

분산형 개인통신서비스를 위한 망구조 및 제어절차 분석

正會員 박 영 순*, 최 훈**

Analysis of Network Architectures and Control Procedures for Distributed Personal Communication Services

Young Soon Park*, Hoon Choi** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 ATM(Asynchronous Transfer Mode) 고속망을 기간 전달망으로 한 분산형 PCS(Personal Communication Services) 통신망 구조를 제안하였다. Veeraraghavan에 의해 제안된 서버형 통신망 구조에 각 클러스터마다 위치서버를 추가한 새로운 구조에 대해, 호설정 절차를 설명하고 위치서버에서의 신호 트래픽과 호설정 지연시간 그리고 신뢰도를 분석하였다. 분산형 구조에서의 PCS 서비스는 서버형 구조에 비해 위치서버로의 트래픽 집중을 방지하고, 클러스터 내부 호에 대한 설정시간을 단축시키며 높은 신뢰도를 보였다.

ABSTRACT

This paper proposes a cluster-based PCS(Personal Communication Services) network architecture to support increased signaling and control traffic. The procedures are presented to serve the mobility management and the efficient processing of call-control function using distributed servers. Especially when call-setups are made within a cluster, this distributed PCS network can reduce the call setup time and the amount of control traffic of H-HLS (High level Home Location Server) in the network as L-HLS(Low level Home Location Server) serves the call on behalf of H-HLS. Performance and reliability of the architecture have been also carried out.

I. 서 론

광범위한 의미에서 PCS(Personal Communication Service)는 언제, 어디서, 항상 누구와도 통화할 수 있는 4-Any System(Any Time, Any Place, Any Network, Any Terminal)에 의한 통화 서비스를 말한다. 구체적인 정의는 나라마다 약간의 차이가 있으나 지능망을 이용하여 개인 번호에 의한 휴대용 이동통신 서비스

* (주)가우리 정보통신 연구원
 ** 충남대학교 컴퓨터공학과
 論文番號: 97079-0227
 接受日字: 1997年 2月 27日

를 제공한다는 점에서 다른 통신서비스와 구분된다.

국내에서의 PCS 현황은, 1998년 시범 서비스, 1998년 상용 서비스 실시를 목표로 각 통신 사업자와 관련 공동 개발회사에 의해서 진행되어 지고 있다. 유럽에서는 GSM(Global System for Mobile communication)을, 일본에서는 1993년 12월에 TDMA/TDD(Time Division Duplex)방식으로 디지털 셀룰라의 변형인 PHS(Personal Handy phone System)을 표준으로 채택하였다⁽¹⁾. 미국은 다양한 방식을 도입하여 1997년 PCS 상용화를 추진하고 있으며, 1993년 이미 1,200만 가입자를 확보 했었고, 앞으로의 더 큰 수요를 충족시키기 위해 2GHz대의 160MHz를 할당하고 있다.

이처럼 예상되는 많은 가입자수와 통화량을 위해 현재보다 훨씬 많은 양의 신호 및 제어 트래픽 처리가 요구된다⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾. 이를 위해 본 논문에서는 ATM(Asynchronous Transfer Mode) 고속망을 기간 전달망으로 한 분산형 PCS 통신망 구조를 제안하였다. 분구조는 Veeraraghavan이 제안한 서버형 PCS 망구조를 기반으로 하며, 같은 지역, 즉 클러스터 내에서의 이동성 관리와 호 제어기능에 효과적인⁽⁵⁾ 분산형 PCS 망 구조이다. 본 논문에서는 기능별로 서버간의 신호 절차를 설명하고, 그 절차에 의한 위치서버의 신호 트래픽을 분석하며, 호설정 시간을 계산하였다.

논문의 구성은 다음과 같다. II장에서 분산형 PCS 망 구조를 설명하고, III장에서는 제안된 구조에서의 위치서버 신호 트래픽과 호설정 시간을 분석한다. IV장에서 위치서버의 가용성 면에서 본 PCS 서비스의 신뢰도를 분석하며, V장에서 결론을 맺는다.

II. 분산형 PCS 망 구조

1. 망구조

분산형 PCS 망 구조는 그림 1과 같다. 이 구조는 클러스터에 기초한 망구조이며, 하나의 망은 여러 클러스터로 나뉘어져 있다. 각각의 클러스터 안에는 홈호서버(Home Call Server), 하위자국위치서버(L-HLS:Low level Home Location Server), 사용자신호서버(User Signaling Server), 연결서버(Connection Server), 그리고 여러 개의 채널서버(Channel Server)가 있다.

클러스터의 밖에는 로머호서버(Roamers' Call Server), 상위자국위치서버(H-HLS:High level Home Location Server), VLS(Visitors' Location Server)가 있다. 이 구조는 현 셀룰라시스템의 집중된 MSC(Mobile Switching Center)와 HLR(Home Location Register)의 위치 갱신률을 줄이기 위하여, 스위치로부터 독립된 서버에 의해 절차가 수행되며, 무선 구간의 신호 트래픽을 줄이기 위해 UP(User Process)가 도입되었다.

Veeeraraghavan이 제안한 서버형 망 구조⁽⁵⁾는 자국 위치서버(HLS)가 망 내에 한 곳에 있어서, 근거리, 장거리 구분 없이 그 망 안에서의 모든 호출이 이 HLS에서 처리된다. 따라서 위치요청 신호 트래픽이 폭주하게 되고 병목현상이 일어난다. 본 논문은 같은 클러스터 내부에서 발착신이 일어나는 근거리 간 호출 장거리 호와 구별하여 좀 더 신속하게 수행하는 분산형 PCS 망 구조를 제안한다.

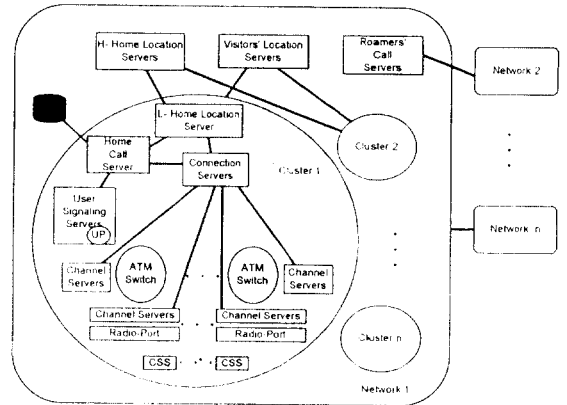


그림 1. 분산형 PCS 망 구조

Fig. 1 Structure of distributed PCS multi-network

PCS 시스템에서 망(Network)은 서로 다른 PCS 사업자가 서비스를 제공하는 단위이며, 지역적으로 1-2개의 도에 걸쳐서 구성될 것이다. 클러스터(Cluster)는 망을 지역적으로 분할한 것으로서 시, 군 정도 지역을 포함한다. 클러스터 내에서의 호요청 시 위치추적을 지원하기 위해 본 분산형 구조에서는 HLS를 H-HLS와 L-HLS로 계층화 하여, 각 클러스터마다 L-HLS를, 망 내에는 H-HLS를 배치하였다. 일반적으로 시외호의 빈도수 보다 시내호의 빈도수가 높고,

직경 30km정도 크기인 클러스터 하나가 중대형 도시와 인근 지역을 포함할 것이므로, 클러스터 내에서의 빈번한 통화 시도를 그 지역 내에 위치한 L-HLS가 담당하게 한다.

각각의 ATM 스위치와 라디오포트는 연관된 채널 서버를 갖는다. 채널서버는 채널과 스위치/무선기지국포트의 자원을 관리하고, 이들간의 비율 제어를 위한 파라미터를 설정한다. 또한 채널서버는 연관된 채널서버와 스위치 구조 또는 무선기지국포트를 이용하여 사용자 정보를 적절히 라우팅 해주기 위해 VPI/VCI(Virtual Channel Identifier/Virtual Path Identifier) 변환 테이블을 설정하는 기능을 한다. 무선기지국포트에 있는 채널 서버는 초기 연결된 서비스를 위해 사용된 무선 액세스 채널과, VPI/VCI를 주파수, 타임슬롯, 코드 같은 무선 구간의 자원으로 대응된다.

위치서버는 이동단말이 어디에 위치하는지에 관한 정보를 유지하고 있어야 하므로, 기지국이 베콘(beacon) 신호를 사용하여 단말의 위치가 변경된 것을 감지하면 이것을 위치서버에게 보고하여 위치서버의 정보 또한 갱신하게 한다. 위치정보는 이동단말이 Power-up/down을 할 때와, 단말이 다른 클러스터로 이동하여 새로운 기지국으로부터 베콘을 수신할 경우에 변경된다. 위치서버는 단말의 변경된 위치정보를 계속 갱

신하여 단말의 위치를 파악한다. 이동단말이 다른 클러스터로 이동하였을 경우 위치서버의 정보갱신의 과정은 그림 2과 같다. 위치서버는 자신의 망 내에 위치하는 이동단말이 다른 망으로 로밍(Roaming)할 경우, 이동단말이 Power-up/down 했을 때와 로밍하는 이동단말이 어느 망의 VLS에 위치하는지에 관한 정보를 추적하게된다. 로밍호서버는 다른 망으로 로밍하는 이용자의 호를 제공해 준다.

홈이동단말의 호를 다루는 홈호서버와 이동단말의 연결을 다루는 연결서버는 단말이 위치한 클러스터 내에 위치하여 서비스를 제공한다. 특히 수행속도를 위해, ATM 직접신호 가상채널연결(Direct Signaling Virtual Channel Connection)이 망 내에 있는 무선기지국포트와 다른 망 내의 로밍호서버 사이에서 제공된다.

2. 호 설정 절차

제안하는 모델은 클러스터 내에서의 호 설정 시 효과적으로 위치를 파악하여 호설정시간을 단축함과 동시에 HLS의 부하를 경감시키는데 목적을 두었다. 클러스터 내에서의 호 설정은 그림 3에, 클러스터간 호 설정은 그림 4에 그 절차를 보였다. 같은 클러스터 내에 있는 착신측 단말에 호를 설정하는 절차를 보

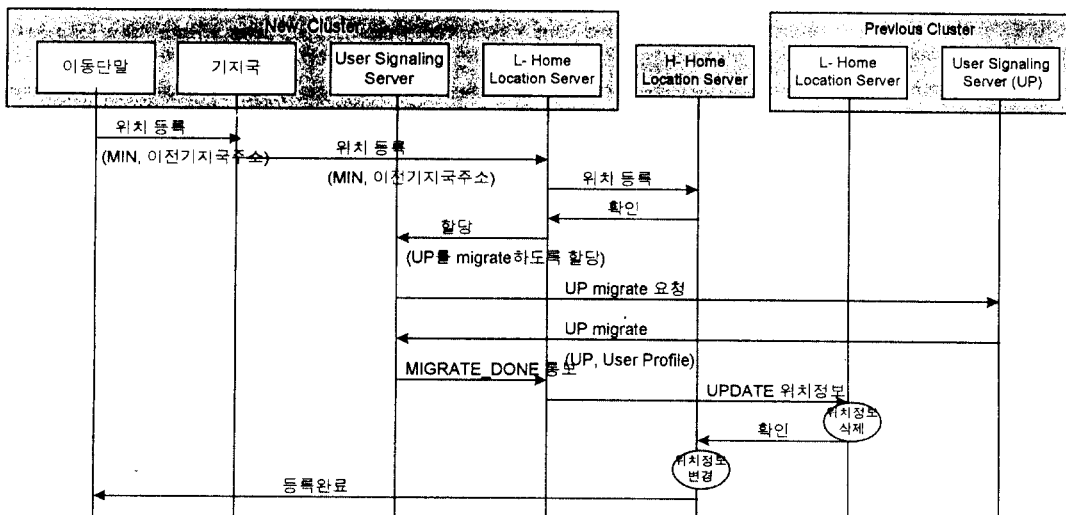


그림 2. 클러스터 위치 변경 시 위치등록 절차

Fig. 2 Procedure for location registration in moving another cluster

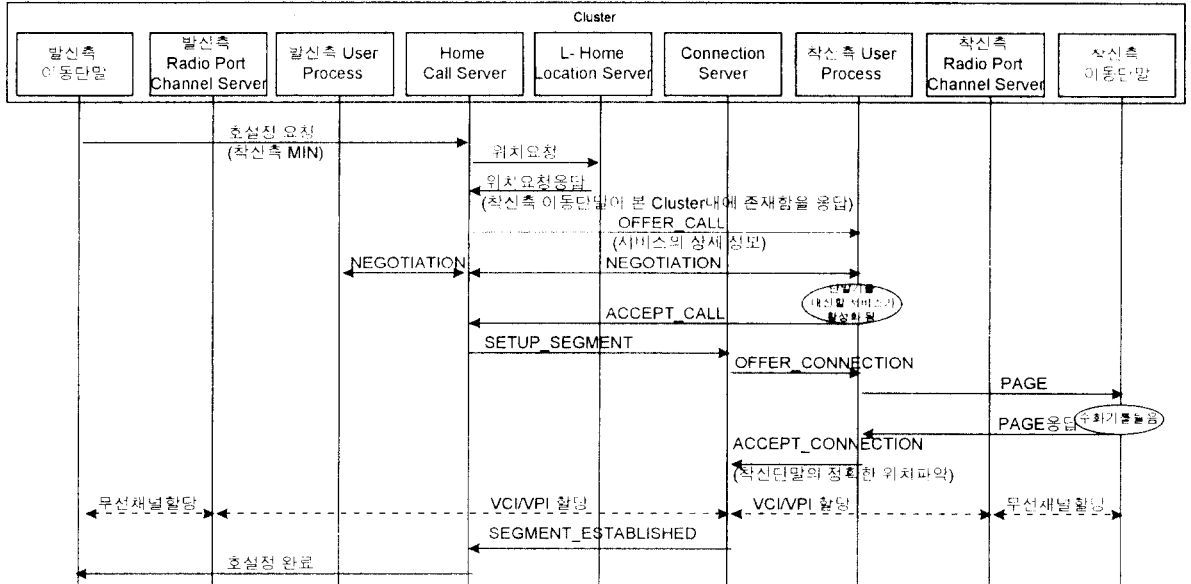


그림 3. 클러스터 내에서의 호 설정 절차

Fig. 3 Procedure for call-setup in a cluster in distributed network

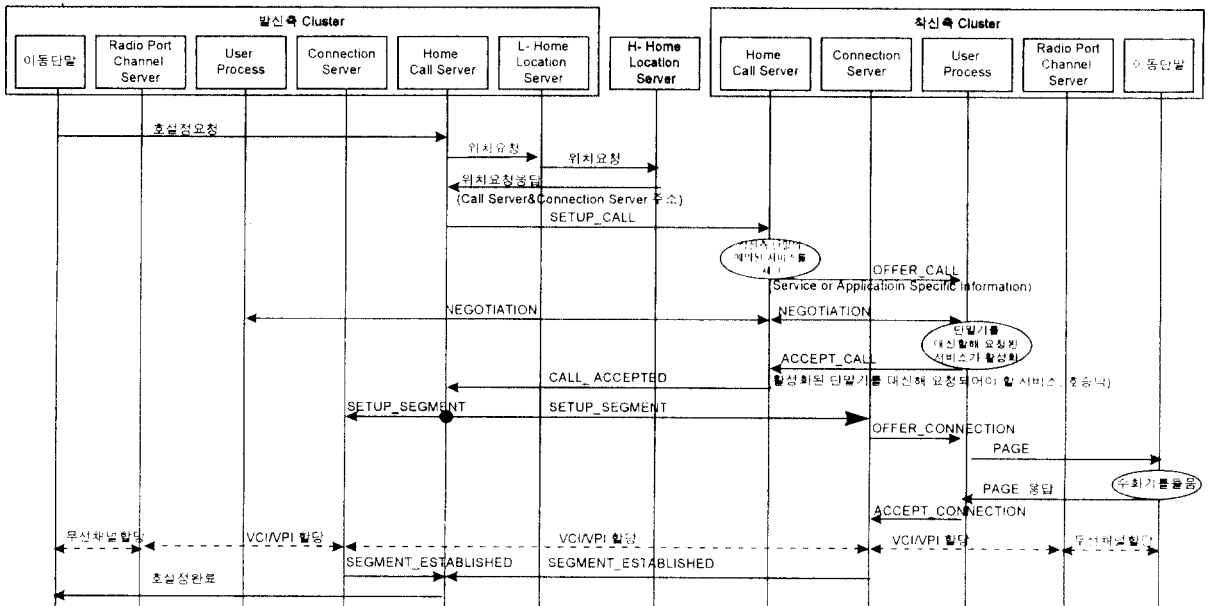


그림 4. 클러스터간 호 설정 절차

Fig. 4 Procedure for call-setup between clusters in distributed network

면, 발신측 이동단말이 망 내에 있는 호서버에게 착신측 단말의 MIN(Mobile Identification Number)으로 호를 요청 하면, 호서버는 클러스터 내에 있는 L-HLS에게 착신측 위치정보를 요청한다. 위치서버로부터 호서버가 착신측의 위치정보를 얻으면 착신측 UP에게 호를 제의한다. 그 후 호서버에 의해 발신측, 착신측 간 협상(Negotiation)이 이루어지고, 협상이 성공한 경우 그 호는 받아들여진다. 발신측 호서버가 착신측 연결서버에게 세그먼트 설정을 요청하면, 그 연결서버는 착신측 이동단말을 대리 수행하는 UP로 연결 요청을 한다. 무선기지국포트(Radio-Port)에 의해 착신측 이동단말로 호출이 이루어지고, 착신측과 발신측은 연결이 이루어진다. 이때, 착신측이 클러스터 밖에 있다면 그림 4에서 보는 바와 같이, 클러스터 밖의 H-HLS로 다시 위치요청을 하게 된다. H-HLS로부터 위치정보를 제공받은 후에는 클러스터 내 호설정 경우와 동일한 절차를 따른다.

Ⅲ. 분산형 PCS 망 구조의 성능 분석

1. 위치서버의 트래픽 분석

위치서버의 트래픽은 위치갱신(Update)과 질의(Query)로 인한 액세스량으로 구성된다. 서버형 구조에서는 HLS가, 분산형 구조에서는 H-HLS, L-HLS가 망 내 가입자의 위치 추적을 담당하고, 로밍단말을 위해서는 이 두 구조 모두에서 VLS가 수행한다. 이 두 구조의 위치서버는 홈이동단말과 로밍단말에 따라 위치갱신 및 질의가 서로 다르게 된다. 이 분석을 이동성 모델에 의한 식으로 측정하기 위한 표 1 입력 데이터의 파라미터는 참고문헌 (6)에서 사용된 것인데, 비교 분석하기 위해 본 연구에서도 이들을 사용한다.

서버형 PCS 망에서 HLS의 위치갱신은 망에 가입한 모든 이동단말이 Power-up/down의 경우와 홈이동단말에서 Power-up 상태중에 클러스터를 변경할 경우 발생한다.

HLS의 위치갱신은 식(1)로 표현할 수 있다. $(1-f)$ 는 로밍하지 않는, 즉 홈이동단말일 확률을 의미하고, $(\rho\nu L)/\pi$ 는 유체역학모델에 의해 계산된 단위시간당 영역을 떠나는 이동 가입자 수이다⁽⁷⁾. $(L/4)^2$ 은 정사각형 모양으로 가정한 클러스터의 넓이를 나타낸다. 따라서 대괄호안 첫번째 항은 한시간 당 클러스터를

표 1. 위치서버의 트래픽 측정을 위한 입력 파라미터

Table 1. Parameters for the traffic analysis to location servers

파라미터	내용	Value
s	망 당 사용자의 수	3,750,000
A	망의 크기	25,000mile ²
(없음)	망의 수	11개
ρ	이동단말의 밀도	150/mile ²
ν	이동단말의 속도	50mile/hr
δ	이동단말의 powerup (down)의 비율	2 per day
C	한 HLS 시스템에 의해 서비스되는 사용자 수	37500
s/C	망 당 HLS의 개수	100개
(없음)	기지국 영역(Radio Port Area)	25 mile ²
λ	호 발신의 비율(=호 해제)의 비율)	1.4/hr/user
$A/(L/4)^2$	망 당 클러스터의 수	82개
L	클러스터의 경계 길이	둘레 70mile
N	망 내의 L-HLS의 개수	170개
$f * 100$	로밍 사용자의 %	10%
P	클러스터 경계 내에서 통화할 확률	0.7

떠나는 홈망 내 있는 이동단말의 수를 나타낸다. 다음 항은 망 내 있는 모든 이동단말이 하루 Power-up/down한 회수를 의미한다. δ 값은 사용자 당 Power-up을 하는 회수이므로, 2δ 는 사용자 당 Power-up과 Power-down을 하는 회수가 된다. 결국 이 두 경우의 발생회수를 더한 것에, 망에 배치된 HLS 개수로 나누어 하나의 HLS의 부하를 측정하게 된다.

$$U^{HLS} = \frac{\left[(1-f) \times \frac{\rho\nu L}{\pi} \times \frac{A}{\left(\frac{L}{4}\right)^2} + 2 \times \delta \times s \right]}{\left(\frac{s}{C}\right)} \quad (1)$$

HLS에 대한 호설정을 할 때 질의는 모든 단말이

호 신청할 때마다 발생하는데 식(2)로 표현할 수 있다. $\lambda \times s$ 는 망 내 모든 이동단말이 한 시간동안 호를 요청하는 회수를 나타내며, 이 값도 망에 배치된 HLS 개수로 나누어 하나의 HLS의 부하를 측정하게 된다.

$$Q^{HLS} = \frac{(\lambda \times s)}{\left(\frac{s}{C}\right)} \quad (2)$$

이상의 U^{HLS} 와 Q^{HLS} 의 합이 서버형 모델에서의 HLS로의 트래픽량에 해당한다.

분산형 모델의 위치서버의 위치갱신은 아래 경우 발생된다. H-HLS는 망 내에 가입한 모든 이동단말이 Power-up/down하는 경우와 홈 이동단말이 Power-up 상태에서 클러스터를 변경할 경우에 갱신된다. L-HLS에서의 위치갱신은 홈이동단말이 Power-up/down하는 경우와 홈이동단말이 Power-up 상태에서 클러스터를 변경할 경우에 발생된다. 식(3)과 식(4)는 분산형 구조에서의 위치서버의 위치갱신을 나타낸다. H-HLS에서의 위치갱신은 서버형 구조에서의 HLS와 같음을 알 수 있다. L-HLS에서는 한 시간 당 클러스터를 떠나면서 갱신하는 회수의 두 배로 표기된 것은 이동 전 클러스터와 이동 후 클러스터의 L-HLS 모두가 갱신되는 것을 뜻한다.

$$U^{H-HLS} = \frac{\left[(1-f) \times \frac{\rho \nu L}{\pi} \times \frac{A}{\left(\frac{L}{4}\right)^2} + 2 \times \delta \times s \right]}{\left(\frac{s}{C}\right)} \quad (3)$$

$$U^{L-HLS} = \frac{\left[2 \times (1-f) \times \frac{\rho \nu L}{\pi} \times \frac{A}{\left(\frac{L}{4}\right)^2} + 2 \times \delta \times (1-f)s \right]}{N} \quad (4)$$

분산형 구조에서 위치 서버에 대한 질의는 식(5)와 식(6)과 같이 표현된다. H-HLS는 클러스터 내부가 아닌 외부에 있는 착신자와 호를 설정하기 위해 참조되는 것이고, L-HLS에 대한 질의는 망 내 홈이동단말에 호를 설정할 경우에 발생한다.

$$Q^{H-HLS} = \frac{[\lambda \times s - \lambda \times (1-f)s \times P]}{\left(\frac{s}{C}\right)} \quad (5)$$

$$Q^{L-HLS} = \frac{[\lambda \times (1-f)s]}{N} \quad (6)$$

식(5)에서 H-HLS에 대한 질의는 망 전체에서 한 시간 동안 발생하는 호 요청 회수($\lambda \times s$)로부터 클러스터 내부에의 수를 뺀 것이 된다. $\lambda \times (1-f)s \times P$ 량만큼의 호가 클러스터 내에 위치한 L-HLS에서 처리되어 H-HLS 액세스 회수가 줄어 들기 때문이다. 이 값은 서버형 구조에서의 HLS에 대한 질의 회수보다 더 작은 값을 갖게 됨을 볼 수 있다.

이상에서 서버형과 분산형 구조에서의 홈위치서버에 대한 위치변경과 질의에 대해 수식을 정리하였다. 이 두 가지를 더하여 위치서버에서의 액세스량을 구할 수 있는데, 식(7)은 서버형 구조에서 HLS의 위치변경과 질의를 더해 액세스량을, 그리고 식(8)과 식(9)은 분산형 구조에서 L-HLS과 H-HLS의 액세스량을 나타낸 것이다.

$$A^{HLS} = \frac{\left[(1-f) \times \frac{\rho \nu L}{\pi} \times \frac{A}{\left(\frac{L}{4}\right)^2} + 2 \times \delta \times s \right]}{\left(\frac{s}{C}\right)} + \frac{(\lambda \times s)}{\left(\frac{s}{C}\right)} \quad (7)$$

$$A^{L-HLS} = \frac{\left[2 \times (1-f) \times \frac{\rho \nu L}{\pi} \times \frac{A}{\left(\frac{L}{4}\right)^2} + 2 \times \delta \times (1-f)s \right]}{N} + \frac{[\lambda \times (1-f)s]}{N} \quad (8)$$

$$A^{H-HLS} = \frac{\left[(1-f) \times \frac{\rho \nu L}{\pi} \times \frac{A}{\left(\frac{L}{4}\right)^2} + 2 \times \delta \times s \right]}{\left(\frac{s}{C}\right)} + \frac{[\lambda \times s - \lambda \times (1-f)s \times P]}{\left(\frac{s}{C}\right)} \quad (9)$$

2. 호설정 시간 분석

본 절에서는 분산형 개인통신서비스 망에서의 호 설정 시간을 분석한다. 표 2의 입력 값은 20만km/s 속도로 신호가 전송매체에 전송된다고 했을 경우 통신망 각 구간에서의 전송 지연을 보이고 있다. 각 서버의 내부처리 시간은 서버 내에서의 수행 기능을 참고로 하여 정하였다. 위치요청 이후의 절차에 소요되는 시간인 T_x 와 T_y 는 서버형 구조나 분산형 구조 모두에서 같은 값을 갖는다. 본 분석에서는 각각의 망 구조간 호설정 시간의 차이에 주안을 두었으므로 T_x , T_y 는 임의값으로 정하였다.

표 2. 호설정 시간 분석을 위한 입력 파라미터
Table 2. Parameters for the analysis of call-setup time

파라미터	내용	입력 값 (단위: ms)
M_m	이동단말의 내부처리 시간	1
M_{call}	홈호서버의 내부처리 시간	1
M_h	HLS에서의 위치정보 질의 시간	10
M_{lh}	L-HLS에서의 위치정보 질의 시간	10
$M_{lh'}$	L-HLS에서의 위치정보 검색 시간	1
M_{2h}	H-HLS에서의 위치정보 질의 시간	10
T_a	단말과 홈호서버간 전송 시간 (평균 13km 구간 + 무선구간)	0.15
T_b	홈호서버간 L-HLS간 전송 시간 (평균 13km 구간)	0.07
T_c	클러스터 경계 밖으로의 전송시간 • 홈호서버와 HLS사이 • L-HLS와 H-HLS사이	0.51
T_x	클러스터 내에서의 호설정 시 위치요청 이후 모든 절차에 대한 시간	1000
T_y	클러스터간 호설정 시 위치요청 이후 모든 절차에 대한 시간	1000

제안하는 분산형 구조에서의 호설정 시간이 서버형 구조와 비교하여 얼마나 단축되는지 알아보기 위하여 호설정 절차 중 위치요청 절차를 중심으로 하여 분석한다.

서버형 구조와 분산형 구조에서의 클러스터 내 호 설정 시간을 각각 T_{si} , T_{di} 로, 서버형 구조와 분산형 구

조에서의 클러스터간 호설정 시간을 각각 T_{so} , T_{do} 로 두어 수식을 세우면 아래와 같다. 이 수식 중 분산형 구조인 T_{di} , T_{do} 에서 L-HLS를 액세스하는 내부처리 시간은 M_{lh} 와 $M_{lh'}$ 으로 각기 다르다. 클러스터 외부로의 호설정인 경우, 클러스터 내부의 L-HLS은 코어 메모리에 있는 클러스터 내 이동 단말 번호기록 테이블을 액세스하여 착신측 이동단말 번호의 유무만을 $M_{lh'}$ 동안 검색하게 된다. 반면 클러스터 내부 호일 경우 L-HLS는 이동단말 번호기록 테이블을 검색하여 이동단말이 클러스터 내에 있다는 것을 확인한 후, 다시 디스크를 액세스하여 이동단말이 있는 기지국의 주소 등의 상세한 위치 정보를 읽어야 한다. 따라서 클러스터 내부 호일 경우 소요되는 전체처리시간 M_{lh} 이 $M_{lh'}$ 보다는 길게 된다.

$$T_{si} = M_m + M_{call} + M_h + T_a + 2 \times T_c + T_x$$

$$T_{di} = M_m + M_{call} + M_{lh} + T_a + 2 \times T_b + T_x$$

$$T_{so} = M_m + M_{call} + M_h + T_a + 2 \times T_c + T_y$$

$$T_{do} = M_m + M_{call} + M_{lh'} + T_{2h} + T_a + 2 \times T_c + T_b + T_y$$

홈망 내에서 한 사용자가 1시간 동안 시도하는 모든 호요청에 대해 설정 시간의 합을 산출하기 위한 수식을 아래와 같이 표현할 수 있다. T_s 와 T_d 는 각각 서버형 구조와 분산형 구조에서의 한 사용자가 1시간 내 호 요청 시 걸리는 시간을 의미한다. 로밍하지 않는 한 사용자가 한 시간동안 λ 만큼의 호요청 시 소요되는 시간의 총 합은, 클러스터 내부로 호요청할 확률(P)로 T_{si} 또는 T_{di} 만큼 걸리는 시간과 클러스터간 호요청할 확률(1-P)로 T_{so} 또는 T_{do} 만큼 걸리는 시간의 합이 된다.

$$T_s = \lambda(1-f) \times \{P \times T_{si} + (1-P) \times T_{so}\}$$

$$T_d = \lambda(1-f) \times \{P \times T_{di} + (1-P) \times T_{do}\}$$

3. 결 과

액세스량을 분석하기 위해, 본 논문에서는 표 1의 파라미터들 중 클러스터 경계 길이 L과 클러스터 내 통화확률 P를 변화시켜 측정하였다.

클러스터 경계 길이인 L을 변화시켜 HLS의 액세스 양을 구하면 그림 5와 같다. 제안하는 분산형 PCS 망 모델에서의 H-HLS는 서버형 모델보다 33,000회/

시간 가량 적은 액세스 양을 보이고 있으며, L-HLS는 클러스터의 영역이 커지면서 클러스터 경계를 변경하는 회수가 줄어들어 따라 위치서버에 위치등록률이 적어지므로 액세스량이 감소함을 알 수 있다.

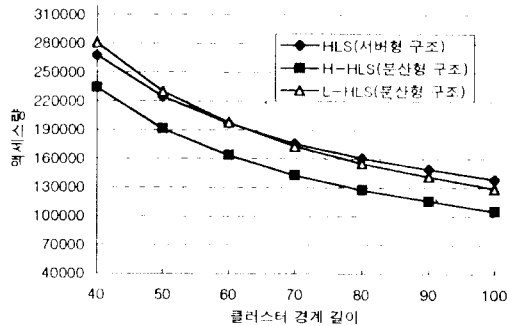


그림 5. 클러스터 경계 길이의 변화에 따른 액세스량
Fig. 5 Number of access with respect to cluster boundary length

클러스터 내로 호 설정할 확률의 변화에 따른 액세스량은 그림 6과 같다. 서버형 모델에서는 클러스터 내에서 호 설정이 클러스터간의 호 설정과 같은 절차를 갖는다. 그러므로 아래 그림과 같이 HLS의 액세스 변화량은 없다. 그러나 제안하는 서버형 모델에서는 클러스터 내의 호 설정 시 클러스터 내의 L-HLS가 질의에 의한 위치 정보를 H-HLS대신 제공하게 되어 액세스량이 크게 줄어들음을 알 수 있다. 계산을 위

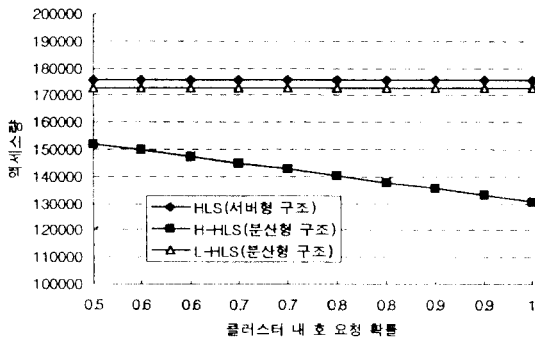


그림 6. 클러스터 내 호설정 확률의 변화에 따른 액세스량
Fig. 6 Number of access with respect to the number of L-HLS in a network

해 클러스터 경계 길이로 가정했던 70mile(110km)내에서 호 요청이 발생할 확률은 실제로 일상에서 클러스터 밖인 장거리의 호 요청이 일어날 확률보다 클 것이라고 예상된다.

앞 분석에서 보인 서버형 모델과 제안하는 분산형 모델에서의 분석결과가 차이가 나는 것은 서버형 모델에서의 HLS에 집중된 트래픽을 분산형 모델에서 클러스터마다 분산시켜 얻게 된 효과이다.

이제까지 분산형 구조와 서버형 구조에서 홈위치 서버에로의 액세스량을 분석하였다. 다음은 호설정 시간에 대한 분석 결과를 제시한다. 그림 7은 서버형 구조와 분산형 구조에서 홈망 내에 한 사용자가 한 시간 동안 요청하는 호들의 설정 시간의 합을 나타낸 그림이다. 클러스터 내의 호요청 확률이 커질수록 서버형 구조에서는 변화 없이 일정한 값을 갖게 되지만, 분산형 망구조에서는 호설정 시간이 점차 감소됨을 볼 수 있다. 이는 클러스터 내의 호요청은 클러스터 내에 추가 설치된 L-HLS에 의해 위치요청 정보가 H-HLS 대신 제공되기 때문이다. 아래 그림에서 호발신 회수가 1.4회이고 1번의 호설정 시간이 기본인 1000ms으로 설정되었음에도 불구하고 1시간 동안 총 호설정 시간이 1400ms보다 적은 1278ms를 갖게 된 것은 홈망 내에서 이루어지는 호설정 시간만을 계산하였기 때문이다. 타당으로 로밍한 이동단말의 호설정정에 대해서는 이 결과값 이외에 다른 시간이 소요될 것이다.

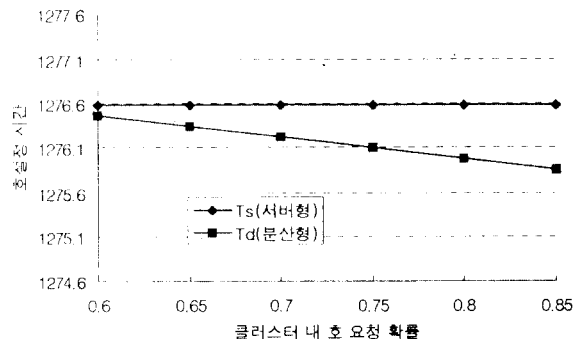


그림 7. 클러스터 내 호설정 확률의 변화에 따른 호설정 시간
Fig. 7 Setup time with respect to the probability of call setup in a cluster

IV. 신뢰도 분석

본 절에서는 위치서버의 가용성 면에서 본 분산형 PCS 시스템의 신뢰도(Reliability)를 서버형 구조에서의 신뢰도와 비교, 분석한다.

분산형 PCS 망 구조와 서버형 구조의 차이는 자국 위치서버(HLS)가 분산화 되어 있는지의 여부이다. 서버형 구조에서는 망 내의 모든 위치정보트래픽이 HLS로 집중되게 된다. HLS는 논리적으로는 서버 하나이지만 실제로는 망 내 가입자의 수에 따라 트래픽을 분담할 수 있도록 s/C 개 만큼의 컴퓨터 시스템들로 다중화(Replicate)되어 있다. 표 1에 제시된 바와 같이 가입자 수가 375만 명인 망에서는 100개의 시스템들이 HLS로 집중되는 트래픽을 분담하여 처리한다. 100개의 시스템들은 같은 위치정보를 가지고 있기 때문에, 그 중 한 개의 시스템에 장애가 생기면 나머지 시스템들이 장애가 생긴 시스템의 몫을 균등하게 분담하여 처리한다. 따라서 100개의 시스템들 중 일부가 고장이 난 경우에도 위치검색 시간 지연이 증가되기는 하지만 서비스는 계속 제공할 수 있다. 그러나 누적된 고장으로 인해 동작하는 HLS용 컴퓨터의 수가 일정한 수(예를 들어 50개)보다 적어질 경우, 100개의 컴퓨터가 처리하던 트래픽을 50개의 컴퓨터로 처리해야 하므로 트랜잭션 당 처리 시간이 두 배로 증가하게 된다. 이와 같은 상황을 호설정 시간 초과에 의한 PCS 서비스 실패로 간주한다. 따라서 서버형 구조에서의 신뢰도 $R_s(t)$ 는 아래와 같이 정의된다.

$$R_s(t) = P[\text{시간 } t \text{ 때에 동작하는 HLS 컴퓨터 수} > 50]$$

HLS를 구성하는 각 컴퓨터 시스템이 고장나기까지의 시간이 지수함수 분포를 따르고 고장률 $\kappa = 0.002$ 회/일이라고 하면 서버형 망 구조에서의 신뢰도는 그림 8과 같은 Markov 모델로 표현할 수 있다.⁽⁸⁾

분산형 망구조에서는 일단 L-HLS에 의해 위치검색이 이루어지는데, 클러스터 내부 호가 아닌 경우 위치검색을 H-HLS가 처리한다. 또한 L-HLS를 구성하는 컴퓨터 시스템들이 모두 고장이 날 경우에도 위치검색 요청을 H-HLS에게 보냄으로써 서비스를 계속할 수 있다. 따라서 신뢰도 $R_s(t)$ 는 다음과 같다.

$$n = s/C = 100$$

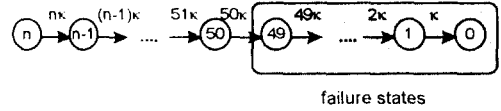


그림 8. 서버형 망 구조에서의 서비스 신뢰도 모델
Fig. 8 Reliability model of PCS service by centralized HLS

$$R_s(t) = 1.0 - P[\text{시간 } t \text{ 때에 동작하는 L-HLS 컴퓨터 수} = 0 \text{ and H-HLS 컴퓨터 수} < 50]$$

표 1의 파라미터에 의하면 망 하나에 있는 클러스터의 수가 82개로 계산된다. 망 내에 170개의 컴퓨터들이 L-HLS를 위해 사용하므로, 한 클러스터 당 L-HLS는 2개의 컴퓨터로 구성된다. 서버형 구조에서와 같이 각 컴퓨터 시스템이 고장나기까지의 시간이 지수함수 분포를 따르고 고장률 $\kappa = 0.002$ 회/일이라고 하면 분산형 망 구조에서의 신뢰도는 그림 9와 같은 Markov 모델로 표현된다.

그림 8과 그림 9의 모델을 풀어 시간의 변화에 따른 서비스 신뢰도를 비교하였다. 클러스터 외부 호에 대해서는 두 구조가 모두 100개의 HLS(H-HLS)에 의존하므로 신뢰도에 차이가 없다. 클러스터 내부 호인 경우의 서비스 신뢰도는 그림 10에서와 같이 분산형 구조의 경우가 월등히 좋을음을 알 수 있다. 한 클러스터

$$m = 2, n = s/C = 100$$

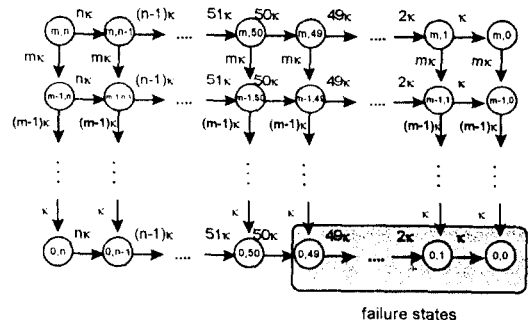


그림 9. 분산형 망 구조에서의 서비스 신뢰도 모델
Fig. 9 Reliability model of PCS service by distributed HLS

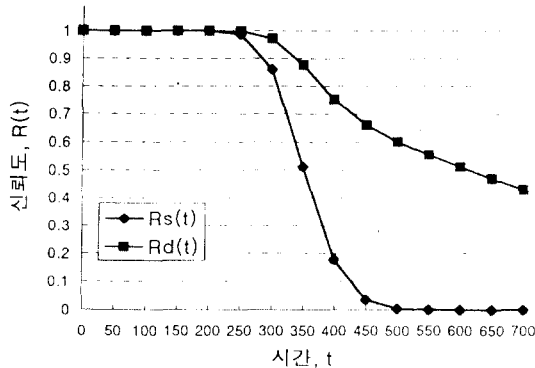


그림 10. 서버형과 분산형 망 구조의 서비스 신뢰도
 Fig. 10 Comparison of reliabilities of the two architecture

터 입장에서 보면, 이용 가능한 위치서버 컴퓨터의 수가 100개에서 102개로 2개 증가한 것에 불과하나 서비스의 신뢰도가 대폭 개선되었다.

V. 결 론

본 논문에서는 클러스터를 기반으로 한 분산형 망 구조를 제안하여 분석하고, 이동성 관리와 호제어 기능을 효과적으로 처리하기 위해 분산된 서버를 이용한 분산 절차를 제시하였다. ATM을 기반으로 한 이 구조는 위치 추적과, 호제어, 연결제어 기능이 분리되어 있기 때문에 현 셀룰라망보다 호제어와 이동성 관리가 효율적이었다. 즉, 신호 트래픽을 줄일 수 있으며, 호설정 시간과 연결설정 시간을 줄일 수 있었다. 클러스터 내에서의 호 설정 시 H-HLS 액세스를 대신하여 L-HLS가 위치 추적을 하므로 망 내의 H-HLS의 신호 트래픽을 줄일 수 있었다.

L-HLS가 추가로 투입되므로 망 구축 비용의 증가가 예상되지만, 호설정 시간의 감소, 신호 트래픽 분산으로 인한 호성공률 향상은 그 만큼 통화량 증대와 서비스의 품질을 높일 수 있다. 따라서 수익 증대로 연결되므로 비용 증가의 부담이 상쇄될 것으로 보인다.

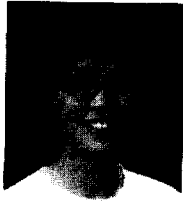
(감사문)

본 논문은 한국통신 연구개발본부의 96년도 정보통신 기초연구 과제 96-64의 지원에 의해 작성된 것

입니다. 본 연구의 수행에 도움을 주신 전송기술연구소 전송방식연구팀에 깊은 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. 한영남, "PCS국제 표준화 동향," 한국통신학회지 제12권 제8호, pp. 666-671, 1995. 8.
2. Andrew D. Malyan, Leslie J. Ng, and Victor C. M. Leung, "A Microcellular Interconnection Architecture for Personal Communications Networks," in Proceedings of IEEE Veh. Technol. Conf., CO, pp. 502-505, May. 1992.
3. Andrew D. Malyan, Leslie J. Ng, and Victor C. M. Leung, "A Personal Communications Network Architecture Using the IEEE 802. 6 MAN," in Proc. ICC, pp. 1247-1251, June 1992.
4. Andrew D. Malyan, and Leslie J. Ng, Victor C. M. Leung, and Robert W. Donaldson, "Network Architecture and Signaling for Wireless Personal Communications," IEEE J. on Selected Areas In Communications, vol. 11, pp830-841, Aug 1993.
5. Thomas F. La Porta, Malathi Veeraraghavan, Philip A. Traventi, and Ramachandran Ramjee, "Distributed Call Processing for Personal Communications Services," IEEE Communications Magazine, pp. 66-75, June 1995.
6. Malathi Veeraraghavan, Thomas F. La Porta and Ramachandran Ramjee, "A Distributed Control Strategy for Wireless ATM Networks," in proc. ICC, pp. 750-755, June 1995.
7. A. D. May, "Traffic Flow Fundamentals," Prentice Hall, 1990.
8. Kishor S. Trivedi, "Probability & Statistics with Reliability, Queuing, and Computer Science Applications," Prentice Hall, 1982.



박 영 순(Young Soon Park) 정회원

1969년 3월 24일생

1992년 2월:목원대학교 컴퓨터
공학과 학사

1997년 2월:충남대학교 교육대
학원 전자계산교육
전공 석사

1997년 3월~현재:(주)가우리 정
보통신 연구원

관심분야:개인통신서비스(PCS), 통합망관리시스템
(TMN)



최 훈(Hoon Choi) 정회원

1960년5월19일생

1983년 2월:서울대학교 컴퓨터
공학과 학사

1990년 12월:Duke University 전
산학과 석사

1993년 5월:Duke University 전
산학과 박사

1983년~1996년:한국전자통신연구원 광대역통신망연
구부 근무

1996년~현재:충남대학교 컴퓨터공학과 재직중

※관심분야:분산 시스템, 컴퓨터 네트워크, Stochastic
Petri Nets