

論文94-31A-4-1

실시간 멀티미디어 서비스용 동기 통신 프로토콜의 성능 분석

(Performance Analysis of Synchronization Communication Protocols for Real-Time Multimedia Services)

金 泰 圭*, 趙 東 浩*

(Tae Gue Kim and Dong Ho Cho)

要 約

네트워크를 통한 멀티미디어 데이터 스트림의 실시간 전송에 있어서는, 단일매체 데이터 스트림내에서의 데이터의 연속성(continuity) 파괴문제와 병렬로 전송되는 멀티미디어 데이터 스트림에 있어서의 미디어간 타이밍 불일치(mismatching) 문제가 가장 심각한 동기문제로 받아들여 지고 있다. 본 논문에서는 이들 문제들을 해결하기 위해서 현재까지 제안된 여러 방식들을 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 비교 분석하였다. 시뮬레이션 결과, 실시간 전송 및 멀티미디어 서비스 품질의 측면에서 보았을때 세그멘테이션을 이용하는 방식과 별도의 분리된 동기채널을 이용하는 방식이 동기마크를 삽입하는 방식보다 훨씬 우수함을 알 수 있었다. 한편, 채널이용율의 측면에서는 세그멘테이션을 이용하는 방식이 별도의 동기채널을 이용하는 방식보다 더 효율적임을 알 수 있었다.

Abstract

In the real-time delivery of multimedia data streams over networks, the interruption of continuity in a single media stream and the mismatching of the data within the same time interval in multimedia data streams transferred in parallel on different channels are considered as the most serious synchronization problems. There are several mechanisms proposed to handle these problems. In this paper, these mechanisms are analyzed and compared in various point of view by the computer simulation. According to the simulation results, it has been shown that the method which uses the segmentation and the method which uses the separate synchronization channel are superior to the method which uses the synchronization marks in view of the real-time transmission and quality of service. On the other hand, it can be seen that the method which uses the segmentation is superior to the method which uses the separate synchronization channel from a channel utilization's point of view.

* 正會員, 慶熙大學校 電子計算工學科

(Dept. of Computer Engineering Kyunghee Univ.)

* 본 연구는 경희대학교에서 지급한 학술 연구조성비에 의하여 수행하였음.

接受日字 : 1993年 6月 16日

I. 서론

멀티미디어 시스템에 있어서의 동기화는 실시간 멀티미디어 정보가 통신망을 통하여 전송될 때, 송신단에서의 각 매체간 연관성을 수신측에서도 유지할 수

있도록 해주는 기술로서, 최근의 ATM(asynchronous transfer mode)을 기반으로 하는 B-ISDN(broad-band integrated services digital network)을 통한 멀티미디어 서비스에 요구되는 서비스품질(QOS : quality of service)을 유지시켜 주는데 있어서 매우 중요한 역할을 수행한다.^[1] 동기문제는 데이터 스트림의 전송방식과 아주 밀접한 관련이 있는데, 예를 들어 ODA(office document architecture) 및 DCA(distributed communication architecture) 등에서 처럼 문서단위로 전송되는 방식에서는 서로 다른 데이터 타입들이 단일의 멀티미디어 문서로 병합되어 단일의 채널을 통하여 송수신되므로 개별 데이터 타입들간의 동기문제는 생기지 않는다.^[2,3] 반면에, 개별 IDE(interchange data element)들이 분리된 채널을 통해 전달될 때에는 동기제어를 하지 않으면 서비스의 품질(QOS)이 치명적으로 저하될 수 있다.

한편, 한 응용에 속하는 개별 IDE(interchange data element)들을 각각 독립된 별도의 채널을 통하여 전송하는 방식은 병렬 전송으로 인해 전반적인 전송시간이 감소한다는 점, 요구되는 정보만을 검색할 수 있는 점, 각 정보들이 서로다른 채널들을 이용하므로 각 미디어 인터페이스 장치와의 간섭이 없다는 점, 각 매체들에 가장 적합한 채널을 이용하여 전송함으로써 대역폭을 보다 효율적으로 이용할 수 있다는 점 등에서 통합된 문서의 형태로 전송하는 방식보다 유리하다.^[4] 현재 대부분의 멀티미디어 문서표준은, 수신단에서의 재구성이 보장된다면, 각각의 개별 구성요소가 서로 다른 채널을 통하여 전송되는 것을 허용한다.^[4] 또한, 미래의 멀티미디어 서비스를 제공해 줄 수 있는 망으로서 가장 유력시되고 있는 ATM 망에서도 분리된 병렬채널을 지원한다.^[5,6] 따라서, 미래의 ATM 환경하에서는 멀티미디어 데이터 스트림의 전송방식으로 각 매체별로 분리된 채널을 통하여 전송하는 방식이 사용되는 것이 바람직하다.

그러나, 분리된 개별채널을 통한 멀티미디어 정보의 전송에서는 동기제어가 필수적이다. 특히, 실시간 응용에 있어서는 실시간 요구조건을 가진 서로 다른 형태의 여러 데이터 스트림들이 서로 결합되어야 하므로 이들간의 동기가 매우 중요하다. 실시간 응용에 있어서의 동기화 문제로는 단일매체 데이터 스트림에 있어서의 데이터 연속성(continuity)의 파괴문제와 병렬 멀티미디어 데이터 스트림에 있어서의 각 미디어 데이터간의 도착시간 불일치 문제 등을 들 수 있다.^[7,8,9] 네트워크를 통한 멀티미디어 데이터의 전송에 있어서는 특히, 랜덤 네트워크 지연이 이들 두가지 문제를 더욱 심각하게 만든다.^[9]

그동안, 이러한 동기문제를 해결하기 위한 동기 제어정보의 전송방식에 대한 많은 연구가 있어왔다. 대표적인 동기제어정보 전송방식으로는 동기마크를 이용하는 방식과 별도의 동기채널을 이용하는 방식^[10], 그리고 비디오 정보와 텍스트 정보를 음성정보의 발음구간 혹은 묵음구간에 일치하게 세그먼트화하여 음성채널의 동기정보를 이용하는 방식^[8] 등을 들 수 있다. 그러나 이들 동기메카니즘의 상호비교 및 객관적인 성능평가는 아직 이루어지지 않았다.

따라서, 본 논문에서는 이러한 동기제어 메카니즘들의 성능을 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 상호 비교평가한다. 제 I 장 서론에 이어 제 II 장에서는 ATM 네트워크 및 제어장치에서의 동기제어 제한조건들을 살펴보고 제 III 장에서는 이들 대표적인 동기정보 전송 메카니즘들을 자세히 고찰한다. 그리고 제 IV 장에서는 동기제어정보 전송메카니즘들의 성능에 대한 시뮬레이션 결과를 논하며 마지막으로 제 V 장에서 결론을 맺는다.

II. ATM망 및 제어장치상에서의 멀티미디어 동기제어

1. ATM 네트워크상에서의 동기제어

실시간 분산 멀티미디어 응용은 서로다른 특성을 갖는 매우 다양한 형태의 정보를 포함하고 있으며 고속 가변 비트율의 전송을 필요로 한다. 따라서 멀티미디어 전송시스템으로는 이러한 응용의 요구를 지원해 줄 수 있는 ATM 망이 사용된다. ATM 망에서는 고속 가변 비트율을 지원하며 분리된 병렬채널을 지원하므로, 한 멀티미디어 응용에 속하는 각 미디어 스트림이 각각 분리되어 해당 미디어의 특성 및 요구조건에 가장 적합한 접속을 통해서 전송될 수 있다.^[5,6]

별도의 제어채널을 이용하는 동기제어정보 전송방식에서는 동기제어명령과 파라미터를 전송하기 위해서 제시된 동기채널이라 하는 특정한 접속을 사용한다.^[10] 이 채널을 통하여 전달되는 정보에는 제어데이터(명령 및 파라미터), 제어단위의 시작 및 끝에 대한 포인터 등이 포함된다. 실시간 응용의 경우에 있어서 동기채널은 포함된 데이터 스트림들의 관계를 이용하여 세련된 동기제어를 수행하는 것을 가능하게 해준다. 그러나 동기 제어채널을 별도로 사용하는 것은 더많은 통신자원이 소요된다는 단점이 따른다. 실제로, 이 동기채널을 도입함으로써 요구되는 대역폭이 증가한다. S가 동기단위의 평균 시간, L_p 가 하나의 동기단위를 제어하기 위해 소요되는 평균 비트수라 하면, 제어 접속에 의해 지원되는 평균 비트율 R,

는 다음의 조건을 만족시켜야 한다.

$$R_i \geq \frac{Lp}{S} \quad (1)$$

만일 한 동기단위의 제어에 요구되는 최대의 비트 수가 L_{pmax} 라 하면 최대의 비트율은 L_{pmax}/S 이상이어야 한다. 여기서 우리는 제어비트수가 적고 동기 제어단위의 시간길이가 크면 통신 대역폭을 절감할 수 있음을 알 수 있다. 그러나 대역폭을 제한하면 허용될 수 있는 제어단위의 길이 S 의 최소값이 결정된다.^{7,8)}

2. 제어장치상에서의 데이터 스트림의 동기화

실시간 데이터전송의 동기제어는 본질적으로 멀티미디어 데이터 스트림들의 속도매칭 문제이다. 한 응용그룹내의 모든 데이터 스트림들을 동시에 디스플레이하기 위해서는 가장 먼저 도달한 스트림은 나머지 스트림들이 수신될 때까지 지연되어야 하는데, 이로 인하여 먼저 도달한 스트림에 대해서 동기화 지연이 초래된다. 비록 한 단위내의 모든 데이터 스트림의 디스플레이가 동시에 시작될지라도, 그들사이의 불일치는 점점 증가하게 된다. 이유는 다음 패킷(혹은 프레임)에 대해 서로 다른 네트워크 지연이 초래되어 각 데이터 스트림에 대해 동기단위 내부에서 갭 및 지터가 발생되기 때문이다. 이러한 불일치는 다음 동기단위가 시작되기 전까지는 회복되지 않는다. 참고 문헌 [8]에서는 이러한 영향을 줄이기 위해서 전송 경로상의 각 노드들에서는 먼저 도달한 패킷을 고의적으로 지연시키는 방법을 제시하고 있는데, 여기에는 다음의 두가지의 전략이 존재한다.

확장전략 : 수신기에 일찍 도달한 패킷(혹은 프레임)이 다른 패킷들이 도달하기까지 기다리는 방식이다. 패킷(프레임) 폐기 없음으로 비디오 수신기에 적합하다.

폐기전략 : 수신기가 늦게 도착하는 패킷(프레임)을 폐기하는 댓가로 타이밍을 유지하는 방식이다. 늦게 도달한 데이터를 폐기하므로 고품질을 요구하는 비디오 수신기에는 사용될 수 없고 어느정도의 손실을 허용하는 음성 수신기에서만 사용될 수 있다.

한편, 네트워크상의 랜덤지연이 동기단위의 세분화에 미치는 영향을 알아보면 다음과 같다. N 개의 데이터 스트림에 대해 동기제어를 한다고 하고, 이때 T_{ij} 가 제어단위의 끝점에서 데이터 스트림 i 및 데이

타 스트림 $j(1 \leq i \leq N, 1 \leq j \leq N)$ 의 불일치 허용치를 나타낸다고 가정하자. t_{di} 및 t_{dj} 를 각각 데이터 스트림 i 와 데이터 스트림 j 에서 인접한 두 패킷 혹은 프레임 사이의 평균 랜덤지연으로, 그리고 t_i 및 t_j 를 각각 데이터 스트림 i (음성)에서의 한 데이터 패킷과 데이터 스트림 j (비디오)에서의 한 데이터 프레임 지속 시간으로 정의하자. 그러면, 동기단위의 시간길이 S 는 다음 조건을 만족시켜야 한다.⁸⁾

$$\left| \left(\frac{S}{t_i} - 1 \right) \times t_{di} - \left(\frac{S}{t_j} - 1 \right) \times t_{dj} \right| \leq T_{ij}; (1 \leq i \leq N, 1 \leq j \leq N) \quad (2)$$

식 (2)는 동기단위의 평균지속시간 S 값의 상한을 설정하는 역할을 한다. 따라서, 동기단위의 시간길이 S 는 식 (1)과 식 (2)에 의해 제한된다. 즉, 제어접속상의 대역폭 한계 때문에 S 가 작아지는 데는 한계가 있다. 한편, S 의 값이 커지면 서비스의 품질이 떨어진다. 따라서, 전송채널의 효율을 극대화하고 동시에 서비스의 품질을 유지하기 위해서는 요구되는 응용의 특성에 따라 동기화 단위의 길이를 적절하게 설정하고 이를 효과적으로 제어할 수 있는 제어 메카니즘을 결정해야 한다.

III. 동기제어 정보의 전송메카니즘

1. 동기마크를 이용하는 방식

동기마크를 이용하는 방식은 그림 1과 같이 송신단에서는 표준화된 데이터베이스 혹은 비디오 카메라나 마이크 등의 실시간 멀티미디어 장비로부터의 개별 데이터스트림에 동기마크를 삽입하고 수신단에서 이들 동기마크들을 이용하여 동기를 맞추는 방식이다. 각 데이터스트림은 서로 독립된 채널을 통하여 전송되므로 전송도중 서로 다른 지연을 겪게되어 동기마크들이 수신단에 도달하는 시간이 서로 달라진다. 따

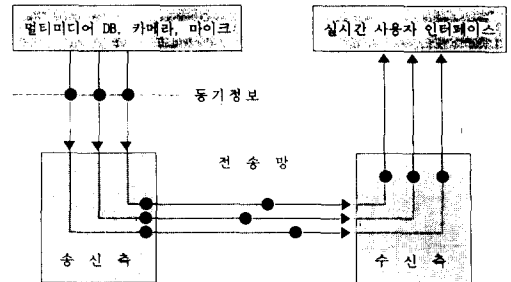


그림 1. 동기마크를 이용하는 방식
Fig. 1. Synchronization using synchronization markers.

라서 수신단에서는 동기마크가 도달한 스트림들로부터의 데이터를 저장하고 있다가 모든 동기마크가 도달하였을 때 동기마크를 정렬하여 사용자 인터페이스를 통해 내보냄으로서 동기를 마춘다.

이 방식은 단지 동기마크라는 요소만을 도입하면 되므로 기존의 프로토콜상에 매우 적은 수정만으로도 적용할 수 있다. 또한 별도의 제어채널이 필요없으며 전송데이터에 대해 약간의 추가정보만으로도 동기를 제공할 수 있으므로 오버헤드가 적다. 단점으로는 에러, 지터, 전송속도 등에 따라 많은 버퍼링이 필요하게 될 수도 있다는 점과 사용자 데이터 스트림이 전송 시스템에 의해서 수정되기 때문에 인터페이스 장비와의 간섭이 있을 수 있다는 점을 들 수 있다. 또한, 이 방식은 보다 복잡한 동기구조를 지원할 수 없

다는 한계가 있다.^[10]

2. 별도의 동기채널을 이용하는 방식

별도의 동기채널을 이용하는 방식은 동기마크를 이용하는 방식보다 더 복잡한 제어를 제공할 수 있는데, 이의 개념도가 그림 2에 잘 도시되어 있다. 송신측에서는 전송할 데이터스트림들로부터 동기점을 포착하여 별도의 동기채널을 통하여 표현정보(독립동기, 순차동기, 병렬동기) 및 각 스트림상의 동기 참조점들을 전송한다. 수신단에서는 동기채널로부터 동기정보를 받아서 표현정보에 따라 전송되어 오는 데이터 스트림상의 동기점들을 정렬함으로써 동기를 맞춘다. 이 방식의 장점으로는 요구되는 어떤 복잡한 동기 서비스도 제공할 수 있다는 점과 데이터 스트림이 수정되지 않으므로 멀티미디어 장비의 부작이 용이하다는 점을 들 수 있다. 그러나 복잡성 때문에 오버헤드가 크고 전송시스템에서 더 많은 처리가 요구되며, 별도의 채널을 추가로 사용해야 하는 단점이 있다.^[11]

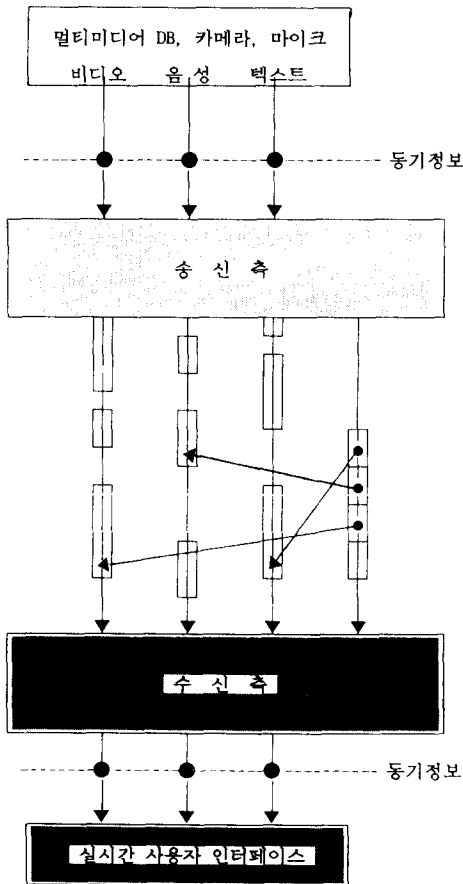


그림 2. 동기채널을 이용하는 방식
Fig. 2. Synchronization using separate synchronization channels.

3. 세그먼테이션을 이용하는 방식

세그먼테이션을 이용하는 방식은 동기화 단위 즉, 세그먼트를 잘 정의함으로써 별도의 동기화 정보를 전송할 필요없이 동기화를 제공할 수 있는 방식으로 동기마크를 삽입하는 방식에서의 인터페이스 장치와의 간섭문제와 별도의 동기제어채널을 사용하는 방식에서의 오버헤드문제 등을 동시에 해결할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

이 방식은 패킷음성 전송 기법에 기반하고 있다. 음성 트래픽은 특성상 지연에 대해서 민감하기 때문에, 음성트래픽 채널상의 지연 및 지터는 어느한계치 이하로 유지되어야 한다. 이처럼 음성 트래픽 스트림에 대해서 지연 및 지터가 어느 한계치 이하로 유지된다고 가정하면, 이러한 음성 트래픽 스트림으로부터 추출한 발음구간 및 묵음구간의 길이정보를 텍스트 혹은 비디오 스트림과 같은 다른 미디어 스트림과의 동기를 맞추는데 사용할 수 있다. 예를들어, 비디오 스트림이 음성의 발음구간과 묵음구간에 맞추어서 세그먼테이션 되었다면, 음성 스트림으로부터 추출한 정보를 이용하여 미디어 스트림간의 동기를 유지할 수 있다.

동기화 단위, 즉 세그먼트는 그림 3에서와 같이 음성트래픽의 한 발음구간(TS: talk spurt) 혹은 한 묵음구간(SG: silence gap)과 이를 묘사해주는 같은 길이의 비디오 데이터(VAU: video activity unit)와 텍스트 데이터로 구성된다. 예를들어, 음성과 비

디오 데이터로 구성된 멀티미디어 응용에서 어느 한 순간에 오직 하나의 데이터 스트림만 존재하고 다른 데이터 스트림들은 비어 있을 경우, 즉 음성이 묵음 구간인 경우에는, 이 구간동안에 생성된 모든 비디오 프레임들이 한 세그먼트가 된다.

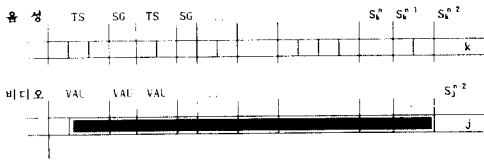


그림 3. 실시간 음성 및 비디오에 대한 세그먼테이션
Fig. 3. Segmentation of the real-time voice and video.

그림 3에서는 음성 스트림의 식별자를 k , 비디오 스트림의 식별자를 j 로 하고, 각 스트림상의 n 번째 세그먼트를 S_k^n 및 S_j^n 등으로 표시하고 있는데, 여기서 S_k^n 및 S_j^n , 혹은 S_k^{n-2} 및 S_j^{n-2} 등이 음성은 묵음구간이고 비디오 스트림만 존재하여 묵음구간 전체를 한 세그먼트로 하는 경우가 된다.

이 방식은 다음 두가지의 중요한 특징을 가지고 있다.^[8,9] 첫째, 세그먼테이션이 음성데이터 스트림에 기반하고 있으므로, 오늘날의 패킷교환 음성 시스템에 잘 적용된다. 한편, 더 작은 세그먼트를 사용하면 발음구간이 끊길 수 있어 이러한 인터럽트는 치명적일 수 있다. 둘째, 음성의 묵음구간은 항상 발음구간의 앞,뒤에 위치하므로 이들 묵음구간들의 길이를 허용범위 안에서 조절함으로써 비디오 데이터 스트림의 연속성을 지원할 수 있다. 이 방식은 갭의 발생을 절반 이하로 줄이면서 보다 자연스러운 표현(presentation)을 가능하게 한다. 또한, 동기정보가 자연적인 음성 데이터 스트림 그 자체에 의해 표시되므로 동기마크를 삽입한다든가 별도의 제어접속을 둘 필요가 없다.

IV. 시뮬레이션 및 결과분석

1. 시뮬레이션 환경

실시간 멀티미디어 시스템의 동기문제는 각 미디어가 네트워크를 통하여 전송될 때 겪게 되는 랜덤 네트워크 지연에 기인하므로 네트워크상에서 각 매체가 겪게 되는 지연을 명확하게 정의할 필요가 있다. 본 논문에서는 매우 동적인 라우팅 전략을 가진 네트워크를 가정하여 전송되는 모든 패킷(혹은 프레임)들에 대한 네트워크 지연이 서로 독립적이며 동일하게 분

포되어 있는 랜덤변수(i.i.d. : independent, identically distributed random variable)로 가정한다. 또한 각 트래픽 스트림의 전송은 서로 독립적이라 가정하며, 시뮬레이션 모델을 단순하게 하기 위해서 네트워크상의 랜덤 네트워크 지연이 지수분포를 따른다고 가정한다. 즉, 각 패킷(혹은 프레임)의 랜덤네트워크 지연은 모두 평균이 2 슬롯인 지수분포를 따른다고 가정한다.

2. 트래픽 모델링

(1) 데이터 트래픽 모델링

데이터 트래픽은 포아송 분포를 따르며, 평균데이터 전송속도가 1200 bps라 가정한다.

(2) 음성 트래픽 모델링

음성정보원의 트래픽 특성은 그림 4에서와 같이 two-state Markov process로 모델링한다.

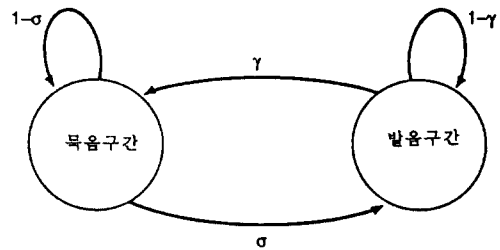


그림 4. 음성트래픽의 two-state Markov process 모델

Fig. 4. Two-state Markov process model of voice traffic.

음성 정보원은 음성 활성화 탐지기에 의해 분류된 발음구간과 묵음구간으로 구성된 패턴을 생성하는데, 이때 모든 발음구간과 묵음구간의 지속시간은 지수분포를 따르며, 이들은 통계적으로 서로 독립적이다. 발음구간의 평균지속시간을 t_1 이라고 하고 묵음구간의 평균지속시간을 t_2 라 할 때, 발음구간이 타임슬롯 지속시간 τ 내에 끝날 확률 γ 는 다음과 같이 주어진다.

$$\gamma = 1 - \exp(-\tau / t_1)$$

한편, 활성화된 단말기의 묵음구간이 타임슬롯 지속시간 τ 내에 끝날 확률 σ 는 다음과 같다.

$$\sigma = 1 - \exp(-\tau / t_2)$$

여기서, t_1 과 t_2 의 값은 관측대상의 연령, 직업, 취향, 성별 등에 따라 다르게 나타나는데 본 논문에서는 각각 1320 ms 및 1820 ms로 가정한다.(352 ms 및 650 ms, 혹은 1000 ms 및 1350 ms 등도 종종

사용된다). 한편, 활성화된 음성 정보원은 그림 5에서와 같이 발음구간에서는 일정한 시간간격으로 정보셀을 송출한다

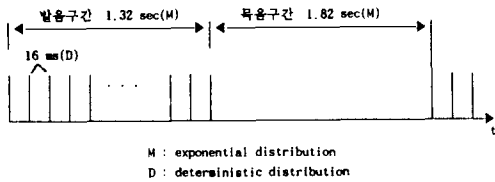


그림 5. 음성 셀의 도착 프로세스
Fig. 5. Arrival process model of voice cells.

(3) 비디오 트래픽 모델링

비디오 정보원의 속성은 응용의 종류, 압축 및 코딩 방식에 따라 달라지므로 모델링하기가 그리 쉽지 않다. 본 논문에서는 시뮬레이션의 복잡성을 줄이기 위해 VBR(variable bit rate) 비디오 코딩에 기반한 동화상 비디오 트래픽만을 가정한다. VBR 코딩기법에서는 각 프레임은 바로앞의 프레임과 비교하였을 때의 움직임의 차이에 의해서 코딩되므로 고속매체와 저속매체가 혼재한 경우라 할 수 있다. 따라서 고속트래픽의 셀 도착과정을 IPP(Interrupted Poisson Process)로 모델링하고 저속트래픽의 셀 도착과정을 포아송 분포로 모델링하여 중첩된 트래픽의 도착과정을 그림 6에서와 같은 MMPP (Markov Modulated Poisson Process)로 근사시켜 사용하는 것이 바람직하다.^[11]

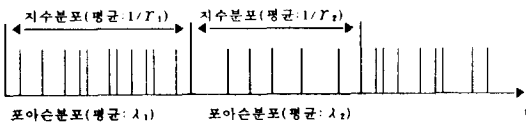


그림 6. Markov Modulated Poisson Process 모델
Fig. 6. Markov Modulated Poisson Process model.

구체적으로 고속상태와 저속상태의 평균 지속시간이 500ms로 같고 고속상태에서는 초당 평균 30 프레임씩 발생되고 저속상태에서는 초당 평균 10 프레임씩 발생하는 경우를 가정한다.

3. 시뮬레이션 결과분석

동기마크를 이용하는 방식과 동기채널을 이용하는 방식의 동기화 단위의 세분화 정도에 따른 성능이 그림 7, 8에 잘 나타나 있다. 여기서 동기화의 세분화

정도는 음성트래픽의 발음구간과 묵음구간의 평균길이에 대해서 정규화(normalize)한 값이다. 예를들어 동기화정도(degree of synchronization)의 값이 10 이면 음성의 발음구간과 묵음구간길이의 평균치의 1/10의 길이정도가 동기단위가 된다. 세그멘테이션을 이용하는 방식은 동기화 단위가 음성호의 발음구간과 묵음구간에 맞추어져 있으므로 동기화 단위의 세분화 정도에 따른 성능비교에서는 제외하였다. 동기마크를 이용하는 방식과 동기채널을 이용하는 방식의 동기화 단위의 세분화 정도에 따른 음성 및 화상 트래픽의 블럭킹 확률 특성이 그림 7에 비교되어 있다. 동기화 정도가 1(즉, 음성호의 발음구간 혹은 묵음구간에 해당)일 때는 두 방식간의 별 차이가 없으나 1 이상이 되면(즉, 동기화 단위가 보다 세분화 되면)두 방식간의 성능차이가 점차 커짐을 그림 7에서 알 수 있다.

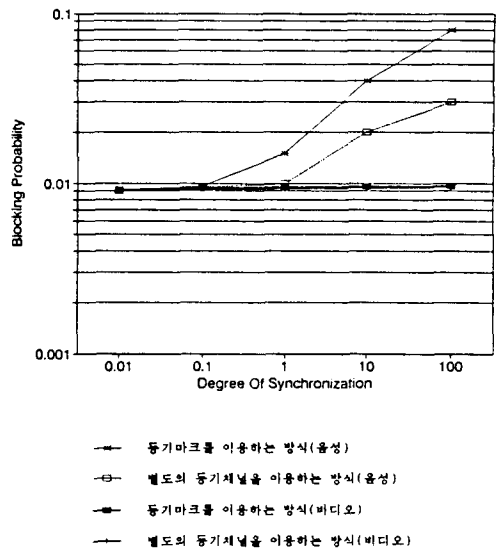


그림 7. 동기화의 정도에 따른 각 동기방식의 블럭킹 확률 특성

- *— Synchronization using synchronization markers(for voice)
- Synchronization using separate synchronization channels(for voice)
- Synchronization using synchronization markers(for video)
- +— Synchronization using separate synchronization channels(for video)

Fig. 7. Blocking probability characteristics of each synchronization method with respect to the degree of synchronization.

동기채널을 이용하는 방식에서는 동기정보가 데이터 채널상에 미치는 영향이 없으므로 동기단위의 세분화에 따른 영향이 그리 크지 않지만, 동기마크를 이용하는 방식에서는 동기화 단위가 세분화됨에 따라 동기마크의 삽입으로 인해 사용자 정보가 지연되고 동기마크들이 서로 다른 네트워크 지연을 겪게 되어 결과적으로 각 정보셀들 사이의 지연변위가 커지게 되므로 블러킹 확률이 급증한다. 또한 동기마크를 이용하는 방식과 동기채널을 이용하는 방식의 데이터패킷 평균지연 특성이 그림 8에 비교되어 있다. 여기서도 마찬가지로 동기화단위가 세분화됨에 따라 동기마크를 삽입하는 방식에서는 삽입하는 동기마크의 갯수가 많아지게 되고 또한 동기마크 자체의 지연변위가 커져서 전반적인 평균지연이 커지는 반면, 동기 채널을 이용하는 방식에서는 별도의 채널을 이용하여 동기정보를 전송하므로 동기화 메카니즘의 복잡도의 영향을 별로 받지 않게 되어 이들간의 성능의 차이가 점차로 커짐을 알 수 있다. 아울러, 세가지 동기정보 전송방식을 사용하였을 때의 전송채널의 이용율이 그림 9에 네트워크지연의 함수로서 표시되어 있다.

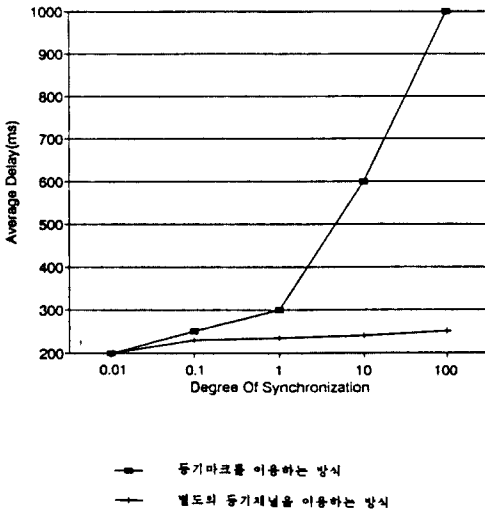


그림 8. 동기화의 정도에 따른 각 동기방식의 평균 지연특성

- Synchronization using the synchronization markers
- +— Synchronization using the separate synchronization channels

Fig. 8. Average delay characteristics of each synchronization method with respect to the degree of synchronization.

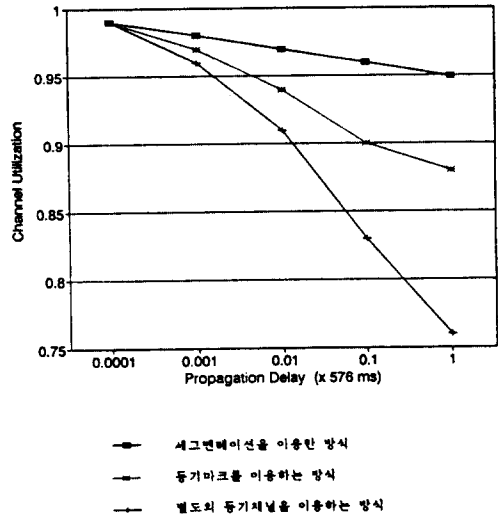


그림 9. 네트워크지연의 변화에 따른 각 동기방식의 채널이용율 특성

- Synchronization using the segmentation
- *— Synchronization using the synchronization marker
- +— Synchronization using the separate synchronization channel

Fig. 9. Channel utilization characteristics of each synchronization method vs. the network delay.

네트워크지연이 커짐에 따라 동기채널을 이용하는 방식에서는 채널 이용율이 급격히 저하되는 반면 동기마크를 이용하는 방식에서는 네트워크지연의 증가가 시스템의 성능에 그리 큰 영향을 주지 않음을 그림 9에서 알 수 있다. 그리고 세그먼테이션을 이용하는 방식에서는 동기정보를 전혀 전송할 필요가 없으므로 채널 이용율이 거의 일정하게 유지됨을 알 수 있다.

한편, 제어장치에서의 고의적인 지연전략도 성능에 영향을 미치는데, 음성 트래픽에는 폐기전략을 적용하고 비디오 프레임에는 확장전략을 적용하였을 때의 각 동기방식별 시뮬레이션 결과가 그림 10, 11, 12에 잘 나타나 있다. 각 동기점의 시작부분에서 비디오 프레임의 고의적인 지연을 증가시키에 따라 음성 트래픽의 블러킹 확률은 현저하게 감소함을 그림 10에서 알 수 있는데, 이는 비디오 프레임의 고의적인 지연이 증가함에 따라서 각 음성패킷 간의 지연변위 즉, 지터가 줄어들기 때문이다. 또한, 각 동기방식별로 비교해 보면, 동기마크를 이용하는 방식에서는 동

기점의 지연으로 인해서 블럭킹이 가장 많게 나타나고 세그멘테이션을 이용하는 방식에서는 동기정보를 전혀 전송할 필요가 없으므로 블럭킹이 매우 적게 나타남을 알 수 있다. 한편, 데이터 패킷의 평균지연 특성은 그림 11에 잘 나타나 있는데, 동기마크를 이용하는 방식에서는 비디오 프레임의 고의적인 지연이 증가됨에 따라서 각 데이터 스트림에 삽입된 동기마크들로 인한 지연의 변위가 커지므로 평균지연 특성이 지수적으로 증가하지만, 동기채널을 이용하는 방식과 세그멘테이션을 이용하는 방식에서는 동기정보의 전송에 따르는 추가적인 지터 및 갭이 생기지 않으므로 지연이 그리 커지지 않음을 알 수 있다. 그러나 고의적인 지연이 커짐에 따라서 동기채널을 이용하는 방식과 세그멘테이션을 이용하는 방식간의 차이도 점차 커짐을 알 수 있다. 동기채널을 이용하는 방식에서는 별도의 동기채널을 사용하므로 사용자 트래픽을 위한 전송용량이 줄어드는데, 고의적인 지연이 커짐에 따라 이의 영향이 누적되는 정도가 커지기 때문이다. 이밖에 채널이용률 특성을 살펴보면 그림 12

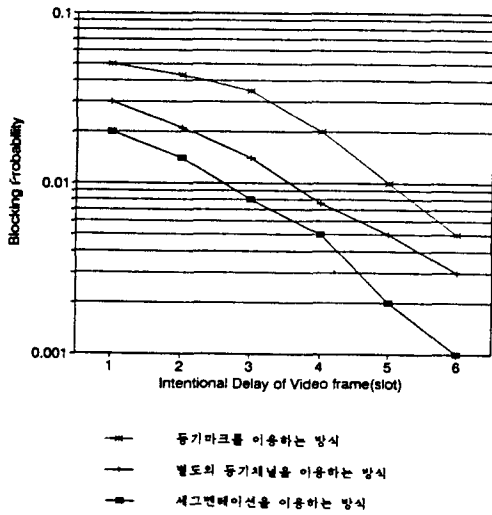


그림 10. 비디오 프레임의 고의적인 지연에 따른 음성의 블럭킹확률 특성

- *— Synchronization using the synchronization marker
- +— Synchronization using the separate synchronization channel
- Synchronization using the segmentation

Fig. 10. Blocking probability characteristics of each synchronization method vs. the intentional delay of video frames.

에서와 같이 나타난다. 그림에서 알 수 있듯이 세그멘테이션을 이용하는 방식과 동기채널을 이용하는 방식은 비디오 프레임의 고의적인 지연이 증가해도 추가적인 지연 및 이로 인한 블럭킹이 매우 작으므로 채널이용율이 약간만 감소하는 추세를 보이지만 동기마크를 이용하는 방식에서는 채널이용율이 아주 급격한 감소추세를 보이고 있음을 알 수 있다. 이러한 현상은 동기마크를 이용했을 때에는 비디오 프레임을 고의적으로 지연시킴으로서 지연지터가 커져서 블럭킹이 커지기 때문이다.

이상에서 살펴 보았듯이 동기마크를 이용하는 방식은 동기마크를 삽입함으로써 지터 및 갭이 커져서 세밀한 동기제어를 수행할 경우에는 실시간 동기조건들을 만족시킬 수 없으므로 실시간 멀티미디어 시스템의 동기정보 전송에카니즘으로는 부적합함을 알 수 있다. 따라서 미래의 분산 멀티미디어 시스템에서는 동기채널을 이용하는 방식과 세그멘테이션을 이용하는 방식이 적합함을 알 수 있다.

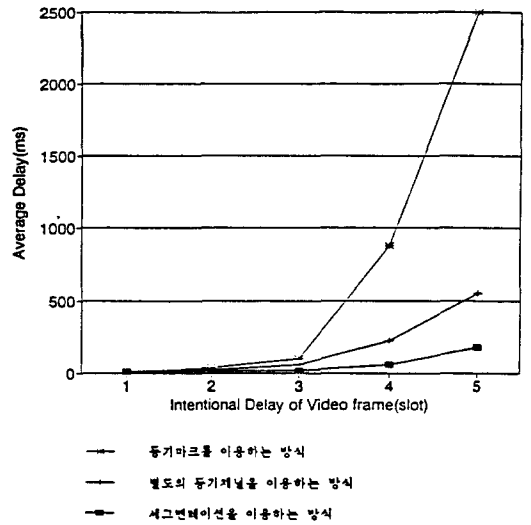


그림 11. 비디오 프레임의 고의적인 지연에 따른 데이터패킷의 평균지연특성

- *— Synchronization using the synchronization marker
- +— Synchronization using the separate synchronization channel
- Synchronization using the segmentation

Fig. 11. Average delay characteristics of each synchronization method vs. the intentional delay of video frames.

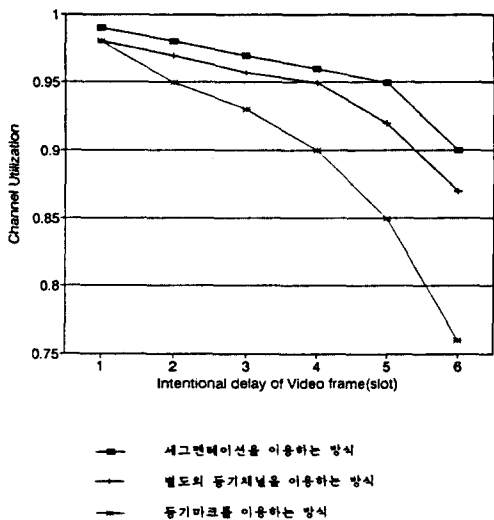


그림 12. 비디오 프레임의 고의적인 지연에 따른 채널 이용률 특성

- Synchronization using the segmentation
- + Synchronization using the separate synchronization channel
- * Synchronization using the synchronization marker

Fig. 12. Channel utilization characteristics of each synchronization method vs. the intentional delay of video frames.

V. 결론

본 논문에서는 실시간 멀티미디어 시스템에서의 동기 제어 방식의 성능을 연구 분석하였다. 우선, 동기 제어의 기본문제를 프로토콜 구조, 네트워크 자원, 제어장치상의 요구조건의 측면에서 고찰해 보았으며, 또한 지리적으로 분산되어 있는 네트워크 노드 상호간의 동기데이터의 전송방식을 동기마크를 이용하는 방식, 별도의 분리된 동기채널을 이용하는 방식, 세그먼테이션을 이용하는 방식 등으로 분류하고 이들 방식들의 성능을 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 비교 분석하였다. 시뮬레이션 결과 세그먼테이션을 이용하는 방식과 별도의 분리된 동기채널을 이용하는 방식이 동기 제어 정보의 전송에 따른 지연변위 및 블러킹이 매우 작아서 실시간 전송 및 서비스 품질의 측면에서 동기마크를 이용하는 방식보다 성능이 훨씬 우수함을

알 수 있었다. 한편, 채널 이용률 측면에서는 별도의 동기정보를 전송할 필요가 없는 세그먼테이션을 이용한 방식이 별도의 동기채널을 이용한 방식이나 동기마크를 이용하는 방식보다 우월함을 알 수 있었다. 본 연구의 결과는 실시간 멀티미디어 분산처리 시스템에서의 동기 메카니즘을 구현하는 데 있어서 아주 중요한 판단 근거가 되리라 본다. 앞으로 응용 서비스에 대한 적응능력을 높이기 위해 이들 동기정보 전송방식들을 적절히 혼합하여 사용하므로서 성능을 향상시키는 방안에 대한 연구가 필요하다.

參考文獻

- [1] R. Steinmetz, "Synchronization Properties in Multimedia Systems", IEEE JSAC., vol. 8, no. 3, pp. 401-412, Apr. 1990.
- [2] S. Ramanathan and P. V. Rangan, "Techniques for Continuous Retrieval of Multimedia over High-Speed Networks", IC3N, pp. 72-76, June 1992.
- [3] H. Ngoh and T. P. Hopkins, "Transport Protocol Requirements for Distributed Multimedia Information Systems", The Computer Journal, vol. 32, no. 3, 1989.
- [4] D. B. Hehmann, M. G. Salmony, and H. J. Stuttgen, "High-Speed Transport Systems for Multimedia Applications", IFIP, pp. 303-321, July 1989.
- [5] 조동호외, "ATM 망구조 및 프로토콜", 텔레콤 ATM 교환기술 특집, vol. 7, no. 2, pp. 11-25, Nov. 1991.
- [6] 조동호외, "ATM 망구조", 전자공학회지 ATM 교환기술 특집, vol. 19, no. 8, pp. 1-10, Aug. 1992.
- [7] L. A. Karmouch, N. D. Georganas, "Real-Time Synchronization Control in Multimedia Distributed Systems", IEEE Multimedia '92 Workshop, pp. 294-305, Apr. 1992.
- [8] L. Li, A. Karmouch, and N. D. Georganas, FIEEE, "Synchronization in Real Time Multimedia Data Delivery", ICC '92, vol. 2, no. 322.1.1, pp. 0587-0591, June 1992.

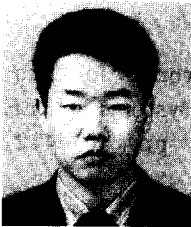
[9] 조동호 외, "복합정보통신기술의 연구개발에 관한 연구", '92 KT 장기기초최종연구보고서, 연세대학교, Dec. 1992.

[10] M. Salmony and D. Dhepherd, "Extending OSI to Support Synchronization Required by Multimedia

Applications". *IBM ENC Tech. Rep.*, no. 43, Apr. 1989.

[11] 성단근, "ATM 트래픽 엔지니어링", 텔레콤 ATM 교환기술 특집, 제 7권 제 2호, pp. 49-56. Nov. 1991.

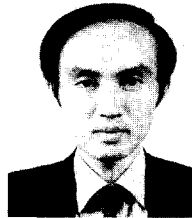
著 者 紹 介



金 泰 圭(正會員)

1967年 1月 2日生. 1991年 2月 경희대학교 전자계산공학과 졸업 (공학사). 1993年 2月 경희대학교 전자계산공학과 대학원 석사과정 졸업. 1993年 3月 경희대학교 전자계산공학과 대학원 박사과정 재

학중. 주관심분야는 이동통신, 멀티미디어통신, ATM 트래픽제어, 무선 LAN 등임.



趙 東 浩(正會員)

1956年 4月 3日生. 1979年 2月 서울대학교 공과대학 전자공학과 졸업 (공학사). 1981年 2月 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 대학원, 석사과정 졸업 (공학석사). 1985年 2月 한국과학기술원

전기 및 전자공학과 대학원, 박사과정 졸업 (공학박사). 1985年 3月 ~ 1987年 2月 한국과학기술원 통신공학연구실 선임연구원. 1987年 3月 ~ 현재 경희대학교 전자계산공학과 부교수. 1989年 9月 ~ 현재 경희대학교 전자계산소장. 주관심 분야는 B-ISDN, MAN, 이동데이터통신, 멀티미디어통신 등임.