

유연한 QoS 제어를 위한 에이전트 지식 기반 화상회의 시스템

(A Videoconference System based on Agent Knowledge for Flexible QoS Control)

이 성 독 [†]

(Sung-Doke Lee)

요 약 본 논문에서는 에이전트 지식 기반 화상회의 시스템의 유연성(flexibility)을 개선하기 위해서 기존의 서비스 조정 부분을 새롭게 설계한 전략적 지식 에이전트 아키텍처(Strategic-INTER Knowledge Architecture)를 제안한다. 제안한 아키텍처는 서비스 품질에 관한 문제에 있어서 발생한 문제의 성질이나 문제해결의 진행상황을 고려하면서 해결전략을 동적으로 변환하여 유연성 있게 해결한다. 여기에서 유연성이란 시스템 내부에서 발생한 변동의 대응 및 이용자가 사용하기 편리한 서비스 제공 능력을 말한다. 한편, 제안 아키텍처를 화상회의 시스템에 적용한다. 본 아키텍처 적용에 의해서 화상회의 시스템의 에이전트 간 협조가 효과적으로 실행되었으며, 이전의 화상회의 시스템에 비해서 제약조건이 강화 된 경우에도 시스템의 유연한 대응이 가능하게 되었음을 제시한다.

키워드 : 에이전트 기반 화상회의 시스템, 멀티 에이전트 시스템, QoS 제어, 협조제어 프로토콜

Abstract In this paper we propose an agent architecture to improve the flexibility of videoconference systems with strategic-INTER knowledge. The proposed architecture achieves more flexibility by selecting dynamically the strategy of QoS (Quality of Service). To select the strategies, the systems have to take into the consideration of the properties of problems occurred on QoS and the status of problem solving process. This architecture is introduced as a part of knowledge base of agent dealing with cooperation between software modules of videoconference systems. We have implemented the architecture and our prototype system shows its capability of flexible problem solving against the QoS degradation, along with other possible problems within the time limitation. We confirmed that the proposed architecture can improve its flexibility of a videoconference system compared to conventional systems.

Key words : Agent-based Videoconference system, Multi-agent System, QoS Control, Cooperation Control Protocol

1. 서 론

다양한 계산기 및 네트워크 환경에서 화상회의 시스템[1-3]을 이용하는 경우, 이용자의 시스템 및 상대방 시스템의 자원상황 그리고 계산기의 화상회의 처리 능력 등을 고려해야 하는데 전문지식이 없는 일반 이용자에게 있어서 이런 작업이 많은 부담이 되었다. 한편, 컴퓨터에 익숙하지 않은 이용자가 원활한 협동작업을 하는 수단으로서 사용하는 에이전트 지식 기반 플렉시블 화상회의 시스템의 연구가 진행되고 있다[4-6].

플렉시블 화상회의 시스템은 종래의 데스크 탑 컴퓨터로 화상회의 시스템을 이용할 경우, 이때 발생하는 다양한 이용자 부담을 감소시키기 위해서 구성된 화상회의 이용 지원 환경이다. 구체적으로는 기능의 유연성(flexibility)을 기존의 화상회의 시스템에 도입하여, 이용자 요구나 네트워크 환경 등의 변화에 대응하고 그 기능이나 성능이 자율적으로 변화하는 지원 환경을 말한다. 플렉시블 화상회의 시스템은 화상회의 중에 발생하는 이용자 요구 및 시스템 내부 또는 외부 네트워크 자원 상황 변동에 따라서 시스템을 구성하는 에이전트가 갖고 있는 전략 지식을 기초로 그 변동에 대처하기 위한 각종 파라미터의 조정을 수행한다. 그렇지만 기존

[†] 정 회 원 : 한국정보통신대학교 공학부 교수
sdlee@icu.ac.kr

논문접수 : 2005년 7월 15일

심사완료 : 2005년 10월 4일

의 플렉시블 화상회의 시스템은 이런 변동에 대처하기 위한 전략이 고정적이었고, 발생한 문제에 대처하는 수단이 획일적이었기 때문에 중요도나 긴급도를 고려한 유연한 대응이 곤란했었다.

이 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 에이전트가 협조문제 해결을 수행 할 때 발생한 문제의 성질이나 문제 해결의 진행 상황을 고려하면서, 대응 전략을 동적으로 변환함으로써, 발생 문제에 유연하게 대처 가능한 에이전트 지식의 효과적인 구성을 제안한다. 구체적으로는 에이전트 기반 분산 정보처리 시스템인 ADIPS(Agent-based Distributed Information Processing System)[7,8] 내 에이전트 지식 기술 부분에 있어서 발생한 문제 해결의 과정을 감시하고, 그것을 기초로 동적으로 문제 해결 전략을 바꾸기 위한 새로운 아키텍처(Strategic-INTER Knowledge Architecture)를 제안한다. 또한, 본 모델을 기본으로 설계된 구체적인 아키텍처를 에이전트 지식 기반 플렉시블 화상회의 시스템에 적용하는 것에 의해 QoS(Quality of Service) 감소 등의 문제를 주어진 제한시간 내에서 유연하게 해결하는 등, 기존에는 없었던 보다 고도한 유연성 실현이 가능함을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같은 순서로 구성되어 있다. 제2장에서는 ADIPS를 기본으로 에이전트 지식 기반 플렉시블 화상회의 시스템에 관하여 기술한다. 제3장에서는 플렉시블 화상회의 시스템의 실험에 의해서 발생한 영역지식 베이스 문제점에 관하여 기술하고, 협조지식에 관한 새로운 아키텍처를 제안한다. 제4장에서는 제안한 본 아키텍처를 플렉시블 화상회의 시스템에 적용하고, 그 유효성에 관하여 기술한다. 제5장은 결론이다.

2. 에이전트 지식 기반 플렉시블 화상회의 시스템

2.1 기능

에이전트 지식 기반 프레임워크[4,7]를 이용한 플렉시블 화상회의 시스템(Flexible Videoconference System: FVCS)은 종래의 화상회의 시스템에서 부족한 (F1) 화상회의를 시작 할 때 필요한 서비스 구성기능, (F2) 화상회의 중의 서비스 조정기능, 그리고 (F3) 화상회의 중의 서비스 재구성 기능을 도입하여 유연성을 실현 할 수 있는 장점을 가지고 있다. 여기에서 “유연성(flexibility)”이란 CPU 이용률 또는 네트워크의 이용 가능 대역에 관한 변동 등과 같은 시스템의 내부 또는 외부 변화에 대응하고, 안정하게 동작하는 성질을 말한다. (F1)은 화상회의 시스템을 시작 할 때, 시스템 이용자 각각의 요구에 따라서 그 기능과 성능을 자동적으로 설정하고, 화상회의를 시작하는 것을 의미한다. (F2)는 화상회의 중에 발생하는 CPU 부하 및 네트워크 자원의 상황 변화와 같은 시스템 내/외적 변동 또는 이용자의 QoS 변경 요구에 따라서 시스템이 제공 할 수 있는 QoS를 자율적으로 조정하는 것이다. (F3)는 (F2)에 의해 조정이 불가능한 커다란 상황 변화가 발생하였을 때 에이전트를 추가하거나 바꾸면서 조직을 재구성하고, 그 변화에 대처하는 것을 말한다. 본 논문에서는 이와같은 기능들 중에서 (F2) 화상회의 중의 서비스 조정기능에 의해서 실현되는 유연성 개선에 초점을 둔다.

그림 1에서는 위의 세 기능을 실현하기 위한 한 방법으로서 ADIPS 기반 FVCS의 아키텍처를 나타내고 있다. FVCS에서는 작업의 위임이나 충돌 또는 지연 해결 등을 포함한 상위레벨 연산처리의 유연성이 요구되기

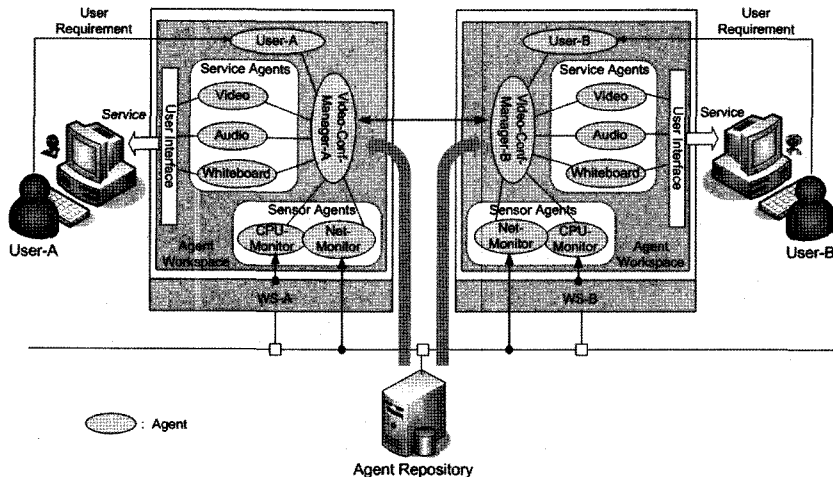


그림 1 에이전트 지식 기반 플렉시블 화상회의 시스템

때문에 지능 정보 취급 능력과 처리간의 복잡한 정보 교환이 필요하다. 따라서, 이런 이유에 적합한 방법으로 기존의 화상회의 시스템(Videoconference System: VCS)에 에이전트 지식 기반 컴퓨팅 기술을 적용하고 있다. (F2)는 그림에서 보여주고 있는 에이전트 작업공간(Agent Workspace) 내 존재하는 에이전트들 간 협조에 의해서 실현된다. 또한 (F1)과 (F3)는 에이전트 작업공간의 에이전트들과 저장소(Agent Repository) 내 에이전트(Class Agents)와의 상호협조에 의해서 실현된다. 저장소에는 클래스 에이전트들이 저장되어 있으며 이런 클래스 에이전트들은 작업공간 내 에이전트의 요구에 따라서 에이전트 작업공간 내로 인스턴트화 된다. 저장소로의 접근(access)은 화상회의를 시작 할 경우 작업공간 내부에 에이전트 들을 생성할 때, 그리고 현재 조직에서 대응 불가능한 대폭적인 환경변화 발생이 있을 때, 에이전트 들의 조직을 재구성 해야 할 필요가 있을 경우 행하여 진다.

2.2 서비스 조정

기능 (F2)는 화상회의 서비스 전체를 관리하는 에이전트인 매니저 에이전트 VCM-A(Video-Conf-Manager-A) 및 VCM-B(Video-Conf-Manager-B)를 중심으로 에이전트 그룹 간 협조에 의해 실현된다. 즉, 매니저 에이전트는 사용자 에이전트(User Agent) 및 센서 에이전트 그룹(Sensor Agents: CPU-Monitor, Net-Monitor)으로부터 사용자 요구 정보 또는 자원상황 정보를 분석, 평가하고 그 변화에 대처하기 위한 동작 계획을 작성한다. 이 계획을 기본으로 화상회의 프로세스를 직접 제어하는 서비스 에이전트 그룹(Service Agents: Video, Audio, Whiteboard)에 제어동작 요구를 실행하는 것으로 사용자 요구를 가능한 한 충족시키면서 안정한 시스템 동작을 실현한다.

한편, 매니저 에이전트 간의 협조를 수행하기 위한 지식은 ADIPS기반 플렉시블 화상회의 시스템의 INTER 지식이다[7,8]. 기능 (F2)의 유연성을 충분하게 실현하기 위해서는 이 매니저 에이전트의 INTER 지식을 기본으로 각 사이트의 자원상황이나 사용자 요구를 고려하고, 상대측 간의 요구를 수용하면서 고도한 협조를 실현 할 필요가 있다.

3. 전략적 에이전트 모델 및 유연한 QoS 제어

3.1 관련연구

기존 어플리케이션 레벨에서의 QoS제어에 관한 연구는 IVS[2] 및 프레임워크 기반 접근 방법[3] 등이 있다. IVS는 인터넷을 통한 화상회의를 목적으로 개발되었는데 네트워크 조건 변화에 대한 정보를 가지고 화상 코더에서 파라미터들의 제어에 의해서 데이터 전송률을

조정한다. 또한 매우 단순한 사용자 요구를 수용하고 있다. 한편 프레임워크 기반 접근 방법은 “네트워크 인식” 어플리케이션 구축을 위해서 두가지의 기본적인 시도를 제공하고 있다. 즉 관찰된 네트워크 서비스의 속성으로 어떻게 동적 변화를 찾을 수 있으며, 네트워크 중심 속성에서 어떻게 어플리케이션 중심 속성으로 변화시킬 수 있는지에 관하여 서술하고 있다. 이런 시도들은 다음과 같은 점에서 그 한계가 있었다.

- **환경 변화에 대한 적응도의 부족:** 위의 두 시스템은 인터넷 환경과 같은 특별한 네트워크 환경에 사용하기 위하여 설계되었다. 이 두 시스템의 QoS 제어 능력은 단순하기 때문에 돌발 상황 발생시 QoS 제어 능력이 극히 제한되었다. 이런 원인은 여러 변화 형태에 대하여 단순하고 고정적 QoS 제어 전략을 가지고 있기 때문이다. 화상회의 중에 발생하는 상황 변화를 처리하고 있을 때에도 다른 변화가 속속 발생한다. 또한, 발생한 문제의 해결이 반드시 양호하게 처리된다고 한정 할 수 없기 때문에 변화에 대하여 대체 수단을 적절하게 적용하고, 시행착오적 해결이 요구된다.
- **부하 균등 능력의 한계:** VCS에서는 각 사용자 단말기는 화상회의 중에 송신자 및 수신자 역할을 한다. 따라서 VCS는 각 단말기 노드의 I/O 및 CPU에 막중한 부하가 부과되기 때문에 사용자 단말기 노드의 상태에 따라서 부하에 대한 적절한 균등이 필요하다. 프레임워크 기반 접근은 단순한 방법으로 두 노드의 부하 균등을 하고 있으며, IVS에서는 적용되어 있지 않다. 이런 원인은 다양한 변화에 대한 한정된 능력, 그리고 노드간 절충의 부족에 기인한 것이다.

화상회의 중에 발생하는 변화의 종류는 다양(CPU 변동, 네트워크 상황 변화, 사용자 요구 변화 등등)하고, 그 대응 방법도 다양하게 요구된다. 즉, 문제가 발생했을 때 그 해결의 어려움, 필요성, 긴급도, 그리고 이에 요구되는 정확도 등을 고려한 유연한 대응이 필요하다. 따라서 위 두 문제점의 해결을 위한 한 방법으로서 2장에서 설명한 바와 같이 에이전트 지식 기반 플렉시블 화상회의 시스템을 개발하였다.

3.2 기존 플렉시블 화상회의 시스템의 지식처리 문제점

기존 플렉시블 화상회의 시스템의 실장 및 프로토타입 시스템의 동작실험을 실행한 결과 매니저 에이전트 내 지식(INTER 지식)에 기초로 행하여지는 서비스 조정기능 (F2)에 관하여 다음과 같은 문제점이 있었다 [4,5].

- (P1) **발생한 문제의 특징에 대하여 유연한 대응 부족:** 화상회의 중에 발생하는 변화의 종류는 다양 (CPU 변동, 네트워크 상황 변화, 사용자 요구 변화 등등)하고, 그 대응 방법도 다양하게 요구된다.

즉, 문제가 발생했을 때 그 해결의 어려움, 필요성, 긴급도, 그리고 이에 요구되는 정확도 등을 고려한 유연한 대응이 필요하다.

(P2) **문제 해결 중의 변화에 대하여 유연한 대응 부족:** 화상회의 중에 발생하는 상황 변화를 처리하고 있을 때에도 다른 변화가 속속 발생한다. 또한, 발생한 문제의 해결이 반드시 양호하게 처리된다고 한정할 수 없기 때문에 변화에 대하여 대체 수단을 적절하게 적용하고, 시행착오적 해결이 요구된다.

위의 두 문제는 INTER 지식에 의한 변화에의 대응 전략과 그 처리기구가 고정적이며, 에이전트 간의 협조에 기초로 적응적 또는 유연한 문제해결 능력이 부족했다는 것에 기인한다.

3.3 에이전트 지식 기반 유연한 QoS 제어

3.3.1 에이전트 지식처리의 확장

3.2절에서 서술한 문제점을 해결하기 위해 다음과 같은 방침에 의해서 ADIPS 내 INTER 지식처리의 아키텍처를 새롭게 구성한다.

- (1) INTER 지식의 외부 인터페이스는 변경하지 않고, INTER 지식처리를 새롭게 설계한다.
- (2) 문제의 성질을 확인하고, 문제해결 진행상황을 감시하기 위한 기구를 도입한다.
- (3) 복수의 문제해결 전략을 이용 가능으로 한다.
- (4) (2)의 지식에 기초로 복수 문제해결 전략을 적절하게 바꾸기 위한 지식과 그 처리기구를 도입한다.
- (5) 에이전트를 설계 할 때에 효율성, 재 이용성 그리고 기술성(記述性)을 고려하고, 이상의 지식이나 기구를 모듈화 한다.

3.3.2 에이전트 모델

3.3.1절에서 서술한 확장 방침을 기본으로 지식처리를 위한 새로운 에이전트의 개념적 구조를 설계한다.

에이전트 모델의 구조를 그림 2에 나타낸다. 에이전트는 다음과 같은 세개의 모듈로 구성되며 상세한 설명은 다음과 같다.

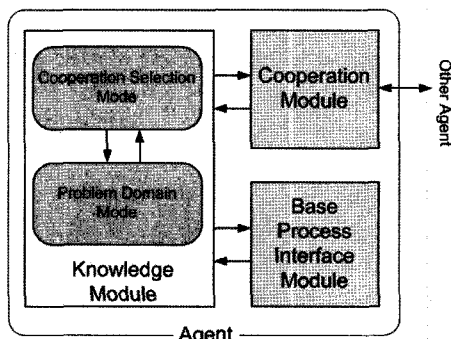


그림 2 에이전트 모델

(1) 지식 모듈(Knowledge Module: KM)

지식 모듈은 에이전트 간 협조에 의해서 실행된다. 이 모듈은 지식 처리를 하는데 있어서 중요한 역할을 담당하며, 다음과 같이 두개의 모드로 분할되어 구성된다.

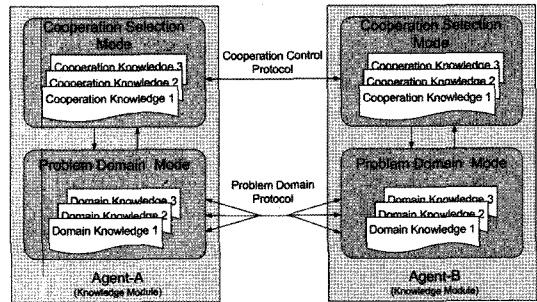


그림 3 지식 모듈의 개념적 구조

- 협조선택 모드(Cooperation Selection Mode: CSM): 발생한 문제의 성질이나 협조적 문제 해결 중의 목적 달성도, 문제해결 기한 등, 문제영역 모드(Problem Domain Mode)로부터 얻어진 협조동작의 진행 상황을 관측한다. 그리고 상대 에이전트로부터의 요구에 대하여 전략적으로 협조지식(Cooperation Knowledge: CK)을 활성화 함으로써 그 시점에서 유효하다고 판단되는 협조 전략을 결정하는 지식이다. 여기에서 에이전트 간 협조를 위해 사용되는 프로토콜은 협조제어 프로토콜(Cooperation Control Protocol: CCP)이다.
- 문제영역 모드(Problem Domain Mode: PDM): 이 모드에서는 CSM에서 결정된 지식에 기초하여 영역지식(Domain Knowledge: DK)의 활성화가 이루어진다. DK에 의해서 결정된 사항은 실제 문제 해결을 실행하기 위해서 PDM 내부의 DK가 선택된다. DK는 특정 문제영역의 해결에 대응을 위하여 특화된 지식이며, 선택은 CSM과의 협조에 의해서 수행하여 진다. 여기에서 선택된 지식을 이용하여 각각의 에이전트는 문제 해결을 위한 협조가 이루어 진다. 협조에 사용되는 프로토콜은 문제영역 프로토콜(Problem Domain Protocol: PDP)이다.

(2) 협조 모듈(Cooperation Module: CM)
협조 모듈은 다른 에이전트와 메시지를 교환하고 협조하기 위한 모듈이다. 3.3.3절에서 서술하고 있는 여러가지 프로토콜을 이용하여 다른 에이전트와 협조 처리를 수행한다.

(3) 기본 프로세스 연결 모듈(Base Process Interface Module: BPIM)
기본 프로세스 연결 모듈은 에이전트가 제어 대상으로 하는 계산기 프로세스(베이스 프로세스)와 에이전

트 사이의 인터페이스이다.

한편 본 논문에서는 위의 세 모듈 가운데 지식 모듈(KM)의 새로운 구조를 제안하고 설명한다. KM에서 문제 해결을 위한 협조동작은 위에서 서술한 협조지식(CK) 및 영역지식(DK)이 서로 정보를 교환하는 것으로 실행하여 진다. 즉, 에이전트 간의 협조에 의해서 해결해야 할 문제가 발생하면, 먼저 각 에이전트의 CSM 내부 지식은 CCP를 이용하여 각각의 CK를 결정한다. 협조에 관한 각각의 지식이 결정되면 PDM 내 DK로 문제 처리를 이행하고, DK와 PDP가 선택되어 문제의 성질이나 발생한 상황에 대응한 적절한 협조가 실행된다. 문제의 상황이 변화하거나 문제 해결을 위한 협조 동작 중에 제한 시간에 근접하였을 경우 등, 동작의 원활한 진행에 영향을 미치는 상황이 발생한 경우에는 CSM으로 이행하고, 에이전트간 협조에 의해서 현재의 진보상황 등을 반영한 DK 및 PDP의 바꿈을 실행한다. KM에서는 상황에 따라서 이런 동작을 반복적으로 실행한다.

본 에이전트 모델은 긴급하고 또한 고도한 협조동작이 필요한 경우에 대하여 적용 가능하다. 따라서 그림 1의 화상회의 시스템 내부 Video-Conf-Manager에 이 모델을 적용한다. 그림 3의 Agent-(A, B)는 각각 Video-Conf-Manager-(A, B)에 대응한다.

3.3.3 전략적 INTER 아키텍처

3.3.2절의 에이전트 내 지식 모듈에 관한 개념적 구조를 기본으로 ADIPS의 INTER 지식 부분을 구체화하고, 새롭게 설계한 전략적 INTER 지식 아키텍처(Strategic-INTER Knowledge Architecture)를 그림 4와 같이 나타낸다. 이 아키텍처는 긴급한 경우 또한 고도한 협조동작이 필요한 에이전트에 있어서 적용되는 INTER 지식의 내부구조이다. 여기에서 협조 모듈(Cooperation Module)은 다른 에이전트로부터의 메시지를 해석하고, 협조에 의해서 에이전트 내의 각 지식처리 모듈(그 가운데 하나가 INTER 지식)에 그 처리를 분배하는 기능을 갖는다.

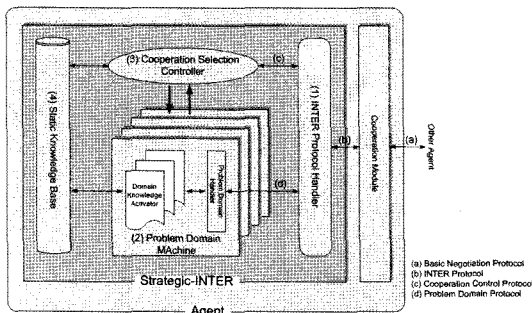


그림 4 전략적 INTER 지식 아키텍처

- (1) INTER 프로토콜 처리부(INTER Protocol Handler) ADIPS 프레임워크에 의해 규정되어 있는 INTER 지식이 송수신하는 메시지의 형식적인 처리를 실행하는 부분이다. 이것에 의해 종래의 ADIPS 에이전트 형태를 변경하지 않고, 전략적 INTER 지식을 기초로 기능의 확장이 가능하다.
- (2) 문제영역 머신(Problem Domain Machine: PDMA) 문제해결을 위한 협조동작에 있어서 이용되는 PDP를 처리하기 위하여 여러 프로토콜 머신으로 구성된다. 그림 2 에이전트 모델의 문제 영역 모드(PDM)에 해당하며, 실질적 문제 해결을 수행하는 부분이다. 또한, 문제 영역 처리부(Problem Domain Handler:PDH)와 지식 처리부인 복수의 영역지식 액티베이터(Domain Knowledge Activator: DKA)로 구성된다. PDH는 PDMA가 교섭을 수행 할 때에 이용되는 메시지를 처리한다. PDMA의 동작중은 상황에 대응하여 DKA의 하나가 활성화되어, 정적 지식부(Static Knowledge Base)에 기술된 지식을 기초로 동작이 실행된다.
- (3) 협조선택 제어기(Cooperation Selection Controller: CSC) 에이전트의 협조전략을 결정하는 모듈이다. 그림 2에 보여지는 에이전트 모델의 협조 선택 모드(CSM)를 기초로 에이전트 간에 있어서 교섭 처리를 수행한다. 다른 에이전트와 CCP를 이용하여 교섭하고, 에이전트의 협조 전략을 결정한다. 또한 결정된 협조 전략을 기초로 PDMA 및 DKA가 선택된다.
- (4) 정적 지식부(Static Knowledge Base) CSC 및 PDMA가 이용하는 전문적인 지식을 격납하는 모듈이다. 여기에서는 에이전트가 필요로 하는 정적인 영역 지식이 프레임 형식으로 기술되어 있다. 한편, 위에서 서술한 모듈간에는 다음과 같은 프로토콜에 따라서 메시지 교환을 한다.
 - (a) 기본 교섭 프로토콜(Basic Negotiation Protocol) 협조 모듈(Cooperation Module) 사이에서 이루어지는 메시지 교환용 프로토콜로서 ADIPS 프레임워크 [7,8]에 의해 정의되어 있다. 표 1에 본 프로토콜의 퍼포머티브, 즉 에이전트간 통신 사항을 표시한다. 또한, 표 1에서 "S"는 메시지의 송신측(Sender), "R"은 메시지의 수신측(Receiver)을 표시한다.
 - (b) INTER 프로토콜(INTER Protocol) INTER 지식에 기초로 에이전트 간 교섭에서 사용되는 기본적인 프로토콜(표 2)이다.
 - (c) 협조 제어 프로토콜(Cooperation Control Protocol) 에이전트 간에서 에이전트의 협조전략을 결정하기 위해 사용되는 프로토콜(표 3)이다.
 - (d) 문제 영역 프로토콜(Problem Domain Protocol)

표 1 기본 교섭 프로토콜

Performative	Summary
Tell	S sends some objects to R
Ask	S requests some objects to R

표 2 INTER 프로토콜

Performative	Summary
RequestAction	S requests R to do something
Acceptance	S accepts the RequestAction
Refusal	S refuses the RequestAction
RequestInformation	S requests some information to R
Information	S sends some information to R replying RequestInformation
Report	S sends some information to R

표 3 협조 제어 프로토콜

Performative	Summary
Request-Make-Coop	S requests R to start cooperation
Acceptance-Make-Coop	S accepts a request from R to start cooperation
Refusal-Make-Coop	S refuses a request from R to start cooperation
Request-Close-Coop	S requests R to terminate cooperation
Acceptance-Close-Coop	S accepts a request from R to terminate cooperation
Refusal-Close-Coop	S refuses a request from R to terminate cooperation
Request-Change-Protocol	S requests R to change protocol
Acceptance-Change-Protocol	S accepts a request from R to change protocol
Refusal-Change-Protocol	S refuses a request from R to change protocol
Request-Change-Coop-Status	S requests R to change cooperation status
Acceptance-Change-Coop-Status	S accepts a request from R to change cooperation status
Refuse-Change-Coop-Status	S refuses a request from R to change cooperation status

특정의 문제나 문제발생 상황에 대응하기 위해 정의된 문제 지향 프로토콜이다. 이 프로토콜은 화상회의 또는 화상실험 상황에 따라서 설계자가 임의로 결정할 수 있는 프로토콜이다.

앞에서 서술한 아키텍처를 이용하는 것에 의해서 다음과 같은 세개의 이점을 얻을 수 있다.

- (i) 협조 선택 제어기(CSC)는 문제가 발생할 때 복수의 PDMA에서 문제에 적합한 것을 선택하기 때 문에 발생한 문제의 특징에 대응하여 유연한 대처를 수행하는 것이 가능하다. 이것에 의해서 3.2절에서 논한 문제 (P1)의 해결이 가능하다.
- (ii) CSC가 문제 해결의 진행 상황을 고려하면서 문제 해결 중에 복수의 PDMA로부터 문제에 적합한 것을 선택한다. 또한 PDMA 내의 DKA를 선택할 수 있기 때문에 문제해결 중의 변화에 대응하여 유연한 처리를 수행한다. 이것에 의해 문제 (P2)의 해결이 가능하다.
- (iii) 전략적 INTER 지식 아키텍처에서는 INTER 지식의 기술(記述)이 CSC의 동작 지식, PDMA의 동작 지식 및 정적 지식으로 분할되어 다른 부분과는 독립적으로 서술할 수 있다. 따라서 에이전트의 기술성, 가독성(可讀性), 그리고 모듈의 재 이용성의 향

상을 기대할 수 있다.

3.4 화상회의 시스템에의 적용 및 동작 예

본 절에서는 위에서 제안한 전략적 INTER지식을 에이전트 지식 기반 FVCS에 적용한 경우의 시스템 동작에 관하여 서술한다.

3.4.1 전략적 INTER 지식의 적용

- (1) 협조 선택 제어기(Cooperation Selection Cotroller: CSC): CSC는 화상회의 시스템의 전문가 지식(물 기반 지식)을 기초로 PDMA, DKA의 협조처리 상황을 감시하고, 적절한 선택 및 교환을 수행한다. 구체적으로는 각 PDMA 및 DKA는 그 처리가 사전에 설정되어 있는 동작의 체크 포인터에 도달한 경우, 제어 상황을 CSC로 의뢰한다. CSC는 그 시점에서의 문제해결 상황이 사전에 설정된 허용조건을 만족하고 있는지를 확인한다. 그리고, 현재 사용하고 있는 PDMA, DKA의 기능이 소정의 조건을 만족하지 않는 것으로 판단되는 경우는 CCP를 이용하여 다른 VCM 에이전트와의 교섭을 수행한 뒤, 이들의 교체를 수행한다.
- (2) 문제 영역 머신(Problem Domain MACHine: PDMA): FVCS에 전략적 INTER 지식 아키텍처를 적용하기 위하여 다음과 같은 4종류의 PDMA를 준비한다.

각 PDMA는 화상처리에 있어서 QoS 제어를 위하여 사용되도록 설계되었다.

- a) **기본 프로토콜 머신(Basic Protocol Machine):** VCM 에이전트간에서 정해진 지식을 이용하여 QoS 파라미터의 비교적 적은 범위의 올림과 내림을 지시하는 것으로 가장 단순한 협조동작을 실현하는 머신이다. 파라미터 값의 올림과 내림의 폭에 대응한 5종류의 DKA(DKA1: B-1, DKA2: B-2, DKA3: B-3, DKA4: B-4, DKA5: B-5)를 준비한다. 예를들면, 이 프로토콜 머신 내 각 DKA는 화상처리를 하는데 있어서 DKA1(B-1): 5%, DKA2(B-2): 10%, DKA3(B-3): 25%, DKA4(B-4): 35%, DKA5(B-5): 50%로 설정하여 QoS 파라미터 값의 올리고 내리는 폭을 조정하도록 한다. 각 DKA의 올리고 내리는 %값은 실험을 통하여 설계자가 임의로 변경할 수 있다.
- b) **타협레벨 프로토콜 머신(Compromise Level Protocol Machine):** 각각의 VCM 에이전트가 자기 조직 내의 서비스 에이전트 파라미터 조작에 관한 타협레벨을 갖고, 그 범위내에 적절한 답이 얻어질 수 있도록 협조동작을 실행하는 프로토콜 머신이다. 타협레벨은 각 에이전트가 자신이 갖고 있는 QoS 파라미터 조정 상황에 따라서 타협이 가능한가를 나타내는 에이전트의 내적 상태를 표현하는 것으로, 구체적으로는 각 타협레벨마다 지정되는 QoS 파라미터의 최대 허용 우선도(Priority)가 규정값으로서 설정된다. 본 프로토콜 모듈에서는 각각의 VCM 에이전트 내 타협레벨을 맞출 수 있도록 시스템 전체를 동작시키기 때문에 교섭에는 시간이 걸리지만 기본 프로토콜 머신과 비교하여 보다 상황을 고려한 QoS 파라미터 조정이 가능하게 된다. 에이전트의 타협레벨 설정에 대응한 5종류의 DKA(C-1, C-2, C-3, C-4, C-5)를 준비한다.
- c) **시간지향 프로토콜 머신(Time Restricted Protocol Machine):** 문제 해결을 할때 종료까지의 시간 제한을 고려하면서 협조동작을 수행하는 프로토콜 머신이다. 제한 시간 내에 사용자 요구를 우선적으로 처리하기 위한 한 방법으로 사용한다. 하나의 DKA(T-1)를 준비한다.
- d) **즉응 프로토콜 머신(Reactive Protocol Machine):** 자원을 절약하기 위하여 우선도가 낮은 파라미터를 집중적으로 내리거나 또는 사용자 요구를 충족시키기 위하여 우선도가 높은 파라미터를 집중적으로 올리는 등의 처리를 수행하는 프로토콜 머신이다. 따라서 자원 절약 및 사용자 요구를 모두 다 충족시킬 수 없는 경우가 있다. 상황에 대응한 정확한 처리는 보증되지 않지만 고속으로 처리하기 때문에 제한 시간이 다가올 경우 등의 최종적 단계에서 기동되는 경우가 있

다. 하나의 DKA(R)를 준비한다.

- (3) **정적 지식부:** 화상회의 시스템 제어에 이용되는 값 등의 여러가지 정적 영역지식이 에이전트 기술 언어 ADIP/L의 형식[7,8]으로 격납된다.

3.4.2 전략적 INTER 지식을 적용한 에이전트간 협조 동작 예

전략적 INTER 지식 아키텍처를 화상회의 시스템에 적용하고, 시스템 동작 중에 CPU-Monitor-A 에이전트로부터 자원상황 변화에 대한 메시지가 발생하였을 경우, 에이전트 간 협조 동작 처리 과정의 예를 그림 5에 나타낸다. 한편, 사용자 요구 변화에 대한 에이전트 간 협조 동작 처리도 이와 같이 에이전트 간 협조 동작을 통하여 해결 할 수 있다.

- (1) **자원상황 변화의 인식:** CPU-Monitor-A가 자원상황 변화의 허용 범위로부터의 벗어남을 인식하면, Video-Conf-Manager-A에 리포트(Report) 메시지로 보고한다.
- (2) **초기 협조전략의 결정:** Video-Conf-Manager-A(VCM-A)는 문제 해결을 위한 협조 전략을 결정한다. CSC가 문제해결의 기한에 시간적 여유가 있다고 판단하면, 최초는 타협레벨 프로토콜 머신 내 DKA로서 “타협레벨 1”의 C-1을 이용하는 것이 결정된다. 협조 상태와 함께 Request-Make-Coop 메시지를 Video-Conf-Manager-B(VCM-B)에 보내어 협조 상태를 설정한다.
- (3) **타협레벨 프로토콜 모듈에 의한 문제해결:** VCM-A와 VCM-B가 타협레벨 프로토콜 머신에 의한 협조를 수행하여, CPU 자원의 해방을 시도한다. VCM-A측 “타협레벨1”의 DKA는 자신이 타협할 수 있는 범위내에서 RequestAction을 Video-A에이전트에 보내어 CPU-Monitor-A에이전트에 CPU 자원상황을 RequestInformation으로 문의하면서 서비스를 조정한다. 타협가능한 범위내에서 서비스를 조정하여도 문제가 해결되지 않는 경우에는 VCM-B에 문제해결에의 협력을 RequestAction에 의해 요청한다. 요청을 받은 VCM-B 측 “타협레벨 1”인 DKA도 또한 자신이 타협 가능한 범위내에서 Video-B에이전트의 서비스 조정을 시도한다. 이것에 의해 문제가 해결하지 않는 경우에는 “타협레벨 1”의 C-1에서는 문제를 해결할 수 없다는 것이므로 CSC는 DKA를 “타협레벨 2(C-2)”로 변경하고 레벨 1과 같은 방법의 문제 해결을 위한 조정을 실행한다.
- (4) **협조전략의 변경:** 문제해결의 제한 시간이 다가올 경우, VCM-A의 CSC에 의해 협조처리 능력보다 목적달성까지의 기한 준수를 중시한 시간지향 프로토콜 머신(Time Restricted Protocol Machine)이

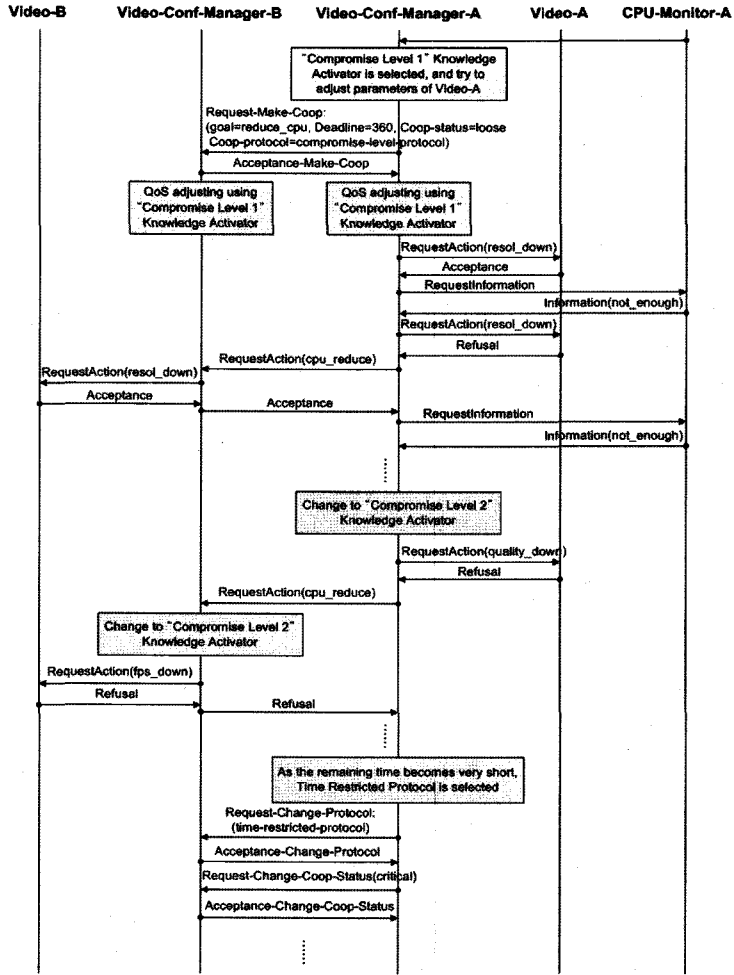


그림 5 에이전트 간 협조 동작 예(자원상황 변화) 실험 및 평가

선택되어, Request-Change-Protocol을 이용하여 PDMA가 교체된다. 이러한 변경정보는 VCM-B의 CSC에도 전달되어 협조상태가 변경된다.

- (5) 시간지향 프로토콜 머신에 의한 문제해결: 시간지향 프로토콜 머신에서는 서로간에 상대 요구에 대하여 시간 제한이 부가되기 때문에 타협레벨 프로토콜 머신에 비하여 기한을 중시한 문제해결이 행하여 진다.
- (6) 협조상태의 종료: 위에서 기술한 것처럼 협조전략의 변경과 문제해결 동작이 반복되어 그 결과로서 CPU 자원의 해방에 성공한 경우에는 협조상태가 해결된다. 또한, 현상의 조직내에서는 문제가 해결되지 않는 것으로 판단되는 경우에는 그 시점에서의 협조상태가 해제되어 조직 재구성 처리로 이동된다.

4. 실험 및 평가

4.1 실험환경

본 논문에서 제안한 아키텍처를 그림 6의 환경에 적용하여 실행하였다. 구체적으로는 전략적 INTER지식 아키텍처를 기초로 처리기구를 에이전트 지식 기반 화상회의 시스템(그림 1)의 Video-Conf-Manager-A 및

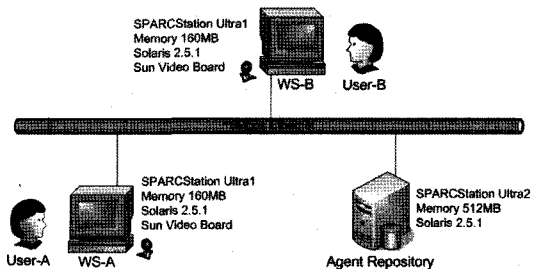


그림 6 실험환경

Video-Conf-Manager-B에 적용하였다. 에이전트의 지식 머신(Knowledge Machine)은 Tcl/Tk[11]를 이용하여 기술하였으며, 전략적 INTER지식도 Tcl/Tk를 이용하여 기술하였다.

각 PDMA 및 CSC에는 화상회의 시스템 운용자의 시스템 제어전략에 관한 전문지식이 절차형 프로그램으로 기술되어 있다. VCM 에이전트는 이들 전문가 지식의 의도에 기초로 제어동작을 실행한다.

각 PDMA의 프로그램 사이즈는 기본 프로토콜 머신이 약 274스텝, 타협레벨 프로토콜 머신이 약 710스텝, 시간지향 프로토콜 머신이 약 892스텝 그리고 즉응 프로토콜 머신이 약 268스텝이었다.

4.2 자원변동에 대한 에이전트 동작 실험 및 유연성 평가

CPU 자원이 동적으로 변화하는 상황에서 구축한 에이전트 지식기반 화상회의 시스템의 유연성(flexibility) 동작을 관찰하였다. 본 실험에 의해서 제한한 아키텍처의 도입시 화상회의 중에 발생하는 자원상황의 변화 및 사용자 요구의 변경이 발생하였을 때 이에 대하여 유연성있게 대처할 수 있는 것이 검증되었다.

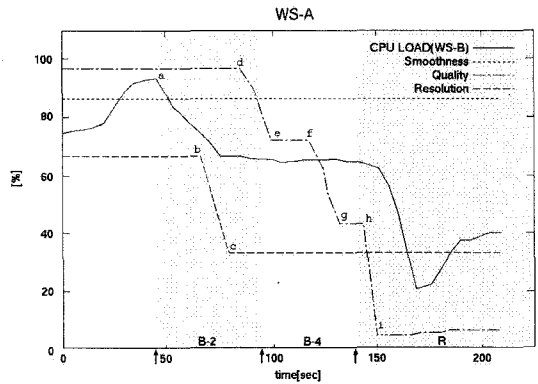
실험환경을 그림 6에 표시한다. 하드웨어는 에이전트 저장소(Agent Repository)로서 SunMicrosystems사의 SPARCstation Ultra2(2CPU, CPU clock 200MHz), 에이전트 작업공간(Agent Workspace) 및 화상회의용 단말로서 SPARCstation Ultral (CPU clock 200MHz)을 이용하였다. 또한 화상회의 프로세서로서 vic[1]를 이용하였다.

먼저, 시스템 동작중에 이용자 B(User B)측 단말(WS-B)의 CPU에 대하여 부하 조정용 프로세스를 기동하여 부하를 주어서 에이전트 및 QoS 파라미터 동작 상황을 관찰하였다. 여기에서, 단말(WS-A)의 이용자 A(User A)의 동화상에 대한 QoS 요구의 우선도는 매끄러움(Smoothness)이 가장 높고, 다음에 화질(Quility) 그리고 해상도(Resolution)순으로 하였다. 또한, WS-B측 이용자의 동화상에 대한 우선도는 화질, 매끄러움 그리고 해상도 순으로 하였다. 계산기 환경에 있어서 자원(예, CPU 부하)부족 등의 문제가 발생한 경우에 그 문제를 해결하기까지에 걸리는 제한시간을 120초, 80초로 설정하였다. 이것들의 실험결과를 그림 7, 8에 표시한다. 각 그래프에 있어서 x-축은 시간경과(초), y-축은 각 파라미터값에 대하여 각각 이하의 값을 100%로 했을때의 비율을 나타낸다.

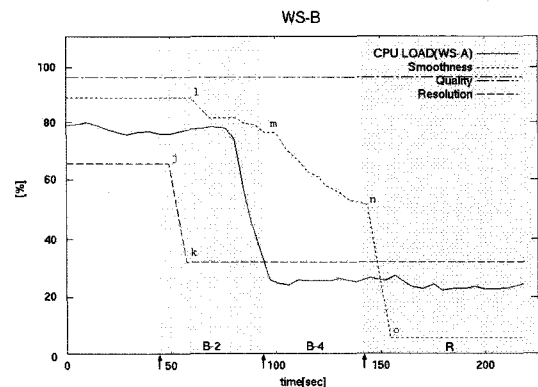
- CPU 부하 (CPU LOAD): 100%
- 매끄러움(Smoothness): 35-fps
- 화질(Quility): 32-level
- 해상도(Resolution): 3-level

그래프중의 '↑'은 PDMA 또는 DKA의 교환 타이밍을 표시하고 있다. 또한, 'B-1', 'R'등은 그 시점에서의 PDMA와 DKA의 종류를 표시하고 있다. 예를들면, 'B-1'은 기본프로토콜 머신의 DKA 1이 이용되고 있는 것을 나타내고 있다. 'R'은 즉응 프로토콜 머신이 이용되고 있는 것을 나타내고 있다. 기본적으로 CPU 자원이 부족한 경우에 에이전트 그룹은 시스템의 동작을 안정하게 유지하기 위해서 이용자 요구를 고려하면서 QoS 파라미터를 떨어뜨리고 CPU 자원 확보(또는 해방)를 시도한다.

그림 7은 제한시간으로서 120초를 주었을 때의 에이전트 제어에 관한 파라미터 변화를 나타내고 있다. CPU에 부하가 주어진 시점 a, 즉 49초의 시점으로부터 VCM 에이전트간 협조동작이 시작되고 있다. 최초는 기본 프로토콜 머신 및 머신 내 DKA 2(B-2)가 선택되고 있다. 이것은 CSC에서 처음에 문제 해결의 시간적인 여유(120초)가 있다고 판단하여 내리거나 올림폭이 비교적 적은 B-2를 선택하였다. 그림 7(a)의 B-2의 영역에



(a) WS-A에서의 QoS 파라미터 변동



(b) WS-B에서의 QoS 파라미터 변동

그림 7 CPU 자원변동에 대한 대응 1(제한시간 120초)

서는 이용자 요구에 따른 파라미터 우선도로부터 먼저, 해상도가 떨어지며(b점-c점), 다음에 화질이 떨어지고 있다(d점-e점). 또한 그림 7(b)의 B-2 영역에서는 먼저 해상도가 떨어지고(j점-k점), 그 다음 매끄러움이 떨어지고 있다(l점-m점). 여기에서 CSC가 활성화 되어 제한시간까지의 남은 시간과 문제해결 달성도(여기에서는 CPU 자원의 해방 상황)로부터 판단하여, 프로토콜 머신은 그대로 있되 각각의 DKA가 B-4로 바뀌고 있다.

이것에 의해 파라미터의 내리는 폭이 크게되어 있음을 알 수가 있다(m점-n점). 또한, 해결 제한시간이 가까워 지면 CSC가 재 활성화 되어 PDMA가 즉응 프로토콜 머신인 R로 바뀌고 있다. 즉응 프로토콜 머신에서는 이용자의 요구에 따라서 우선도가 가장 높은 파라미터만을 남기고, 다른 파라미터를 무조건 최소화(Resolution은 이미 최소화 하여 변화 할 수 없는 상태)하는 것에 의해서 즉각 자원 해방을 시도한다(h점-i점, n점-o점). 이것에 의해 120초의 제한시간 내에서는 이용자 요구를 충족하기 위한 여러가지 전략(구체적으로는

기본 프로토콜 머신의 DKA 2와 4, 및 즉응 프로토콜 머신)을 선택하여 적용 한 다음 최종적으로는 자원 해방에 성공하고 있다. 그러나 실제 화상회의에서는 즉응 프로토콜 머신 보다 시간지향 프로토콜 머신으로 문제 해결을 시도할 경우가 많을 것으로 본다. 즉 제한 시간 내에 사용자의 QoS 요구 우선도를 우선적으로 만족 시켜야 하기 때문이다. 본 논문의 실험에서는 제한 시간을 두고 CPU 자원 해방을 추가 목적으로 하였기 때문에 극단적으로 즉응 프로토콜 머신을 사용하여 CPU 자원 해방을 시도하였음을 알 수 있다.

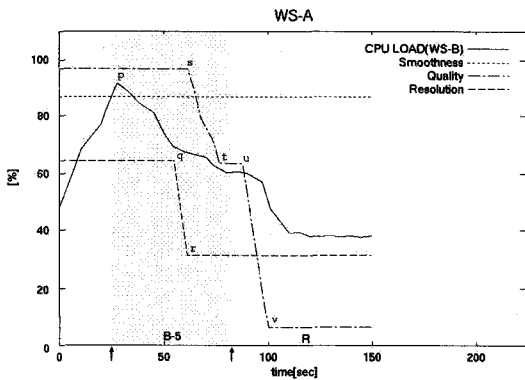
한편, 그림 8에서는 제한시간으로서 80초를 주었을 때, 파라미터 변화를 표시하고 있다. CPU에 부하가 주어진 p점의 시점, 결국 25초 시점부터 VCM 에이전트의 협조 동작이 시작되고 있다. 제한시간 120초일 때와 비교하여 제한시간이 짧다는 제약으로부터 CSC는 최초로 기본 프로토콜 머신 DKA 5(B-5)가 선택되고 있다. 처음부터 매우 급격하게 파라미터를 내린 것을 그림에서와 같이 알 수가 있다(q점-r점, s점-t점, w점-x점, y점-z점). 또한, 제한시간이 가까워지면 즉응 프로토콜 머신 (R)으로 바뀌어 즉시 CPU 자원의 해방을 시도하고 있다(u점-v점, a'점-b'점). 이와같이 80초라는 제한 시간 중에서 극단적인 방법을 동원한 파라미터 조정이지만 시스템이 자율적으로 자원해방에 성공하고 있는 것을 알 수 있다.

4.3 이용자 요구의 변경에 대한 에이전트 동작 실험 및 유연성 평가

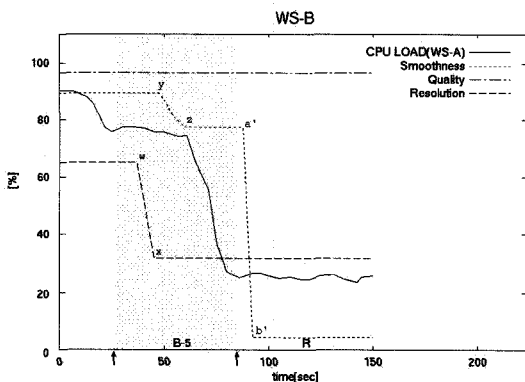
4.2절에서의 실험과 같은 환경에서 이용자의 요구가 변경되었을 경우, 화상회의 시스템 대응을 관찰하였다. 4.2절과 같이 시스템 동작 중에 WS-B측의 CPU에 대하여 부하를 걸어 시스템이 문제해결 동작을 수행하고 있는 도중에 WS-A 이용자가 시스템에 대하여 요구변경을 준 다음 그때의 시스템 동작을 관찰하였다. 여기에서, WS-A측 이용자의 동화상에 대한 초기 우선도는 매끄러움이 가장 높고, 다음에 화질, 해상도 순으로 되어 있다. 또한, WS-B측 이용자의 동화상에 대한 우선도는 화질, 매끄러움 그리고 해상도 순으로 되어있다. 또한, 계산기 환경에 있어서 자원부족 등의 문제가 발생하였을때 그 문제를 해소하기 까지 걸리는 제한시간을 120초로 설정하였다.

이와같은 상황에서 WS-B측의 CPU에 대하여 부하를 걸었을 때 동화상 프로세스 제어의 상황을 관찰하였다. 그 실험결과를 그림 9에 표시한다. 각 그래프의 x축, y축은 4.2절의 실험결과 그래프와 같다.

결국, 이용자가 요구를 변경한 시점 (c'점)까지는 4.2절과 같이 시스템이 동작하고 있다. c'점에 있어서 WS-A의 이용자가 동화상에 대한 우선도가 화질을 가장 높

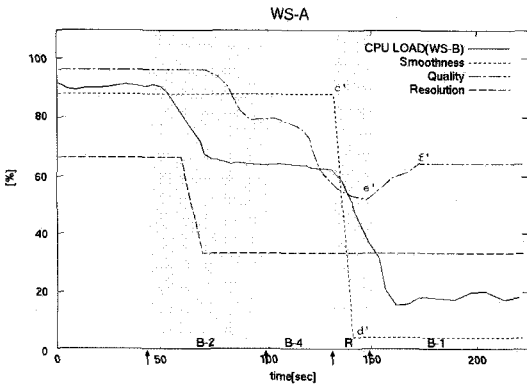


(a) WS-A에서의 QoS 파라미터 변동

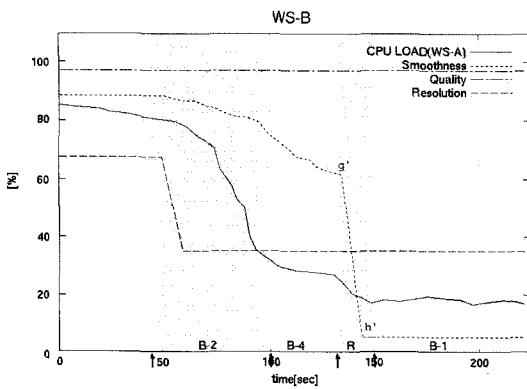


(b) WS-B에서의 QoS파라미터 변동

그림 8 CPU 자원변동에 대한 대응 2(제한시간 80초)



(a) WS-A에서의 QoS 파라미터 변동



(b) WS-B에서의 QoS 파라미터 변동

그림 9 사용자 요구 변화에 대한 대응 (제한시간 120초)

게 그다음 매끄러움, 해상도 순으로 정한다. 다음 화질을 향상시키도록 시스템에 요구한다. 이런 사용자 요구에 대하여 시스템은 c'점에서부터 적응 프로토콜 머신(R)으로 바꿔 즉시 CPU 자원의 해방을 시도하고 있다 (c'점-d'점, g'점-h'점). 그 다음 CPU 자원이 충분히 해방된 시점 (e'점)에서 기본 프로토콜 머신의 DKA 1 (B-1)이 선택되어 CPU 자원이 고갈되지 않는 정도만큼 조금씩 화질을 상승시키고 있다 (e'점-f'점). 이것에 의해 제한시간내에 이용자의 요구변경에 대응하면서 자원 해방에 성공하고 있다.

이와같이, 이용자의 요구가 매끄러움 증시로부터 화질 증시로 변화 한것에 시스템이 대응하고, 먼저 CPU 자원을 충분히 해방한 다음 서서히 화질을 개선하는 전략을 취하는 것에서 제한시간 내에 대처 가능한 것이 확인되었다.

본 실험에 의해 제안한 구조에 의해 사용자 요구의 변화에 대하여도 유연하게 대응 가능한 것을 검증하였다.

4.4 고찰

기존의 INTER 지식에서는 협조 진행상황을 고려하면서 협조전략이나 이용하는 지식을 동적으로 바꾸는 구성이 부족하였기 때문에 문제해결의 제한시간을 주었을 때 그것을 만족하도록 에이전트 그룹이 유연하게 협조하는 것은 곤란하였다. 그러나, 제안 아키텍처에서는 시간제한 등의 제약에 대하여 협조문제 해결의 진행상황에 대응한 PDMA 또는 DKA를 적절하게 교환하는 것에 의해 문제 발생에 유연하게 대응하는 것이 가능하게 되었다. 이들의 교환 동작은 에이전트를 서술할 때 참고로 한 화상 회의 시스템 운용의 전문가가 취하는 제어전략과 거의 동등한 움직임을 하는 것이 확인되어 전문가의 지식을 기초로하여 동작한다는 관점으로부터는 타당한 동작이라고 생각된다. 그리고, 기존에 불가능했던 자원해방이나, QoS 요구의 만족시간과 같은 시간제한을 요구로서 지정할 수 있다는 것도 확인되었다.

본 논문에서는 “유연성”을 제한된 자원상황이나 까다로운 사용자 요구 등의 다양한 제약조건이 주어질 때 시스템의 자율적 또한 동적인 조정능력으로 취급하였다. 결국 제안 아키텍처에 의해 기존보다 엄격한 제약조건인 QoS 제어에 필요로 하는 소요시간에 관한 제약이 주어진 경우에도 대응이 가능으로 되는 것이 확인되어서 보다 고도한 유연성이 실현하였다고 생각된다.

이와같이 유연성을 향상시키며 본 논문에서 새롭게 도입한 Strategy-INTER 지식 아키텍처를 기본으로 한 방식, 결국 PDMA나 DKA를 에이전트 내부에서 교환 가능한 모듈로서 실장하고, 에이전트 간 통신 프로토콜을 이용하여 CSC가 VCM 에이전트 간의 협조 진행상황을 감시한다. 그 결과로서 CSC나 DKA를 적절하게 교환하는 방식의 유효성이 제시 되었다.

더불어 Strategy-INTER 지식 아키텍처에 따라서 전문가의 지식이나 그것을 이용하는 기구를 기능적으로 독립한 모듈로서 구축하는 수법은 다양한 환경에 특화된 화상 회의 시스템에 VCM 에이전트를 시작으로 멀티미디어 통신 시스템 (VoD 등)을 에이전트 기반으로 구축할 때 적용 가능하다고 생각되며, 이와같은 시스템의 개발 효율을 향상에 기대할 수 있다.

이후 과제로서는 다음과 같다.

- 유연성의 정량적인 평가를 실행한다: 화상 회의 시스템 평가용의 평가 함수 등을 도입하여 유연성을 정량적으로 평가한다.
- 지식처리 기술을 강화한 협조 선택 제어기(CSC) 등의 고도화, 고속화를 시도한다: 본 시스템의 최종적인 목표인 사용자 부담의 감소에 관하여 실험적인 평가 및 검토를 수행한다.

5. 결론

본 논문에서는 에이전트 기식기반 화상 회의 시스템의 서비스 조정 능력을 실현하기 위해서 INTER 지식의 처리기구를 확장하였다. 발생한 문제의 성질이나 문제해결의 진행상황을 고려하면서 전략을 동적으로 교환하는 한편, 유연하게 문제 상황에 대처하는 것을 목적으로 한 Strategy-INTER 지식 아키텍처를 제안하였다. 또한, 에이전트 지식 기반 화상 회의 시스템에 적용을 하여 실장 및 실험을 실행하였다. 그 결과 에이전트 지식 기반 화상 회의 시스템에 있어서 에이전트간 협조가 효과적으로 실행되었고, 주어진 제약조건이 기존보다 다양하거나 까다로운 경우에도 보다 유연하게 QoS 제어가 가능 했음을 나타내었다.

참 고 문 헌

- [1] S. MaCanne and V. Jacobson, "vic: a flexible framework for packet video," ACM Multimedia, pp.511-522, Nov. 1995.
- [2] T. Turlitti and C. Huitema, "Videoconferencing on the Internet," IEEE/ACM Trans. on Networking, Vol.4, No.3, pp.340-351, 1996.
- [3] J. Bolliger and T. Gross, "A Framework-Based Approach to the Development of Network-Aware Applications," IEEE Trans. on Software Engineering, Vol.24, No.5, 1998.
- [4] T. Sukanuma, T. Kinoshita, K. Sugawara, and N. Shiratori, "Flexible Videoconference System based on ADIPS Framework," Proc. of the 3rd International Conference and Exhibition on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology(PAAM98), pp.83-100, 1998.
- [5] T. Sukanuma, S. Imai, T. Kinoshita, and N. Shiratori, "A QoS Control Mechanism Using Knowledge-Based Multiagent Framework," IEICE Trans. Information and Systems, Vol.E86-D, No.8, pp.1344-1355, 2003.
- [6] S. D. Lee and D. S. Han, "Multiagent based Adaptive QoS Control Mechanism in Flexible Videoconference System," ICACT 2004, Vol. II, Feb., pp.745-750, 2004.
- [7] S. Fujita, H. Hara, K. Sugawara, T. Kinoshita, and N. Shiratori, "Agent-based design model of adaptive distributed systems," Applied Intelligence, Vol.9, No.1, pp.57-70, July/Aug. 1998.
- [8] T. Kinoshita and K. Sugawara, "ADIPS Framework for Flexible Distributed Systems," Springer-Verlag Lecture Notes in AI, 1599, pp.18-32, 1998.
- [9] V. Jacobson and S. McCanne, "Visual Audio Tool," Lawrence Berkeley Laboratory, ftp://ftp.ee.lbl.gov/conferencing/vat.
- [10] V. Jacobson and S. McCanne, "LBL whiteboard."

Lawrence Berkeley Laboratory, ftp://ftp.ee.lbl.gov/conferencing/wb.

- [11] Ousterhout, J. K., "Tcl and the Tk Toolkit," Addison-Wesley, 1994.



이 성 독

1988년 전북대학교 전자공학과(학사). 1991년 전북대학교 전자공학과(석사). 2002년 일본 토호쿠대학교 정보과학연구과(박사). 1991년 5월~1993년 7월 군산대학교 전기공학과 조교. 2002년 4월~2003년 3월 일본 토호쿠대학교 전기통신연구소 연구원. 2003년 8월~현재 한국정보통신대학교 공학부 연구조교수