

論文2001-38TC-9-1

핸드오프 호의 분류를 이용한 2-레벨 자원 예약 및 호 수락 제어 방식

(A Two-Level Resource Reservation and Call Admission Control Scheme By Discriminating Handoffs)

李源烈*, 張聖植**, 卞兌榮***, 韓基俊****

(Won-Yeoul Lee, Seong-Sik Jang, Tae-Young Byun, and Ki-Jun Han)

요약

대부분의 핸드오프 제어 기법들은 셀에 핸드오프를 위한 자원을 미리 예약하여 적절한 수준의 QoS를 제공할 수 있도록 하고 있다. 미리 예약된 자원은 오직 핸드오프만을 위해 사용되는데 예약 자원의 크기를 적절히 정하지 못하면 상당한 망 자원의 낭비를 초래하게 된다. 이러한 문제를 해결하고자 본 논문에서는 이동 단말들의 경로별 이동 발생 빈도를 기준으로 핸드오프 호의 종류를 2 가지로 분류하여 차별적으로 자원 예약을 수행하는 2-레벨 자원 예약 방식과 핸드오프의 종류에 따라 예약 자원을 차별적으로 운용할 수 있는 호 수락 제어 방식을 제안한다. 본 논문에서 제안한 2-레벨 자원 예약 방식과 호 수락 제어의 효율성 검증 을 위해 기존의 핸드오프 제어 방식과의 성능 비교 실험을 한 결과 본 논문의 방식이 사용자 QoS를 저하시키지 않고 망 자원을 효율적으로 이용할 수 있음을 보였다.

Abstract

Most handoff control schemes try to offer the negotiated QoS by resource reservation for handoff calls. However, it is very difficult to determine the optimal amount of reservation resource for the handoff calls, and sometimes a considerable waste of network resource may be caused. In order to solve this problem, we propose a 2-level resource reservation and call admission control scheme. In our scheme, handoffs are classified into two types (primary and secondary) based on how often they occur and are dealt with in different ways. Simulation results show that our scheme may allow more efficient utilization of network resource without degrading QoS comparing with the existing with legacy handoff control scheme.

I. 서론

이동 통신망에서 제공되어야 하는 대표적인 서비스가 단말의 이동성을 보장해 주는 이동성 제어인데^{[1][2]} 이동성 제어는 다시 핸드오프 제어와 위치 제어로 이루어진다. 핸드오프 제어는 호가 개시된 상태에서 단말의 이동에 관한 제어를 수행하는 서비스이며^{[3][4][5]} 단말의 현재 위치 등록과 위치 파악에 관련된 제어 동작이 위치 제어에 해당한다^{[6][7]}.

셀룰러망에서 핸드오프 제어 방식은 QoS 제공과 밀

* 正會員, 聖心外國語大學 情報通信學部

(Sungsim College of Foreign Languages)

** 正會員, 金泉大學 電算情報處理科

(KimCheon College)

*** 正會員, 慶州大學校 컴퓨터電子工學部

(KyungJu University)

**** 正會員, 慶北大學校 컴퓨터工學科

(KyungPook National University)

接受日: 2001年1月17日, 수정완료일: 2001年8月26日

접한 관계가 있다. 즉 새로운 호를 요청하여 실패한 경우(new call dropping)와 진행 중이던 호가 이동 중에 끊겨 버리는 경우(handoff blocking)가 있을 때 사용자는 후자의 경우를 훨씬 더 불쾌하게 생각한다. 그러므로 이동 통신망은 신규 호보다 핸드오프 호에 대하여 더 높은 우선 순위를 부여하여 우선적으로 서비스하는 정책이 필요하다. 이를 위해 핸드오프 호를 위한 자원을 미리 예약하여 일정한 수준 이상의 핸드오프 성공률을 보장해 주어 신규 호에 비해 차별화 된 서비스를 제공하는 것이 대표적인 방식이다^{[8][9][10][11][12]}.

핸드오프 제어는 셀룰러망에서 핸드오프 호에 대해 적절한 수준의 QoS를 제공하기 위해 수행하는 모든 동작을 의미하며 연결 재 설정, 자원 예약, 핸드오프 추측, 핑퐁 현상 억제, 호 수락 제어, 단말 정보 데이터베이스(HLR, VLR 등) 관리 등 많은 종류의 동작이 있다. 자원 예약은 신규 호에 비해 상대적으로 핸드오프 호에 대해 높은 우선 순위의 서비스를 제공하기 위한 도구이다. 그러나 핸드오프 호의 발생이 불규칙하므로 적절한 자원 예약이 어렵다는 문제가 있다. 즉 과도한 자원 예약은 여유 자원이 있음에도 불구하고 신규 호의 실패율을 증가시켜 망 자원 이용률을 떨어뜨리는 단점이 있으며 자원 예약이 충분치 않으면 망 자원 이용률은 만족시킬 수 있으나 원래 의도한 핸드오프 호에 대한 QoS 제공이 어렵다는 단점이 있다. 따라서 적절한 예약 자원의 크기를 결정하는 문제와 예약 된 자원을 효율적으로 이용하여 망 자원의 이용률을 높일 수 있는 호 수락 제어가 핸드오프 제어에서 중요한 문제임을 알 수 있다.

기존의 방식들이 취한 자원 예약 방식과 호 수락 제어에서는 다양한 방법으로 해결책을 제시하고 있다. [13]에서는 인접 셀의 상태를 이용하여 예약 자원의 크기를 결정하고 [14]에서는 Shadow Cluster 개념을 도입하여 통신 중인 단말의 현재 위치로부터 주변 셀들의 영향력을 분석하여 자원 예약을 수행하며 [8][9][10][15]에서는 향후 단말들의 이동을 예측하여 자원 예약을 수행하는 등의 기법들을 제안하고 있다. 그리고 [16]에서는 셀룰러망을 중첩 셀 구조로 구축하여 망 자원을 효율적으로 분배하는 방식을 제안하고 있다. 그러나 이러한 대부분의 방식들은 단말기 각각의 정보를 이용하므로 구현 시 상당히 큰 처리 오버헤드를 감수해야 한다는 단점이 있다.

본 논문에서는 앞서 살펴본 핸드오프 제어의 문제점

인 자원 예약으로 인한 망 자원 이용률의 감소 문제를 해결하기 위해 각각의 셀에서 발생하는 핸드오프 정보와 위치 제어 정보를 이용하여 단말의 이동 성향을 파악한 다음 이를 이용하여 각 셀에서 필요로 하는 예약 자원의 크기를 산출한다. 그리고 산출된 예약 자원 크기 중에서 일부는 순수한 핸드오프 호용 자원으로 예약하고(hard resource reservation) 나머지 일부는 핸드오프 호와 신규 호를 위한 자원으로 예약하여(soft resource reservation) 효율적 망 자원 이용을 가능하게 하는 2-레벨 자원 예약 방식을 제안하고, 2-레벨 예약 자원을 효율적으로 운영하기 위한 탄력적인 호 수락 제어 방식을 제안한다.

본 논문의 구성은 2장에서 기존의 핸드오프 제어 방식에 대해 살펴보고 각각의 문제점들을 분석한 다음 그 해결책을 제시한다. 3장에서는 본 논문에서 제안하는 2-레벨 자원 예약 방식과 호 수락 제어 방식을 설명하고 이 방식들을 위해 본 논문에서 제안하는 핸드오프 호 분류에 대해 살펴본다. 4장에서는 본 논문에서 제안하는 2-레벨 자원 예약 방식과 호 수락 제어 방식의 성능 평가를 시뮬레이션을 통해 검증하고 5장에서 결론을 맺는다.

II. 기존의 핸드오프 제어 방식과 문제점

본 장에서는 지금까지 제안된 핸드오프 제어 방식과 자원 예약 방식에 대해 살펴보고 각각의 문제점들을 살펴본다. 그리고 그 문제점의 발생 요인을 분석하고 해결책을 제시한다.

1. 기존의 핸드오프 제어 방식

[8][9][10]에서 제안한 방법들은 모두 진행 중인 호들의 정보를 이용하여 이동할 인접 셀을 예측하고 그 인접 셀에 핸드오프를 위한 자원을 예약하는 방법을 취하고 있다. 그러나 이러한 핸드오프 제어 방식은 신규 호에 대한 QoS는 고려하지 않고 오직 핸드오프 호의 QoS 만을 고려하므로 셀룰러망 전체자원의 효율적인 이용을 불가능하게 하는 단점을 가지고 있다.

[14]에서는 호 개시 중에 있는 단말의 현재 위치에서부터 활동 이동 확률(Active Mobile Probability)을 구하고 이를 이용하여 특정 시간 후에 특정 셀에 있을 확률을 구하여 Shadow Cluster를 구성한다. Shadow Cluster의 정확성은 활동 이동 확률에 의해 결정되는데

활동 이동 확률의 정확성은 단말의 이동 성향에 의해 결정된다. 이 방식의 단점은 단말마다 Shadow Cluster가 구성되어야 한다는 오버헤드와, 예측과 달리 단말이 이동할 때 새로운 Shadow Cluster가 구성되어야 한다는 것, 그리고 정확한 활동 이동 확률을 구하기 어렵다는 것이 가장 큰 단점이라 할 수 있다.

[16]에서는 셀룰러망의 구조를 계층적 중첩 셀 구조로 구성하여 망 자원을 효율적으로 이용하는 방안으로, 계층적 셀 구조란 마이크로 및 피코 셀 구조와 매크로 셀이 혼합된 형태의 망 구조를 의미한다. 이 방식에서는 마이크로 셀에 핸드오프 호가 진입할 때 여유 자원이 없으면 매크로 셀의 자원을 할당하여 핸드오프 호를 우선 처리하는 방식으로, 향후 셀룰러망의 구조가 2 단계 구조(two-tier architecture)에서 계층적 구조(hierarchical architecture)로 변화하는 것이 유리하다는 가정에서 계층적 중첩 셀 구조의 자원 이용 방식을 제안하고 있다. 그러나 계층적 구조의 데이터베이스 관리의 오버헤드 등의 문제가 여전히 남아있으므로 이 방식의 효용가치는 미지수라 할 수 있다. 이러한 방식들이 외에도 가드 채널(guard channel) 방식, 큐잉 핸드오프(queueing of handoff) 방식 등 많은 핸드오프 제어 방식들이 제안되었다.

2. 기존 방식의 문제점 분석 및 해결 방안

적절한 예약 자원의 크기를 결정하고 예약하는 방식으로 고정된 값을 할당해서 예약하는 정적 예약 방식(static reservation scheme)^[17]과 예약 자원의 크기를 상황에 따라 동적으로 결정하는 동적 예약 방식(dynamic reservation scheme)^[8]이 있다. 현재 대부분의 자원 예약에 관한 연구는 동적 예약 방식에 관심을 가지고 있다^{[8][9][10]}. [9]에서는 이러한 동적 자원 예약 방식의 예약 자원의 크기를 식 (1)과 같이 하였다.

$$B_R = \sum_i B(C_{i,j}) P_h(C_{i,j} \rightarrow 0) \quad (1)$$

식 (1)에서 $B(C_{i,j})$ 는 i 번째 셀의 j 호의 자원을 나타내고 $Ph(C_{i,j} \rightarrow 0)$ 은 $C_{i,j}$ 가 0번 셀로 핸드오프 할 확률을 나타낸다. 식 (1)과 같이 자원을 예약할 경우는 $\sum_i B(C_{i,j})$ 가 지속적으로 변화하기 때문에 다음과 같은 문제들이 있다. 첫 번째 문제로 기지국간의 관련신호가 증가한다. 새로운 호가 발생할 때, 핸드오프 호가 진입할 때, 호가 종료할 때, 호가 핸드오프 되어 나갈 때 그리고 예상하

지 못한 셀로 핸드오프 될 때 등의 모든 경우에 대한 관련 신호를 인접기지국과 전달하여야 한다. 두 번째 문제는 셀에서 발생하는 호의 변동 상황을 제한된 시간 내에 인접 셀에 전달하여야 한다는 것이다. 이것은 호의 이동이 빈번할 때 시스템의 부하가 증가함과 동시에 또 다른 부담을 가중시키는 것이 되어 시스템에 심각한 영향을 미칠 수 있다.

앞서 살펴본 바와 같이 핸드오프 제어의 가장 중요한 동작은 예약할 자원의 크기에 대한 예측 방식과 예약된 자원을 운용하는 호 수락 제어 방식으로 볼 수 있다. 기존의 핸드오프 제어 방식들이 가지고 있는 자원 예약 및 호 수락 제어 관련 문제는 제어 방식의 복잡성과 모든 핸드오프 호에 대해 일률적인 제어 적용 방식 그리고 각 셀들의 지역적인 특성을 고려하지 않아 지역별 핸드오프 성향을 적절히 고려할 수 없다는 것으로 요약할 수 있다.

첫 번째 문제로 제어 방식의 복잡성 문제를 보면 [11][14][15][18]에서의 방식과 같이 모든 단말에 대한 정보를 이용하여 발생하는 복잡성과 자원 예약이 동적으로 이루어짐으로써 발생하는 복잡성 문제가 있다. 특히 단말 단위의 정보를 이용하는 경우에는 단말이 이동할 때마다 관련 제어 동작이 수행되어야 하므로 시스템에 상당한 부담을 줄 수 있다. 이러한 복잡성 문제 해결을 위해서는 간단한 핸드오프 제어 방식이 필요하며 기존의 셀룰러망에서 이루어지고 있는 동작을 이용할 수 있어야 한다.

두 번째 문제로 모든 핸드오프 호에 대한 일률적인 제어 적용 방식은 [15]에서 제안한 방식을 제외하고 거의 모든 핸드오프 제어 방식에서 취하고 있는 방식이다. 이것은 핸드오프 호가 발생할 때 호 수락 제어를 통한 자원 운용 시 융통성을 발휘할 수 없어 망 자원 이용률의 저하를 초래한다. 기존의 방식에서는 이를 해결하기 위해 동적인 자원 예약 방식을 제안하였지만 이 방식은 처리의 복잡성과 정확한 자원 예약 변경 시점을 정하기가 어렵다는 문제를 여전히 가지고 있다. 따라서 이 문제는 핸드오프 호의 종류를 적절히 나누어 해결하여야 한다.

세 번째 문제로 각 셀들의 지역적인 특성을 고려하지 않아 발생하는 문제로는 [19]에서 서술한 바와 같이 셀 영역의 도로 구조, 도심 지역과의 상대적인 위치 등의 상황에 따라 핸드오프의 성향이 서로 다르게 나타나는데 이를 자원 예약 시 감안할 수 없으므로 정확한

자원 예약이 어렵다는 문제를 발생시킨다. 이러한 문제를 해결하기 위한 많은 연구들이 있으나 대부분 핸드오프 발생경력만을 감안하므로 그 정확성에 문제가 있을 가능성이 충분히 있다. 정확성을 높이기 위해 핸드오프 경력뿐만 아니라 모든 단말들의 이동경력을 이용하면 좀 더 정확한 이동 성향을 얻을 수 있다.

III. 핸드오프 호의 분류와 2-레벨 자원 예약 방식 및 호 수락 제어

본 장에서는 핸드오프 호의 분류 방법과 그 타당성을 서술하고 본 논문에서 제안하는 2-레벨 자원 예약 방식을 알아본다. 그리고 예약 된 자원을 융통성 있게 운용할 수 있는 호 수락 제어 방식에 대해 서술한다.

1. 핸드오프 호의 분류

경로에 따라 단말 이동 발생 빈도가 다른 점을 감안하여 핸드오프 호의 종류를 1차 핸드오프(primary handoff)와 2차 핸드오프(secondary handoff)로 분류한다. 1차 핸드오프는 발생이 빈번한 경로, 즉 이동 확률이 α 값 이상인 경로를 통해 진행되는 핸드오프를 의미하며 2차 핸드오프는 그 외의 경로를 통해 진행되는 상대적으로 발생 빈도가 낮은 경로의 핸드오프를 의미한다.

본 논문에서 핸드오프 호의 분류는 망의 교환국(MSC : Mobile Switching Center)에서 이루어진다고 가정하였다. 그 이유는 [2]의 셀룰러망 구조에서 MSC는 핸드오프 발생 사실을 항상 알 수 있으며 핸드오프 이외에도 위치 제어를 위해 지속적으로 단말의 위치를 추적하므로 망에 부가적인 부담 없이 이동이 빈번한 경로와 그렇지 않은 경로를 구분할 수 있기 때문이다. MSC에서 단말의 이동경력을 관리하는 도구를 본 논문에서 이동경력 데이터베이스라 한다.

이동경력 데이터베이스의 구조는 특정 기지국으로 진입하기 전에 거쳐온 기지국의 번호(previous cell)와 현재 기지국으로부터 이동되어 나간 다음 기지국(next cell), 이동 발생 확률을 나타내는 Pm, 그리고 핸드오프 호의 종류를 나타내는 필드(tag)로 이루어진다. 만일 셀 i(Ci)의 이동경력 데이터베이스 엔트리가 (Cj-Ck-Pm-Primary)로 이루어져 있다면, 셀 i를 거쳐간 단말들 중에서 셀 j로부터 셀 i로 들어와 셀 k로 나간 단말들이, 셀 j로부터 셀 i를 거쳐간 모든 단말들 중에서 확률

Pm만큼 있었고 이 경로를 통해 k 셀로 진입하는 핸드오프 호의 종류는 1차 핸드오프라는 의미이다.

2. 2-레벨 자원 예약 방식

본 논문에서 제안하는 2-레벨 자원 예약 방식은 이동경력 데이터베이스에 의해 추출된 필요 자원을 예약할 때 그림 1과 같은 구조로 예약하는 것을 의미한다. 1차 예약 자원(primary reservation resource)은 1차 핸드오프 혹은 2차 핸드오프 호가 사용할 수 있는 자원이며 임계치를 정하여 호 수락 제어 시 1차 예약 자원의 사용정도를 이용할 수 있도록 한다. 2차 예약 자원(secondary reservation resource)은 핸드오프 호와 신규호가 공용으로 사용할 수 있는 자원이다. 신규호가 2차 예약 자원을 사용하는 경우는, 사용 가능한 비 예약 자원이 없고 신규호가 발생할 경우 사용 가능한 1차 및 2차 예약 자원에 여유가 있으면 2차 예약 자원을 신규 호에게 할당할 수 있도록 한다. 이 방법은 기존의 핸드오프 제어 방식과 같은 수준의 핸드오프 호 실패율을 유지하고 동시에 신규 호 실패율을 감소시킴으로서 망 자원 이용률을 증가시키기 위한 것이다.

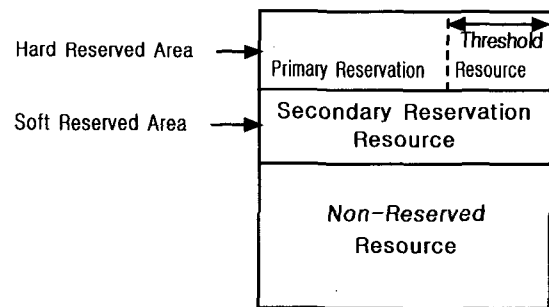


그림 1. 기지국 자원 활용 구조

Fig. 1. resource management architecture of the BS

자원 예약을 위해 MSC는 이동경력 데이터베이스의 정보를 이용하여 각 셀에서 필요한 예약 자원의 크기를 계산하고 이를 자원 예약 요구 메시지를 통해 각 셀에게 전달한다. 모든 기지국은 MSC로부터 필요한 핸드오프 호용 자원 예약 요구 메시지를 수신하게 되고 이를 이용하여 자신의 전체 자원에서 핸드오프 호용 자원을 미리 예약한다. 이 때 자원 예약은 이동경력 데이터베이스에서 특정 경로를 통한 이동 확률이 α 값 이상인 경우에는 해당 인접 셀에 1차 예약 자원을 요구하며, 이동 확률이 α 값 미만일 경우에는 2차

```

main()
{
  initialize trace_DB;
  while (1) {
    parbegin {
      wait for event:
      switch (event) {
        case start_trace :
        case trace_timer_expiration :
        case bandwidth_reservation_request :
      }
    }
    trace_DB();
    bandwidth_request();
    bandwidth_reservation();
  }
}

function trace_DB()
{
  start trace_timer;
  while (!trace_timer_expiration) {
    wait for moving_terminal;
    update trace_DB;
  }
}

function bandwidth_request()
{
  while(!eof(trace_DB)) {
    for all i: {
      P_BWRj,i = 0; // for all adjacent cells of the cell j //
      S_BWRj,i = 0; // Primary reservation Resource //
      while (trace_DB.entry.Pm > α) { // Secondary reservation Resource //
        P_BWRj,i = P_BWRj,i + trace_DB.entry.Pm; // Primary Reservation Resource 계산 //
        goto next entry;
      }
      while (trace_DB.entry.Pm <= α) { // Secondary Reservation Resource 계산 //
        S_BWRj,i = S_BWRj,i + trace_DB.entry.Pm;
        goto next entry;
      }
    }
    send bandwidth reservation request message to cell i
  }
}

function bandwidth_reservation() // MSC의 요구를 받은 BS의 동작 //
{
  BWRph = ∑j∈Ai P_BWRj,i // Primary Resource Reservation 동작 //
  BWRsh = ∑j∈Ai S_BWRj,i // Secondary Resource Reservation 동작 //
  reserve bandwidth BWRph and BWRsh for handoff call;
}

```

그림 2. 1-레벨 자원 예약 동작 의사코드
 Fig. 2. pseudo-code of 2-level resource reservation scheme

약 자원으로 요구한다.

1차 예약 자원($P_BWR_{j,i}$) 및 2차 예약 자원($S_BWR_{j,i}$)은 식 (2)와 (3)으로 나타내어진다. C는 j번 셀의 전체 자원이며 P_h 는 평균 핸드오프 확률 그리고 $P_{pm,i}$ 는 전체 핸드오프 호 중에서 셀 i로 이동할 확률로서 이동경력 데이터베이스에서 1차 핸드오프의 확률, $P_{sm,i}$ 은 2차 핸드오프의 확률을 나타낸다.

$$P_BWR_{j,i} = C \cdot P_h \cdot P_{pm,i} \quad (2)$$

$$S_BWR_{j,i} = C \cdot P_h \cdot P_{sm,i} \quad (3)$$

식 (2)와 (3)에서 C와 P_h 는 알 수 있으나 $P_{pm,i}$ 와 $P_{sm,i}$ 는 다시 식 (4), (5)와 같이 계산한다. Q_i 는 i번 셀로 이동하기 전 셀의 집합을 나타내며 $P_{m_prev(l),k}$ 는 이전 셀이 l 이고 k번 셀로 이동한 확률이다. 식 (5)에서 분모에 해당하는 식은 결국 이동경력이 있는 인접 셀의 개수와 동일하며 조건문인 ($P_{m_prev(l),i} > \alpha$) 및 ($P_{m_prev(l),i} < \alpha$)는 식 (5)와 (6)에서 분자식에 한해

적용하는 조건문으로써 α 보다 높은 값을 취할 때는 1차 예약 자원의 경우이고 α 보다 낮은 값을 취할 때는 2차 예약 자원의 경우에 사용한다.

$$P_{pm,i} = \frac{\sum_{l \in Q_i} P_{m_prev(l),i}}{\sum_l \sum_i P_{m_prev(l),i}}, \quad (P_{m_prev(l),i} > \alpha) \quad (4)$$

$$P_{sm,i} = \frac{\sum_{l \in Q_i} P_{m_prev(l),i}}{\sum_l \sum_i P_{m_prev(l),i}}, \quad (P_{m_prev(l),i} < \alpha) \quad (5)$$

식 (2)와 (3)을 이용하여 i번 셀의 1차 및 2차 예약 자원은 식 (6)과 (7)로 나타낼 수 있다. $BWR_{ph,i}$ 와 $BWR_{sh,i}$ 를 각각 i번 셀의 1차 예약 자원 및 2차 예약 자원의 크기라 할 때 $P_BWR_{j,i}$ 및 $S_BWR_{j,i}$ 는 j번 셀에서 i번 셀에게 요구하는 1차 및 2차 예약 자원의 크기이다. A_i 는 i번 셀의 인접 셀들의 집합을 나타낸다.

$$BWR_{ph,i} = \sum_{j \in A_i} P_BWR_{j,i} \quad (6)$$

```

function call_admission_control(call)
{
  switch(call) {
    case new_call : { // 신규 호 발생 시 //
      if (BWRn_avail > 0) call accept by using BWRn_avail ;
      else if (BWRsh_avail > 0 && BWRph_avail > BWRthr) call accept by using BWRsh_avail ;
      else call reject ;
    }
    case primary_handoff_call : { // 1차 핸드오프 호 발생 시 //
      if (BWRph_avail > 0) call accept by using BWRph_avail ;
      else if (BWRsh_avail > 0) call accept by using BWRsh_avail ;
      else if (BWRn_avail > 0) call accept by using BWRn_avail ;
      else call reject ;
    }
    case secondary_handoff_call : { // 2차 핸드오프 호 발생 시 //
      if (BWRsh_avail > 0) call accept by using BWRsh_avail ;
      else if (BWRph_avail > BWRthr) call accept by using BWRph_avail ;
      else if (BWRn_avail > 0) call accept by using BWRn_avail ;
      else if (BWRph_avail > 0) call accept by using BWRph_avail ;
      else call reject ;
    }
  }
}
  
```

그림 4. 호 수락 제어 의사 코드
 Fig. 4. pseudo-code of call admission control scheme

$$BWR_{sh,i} = \sum_{j \in A_i} S_j - BWR_{j,i} \quad (7)$$

본 논문에서 제안하는 2-레벨 자원 예약 방식은 활동 중인 호의 변화에 따라 인접 셀의 예약 자원을 갱신하는 방식이 아니라 이동경력 데이터베이스의 이동 확률 값을 이용하여 예약 자원의 크기를 결정하는 방식이다. 그림 2에 MSC의 자원 예약 동작을 의사코드로 나타내었다.

3. 호 수락 제어 방식

앞에서 제안한 핸드오프 호의 분류와 2-레벨 자원 예약 방식은 기존의 자원 예약 방식에 비해 효율적인 망 자원 이용이 가능하도록 예약 자원의 종류를 세분화 시켰으므로 호 수락 제어도 기존의 방식보다 세분화 된 동작을 필요로 한다.

기존의 호 수락 제어의 가장 큰 문제는 사용 가능 핸드오프 호용 자원의 양이 상당히 커도 신규 호에는 할당이 되지 않는다는 것이다. 이러한 경우에 망 자원 이용률은 낮아지고 신규 호 실패율은 높아지게 된다. 2장에서 본 바와 같이 이러한 문제는 모든 핸드오프 호에 대해 동일한 자원 예약과 호 수락 제어를 적용하기 때문이다. 본 논문에서는 모든 핸드오프에 대하여 동일한 호 수락 제어 정책을 사용하는 단점을 개선한 호 수락 제어 방식을 개발하였다. 그림 3에 본 논문에서 제안하는 호 수락 제어 동작을 나타내었다. 그림 3에서 BWR_{ph}는 1차 예약 자원을 의미하며 Threshold는 임계치를 의미한다. BWR_{sh}는 2차 예약 자원을 말하고 Non-Reserved Resource는 신규 호를 위한 예약되지

않은 자원을 의미한다.

본 논문에서 제안하는 호 수락 제어는 핸드오프 호의 종류가 이동 경로에 의해 1차 혹은 2차 핸드오프로 분류되므로 핸드오프 호가 발생할 때 해당 단말의 지나온 경로를 알 수 있다는 것을 가정하였다. 본 논문에서 제안하는 호 수락 제어의 동작을 의사 코드로 그림 4에 나타내었다. 그림 4에서 BWR_{n_avail}, BWR_{ph_avail}, BWR_{sh_avail}는 각각 사용 가능한 비 예약 자원, 1차 예약 자원 그리고 2차 예약 자원을 의미한다. 그리고 BWR_{thr}은 1차 예약 자원의 임계치 크기를 나타낸다.

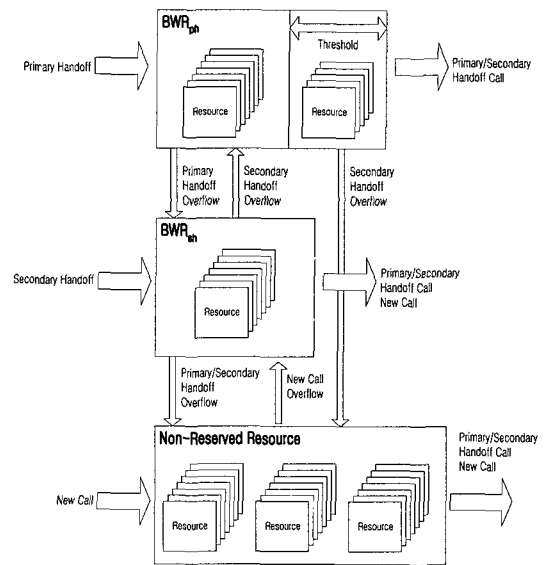


그림 3. 호 수락 제어 동작
 Fig. 3. process of call admission control

IV. 성능 평가

1. 시뮬레이션 환경

본 논문에서 제안한 2-레벨 자원 예약 방식과 호 수락 제어 방식의 성능을 시뮬레이션을 통해 평가한다. 성능 평가의 초점은 모든 핸드오프 호를 동일하게 처리하는 기존의 방식과, 본 논문에서 제안하는 것과 같이 1차 및 2차 핸드오프로 나누는 것 중에서 어떤 방식이 효율적인지를 알아보는 것이다. 이를 위해 모든 핸드오프 호를 동일하게 취급하는 방식을 시뮬레이션 하였고 이를 1-레벨 자원 예약 방식이라 하였다. 또한 기존의 정적 자원 예약 방식도 시뮬레이션 하였으며 이를 이용하여 본 논문에서 제안한 호 수락 제어의 시뮬레이션 결과와 비교 평가하였다.

기존 방식들 중에서 정적 자원 예약 방식과의 성능 평가를 수행한 이유는 2-레벨 자원 예약 방식이 이동경력 데이터베이스가 구축되면 자원 예약을 수행하고, 급격한 QoS 저하 등의 문제가 발생하기 전까지는 새로운 자원 예약을 수행하지 않으므로 정적 자원 예약 방식의 기본 동작과 유사하기 때문이다.

우선 자원 예약을 위하여 이동경력 데이터베이스를 구축하였다. 시뮬레이션 결과의 정확성을 위하여 [20]에서 제안한 망의 셀 구조와 이동 패턴 생성기의 데이터를 이용하였다. [20]에서 생성한 이동패턴을 이용하여 이동경력 데이터베이스 구축용으로 사용하였다.

0	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29
30	31	32	33	34	35

그림 5. 성능평가용 망 모델
Fig. 5. network model for our simulation

[20]에서 제안한 망의 구조는 그림 5와 같다. 그림 5에서 하나의 사각형이 하나의 셀을 나타내며 각각의 번호가 셀의 번호를 나타낸다. 성능 평가는 모든 셀에

서 하지 않고 이동패턴이 가장 많이 발생한 13번 셀에 대하여 수행하였으며 이를 위해 13번 셀의 모든 인접 셀들의 이동경력 데이터베이스를 구축하였다. 구축된 데이터베이스를 이용하여 13번 셀의 1차 예약 자원과 2차 예약 자원의 크기를 결정하고 13번 셀은 인접 셀들로부터의 예약 자원의 크기를 모두 더하여 최종 자원 예약을 수행한다. 이 때 1차 및 2차 핸드오프 분류를 위해 α 값을 0.15로 하였다.

기존 방식의 성능 평가를 위해 1차 예약 자원과 2차 예약 자원의 크기를 더한 크기만큼의 자원을 예약 자원으로 할당한다. 이렇게 예약 자원을 결정하는 이유는 동일한 크기의 자원 예약을 통해 망 자원 이용률에 대한 신규 호 및 핸드오프 호 실패율을 비교함으로써 핸드오프 호를 분류해서 이용하는 것이 효율적인지 아닌지를 알아보기 위함이다. 또한 본 논문에서 제안하는 호 수락 제어의 효용성도 알 수 있을 것이다.

각 셀의 총 자원 크기를 100으로 하고 하나의 호가 요구하는 자원이 1이라고 가정하였다. 호 발생률은 평균 λ 인 포아송(Poisson) 분포를 따르며 호 지속 시간은 평균이 $1/\mu$ 인 지수 분포를 따른다. 그리고 평균 핸드오프 발생률 Ph 를 전체 호 발생 λ 중에서 평균 30%로 하였다. 호는 신규로 발생해서 종료되는 종류, 핸드오프 되어 진입한 후 인접 셀로 핸드오프 되는 종류, 신규로 발생해서 핸드오프 되어 나가는 경우로 나누어 발생시킨다.

시뮬레이션 시간은 총 100000초로 하였고 C language와 smpl을 이용하여 프로그래밍 하였다. 평균 호 지속시간을 100초로 하였고 표준편차를 30%로 하였다. 이동 단말의 호 연결 중에 이동하는 셀의 개수를 2개에서 3개로 설정하였고 호 발생률 λ 를 0.5부터 2.5까지 변화시키면서 실험하였다.

2-레벨 자원 예약 방식과의 성능 비교를 위한 1-레벨 자원 예약 방식의 시뮬레이션은 1차 및 2차 예약 자원을 모두 단일 예약 자원으로 할당하고($BWR_h = BWR_{ph} + BWR_{sh}$) 동일한 범위의 임계치(BWR_{thr})를 설정한 다음 핸드오프 호 및 신규 호 실패율을 측정한다. 이 때의 호 수락 제어 동작은 2-레벨 호 수락 제어 방식을 사용하는데 1-레벨 자원 예약이므로 신규 호가 예약 자원을 사용할 수는 있으나 2-레벨 호 수락 동작과는 달리 예약 자원의 세밀한 운용은 어렵다.

기존 호 수락 제어 방식은 정적 자원 예약 방식에서의 호 수락 제어 방식을 시뮬레이션 한다. 이 방식에서

신규 호는 항상 비 예약 자원만을 사용하며 핸드오프 호만이 예약 자원을 사용할 수 있는 방식이다. 2-레벨 자원 예약에서 사용 된 크기의 예약 자원을 기존 방식에서도 사용하여 호 수락 제어 방식의 효용성을 분석 한다.

2. 시뮬레이션 결과 및 분석

본 논문에서 제안하는 2-레벨 자원 예약 방식 및 호 수락 제어 방식의 성능 비교 시뮬레이션은 망 자원 이용률에 대한 성능을 비교한다. 즉 동일한 신규 호 실패율 및 핸드오프 호 실패율이 어느 정도의 망 자원을 이용할 때 발생하는지를 비교함으로써 제어 방식의 효용성을 판단할 수 있도록 하였다.

첫 번째 시뮬레이션으로 본 논문에서 제안한 2-레벨 자원 예약 방식의 특성을 파악하기 위해 1차 예약 자원의 임계치의 변화가 성능에 어떤 영향을 미치는가에 대한 시뮬레이션을 수행하였다. 임계치의 변화에 따른 신규 호 및 핸드오프 호 실패율과 망 자원 이용률의 시뮬레이션 결과를 그림 6, 7, 8에 나타내었다. 시뮬레이션은 임계치를 2부터 10까지 증가시키면서 수행하였으며 2-레벨 자원 예약 방식의 임계치의 특성을 알 수 있도록 임계치를 가장 작은 실험 값, 중간 실험 값 그리고 가장 큰 실험 값에 대한 시뮬레이션 결과를 대비시켜 놓았다.

시뮬레이션 결과에서 알 수 있듯이 임계치의 크기와 신규 호 실패율의 관계는 비례하며 핸드오프 호 실패율과는 반비례하는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 2-레벨 자원 예약의 호 수락 제어 방식에서 임계치를 크게 할수록 신규 호가 2차 예약 자원을 사용할 확률이 줄어들기 때문이다. 따라서 임계치가 증가하면 신규 호 실패율은 증가하고 핸드오프 호 실패율은 감소하게

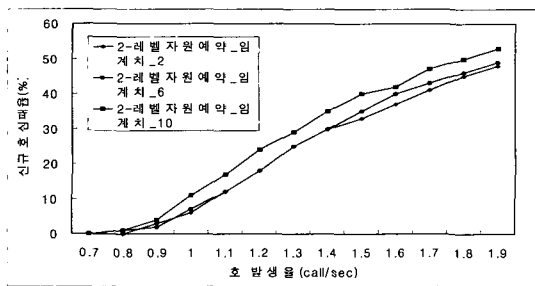


그림 6. 임계치의 변화에 따른 신규 호 실패율
Fig. 6. new call blocking probability based on threshold

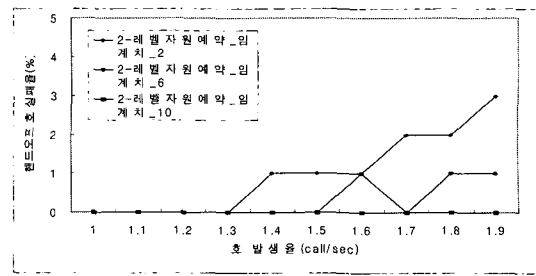


그림 7. 임계치의 변화에 따른 핸드오프 호 실패율
Fig. 7. handoff call dropping probability based on threshold

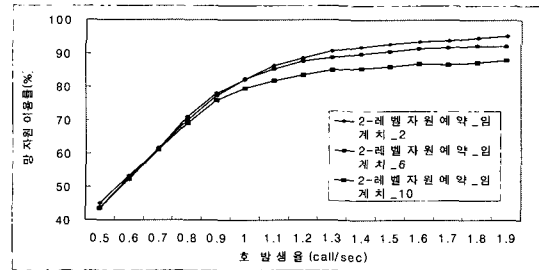


그림 8. 임계치의 변화에 따른 망 자원 이용률
Fig. 8. resource utilization probability based on threshold

된다. 이러한 성질을 이용하여 임계치를 조정함으로써 망에 가장 적절한 신규 호 실패율과 핸드오프 호 실패율의 크기를 선택할 수 있다.

두 번째 시뮬레이션으로, 핸드오프 호의 종류를 1차 및 2차 핸드오프로 분류하는 것이 타당한 것인지에 대한 평가를 위해 1-레벨 자원 예약 방식을 시뮬레이션 하였다. 1-레벨 자원 예약 방식의 시뮬레이션은 2-레벨 자원 예약 방식과 동일한 방식으로 동작하지만 단지 자원 예약이 모든 핸드오프에 대해 차별이 없는 기존

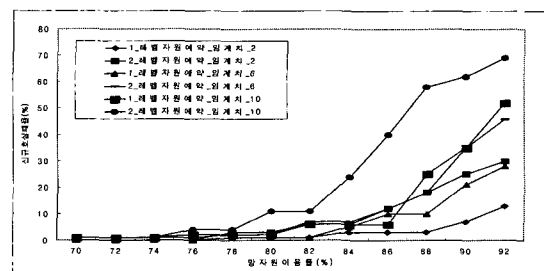
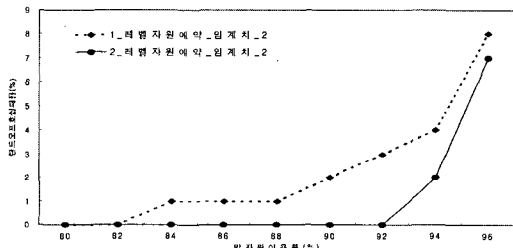


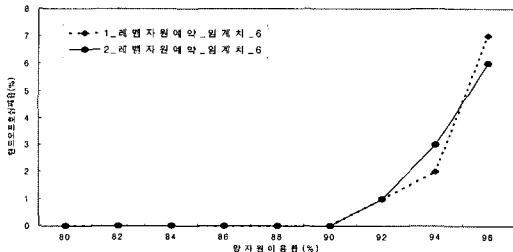
그림 9. 1-레벨 및 2-레벨 자원 예약 방식의 신규 호 실패율
Fig. 9. new call blocking probability of 1-level and 2-level resource reservation scheme

의 방식을 따르도록 시뮬레이션 하였다. 2-레벨 자원 예약 방식과 1-레벨 자원 예약 방식과의 성능 비교 시뮬레이션 결과를 그림 9와 10에 나타내었다.

그림 9의 결과에서 알 수 있듯이 2-레벨 자원 예약 방식과 1-레벨 자원 예약 방식의 신규 호 실패율에 대한 성능이 거의 흡사함을 알 수 있다. 그러나 2-레벨 자원 예약의 경우 임계치 10일 경우의 신규 호 실패율 결과는 1-레벨 자원 예약 방식에 비해 비효율적임을 알 수 있다. 이러한 결과는 임계치를 크게 설정함으로써 신규 호가 실지로 2차 예약 자원을 사용할 확률이 거의 없기 때문에 발생하는 현상이다. 따라서 과도한 임계치 설정은 2-레벨 자원 예약 방식에서 효율적이지 못하다는 것을 알 수 있다.



(a) 임계치 2일 경우의 핸드오프 호 실패율
(a) handoff dropping probability when threshold is 2



(b) 임계치 6일 경우의 핸드오프 호 실패율
(a) handoff dropping probability when threshold is 6

그림 10. 1-레벨 및 2-레벨 자원 예약 방식의 핸드오프 호 실패율
Fig. 10. handoff dropping probability of 1-level and 2-level resource reservation scheme

그림 10의 결과는 동일한 임계치에 대해 두 가지 방식의 핸드오프 호 실패율에 대해 비교 실험한 결과이다. 그림 10의 (b)에서 보논바와 같이 임계치 6의 경우에 두 가지 방식의 성능이 비슷한 것을 알 수 있다. 그

려나 그림 10의 (a)와 같이 임계치가 작은 경우는 핸드오프 호 실패율에 대한 2-레벨 자원 예약 방식의 성능이 훨씬 좋아지는 것을 볼 수 있다. 이 결과는 신규 호가 예약 자원을 사용할 때 핸드오프 호가 갑자기 발생하여 핸드오프 호에 대한 실패율이 증가하는 것으로 2-레벨 자원 예약 방식은 신규 호가 사용할 수 있는 예약 자원의 영역을 제한함으로써 이와 같은 결과를 막을 수 있는 것이다. 다시 정리하면, 이 결과는 1-레벨 자원 예약 방식과 같이 모든 핸드오프 호를 동일하게 처리하는 방식보다 2-레벨 자원 예약 방식과 같이 분류해서 처리하는 방식이 더 효율적임을 보인다.

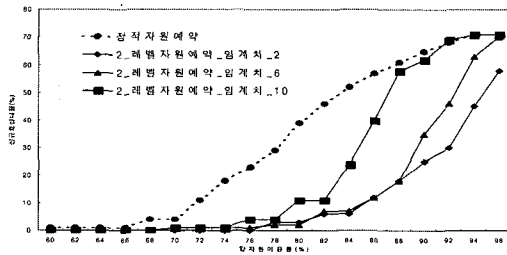


그림 11. 2-레벨 및 정적 자원 예약 방식 호 수락 제어 방식의 신규 호 실패율
Fig. 11. new call blocking probability of 2-level and static resource reservation scheme

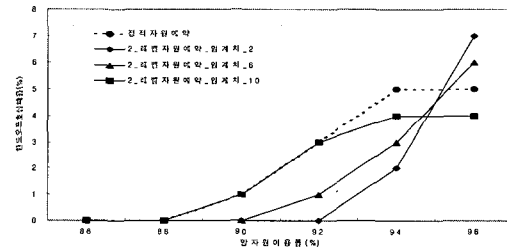


그림 12. 2-레벨 및 정적 자원 예약 방식 호 수락 제어 방식의 핸드오프 호 실패율
Fig. 12. handoff call dropping probability of 2-level and static resource reservation scheme

세 번째 시뮬레이션으로 본 논문에서 제안한 2-레벨 자원 예약 및 호 수락 제어 방식과 정적 자원 예약 방식의 성능을 비교하였다. 정적 자원 예약 방식과 호 수락 제어의 시뮬레이션은 2-레벨 자원 예약 방식의 환경을 동일하게 적용시켰다. 즉 예약 자원의 크기, 호 발생률, 평균 핸드오프 발생률, 평균 호 지속 시간, 표준 편차 등 거의 대부분이 동일하며 단지 예약 자원의 예

약 구조만 2-레벨 자원 예약 방식과 달리 단일 구조로 되어있다. 이러한 환경에서 기존의 호 수락 제어 방식으로 자원을 운용하는 경우와 2-레벨 자원 예약 방식을 이용하여 호 수락을 제어하는 방식의 성능을 비교하였다. 그림 11과 12에 2-레벨 자원 예약 방식을 이용한 호 수락 제어 방식과 기존의 정적 자원 예약 방식과의 성능 비교 시뮬레이션 결과를 나타내었다.

그림 11과 12의 시뮬레이션 결과에서 알 수 있듯이 신규 호 실패율과 핸드오프 호 실패율 모두가 2-레벨 자원 예약 방식의 결과가 기존의 정적 자원 예약 방식보다 우수함을 알 수 있다. 2-레벨 자원 예약 방식에서 성능이 가장 낮은 임계치 10일 경우의 결과도 정적 자원 예약 방식의 성능보다 뛰어난 것을 볼 수 있다. 이 결과는 2차 예약 자원을 신규 호와 공유 하여 사용할 수 있도록 함으로써 얻어지는 결과이며 또한 핸드오프 호를 분류하고 각각에 대한 예약 자원의 운용을 차별적으로 하여 신규 호가 예약 자원을 사용하여도 핸드오프 호 실패율에는 별 영향을 미치지 못하는 것이다. 그리고 예약 자원에 여유가 없을 경우에 2차 핸드오프는 비 예약 자원을 사용함으로써 핸드오프 호 실패율을 기존의 방식에 비해 낮출 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 기존의 핸드오프 제어 방식의 단점을 개선한 새로운 2-레벨 자원 예약 방식과 호 수락 제어 방식을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 2-레벨 자원 예약 방식 및 호 수락 제어 방식은 각 셀별 이동 성향의 감안, 핸드오프 호의 분류를 통한 자원 운용의 융통성 그리고 망 자원 이용의 효율성 등의 효과를 얻을 수 있었다. 제안한 방식의 효율성 검증을 위해 1-레벨 자원 예약 방식과 정적 자원 예약 방식을 시뮬레이션 하였고 본 논문에서 제안한 방식들의 성능과 비교하였다. 그 결과 2-레벨 자원 예약 방식과 호 수락 제어 방식은 기존의 방식에 비해 사용자 QoS를 저하시키지 않고 망 자원을 효율적으로 이용할 수 있음을 보였다.

참 고 문 헌

[1] A. Elnahas, N. Adly, "Location Management Techniques for Mobile Systems," Information

Sciences, 130, 1~22, 2000.

- [2] I. F. Akyildiz, J. Mcnair, J. Ho, H. Uzunalioglu, W. Wang, "Mobility Management in Current and Future Communications Networks," IEEE Network, July/August 1998.
- [3] D. J. Goodman, "Trends in cellular and cordless communications," IEEE Comm. Mag., June 1991.
- [4] A. Noerpel, Y. B. Lin, "Handover Management for a PCS Network," IEEE Personal Comm. Dec. 1997.
- [5] N. D. Tripathi, J. H. Reed, H. F. Vanlandingham, "Handoff in Cellular Systems," IEEE Personal Comm. Dec. 1998.
- [6] Sami Tabbane, "An Alternative Strategy for Location Tracking," IEEE Journal on Selected Areas in Communication, Vol. 13, No. 5, June 1995.
- [7] Joseph S. M. Ho, Ian F. Akyildiz, "Dynamic Hierarchical Database Architecture for Location Management in PCS Networks," IEEE/ACM Transactions on networking, Vol. 5, Oct. 1997.
- [8] William Su, Mario Gerla, "Bandwidth Allocation Strategies For Wireless ATM Networks Using Predictive Reservation," IEEE 1998 Global Telecommunications Conference, Nov. 1998.
- [9] Sunghyun Choi, Kang G. Shin, "Predictive and Adaptive Bandwidth Reservation for Handoffs in QoS-Sensitive Cellular Networks," ACM SIGCOMM '98, Sep. 1998.
- [10] 김미희, 채기준, "고속 멀티미디어 무선 망에서 예측 기반의 적응적 대역폭예약을 이용한 우선 순위 호 수락 제어," 정보과학회논문지(A) Vol. 26, No. 8, Aug. 1999.
- [11] P. Ramanathan, K. M. Sivalingam, P. Agrawal, S. Kishore, "Dynamic Resource Allocation Schemes During Handoff for Mobile Multimedia Wireless Networks," IEEE Journal on Selected Areas in Comm. vol. 17, no. 7, July 1999.
- [12] Y. C. Kim, D. E. Lee, B. J. Lee, "Dynamic Channel Reservation Based on Mobility in Wireless ATM Networks," IEEE Comm. Mag.

- Nov. 1999.
- [13] M. Naghshineh, M. Schwartz, "Distributed Call Admission Control in Mobile/Wireless Networks," IEEE Journal on Selected Areas in Comm. vol. 14, no. 4, May 1996.
- [14] David A. Levine, Ian F. Akyildiz, Mahmoud Naghshineh, "A Resource Estimation and call Admission Algorithm for Wireless Multimedia Networks Using the Shadow Cluster Concept," IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol. 5, No. 1, February 1997
- [15] L. HSu, R. Purnadi, S. S. P. Wang, "Maintaining Quality of Service(QoS) during Handoff in Cellular System with Movement Prediction Schemes," Proceedings of the IEEE VTS 50th Vehicular Technology Conference, vol. 4, 1999.
- [16] S. H. Wie, J. S. Jang, B. C. Shin, D. H. Cho, "Handoff Analysis of the Hierarchical Cellular System," IEEE Transactions on Vehicular Tech. vol. 49, no. 5, Sep. 2000.
- [17] C-K Toh, "Wireless ATM and AD_HOC NETWORK S:Protocols and Architectures," Kluwer Academic Publishers, 1997
- [18] K. Daniel Wong, D. C. Cox, "A Pattern Recognition System for Handoff Algorithms," IEEE Journal on Selected Areas in Comm. vol. 18, no. 7, July 1999.
- [19] J. Chan, S. Zhou, and A. Seneviratne, "A QoS Adaptive Mobility Prediction Scheme For Wireless Networks," IEEE Globcom '98
- [20] "Stanford University Mobile Activity TRAcEs," available at <http://www-db.stanford.edu/sumatra>.

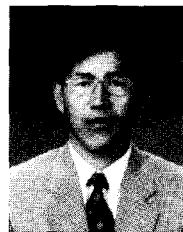
저 자 소 개



李 源 烈(正會員)

1987년 : 경북대학교 전자공학과 졸업(학사). 1993년 : 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업(석사). 1995년 : 경북대학교 컴퓨터공학과 박사과정 수료. 1997년~현재 : 성심외국어대학 정보통신학부 조교수. <관심분야>

ATM 망 기술, 망 연동 기술, 이동 통신망 위치 제어 기술, 망 프로토콜



張 聖 植(正會員)

1987년 : 경북대학교 전자공학과 졸업(학사). 1989년 : 경북대학교 전자공학과 졸업(석사). 1998년 : 경북대학교 컴퓨터공학과 박사과정 수료. 1994년~현재 : 김천대학 전산정보처리과 조교수. <관심분야> 이동성

관리, 통신프로토콜, MPLS



卞 兌 榮(正會員)

1994년 : 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사). 1997년 : 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업(석사). 2000년 : 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업(박사). 1997년~1999년 : 김천대학 전산정보처리과 겸임교수. 1998년~2000

년 : (주)새빛정보 대표이사. 2000년~현재 : 경주대학교 컴퓨터전자공학부 교수

韓 基 俊(正會員)

1979년 : 서울대학교 전기공학과 졸업(학사), 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 정교수. <관심분야> 전산망 프로토콜, 멀티미디어 통신망, 이동 인터넷, 분산처리