

IMT-2000 비동기 방식 시스템에서 제어국의 트래픽 채널 관리 방식

정회원 유병한*, 장성철*, 백장현**

Traffic Channel Management of the Radio Network Controller in IMT-2000 W-CDMA System

Byung-han Ryu*, Sung-cheol Chang*, Jang-hyun Baek** *Regular Members*

요 약

본 연구에서는 12.2 Kbps, 64 Kbps, 384 Kbps 트래픽 등의 다양한 QoS를 요구하는 서비스에 대하여 IMT-2000 비동기 방식 시스템의 제어국 (Radio Network Controller; RNC)내의 셀렉터의 트래픽 채널 자원을 효율적으로 이용하기 위한 채널 자원 블록의 할당 및 자원 관리 방식을 제안하고, 그 성능을 평가한다. 먼저, 트래픽 채널 블록을 효율적으로 이용하기 위한 방법으로 채널 자원 블록중에서 일부는 각 트래픽 형태가 전용으로 사용하고 일부는 여러 트래픽 형태가 공유하여 사용하는 방식의 두 가지가 혼합된 하이브리드 방식을 제안하고, 모든 트래픽 형태가 공유하여 사용하는 경우와의 블럭킹 확률을 비교하여 제안한 자원 블록 할당 방식의 성능이 우수함을 보인다. 또한, 채널 자원 블록 및 블록내의 트래픽 채널 자원을 효율적으로 할당, 해제, 관리하기 위한 방안으로 블록을 선택하는 블럭관리 단계와 선택된 블록내의 사용 가능한 채널을 선택하는 태스크관리 단계의 블럭앤태스크 관리 방식을 제안하고, 하나의 자원 블록내에서의 음성 트래픽의 호 요구시에 할당할 트래픽 채널을 찾는 데 소요되는 평균 탐색 횟수를 평가한다.

ABSTRACT

In this paper, we present the channel assignment and management methods for an efficient use of traffic channel resource for supporting 12.2 Kbps, 64 Kbps, and 384 Kbps traffic with the different quality of service (QoS) in the radio network controller (RNC) in asynchronous IMT-2000 system. We first describe two types of traffic channel block assignments for utilizing the traffic channel efficiently; the partially dedicated and partially shared channel (PDPSC) assignment and the completely shared channel (CSC) assignment. The former is that some traffic channel block is completely assigned to each traffic type and the other blocks are shared with some traffic type. The latter is that all traffic channel blocks are completely shared with all traffic types. Further, for efficiently assigning, releasing, and managing the channel resource, we present the traffic channel management method which consists of the block and task management step. Through numerical examples, we evaluate the blocking probability and the mean number of required search for finding the available channel when applying our proposed channel block assignment and resource management methods.

1. 서론

3세대 이동통신시스템으로 ITU-T에서 제안하고

있는 IMT-2000 (International Mobile Telecommunication-2000) 시스템은 저속의 음성 서비스 뿐만 아니라 ATM (Asynchronous Transfer Mode)을 사

* 한국전자통신연구원 이동통신연구소 이동통신시스템 연구부 (rubh@etri.re.kr)
논문번호:010068-0417, 접수일자:2001년 4월 17일

** 전북대학교 산업공학과·정보통신연구소

용하는 고속의 영상통신에 이르는 다양한 형태의 서비스의 제공을 고려하고 있다. 이러한 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서는 트래픽 소스의 다양성에 기인하는 보다 효율적인 트래픽 제어가 요구되고 있다¹¹⁾.

본 연구에서는 12.2 Kbps의 트래픽 (예, 음성), 64 Kbps의 트래픽 (예, 데이터), 384 Kbps의 트래픽 (예, 영상) 등의 다양한 QoS (Quality of Service)를 요구하는 서비스에 대하여 IMT-2000 비동기 방식 시스템의 제어국 (Radio Network Controller; RNC)내의 셀렉터의 트래픽 채널 자원을 효율적으로 이용하고 관리하기 위한 트래픽 채널 자원 블럭 할당 및 관리 방식을 제안하고, 그 성능을 평가한다. IMT-2000 비동기 방식 시스템 제어국의 셀렉터의 채널 자원인 THE (Traffic Handling Channel Element)는 하드웨어적인 구분자인 THP (Traffic Handling Processor) 단위로 블럭을 구성하고 하나의 THP 블럭에는 약 60개의 트래픽 채널이 존재하게 된다. 또한, 하나의 트래픽 처리 서브시스템 (Radio Access Subsystem-Traffic handling; RAS-T)은 최대 32개의 THP 블럭으로 구성되므로, 전체의 트래픽 채널 자원은 1920 채널이 된다.

호 요구시에는 트래픽 형태에 관계없이 1개의 채널을 할당하게 되지만, THP 블럭의 처리능력의 한계로 인해 실질적으로는 각각 C_1, C_2, C_3 ($C_1 < C_2 < C_3$) 개의 트래픽 채널을 사용하는 것과 같은 부하를 요구하게 된다. 그러므로, 본 연구에서는 음성, 데이터, 영상 트래픽의 한 호가 요구하는 자원의 양 (트래픽 채널수)을 C_1, C_2, C_3 ($C_1 < C_2 < C_3$)로 가정하고, 동일한 THP 블럭내에 각각 C_1, C_2, C_3 개의 트래픽 채널이 연속적으로 비어 있는 경우에만 호 요구에 대해 트래픽 채널을 할당하고, 호 요구를 수락하는 것으로 가정한다.

본 연구에서는 트래픽 채널을 효율적으로 이용하기 위한 방법으로 32개의 THP 블럭중에서 일부는 각 트래픽 형태가 전용으로 사용하고 (Partially Dedicated Channel; PDC) 일부는 여러 트래픽 형태가 공유하여 사용하는 (Partially Shared Channel; PSC) 방식의 두 가지가 혼합된 하이브리드 방식 (PDPSC)을 제안한다²¹⁾³⁾. 또한, 제안한 채널 할당 방식의 성능을 평가하기 위하여 모든 트래픽 형태 (음성, 데이터, 영상 트래픽)가 32개의 THP 블럭내의 트래픽 채널을 공유하여 사용하는 경우 (Complete Shared Channel; CSC)를 고려하여 SLAM II⁴⁾를 이용한 시뮬레이션을 수행한 후, 부

가되는 트래픽에 대한 블럭킹 확률을 비교한다.

또한, THP 블럭 및 블럭내의 트래픽 채널 자원을 효율적으로 할당/해제, 관리하기 위한 방안으로 THP 블럭을 선택하는 블럭관리단계와 선택된 THP 블럭내의 사용 가능한 채널을 선택하는 태스크 관리 단계의 블럭앤태스크 관리 방식⁵⁾을 설명하고, 하나의 THP 블럭내에서의 음성 트래픽의 호 요구시에 사용 가능한 트래픽 채널을 찾는 데 소요되는 탐색 횟수를 평가한다.

본 연구에서는 1장의 서론에 이어 2장에서는 예측되는 음성, 데이터, 영상 트래픽 양에 따른 THP 블럭의 할당 방식을 제안하고, THP 블럭내의 트래픽 채널자원의 이용방법을 설명한다. 3장에서는 THP 블럭 및 블럭내의 채널 자원을 효율적으로 할당/해제, 관리하기 위한 방법인 블럭앤태스크 관리 방식을 제안한다. 4장에서는 자원 할당 및 관리 방식을 사용할 때의 호 수락 제어 방법을 제시한다. 5장에서는 수치예를 통하여 제안한 THP 블럭 할당 방식인 하이브리드 방식 (PDPSC)과 공유방식(CSC)에 대하여 시뮬레이션을 수행하여 호 요구시의 블럭킹 확률을 비교하고, 제안한 자원관리 방식인 블럭앤태스크 방식과 순차적 탐색방식 등을 사용할 때의 하나의 THP내에서의 음성 호 요구시의 채널 탐색 횟수를 살펴본다. 6장에서는 분석결과를 바탕으로 제안한 자원 할당 및 관리 방식의 성능 및 추후 연구과제에 대해 언급한다.

II. 트래픽 채널 블럭 (THP) 할당 방법

1. 공유 (Complete Shared Channel; CSC) 방식

공유방식 (CSC)은 그림 1(a)와 같이 각 트래픽이 모든 THP 블럭 및 THP 블럭내의 트래픽 채널을 공유하여 사용한다. 호 요구시 랜덤하게 THP 블럭 및 THP 블럭내에서의 트래픽 채널을 할당하는 것은 아니다. 즉, 음성호의 경우에는 최초의 호 요구시에는 1번 트래픽 채널부터 사용 가능한 자원이 존재하는 지를 탐색하여 할당하게 되지만, 그 다음 호 요구시 부터는 이전에 할당된 채널의 다음 채널 부터 사용 가능한 트래픽 채널을 탐색하여 할당한다. 데이터 및 영상 트래픽은 다음절의 하이브리드 방식에서 데이터 및 영상 트래픽을 위해 할당된 전용 THP 블럭 및 전용 THP 블럭내의 트래픽 채널 부터 탐색하고, 사용 가능한 채널이 존재하지 않는 경우에는 나머지 전체의 THP 블럭내의 채널중에

사용 가능한 채널을 할당한다. 그러므로, 한 호가 요구하는 채널수가 작은 음성 트래픽의 경우에는 사용 가능한 채널이 많이 존재하기 때문에 블럭킹 확률은 낮게 되고, 부가되는 트래픽이 증가할수록 데이터 및 영상 트래픽이 사용할 수 있는 트래픽 채널이 동일한 THP 블럭내에 연속적으로 C_2 개 및 C_3 개가 존재할 확률이 낮아지게 되므로 블럭킹 확률은 높아지게 된다. 여기서 블럭킹 확률은 호 요구 시에 요구되는 개수의 트래픽 채널이 연속적으로 존재하지 않아 트래픽 채널을 할당하지 못한 경우를 의미한다.

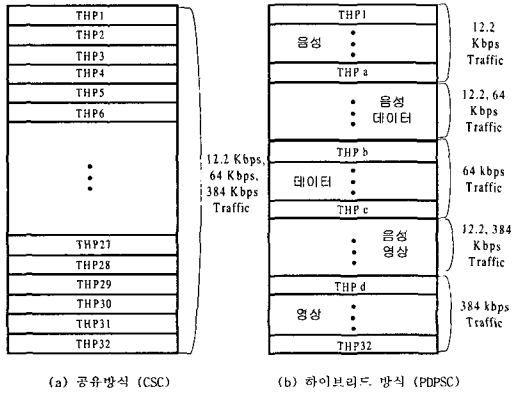


그림 1. 트래픽 채널 자원 블럭 (THP)의 이용방법

2. 하이브리드(Partially Dedicated and

Partially Shared Channel: PDPSC) 방식

하이브리드 (PDPSC) 방식^{[2][3]}은 그림 1(b)와 같이 32개의 THP 블럭중에서 일부는 각 트래픽 형태가 전용으로 사용하고(Partially Dedicated Channel; PDC), 나머지 THP 블럭은 음성 및 데이터, 음성 및 영상 트래픽이 공유하여 (Partially Shared Channel; PSC) 사용하도록 THP 블럭을 할당하는 방식이다. 이를 위하여, 채널 자원의 사용 비율 또는 호의 도착율을 근거로 각 트래픽 형태가 전용으로 사용할 수 있는 트래픽 채널 수를 계산해야 한다. 본 연구에서는 자원을 효율적으로 이용하기 위하여 한 호가 요구하는 자원의 양이 큰 트래픽 형태부터 요구하는 THP 블럭수를 산출하여 할당한다. 즉, 영상 트래픽을 위해 예약해 두어야 할 THP 블럭수를 계산한 후, 데이터 트래픽을 위한 THP 블럭을 계산하고, 마지막으로 음성 트래픽에 할당할 THP 블럭을 계산한다. 전송속도가 낮은 트래픽부터 THP 블럭을 먼저 할당하게 되면, 전송속도가 높은 트래픽에 할당되는 THP 블럭의 수는 그 트래픽이

요구하는 개수 만큼 되지 않을 가능성이 존재하게 되고, 이로 인하여 전송속도가 높은 트래픽의 블럭킹 확률이 높아질 가능성이 존재하게 된다. 또한, 전송속도가 낮은 음성 트래픽의 경우는 음성 트래픽 전용으로 사용하는 트래픽 채널 뿐만 아니라 데이터 및 영상 트래픽과 트래픽 채널 자원의 일부를 공유하여 사용하므로 부가되는 트래픽이 증가하여도 블럭킹 확률이 급격하게 증가하지는 않는다. 그러므로, 높은 전송속도를 요구하는 트래픽 형태에 대해 트래픽 채널 블럭을 먼저 산출하여 할당함으로써 전체의 트래픽 채널 자원을 효율적으로 이용할 수 있게 된다.

각 트래픽 형태에 대하여 할당하여야 할 THP 블럭의 수는 다음과 같이 계산한다. 먼저, 12.2 Kbps의 음성, 64 Kbps의 데이터, 384 Kbps의 영상 트래픽에 대하여 한 호가 요구하는 채널수를 C_1, C_2, C_3 로 표시하고, 총 트래픽 채널 자원의 양 (채널수)을 C 로, 각 트래픽 형태가 점유하는 채널 자원의 비를 $a_1 : a_2 : a_3$ ($\sum_i a_i = 1$)로 표현하자. 먼저, 각 트래픽 형태의 채널 점유율을 근거로 각 트래픽 형태가 요구하는 채널 수 $n_1^{ch}, n_2^{ch}, n_3^{ch}$ 를 계산한다.

$$n_1^{ch} = C \cdot a_1, \quad n_2^{ch} = C \cdot a_2, \quad n_3^{ch} = C \cdot a_3 \quad (1)$$

하나의 THP 블럭에는 60개의 트래픽 채널이 존재하므로, 각 트래픽 형태에 할당해야 할 THP 블럭의 수, $N_1^{THP}, N_2^{THP}, N_3^{THP}$ 는 식(2)와 같이 된다.

$$\begin{aligned} N_1^{THP} &= n_1^{ch} / 60 = C \cdot a_1 / 60 \\ N_2^{THP} &= n_2^{ch} / 60 = C \cdot a_2 / 60 \\ N_3^{THP} &= n_3^{ch} / 60 = C \cdot a_3 / 60 \end{aligned} \quad (2)$$

트래픽 채널 자원은 THP 블럭 단위로 사용하기 때문에, 전송속도가 가장 낮은 12.2 Kbps의 음성 트래픽을 제외하고, 정수값을 취하면, 영상 및 데이터 트래픽이 전용으로 사용하기 위해 할당 (PDC)해 두어야 할 THP 블럭의 수, N_3^{PDC}, N_2^{PDC} 는 다음과 같이 계산된다.

$$\begin{aligned} N_3^{PDC} &= \lfloor N_3^{THP} \rfloor \\ N_2^{PDC} &= \lfloor N_2^{THP} \rfloor \end{aligned} \quad (3)$$

여기서, $\lfloor X \rfloor$ 는 X보다 작거나 같은 정수중에서 최대값을 의미한다. 각 트래픽 형태에 할당할 THP 블

력의 수는 전용으로 사용할 THP 블록 뿐만 아니라 공유하여 사용할 THP 블록을 동시에 고려하기 때문에 X보다 작거나 같은 정수값에서 최대값을 취하고 있다.

또한, 각 입력 트래픽의 양을 정확하게 예측하는 것은 불가능하기 때문에 12.2 Kbps의 음성 트래픽을 제외하고 각 트래픽 형태가 공유하여 사용할 수 있는 THP 블록의 수를 다음과 같이 계산하여 할당한다. 본 연구에서는 사용 가능한 채널 자원이 충분할 때는 각 트래픽 형태가 전용으로 사용하기 위해 할당된 THP 블록의 약 1배의 THP 블록을 공유 채널 자원으로 할당하고, 그렇지 않은 경우에는 전체의 THP 블록수를 고려하여 일정 개수의 THP 블록을 공유 채널 자원으로 할당한다. 먼저, 384 Kbps의 영상 트래픽이 최대로 사용할 수 있는 THP 블록의 수 N_3 및 64 Kbps의 데이터 트래픽이 최대로 사용할 수 있는 THP 블록의 수, N_2 는 각각 (4)식 및 (5)식과 같다.

$$N_3 = N_3^{PDC} + N_3^{FSC} = 2N_3^{PDC} \quad (4)$$

$$N_2 = N_2^{PDC} + N_2^{FSC} \quad (5)$$

여기서,

$$N_2^{FSC} = \begin{cases} 32 - N_2^{PDC} - N_3, & \text{if } (2 \cdot N_2^{PDC} + N_3) > 32 \\ N_2^{PDC}, & \text{if } (2 \cdot N_2^{PDC} + N_3) \leq 32 \end{cases}$$

그러면, 음성 트래픽 전용으로 사용할 THP 블록의 수, N_1^{PDC} , 는 (6)식과 같이 되고,

$$N_1^{PDC} = \begin{cases} 32 - N_2 - N_3, & \text{if } N_2 + N_3 < 32 \\ 0, & \text{if } N_2 + N_3 \geq 32 \end{cases} \quad (6)$$

음성 트래픽이 최대로 사용할 수 있는 THP 블록의 수, N_1 , 는 (7)식과 같이 된다.

$$N_1 = N_1^{PDC} + N_2^{FSC} + N_3^{FSC} \quad (7)$$

식 (7)에서 보여주는 것과 같이 음성 트래픽은 N_2^{FSC} 개의 THP 블록을 데이터 트래픽과 공유하여 사용하며, N_3^{FSC} 개의 THP 블록을 영상 트래픽과 공유하여 사용하게 된다.

III. 자원 관리 방식

각 트래픽 형태가 요구하는 QoS가 서로 다른 다양한 서비스에 대하여 트래픽 채널 자원을 효율적

으로 할당/해제하고 관리하는 방안으로 블럭관리 단계와 태스크관리 단계의 블럭엔태스크 방식^[5]을 도입하고, 하나의 블럭내에서 사용 가능한 태스크들을 이중연결 구조로서 구성한다.

그림 2는 비동기 방식 IMT-2000 시스템 제어국 내의 자원관리 블럭 (RNC Resource Management Block; RRMB)의 소프트웨어 구성도를 보여준다. 자원 관리 블럭은 자원 정보를 저장하는 공간인 정보 저장부 (RRMB_store), 최초에 운용보전 기능중형상 및 상태 정보를 근거로 블럭 저장공간과 태스크 저장공간을 구성하는 초기화부 (RRMB_init), 자원을 할당하고 해제하는 관리부 (RRMB_manage), 자원의 상태, 갱신, 오류처리 기능을 하는 상태부 (RRMB_update)로 구성된다^{[5][7]}.

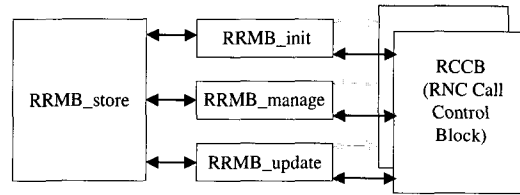


그림 2. 자원관리 기능 블럭의 구성

1. 정보 저장부

정보 저장부는 블럭엔태스크 방식에서 사용되는 저장공간을 구성하며 블럭과 태스크 저장공간으로 구성된다. 그림 3은 정보 저장부내의 블럭 저장공간의 구조를 보여준다. 블럭 저장 공간에는 현재의 블럭을 기준으로 이중연결구조로 구성하기 위한 다음 블럭을 지시하는 다음 포인터(next pointer), 전 블럭을 지시하는 이전 포인터(previous pointer), 블럭

```

typedef enum status_type { ACTIVE, MNA }
typedef struct {
    blockEle_type* next_p; /* Double linked list next pointer */
    blockEle_type* prev_p; /* Double linked list previous pointer */
    uint16_t blockID; /* Block ID */
    uint16_t capacity; /* Available capacity */
    status_type status; /* THE status */
    uint16_t callID; /* Call ID */
    uint16_t rastID; /* RAS-T ID */
    uint16_t boardID; /* Board ID */
    uint16_t cpuID; /* Process ID */
} blockEle_type;

typedef struct {
    blockEle_type* pHp; /* Block head pointer */
    uint16_t sn; /* 할당할 수 있는 block 의 개수 */
} blockHd_type;

blockEle_type theQ[Max_block]; /* block array */
blockHd_type DchHd[Max_q]; /* block queue header */
blockHd_type *SchHd[M] = &DchHd[]; /* block queue header*/
    
```

그림 3. 블럭 저장 공간의 구조

번호 (Block ID), 블럭내의 사용 가능한 용량을 나타내는 트래픽 채널수 (capacity), 보드 번호 (Board ID), 블럭의 상태 표시 (status) 등을 나타내는 파라미터들로 구성된다. 자원관리의 대상인 블럭을 기준에 의하여 몇 개의 이중연결구조로 구성한다.

그림 4는 각 k개의 블럭에 대하여 이중연결구조를 갖는 정보 저장부내의 블럭 저장공간 구성의 예를 보여준다. Dch1Hd의 이중연결구조는 트래픽 형태 1의 서비스가 전용으로 사용할 수 있는 블럭들로 구성되며, Dch2Hd의 이중연결구조는 트래픽 형태 2의 서비스가 전용으로 사용할 수 있는 블럭들로 구성되고, 그리고 Dch3Hd의 이중연결구조는 트래픽 형태 3의 서비스가 전용으로 사용할 수 있는 블럭들로 구성된다. 또한, Sch12Hd의 이중연결구조는 트래픽 형태 1과 2의 서비스가 공유하여 사용할 수 있는 블럭들을 나타내며, Sch13Hd의 이중연결구조는 트래픽 형태 1과 3의 서비스가 공유하여 사용할 수 있는 블럭들을 나타낸다. 그러므로, 트래픽 형태 1의 경우는 Dch1Hd, Sch12Hd, Sch13Hd에 있는 블럭을 사용 가능하며, 트래픽 형태 2의 경우는 Dch2Hd, Sch12Hd에 있는 블럭을 사용 가능하며, 트래픽 형태 3의 경우는 Dch3Hd, Sch13Hd에 있는 블럭을 사용 가능하다.

태스크 저장공간은 논리적인 태스크 구분자를 관리하며 이들을 이중연결구조로 구성한다. 태스크 저장공간은 최대의 태스크 개수 만큼의 논리적인 태스크를 구성하고 각 블럭별 태스크 이중연결구조를 만든다. 그림 5는 정보 저장부내의 태스크 저장공간

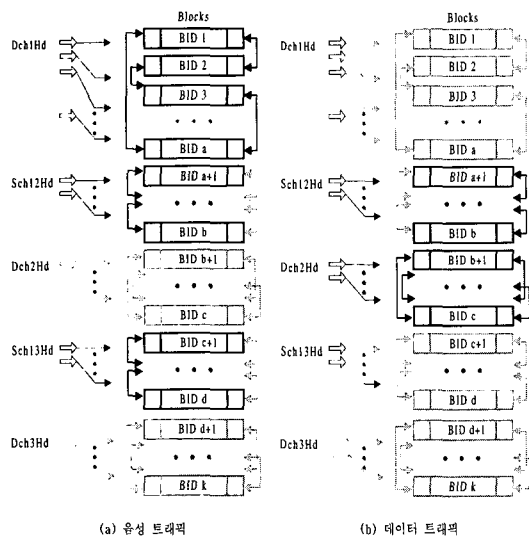


그림 4. 블럭 저장공간의 이중연결구성

```

typedef enum status_type { IDLE, BUSY }
typedef struct {
    taskEle_type* next_p; /* Double linked list next pointer */
    taskEle_type* prev_p; /* Double linked list previous pointer */
    uint16_t blockID; /* Block ID */
    uint16_t Task ID; /* Task ID */
    status_type status; /* THE status */
    uint16_t callID; /* Call ID */
    uint16_t rastID; /* RAS-T ID */
    uint16_t boardID; /* Board ID */
    uint16_t cpuID; /* Process ID */
} taskEle_type;

typedef struct {
    taskEle_type* pTHp; /* Task head pointer */
    uint16_t sn; /* 할당할 수 있는 task 의 개수 */
} taskHd_type;

taskEle_type taskQ[MAX_TASK]; /* Task array */
taskHd_type block[MAX_BLOCK]; /* Task queue header */
    
```

그림 5. 태스크 저장 공간의 구조

의 구조를 보여준다. 태스크 저장공간에는 현재의 태스크를 기준으로 이중연결구조로 구성하기 위한 다음 태스크를 지시하는 다음 포인터(next pointer), 전 태스크를 지시하는 이전 포인터(previous pointer), 자신의 태스크가 속한 블럭의 번호 (block ID), 트래픽 채널 자원의 상태 표시 (idle 또는 busy), 호를 구별하기 위한 번호(call ID), 프로세스 번호 (process ID) 등을 나타내는 파라미터들로 구성된다.

그림 6은 각각 정보 저장부내의 i번째 블럭에 대하여 사용 가능한 태스크들을 이중연결 구조로 구성한 태스크 저장공간의 구성 및 태스크 저장 공간 구성의 예를 보여준다.

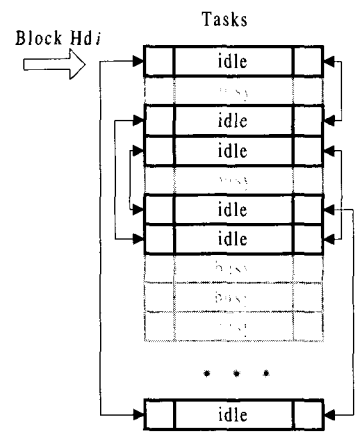


그림 6. 태스크 저장공간의 이중연결 구성
Fig.6 Doubled linked task store

2. 초기회부

최초에 운용보전 기능내 형상 및 상태 정보들을

근거로 블록 저장공간과 태스크 저장공간을 구성하는 단계이다. 블록 저장공간은 사용 가능한 블록 구성 요소들을 확인하고 용량을 기록하여 이중연결구조를 만든다. 또한 태스크 저장공간은 MAX_TASK 개수 만큼의 논리적인 태스크를 구성하고 각 블록별 태스크 이중연결구조를 만든다

3. 관리부

자원할당은 호 처리 프로세스의 할당 요구에 의해 사용 가능한 휴지 (Idle) 상태의 태스크를 선택하여 해당 식별자를 호처리 프로세서에게 통보하는 기능이다. 태스크를 할당하기 위해서 블록 선택과 태스크 할당의 2단계 과정으로 구성된다. 블록 선택은 호 요구시 요구되는 트래픽 채널수 C_i 를 계산하여 허용하는 용량이 있는 블록을 선택하고 사용 가능한 용량을 C_i 만큼 줄여서 저장하여 이루어진다. 예를 들어, 트래픽 형태 1의 호 요구시 복수개의 Dch1Hd 블록중 첫 번째 블록내의 자원을 할당한다고 가정하자. 그러면, Dch1Hd 블록에는 C_1 만큼의 용량을 줄여서 저장하게 되는데, 이때 남아있는 용량이 0 가 되게 되면 블록 Dch1Hd에는 사용 가능한 자원이 존재하지 않음을 의미하므로 Dch1Hd 블록중 첫번째 블록을 이중연결구조에서 삭제하게 되고, 다음 호 요구시에는 Dch1Hd 블록중 사용 가능한 블록을 선택하게 한다. 블록 선택 과정에서 트래픽 형태 1의 경우는 Dch1Hd, Sch12Hd, Sch13Hd 블록의 순서로, 트래픽 형태 2는 Dch2Hd, Sch12Hd 블록 순서로, 트래픽 형태 3은 Dch3Hd, Sch13Hd 순서로 블록을 선택한다. 선택되어진 블록에서 자원의 할당은 먼저 자원의 사용 가능한 개수 (용량)를 참조하여 큐에서 휴지 상태의 자원이 존재하는가를 판단한다.

휴지 상태의 자원이 존재할 경우 해당 큐의 헤드 포인터가 가리키는 자원을 선택하여 IDLE 상태인가를 판단한 후, IDLE 상태일 경우 해당 자원을 큐에서 제거하고 자원을 BUSY상태로 변경한다. 그리고 큐의 헤드 포인터는 마지막으로 제거된 자원의 다음 자원을 가리키도록 수정한다. 자원 반납기능은 호 처리 프로세스의 반납 요구에 의해 해당되는 블록 내 BUSY상태 태스크 자원을 큐에 삽입하고 블록의 사용 가능한 용량을 C_i 만큼 증가시킨 후 블록의 위치를 재조정하는 과정으로 구성된다. 자원의 반납은 해당 태스크 자원의 상태를 BUSY에서 IDLE로 수정한 후, 큐 헤드 포인터가 가리키는 현재 자원과 현재 자원의 이전 포인터가 가리키는 자

원사이에 해당 자원을 삽입한다.

4. 상태부

상태부는 자원의 상태 통보, 갱신, 오류 처리 기능을 수행한다. 자원의 상태 통보는 운용 보전 기능에서 특정 자원의 상태를 확인할 때 사용하는 기능으로 확인 요구된 블록 자원의 상태를 ACTIVE (동작중), MNA(운용보전)로 통보한다.

자원 갱신 기능은 하드웨어적인 고장이 발생할 때와 복구되었을 때 운용보전 블록에서 자원 상태를 변경하기 위해 사용하는 기능이다. 이중연결구조에 연결된 블록 상태를 변경하는 경우는 연결 링크는 변경하지 않으며 해당 블록 자원의 상태만 ACTIVE에서 MNA로만 변경한다. 이중연결구조에 연결되지 않은 블록 자원이 사용 가능한 상태로 복구되는 경우 해당 블록을 이중연결구조에 삽입하게 된다.

오류 처리 기능은 블록으로 구성된 이중연결구조에서 사용 가능한 용량이 존재하지만 서비스를 하지 못하는 경우에는 해당되는 블록을 해당 이중연결구조에 새롭게 삽입하고, 블록별 이중연결구조에 BUSY 자원이 연결된 경우에는 큐가 깨진 것으로 판단하여 해당되는 블록내의 모든 논리적인 태스크 자원을 검사하고 이중연결구조를 다시 구성한다. 이중연결구조에서 링크가 손실된 경우는 각 이중연결구조를 지적하는 헤드의 시작 포인터가 가리키는 현재 자원의 이전 포인터가 가리키는 채널의 다음 포인터가 현재 채널을 가리키고, 현재 채널의 다음 포인터가 가리키는 채널의 이전 포인터가 현재 채널을 가리키는지를 확인한다. 이 기능은 채널을 할당하기 전에 항상 수행하는 기능이다. 이 규칙이 손실되는 경우는 이중 연결구조를 새롭게 구성하는 절차를 거쳐야 한다.

IV. 호 수락 제어

그림 7은 음성호에 대한 호 요구시의 제안한 블록 할당 및 자원 관리 방식을 사용한 호 제어 방법의 예를 보여준다. 음성호가 발생되어 제어국에 트래픽 채널 할당을 요구하게 되면, 블록저장 공간에서 Dch1Hd 블록중에서 하나의 블록을 선택하고, 선택된 블록내의 태스크 저장공간에서 이중연결구조로 되어 있는 다음 포인터 (next pointer)의 트래픽 채널을 선택하고 할당한다. 호 요구시 블록저장 공간에서 사용 가능한 Dch1Hd 블록이 존재하지 않는

경우는 Sch12Hd 블럭중에서 하나의 블럭을 선택하고, 선택된 블럭내의 태스크 저장공간에서 이중연결 구조로 되어 있는 다음 포인터의 트래픽 채널을 선택하고 할당한다. Dch1Hd 및 Sch12Hd 블럭에도 사용 가능한 자원이 존재하지 않는 경우에는, Sch13Hd 블럭중에서 하나의 블럭을 선택하고, 선택된 블럭내의 태스크 저장공간에서 이중연결구조로 되어 있는 다음 포인터의 트래픽 채널을 선택하고 할당한다. 사용 가능한 Sch13Hd 블럭도 존재하지 않게 되면, 호 요구를 기각한다. 사용 가능한 자원이 존재하여 자원을 할당한 경우에는 태스크 저장공간의 파라미터 값중 상태를 IDLE에서 BUSY로 변경하고 이중링크 구성을 갱신한다. 또한, 블럭 저장공간의 용량값을 C_1 만큼 감소시킨다. C_1 만큼 감소시킨 후, 남은 용량이 0인 경우에는 이중연결구조에서 삭제시킨다. 자원이 할당되고 통화가 완료되면 해당되는 자원을 해제 (BUSY에서 IDLE)하고, 블럭 저장공간 및 태스크 저장 공간의 파라미터 값 및 해당 블럭 및 태스크에 대한 이중연결구조를 갱신한다.

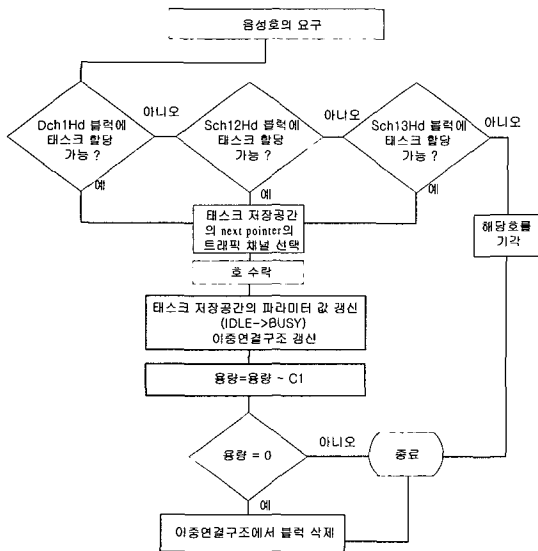


그림 7. 음성 트래픽에 대한 호 제어 방식

데이터 및 영상호 요구시에도 위와 비슷한 방법으로 자원을 할당하고, 통화 완료시에는 할당된 자원을 해제하고, 저장공간의 파라미터 값 등을 갱신한다. 즉, 데이터 호 요구시에는 Dch2Hd, Sch12Hd의 블럭을 선택하고, 영상호 요구시에는 Dch3Hd, Sch13Hd의 블럭을 선택하고, 선택된 블럭내의 하나의 태스크를 선택하여 자원을 할당한다. 자원을 할

당한 경우에는 음성호와 비슷한 방법으로 블럭 저장공간 및 태스크 저장공간의 파라미터 값을 갱신한다. 사용 가능한 블럭이 존재하지 않는 경우는 호 요구를 기각한다.

V. 수치예 및 성능 분석

1. 각 트래픽 형태별 THP 블럭 할당

초기의 트래픽 형태는 음성 트래픽이 비음성 트래픽 보다 많을 것으로 예상되고, 점차적으로 비음성 트래픽의 비율이 증가할 것으로 예상된다. 그러므로, 12.2 Kbps의 트래픽, 64 Kbps의 트래픽, 384 Kbps의 트래픽이 점유하는 자원의 비율 7:2:1 및 6:3:1 (즉, 음성 대 비음성의 자원 점유비가 7:3 및 6:4인 경우), 그리고 3:6:1 (즉, 음성 대 비음성의 자원 점유비가 3:7인 경우)로 가정하고 전체 채널의 이용률 (=사용중인 채널수/전체 채널 수)을 변화시키면서 제안한 PDPSC 방식 및 CSC방식을 적용하였을 때의 호 요구에 대한 블럭킹 확률을 비교해 본다.

먼저, 채널 점유율이 7:2:1인 경우 채널 점유율을 근거로 각 트래픽이 요구하는 채널 수, $n_1^{ch}, n_2^{ch}, n_3^{ch}$ 를 (1)식을 사용하여 아래와 같은 값을 얻는다.

$$n_1^{ch} = C \cdot a_1 = 1920 \cdot 0.7 = 1,344 \text{ ch}$$

$$n_2^{ch} = C \cdot a_2 = 1920 \cdot 0.2 = 384 \text{ ch}$$

$$n_3^{ch} = C \cdot a_3 = 1920 \cdot 0.1 = 192 \text{ ch}$$

영상 및 데이터 트래픽이 전용으로 사용할 THP 블럭의 수, N_3^{PDC}, N_2^{PDC} 는 (3)식으로 부터 다음과 같이 얻어진다.

$$N_3^{PDC} = \lfloor N_3^{THP} \rfloor = \lfloor n_3^{ch}/60 \rfloor = \lfloor 192/60 \rfloor = 3$$

$$N_2^{PDC} = \lfloor N_2^{THP} \rfloor = \lfloor n_2^{ch}/60 \rfloor = \lfloor 384/60 \rfloor = 6$$

전용으로 사용할 수 있는 THP 블럭수의 1배에 해당하는 THP 블럭을 공유하여 사용하면, 영상 및 데이터 트래픽에 대해 최대로 할당할 수 있는 THP 블럭의 수, N_3, N_2 는 (4)식과 (5)식으로부터 다음과 계산된다

$$N_3 = N_3^{PDC} + N_3^{PSC} = 2 \cdot N_3^{PDC} = 6$$

$$N_2 = N_2^{PDC} + N_2^{PSC} = 2 \cdot N_2^{PDC} = 12$$

음성 트래픽이 전용으로 사용할 수 있는 THP 블럭의 수, N_1^{PDC} 는 (6)식으로부터 다음과 같이 되고

$$N_1^{PDC} = 32 - (N_2 + N_3) = 32 - (12 + 6) = 14$$

최대로 사용할 수 있는 THP 블록의 수, N_1 , 는 (7)식으로부터 다음과 같이 된다.

$$N_1 = N_1^{PDC} + N_2^{FSC} + N_3^{FSC} = 14 + 6 + 3 = 23$$

즉, 384 Kbps의 영상 트래픽은 그림 1(b)에서처럼 30, 31, 32번째 THP 블록을 전용으로 사용하고, 27, 28, 29번째 THP 블록을 12.2 Kbps의 음성 트래픽과 공유하여 사용한다. 64 Kbps의 데이터 트래픽은 21번째부터 26번째까지의 THP 블록을 전용으로 사용하고, 15번째부터 20번째까지의 THP 블록을 음성과 공유하여 사용한다. 12.2 Kbps의 음성 트래픽은 1번째부터 14번째까지의 THP 블록을 전용으로 사용하고, 15번째부터 20번째까지의 THP 블록은 데이터 트래픽과 공유하여 사용하고, 27, 28, 29번째 THP 블록은 영상 트래픽과 공유하여 사용한다. 각 트래픽 형태의 채널 점유율이 6:3:1의 경우도 7:2:1의 경우와 마찬가지로 방법으로 계산하면, 음성 트래픽에 전용으로 할당되는 THP 블록의 수는 8개, 데이터 트래픽에 전용으로 할당되는 THP 블록의 수는 9개, 영상 트래픽에 전용으로 할당되는 THP 블록의 수는 3개를 얻을 수 있다. 즉, 음성 트래픽은 1번째 THP 블록부터 8번째 THP 블록까지를 전용으로 사용하고, 9번째 THP 블록부터 17번째 THP 블록을 데이터 트래픽과 공유하여 사용하고, 27번째 THP 블록부터 29번째 THP 블록까지를 영상 트래픽과 공유하여 사용한다. 데이터 트래픽은 18번째 THP 블록부터 26번째 THP 블록을 전용으로 사용하고, 9번째 THP 블록부터 17번째 THP 블록을 음성 트래픽과 공유하여 사용한다. 영상 트래픽은 30번째 THP 블록부터 32번째 THP 블록까지를 전용으로 사용하고, 27번째 THP 블록부터 29번째 THP 블록까지를 음성 트래픽과 공유하여 사용한다.

또한, 각 트래픽 형태의 채널 점유율이 3:6:1의 경우도 위와 마찬가지로 방법으로 계산하면, 음성 트래픽에 전용으로 할당되는 THP 블록의 수는 0개, 데이터 트래픽에 전용으로 할당되는 THP 블록의 수는 19개, 영상 트래픽에 전용으로 할당되는 THP 블록의 수는 3개를 얻을 수 있다. 즉, 음성 트래픽은 1번째 THP 블록부터 7번째 THP 블록까지를 데이터 트래픽과 공유하여 사용하지 되고, 27번째 THP 블록부터 29번째 THP 블록까지를 영상 트래픽과 공유하여 사용한다. 데이터 트래픽은 8번째

THP 블록부터 26번째 THP 블록을 전용으로 사용하고, 1번째 THP 블록부터 7번째 THP 블록을 음성 트래픽과 공유하여 사용한다. 영상 트래픽은 30번째 THP 블록부터 32번째 THP 블록까지를 전용으로 사용하고, 27번째 THP 블록부터 29번째 THP 블록까지를 음성 트래픽과 공유하여 사용한다.

표 1. 요구되는 채널수 및 시간당 호 수 (채널 점유비율=7:2:1)

	12.2 Kbps		64 Kbps		384 Kbps	
	채널수	호 수	채널수	호 수	채널수	호 수
0.5	672	26880	192	1536	96	192
0.6	805	32200	231	1848	116	232
0.7	940	37600	269	2152	135	270
0.8	1074	42960	308	2464	154	308
0.9	1209	48360	346	2768	173	346
1.0	1344	53760	384	3072	192	384

표 2. 요구되는 채널수 및 시간당 호 수 (채널 점유비율=6:3:1)

	12.2 Kbps		64 Kbps		384 Kbps	
	채널수	호 수	채널수	호 수	채널수	호 수
0.5	576	23040	288	2304	96	192
0.6	690	27600	346	2768	116	232
0.7	805	32200	405	3232	135	270
0.8	921	36840	461	3688	154	308
0.9	1036	41440	519	4152	173	346
1.0	1152	46080	576	4608	192	384

표1 및 표 2는 각 트래픽 형태의 채널 점유율이 7:2:1 및 6:3:1로 설정되었을 때, 채널당 부가되는 트래픽 (얼량)에 대해 요구되는 채널 수 및 시간당 발생하는 호수를 보여준다. 여기서 호의 도착은 포아송 과정을 따르고, 호의 통화시간은 트래픽 형태와 관계없이 평균 90초의 지수분포를 따른다고 가정한다. 또한, 활성 계수 (Activity Factor)는 트래픽 형태와 관계없이 1로 가정한다.

2. 시뮬레이션 결과

그림 8과 9는 2장에서 언급한 두 가지의 THP 할당 방법에 대하여 SLAM II^[4]를 이용한 시뮬레이션을 수행하였을 때, 채널 점유율에 대한 각 트래픽 형태의 블럭킹 확률을 보여준다. 음성 트래픽은 한 호에 대하여 1개의 채널을 요구하고, 데이터 트래픽은 한 호에 대하여 5개의 채널을 필요로 하게 되는데, 하나의 THP 블럭내에 5개의 트래픽 채널이 연속적으로 사용 가능하여야 한다. 또한, 영상 트래

픽은 한 호에 대하여 20개의 채널을 필요로 하게 되는데, 하나의 THP 블록내에 20개의 트래픽 채널이 연속적으로 사용 가능하여야 한다.

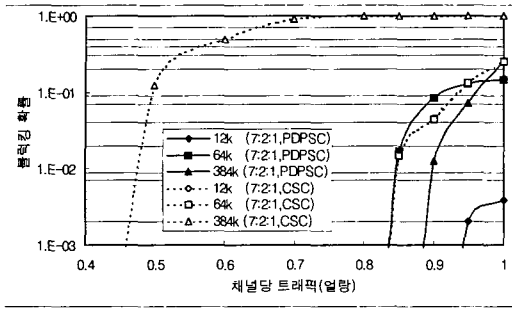


그림 8. 채널 점유율에 대한 블럭킹 확률 (음성 : 비음성 = 7:3)

공유방식 (CSC)의 경우는 전체의 자원을 모든 트래픽 형태가 공유하여 사용하기 때문에 한 호가 요구하는 채널수가 작은 음성 트래픽의 경우는 블럭킹이 거의 발생되지 않지만, 연속적으로 5개의 채널을 요구하는 데이터 트래픽은 채널 점유율이 0.8 정도에서부터 사용 가능한 채널이 부족하여 블럭킹이 발생하게 된다. 즉, 채널 점유율이 0.8만 되어도 사용 가능한 채널이 연속적으로 5개가 될 확률이 낮아지게 되어 블럭킹이 발생하게 된다. 또한, 영상 트래픽의 경우는 채널 점유율이 0.5만 되어도 사용 가능한 채널이 연속적으로 20개가 될 확률이 급격히 낮아지게 되어 블럭킹이 발생하게 되고, 채널 점유율이 높아지면서 블럭킹 확률도 급격하게 증가하게 된다.

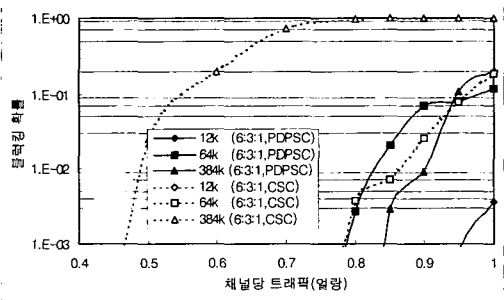


그림 9. 채널 점유율에 대한 블럭킹 확률 (음성 : 비음성 = 6:4)

하이브리드 방식 (PDPSC)의 경우는 자원의 일부를 각 트래픽 형태가 전용으로 사용하기 때문에 추가되는 트래픽에 대하여 각 트래픽 형태별 블럭킹 확률은 크게 차이가 나지 않는다. 또한, 음성 트래픽

을 제외하고는 공유방식의 경우보다 블럭킹 확률이 낮아지게 된다. 즉, 공유방식의 경우에는 음성 트래픽의 호 요구는 거의 수락되기 때문에 64 Kbps의 트래픽 및 384 Kbps 트래픽의 블럭킹 확률은 하이브리드 방식의 블럭킹 확률보다 높아지게 된다.

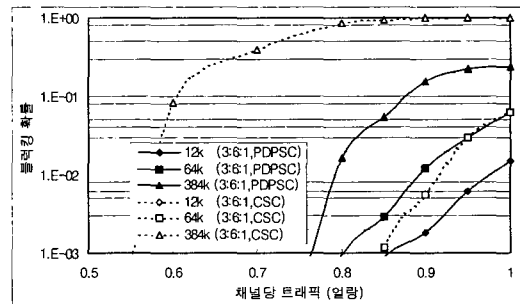


그림 10. 채널 점유율에 대한 블럭킹 확률 (음성 : 비음성 = 3:7)

그림 10은 12 Kbps 트래픽, 64 Kbps 트래픽, 384 Kbps 트래픽의 채널 점유비율이 3:6:1일 때, 즉, 비음성 트래픽의 채널 점유비율이 음성 트래픽의 경우보다 큰 경우에 평균 채널 점유율에 대한 블럭킹 확률을 보여준다.

공유방식의 경우는 음성 트래픽의 채널 점유 비율이 낮아짐에 따라 384 Kbps 트래픽의 블럭킹이 음성 트래픽의 채널 점유비율이 비음성 트래픽의 채널 점유비율보다 큰 그림 8의 경우에 비해서는 낮아지게 되지만, THP 블록내에 연속적으로 20개의 트래픽 채널이 사용 가능할 확률이 여전히 낮기 때문에 블럭킹 확률은 높아지게 된다. 64 Kbps의 트래픽의 블럭킹 확률은 음성 트래픽의 채널점유 비율이 낮고, 384 Kbps 트래픽의 블럭킹이 높기 때문에 하이브리드 방식의 경우보다 조금 낮아지게 된다.

하이브리드 방식의 경우에는 전체 자원의 일부를 각 트래픽 형태가 전용으로 사용하기 때문에 0.7 얼랑 정도의 트래픽이 추가되어도 블럭킹은 거의 나타나지 않고, 추가되는 트래픽 양이 더욱 증가하게 되면, 호당 요구하는 트래픽 채널 수가 많은 트래픽 형태부터 사용 가능한 채널 자원의 부족으로 블럭킹이 발생하게 된다.

호의 블럭킹 확률의 권고값을 10^{-2} 으로 가정하면, 그림 8, 9, 10으로부터 하이브리드 방식의 경우는 기준부하 B (0.8 얼랑)의 트래픽이 추가되어도 권고값을 만족시킬 수 있다. 그러나, 공유방식의 경우에는 음성 및 데이터 트래픽의 경우는 기준부하 B까지의 트래픽이 추가되어도 권고값을 만족

시킬 수 있지만, 한 호가 요구하는 채널수가 많은 384 Kbps의 트래픽의 경우에는 0.5 일량의 트래픽이 부가되어도, 즉, 채널의 평균 점유율이 50% 정도만 되어도, 블럭킹 확률은 권고값을 만족시키지 못함을 알 수 있다.

그림 11은 호의 도착과정을 포아송 분포로, 통화 시간을 평균90초의 지수분포를 따른다고 가정할 때, 하나의 THP (60 채널)에 음성 트래픽이 부가되는 경우에, 자원 할당 및 관리 방식에 대한 사용 가능한 트래픽 채널을 발견하는데 소요되는 평균 탐색 횟수를 보여준다.

순차적 방식1은 최초의 호 요구시 첫번째 트래픽 채널을 할당하고, 다음 호 요구시에는 다음 채널인 2번째 채널부터 탐색하는 방법으로, n번째 호 요구시에는 n-1번째 할당된 트래픽 채널의 다음 트래픽 채널부터 탐색하는 방법을 의미한다. 예를 들면, 할당된 1,2,3,4,5번 채널중 2번 채널이 통화가 종료된 경우에 새로운 호 요구가 있을 때, 2번 채널이 사용 가능하지만, 가장 최근에 할당한 채널 다음의 6번 채널부터 사용 가능한 채널을 탐색하는 방법이다. 또한, 순차적 방식2는 순차적 방식1과 유사한 방법으로 트래픽 채널을 탐색하지만, 호 요구시에는 가장 최근에 종료된 호에 할당되었던 트래픽 채널을 먼저 할당하고 다음의 호 요구시에는 가장 최근에 할당된 트래픽 채널의 다음 트래픽 채널부터 순차적으로 사용 가능한 트래픽 채널을 탐색하는 방법을 의미한다. 예를 들면, 할당된 1,2,3,4,5번 채널중 2번 채널이 통화가 종료된 경우에 새로운 호 요구가 있을 때, 2번 채널이 사용 가능하기 때문에, 호 요구에 대하여 2번 채널을 할당하고, 다음 호 요구시에는 3번 채널부터 사용 가능한 채널을 탐색하는 방법이다.

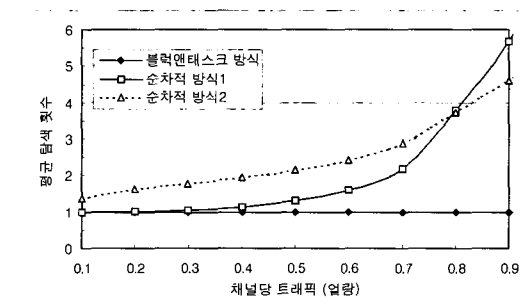


그림 11. 부하에 대한 평균 탐색 횟수 (음성 트래픽)

그림에서 보여주는 것과 같이 본 연구에서 제안하고 있는 블럭앤태스크 방식을 사용하는 경우에는

블럭 및 태스크에 대한 정보를 가지고 있기 때문에 사용 가능한 채널이 존재하는 경우에는 항상 1회의 탐색에 사용 가능한 트래픽 채널을 발견하여 할당할 수가 있다. 그러나, 순차적 방식1 및 순차적 방식2의 경우에는 사용 가능한 트래픽 채널에 대한 정보를 갖고 있지 않기 때문에, 호 요구시에는 사용 가능한 채널의 존재 유무를 탐색하는데 블럭앤태스크 방식보다 많은 시간이 소요됨을 알 수 있다.

VI. 결론

본 연구에서는 12.2 Kbps, 64 Kbps, 384 Kbps 등의 다양한 QoS를 요구하는 서비스에 대하여 IMT-2000 비동기 방식 시스템의 제어국내의 셀렉터의 트래픽 채널 자원을 효율적으로 이용하기 위한 채널 자원 할당 및 자원 관리 방식을 제안하고, 그 성능을 평가하였다. 먼저, 트래픽 채널 블럭을 효율적으로 이용하기 위한 방법으로 32개의 THP 블럭중에서 일부는 각 트래픽 형태가 전용으로 사용하고 (PDC), 일부는 여러 트래픽 형태가 공유하여 사용하는 (PSC) 방식의 두 가지가 혼합된 하이브리드 방식 (PDPSC)을 제안하고, 모든 트래픽 형태가 공유하여 사용하는 경우 (PSC)와의 호 요구시의 블럭킹 확률을 비교하여 제안한 자원 할당 방식의 성능이 우수함을 보였다.

또한, THP 블럭 및 블럭내의 트래픽 채널 자원을 효율적으로 할당, 해제, 관리하기 위한 자원관리 방식으로 THP 블럭을 선택하는 블럭관리 단계와 선택된 블럭내에서 사용 가능한 트래픽 채널을 선택하는 태스크관리 단계의 블럭앤태스크 관리방식을 제안하고, 하나의 THP 블럭내에서의 음성 트래픽의 호 요구시에 사용 가능한 트래픽 채널을 찾는 데 소요되는 평균 탐색수를 평가하였다.

본 연구에서는 3가지의 트래픽 형태를 고려하고 있지만, 12.2 Kbps 이하의 트래픽, 64 Kbps 이하의 트래픽, 144 Kbps 이하의 트래픽, 384 Kbps 이하의 트래픽 등으로 트래픽 형태를 현실적으로 구별한 경우와 멀티호 서비스에 대한 자원 할당 및 관리 방식을 제안하고, 성능을 평가해 보아야 한다.

참고 문헌

[1] H. Nakamura, M. Onuki, and A. Nakajima, "Using ATM to carry very low bit rate mobile voice signals," *Proc. of ICUPC'95*, pp.863-867,

- 1995.
- [2] 유병한, 장성철, 백장현, IMT-2000 시스템에서 트래픽 채널 자원의 할당 및 호 제어 방법, 국내 특허 출원, 2000년 12월 26일.
 - [3] 이숙진, 유병한, 백장현, "IMT-2000 비동기 방식 제어국의 트래픽 채널 블럭 할당 방식," JCCI2001, pp.653-656, 2001년 4월.
 - [4] A. Alan and B. Pritsker, Introduction to Simulation and SLAM II, System Publishing Corporation, 1986.
 - [5] 장성철, 유병한, 김경수, "IMT-2000 비동기 방식 제어국의 자원관리 블럭에서의 자원관리 방식," 국내특허 출원, 2000년 12월 26일.
 - [6] 3G TS 21.901, "3G Vocabulary".
 - [7] 3G TS 25.401, "UTRAN Overall Description"

유 병 한(Byung-Han Ryu)

정회원



1985년 2월 : 한양대학교
산업공학과 졸업(공학사)
1988년 2월 : 서울대학교 대학원
산업공학과 졸업
(공학석사)
1997년 3월 : 오사카대학 대학원
기초공학연구과
정보공학과 졸업
(공학박사)

1985년 1월~1986년 1월 : (주)퍼시픽 콘트롤즈
1988년 3월~현재 : 한국전자통신연구원 이동통신연
구소 이동통신시스템연구부 책임연구원
<주관심 분야> 트래픽 접속 프로토콜, 통신망, 트래
픽 제어, 시스템 성능평가

장 성 철(Seong-Chul Jang)

정회원



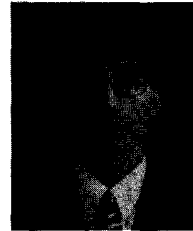
1992년 2월 : 경북대학교
전자공학과 졸업(공학사)
1994년 2월 : 한국과학기술원
전기 및 전자공학과 졸업
(공학석사)
1999년 8월 : 한국과학기술원
전기 및 전자공학부 졸업
(공학박사)

1998년 7월~현재 : 한국전자통신연구원 이동통신연
구소 이동통신시스템연구부 선임연구원

<주관심 분야> 무선자원관리, 트래픽 제어, 다중접
속프로토콜, 시스템 성능평가

백 장 현(Jang-Hyun Baek)

정회원



1986년 2월 : 서울대학교
산업공학과 졸업(공학사)
1988년 2월 : 서울대학교 대학원
산업공학과 졸업
(공학석사)
1997년 2월 : 서울대학교 대학원
산업공학과 졸업
(공학박사)

1989년 6월~1998년 2월 : 한국전자통신연구원 선임
연구원

1998년 3월~현재 : 전북대학교 산업공학과 조교수

1998년 6월~현재 : 한국전자통신연구원 초빙연구원

<주관심 분야> 통신망 설계, 이동무선통신, 트래픽
제어, 시스템 성능평가