DG를 선택하여야 한다. 또한 전송 품질을 높이기 위하여 가

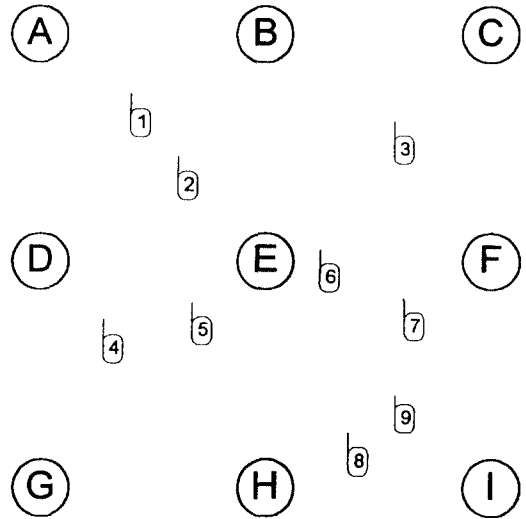


그림 9. 9개의 포트를 가진 단순한 VCN(포트: A~I 단말기: 1~9)

Fig. 9 A simple VCN with 9 ports(A~I) and 9 mobiles (1~9)

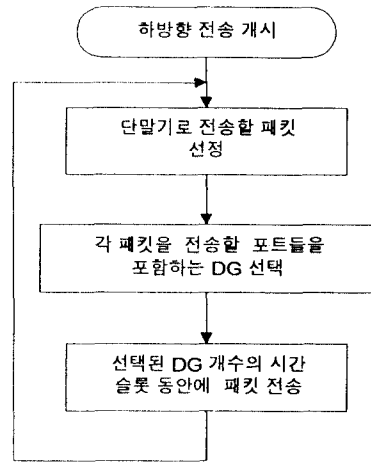


그림 10. VCN에서 포트서버(PS)의 하방향 프로토콜 흐름도
Fig. 10 Downlink protocol flowchart of the PS for VCN

능하면 GOOD 포트를 우선 선택하도록 하여야 한다.

IV. 결 론

본 논문에서는 무선 통신망의 주파수 이용률을 높

이고, 기존의 셀룰라 방식의 단점을 개선하기 위하여 제안된 새로운 이동 통신망 구조인 가상 셀룰라 망(VCN)에 필요한 통신 프로토콜에 대하여 기술하고 그 성능을 시뮬레이션을 통하여 분석하였다. slotted ALOHA를 사용하였을 때 나타나는 단말기 위치에 따른 불균등한 처리율과 지연을 개선하기 위하여, 변형된 slotted ALOHA 프로토콜인 Multi Packet Encoding(MPE) 방식을 제안하였으며 성능 분석 결과 처리율은 코드율, k/n 만큼 일률적으로 감소되었으나 단말기 위치에 관계없이 거의 균등한 성능을 보였다. 한편 하방향 프로토콜로서, 상호 거리가 충분히 떨어진 포트들의 집합인 Disjoint Group을 정의하고 이를 이용한 Minimum Group 알고리즘을 제안하였다.

참 고 문 헌

1. D. Cox, "Wireless network access for personal communications," IEEE Communications Magazine, pp. 96-105, Dec 1992.
2. William C. Y. Lee, Mobile Cellular Telecommunications System, McGRAW-HILL, 1990.
3. 김화중, "가상 셀룰라 통신망의 성능 분석," Proceeding of JCCI '94, pp. 541-545, April 1994.
4. 김화중, 정원영, "가상 셀룰라 망 구조 및 성능 분석," 한국통신학회논문지, pp. 685-693, March 1995.
5. H. J. Kim and J. P. Linnartz, "Virtual Cellular Network: a new wireless communications architecture with multiple access ports," Proceedings of 44th IEEE Vehicula Technology Conference (VTC) '94, Stockholm, Sweden, June 1994.
6. S. Lin and D. J. Costello Jr, "Error Control Coding: Fundamentals and Applications," Prentice Hall, 1983.

정 원 영(Won-Young Jeong) 정회원

1966년 12월 5일생

1990년 2월: 강원대학교 공과대학 전자공학과 졸업(공학사)

1995년 8월: 강원대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

1995년 8월~현재: 한국통신 연구개발단 전임연구원

※주관심분야: IMT-2000, LMCS, 이동통신 보안



정 명 순(Myeng-Soon Jung) 정회원

1967년 5월 2일생

1989년 2월: 강원대학교 공과대학 전자공학과 졸업(공학사)

1992년 8월: 강원대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학석사)

1994년 3월~현재: 강원대학교 대학원 전자공학과 박사과정 수료

※주관심분야: 무선 ATM, 광대역 PCS



김 화 중(Hwa-Jong Kim) 정회원

1959년 4월 22일생

1982년 2월: 서울대학교 공과대학 전자공학과 졸업(공학사)

1984년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학석사)

1988년 8월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학박사)

1988년 3월~현재: 강원대학교 공과대학 전자공학과 부교수

1995년 3월~현재: 강원대학교 전자계산소장

1992년 12월~1993년 12월: 미국 버클리 대학교 교환교수

※주관심분야: 컴퓨터 네트워크, 무선 통신망, 무선 ATM