

원격지정을 위한 RTP 페이로드 형식

전 재 우[†] · 백 희 숙[†] · 오 삼 권^{††} · 임 기 욱^{†††}

요 약

CSCW 시스템은 효율적인 공동작업의 인지를 위해 원격지정(telepointing), 스냅샷(snap shot), 문서/프로젝트의 작업상황 파악 등과 같은 기능들을 제공한다. 이 중 원격지정은 지역 시스템의 공유윈도우에서 원격지정자(telepointer)를 통해 발생한 이벤트를 원격지 시스템의 공유윈도우에 동기적으로 표현하는 기법이다. 이 기법에 대한 응용사례는 여러 문헌에서 찾아볼 수 있으나 이에 대한 기능요구사항이나 프로토콜에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 본 논문은 RTP(Real-Time Transport Protocol) 기반의 원격지정을 위한 기능요구사항과 페이로드 형식을 정의한다. 제안된 RTP 기반 텔레포인팅의 성능평가들 위해 화이트 보드를 구현하고 이를 Microsoft Netmeeting의 화이트 보드와 비교하였다. 성능평가 결과, CPU 사용량과 네트워크 사용량에서 제안된 원격지정방식이 더 높은 성능을 보였다.

The RTP Payload Format for Telepointing

Jaewoo Jeon[†] · Heesook Baek[†] · Sam Kweon Oh^{††} · Kee-Wook Rim^{†††}

ABSTRACT

For the efficient collaboration awareness, the CSCW (Computer-Supported Cooperative Work) systems provide functions such as telepointing, snap-shot, and document/project tracking. Among these, telepointing allows an event occurrence on the shared window of a local computing system to be presented in remote computing systems. Although telepointing has been mentioned in the literature, few research papers deal with the functional requirements and protocols for telepointing. This paper describes the functional requirements and payload format for RTP (Real-Time Transport Protocol)-based telepointing. In order to evaluate the performance of the proposed RTP-based telepointing, we have implemented a whiteboard and compared it with that of the Microsoft Netmeeting. The evaluation results show that the proposed telepointing performs better in terms of CPU usage and the amount of network traffic.

키워드 : Collaborative authoring, CSCW, Telepointing, RTP

1. 서 론

CSCW(Computer-Supported Cooperative Work)는 작업자들이 망(network)으로 연결된 각자의 시스템에서 정보 및 데이터의 공유와 작업자들 간의 협력을 통해 전체 작업을 보다 효율적으로 수행할 수 있도록 하는 기술이다[1, 2]. 이러한 CSCW기술은 공동저작, 원격교육, 전자결재 등과 같은 분야에서 응용되고 있다. CSCW시스템들은 효율적인 공동작업을 위해 공유객체관리(shared-object management), 세션관리(session management), 작업자들 간의 의사소통, 그리고 공동작업인지(collaboration awareness)를 위한 기능들을 제공한다[1-8]. 이 중 공동작업인지는 작업자로 하여금 공동작업의 진행상황, 다른 작업자의 작업상황, 그리고 작업에 참여중인 참여자들의 상태와 위치 등을 알 수 있도록

함으로써 공동작업의 효율을 높이는 중요한 기능이다.

공동작업의 인지를 위한 CSCW 시스템의 기능의 하나인 원격지정(telepointing)은 지역 시스템의 공유윈도우에서 원격지정자를 통해 발생한 이벤트를 원격지 시스템의 공유윈도우에 동기적으로 표현하는 기법이다. 여기서 원격지정자란, 공유윈도우 내에서 다른 사용자가 포인팅하고 있는 곳을 나타내는 작은 그림을 말한다[3]. 최근까지의 연구들은 주로 스냅샷, 화상회의, 공동작업문서 및 프로젝트 작업상황추적에 그 초점을 맞추고 있으나, 공동작업을 위한 원격지정의 기능 및 프로토콜에 관한 연구는 아직 미흡한 상태이다[4-8].

공동작업에서의 원격지정은 저작자들간의 의사소통을 위한 기능뿐만 아니라 동기적 공동저작과 동기적 프리젠테이션을 위한 기능으로써 응용될 수 있어야 하며 다양한 형태의 응용분야에 이용될 수 있어야 한다. 원격지정 이벤트는 여러 작업자들에게 실시간으로 전송될 수 있어야 한다. 원격지정 시에 송수신되는 데이터들이 원격지의 시스템이나

[†] 준 회원 : 호서대학교 대학원 컴퓨터공학과
^{††} 중신회원 : 호서대학교 컴퓨터공학부 교수
^{†††} 중신회원 : 선문대학교 산업공학과 교수
 논문접수 : 2001년 7월 10일, 심사완료 : 2001년 11월 8일

응용프로그램을 제어하기 위한 제어 데이터들도 있지만 원격회의나 공유 화이트보드에 원격지정자의 위치, 모양 등을 나타내기 위한 데이터들도 있다. 이러한 데이터들의 송수신 시에는 작업의 원활한 진행을 위해 실시간 성이 요구되는 것이 일반적이다. 또한 원격지정 메시지는 발생된 순서대로 전송되어야 하고 각 저작자들 간에 동기화 되어 전송되어야 하며 각 저작자들에게 오류 없이 전달되어야 한다.

본 논문은 RTP를 기반으로 원격지정을 수행할 수 있도록 RTP 페이로드 형식을 정의한다. RTP는 오디오나 비디오와 같은 실시간 특징을 갖는 데이터들의 전송을 위한 인터넷 표준 프로토콜이다[9]. RTP는 그 자체가 신뢰성 있는 멀티캐스트 프로토콜은 아니지만 패킷 손실 검출(packet loss detection)을 위한 정보, 실시간 전송과 이벤트 순서화(event ordering) 및 동기화(synchronization)를 위한 타임스탬프 정보를 제공함으로써 RTP를 이용하는 여러 응용프로그램들로 하여금 신뢰성 있는 전송을 가능하도록 한다. RTP 기반의 원격지정의 장점으로는 첫째, RTP 통신 모듈이 구현된 응용프로그램은 원격지정을 위한 RTP 페이로드 형식만을 추가하면 쉽게 원격지정을 이용할 수 있고 둘째, RTP 통신 모듈만 구현하면 이종 응용프로그램간에도 서로 원격지정을 할 수 있다는 점이다. 마지막으로 원격지정 응용프로그램은 RTP를 통해 원격지정 메시지가 송수신 되므로 RTP의 하위 전송프로토콜의 종류에 상관없이 원격지정을 수행할 수 있다는 점이다.

본 논문의 목적은 RTP 기반의 원격지정을 위한 RTP 페이로드 형식을 정의하는 것이다. 따라서 신뢰성 있는 전송을 위한 패킷 손실 검출, 동기화, 그리고 패킷 순서화 기법은 본 논문에서 다루지 않는다.

본 논문에서 정의한 RTP 페이로드 형식이 원격지정을 위해 필요한 정보들을 모두 포함하고 있음을 보이고, 정의된 RTP 페이로드를 기반으로 한 원격지정 동작을 보이기 위해 화이트 보드를 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서 관련연구에 대해 기술하고, 3장에서 원격지정을 위한 시스템 모델을 설명한다. 4장에서 원격지정의 정의, 기능, 그리고 원격지정 프로토콜의 요구사항에 대해 기술하고 5장에서 원격지정을 위한 RTP 페이로드 형식을 정의한다. 6장에서는 RTP기반의 화이트 보드의 구현과 성능평가에 대해 설명한다. 마지막으로 7장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

최근까지 주로 원격회의, 원격진료, 그리고 의복처럼 몸에 착용하는 컴퓨터에 관한 연구들에서 원격지정이 언급되어 왔다[4-8]. 이러한 연구들은 공동작업 참여자들 간의 효율적인 의사소통을 위한 기능으로써 원격지정을 언급하고

있으며 원격지정을 위한 프로토콜 및 구조에 관해서는 별로 언급을 하고 있지 않다. <표 1>은 원격지정 기능을 갖고 있는 CSCW 시스템을 요약한 것이다.

<표 1> 관련연구들의 원격지정 기능 요약

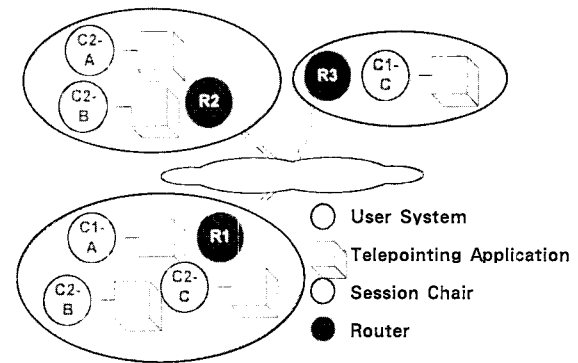
| CSCW 시스템 | 설명 | 제공되는 원격지정 기능 |
|---------------------------------|----------------------------------|--------------|
| Argo | 중규모 사용자 그룹의 공동작업 지원을 위한 CSCW 시스템 | 화상회의기능 |
| FEST | 원격진료시스템 | 화상회의기능 |
| KAMEDIN | 원격진료시스템 | 화상회의기능 |
| Wearable Videoconference System | 몸에 착용하는 컴퓨터를 이용한 공동작업 시스템 | 화상회의기능 |
| Microsoft Netmeeting | 화상회의 및 공동작업지원 시스템 | 화상회의 및 제어기능 |

Argo[4]에서는 액티브 원격지정(active telepointing)이라 불리는 원격지정기능을 지원하며, FEST[5]와 KAMEDIN[6]은 원격진료(telemedicine)를 위한 화상회의, 원격지정, 원도우공유 등과 같은 기능들을 제공하고 있다. 그리고 Wearable Videoconference System[7]은 사용자의 HMD(head mounted display)에 나타나는 물체를 원격지정자로 가리키는 기능을 제공하고 Netmeeting[8]은 일대일 사용자간의 화상회의를 지원하는 응용프로그램으로서 화이트보드(whiteboard)와 응용프로그램 공유(application sharing) 기능에서 원격지정을 제공하고 있다.

<표 1>에서 기술한 시스템들은 단지 설명하고자 하는 부분을 가리키는 원격지정을 위한 기능을 제공하며, 원격지정을 위한 프로토콜에 관해서는 자세한 언급을 하지 않고 있다.

3. 시스템 모델

원격지정을 위한 시스템 모델은 (그림 1)과 같다.



(그림 1) 시스템 모델

(그림 1)에서 세 개의 큰 원은 각기 하나의 LAN을 나타내며 LAN상의 라우터 R1, R2 그리고 R3는 해당 LAN으로

송신되는 원격지정 메시지를 수신하는 역할을 한다. 라우터를 통해 수신된 원격지정 메시지는 해당 세션의 참여자들에게 멀티캐스트 된다. 세션은 작업의 필요에 따라 동적으로 생성될 수 있는 작업자 그룹이다[10]. 일반적으로 세션당 하나의 원격지정 그룹이 존재하며 세션의 책임자가 원격지정에 대한 권한관리와 원격지정 그룹을 관리한다. (그림 1)의 하단에 있는 LAN의 경우 C1, C2의 두 세션이 존재한다. 이들 세션에는 서로 다른 멀티캐스트 그룹주소가 할당되며 라우터 R1은 원격지정 메시지를 세션 별로 구분하여 멀티캐스트 한다. Mbone[11]에서와 마찬가지로, 각 LAN상의 라우터들은 터널링을 통해 서로 연결된다. 터널링을 통해 연결되는 이유는 인터넷상의 모든 라우터가 멀티캐스트를 지원하지 않기 때문이다.

각 수신자 시스템에는 원격지정 응용프로그램들이 존재한다. 원격지정 응용프로그램이라 함은 화상회의, 공동저작, 원격진료, 원격교육, 원격프리젠테이션 등과 같은 원격지정을 이용하는 응용프로그램들을 말한다. 원격지정 된 메시지는 각 수신자 시스템에 존재하는 원격지정 응용프로그램들에 동기적으로 표현된다. 시스템 모델의 각 구성요소들을 설명하면 다음과 같다.

- 사용자 시스템 : 원격지정 응용프로그램을 통해 다른 사용자 시스템과 원격지정 메시지를 주고받으며 작업하는 사용자의 시스템이다.
- 세션책임자 시스템 : 원격지정 세션을 제어하는 책임자 시스템이다. 세션에 참가하고 있는 사용자 시스템들 중 하나가 세션 책임자일 수 있으며, 경우에 따라서는 사용자 시스템과는 별도의 시스템이 책임자를 맡는 경우도 있다. 책임자 시스템은 작업중인 세션에 새로운 사용자를 참여시킬 것인지에 대한 여부를 결정하고 원격지정자에 대한 권한을 관리하게 된다.
- 라우터 : LAN상에 존재하는 멀티캐스트 라우터이다. 다른 LAN으로 원격지정 메시지를 송신하고자 하는 시스템은 라우터를 통해 멀티캐스트 메시지를 다른 LAN으로 멀티캐스트 하게 된다.
- 원격지정 응용프로그램 : 사용자 시스템에 존재하는 원격지정 응용프로그램이다. 원격지정 응용프로그램은 화상회의, 원격교육, 원격진료, 원격프리젠테이션 등일 수 있다.

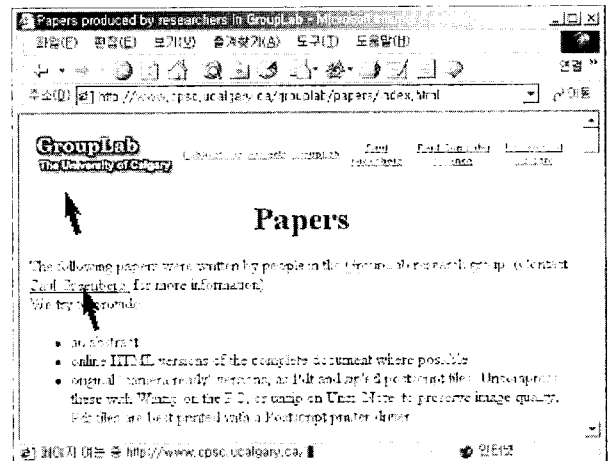
4. 원격지정

원격지정은 원격지정자의 위치, 움직임, 이벤트를 원격지정 시스템에 동기적으로 표현하는 기법이다. 공동저작에서 원격지정은 설명하고자 하는 내용을 원격지에서 직접 포인팅할 수 있도록 함으로써 효율적인 의사소통을 가능하게 하는 의사소통 기능, 원격지정자를 통해 공유객체의 이동, 삭

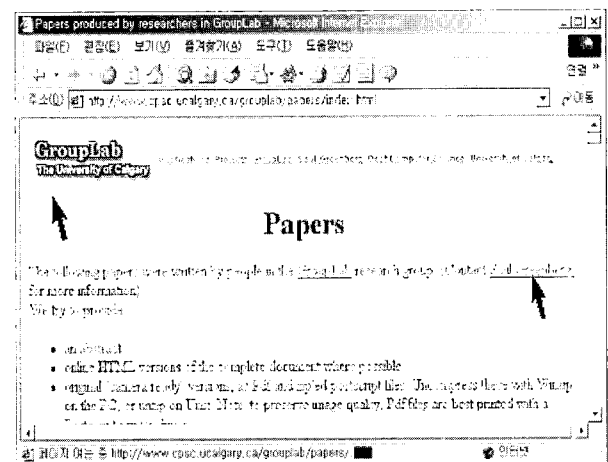
제 및 변경 등의 작업을 가능하게 하는 동기적 공동작업 기능, 그리고 다자간 멀티미디어 프리젠테이션 시 프리젠테이션을 진행, 일시정지, 또는 이전 페이지로 이동하는 등의 작업을 가능하게 하는 동기적 프리젠테이션 기능을 제공할 수 있어야 한다.

4.1 고려사항

원격지정 시에 반드시 고려해야 할 사항은 원격지정 응용프로그램의 화면배치(layout)이다. 각 참여자들의 원격지정 응용프로그램의 배치가 서로 다르다면 응용프로그램에 나타나는 원격지정자의 위치가 실제 포인터의 위치와 다르게 나타날 수 있다. 예로 웹 페이지 저작의 경우, 웹 브라우저(web browser)의 크기에 따라 웹 페이지의 배치(layout)가 자동으로 조절되는 경우가 있다. 이 때 단순히 전체 윈도우 내에서의 원격지정자 좌표만으로는 다른 저작자 시스템의 공유윈도우에 정확히 표현할 수 없다. 예로, (그림 2)와 같은 상황이 발생할 수 있다.



(a) A 사용자의 뷰



(b) B 사용자의 뷰

(그림 2) 서로 다른 웹 페이지 배치

(그림 2)에서 (a)의 웹페이지 배치와 (b)의 웹페이지 배치가 서로 다르다. (그림 2)의 (a)에서, 저작자는 “Saul Greenberg”라는 하이퍼링크(hyperlink)를 원격지정자로 포인팅하고 있다. 이와 같이 배치가 서로 다르다 하여도 [a]의 포인터는 (그림 2)의 (b)와 같이 “aul Greenberg” 하이퍼링크를 포인팅 해야 한다. (그림 2)의 예와 같이 원격지정 응용프로그램의 배치가 다른 경우 원격지정자를 정확하게 포인팅하기 위한 방법으로 다음과 같은 두 가지 방식이 있다.

- **객체표현방식** : 객체표현방식은 모든 객체에 ID를 부여하고 원격지정 메시지의 전송시에 원격지정자가 포인팅하고 있는 객체의 ID와 객체를 기준으로 한 원격지정자 좌표를 같이 전송하는 방식이다. 이 방식은 원격지정 송수신자의 응용프로그램 배치에 상관없이 원격지정자를 올바른 위치에 표현할 수 있다는 장점이 있다. 반면에, 송수신자는 응용프로그램내의 모든 객체들에 대한 ID 정보와 응용프로그램 상에서의 객체 위치를 유지하고, 객체들 상에서의 원격지정자 좌표를 계산하기 위한 작업이 필요하다는 단점이 있다.
- **응용프로그램 배치 조정 방식** : 응용프로그램 배치 조정 방식은 원격지정을 시작하기 전에 원격지정 송신자와 수신자간의 응용프로그램 배치를 서로 동일하게 조정하는 방식이다. 이 방식은 사전에 응용프로그램의 배치를 동일하게 조정하므로 원격지정 시에 객체정보의 유지 및 전송에 의한 추가 작업이 필요 없다. 그러나 송수신자 간의 응용프로그램의 배치가 동일해야 하므로 각 수신자가 응용프로그램의 배치를 자유롭게 조정하지 못하는 단점이 있다.

여기서는 송수신자 간의 원격지정 응용프로그램 배치의 불일치 문제의 해결을 위해 응용프로그램 배치 조정 방식을 사용한다. 응용프로그램 배치 조정 방식은 객체표현방식에 비해 구현이 간단하다. 객체표현방식은 구현이 어렵고 객체 ID 관리와 객체상의 원격지정자 좌표계산으로 인한 전체 공동작업의 지연을 가져올 수 있으므로 적합하지 않다.

4.2 메시지

지역 시스템에서 원격지정자를 통해 발생한 이벤트는 저작에 참여하고 있는 다른 저작자 시스템의 공유윈도우에 원격지정 되어야 한다. 이 경우 원격지정자의 움직임, 위치, 이벤트 등이 그대로 표현되어야 한다. 원격지정 메시지는 다음과 같은 정보를 포함하도록 구성한다.

- **X, Y 좌표** : 원격지정자의 X, Y 좌표이다. 다른 저작자 시스템에 원격지정자의 위치를 동일하게 표현하기 위해서는 원격지정자의 위치를 알아야 한다.
- **원격지정자 모양** : 원격지정자의 모양을 나타낸다. 원격지정자의 모양은 현재 저작자가 어떤 작업을 행하

고 있는지에 따라 다양할 수 있다. 따라서 저작자는 원격지정자의 모양을 보고 다른 저작자가 현재 어떤 작업을 진행 중인지 알 수 있다.

- **이벤트 타입** : 원격지정 이벤트 발생 시 원격지정자의 상태를 나타낸다. 원격지정자의 상태라 함은 포인터의 어떤 버튼이 눌렸는지, 버튼을 누르고 있는 상태인지 그렇지 않은 상태인지, 또는 포인터가 움직이고 있는지 등을 나타내는 정보이다.

5. RTP 페이로드 형식

RTP를 특정 응용프로그램에서 사용하기 위해서는 RTP 프로파일과 페이로드 형식을 규정해야 한다[9]. RTP 프로파일은 RTP를 통해 전송되는 데이터의 요구사항, 예로 신뢰성 있는 데이터 전송, 동기화 또는 실시간 전송 등과 같은 특징을 규정한다. RTP 프로파일을 규정함으로써 송수신자로 하여금 RTP를 통해 전송되는 데이터의 특징을 알 수 있도록 한다. RTP 페이로드 형식은 오디오, 비디오, 인코딩된 텍스트 등과 같은 RTP를 통해 전송되는 데이터의 형태를 규정한다. RTP 페이로드 형식을 규정함으로써 수신자로 하여금 어떤 종류의 데이터가 RTP를 통해 전송되는지를 알 수 있도록 하여 수신된 데이터를 올바로 해석할 수 있도록 한다. RTP 프로파일의 경우, RTP를 사용하는 모든 응용프로그램에 대해 정의할 필요는 없으며 기존에 정의된 다른 프로파일들을 그대로 사용하거나 확장할 수 있다. 예로, 실시간 전송 등과 같은 특징을 지니는 데이터의 경우 오디오/비디오 화상회의를 위한 프로파일[12]을 그대로 사용할 수 있다. RTP 페이로드 형식의 경우에는 기존에 정의된 형식이 없으면 RTP를 통해 전송되는 데이터의 특징에 맞게 페이로드 형식을 정의해 주어야 한다.

본 논문에서는 RTP 프로파일의 경우, 기존의 오디오/비디오 화상회의를 위한 프로파일을 그대로 사용할 수 있으므로 정의하지 않고 페이로드 형식만을 정의한다.

5.1 RTP 헤더

원격지정을 위한 RTP 헤더는 (그림 3)과 같다.

V, P, X, CC, M, PT, 순서번호, 타임스탬프, SSRC(Synchronization SouRCe) 그리고 CSRC(Contributing SouRCe)는 RFC1889에 정해진 규정을 따른다[9]. 실제로 원격지정 페이로드는 CSRC 식별자 다음부터이다. 각 부분의 의미는 다음과 같다.

- **X Coordinate** : 원격지정자의 X 좌표. 공유윈도우의 좌측상단이 0이며, 우측으로 갈수록 증가.
- **Y Coordinate** : 원격지정자의 Y 좌표. 공유윈도우의 좌측상단이 0이며, 하단으로 갈수록 증가.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|---|---|-----------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | | | |
| V=2 | | | P | X | CC | | | M | PT | | | | | | Sequence Number | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Timestamp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SSRC (Synchronization Source) Identifier | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CSRC (Contributing Source) Identifier | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X Coordinate | | | | | | | | | | | | | | | | Y Coordinate | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Icon ID | | | | | | | | | | | | | | | | Unused | | | | | | M | O | V | A | L | L | D | M | M | D | R | R | D |

(그림 3) 원격지정 패킷 형식

- **Icon ID** : 원격지정자의 아이콘 모양. 0이면 기본 아이콘.
- **MOV** : 원격지정자의 이동여부. 1이면 이동, 0이면 정지를 나타냄.
- **L** : 원격지정자의 왼쪽 버튼. 1이면 눌린 상태, 0이면 눌리지 않은 상태.
- **M** : 원격지정자의 가운데 버튼. 1이면 눌린 상태, 0이면 눌리지 않은 상태.
- **R** : 원격지정자의 오른쪽 버튼. 1이면 눌러진 상태, 0으로 눌리지 않은 상태.
- **LD** : 1이면 원격지정자의 왼쪽 버튼이 두 번 눌러진(double click)상태.
- **MD** : 1이면 원격지정자의 가운데 버튼이 두 번 눌러진(double click)상태.
- **RD** : 1로 세트되면 원격지정자의 오른쪽 버튼이 두 번 눌러진(double click)상태.

위에서 원격지정자를 통한 끌기(drag)와 끌어서 놓기(drag-and-drop) 작업을 위한 필드는 별도로 정의하지 않았다. 이는 위에서 정의된 필드만으로 원격지정자를 통한 모든 작업을 표현할 수 있기 때문이다. 원격지정자를 이용한 끌기 작업은 L, M, R 필드 중에서 하나의 필드가 1이고

MOV 필드가 1이면 원격지정자를 통한 끌기 작업 중임을 나타낸다. 또한 끌기 작업 중에 L, M, R 필드 중에서 1이었던 필드가 0이 되면 끌어서 놓기 작업을 행한 것이 된다.

5.2 RTCP 패킷

송수신자 간의 응용프로그램 배치의 조정을 위해서는 송신자와 수신자간에 응용프로그램의 배치에 대한 사전 협의가 이루어져야 한다. RTP 기반의 원격지정에서는 송수신자간의 응용프로그램 배치에 대한 사전 협의를 위해 RTCP 패킷들 중에서 APP 패킷(application packet)을 사용한다. APP 패킷은 RTP의 응용프로그램들로 하여금 사용목적에 따라 자유롭게 형식을 정의하고 사용할 수 있도록 RTP에서 규정하고 있는 패킷이다[9]. 원격지정을 위한 APP 패킷은 (그림 4), (그림 5)와 같다.

name은 어떤 메시지가 APP패킷을 통해 전송되는지를 나타내는 필드이며, user data length는 user data 필드의 크기를 바이트 단위로 나타내는 필드이고, user data는 name에 기술된 메시지의 종류에 따라 메시지에 해당하는 데이터가 기록되는 필드이다. 원격지정 응용프로그램의 배치를 협의할 위해 RES, RES_ACK, 그리고 RES_NACK의 APP패킷 name을 정의한다. 각 메시지들의 의미는 다음과 같다.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 |
| ... | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| name (RES, RES_ACK, RES_NACK) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| user data length | | | | | | | | | | | | | | | | user data ... | | | | | | | | | | | | | | | |

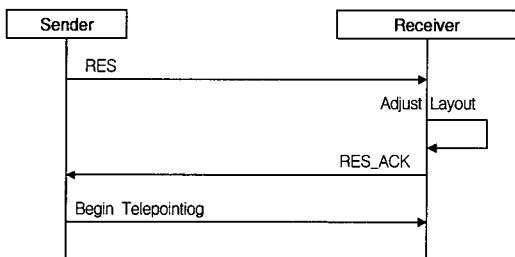
(그림 4) 원격지정을 위한 APP 패킷 형식

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 |
| ... | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| name (= RES) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| user data length (= 4) | | | | | | | | | | | | | | | | width | | | | | | | | height | | | | | | | |

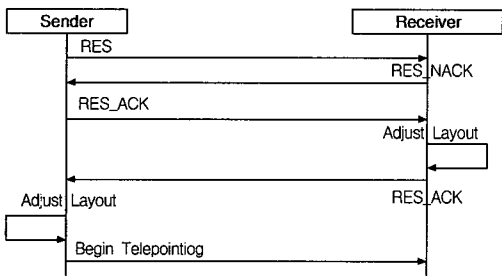
(그림 5) RES 원격지정 메시지를 위한 APP 패킷 형식

- **RES(Resolution)** : 송신자 응용프로그램의 크기를 수신자에게 알리기 위한 패킷이다. 응용프로그램의 크기는 user data 필드에 응용프로그램의 가로, 세로크기 순으로 기록된다. RES 메시지를 위한 APP 패킷은 (그림 6)과 같다.
- **RES_ACK** : 수신자가 송신자의 RES 패킷에 대한 긍정적 응답으로 송신자에게 전송하는 패킷이다. user data 필드는 사용되지 않는다.
- **RES_NACK** : 수신자가 송신자의 RES 패킷에 대한 부정적 응답으로 송신자에게 전송하는 패킷이다. 이 경우 수신자는 송신자에게 수용 가능한 응용프로그램의 크기를 RES 메시지와 마찬가지로 user data 필드에 기록한다.
- **APP** : 원격지정 응용프로그램으로 하여금 사용목적에 따라 자유롭게 정의하여 사용할 수 있도록 하기 위한 패킷이다.

여기서 공동작업중인 사용자들간의 시스템 폰트(system font)의 종류와 크기의 차이, 그리고 사용자 시스템들 간의 표시가능색상수의 차이를 협의하기 위한 메시지는 정의하지 않았다. 이는 사용자들간의 시스템 폰트의 종류 및 크기는 운영체제마다 서로 다르기 때문에 특정 운영체제에만 맞게 정의할 수 없다. 또한 사용자들간의 표시가능색상수의 차이는 응용프로그램의 배치에 영향을 주지 않기 때문에 정의하지 않았다. 시스템 폰트의 종류 및 크기와 표시가능색상수의 차이를 협의하고자 하는 응용프로그램들은 위의 메시지 중에서 APP 메시지를 사용하여 협의할 수 있다. 위와 같은 메시지들을 이용한 송수신자 간의 협의과정은 (그림 6)과 같다.



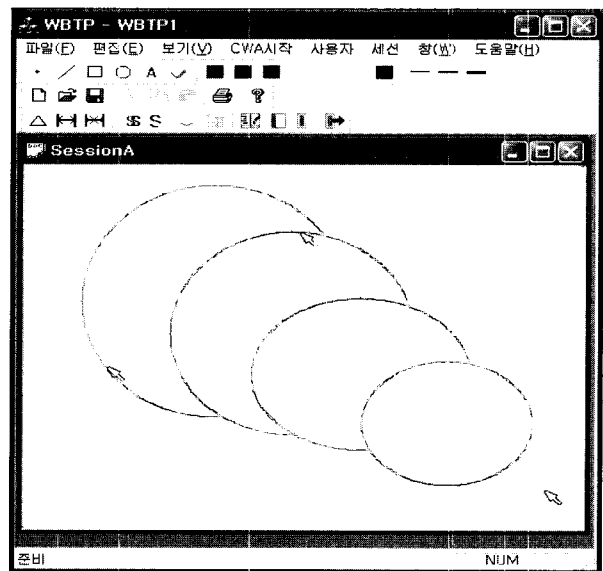
(a) 수신자가 송신자의 RES 패킷에 긍정적 응답을 하는 경우



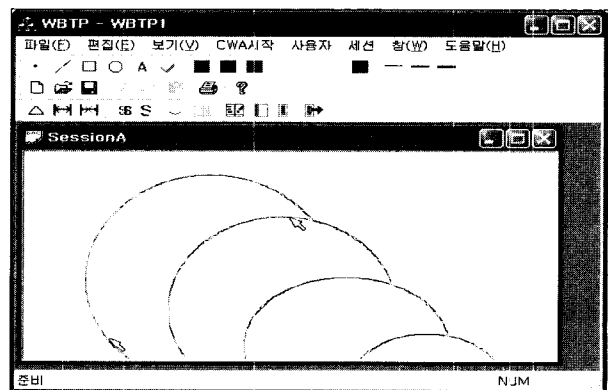
(b) 수신자가 송신자의 RES 패킷에 부정적 응답을 하는 경우
(그림 6) 응용 프로그램 배치 협의 과정

먼저 송신자는 자신의 응용프로그램 크기를 RES 패킷에 넣어 수신자에게 송신한다. 이때, 수신자가 RES 패킷에 기술된 크기대로 응용프로그램 크기를 조정할 수 있으면 RES_ACK 패킷을 송신자에게 보내고 만약 조정할 수 없으면 RES_NACK 패킷에 조정 가능한 응용프로그램의 크기를 넣어 송신자에게 송신한다. 만약 송신자가 RES의 응답으로 RES_ACK 패킷을 수신하면 RTP를 통해 원격지정 메시지의 전송을 시작한다. 반면에 송신자가 RES의 응답으로 RES_NACK를 수신하면 RES_NACK 패킷에 기술된 응용프로그램 크기대로 자신의 응용프로그램의 크기를 조정 가능하면 RES_ACK를 수신자에게 보낸다. 이때 수신자의 RES_NACK 패킷에 기술된 크기대로 조정이 불가능하면 송신자가 조정이 가능한 응용프로그램의 크기를 RES_NACK 패킷에 넣어 수신자에게 송신한다.

6. 구현 및 성능 평가



(a) 세션 책임자의 화이트 보드



(b) 세션 참여자의 화이트 보드
(그림 7) 화이트 보드를 실행한 모습

본 논문에서 제안한 원격지정을 위한 RTP 페이로드 형식이 잘 정의되었음을 보이기 위해 RTP 기반의 원격지정 모듈을 구현하였다. 또한 다중 세션을 지원하는 화이트 보드 응용 프로그램을 구현하여 RTP 기반 원격지정 모듈이 잘 동작함을 확인하였다. 화이트 보드(이하 RTP 기반 화이트 보드) 응용 프로그램은 Microsoft Visual Studio C++6.0을 사용하여 구현하였다.

(그림 7)은 RTP 기반 화이트 보드의 실행모습이다. RTP 기반 화이트 보드는 도형 그리기 등의 기본적인 기능들만을 제공한다. 화이트 보드에 사용자가 그림을 그리면 그 즉시 작업에 참여중인 모든 사용자에게 그 내용이 전송된다.

구현된 RTP 기반 원격지정 모듈과 화이트 보드의 성능 평가를 위해 화이트 보드 기능을 가진 Microsoft Netmeeting과 성능을 비교하였다. <표 2>는 본 논문에서 구현한 화이트 보드와 Netmeeting에서 제공되는 화이트 보드의 기능을 비교한 것이다.

<표 2> 화이트 보드의 기능 비교

| | Microsoft Netmeeting | RTP 기반 화이트 보드 |
|------------|----------------------|---------------------|
| 텔레포인터 수 | 다수 (최대 참여자 수 만큼) | 다수 (최대 참여자 수 만큼) |
| 텔레포인터 표시기능 | 제공하지 않음 | 제공됨 |

<표 2>에서 텔레포인터의 수는 화이트 보드 내에서 나타날 수 있는 텔레포인터의 개수를 말한다. Netmeeting과 RTP 기반 화이트 보드 모두 참여자 수만큼 화이트 보드 내에 텔레포인터를 표현할 수 있다.

텔레포인터 표시기능은 참여자들의 텔레포인터 모습과 움직임을 다른 모든 참여자들의 화이트 보드에 나타내는 기능을 말한다. Netmeeting의 경우 텔레포인터의 모습이 다른 참여자들에게 나타내지 않으나 RTP 기반 화이트 보드의 경우에는 텔레포인터의 모습과 움직임에 변동이 생기면 그 즉시 다른 참여자의 화이트 보드에 표현된다.

성능 평가는 5명의 참여자가 화이트 보드를 사용 중일 때 세션 책임자 시스템 즉, 처음 화이트 보드를 실행한 참여자 시스템의 리소스 사용량을 수집하여 Netmeeting을 사용했을 때와 RTP 기반 화이트 보드를 사용했을 때의 리소스 사용량을 각각 비교하였다. Netmeeting이 텔레포인터 표시기능을 제공하지 않으므로 공정한 성능 비교를 위해 RTP 기반 화이트 보드의 텔레포인터 표시 기능을 사용한 상태와 사용하지 않은 상태로 구분하여 실험하였다. 성능 평가를 위해 수집한 시스템 리소스는 CPU 사용률, 매초마다 네트워크를 통해 송수신되는 데이터의 양이다. 성능 평가의 결과는 <표 3>과 같다.

<표 3> 시스템 리소스 사용을 비교

| 시스템 리소스 | Microsoft Netmeeting | | | RTP 기반 화이트 보드 | | | | | |
|-------------------|----------------------|----|------|---------------|----|------|----------------|----|------|
| | | | | 텔레포인터 표시기능사용 | | | 텔레포인터 표시기능사용안함 | | |
| | 최대 | 최소 | 평균 | 최대 | 최소 | 평균 | 최대 | 최소 | 평균 |
| CPU 사용률(%) | 100 | 6 | 34.9 | 100 | 0 | 85.3 | 79 | 4 | 32.1 |
| 초당 수신된 데이터량(byte) | 892.6 | 0 | 24.1 | 222.7 | 0 | 62.4 | 142.1 | 0 | 17.6 |
| 초당 송신된 데이터량(byte) | 950.5 | 0 | 25.5 | 305.5 | 0 | 74.0 | 207.7 | 0 | 18.6 |

성능 비교의 결과 Netmeeting에 비해 RTP 기반 화이트 보드가 조금 높은 성능을 보였다. Netmeeting에서 사용하는 원격지정 프로토콜에 대한 공개된 문서나 관련자료가 없기 때문에 객관적인 비교는 어렵다. <표 3>의 성능비교 결과는 본 논문에서 정의한 원격지정을 위한 RTP 페이로드 형식이 누락되거나 불필요한 원격지정 정보 없이 잘 정의되었다는 것을 보여주고 있다.

<표 3>에서 RTP 기반 화이트 보드의 경우에 원격지정 표시기능을 사용했을 때가 사용하지 않은 경우보다 높은 리소스 사용률을 보인다. 이는 텔레포인터 표시기능을 사용하면 화이트 보드를 사용하는 참여자가 텔레포인터를 움직이는 즉시 텔레포인터 정보가 다른 모든 참여자들에게 전송되며 전송된 정보를 바탕으로 화이트 보드내의 텔레포인터 움직임을 변경하기 때문이다. 따라서 텔레포인터 표시기능의 사용시 발생하는 부하를 줄이기 위한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

7. 결 론

본 논문은 RTP를 기반으로 원격지정을 수행할 수 있도록 RTP 페이로드 형식을 정의하였다. 이 방식의 장점으로 첫째, RTP를 사용하는 응용프로그램은 원격지정을 위한 RTP 페이로드 형식만 추가하면 원격지정을 쉽게 구현할 수 있고 둘째, 이종 응용프로그램간이라도 RTP 통신 모듈만 구현하면 서로 원격지정이 가능하며 셋째, 원격지정 메시지가 RTP를 통해 송수신 되므로 RTP 하위의 전송프로토콜의 종류에 상관없이 원격지정을 이용할 수 있다는 것이다. 본 논문에서는 RTP를 통한 원격지정 메시지의 송수신을 위한 RTP 프로파일을 정의하지 않았다. 이는 오디오/비디오를 위한 RTP 프로파일 등과 같이 기존에 정의된 프로파일을 사용할 수 있기 때문이다. 보다 효율적인 원격지정 메시지의 송수신을 위해서는 원격지정 메시지의 전송특성에 최적화된 RTP 프로파일이 필요하다. 이를 위해 향후 후속제로 원격지정 메시지의 전송특성을 분석을 통해 효율적인 RTP 기반의 원격지정을 위한 RTP 프로파일에 관한 연구를 진행할 계획이다.

참 고 문 헌

[1] Jonathan Grudin, "Computer-Supported Cooperative Work : History and Focus," IEEE Computer, Vol.27, No.5, pp.19-25, May, 1994.

[2] Walter Reinhard, et al., "CSCW Tools : Concepts and Architectures," IEEE Computer, Vol.27, No.5, pp.28-36, May, 1994.

[3] Tom Brink, "CSCW & Groupware Index," <http://www.usabilityfirst.com/csw/>.

[4] Hania Gajewska, et al., "Argo : A System for Distributed Collaboration," Proceedings of the ACM Multimedia '94, San Francisco, USA, 15-20, pp.433-440, Oct. 1994.

[5] E. J. Gomez, et al., "A Telemedicine System for Remote Cooperative Medicine Imaging Diagnosis," Computer Methods and Programs in Biomedicine Elsevier Science, Vol. 49, No.1, pp.34-48, Jan. 1996.

[6] H. Handels, et al., "KAMEDINE : A Telemedicine System for Computer Supported Cooperative Work and Remote Image Analysis in Radiology," Computer Methods and Programs in Biomedicine, Vol.52, No.3, pp.175-183, Mar. 1997.

[7] Martin Bauer, et al., "'Where Are You Pointing At?' A Study of Remote Collaboration in a Wearable Videoconference System, Proceedings of the Third International Symposium on Wearable Computers," San Francisco, USA, 18-19, pp.151-158, Oct. 1999.

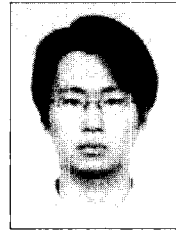
[8] Microsoft Corporation, "Windows Netmeeting," <http://www.microsoft.com/windows/netmeeting/>.

[9] H. Schulzrinne, et al., "RTP : A Transport Protocol for Real-Time Applications," Request for Comments (Proposed Standard) 1889, Internet Engineering Task Force, Jan. 1996.

[10] 이광행, 전재우, 오삼권, "CW-MAN : 효율적인 멀티미디어 공동저작을 위한 혼합형 구조의 공동저작 관리 시스템," 정보처리논문지, 제6권 제5호, pp.1253-1262, 1999.

[11] Andrew S. Tannenbaum, "Computer Networks 3rd Edition," Prentice-Hall, 1996.

[12] H. Schulzrinne, "RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control," Request for Comments (Proposed Standard) 1890, Internet Engineering Task Force, May, 1996.



전 재 우

e-mail : jean1225@nownuri.net
 1998년 호서대학교 컴퓨터공학과(학사)
 2000년 호서대학교 컴퓨터공학과(석사)
 2000년~현재 호서대학교 컴퓨터공학과 박사과정
 2001년~현재 ㈜ 팬택네트 전임연구원

관심분야 : CSCW, Distributed systems, Computer Game, Communication protocol.



백 희 숙

e-mail : 7artemis@nownuri.net
 2000년 호서대학교 컴퓨터공학부(학사)
 2000년~현재 호서대학교 컴퓨터공학과(석사)

관심분야 : CSCW, Distributed systems, Communication protocol.



오 삼 권

e-mail : ohsk@office.hoseo.ac.kr
 1980년~1984년 삼성전자 통신연구소
 1994년 Queen's University, Canada(컴퓨터 과학 박사)
 1994년~1995년 한국전자통신연구원
 1995년~현재 호서대학교 컴퓨터공학부 부교수

관심분야 : Distributed systems, Computer Game, Communication protocol, Fault tolerance.



임 기 욱

e-mail : rim@omega.sunmoor.ac.kr
 1977년~1988년 한국전자기술연구원 선임 연구원, 시스템 소프트웨어 연구실장
 1988년~1989년 미 캘리포니아 주립대학(Irvine) 방문연구원

1989년~1997년 한국전자통신연구원 시스템연구부장
 1997년~1999년 정보통신연구진흥원 정보기술전문위원
 2000년~현재 선문대학교 산업공학과 교수
 2001년~현재 한국전자통신연구원 컴퓨터소프트웨어연구소 연구소장