

論文97-34S-8-4

PCS를 위한 분산 호 처리 구조(DCPA)에서 캐쉬를 이용한 위치 추적 (Location Tracking Using Cache in Distributed Call Processing Architecture for PCS)

朴 宣 映 * , 李 源 烈 * , 韓 基 俊 *

(Sun-Young Park, Won-Yeol Lee, and Ki-Jun Han)

요 약

본 논문에서는 분산 호 처리 구조(DCPA)[6]에서 캐쉬를 이용한 위치 추적 방법을 제안한다. 제안한 위치 추적 방법은 호 설립을 수행하는 각 발신측 호 제어 서버에 캐쉬를 두고, 수신 단말이 서비스를 받은 호 제어 서버의 서비스율을 캐쉬에 기억시켜 둠으로써 호 설립시 위치 추적 과정 없이 호를 설립할 수 있도록 한다. 본 논문에서는 제안한 위치 추적 방법과 기존 프로토콜의 위치 추적 방법을 시뮬레이션을 통해 비교함으로써 제안한 방법의 유용성을 검증하였다. 이 방법은 호 설립시 시그널링에 의한 망의 부하와 호 설립 지연 시간을 감소시킬 뿐만 아니라, 다수의 가입자들을 서비스할 때 병목점에 될 수 있는 데이터 베이스에 대한 질의 빈도를 감소시켜 시스템들의 효율적인 서비스 수행이 가능하도록 한다.

Abstract

In this paper, we propose a locating strategy using a cache based on the distributed call processing structure. In our strategy, each originating call server, which is responsible for call setup, has a cache to memorize the service ratio of call server which serves the called terminal. we present performance comparison of the proposed strategy with the existing strategy via simulation. We can reduce the cost for call setup because the originating call server can simply establish a call without tracing the location of the called terminal. The proposed strategy also reduces network loads caused by signaling at call setup time and lessens the frequency of queries for the database systems which can be a bottleneck when it serves many subscribers.

I. 서 론

차세대 무선 통신에서는 서비스를 제공하는 시스템들과 이들을 연결하는 망들이 폭증하는 시그널링 부하를 수용할 수 있도록 프로토콜의 기술적인 발전이 요구된다. 즉, 보다 많은 가입자에게 고품질 서비스를 제공하기 위해서는 호 처리, 핸드오프, 위치 등록과 같은 서비스를 위한 시그널링 절차를 좀 더 간단하게 하여

증가하게 될 시그널링 부하와 데이터 베이스에 대한 질의 및 갱신 빈도를 줄여야 할 것이다.

본 논문에서는 기존 무선망의 호 설립 절차를 벗어나 분산 호 처리 구조를 기반으로 캐쉬를 이용한 위치 추적 방법을 제안한다.

[1]과 [2]에서는 기존 셀룰라 망과 같은 구조에서 캐쉬를 이용하여, 첫 호에서 수신 단말의 위치에 관한 정보를 기억해 두었다가 다음 호에서 재사용함으로써 앞서 언급한 문제를 해결하고자 하였다. 이는 호의 도착율과 단말의 이동 속도에 따라 그 효율이 좌우된다. 본 논문에서는 캐쉬를 사용하되, 분산 호 처리 구조의 특징 - 어떤 단말이 서비스를 받는 호 제어 서버는 홈 망에 있는 호 제어 서버들로 제한된다. -

* 正會員, 慶北大學校 컴퓨터工學科

(Dept. of Computer Eng., Kyungpook Nat'l Univ.)

接受日子: 1997年6月24日, 수정완료일: 1997年7月28日

에 의해 단말에 대한 호 제어 서버의 서비스율을 캐쉬에 기억시켜 둬으로써 호의 도착율과 단말의 이동 속도에 관계 없이 정보를 이용할 수 있도록 한다.

분산 호 처리 구조는 ATM을 기반으로 하는 새로운 호 처리와 단말의 이동 관리를 위해 [3]에서 제안되었다. 분산 호 처리 구조는 기존 셀룰라 망의 MSC(Mobile Switching Center)에서 수행하는 위치 등록, 호 처리 및 핸드 오프 기능을 망 내의 여러 서버에 분산함으로써 시그널링 및 가입자 정보의 이동을 최소화하고 무선 특성에 의한 여러 기능들을 신속하게 처리하며 작업들이 한 시스템에 집중되는 병목 현상을 제거할 수 있는 이점이 있다.^{[4] [5]}

분산 호 처리 구조에서 호 설립은 항상 홈 망에 있는 여러 개의 HCS(Home Call Server)와 RCS(Roamers Call Server)에 의해 수행되므로 홈 망의 사용자가 로밍 중이라도 홈 망 내의 CS(Call Server)에 의해 호가 설립된다. 이런 특성을 이용해서 각 CS에 캐쉬라는 빠른 메모리를 두어 발신측 CS에서 일어나는 어떤 단말로의 첫 호에서, 수신 단말의 HLS(Home Location Server)로부터 단말이 서비스를 받았던 서버들의 서비스율에 관한 정보를 전송받아 기억시켜 둔다. 이 정보를 이 CS에서 발생하는 같은 수신 단말로의 다음 호에서 이용하게 되는데 이렇게 함으로써 호의 설립 때에 HLS로의 질의 과정을 생략할 수 있게 된다. 여기서 서비스율이란 홈 망에 있는 각 CS가 일정 기간 동안 어떤 단말을 서비스한 확률이다.

본 논문에서는 서비스율에 대한 위치 추적 비용을 최소화하기 위해 기대 비용을 구하고 이에 따른 캐쉬 정보 이용 여부의 결정 방법을 제시한다. 또한 이를 이용하여 캐쉬 정보를 이용할 때의 위치 추적 비용과 기존 절차의 위치 추적 비용을 시뮬레이션을 통해 비교할 것이다.

서론에 이어 제 II장에서는 캐쉬를 이용한 위치 추적 방법을 설명하고 제 III장에서는 제안한 방법과 기존 방법의 시그널링 비용을 시뮬레이션을 통해 비교해 본다. 마지막으로 제 IV장에서 결론을 기술한다.

II. 캐쉬를 이용한 위치 추적

1. 캐쉬를 이용한 위치 추적 방법

분산 호 처리 구조에서 기존 호 설립 절차는 그림

2와 같이 호의 요청, 수신 단말의 위치 추적, 연결 협상, 연결 설립 단계로 나눌 수 있다. 단말의 위치 추적 단계에서는 수신 단말의 위치 정보를 얻기 위한 시그널의 전송과 처리가 필요하며 데이터 베이스에 대한 질의 과정이 한번 이상 필요하다. 분산 호 처리 구조에서 수신 단말의 위치 추적 과정은 그림 1, 2와 같다. 그림 1에서 발신측 CS는 수신 단말의 위치를 알기 위해 HLS에 위치 정보 요청 시그널을 보내고 이에 대한 응답으로 단말이 속한 클러스터의 HCS와 COS(Connection Server)의 주소를 전송받는다. 그림 2는 단말이 로밍 중인 경우로 발신측 CS는 수신측 HLS로부터 RCS와 VLS의 주소를 전송받으며 VLS(Visitors Location Server)로부터 COS의 주소를 얻게 된다.

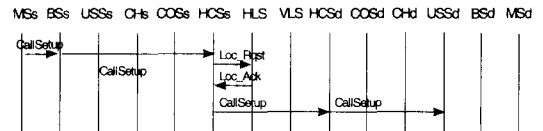


그림 1. 수신 단말이 홈에 있는 경우의 위치 추적
Fig. 1. Location tracking when the called terminal is located at its home.

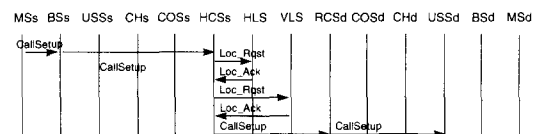


그림 2. 수신 단말이 로밍 중인 경우의 위치 추적
Fig. 2. Location tracking when the called terminal is roaming

이 과정에서 얻은 정보 즉, HCS 혹은 RCS의 주소를 이용하여 발신측 호 제어 서버는 수신측 호 제어 서버로 호 설립 요청 시그널을 보내게 된다. 따라서 분산 호 처리 구조에서 위치 추적은 수신 단말의 CS의 주소를 얻는 과정이다. 캐쉬를 이용한 위치 추적은 수신 단말의 CS를 알기 위한 절차인 HLS로의 질의 과정을 캐쉬의 정보를 이용함으로써 생략하는 것이다.

분산 호 처리 구조에서 호 설립은 항상 홈 망에 있는 여러 개의 HCS와 RCS에 의해 수행되므로 홈 망의 사용자가 로밍 중이라도 홈 망 내의 CS에 의해 호가 설립된다. 따라서 수신 단말의 호 제어를 담당하는 서버는 홈 망 내의 CS들로 국한된다. 이런 특성을 이용해서 각 CS에 캐쉬를 두어 발신측 CS에서 일어나

는 어떤 단말로의 첫 호에서, 수신 단말의 HLS로부터 단말이 서비스를 받았던 서버들의 서비스율에 관한 정보를 전송받아 기억 시켜둔다. 이 정보를 이 CS에서 발생하는 같은 수신 단말로의 다음 호에서 이용하게 되는 것이다. 캐쉬를 이용한 위치 추적에서 발신 CS의 위치 추적 과정은 다음과 같이 기술할 수 있다.

- ① 호 발생
- ② if (캐쉬에 정보가 존재)
- ③ then if(캐쉬를 이용한 기대 비용 < 기본 절차의 기대비용)
- ④ then 캐쉬가 지정한 CS로 호 설립
- ⑤ else 기존 위치 추적 절차 수행
- ⑥ else 기존 위치 추적 절차 수행

이 때 3번의 수행 과정은 캐쉬가 지정한 CS가 현재 수신 단말을 서비스하지 않을 가능성을 고려하므로써 위치 추적 비용을 최소화하기 위한 것이다. 기대 비용을 구하는 방법은 2절에서 설명한다. 5번의 기존 위치 추적 절차는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

- ① 발신측 CS가 수신측 HLS로 질의
- ② 수신 HLS는 수신측 CS의 주소 전송
- ③ 호 설립

본 논문에서 제안한 캐쉬를 이용한 위치 추적에서는 기존의 방법과 비교할 때 추가적인 하드웨어 비용을 요구한다. 각 CS는 캐쉬를 가져야하며, 각 망 단위로 존재하는 HLS의 메모리 용량은 서비스율에 대한 정보를 저장하기 위해 기존의 HLS가 가졌던 용량보다 커져야 할 것이다. 또, 앞서 설명한 바와 같이 캐쉬를 이용한 위치 추적의 장점에도 불구하고 서비스율의 전송을 위한 약간의 오버헤드가 있다. 그러므로 가능한한 통신 비용을 최소화하고 정보의 갱신이 필요한 때에 서비스율을 전송하는 것이 바람직하다. HLS에서 CS로 서비스율에 관한 정보의 전송은 두 가지 상황에서 이루어진다. 첫째 기본 호 설립 절차를 수행할 때 HLS는 CS로 수신 단말에 관한 위치 정보를 전송하게 되는데 이 때 그 수신 단말에 대한 서비스율 정보를 함께 전송한다. 둘째, 캐쉬가 실패했을 경우에 HLS에 대한 질의 과정이 있는데 이 때 수신 단말에 대한 서비스율 정보를 얻는다. 전송되는 서비스율에 관한 정보의 내용은 HCS들 중 가장 높은 서비스율을 가지는 서버의 서비스율, RCS의 서비스율이다. 따라

서 캐쉬 정보의 전송을 위한 추가적인 시그널링은 필요없으며 단지 기존 시그널에 캐쉬 정보의 첨가가 필요하다.

2. 기대 비용

이 절에서는 캐쉬에 수신 단말의 정보가 있을 때 캐쉬의 정보를 이용하거나 기본 절차를 이용하는 데 관한 결정 방법을 기술하고자 한다.

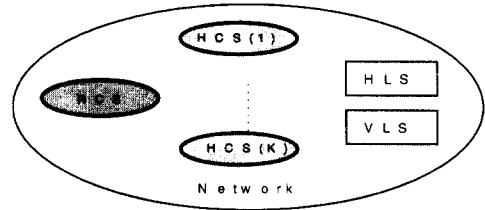


그림 3. 망의 호 제어 서버와 위치 관리 서버
Fig. 3. Call servers and location servers in network.

수신 단말의 홈 망이 그림 3와 같이 k 개의 HCS와 한 개의 RCS로 이루어질 때, 수신 단말이 홈 망의 클러스터에 있을 경우 k 개의 HCS중 하나에 의해 서비스를 받고, 다른 망에 있을 경우 RCS에 의해 서비스를 받을 것이다.

캐쉬에는 첫 호에 의해 단말의 HLS로부터 제공받은 수신 단말에 대한 CS의 서비스율에 관한 정보가 기억되어 있다. 어떤 단말이 HCS(i)에 의해 서비스 받을 확률을 μ_i 라고 하고, RCS에 의해 서비스 받을 확률을 μ_R 이라고 하면 그 단말이 CS들로부터 서비스 받을 확률은 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\sum_{i=1}^k \mu_i + \mu_R = 1 \tag{1}$$

캐쉬에 수신 단말에 대한 정보가 있을 때 이를 이용할 경우 그 정보가 적중하거나 혹은 실패할 수 있다. 적중할 경우는 상당한 비용을 절감할 수 있지만 실패할 경우 기본 절차의 수행 비용보다 더 많은 비용이 들 수 있다. 따라서 캐쉬의 서비스율 정보를 이용하여 미리 기대 비용을 구하고 이를 기본 절차의 비용과 비교하여 캐쉬 정보의 사용 여부를 결정한다. 캐쉬의 정보에서 HCS(i)의 서비스율이 가장 높다면 HCS(i)로 시그널을 전송하게 될 것이다. 이 때 캐쉬의 정보가 적중하였을 때의 시그널링 비용을 C_{s_i} 로 나타낸다. 또, 캐쉬의 정보에서 RCS의 서비스율이 가

장 높다고 나타났다면 RCS로 호 설립 시그널을 전송하게 되는데, 정보가 적중하였을 때의 시그널링 비용을 C_{s_h} 로 나타낸다. 캐쉬 정보가 실패했을 때의 시그널링 비용을 C_{f_h} 또는 C_{f_n} 로 나타내는데 C_{f_n} 는 수신 단말이 다른 HCS에 있어 실패한 경우의 비용이고 C_{f_h} 는 수신 단말이 로밍 중이어서 실패한 경우의 비용이다. 캐쉬의 정보에서 HCS(i)의 서비스율이 가장 높게 나타났을 때 캐쉬의 정보를 이용할 경우, 비용의 기대값은 $E_C(H)$ 라고 하고 RCS의 서비스율이 가장 높을 때 이 정보를 이용하여 시그널을 전송한 경우, 기대값은 $E_C(R)$ 로 나타내기로 한다.

호가 발생했을 때 수신 단말의 정보가 캐쉬에 있고, 캐쉬의 정보에서 HCS(a)의 서비스율이 가장 높다고 가정할 때 캐쉬의 정보를 이용할 경우 비용의 기대값은 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다. 이 때 μ_a 는 HCS(a)의 서비스율이다.

$$E_C(H) = C_{s_h}\mu_a + \sum_{\substack{i=1 \\ (i \neq a)}}^k C_{f_h}\mu_i + C_{f_n}\mu_n \quad (2)$$

호가 발생했을 때 수신 단말의 정보가 캐쉬에 있고, 캐쉬의 정보에서 RCS의 서비스율이 가장 높다고 가정할 때 RCS로 바로 호 설립 시그널을 보낼 경우 비용의 기대값은 다음과 같다.

$$E_C(R) = C_{s_r}\mu_r + \sum_{i=1}^k C_{f_r}\mu_i \quad (3)$$

다음으로, 캐쉬의 정보를 사용하지 않을 경우 비용의 기대값을 구해본다. 기본 호 설립 절차에서 HCS(i)에 단말이 있을 경우 호 설립 비용을 B_H 로 나타내고 RCS에 단말이 있을 경우 호 설립 비용을 B_R 이라고 한다. 캐쉬의 정보를 사용하지 않을 경우 비용의 기대값 E_B 는 식 (4)와 같다.

$$E_B = \sum_{i=1}^k B_H\mu_i + B_R\mu_r \quad (4)$$

캐쉬의 정보를 이용하려면 캐쉬의 정보를 이용했을 때의 비용의 기대값이 기본 절차의 비용의 기대값보다 적어야 된다. 즉,

$$E_C(H) \leq E_B \quad (5a)$$

$$E_C(R) \leq E_B \quad (5b)$$

III. 시뮬레이션

이 장에서는 분산 호 처리 구조에서 캐쉬의 유용성을 검증하기 위해 다음과 같은 4가지 경우를 가정하고 이를 시뮬레이션한다.

CASE (I) : 다른 망을 홈 망으로 하는 수신 단말에서 HCS(a)의 서비스율이 가장 높은 경우

CASE (II) : 다른 망을 홈 망으로 하는 수신 단말에서 RCS의 서비스율이 가장 높은 경우

CASE (III) : 같은 홈 망에 속하는 수신 단말에서 HCS(a)의 서비스율이 가장 높은 경우

CASE (IV) : 같은 홈 망에 속하는 수신 단말에서 RCS의 서비스율이 가장 높은 경우

이 장의 1절에서는 각 경우의 시뮬레이션에서 기대 비용 계산을 위해 필요한 시그널링 비용을 계산한다. 2절에서는 각 경우에 대한 기대 비용을 1절의 식들을 이용해서 구한다. 3절에서는 시뮬레이션 방법과 결과를 보인다.

1. 시그널링 비용

이 절에서는 앞서 언급한 4가지 시뮬레이션 경우에서 필요한 시그널링 비용을 계산한다. 분산 호 처리 구조에서 위치 추적 비용은 송,수신 단말의 위치에 따라 다르다. 발신측이 홈 망에 있다고 가정하고, 수신측의 위치에 따라 다음 4가지 상황에서 1.캐쉬를 사용하지 않을 때(기본 절차), 2.캐쉬의 위치 정보가 적중했을 때, 3.캐쉬의 위치 정보가 실패했을 때의 수신 단말의 위치 추적을 위한 비용을 계산한다.

- ① 홈 망에 있는 단말이 다른 홈 망에 있는 단말로 호 요청
- ② 홈 망에 있는 단말이 다른 홈 망에 속하면서 로밍중인 단말로 호 요청
- ③ 같은 홈 망에 있는 단말로 호 요청
- ④ 같은 홈 망에 속하면서 로밍 중인 단말로 호 요청

이 때 각 시그널링 비용과 데이터 검색 비용은 다음과 같이 정의하고 캐쉬를 검색하는 비용은 무시하기로 한다.

- C_i : 망 내 서버간의 시그널링 비용
- C_o : 망 외 서버간의 시그널링 비용
- Q_h : HLS의 데이터 검색 비용
- Q_v : VLS의 데이터 검색 비용

비용 계산에서 발신측의 MS(Mobile Station)에서 BS(Base Station)로, BS에서 HCS로의 시그널은 각 경우에 공통적으로 포함되므로 비용 계산에 포함시키지 않기로 한다.

1) 홈 망에 있는 단말이 다른 홈 망에 있는 단말로 호 요청

분산 호 처리 시스템에서 홈 망에 있는 단말이 다른 홈 망에 있는 단말로 호를 요청할 때 기존의 위치 추적을 위한 시그널 흐름은 그림 1과 같다. 이 때 위치 추적 비용 B_H 는 다음과 같다.

$$B_H = C_i + 3C_i + Q_h \quad (6)$$

그림 4는 캐쉬 정보가 적중한 경우이며 시그널링 비용 C_{S_h} 는 다음과 같다.

$$C_{S_h} = C_i + C_o \quad (7)$$

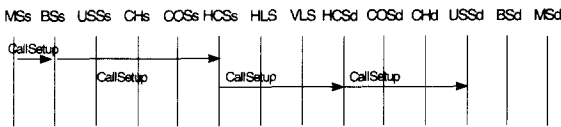


그림 4. 캐쉬 정보가 적중한 경우
Fig. 4. Signal flow of successful caching.

그림 5는 실패한 경우의 시그널링 절차를 나타낸다. 수신측 HCS는 자신의 서비스 영역내에 단말이 없다고 판단되면 바로 수신측 HLS로 수신단말의 위치를 질의하고 HLS로부터 현재 수신 단말을 서비스하고 있는 CS에 관한 정보를 얻는다. 이를 다시 발신측 HCS에게 전송한다.

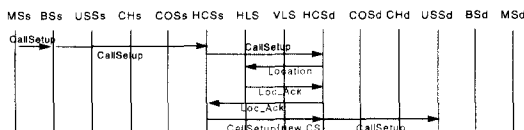


그림 5. 캐쉬 정보가 실패한 경우
Fig. 5. Signal flow of failed caching.

캐쉬 정보가 실패했을 때 수신 단말의 위치는 다음 두 가지 경우가 있다.

첫째, 수신 단말이 로밍일 경우이며 시그널링 비용 식은 식 (8)과 같다.

$$C_{f_h} = 2C_i + 4C_o + Q_h \quad (8)$$

둘째, 수신 단말이 홈 망 내의 다른 클러스터에 있을 경우 시그널링 비용은 식 (9)와 같다.

$$C_{f_h} = 3C_i + 3C_o + Q_h \quad (9)$$

2) 홈 망에 있는 단말이 다른 홈 망에 속하면서 로밍중인 단말로 호 요청

홈 망에 있는 단말이 다른 로밍 망에 있는 단말로 호 요청을 한 경우 그림 2와 같은 위치 추적 시그널이 전송된다. 이 때 위치 추적 비용 B_R 은 다음과 같다.

$$B_R = 6C_o + Q_h + Q_v \quad (10)$$

캐쉬가 있고 홈 망에 있는 단말이 다른 로밍 망에 있는 단말로 호 요청을 했을 때 캐쉬에서 지정한 서버에 수신 단말이 있는 경우 시그널 흐름은 그림 6과 같다.

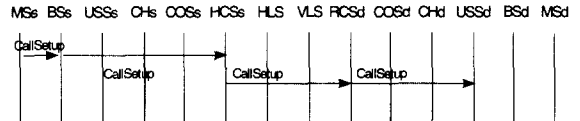


그림 6. 캐쉬 정보가 적중한 경우
Fig. 6. Signal flow of successful caching.

이 때 시그널링 비용 C_{S_r} 는 다음과 같다.

$$C_{S_r} = 2C_o \quad (11)$$

캐쉬에서 지정한 서버에 수신 단말이 없는 경우 시그널 흐름은 그림 7과 같다.

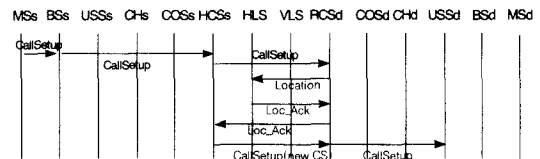


그림 7. 캐쉬 정보가 실패한 경우
Fig. 7. Signal flow of failed caching

캐쉬 정보가 실패할 경우는 수신 단말이 홈 망으로 들어와 있는 경우이다. 따라서 비용식은 식 (12)와 같다.

$$C_{f_h} = 3C_i + 3C_o + Q_h \quad (12)$$

3) 같은 홈 망에 있는 단말로 호 요청

같은 홈 망에 속하면서 홈 망에 있는 단말로 호를 요청한 경우 시그널의 흐름은 그림 1과 같다. 이 때 위치 추적 비용은 다음과 같다.

$$B_H = 4C_i + Q_h \quad (13)$$

캐쉬에 정보가 있고 같은 홈 망에 있는 단말간에 호 요청했을 때 캐쉬의 정보가 적중한 경우, 시그널의 흐름은 그림 4와 같다. 이 때 시그널을 위한 비용은 다음과 같다.

$$C_{S_n} = 2C_i \quad (14)$$

캐쉬 정보가 실패할 경우는 다음 두 가지이다. 첫째 수신 단말이 로밍 중인 경우, 둘째 수신 단말이 홈 망의 다른 클러스터로 이동한 경우이다. 각 경우의 비용식을 식 (15), (16)에서 나타내었다.

$$C_{f_n} = 5C_i + C_o + Q_h \quad (15)$$

$$C_{f_h} = 6C_i + Q_h \quad (16)$$

이 때 시그널의 흐름은 그림 5와 같다.

4) 같은 홈 망에 속하면서 로밍 중인 단말로 호 요청

그림 2는 같은 홈망에 속하면서 로밍 중인 단말로 호 요청이 발생한 경우의 시그널 흐름이며 위치 추적 비용은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$B_R = 3C_i + 3C_o + Q_h + Q_v \quad (17)$$

캐쉬 정보를 이용했을 때, 캐쉬 정보가 맞았을 경우의 비용은 식 (18)과 같으며 시그널의 흐름은 그림 6과 같다.

$$C_{S_n} = C_i + C_o \quad (18)$$

캐쉬 정보가 맞지 않을 경우는 수신 단말이 홈 망으로 들어온 경우 뿐이다. 따라서 비용은 식 (19)와 같고 시그널 흐름은 그림 7와 같다.

$$C_{f_h} = 6C_i + Q_h \quad (19)$$

2. 각 경우의 기대 비용

이 절에서는 2.2절과 3.1절에서 구한 식을 이용하여

각 경우의 기대 비용을 구해 본다.

CASE(I): 다른 망을 홈 망으로 하는 수신 단말에서 HCS(a)의 서비스율이 가장 높은 경우 먼저 캐쉬의 정보를 사용할 경우 기대값은 식 (2)에 식 (7), (8), (9)를 대입하면 구할 수 있다.

$$E_C(H) = (C_i + C_o)\mu_r + \sum_{\substack{j=1 \\ (j \neq a)}}^k (3C_i + 3C_o + Q_h)\mu_j + (2C_i + 4C_o + Q_h)\mu_n \quad (20)$$

기존 절차에 의한 기대값은 식 (21)와 같다. 이는 식 (4)에 식 (6)과 식 (10)를 대입한 식이다.

$$E_B = \sum_{j=1}^k (C_i + 3C_o + Q_h)\mu_j + (6C_o + Q_h + Q_v)\mu_R \quad (21)$$

CASE(II): 다른 망을 홈 망으로 하는 수신 단말에서 RCS의 서비스율이 가장 높은 경우 캐쉬 정보를 이용할 경우 기대값은 식 (3)에 식 (11), (12)을 대입한 식이다.

$$E_C(R) = 2C_o\mu_R + \sum_{j=1}^k (3C_i + 3C_o + Q_h)\mu_j \quad (22)$$

기존 절차를 따를 경우 기대값은 식 (4)에 식 (6)과 식 (10)를 대입한 값이다.

$$E_B = (6C_o + Q_h + Q_v)\mu_R + \sum_{j=1}^k (C_i + 3C_o + Q_h)\mu_j \quad (23)$$

CASE(III): 같은 홈 망에 속하는 수신 단말에서 HCS(a)의 서비스율이 가장 높은 경우 캐쉬 정보를 이용할 경우 기대값은 식 (2)에 식 (14), (15), (16)을 대입하여 구할 수 있다.

$$E_C(H) = 2C_i\mu_n + \sum_{\substack{j=1 \\ (j \neq a)}}^k (6C_i + Q_h)\mu_j + (5C_i + C_o + Q_h)\mu_n \quad (24)$$

기존 절차를 따를 경우 기대값은 식 (4)에 식 (13)과 식 (17)를 대입한 결과이다.

$$E_B = \sum_{j=1}^k (4C_i + Q_h)\mu_j + (3C_i + 3C_o + Q_h + Q_v)\mu_R \quad (25)$$

CASE(IV): 같은 홈 망에 속하는 수신 단말에서 RCS의 서비스율이 가장 높은 경우 캐쉬 정보를 이용할 경우 기대값은 식 (3)에 식 (18)과 식 (19)을 대입한 식이다.

$$E_C(R) = (C_i + C_o)\mu_R + \sum_{j=1}^k (6C_i + Q_h)\mu_j \quad (26)$$

기존 절차를 따를 경우 기대값은 식 (4)에 식 (13)과 식 (17)를 대입한 결과이다.

$$E_B = (3C_i + 3C_o + Q_h + Q_v)\mu_R + \sum_{j=1}^k (4C_i + Q_h)\mu_j \quad (27)$$

3. 시뮬레이션 결과

이 절에서는 제안한 위치 추적 방법과 기존 방법의 위치 추적 비용을 시뮬레이션하여 그 결과를 비교해 본다.

시뮬레이션 결과를 정량화하기 위해 CASE (I), (III)에 대해 표 1과 같이 파라미터 값을 가정한다.

표 1. CASE (I)과 CASE(III)에 대한 파라미터 값

Table 1. Parameters for CASE (I) and CASE(III).

Parameter	case 1	case 2	case 3	case 4
C_i	1	1	1	1
C_o	2	2	2	2
k	5	10	5	10
μ_R	$\frac{1-x}{k}$	$\frac{1-x}{k}$	$\frac{2(1-x)}{k+1}$	$\frac{2(1-x)}{k+1}$
μ_i	$\frac{1-x}{k}$	$\frac{1-x}{k}$	$\frac{1-x}{k+1}$	$\frac{1-x}{k+1}$
μ_a	x	x	x	x
Q_h	0	0	0	0
Q_v	0	0	0	0

표 1에서 C_i 값은 1로 두고 $C_o = 2C_i$ 로 가정한다. 클러스터의 개수인 k 값이 5, 10일 때 μ_R 의 값을 HCS의 서비스율과 같게 두거나 HCS 서비스율의 2 배로 하여 시뮬레이션 해본다. 이 때 HLS와 VLS의 질의 비용은 0으로 가정한다. x 축에서 μ_a 의 최소값은 case1~case4에서 다르게 나타나는데 이는 μ_a 가 다음과 같은 조건을 항상 만족해야 하기 때문이다.

- ① $\mu_a \geq \mu_i \quad (1 \leq i \leq k, a \neq i)$
- ② $\mu_a \geq \mu_R$

이와 같은 조건은 표 1에 나타난 파라미터 값을 대입하여 구할 수 있다.

CASE (II), (IV)의 시뮬레이션에서 파라미터 값은 표 2와 같이 가정한다.

x 축에서 μ_R 의 최소값은 case1~case2에서 다르게 나타나는데 μ_R 는 다음과 같은 조건을 항상 만족해야 하며 표 2에 나타난 파라미터 값을 대입하여 구할 수 있다.

$$\mu_a \geq \mu_i \quad (1 \leq i \leq k)$$

제안한 프로토콜-그래프의 *Caching* 곡선-의 시뮬레이션에서는 호가 발생했을 때 캐쉬에 수신 단말에 대한 서버들의 서비스율에 관한 정보가 있다고 가정한다. 그래프의 x 축은 가장 높은 서비스율을 갖는 서버의 서비스율을 나타내며 x 축의 각 눈금 단위의 서비스율에 대해 100개의 호를 발생시켰다. 이 때 그 서버에 수신 단말이 있다면 캐쉬 정보가 성공한 경우의 비용이 가산되고, 단말이 없다면 캐쉬 정보가 실패한 경우의 비용이 가산된다. 수신 단말이 위치한 서버는 표 1 또는 표2의 서비스율과 같은 확률을 가지고 랜덤하게 선택된다.

표 2. CASE (II)과 CASE(IV)에 대한 파라미터 값

Table 2. Parameters for CASE (II) and CASE(IV).

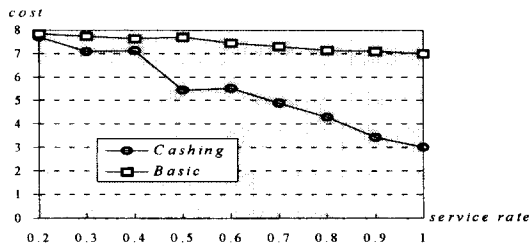
Parameter	case 1	case 2
C_i	1	1
C_o	2	2
k	5	10
μ_R	x	x
μ_i	$\frac{1-x}{k}$	$\frac{1-x}{k}$
Q_h	0	0
Q_v	0	0

기존 위치 추적 방법-그래프의 *Basic*곡선-의 시뮬레이션은 캐쉬를 사용한 시뮬레이션과 같은 환경에서 수행되며 수신 단말이 위치한 서버에 따라 계산된 기존 절차의 비용이 가산된다.

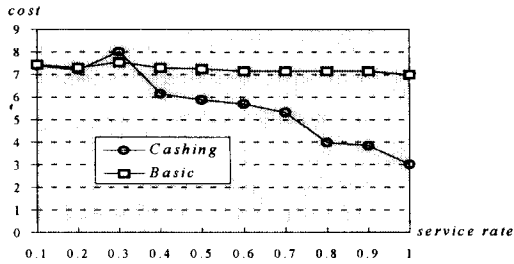
다음은 제안한 위치 추적 방법과 기존 위치 추적 방법에 대한 시뮬레이션 결과를 그래프로 나타내었다.

그림 8에서 캐쉬를 이용할 경우 서비스율이 증가함에 따라 비용이 감소하며 기존 방법은 거의 변화가 없다. 이는 캐쉬 정보에 따라 서비스율이 가장 높은 서버로 호 설립 시그널을 보냈으나 수신 단말이 그 서버에 있지 않은 경우가 많이 발생하였기 때문이다.

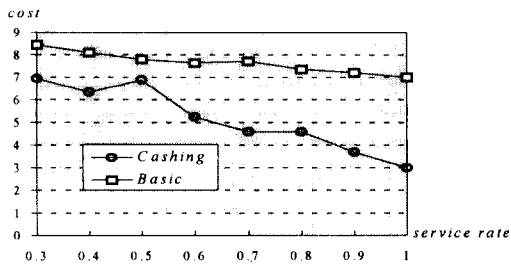
그림 9에서 캐쉬를 이용할 경우 서비스율이 증가함에 따라 비용이 감소한다. 기존 프로토콜에서 단말이 RCS에 의해 서비스 받을 경우 위치 추적 비용은 12이고 HCS에 의해 서비스 받을 경우 비용은 7이다. 따라서 RCS의 서비스율이 1에 가까워질수록 비용은 12에 근접하고 RCS의 서비스율이 0에 접근할수록 비용은 7에 가까워진다.



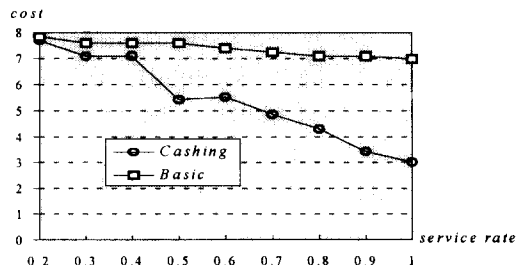
(a) case 1



(b) case 2

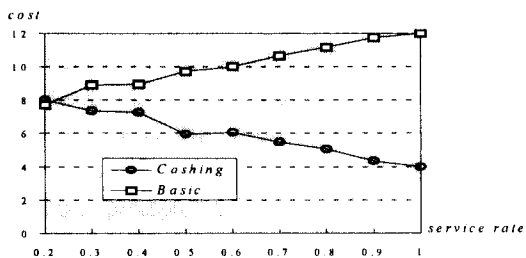


(c) case 3

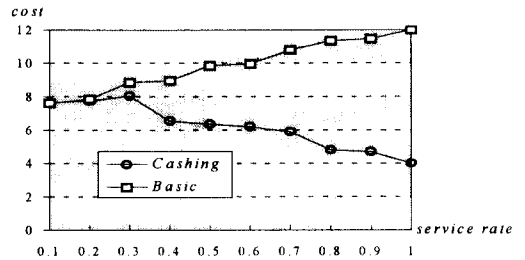


(d) case 4

그림 8. CASE (I)에 대한 시뮬레이션 결과
Fig. 8. Simulation result for CASE (I).

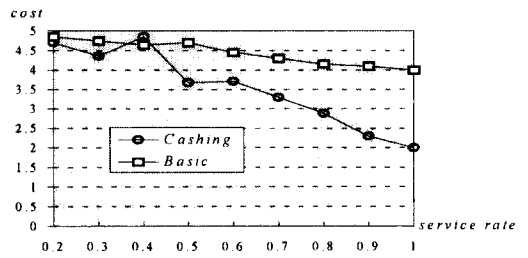


(a) case 1

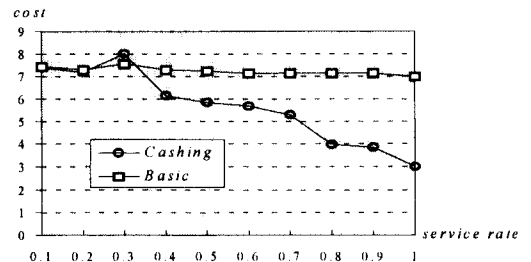


(b) case 2

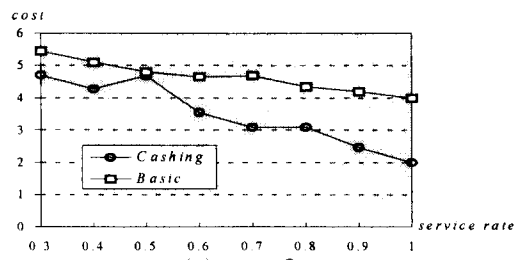
그림 9. CASE (II)에 대한 시뮬레이션 결과
Fig. 9. Simulation result for CASE (II).



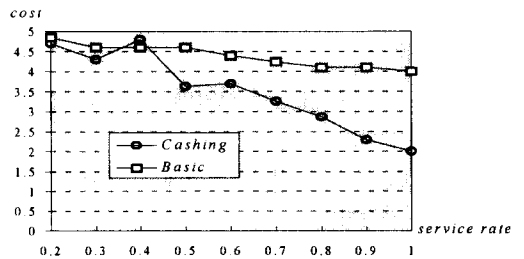
(a) case 1



(b) case 2

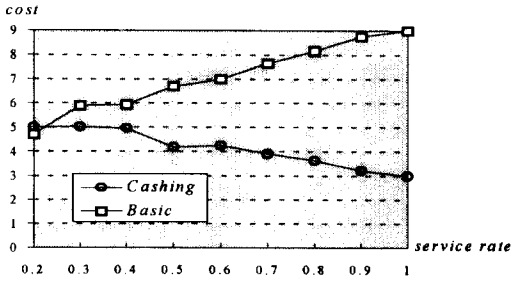


(c) case 3

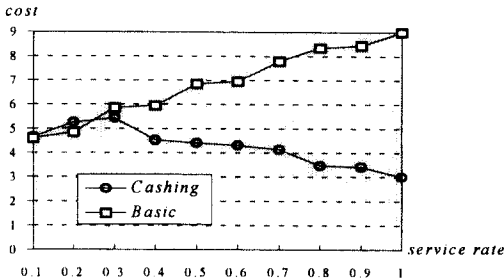


(d) case 4

그림 10. CASE (III)에 대한 시뮬레이션 결과
Fig. 10. Simulation result for CASE (III).



(a) case 1



(b) case 2

그림 11. CASE (IV)에 대한 시뮬레이션 결과
Fig. 11. Simulation result for CASE (IV).

그림 11은 (I)의 경우보다 비용의 차가 적으나, 캐쉬를 이용할 경우 서비스율이 증가함에 따라 비용이 감소하며 기존 프로토콜은 거의 변화가 없다.

시뮬레이션 결과, 캐쉬를 이용한 프로토콜의 경우 가장 높은 서비스율을 갖는 서버의 서비스율이 증가할 수록 비용이 감소되며 기존 프로토콜의 비용보다 현저하게 적어짐을 알 수 있다. 여기서의 결과는 데이터 베이스의 질의에 대한 비용을 0으로 두었고 망 외 시그널링 비용을 망 내 시그널링 비용의 단지 2배로 고정시켰으므로 기대 비용의 차는 더 커질 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 분산 호 처리 구조에 적합한 위치 추적 방법을 제안하고 시뮬레이션을 통해 기존 위치 추적 방법의 비용과 비교해 보았다. 그 결과, 위치 추적을 위한 시그널링 비용은 가장 높은 서비스율을 갖는 CS의 서비스율에 의해 영향을 받으며, 망 외 시그

널링 비용을 망 내 시그널링 비용의 두 배로 가정했을 때 서비스율이 0.2~0.4이상이면 제안한 방법이 기존 위치 추적 절차의 비용보다 적어짐을 보였다. 이는 앞으로의 무선 통신 서비스 인구의 증가에 따른 위치 추적 시그널링 비용의 증가 문제를 해결하는데 기여할 것이며 HLS와 같은 서버의 병목 현상을 해결해 줄 것이다.

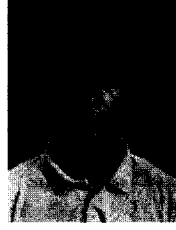
참 고 문 헌

- [1] Ravi Jain, Yi-Bing Lin, Charles Lo, and Seshadri Mohan, A Caching Strategy Reduce Network Impacts of PCS, IEEE JSAC, vol. 12, no.8, Oct. 1994.
- [2] Yi-Bing Lin, Determining the User Locations For Personal Communications Services Networks, IEEE Transaction on Vehicular Technology, vol. 43, no. 3, Aug. 1994.
- [3] Thomas F. La Porta, Malathi Veeraraghavan, Philip A. Treventi, and Ramachandran Ramjee, Distributed Call Processing for Personal Communications Services, IEEE Communications Mag., June 1995.
- [4] Malathi Veeraraghavan, Thomas F. La Porta, and Ramachandran Ramjee, A Distributed Control Strategy For Wireless ATM Networks, Proc. of ICC. pp. 750-755, 1995.
- [5] Malathi Veeraraghavan, Thomas F. La Porta, An Improved Mobile Tracking and Location Procedure for ATM-based PCNs, Proc. of IEEE GLOBECOM. pp. 6-11, Nov. 1995.
- [6] Thomas F. Porta, Malathi Veeraraghavan and RichardW. Bukens, Comparison of Signaling Loads for PCS System, IEEE/ACM Transaction on Network, vol. 4, no. 6, Dec. 1996.

 저 자 소 개


朴 宣 映(正會員)

1990년 경북대학교 컴퓨터공학과 공학사. 1993년 경북대학교 컴퓨터공학과 공학석사. 1995년 ~ 현재 경북대학교 컴퓨터공학과 박사과정. 관심분야는 이동통신, 통신 프로토콜, ATM, 멀티미디어통신


李 源 烈(正會員)

1987년 경북대학교 전자공학과 공학사. 1993년 경북대학교 컴퓨터공학과 공학석사. 1993년 ~ 현재 경북대학교 컴퓨터공학과 박사과정 재학중. 관심분야는 멀티미디어 전송 프로토콜, PCS망 관리 프로토

콜, ATM.


韓 基 俊(正會員)

1979년 서울대학교 전기공학과 졸업. 1981년 한국과학기술원 전기공학과 졸업(석사). 1985년 University of Arizona 전기 및 전산공학과 졸업(석사). 1987년 University of Arizona 전기 및 전산공학과 졸업(박사). 1981년 ~ 1984년 국방과학연구소 연구원. 1988년 ~ 현재 경북대학교 컴퓨터공학과 부교수. 관심분야는 전산망 프로토콜, 멀티미디어 통신망, B-ISDN, MAN/LAN, 분산처리