

이동 환경에서 결합 포용 분산 위치 관리 방법

이재경*, 오선진*, 배인한

대구효성가톨릭대학교 전자정보공학부
* 선린대학 전자계산과

A Fault-Tolerant Distributed Location Management Method in Mobile Environments

Jae-Kyung Lee, Sun-Jin Oh*, Ihn-Han Bae

Dept. of Computer Engineering, Catholic University of Taegu-Hyosung
* Dept. of Computer Science, Sunlin College

요약

사용자들이 PCS에 의해 커버되는 영역내의 어느 곳이든지 이동할 수 있는 이동 환경에서 어떤 이동 단말기가 다른 이동 단말기와 통신하고자 할 경우, 먼저 목적지 이동 단말기의 위치를 찾아야 한다. 따라서, 이동 단말기의 위치 정보를 관리하는 것은 이동 환경에서 중요한 문제이다. 지금까지 제안된 대부분의 위치 관리 정책들은 이동 단말기의 위치를 관리하기 위해 주로 데이터베이스를 사용한다. 만약 위치 관리에 사용되는 데이터베이스들 중에서 어느 하나라도 결합이 발생할 경우, 전체 시스템은 제대로 동작할 수 없게 된다. 따라서, 이들 데이터베이스에 대한 결합 포용은 대단히 중요하다. 본 논문에서는 데이터베이스 고장에 대한 결합을 포용할 수 있는 결합 포용 분산 위치 관리 방법을 제안하고 성능을 평가한다.

1. 서론

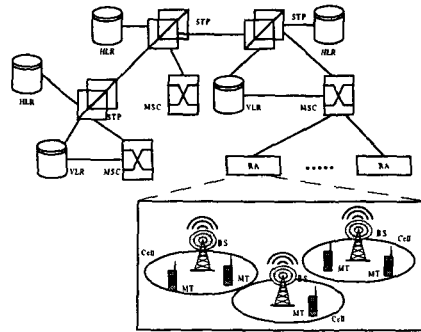
개인 통신 시스템(PCS : Personal Communication System)은 세계의 어느 곳에서든지 통신을 가능하게 하는 것을 목표로 하는 시스템이다. 그런 시스템은 여기저기를 빈번하게 이동하는 많은 이동 단말기(MT: Mobile Terminal)들의 위치를 추적하기 위해 위치 관리 정책을 사용한다. 위치 관리는 위치 탐색과 위치 갱신으로 구성된다. 위치 탐색은 어떤 MT가 위치가 알려지지 않은 다른 MT와 통신하고자 할 때 발생하고, 위치 갱신은 MT의 위치가 변경될 때 발생한다. 대표적인 위치 관리 정책으로는 IS-41 스킴과 전방 포인터(forwarding pointer)에 기반한 정책들이 있다.

IS-41 스킴[1]에서, 위치 갱신은 MT가 다른 VLR에 의해 서비스되는 등록 지역으로 들어갈 때마다 HLR은 그 MT에 대한 위치 정보를 새로운 VLR의 주소로 갱신함으로써 이루어진다. 따라서, 많은 네트워크 부하와 데이터베이스 질의가 HLR에 집중된다. 위치 탐색 또한 마찬가지이다. 단일 HLR 환경에서는 호가 발생할 때마다, 위치 탐색 메시지가 그 시스템내의 유일한 HLR로 보내진다. 그 HLR은 목적지 MT가 현재 존재하는 VLR을 결정하고, 경로 요청 신호를 보냄으로써, 목적지 MT를 질의한다. 결국 HLR은 위치 추적에 의해 생성되는 많은 신호처리 트래픽으로 인해 병목현상을 겪을 수 있다. 따라서, 다수의 영역에 HLR을 분산시키는 것은 HLR의 트래픽 부하를 감소시킬 수 있는 효율적인 방법이다. 그러나, IS-41에서, 분산된 HLR은 어떤 MT가 등록 지역을 변경할 경우, 다수의 HLR에서의 갱신을 야기시킨다. IS-41 스킴에서 HLR의 과중한 네트워크 부하와 비싼 액세스 비용을 줄이기 위해 전방 포인터에 기반한 다수의 정책들이 제안되었다. 전방 포인터에 기반한 정책에서, 위치 갱신은 어떤 MT가 RA를 변경할 경우, 이전 VLR에서 새로운 VLR로의 포인터를 설정함으로써 가능하다. 하지만, 목적지 MT가 존재하는 VLR에 도달하기 위해 따라가야 하는 전방 포인터의 체인이 길어질 경우, 위치 탐색 비용이 증가한다. 또한 전방 포인터에 기반한 정책들은 IS-41 스킴에 비해 결합에 더 취약하다는 단점이 있다. IS-41 스킴은 HLR과 호를 수신할 목적지 MT가 현재 존재하는 VLR에만 결합이 없으면 된다. 하지만, 전방 포인터에 기반한 정책들은 HLR과 목적지 MT가 존재하는 VLR까지의 모든 경로상의 VLR들에서 결합이 없는 경우에만, 성공적으로 호를 전송할 수 있다. 따라서, 본 논문에서는 HLR과 전방 포인터의 체인상의 VLR들의 고장을 포용할 수 있는 결합 포용 분산 위치 관리 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 PCS의 구조에 관해 설명하고, 3장에서는 관련 연구를 살펴본다. 4장에서는 본 논문에서 제안한 결합 포용 분산 위치 관리 방법에 관해 설명하고, 5장에서는 분석적 모델을 통하여 제안한 방법의 성능을 평가하고, 6장에서 결론을 맺는다.

2. PCS 구조

PCS는 공중 교환 전화망(PSTN: Public Switched Telephone Network)과 신호처리 네트워크로 구성된다. PSTN은 호에 대한 정보 내용을 실질적으로 전송하는데 사용되는 네트워크인데 반해, 신호처리 네트워크는 MT의 위치를 추적하고 호를 설정하기 위해 사용되는 네트워크로 SS7(Signaling System No. 7) 프로토콜을 사용한다[3]. 그림 1은 본 논문에서 기초한 PCS 구조를 나타낸다.



(그림 1) 단순화된 PCS 구조

시스템의 전체 영역은 다수의 셀들로 분할되고, 몇 개의 셀들이 모여 하나의 등록 지역(RA: Registration Area)을 구성한다. 셀내의 모든 MT는 무선 링크를 통해 기지국(BS: Base Station)과 통신하고, 다시 BS는 이동 교환국(MSC: Mobile Switching Center)을 통해 고정 네트워크에 연결된다. 고정 네트워크는 MSC와 위치 데이터베이스간에 사용자 정보와 시스널링 메시지를 전송한다. 현재 PCS 시스템에서는 PSTN이 백본 고정 네트워크로 사용된다.

3. 관련 연구

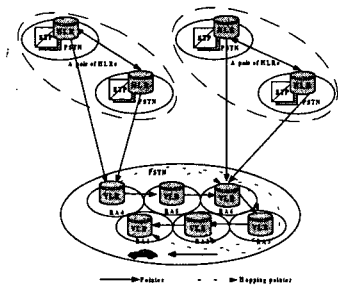
PFSHLR(pointer forwarding with single HLR)은 IS-41

스킵에서의 비싼 위치 갱신 비용을 줄이기 위해 제안되었다 [1, 4]. PFSHLR에서 위치 갱신은 HLR을 갱신하는 대신 RA를 변경한 MT의 이전 VLR에서 새로운 VLR로 포인터를 설정함으로써 이루어지고, 위치 탐색은 목적지 MT의 HLR을 거쳐 VLR들간에 설정된 포인터를 따라가면서 수행된다. 결국, 단일 HLR 환경에서는 호가 발생할 때마다 모든 위치 탐색 메시지가 그 시스템내의 유일한 HLR로 보내지기 때문에 HLR에서는 위치 추적에 의해 생성되는 많은 신호처리 트래픽으로 인해 병목현상이 발생할 수 있다. 따라서, 다수의 영역에 HLR을 분산시키는 것은 HLR의 트래픽 부하를 감소시킬 수 있는 효율적인 방법이다. 그러나, 분산된 HLR은 어떤 MT가 등록 지역을 변경할 경우, 다수의 HLR에서의 갱신을 야기시킨다. Lin[2]은 분산 HLR 환경에서 이러한 오버헤드를 줄이기 위해 PFDHLR(pointer forwarding with distributed HLR)을 제안했다. PFDHLR에서, 위치 갱신은 PFSHLR에서와 동일하다. 그러나, PFDHLR에서, RA는 어떤 MT가 개별적인 HLR에 의해 가장 마지막으로 탐색된 위치이므로, 분산된 HLR은 어떤 하나의 MT에 대해 서로 다른 RA를 가리킬 수 있다. Biaz[3]는 전방 포인터를 사용하고 HLR에서의 결합이 없는 경우, VLR들의 결합을 포용하기 위한 2가지 정책을 제안했다. 하나는 HLR에서 마지막 VLR까지 2개의 경로를 유지하는 방법이고, 두 번째는 고장난 VLR의 이웃 VLR들에게 요청을 전송함으로써 고장난 VLR을 통과하는 방법이다.

4. 결합 포용 분산 위치 관리 방법

4.1 시스템 구조

본 논문에서 제안하는 FT-PFDHLR의 시스템 구조는 (그림 2)와 같다. 다수의 분산된 HLR은 항상 쌍으로 존재하며 쌍으로 연결된 HLR 중에서 어느 한 쪽이 갱신되면, 다른 쪽도 함께 갱신된다. MT가 새로운 RA로 이동할 경우, 그 MT의 바로 이전 VLR과 두 번째 이전 VLR에서 각각 새로운 포인터가 설정된다. 이 때, 전자를 포워드 포인터(forward pointer), 후자를 호핑 포인터(hopping pointer)라 하며, 위치 탐색시 포워드 포인터보다 호핑 포인터가 우선한다.



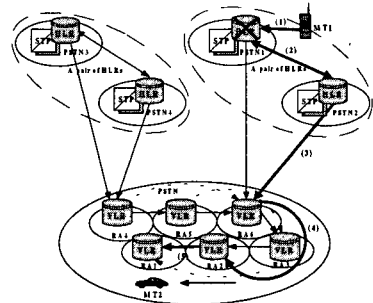
(그림 2) FT-PFDHLR

4.2 결합 포용 처리

(1) PSTN내의 HLR이 고장인 경우

시스템내에서 어떤 HLR은 이웃한 다른 HLR과 한 쌍을 구성한다. 따라서, MT의 위치 정보에 대한 질의를 받은 HLR이 고장난 경우, 그 질의 메시지는 결합이 발생한 HLR과 쌍을 이루는 다른 HLR로 보내지게 된다. 예를 들어, 그림 3에서처럼 PSTN1의 HLR과 PSTN2의 HLR이 한 쌍으로 구성된 HLR이고, PSTN1의 발신 MT1에서 수신 MT2로의 호 요청 메시지를 도착했다고 하자. 이 때, 호 요청 메시지를 수신한 PSTN1의 HLR에 고장이 발생했다면, 그 질의 메시지는 PSTN1의 STP에 의해 쌍으로 구성된 PSTN2의 HLR로 보내진다. PSTN2의 HLR은 수신 MT2에 대한 호핑 포인터를 따라가면서 목적 노드인 수신 MT2의 위치

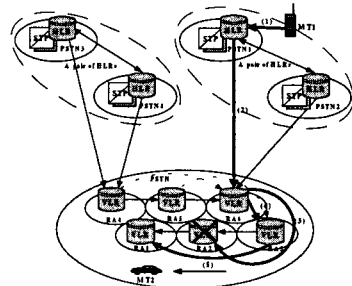
를 추적한다. 만약 쌍으로 묶인 HLR도 고장난 경우, 수신 MT2의 위치 정보에 대한 질의 메시지는 STP를 통해 시스템내의 분산된 다른 HLR로 보내진다.



(그림 3) PSTN의 HLR 고장에 대한 FT-PFDHLR의 결합 포용 처리

(2) 포인터 체인상의 VLR이 고장인 경우

포인터 체인상의 VLR에서 고장이 발생할 수 있다. 이것은 VLR에 전방 포인터와 호핑 포인터를 각각 유지하여 해결한다. 수신 MT와 관련된 위치 질의 메시지가 VLR들의 호핑 포인터를 따라 가는 도중에 중간 VLR에서 고장이 발생한 경우, 그 질의 메시지는 고장이 발생한 VLR을 호핑 포인터로 갖는 이전의 VLR에서 전방 포인터를 따라 다른 VLR로 전송되고, 그곳에서 다시 호핑 포인터를 따라 수신 MT가 발견될 때까지 계속해서 추적하게 된다. 예를 들어, 그림 4에서 발신 MT1이 PSTN1의 HLR을 통해 수신 MT2에 대한 위치 탐색을 요청했고, RA2의 VLR에서 결합이 발생했다고 하자. 위치 질의 메시지를 수신한 PSTN1의 HLR은 수신 MT2에 대한 엔트리에서 RA6의 VLR을 발견하고, RA6의 VLR로 질의 메시지를 전송한다. RA6의 VLR은 먼저 호핑 포인터를 따라 RA2의 VLR로 질의 메시지를 전송하지만, RA2의 VLR 고장으로 긍정응답이 오지 않으므로 RA6의 VLR은 다시 전방 포인터를 따라 RA3의 VLR로 질의 메시지를 전송하고, RA3의 VLR은 다시 호핑 포인터를 따라 수신 MT2가 현재 존재하는 RA1의 VLR로 보내지게 된다. 따라서 발신측 교환기는 MT2의 위치 정보인 TLDN을 받게 된다.



(그림 4) 포인터 체인상의 VLR 고장에 대한 FT-PFDHLR의 결합 포용 처리

5. 분석적 모델

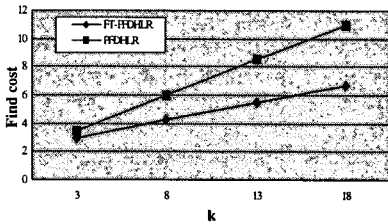
본 논문에서는 분석적 모델을 사용하여 제안하는 FT-PFDHLR의 성능을 평가한다. 여기서 평가된 항목으로는 위치 탐색 비용, 위치 갱신 비용, 전체 비용 그리고 상대적 전체 비용 등이다. 제안하는 FT-PFDHLR의 성능을 PFDHLR의 성능과 비교하였다. 성능 평가에 사용된 매개변수는 다음과 같다.

- k : 발신 MT가 수신 MT를 찾기 위하여 VLR들간에 운행된 포인터의 개수
- γ : 등록 지역 횡단 당 호의 평균 개수(call-mobility ratio)
- δ : 상대적 포인터 운행 비용 ($\delta \ll 1$)

(1) 위치 탐색 비용

PFDHLR과 FT-PFDHLR에서의 위치탐색 비용은 다음과 같다.

- FT-PFDHLR : $C_{find} = 2 + \lceil \frac{k}{2} \rceil \delta$
- PFDHLR : $C_{find} = 2 + k\delta$



(그림 5) k에 따른 위치 탐색 비용

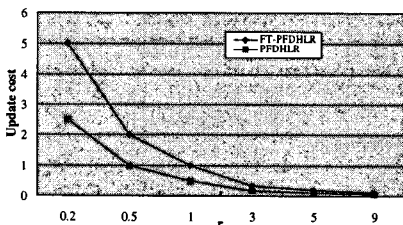
그림 5는 k에 따른 FT-PFDHLR과 PFDHLR의 탐색 비용을 보여준다. 여기서, FT-PFDHLR이 호핑 포인터를 사용하기 때문에 FT-PFDHLR이 PFDHLR보다 탐색 비용이 더 적게 든다는 것을 알 수 있다.

(2) 위치 갱신 비용

PFDHLR과 FT-PFDHLR에서의 위치갱신 비용은 다음과 같다.

- FT-PFDHLR : 2δ
- PFDHLR : δ

그림 6은 γ 에 따른 FT-PFDHLR과 PFDHLR의 갱신 비용을 보여준다. FT-PFDHLR에서 위치 갱신에 포워드 포인터와 호핑 포인터를 사용하므로, PFDHLR에 비해 평균 2배의 더 많은 갱신 비용이 든다. 하지만, γ 가 클수록 FT-PFDHLR과 PFDHLR의 갱신 비용의 차는 점점 줄어든다는 것을 알 수 있다.



(그림 6) γ 에 따른 위치 갱신 비용

(3) 전체 비용

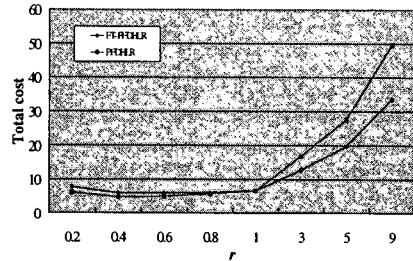
PFDHLR과 FT-PFDHLR에서의 전체 비용은 다음과 같다.

- FT-PFDHLR : $C_{total} = \frac{1}{\gamma} C_{update} + \lambda(C_{find} + C_{find_update})$
- PFDHLR : $C_{total} = \frac{1}{\gamma} C_{update} + \lambda(C_{find} + C_{find_update})$

여기서 $C_{find_update} = 2$, $C_{find_update} = 1$ 이다.

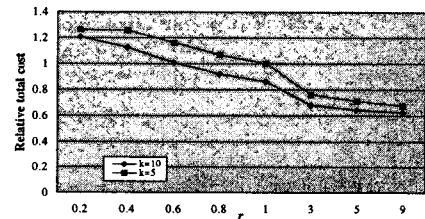
그림 7은 γ 에 따른 고려된 위치 관리 정책들의 전체 비용을 나타낸다. 여기서 γ 가 낮은 경우에 PFDHLR 정책의 전체 비용은 거의 비슷하지만, γ 가 높을수록 제안된

FT-PFDHLR 정책이 PFDHLR 정책들에 비해 전체 비용이 감소됨을 알 수 있다. 이것은 MT의 위치 탐색시 호핑 포인터를 사용하므로 포인터 체인상의 운행되는 VLR 개수가 감소하기 때문이다.



(그림 7) 전체 비용

그림 8은 γ 에 따른 PFDHLR에 대한 FT-PFDHLR의 상대적 전체 비용을 나타낸다. 본 논문에서 제안한 FT-PFDHLR은 전체 비용 측면에서 γ 가 클수록 PFDHLR보다 성능이 우수하였고, k가 클수록 더 나은 성능을 보였다.



(그림 8) γ 에 따른 상대적 전체 비용

6. 결론

본 논문에서는 데이터베이스의 고장에 대하여 포용력이 있는 결합 포용 분산 위치 관리 방법을 제안하고 그 방법의 성능을 Lin[2]의 연구와 비교했다. 본 논문에서 제안한 FT-PFDHLR에서 위치 갱신은 PFDHLR에 비해 많은 비용이 들지만, 위치 관리 데이터베이스의 고장에 대해서도 결합 포용력을 가질 뿐만 아니라 수신 MT의 탐색시 VLR들간에 호핑 포인터를 사용하므로 위치 탐색시 탐색 체인의 길이가 반으로 줄어들어 탐색 비용이 감소한다. 또한 HLR고장시 이웃 HLR에 대한 탐색없이 STP에 의해 짝 지워진 HLR로 즉시 교체 가능하므로 추가적인 탐색 비용이 요구되지 않으며, 탐색 연산을 수행한 후에는 위치 탐색을 수행한 HLR뿐만 아니라 짝 지워진 HLR에서도 포인터가 갱신되므로 짝 지워진 HLR에서의 위치 탐색 비용 또한 줄어든다. 본 논문에서 제안한 FT-PFDHLR은 γ 나 k가 큰 경우에, 더 효율적이라는 것을 성능평가를 통해 알 수 있었다.

참고문헌

[1] P.Krishna, N.H.Vaidya, D.K.Pradhan, "Efficient Location Management in Mobile Wireless Networks", Technical Report #96-030, Dept. of Computer Science, Texas A&M Univ., July 1996.
 [2] Y.B.Lin, "Location Tracking with Distributed HLRs and Pointer Forwarding", in Proc. 1995 Int. Symp. Communi., 1995, pp.31-37.
 [3] Saad Biaz, Nitin H. Vaidya, "Tolerating Visitor Location Register Failures in Mobile Environments", 17th IEEE SRDS'98, October 1998.
 [4] Ravi Jain, Y.B.Lin, "An Auxiliary User Location Strategy Employing forwarding pointers to Reduce Network Impacts of PCS", ICC'95, pp.740-744, June 1995.9