

# ATM기반의 PCS에서 분산 호 분석

<sup>o</sup>홍용표\*, 정부영\*\*(bychung@rcunix.kotel.co.kr), 김구수\*\*, 이진\*\*\*

\*한국TRS(주), \*\*한국통신 기술평가센터, \*\*\*한국항공대학교 항공통신정보공학과

## Distributed Call Processing Architecture in the ATM-based PCS

<sup>o</sup>Yongpyo Hong\*, Booyoung Chung\*\*, Koosoo Kim\*\*, Jin Lee\*\*\*

\*, \*\* Korea Telecom \*\*\* Hankook Aviation University

### 요약

본 논문에서는 위치 등록 빈도의 증가를 해결할 수 있는 클러스터 개념을 이용한 위치 등록 프로토콜의 성능을 분석하고, 클러스터 크기와 시간의 흐름에 따른 위치 등록 확률을 계산하여 클러스터 크기와 위치 등록율의 관계를 정량적으로 분석하였으며, 실제로 육각형 셀 구조에 적용하여 위치 등록 확률을 클러스터의 크기에 따라 구해 보고 시뮬레이션을 통해 이를 검증하였다.

### 제 1 장 서론

차세대 무선 통신 서비스는 채널의 재사용율을 높이므로써 무선 자원의 한계를 해결하려고 한다. 그러나 셀의 소형화는 위치 등록 문제와 그에 따른 위치 등록 처리 문제를 가중시킬 것이다[1][2]. 차세대 무선 통신에서는 단말의 이동에 의해 발생하는 위치 등록 빈도를 감소시킬 수 있는 새로운 위치 등록 프로토콜이 필요하다. 현재 이 분야에 관한 연구들이 활발히 진행되고 있다[3][4][5][6][7]. 본 논문에서는 ATM망을 기반으로 하는 분산 호 처리 구조를 근간으로 하여, 위치 등록 문제에 대한 해결 방안과 위치 등록율을 분석하고자 한다. 분산 호 처리 구조는 클러스터 개념을 이용한 위치 등록에서 호 처리시 발생하는 한번 이상의 페이징으로 인한 호 처리 지연을 효과적으로 해결할 수 있다[8].

본 논문에서는 클러스터의 크기에 따른 위치 등록율을 분석하고 이를 육각형 셀 구조에 적용하여 클러스터 크기와 시간에 대한 위치 등록율을 계산하였다.

제1장의 서론에 이어서 제2장에서는 분산 호 처리 구조에 대하여 설명하고 제3장에서는 제한한 위치 등록 프로토콜의 위치 등록율을 분석한다. 제4장에서 결론을 맺도록 한다.

### 제 2 장 분산 호처리 구조

클러스터를 기반으로 하는 PCS의 분산 호 처리 구조를 그림 1에 나타내었다[8]. 클러스터를 망 클러스터라고 하고 셀 구조의 관점에서 클러스터를 그냥 클러스터라고 할 것이다. 분산 호 처리 구조에서 망 클러스터란 한 개이상의 BS(Base Station)를 관리하는 서버들 -HCS(Home Call Server), USS(User Signaling Server), COS(Connection Server), CHS(Channel Server)-의 집합이다. 이러한 서버들은 망 클러스터가 관리하는 셀의 호 처리를 수행한다. 클러스터 기반 구조 분산 처리 시스템에서 착발신 단말과 기지국 이외에 이와 같은 호와 링크의 설립 및 해제에 참여하는 서버

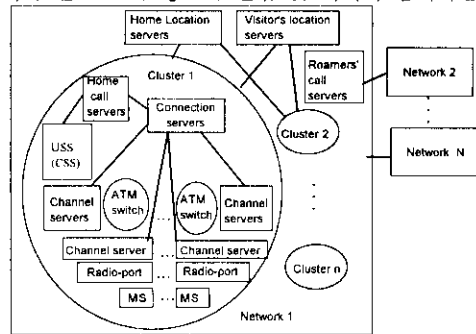


그림 1. 분산 호 처리 구조

에는 호 제어 서버, 유저 시그널링 서버, 채널 서버, 연결 서버, 홈 위치 관리 서버, 로밍 위치 관리 서버가 있다. 이동 단말이 핸드오프를 감지하고 Handoff Request를 현재 위치하는 장소의 새로운 기지국에 보내면 새로운 기지국은 이 메시지를 다시 기존의 단말을 서비스하던 기지국에게 알림으로써 핸드오프가 실제로 시작된다. 이 메시지를 받은 현재 기지국은 새로운 연결을 설립하기 위해 새로운 기지국의 채널 관리를 담당하는

Channel Server에게 Setup Segment 메시지를 보낸다. 이 메시지를 받은 새로운 Channel Server는 연결 설립을 위한 채널을 할당한다. 셀룰러 시스템에서 위치 레지스터가 하던 단말 추적 기능과 위치 등록 기능을 부개의 위치 등록 서버(Location Server) - HLS, VLS-가 수행한다.

연결 설립에 필요한 각종 유무선 채널의 관리에 ATM 스위처에서 유선 채널을 관리하는 CHS와, 기지국에서 무선 채널을 관리하는 CHS가 수행하며 이러한 채널 서버의 지원을 바탕으로 라우팅을 담당하고 있는 COS가 있다. HCS와 RCS는 호에 대한 전반적인 처리 기능을 가진다. USS는 단말에 관한 정보 및 단말의 기능을 가지고 단말을 대신하여 서비스를 수행한다.

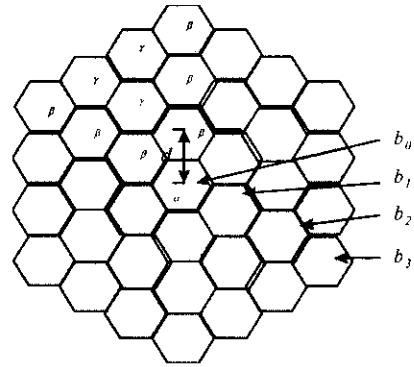


그림 2 육각형 셀 구조 모델

제 3 장 위치 등록율의 분석

참고문헌 [10]에서 계산된 값을 이용하여  $P_{c_i}(t)$ 을 구할 수 있다. 즉 식 (1)에서 계산된 값을 이용하여 식 (2)의  $P_{c_i}(t)$ 를 구할 수 있다.

$$P_k(t) = \begin{bmatrix} P_{b_1}(t-1) \\ P_{b_2}(t-1) \\ P_{b_3}(t-1) \end{bmatrix} \quad (0 \leq i \leq k, t \geq 1)$$

(1) (단,  $b_x$ 에서  $P_{b_x} = 0$ 이다.)

클러스터  $k$ 일 때 시간  $t$ 에 위치 등록 할 확률  $P_{c_i}(t)$ 는 다음과 같다.

$$P_{c_i}(t) = \begin{bmatrix} P_{c_1}(t-1) \\ P_{c_2}(t-1) \\ \vdots \\ P_{c_{i-1}}(t-1) \end{bmatrix} \quad (2)$$

본 논문에서 제시한 위치등록율 분석의 타당성을 보이기 위하여 여기까지 유도한 식을 육각형 셀 구조에 적용하여 위치 등록 확률을 계산하고 이를 같은 가정하에서 시뮬레이션한 결과와 비교한다.

제어 신호	제어 신호의 의미
1 MSLocRegBS	단말이 기지국으로 위치 등록 요청
2 BSLocRegHLS	기지국이 홈의 위치 서버에 위치 등록을 요청
3 HLSUPGenUSS	위치 서버가 유선 시그널링 서버에게 단말을 위한 프로세스 생성 요청
4 USSUPGenACKHLS	프로세스 생성 요구에 대한 응답
5 USSLocRegACKBS	기지국으로 위치 등록 수행에 대한 응답 전송
6 BSLocRegACKMS	단말에게 위치 등록 수행 완료란 알림
7 BSLocRegVLS	기지국이 VLS로 단말의 위치를 등록
8 VLSLocRqtHLS	VLS가 HLS에게 단말의 현재 위치를 등록
9 HLSLocRecvVLS	HLS가 VLS위치등록에 대한 응답신호 전송
10 VLSUPGenUSS	위치 서버가 유선 시그널링 서버에게 단말을 위한 프로세스 생성 요청
11 USSUPGenACKVLS	프로세스 생성 요구에 대한 응답
12 USSLocUpdateRCS	USS가 RCS에게 단말이 클러스터 내에 있음을 알림
13 RCSLocUpdateUSS	12번 시그널에 대한 응답
14 HLSUPMigrateUSS	HLS가 이동한 클러스터의 USS에게 전의 USS로부터 움직여 프로세스에 관한 정보를 전송
15 USSUPRqtUSS	현재 단말이 위치한 클러스터의 USS가 전의 단말이 있었던 클러스터의 USS로부터 움직여 프로세스에 관한 정보 요청
16 USSUPRecvUSS	15번 시그널에 대한 응답
17 USSUPMigratedHLS	14번 시그널에 대한 응답
18 HLSLocRegACKUSS	17번 시그널에 대한 응답
19 HLSLocRqtVLS	HLS가 VLS에게 USS에 관한 정보 요청
20 VLSLocRecvHLS	19번 시그널에 대한 응답
21 USSLocDelCS	USS가 전의 호처리 서버에게 단말에 관한 정보를 삭제할 것을 요청
22 CSLocDelACKUSS	21번 시그널에 대한 응답
23 HLSLocDelVLS	HLS가 VLS에게 단말을 정보만 삭제할 것을 요청
24 VLSLocDelACKHLS	23번 시그널에 대한 응답
25 VLSUPMigrateUSS	VLS가 이동한 클러스터의 USS에게 전의 USS로부터 움직여 프로세스에 관한 정보를 전송
26 USSUPMigratedVLS	14번 시그널에 대한 응답

표 1 제어신호와 신호의 의미

먼저 유도된 식을 이용하여 그림 8과 같은 육각형 셀 구조에서 클러스터 크기를 정할 때 각 클러스터에서 시간이 흐름에 따른 위치 등록율을 구하고자 한다. 이를 위하여 다음과 같이 가정한다.

1. 모든 셀에 대하여, 셀의 크기는 동일하다.
2. 단말은 단위 시간에 어떤 셀의 중심에서 이웃셀의 중심으로 이동한다.
3. 단말은 셀의 중심에서 다음 이동할 셀을 결정하고 일단 다음 이동할 셀을 결정하면 그 셀의 중심에 도달 후 다시 다른 방향으로의 이동이 가능하다.
4. 각 셀에서 6 방향의 인접 셀로 이동할 확률은 같다.

5. 단말은 밴드  $b_0$ 의 셀 중심에서 출발한다. 클러스터  $k$ 일 때 위치 등록 확률을 구하기 위해서는 먼저 각 시간에 밴드 0에서 밴드  $k$ 에 단말이 있을 확률을 구하고 여기서 밴드  $k$ 에 있는 단말이 밴드  $k+1$ 로 이동할 확률을 구해야 한다. 그림 2에서 보는 바와 같이 육각형 셀 구조에서는 각 밴드에 포함되는 셀  $\alpha, \beta, \gamma$ 에 따라 자신이 속한 밴드에서 바깥 밴드로 이동할 확률, 안쪽 밴드로 이동할 확률, 자신의 밴드에 머물 확률이 달라진다. 이 값을 표 2에 나타내었다.

	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
바깥 밴드로 이동할 확률	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$
안쪽 밴드로 이동할 확률	0	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{3}$
자신의 밴드에 머물 확률	0	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$

표 2 단말의 이동 확률표

예를 들어, 클러스터 1인 경우 위치등록율을 구하기 위해서는 식 (1)을 이용해 밴드 0과 밴드1에 단말이 있을 확률을 구한다.

$$[P_{b_0}(t)] = [P_{b_0}(t-1), P_{b_0}(t-1), P_{b_0}(t-1)] \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{1}{6} \end{bmatrix} \quad (t \geq 1) \quad (3)$$

식 (3)에서 밴드 -1은 존재하지 않으므로 확률은 0, 밴드 0에는 단지 한 개의 셀만이 있으므로 어떤 셀에 밴

드 0의 다른 셀로 부터 단말이 이동할 확률은 0, 밴드 1의 어떤 셀에서 밴드 0에 있는 셀로 단말이 이동할 확률을 10/60이다.

$$[P_{b_1}(t)] = [P_{b_0}(t-1), P_{b_1}(t-1), P_{b_2}(t-1)] \begin{bmatrix} 1 \\ \frac{1}{3} \\ 0 \end{bmatrix} \quad (t \geq 1) \quad (4)$$

식 (4)는 밴드 0에 있는 어떤 셀이 밴드 1의 셀과 접한 면은 6면중 6면이므로 밴드 0에서 밴드 1로 이동할 확률은 1, 밴드 1의 셀이 밴드0로의 셀로 이동할 확률은 접한 면이 2면이므로 10/30, 클러스터 1인 경우의 확률을 구하므로 앞서 설명한 이유로 클러스터 경계면인 밴드 2에서 밴드 1로 이동할 확률은 0이다. 식 (3)과 (4)에서 구한 값을 이용하여 클러스터 1인 경우의 위치 등록 확률을 다음과 같이 구할 수 있다.

$$[P_{C_1}(t)] = [P_{C_1}(t-1), P_{b_1}(t-1)] \begin{bmatrix} 1 \\ \frac{1}{2} \end{bmatrix} \quad (5)$$

식 (5)에서 밴드 1에 있는 단말이 밴드 2로 이동할 확률은 10/20이다. 따라서 어떤 시간  $t$ 에 위치 등록 확률은  $t-1$ 에 위치 등록 확률과 밴드 1에 있는 단말이 밴드 2로 이동할 확률의 합이다. 각 클러스터 크기에 대해 각 시간에 위치 등록이 일어날 확률을 그래프로 나타내면

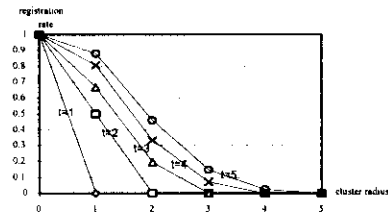


그림 3 분석에 의한 위치 등록 확률

그림 3과 같다. 그림 3에서 보는 바와 같이 클러스터의 크기가 커질수록 위치 등록 확률은 감소함을 알 수 있다. 특히 클러스터가 단지 1개의 셀로 구성된 경우 즉, 클러스터 0인 경우와 비교할 때 클러스터의 크기가 커질수록 위치 등록율은 현저하게 감소된다.

시뮬레이션을 위한 셀 구조는 x와 y에 의한 좌표로 나타낼 수 있다. 시뮬레이션에서 사용한 셀 구조의 크기는 11x11로 정하였다. 각 셀은 (x,y)좌표에 의해 구분되고 셀 (i,j)의 인접 셀은 (i-1,j-1), (i-1,j), (i,j+1),

참 고 문 헌

$(i+1,j)$ ,  $(i,j-1)$ 이 된다. 임의의 셀에 있는 단말은 단위 시간에 6면에 인접한 셀 중의 한 셀로 이동한다. 이것은 랜덤하게 생성되는 값에 의해 결정된다. 각 셀은 자신의 핸드 번호를 가지고 있어 단말이 클러스터의 경계를 지난 것을 검사할 수 있도록 하였다.

시뮬레이션을 위한 파라미터는 다음과 같다.

- 클러스터 크기 : 1~5
- 경과 시간 : 5

단말은 항상 셀 구조의 중심 셀에서 출발하고 각 클러스터 당 100개의 단말을 출발시켜 단말이 각 시간대에 위치 등록하는 비율을 조사하였다.

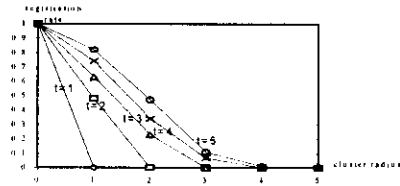


그림 4 시뮬레이션에 의한 위치 등록 비율

그림 4는 클러스터의 크기에 따른 위치 등록 비율을 시간별로 나타낸 시뮬레이션 결과이다. 여기서 분석에 의한 위치 등록 확률과 시뮬레이션에 의한 위치 등록 비율이 거의 유사한 값을 나타냄을 알 수 있다. 클러스터의 크기는 페이징시 수신 단말의 위치 추적 지연 시간에 큰 변수로 작용하므로 클러스터의 크기가 클수록 위치 등록 횟수를 감소시킬 수 있지만 위치 추적을 위한 지연 시간을 길게 하므로 클러스터 크기를 결정하는데 이를 고려해야 한다.

제 4 장 결론

본 논문에서는 ATM망을 기반으로 하는 분산 호 처리 구조를 근간으로 하여 클러스터 크기와 위치 등록율의 관계를 정량적으로 분석하였다. 또 실제로 육각형 셀 구조에 적용하여 위치 등록 확률을 클러스터의 크기에 따라 구해 보고 시뮬레이션을 통해 이를 검증하였다. ATM망을 기반으로 하는 분산 호 처리 구조에서 클러스터 개념을 이용한 위치 등록은 유무선 자원을 절약할 뿐만 아니라 이를 처리하는 시스템의 과부하를 방지할 수 있을 것이다.

[1] Sami Tabbane, An Alternative for Location Tracking, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 13, NO. 5, pp. 880-892, June 1995.

[2] D.Plassmann, Location management strategies for mobile cellular networks 3rd generation, IEEE Vehicular Technology Conference pp. 649-653, June 1994.

[3] Joseph S.M. Ho and Ian F. Akyildiz, A Dynamic Mobility Tracking Policy for Wireless Personal Communication Network, IEEE GLOBECOM. pp. 1-5, Nov. 1995.

[4] Bora A. Akyol and Donald C. Cox, Handling Mobility in a Wireless ATM Network, IEEE INFOCOM. pp.1405-1413, 1996.

[5] M. Veeraraghavan, M. Karol and K. Y. Eng, Mobility Management in a Wireless ATM LAN, IEEE GLOBECOM. pp. 316-321, Nov. 1995.

[6] H.Jung, S.Mishra and O.K.Tonguz, Efficient Location Management in PCS, The Sixth IEEE International Symposium on Personal Indoor and Mobile Radio Communications, PIMRC95. pp.284-288, 1995.

[7] Thomas F. La Porta, Malathi Veeraraghavan, Philip A. Trenti, and Ramachandran Ramjee, Distributed Call Processing for Personal Communications Services, IEEE Communications Mag., pp. 66-75, June 1995.

[8] Malathi Veeraraghavan, Thomas F. La Porta, and Ramachandran Ramjee, A Distributed Control Strategy For Wireless ATM Networks, Proc. of ICC. pp. 750-755, 1995.

[9] Malathi Veeraraghavan, Thomas F. La Porta, An Improved Mobile Tracking and Location Procedure for ATM-based PCNs, IEEE GLOBECOM. pp. 6-11, Nov. 1995.

[10] 홍용표, 정부영, 김창일, 이진, "ATM 기반의 PCS에서 분산 호 처리구조" 마이크로파 및 전파전파 학술대회, 1998. 5. 23