

---

# 다자간 협업 환경을 위한 미디어 서비스 수준에서의 품질 요구사항 갈등 중재방법

An arbitration approach to resolve conflict to quality requirements in the level of the media service for multi-party collaboration environments

한상우, Sangwoo Han\*, 김종원, JongWon Kim\*\*

---

**요약** 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 실시간 미디어의 공유 시, 정보단말들의 성능 편차로 인해, 중단 사용자 간에 전송 미디어의 품질 요구사항에 대한 갈등이 발생할 수 있다. 이러한 문제 해결을 위해 네트워크 또는 응용 측면에서 미디어 스트리밍의 QoS 보장 기법에 대한 많은 연구가 진행되어 왔으나, 높은 개발 비용 및 시스템 복잡도 등 각종 요인으로 인해 보급화에 난항을 겪고 있는 실정이다. 본 논문에서는 미디어 서비스 수준에서, 사용자별 요구사항에 맞도록 서비스들 간의 영상분배 그룹을 형성하여 향상된 미디어 품질을 제공하는 협상 방법을 제안한다. 이를 위해 동일한 시야를 전송하는 영상 서비스들을 하나의 집합으로 만든 후, 사용자별 품질 요구사항의 손해를 최소화하기 위하여 영상 제공자와 영상 수신자간의 적절한 대응관계를 도출하는 알고리즘을 제안한다. 결과적으로 사용자들은 개별적인 요구사항에 부합하는 수준의 영상 서비스를 이용할 수 있게 되어, 미디어 품질 측면에서 향상된 서비스를 기대할 수 있다.

**Abstract** When sharing real-time media in the ubiquitous computing environments, due to heterogeneous performance of devices, conflict to users' media service requirements might be occurred. To address the problems, there are extensive researches about media streaming QoS control schemes in the aspects of network or application. However, their deployment has met with difficulty because of critical reasons such as high development cost and system complexity. In this paper, in the level of media services, we propose a negotiation approach to offer improved quality of media services. The proposed approach constructs video distribution group between producer and consumer services, which target to globally minimize the concession of users' quality requirements. Consequently, users can be provided video services in the level of conformation to the users' expectation.

**핵심어:** 서비스 능력 협상, QoS, 멀티캐스트 기반 영상 서비스, 다자간 협업 환경, 유비쿼터스 컴퓨팅

---

본 논문은 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 정보통신부의 유비쿼터스컴퓨팅및네트워크원천기술개발사업의 지원에 의한 것임.

\*주저자 : 광주과학기술원 정보기전공학부 박사과정 e-mail: swhan@gist.ac.kr

\*\*교신저자 : 광주과학기술원 정보기전공학부 부교수 e-mail: jongwon@gist.ac.kr

## 1. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 언제 어디서든 이용 가능한 컴퓨팅 서비스를 통해 원격지 또는 지역의 사용자들 간에 원활한 정보 교환이 가능하며, 사용자간 공동작업의 수준은 훨씬 유기적이고 실질적으로 발전할 것으로 예견된다. 이를 위해서는 1) 서로 다른 네트워킹 능력, 하드웨어/소프트웨어적 정보처리 능력 등에서 기인하는 정보단말의 성능 편차 문제, 2) 협업 목적 및 의도의 차이에 따른 이질적인 사용자의 기호, 그리고 3) 서비스별 자원 요구사항과 같은 이질적 문제가 해결되어야 한다. 따라서 다자간에 실시간 콘텐츠를 공유해야 하는 원격 협업 환경에서는 위의 요구사항을 종합적으로 반영함으로써 협업 환경에서 사용자가 느끼는 경험적 품질이 안정적으로 유지될 수 있도록 해야 한다 [1]. 이를 위해서는 미디어 제작자의 콘텐츠를 다양한 요구사항 및 성능을 가진 미디어 수신자들이 효과적으로 공유하기 위해 전송 콘텐츠의 품질을 주의 깊게 조절할 필요가 있다.

이러한 문제를 해결하기 위하여, 기존 연구에서는 네트워크 계층 또는 응용 계층에서 미디어 스트리밍의 서비스 품질 보장 문제를 심층적으로 다룬 많은 방법들이 제시되었으며 [2], 제안된 방법들은 실제 인터넷 환경에서 부분적으로 활용되고 있다. 네트워크 인프라 변경이 필요 없는 응용 수준의 QoS 제어 접근방식은 다음과 같은 주요 방식들이 연구되어 왔다. 첫째로, 계층적 코딩 기법은 미디어를 계층적으로 부호화하여, 처리 능력이 낮은 수신자는 기본 계층의 미디어 스트림을 수신할 수 있으며, 처리능력이 높은 수신자는 기본 계층과 확장 계층의 미디어 스트림을 동시 수신하여 향상된 미디어 품질을 보장받을 수 있다. 계층적 코딩 기법은 수신자 주도 멀티캐스트와 연계하여 유무선 네트워크상에서 이질적인 종단 단말을 위한 영상 계층화 및 계층별 대역폭 할당 연구가 많이 진행되었다 [3]. 둘째로, 필터링 기법은 송신자와 수신자 사이의 네트워크상에 필터를 설치하여, 수신자의 능력에 맞게 걸러진 미디어 스트림을 받아들이는 방법이다. 따라서 스트림 가공 능력이 서로 다른 필터들을 다수 설치하게 되면, 수신자들은 자신의 성능에 맞도록 미디어 스트림을 가공할 수 있는 필터를 선택할 수 있다. 본 기법은 P2P 오버레이 네트워크상에서 확장되어 다양한 필터들의 조합을 통해 사용자가 원하는 서비스를 제공하기 위한 SpiderNet [4]을 비롯한 다양한 기술들이 제안되었다. 셋째로, QoS 협상 기법은 최대한 많은 수신자들이 수용할 수 있는 QoS 매개변수의 범위를 합의하기 위한 협상 기법이다. 개별 수신자들의 능력에 따라서 차등화된 미디어 품질을 보장받는 계층적 코딩 기법 또는 필터링 기법과는 다른 방식이다 [5]. QoS 협상 기법과 관련하여, 협업 양식 (예, 원격 강의, 아이디어 회의 등)에 따라서 각 종단단말의 역할에 따라 사전에 정해진 품질 기준에 맞춰 이들의 품질을 조절하기 위한 AVC (AG Venue Customizer) [6]가 있다. 최근에

는 사용자가 바라보는 시점에 해당하는 다수의 카메라에서 포착된 영상 스트림들을 수신자 측에서 네트워크 성능에 맞게 선택적으로 수신하여 3D 영상으로 조합하는 ViewCast 방식도 제안되었다 [7]. 하지만 계층적 코딩 기법과 필터링 기법은 알고리즘의 복잡도로 인한 높은 비용문제 때문에 아직 실험적 단계에서 연구가 진행되고 있으며, QoS 협상 기법은 현실적인 대안은 될 수 있으나, 합의된 QoS 파라미터로 인해 수신자별로 차등적인 미디어 서비스 품질 저하를 겪을 수 있다는 점이 단점으로 지적되고 있다.

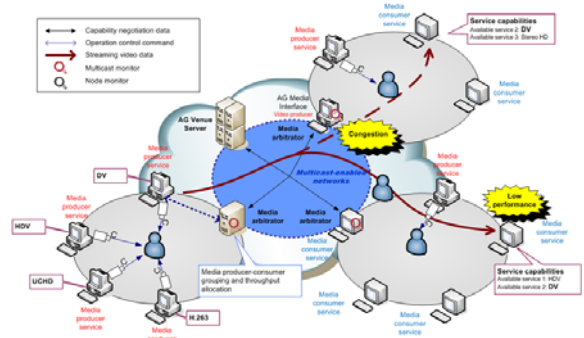


그림 1. 문제 환경도.

그림 1은 다자간 협업 환경을 영상 제작자와 영상 수신자 측면에서 바라본 문제 환경도이다. 그림 1에서는 3개의 협업 노드가 존재하고, 멀티캐스트 네트워크상에서 상호 연결되어 정보교환이 가능한 상태이다. 각 노드별로 하나 이상의 미디어 공급자 서비스 (media producer service; 이하 공급자) 및 미디어 수요자 서비스 (media consumer service; 이하 수요자)가 운용되며, 공급자는 획득한 영상 미디어를 연관된 하나 이상의 수요자에게 전달하는 일대다 분배 구조이다. 이 과정에서 일부 수요자의 시스템 또는 네트워킹 성능이 다른 수요자들에 비해 현저히 떨어질 경우, 공급자에서 전송 미디어의 품질을 조절해야 한다.

이러한 경우, 그림 1의 좌측 하단에 위치한 노드에서 보이는 바와 같이 다양한 공급자가 존재할 수 있으며, 여기서 획득되는 비디오들 중에는 공통적인 시야 (즉, 사용자 입장에서 볼 때 유사한 의미를 가지는 영상으로써, 예를 들면 발표자를 찍고 있는 HD급 비디오 서비스와 SD급 비디오 서비스 등)들이 존재할 수 있다. 다수의 공급자 및 수요자의 조합에 의해서 사용자가 원하는 라이브 미디어 서비스의 품질을 개선시키는 방안을 모색할 수 있다. 즉 공통적인 시야를 제공하는 다수의 공급자들을 그룹화한 후, 사용자의 요구사항 및 단말의 능력에 맞는 영상 서비스들을 선택적으로 수신하기 위한 협상 기법은 기존의 QoS 협상 기법이 가지는 한계점을 부분적으로 극복할 수 있다.

따라서 본 논문에서는 서비스 수준에서, 각 수신단별로 자신이 수용 가능한 처리량의 범위에 맞게 서비스들 간에

영상분배 그룹을 형성하여 미디어 서비스 품질 향상을 목적으로 하는 방법을 소개한다. 이를 위해 동일한 시야를 전송하는 영상 서비스들을 그룹화한 후, 개별 사용자가 감수해야 하는 품질(본 논문에서는 품질의 기준을 처리량에 한정함)의 양보를 전체적으로 최소화하기 하여 공급자 및 수요자들 간에 영상분배 그룹을 형성하는 알고리즘을 제시한다. 또한 수요자들 간에 공정한 자원공유를 위해 각 그룹별 처리량 할당 방법에 대해서도 논의한다. 본 연구에서는 공급자 및 수요자들의 집합이 정해져있는 초기 단계에서의 협상에 대해서만 다룬다.

이후 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 미디어 서비스의 품질 요구사항에 따른 갈등 중재방안을 기술하기 위해, 기본적인 용어 정의 및 시스템 모델을 수립하고, 3절에서 공급자 및 수요자들 간 그룹화를 위한 알고리즘을 제시한다. 4절에서는 제시된 알고리즘의 적합성을 검증하기 위한 시뮬레이션 결과를 제시한다. 5절에서는 결론과 함께 향후 연구방향을 제시하며 본 논문을 맺는다.

## 2. 다자간 협업 환경에서의 미디어 서비스 구조

본 절에서는 동일한 시야를 다수의 공급자가 이질적인 성능을 가진 다수의 수요자에게 제공하는 환경에서, 미디어 서비스의 품질 요구사항에 대한 갈등 중재 방안과 관련된 용어 정의 및 절차에 대해 설명한다.

**시야(view):** 사용자가 의도한 바에 따라 협업 공간의 특정 전경 또는 배경 등을 바라보는 시각 범위로서, 발표자의 모습, 회의 문서의 확대 장면, 청중 전체의 모습 등이 협업 환경에서 시야의 전형적인 예가 될 수 있다. 시야를 표현하기 위해서는 바라보는 지점, 각도, 확대/축소 비율이 수치상의 범위로 결정될 수 있다. 상기 범위 내에 존재하는 다수의 장면은 협업 환경에서 동일한 의미를 가진 시야로 이해된다. 협업 공간에  $N$ 개의 시야가 있다면, 시야의 집합은  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_N\}$ 으로 표시되며, 하나의 시야는 협업 환경에 배치된 다수의 카메라 및 공급자들이 전송할 수 있다. 이때, 동일한 시야를 전송하는 공급자들의 능력에 따라서 미디어 서비스 품질이 차등화 될 수 있다. 이러한 특성에 따라 특정 시야를 수신하고자 하는 수요자들은 자신의 성능 또는 목적에 맞게 적절한 공급자와 그룹을 맺어서 서비스를 받을 수 있다. 만약 원하는 영상 품질을 제공하는 공급자로부터 서비스 받을 수 없는 상황일 때, 차선책으로 동일한 시야에 속하는 하위 단계의 영상 품질을 제공하는 공급자로부터 서비스를 받을 수 있다.

**공급자와 수요자들의 영상분배 그룹:** 동일한 시야를 보여주기 위한 하나의 영상은 공급자가 주어진 멀티캐스트 주소를 통해서 수요자들에게 전송한다. 이러한 관계는 공급자와

수요자의 관계를 그룹으로 설명할 수 있으며  $G(v, P, C)$ 의 형태로 표현된다. 이때  $v$ 는 시야,  $P$ 는 공급자의 집합,  $C$ 는 수요자의 집합이다. 예를 들어, 일대다 영상분배 구조는 하나의 영상 소스가 하나의 멀티캐스트 주소를 통해 다수의 클라이언트에게 전달되는 것이다. 이 경우,  $G(v, P, C)$ 는 하나의 공급자를 가진  $P$ 와 복수의 수요자들을 가진  $C$ 로 구성된다.

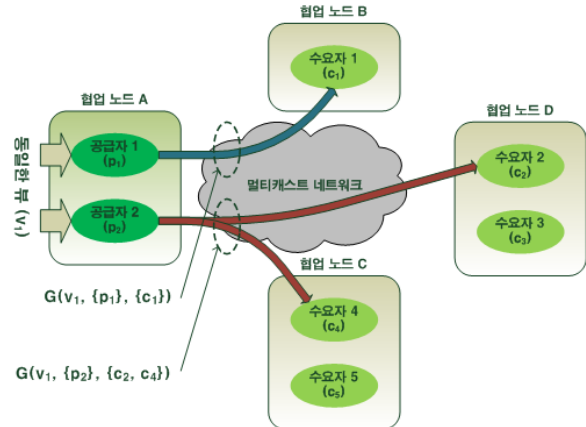


그림 2. 공급자와 수요자들의 영상분배 그룹 예.

공급자와 수요자간의 그룹화 및 그룹별 대역폭 할당을 위해서는 공급자들과 수요자들 간에는 다음과 같은 협상 절차가 진행되어야 한다.

- 1) 시야 설정: 공급자 측에서 시야 정보를 설정하고 여기에 관련된 공급자들을 정한 후, 해당 공급자들은 자신의 QoS 정보 중 협상 정보(데이터 송신을 위한 처리량 범위)를 형식화된 메시지로 만들어서 수요자 측에 전달함.
- 2) 시야 선택: 수요자 측에서 시야 정보를 선택한다. 선택된 시야를 수신하기 위하여, 수요자 입장에서 허용 가능한 협상 범위(데이터 수신을 위한 처리량 범위)를 설정함.
- 3) 공급자들과 수요자들 간에 영상분배 그룹 생성: 수요자 측의 품질 손해를 최소화하도록 영상분배 그룹 생성 시 공평성 측면에서 수요자들의 대다수가 기대한 품질에 근접하는 적절한 품질을 받을 수 있게 함. 만들어진 영상분배 그룹 정보를 수요자에게 전달하여 확인 요청함.
- 4) 수요자의 동의 및 협상 종료: 수요자가 영상분배 그룹 정보에 만족하지 못한다면 재협상을 시작하고, 만족한다면 협상을 종료하고 미디어 서비스의 수신을 준비함.

각 수요자는 자신이 수용할 수 있는 가능한 고품질의 미디어 스트림을 받아들이기를 원한다. 하지만 공급자는 자신의 영상분배 그룹에 속하는 수요자들 중에서 수용할 수 있는 처리량이 가장 낮은 것을 기준으로 데이터 처리량을 결정해야 한다. 따라서 모든 수요자들이 데이터 수신을 상의 손해를 최소화하기 위한 공급자와 수요자간에 그룹화를 위한 알고리즘이 필요하다. 협상의 목적은 선택된 시야를 전달

하기 위해 다수의 공급자와 수요자간에 영상분배 그룹들을 구성함에 있어서, 수요자들이 개별적인 입장에서 최대한 만족할 수 있는 그룹 구성 전략을 공급자 입장에서 증재하는 것이다. 증재하는 과정에 있어서, 수요자 별로 수용 가능한 데이터 수신을 위한 처리량은 공급자가 제안하는 기준에 맞춰서 일부 품질상의 손해를 볼 수 있다. 하지만 이러한 손해를 전체적으로 최소화하는 것이 목적이다.

### 3. 영상분배 그룹 생성 알고리즘

표 1에서는 공급자와 수요자들의 영상분배 그룹을 만들기 위한 주요 기호를 정리한다. 먼저 영상분배 그룹을 만들기 위해서는 입력 매개변수로서 선택된 시야의 영상을 전달하는 공급자 개수 및 공급자별 처리량의 범위와 선택된 시야의 영상을 요청하는 수요자 개수 및 수요자별 처리량 범위가 필요하다. 입력된 매개 변수를 통해서 얻고자 하는 바는 수요자들이 1) 모두 공평하게 품질의 양보를 최소화하면서 2) 개별적으로 최대한의 품질을 얻어내도록 공급자의 처리량을 결정하는 것이다.

표 1. 기호법

기호	의미
$m$	공급자의 개수
$n$	수요자의 개수
$x_i$	$i$ 번째 수요자의 효용치
$t_{p_j}^{\min}$	$j$ 번째 공급자의 최소 처리량
$t_{p_j}^{\max}$	$j$ 번째 공급자의 최대 처리량
$t_{c_i}^{\min}$	$i$ 번째 수요자의 최소 처리량
$t_{c_i}^{\max}$	$i$ 번째 수요자의 최대 처리량
$D = \{t_{c_1}^{\max}, \dots, t_{c_m}^{\max}\} \cup \{t_{p_1}^{\max}, \dots, t_{p_m}^{\max}\}$	할당 가능한 처리량의 집합
$r_i$	$i$ 번째 수요자에 할당된 처리량
$R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$	처리량 할당 집합

수요자  $c_i$ 의 최대 처리량은  $t_{c_i}^{\max}$ 이므로 이를 기대하는 처리량으로 정하였을 때, 공급자와 수요자  $c_i$ 간에 처리량이  $r_i$ 로 할당되면서 영상분배 그룹을 형성한다고 하면  $c_i$ 의 효용치  $f_i$ 는 식 (1)과 같다.

$$f_i = \frac{r_i}{t_{c_i}^{\max}} \text{ for } r_i \leq t_{c_i}^{\max} \quad (1)$$

또한 모든 수요자들의 효용치를 최대한 높이면서, 전체적으로 공평하게 효용치를 얻을 수 있도록 하기 위해서, Ray Jain이 제안한 방식 [8]을 이용하여 식 (2)와 같이 공평성

지수(fairness index)  $F$ 를 계산한다. 이때 식 (2)는 식 (3)의 제약식을 만족한다.

$$F = \frac{\left(\sum_{i=1}^n f_i\right)^2}{n \sum_{i=1}^n (f_i)^2} \quad (2)$$

$$\max(t_{c_i}^{\min}, t_{p_j}^{\min}) \leq r_i \leq \min(t_{c_i}^{\max}, t_{p_j}^{\max})$$

for  $\forall j, r_i \in D$  and  $t_{p_j}^{\min} \leq t_{c_i}^{\max}$  (3)

다음으로 각 수요자들에 대하여 원하는 품질에 대비하여 얼마만큼의 처리량을 할당받았는지를 계산하기 위한 효용치  $g_i$ 를 식 (4)와 같이 정의한다. 또한 식 (5)와 같이 모든 수요자들의  $g_i$ 를 평균한 값을 이득률 지수  $G$ 라고 정의한다.

$$g_i = 1 - \left| \frac{r_i - t_{c_i}^{\max}}{t_{c_i}^{\max}} \right| \quad (4)$$

$$G = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n g_i \quad (5)$$

마지막으로, 각 수요자들의 입장에서 공평성 지수와 이득률 지수를 식 (6)과 같이 선형 결합하여 (처리량에 대한) 수요자 만족도 지수  $Q$ 를 표현한다. 공평성 지수와 이득률 지수의 경우 사용자별로 차등화된 가중치를 부여할 수 있도록 하였다.

$$Q = \frac{1}{2} \{\alpha F + (1 - \alpha) G\} \text{ for } 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (6)$$

따라서 제안하는 알고리즘의 출력은 가장 높은  $Q$ 를 만족시키는 최적의 처리량 할당 집합인  $\hat{R} = \{\hat{r}_1, \hat{r}_2, \dots, \hat{r}_n\}$ 과  $\hat{R}$ 의 각 원소에 대응하는 공급자들의 집합이며, 이를 통해 가장 바람직한 영상분배 그룹을 구성할 수 있다. 출력된 결과를 통해서 공급자와 수요자의 영상분배 그룹 정보 및 각 영상분배 그룹별 할당 대역폭을 얻게 된다. 그림 3에서는

공평성 지수 및 이득률 지수에 따른 수요자 만족도의 일반적인 관계를 그래프로 설명한다. 이상적인 목표 상태는 공평성 지수가 높으면서 동시에 이득률 지수가 높은 영상분배 그룹이며, 수요자 만족도 지수선을 기준으로 상위 부분으로 갈수록 영상분배 그룹에 속한 수요자들 간에 이득률의 편차가 불균형하다. 반대로 수요자 만족도 지수선을 기준으로 하위 부분으로 갈수록 영상분배 그룹에 속한 수요자들 간에 이득률의 편차는 균형적이지만, 이득률의 총합은 낮아진다.

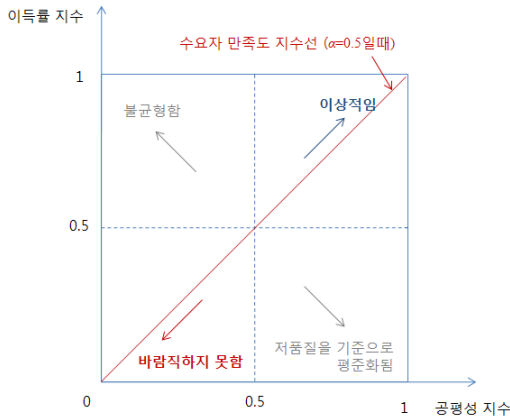


그림 3. 공평성 지수 및 이득률 지수에 따른 수요자 만족도의 관계.

제안하는 알고리즘의 의사코드 (pseudo code)는 표 2에서 제시된다. 하지만 이 방법은 공급자와 수요자들 간에 발상가능한 모든 그룹을 형성해 본 후, 해당 그룹마다  $Q$ 를 계산해보는 방식이기 때문에, 공급자 및 수요자의 개수가 늘어날수록 연산회수가 현저히 증가하게 된다. 이러한 단점을 개선하기 위해서 향후 연구에서는 불필요한 연산을 사전에 차단하는 방법이 강구될 필요가 있다.

#### 4. 구현 및 결과

본 절에서는 제안된 알고리즘을 개발된 시뮬레이션 프로그램을 통해 검증하고자 하며, 이를 통해 얻어진 결과를 바탕으로 최적의 영상분배 그룹에 대한 결과를 평가하고자 한다. 제안된 알고리즘은 시뮬레이션을 하기 위하여 Windows XP 환경에서 Python 2.5를 이용하여 프로그램으로 개발되었다. 시뮬레이션을 통해 제안된 결과는 사전에 정의된 공급자와 수요자의 개수 및 처리량 범위 정보를 이용하여, 이득률 지수와 공평성 지수를 획득하여 도시함으로써, 모든 영상분배 그룹에 대한 이득 정도 및 공평도를 그래프를 통해 확인하고자 한다. 그리고 가장 만족스러운 결과를 나타내는 영상분배 그룹의 수요자 만족도 지수를 통해서 제안하는 알고리즘이 모든 수요자를 처리량 측면에서 최대한의 이득을 보장하면서, 공평하게 분배함을 보여줄 것이다.

본 실험에서는 식 (6)의  $\alpha = 0.5$ 로 설정하였으며, 공급

표 2. 영상분배 그룹 생성 알고리즘.

```

PROCEDURE VDG(Int depth, Vector pset, Vector rset)
/* Get a set of producers and throughputs to be allocated
to next consumer */
(p_pool, r_pool) = Throughput(depth, startp, startr)

FOR i=0 to len(p_pool)
  rset[depth] = r_pool[i]
  pset[depth] = p_pool[i]

  IF depth < the number of consumers THEN
    VDG(depth+1, pset, rset)
  Continue

/* Calculate the utility of fairness and the utility of gain
Utility_fairness performs Eq. (1)
Utility_gain performs Eq. (4) */
ufset = Utility_fairness(depth, rset)
ugset = Utility_gain(depth, rset)

/* Calculate the fairness index and the gain index */
U = calculate the fairness index with given ufset
G = calculate the gain index with given ugset
Q = calculate the weight average of U and G
IF Q > MAX_Q THEN
  MAX_Q = Q
  MAX_PSET = pset
  MAX_RSET = rset
END
END PROCEDURE

PROCEDURE Throughput(Int depth, Int startp, Int startr)
/* Find all the throughput satisfying Eq. (3) */
FOR i=startp TO the number of producer
  IF pmin[depth] > cmax[depth] THEN
    continue
  FOR each k of D
    lower_bound = cmin[depth], pmin[depth]
    upper_bound = min(cmax, pmax)
    k = startr
    IF lower_bound <= k and k <= upper_bound THEN
      p_pool.append(startp)
      r_pool.append(startr)
  END
RETURN (p_pool, r_pool)
END PROCEDURE

```

자의 개수는 4개, 수요자의 개수는 6개로 정하였다. 공급자와 수요자의 처리량 범위는 표 3과 같다.

표 3. 공급자와 수요자의 처리량 범위.

공급자	공급자 순서번호					
	1	2	3	4		
	최소처리량	0	0	0	0	
최대처리량	10	20	30	40		
수요자	수요자 순서번호					
	1	2	3	4	5	6
	최소처리량	0	0	0	0	0
최대처리량	15	20	25	30	35	40

시뮬레이션의 결과로써, 그림 4에서는 모든 영상분배 그룹에 대한 공평성 지수 및 이득률 지수의 분포도를 보여준다. 이상적인 영상분배 그룹은 그림 4의 우측 상단에 근접할

수목 전체 수요자들에게 전체적으로 공평하게 높은 이득을 보장할 수 있다. 그림 5에서는 그림 4의 결과를 바탕으로 수요자 만족도 지수를 계산한 것이며, 가장 높은 수요자 만족도 지수를 나타낸 처리량 할당 집합과 이에 대응하는 공급자 집합이 가장 바람직한 영상분배 그룹을 구성한다고 할 수 있다. 그림 3에서 제시한 수요자 만족도 지수선의 개념이 그림 4에 적용된 상황과 비교해 볼 때, 제안한 알고리즘은 표 3에서 제시한 가상의 입력 값에 대하여 갈등증제를 효과적으로 하고 있음을 볼 수 있다. 하지만 그림 3, 4에 나타난 결과는 향후 실제 데이터에 의한 것으로 보완하는 추가적인 연구가 필요하다.

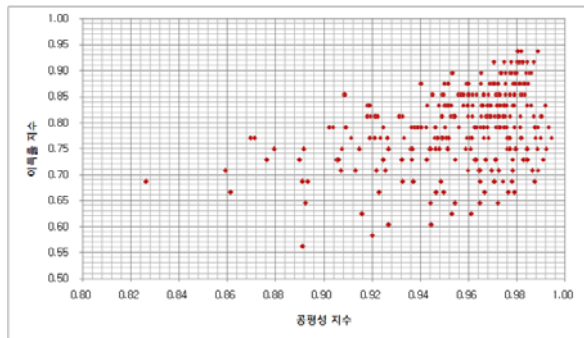


그림 4. 모든 영상분배 그룹에 대한 공평성 지수 및 이득률 지수의 분포도.

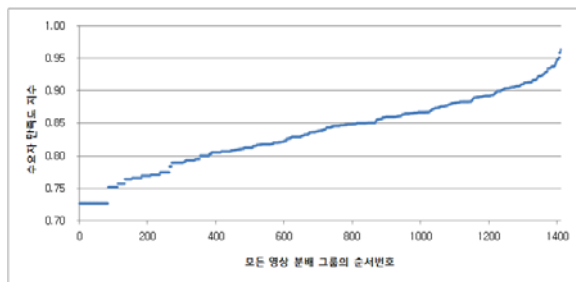


그림 5. 모든 영상분배 그룹에 대한 수요자 만족도 지수.

## 5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 원격 협업 시스템에서 실시간 영상 서비스 품질 향상을 위한 미디어 분배 구조를 형성하는 과정에 있어서, 미디어 서비스 협상을 위한 시스템 구조를 제안하고, 공급자와 수요자 간에 영상분배 그룹을 구성하기 위한 협상 절차 및 주어진 공급자에 대응하여 가능한 다수의 수요자들이 동시에 서비스 품질을 만족할 수 있는 영상분배 그룹을 구성하는 알고리즘을 제시하였다. 제안된 알고리즘은 시뮬레이션 실험을 통해 적합성을 보였다.

향후 연구로써, 먼저 협업 공간에 존재하는 공급자들은 다수의 시야를 확보하는데 사용되어야 하는 공용 자원이기 때문에, 하나의 시야를 확보하기 위한 공급자의 개수를 적정

한 선에서 한정하여 다수의 수요자들이 원하는 시야를 적정한 품질로 보장하고자 한다. 다음으로 협업 환경에서 주관적 요소를 고려할 것이다. 제한된 노드의 시스템 및 네트워크 자원을 이용하기 위해서는 각 미디어 서비스별로 우선순위가 정해져야 한다. 예를 들면, 주요 발표자를 보여주는 미디어 서비스들의 경우에는 청자 전체를 보여주는 미디어 서비스들에 비해 우선순위가 낮게 책정될 수 있다. 이러한 사용자 경험적 측면을 고려하여 수요자 만족도 지수 결정에 제약조건이 될 것이다. 마지막으로 협업 환경의 미디어 서비스 품질을 전체적으로 개선하기 위한 방안으로 미디어 중재자 개념을 도입하여, 발생된 문제점을 파악하고 이를 해결하기 위해 이용 가능한 서비스들 (공급자의 추가적인 투입, 동적인 QoS 적응화 방안 이용, 서비스 합성 방안, 다자간 네트워킹 문제 해결을 위한 UDP 터널링 기반의 멀티캐스트 연결 제공 등)를 복합적으로 이용하고자 한다.

## 참고문헌

- [1] L. Liu, W. Zhou, and J. Song, "The Research of Quality of Experience Evaluation Method in Pervasive Computing Environment," in Proc. of 1st Int. Symp., pp. 178-182, Aug. 2006.
- [2] D. Wu, Y. T. Hou, W. Zhu, Y.-Q. Zhang, J.M. Peha, "Streaming Video over the Internet: Approaches and Directions," IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 11, No. 1, pp. 1-20, Feb. 2001.
- [3] J. Liu, B. Li, Y. Hou, and I. Chlamtac, "On optimal layering and bandwidth allocation for multisession video broadcasting," IEEE Tran. on Wireless Communications, Vol. 3, No. 2, pp. 656-667, Mar. 2004.
- [4] X. Gu, K. Nahrstedt, and B. Yu, "SpiderNet: An Integrated Peer-to-Peer Service Composition Framework," in Proc. of IEEE High Performance Distributed Computing, Jun. 2004.
- [5] L. Mathy, C. Edwards, and D. Hutchison, "Principles of QoS in Group Communications," The Telecommunications Systems Journal, Vol. 11, No. 1-2, pp. 59-84, 1999.
- [6] B. Corrie, et al, "Toward Quality of Experience in Advanced Collaborative Environments," in Proc. of the 3rd annual workshop on Advanced Collaborative Environments, Washington, Jun. 2003.
- [7] Z. Yang, W. Wu, K. Nahrstedt, G. Kurillo, R. Bajcsy, "ViewCast: View Dissemination and Management for Multi-party 3D Tele-immersive Environments," in Proc. of ACM Multimedia, pp. 882-891, 2007.
- [8] R. Jain, The Art of Computer Systems Performance Analysis, John Wiley and Sons, 1991.