

<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2024.24.3.55>
JIIBC 2024-3-9

클라우드와 P2P 하이브리드 구조의 MMOG를 위한 대역폭 조정 기법

Bandwidth Adjustment Techniques for MMOG in a Cloud-P2P Hybrid Architecture

김진환*

Jin-Hwan Kim*

요약 P2P와 클라우드 컴퓨팅의 기술적 장점이 결합된 하이브리드 구조에서는 효율적인 자원의 공급과 부하의 배분이 가능하다. 즉 P2P를 구성하는 플레이어들의 처리 능력과 클라우드 컴퓨팅 환경에 있는 서버의 처리 능력을 적절하게 활용함으로써 경제적 비용과 서비스 품질의 규모를 고려하는 MMOG를 구성할 수 있다. 실제로 클라우드에 존재하는 서버의 컴퓨팅 능력과 통신 대역폭은 중요한 요구형 자원이며 임차료가 많이 할수록 비용이 증가하는 대신 서비스 품질은 향상된다. 반면 플레이어의 처리 능력을 많이 활용하면 서비스 품질은 상대적으로 저하되는 대신 경제적 비용은 감소하게 된다. 본 논문에서는 이러한 하이브리드 구조 기반의 MMOG를 위한 서버와 플레이어들 간의 대역폭 조정 기법이 기술된다. 동시에 실행되는 플레이어들의 수가 증가할 때 플레이어들의 요청 행위를 서버와 플레이어들에게 적절히 분배하여 서버의 컴퓨팅 능력과 통신량을 효과적으로 활용하는 기법이 본 논문에서 기술된다. 시뮬레이션 결과 클라우드와 P2P 하이브리드 구조에 기반한 MMORPG에서 플레이어들이 직접 처리하는 대역폭이 증가할수록 서버의 대역폭이 비례하여 감소되는 결과가 나타났다.

Abstract In a hybrid architecture that combines the technological advantages of P2P(peer-to-peer) and cloud computing, it is possible to efficiently supply resources and allocate loads. In other words, by appropriately utilizing the processing power of the players constituting P2P as well as the server in the cloud computing environment, MMOG(Massively Multiplayer Online Game) can be configured that considers the scale of economic cost and service quality. In fact, the computing power and communication bandwidth of servers in the cloud are important demand-based resources. The more it is used when renting, the higher the cost, while the quality of service improves. On the other hand, if the player's processing power is utilized a lot, the quality of service deteriorates relatively while the economic cost decreases. In this paper, a bandwidth adjustment technique between servers and players for MMOG based on this hybrid structure is described. When the number of players running at the same time increases, the players' actions are appropriately distributed to servers and players to effectively utilize the server's computing power and communication volume. Simulation results show that in the MMOG based on cloud and P2P hybrid architecture, the bandwidth of the server is proportionally decreased as the bandwidth directly handled by players is increased.

Key Words : bandwidth, cloud, hybrid architecture, MMOG, P2P, server

*정회원, 한성대학교 컴퓨터공학부
접수일자 2024년 5월 22일, 수정완료 2024년 5월 30일
게재확정일자 2024년 6월 7일

Received: 22 May, 2024 / Revised: 30 May, 2024 /

Accepted: 7 June, 2024

*Corresponding Author: kimjh@hansung.ac.kr

School of Computer Engineering, Hansung University, Korea

I. 서 론

클라우드 컴퓨팅은 소프트웨어 생산의 거의 모든 측면을 혁신화했으며 특히 광범위하고 가용성이 높은 서비스에 대해서는 여러 가지 장점을 가지면서 경쟁력있는 다수의 해결책을 제시하고 있다^[1]. 클라우드 컴퓨팅은 IaaS(Infrastructure as a Service), PaaS(Platform as a Service), SaaS(Software as a Service) 등의 계층으로 분류되며 세 계층은 해결책 스택의 상이한 계층에서 가상화와 관리 기능을 제공한다(그림 1 참조). 특히 웹은 Google의 AppEngine^[2]처럼 일부 PaaS 기반의 프레임워크 설계로 상당 부분이 설명되는 킬러 앱이다.

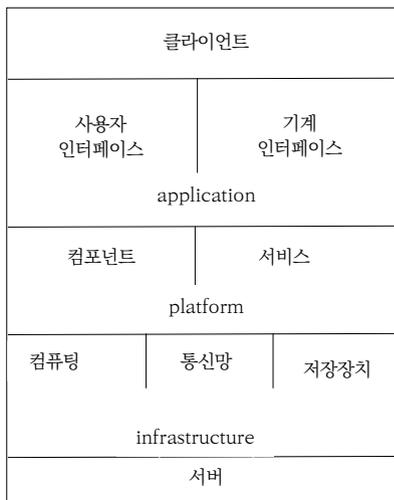


그림 1. 클라우드 컴퓨팅 스택
Fig. 1. Cloud computing stack

MMOG는 시뮬레이션 환경에서 게이머들이 캐릭터를 자유롭게 생성 또는 가정한 온라인 역할 수행 비디오 게임의 한 장르를 언급한다^[3]. MMOG는 자원 집중한 응용이며 클라우드에서 오랫동안 배치되었던 웹 응용처럼 다른 형태의 소프트웨어와 비교할 때 독특하며 차별화된 요건을 가지고 있다. 본 논문에서는 대규모 사용자들과 대규모 시스템 상태 등 고유한 속성이 강조되는 응용인 MMOG를 위한 서버가 클라우드의 IaaS 또는 PaaS 환경에 구성되는 것을 가정한다.

전역적 게임 상태가 여러 조각으로 분할되는 MMOG에서는 많은 플레이어들이 동시에 게임에 참여하게 된다^[4]. 이 때 MMOG의 시스템 부하를 플레이어 즉 사용자가 제공하는 자원으로 해결하게 되는 만큼 요구형 자원인 클라우드에 존재하는 중앙 서버의 컴퓨팅 능력과 통

신 비용을 상당 부분 절감할 수 있게 된다^[5]. 그러나 확장 가능한 P2P 구조 자체는 시스템 상태 유지와 보안이 취약한 단점이 있다. 따라서 클라우드의 중앙 서버 기능과 P2P 기능이 통합될 경우 각 구조의 단점들을 모두 보완할 수 있는 하이브리드 구조는 MMOG의 하부 구조^[6]로 구성될 수 있다. 본 논문에서는 P2P와 클라우드가 통합된 구조에서 MMOG의 원활한 실행과 서비스 품질이 보장되도록 게임에 참여하는 플레이어들의 자원과 서버의 자원을 적절히 사용하고자 한다.

제시된 클라우드와 P2P 하이브리드 구조 기반의 MMOG에서도 전체 게임 상태는 동일한 크기의 여러 영역으로 분할되며^[7] 각 영역마다 게임 상태를 영역 내 다른 플레이어들에게 전송하는 특정 플레이어가 영역 서버로 설정된다. 본 논문에서는 특히 MMORPG(Massively Multiplayer Online Role Playing Game) 상태에 중대한 영향을 주지 않는 위치 변경 행위와 게임 상태에 영향을 주는 중요한 상태 변경 행위들의 의미와 역할을 분석하여 플레이어와 영역 서버 그리고 중앙 서버 간에 통신 방법을 설정하고 이에 수반되는 대역폭을 산정한다. 중앙 서버는 게임 상태의 일관성을 유지하며 플레이어들이 유발하는 부정 행위도 예방할 수 있어야 한다. 따라서 플레이어의 위치 변경 행위는 본 논문에서 영역 서버를 통하여 영역 내 플레이어들에게 전송되는 방법과 중앙 서버를 통하여 플레이어들에게 전송되는 방법이 모두 고려된다. 제시된 하이브리드 구조 기반의 MMOG에서 중앙 서버와 영역 서버 그리고 플레이어들의 역할을 고려하여 플레이어들의 통신 대역폭과 중앙 서버의 통신 대역폭을 적절하게 분담할 수 있는 기법과 이에 대한 실험 결과가 본 논문에서 분석되었다.

클라우드와 P2P 하이브리드 구조가 2장에서 기술되며 3장에서 다수의 영역으로 구성되는 MMOG에서 플레이어의 역할과 영역 서버의 역할이 기술된다. 4장에서는 영역 서버를 포함한 영역내 플레이어들의 대역폭과 중앙 서버의 통신 대역폭이 비교 분석되었으며 5장에서 결론이 기술된다.

II. 클라우드와 P2P 하이브리드 구조

대부분의 상업적 MMOG들은 클라이언트-서버 구조에 의존하고 있다. 고성능 서버들로 구성된 클러스터가 강력한 컴퓨팅 파워를 제공하며 데이터 센터는 대용량 통신 트래픽을 처리하여 사용자 로그인, 상태 관리, 플레

이어들 간의 동기화, 과금 등 주요 기능을 용이하게 관리하고 있다^[6]. 그러나 동시에 참여하는 게임 플레이어들의 수가 급증할 때 클라이언트-서버 구조는 규모 확장성과 적용 범위에 한계가 있다. 예를 들어 최대치의 서비스, 컴퓨팅 파워와 전력 등을 유지하기 위해 서버 클러스터를 구입해야 되며 클러스터 기반의 클라이언트-서버 구조는 데이터 센터가 요구하는 통신 대역폭을 모두 수용해야 한다. 따라서 대규모 통신 대역폭과 컴퓨팅 능력을 사전에 확보할 경우 플랫폼에 실제 부하가 최대치가 아닌 경우 MMOG 운영자들에게 사용되지 않는 자원이 발생하므로 자원의 공급 초과 문제가 발생하게 된다.

이러한 단점을 해결하기 위해서 자원 요구형 방식의 클라우드 컴퓨팅과 P2P 구조를 모두 활용할 필요가 있다. 클라우드 컴퓨팅은 컴퓨팅 자원을 상품이 아닌 서비스로 간주하는 유틸리티 컴퓨팅의 한 형태이며 고객은 서비스로 사용한 컴퓨팅 자원에 대하여 비용을 지불하게 된다. MMOG 운영자들은 IaaS의 형태로 클라우드를 사용하며 IaaS는 운영자에게 가상화된 자원을 임대하고 운영자들이 선호하는 운영체제를 기반으로 서비스를 제공한다^[8]. 클라우드 컴퓨팅의 활용은 플랫폼의 현재 부하에 따라 요구형 자원을 허용하므로 MMOG 운영자들은 실제 부하에 따라 하드웨어 관리와 통신 대역폭 비용을 융통성있게 지출하는 경제적 계획을 수립할 수 있다. MMOG 구조에서 사용자가 제공하는 자원을 통합하는 방법은 실제로 P2P 방식에서 진화된 것이다^[5].

P2P 기반의 MMOG 구조는 본질적으로 규모 확장적이며 peer 즉 플레이어의 능력을 활용함으로써 서버에 대한 부하를 경감시킬 수 있다. 특정 플레이어에 문제가 생길 경우에도 P2P 통신망은 자체 복구되며 재구성될 수 있어서 MMOG를 계속 유지할 수 있는 장점이 있다. 또한 통신 트래픽은 게임에 참여하는 사용자들에게 분산되므로 MMOG 운영자는 병목 현상 없이 통신 비용도 절감할 수 있다.

그러나 P2P 기반 구조에서 사용자가 시스템을 떠날 경우와 데이터 통신이 갑자기 단절될 경우 데이터의 가용성을 위한 백업 방법이 보장되어야 한다. 중앙 감시 기능의 부재는 가상 세계의 갱신과 보안 강화를 어렵게 만드는 요인이 된다. 따라서 요구형 자원과 사용자 제공 자원의 높은 상호 보완 정도는 두 가지 기법의 결합을 위한 중요한 동기가 된다. 본 논문에서는 MMOG를 위한 요구형 기법의 클라우드 컴퓨팅과 사용자 제공 기법의 P2P 방식을 통합한 하이브리드 구조를 제시한다.

III. 하이브리드 구조 기반 MMOG

1. 중앙 서버와 영역 서버

본 논문에서는 위치 변경 행위와 상태 변경 행위를 구분하는 역할 수행 게임인 MMORPG가 클라우드 컴퓨팅과 P2P 기법의 장점이 결합된 하이브리드 구조^[7]에서 수행되는 것을 가정한다. 전형적인 역할 수행 게임에서 행위의 대부분은 게임 상태에 영향을 주지 않으면서 플레이어가 이동하는 위치 변경 행위이다^[9]. 한편 특정 플레이어가 다른 플레이어를 공격하거나 아니면 어떤 아이템을 획득하는 행위 또는 중요한 경계를 넘어가는 행위 등은 상태 변경 행위에 해당된다. 제시된 하이브리드 구조에서 클라우드 컴퓨팅의 중앙 서버는 게임의 지리적인 특정 영역에서 발생하는 모든 위치 변경 행위를 처리하기 위해서 일부 플레이어들을 영역 서버들로 지명한다. 중앙 서버는 데이터의 일관성 보장과 부정 행위 방지를 위한 집중식 제어를 유지하며 오직 상태 변경 행위만 처리한다. 이렇게 구분된 역할은 중앙 서버의 대역폭을 상당히 감소시킴으로써 동시에 실행되는 플레이어들의 수가 증가하는 상황도 충분히 대처할 수 있다.

플레이어들을 영역 서버로써 효과적으로 활용하기 위해서 중앙 서버는 플레이어들의 대역폭 용량과 처리 시간을 정확하게 확인할 수 있는 측정 장치를 사용해야 한다. 영역 내의 모든 플레이어들에게 게임 상태의 갱신을 제공해야 하므로 영역 서버의 대역폭은 매우 중요하다. 중앙 서버가 영역 서버들을 통하여 플레이어들에게 신속하게 갱신된 상태를 전송하기 때문에 영역 서버의 처리 시간도 또한 중요하다. 영역을 구성하는 플레이어들의 집합이 시간에 따라 변경되기 때문에 영역 서버를 설정하기 위해서는 각 플레이어의 처리 시간을 측정하는 과정이 반드시 필요하다. 게임 상태의 갱신은 결국 중앙 서버를 통하여 처리되므로 지리적으로 중앙 서버에 가까운 영역 서버들을 설정하는 것이 전체 처리 시간을 감소할 수 있는 방법이다.

임의의 플레이어가 게임에 참여할 때 중앙 서버는 플레이어의 초기 위치를 설정하고 플레이어가 통신해야 하는 영역 서버의 존재를 알려준다. 중앙 서버는 각 영역 서버에게 영역 내 플레이어들의 리스트를 제공하고 각 영역 서버는 리스트에 존재하는 플레이어들에게만 갱신된 상태를 제공한다. 플레이어가 다른 영역으로 이동할 경우 새로운 영역 서버의 존재는 중앙 서버를 통해서 파악하게 되며 중앙 서버는 모든 영역에 대한 플레이어들

의 정보를 유지한다.

본 논문에서 제시된 하이브리드 게임 구조는 게임 상태에 대한 접근을 제어하기 위해 중앙 서버를 사용함으로써 보안 기능을 유지한다. 많은 게임들의 궁극적 목표는 보물, 특별한 능력 또는 다른 플레이어들의 생명 등에 관련된 상태를 획득하거나 제어하는 것이기 때문에 중앙 서버는 막강한 컴퓨팅 능력을 보유하게 된다. 플레이어들이 게임 상태에 대한 변경을 시도할 때마다 중앙 서버는 중재자로서의 역할을 수행하면서 상태 변경을 결정하고 상태 변경 사건도 순서화한다. 또한 중앙 서버는 플레이어들을 등록하며 그들의 행위를 감시하고 부정 행위가 탐지될 경우 게임에서 해당 플레이어들을 퇴출시킬 수 있다.

2. 위치 변경 행위와 상태 변경 행위 분산

하이브리드 게임 구조는 게임 갱신을 분산시키기 위해 플레이어들을 활용함으로써 규모확장성을 달성할 수 있다. 중앙 서버는 게임을 다수의 영역으로 분할하며 각 영역의 갱신된 상태를 분산시키기 위해 특정 플레이어를 영역 서버로 설정한다. 임의의 플레이어가 위치 변경 행위를 수행할 때마다 영역 서버에게 전송하며 영역 서버는 이 행위를 영역 내 다른 플레이어들에게 전송한다(그림 2 참조). 임의의 플레이어가 상태 변경 행위를 수행할 때마다 이 행위를 중앙 서버에게 직접 전송한다. 중앙 서버가 상태 변경을 인정할 경우 관련된 영역 서버를 통하여 갱신된 게임 상태를 해당 영역내 플레이어들에게 전송한다(그림 3 참조).

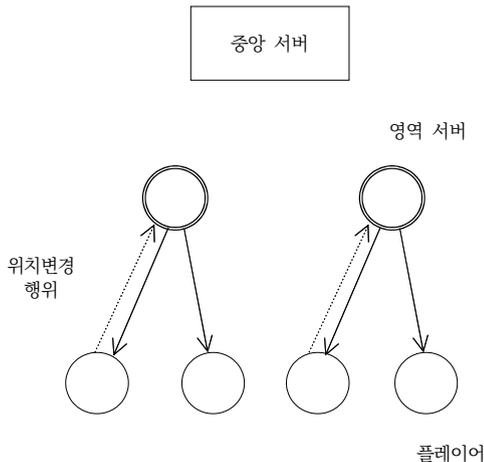


그림 2. 위치 변경 행위 분산
Fig. 2. Distributing positional move

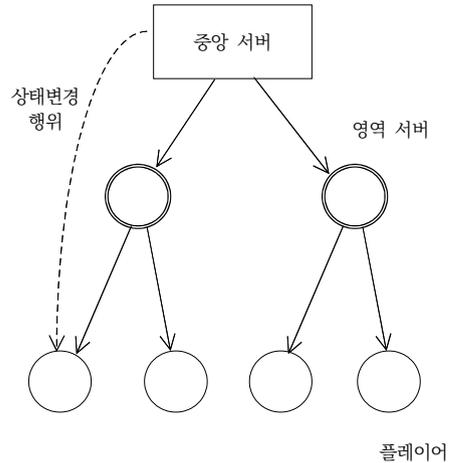


그림 3. 상태 변경 행위 분산
Fig. 3. Distributing state-changing move

하이브리드 구조 기반의 MMOG에서 대역폭의 절감은 여러 요인에 따라 달라진다. 첫째, 위치 변경 행위는 영역 서버가 전부 처리하므로 중앙 서버는 이를 처리하기 위한 대역폭을 전혀 사용하지 않는다. 즉 대역폭의 절감은 상태 변경 행위 대비 위치 변경 행위의 비율과 비례하게 된다. 사실상 위치 변경 행위는 게임에서 가장 많이 수행되는 행위이므로 상당한 대역폭이 절감된다.

둘째, 중앙 서버는 갱신된 상태를 플레이어가 아닌 영역 서버에게 전송하므로 영역의 평균 밀집도와 비례하여 대역폭을 절감하게 된다. 즉 영역의 평균 밀집도가 높으면 영역 내의 플레이어들이 많게 되고 전체 영역의 수는 감소된다. 따라서 중앙 서버는 적은 수의 영역 서버들에게만 상태 정보를 전송하므로 통신 대역폭을 절감할 수 있다.

영역 서버 역할을 수행하기 위해서 플레이어는 충분한 대역폭과 중앙 서버와의 연결시 신속한 처리 시간을 가져야 한다. 중앙 서버는 플레이어들의 대역폭과 처리 시간을 정확히 측정하여 역량있는 플레이어들을 영역 서버로 설정하는 것을 가정한다. 그리고 영역 서버로 작동하는 플레이어는 대역폭^[10, 11] 등 자신의 자원을 다른 플레이어들보다 더 많이 사용하므로 게임 구독료 할인 등의 특별한 혜택이 제공될 필요가 있다.

IV. 성능 분석

1. 실험 환경과 변수

본 논문에서는 가상의 MMORPG가 클라우드 컴퓨팅 기반의 P2P 시스템에 적용되는 모델을 가정한다^[12]. 예를 들어 게임에 참여하는 임의의 플레이어가 환관을 걸 어갈 때 발생하는 연속적인 위치 변경 행위는 해당 영역의 영역 서버에게 전송된다. 그리고 임의의 플레이어가 바닥에 있는 동전을 집을 때 발생하는 상태 변경 행위는 중앙 서버에게 직접 전송되며 중앙 서버는 동전이 더 이상 바닥에 존재하지 않는 변경된 화면을 관련 영역 서버들에게 먼저 전송하고 이후 영역 서버들은 해당 영역 내의 플레이어들에게 이 상태 변경 결과를 다시 전송하게 된다^[13].

본 논문에서는 각 플레이어의 위치 변경 행위에 대한 데이터를 20 바이트로 가정하며 객체에 대한 상태 변경 행위 데이터를 320 바이트로 각각 가정한다^[7]. 각 플레이어의 위치 변경 행위는 초당 평균 m 회 그리고 객체에 대한 상태 변경 행위는 분당 평균 k 회씩 수행되는 것으로 가정한다. 영역 내 플레이어들의 수를 n 이라 할 때 영역 서버가 아닌 임의의 플레이어 $i(1 \leq i \leq n)$ 가 자신이 속해 있는 영역의 영역 서버로 전송하는 위치 변경 행위의 대역폭 $B_{pp}(=20*m)$ 와 중앙 서버한테 직접 전송하는 상태 변경 행위의 대역폭 $B_{ps}(=320*k/60)$ 의 합인 B_p 는 수식 (1)과 같으며 초당 바이트 수를 의미한다.

$$B_p = B_{pp} + B_{ps} \\ = 20*m + 320*k/60 \quad (\text{Bytes}/\text{초}) \quad (1)$$

영역 서버인 플레이어는 $n-1$ 개의 플레이어들이 보낸 위치 변경 행위의 결과를 영역 내 $n-1$ 개의 플레이어들에게 다시 전송해야 한다. 또한 $n-1$ 개의 플레이어들이 중앙 서버에게 전송했던 상태 변경 행위 결과도 영역 내 $n-1$ 개의 플레이어들에게 다시 전송해야 하므로 영역 서버의 평균 대역폭 B_{rs} 는 수식 (2)와 같다.

$$B_{rs} = (n-1)(B_{pp}*(n-1) + B_{ps}*(n-1)) \quad (2)$$

본 논문에서는 MMORPG의 게임 세계가 총 N 개의 영역으로 구성되는 것으로 가정한다. 중앙 서버는 임의의 영역 내 n 플레이어들이 요청한 상태 변경 행위의 결과를 해당 영역 서버에게만 전송할 경우 필요한 대역폭 B_{cs} 는 수식 (3)과 같다.

$$B_{cs} = N*n*B_{ps} \quad (3)$$

만일 임의의 영역 내 n 플레이어들이 위치 변경 행위를 해당 영역 서버에게 요청하지 않고 중앙 서버에 직접 요청할 경우 중앙 서버는 요청된 결과를 처리 후 다시 n 플레이어들에게 전송해야 하므로 수식 (3)의 결과 이외에 수식 (4)의 결과 B_{cp} 도 필요하게 된다.

$$B_{cp} = N*n*B_{pp}*n \quad (4)$$

임의의 영역에서 요청된 위치 변경 행위의 결과와 상태 변경 행위의 결과는 해당 영역의 플레이어들에게만 전송되는 것을 가정한다. 중앙 서버가 영역 내 n 플레이어가 요청한 상태 변경 행위도 영역 서버에게 전송하는 대신 해당 영역의 플레이어들에게 직접 전송할 경우 대역폭 B'_{cs} 는 수식 (5)와 같이 구성된다.

$$B'_{cs} = N*n*B_{ps}*n \quad (5)$$

2. 통신 대역폭 분석

본 논문에서는 m 이 10 그리고 k 가 6인 MMORPG가 $N(=1024)$ 개 영역으로 구성되며 영역 내 플레이어들의 수 n 이 동일한 비율로 증가되는 상황을 가정하여 16, 32, 48, 64일 때의 대역폭이 측정되었다. 영역 서버의 대역폭을 활용하지 않을 경우 중앙 서버는 B'_{cs} 와 B_{cp} 의 합인 대역폭이 필요하다. 영역 서버의 대역폭을 활용할 경우 중앙 서버는 B_{cs} 대역폭만 필요하다. 그림 4에서 B_{cs} 는 n 의 증가에 따라 비례하여 5 MB, 10 MB, 15 MB, 20 MB로 증가하나 $B'_{cs} + B_{cp}$ 는 n 의 제곱에 비례하여 85 MB에서 1360 MB로 급증하는 결과가 나타났다. 영역 서버가 없으면 중앙 서버가 플레이어들과 직접 통신을 해야하기 때문에 영역 내 플레이어들의 수 n 제곱에 비례하는 대역폭이 필요하게 된다^[14].

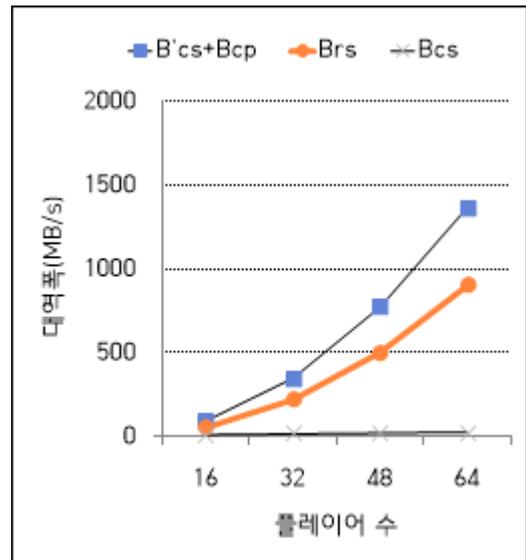


그림 4. B_{cs} , B_{rs} , $B'_{cs} + B_{cp}$
 Fig. 4. B_{cs} , B_{rs} and $B'_{cs} + B_{cp}$

1024 개의 영역 서버들이 해당 영역 내 플레이어들에게 전송하는 대역폭 B_{rs} 의 합도 그림 4에 기술되었다. 영

역 서버들이 플레이어들에게 전송하는 대역폭은 영역 내 플레이어들의 수인 $(n-1)$ 의 제곱에 비례하여 증가하는 결과가 나타났다. 영역 서버들의 대역폭 B_{rs} 는 영역 서버를 활용하지 않는 중앙 서버의 대역폭 $B'_{cs}+B_{cp}$ 의 약 60%에서 66% 정도를 차지하고 있다. 즉 영역 서버들을 활용함으로써 중앙 서버의 대역폭을 상당 부분 절감할 수 있게 된다.

본 논문에서는 플레이어들의 간의 공격 또는 아이템 교환 등의 행위를 정확하고 신속하게 처리하기 위해서 플레이어가 중앙 서버에게 위치 변경 행위(그림 5에서 점선으로 표현)를 직접 전송할 수 있는 경우도 가정한다. 수식 (1)의 m 은 플레이어가 1 초 동안 위치 변경 행위가 발생한 수를 의미하며 m 이 10일 때의 대역폭 결과가 그림 4에서 기술되었다.

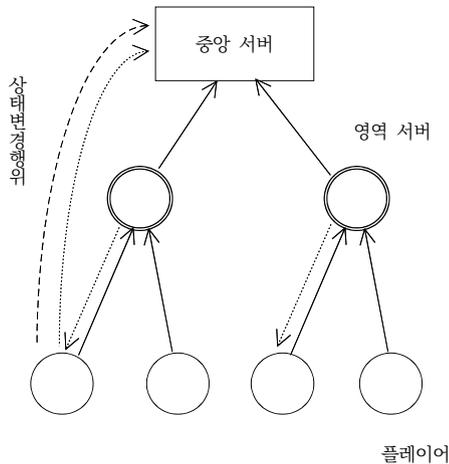


그림 5. 상태변경 행위와 위치변경 행위 분산
Fig. 5. Distributing state-changing and positional move

그림 6은 영역 내 플레이어들의 수 n 이 64인 상황에서 각 플레이어가 m' 번의 위치 변경 행위를 중앙 서버에게 요청하고 나머지 $10-m'$ 번의 위치 변경 행위를 해당 영역 서버에게 전송했을 때의 대역폭이 측정된 결과이다. 중앙 서버가 직접 처리하는 플레이어들의 위치 변경 행위 m' 이 증가할수록 대역폭 B_{cs} 가 이에 비례해서 증가하며 영역 서버의 대역폭 B_{rs} 의 합은 반대로 비례해서 감소되는 결과가 나타났다.

즉 플레이어의 위치 변경 행위를 중앙 서버에게 직접 전송하는 횟수에 따라 중앙 서버의 대역폭이 증가하는 반면 영역 서버의 대역폭은 감소된다. 각 플레이어의 위치 변경 행위를 중앙 서버가 직접 처리할수록 게임의 상태는 정확하고 신속하게 유지할 수 있으나 대역폭이 증

가하므로 비용이 증가하게 된다. 따라서 MMORPG의 성능을 고려하여 플레이어인 영역 서버의 대역폭과 중앙 서버의 대역폭을 적절하게 조정하여 활용할 필요가 있다.

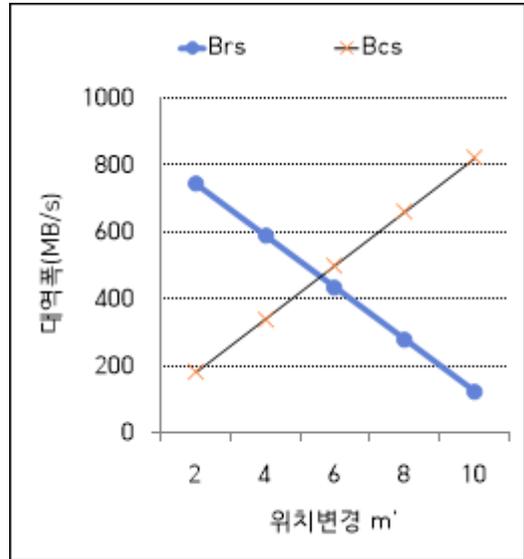


그림 6. B_{cs} 와 B_{rs}
Fig. 6. B_{cs} and B_{rs}

V. 결 론

다수의 영역으로 구성되는 MMORPG에서 플레이어들의 컴퓨팅 자원과 통신 대역폭을 적극 활용함으로써 클라우드 컴퓨팅 서버의 부하와 대역폭이 감소되면 게임 운영에 필요한 임차 비용이 절감될 수 있다. 그러나 MMORPG의 보안을 강화하고 게임 상태의 정확성과 일관성을 향상시키기 위해서는 클라우드 컴퓨팅 환경에 있는 중앙 서버의 자원을 적절하게 활용할 필요가 있다. 본 논문에서는 P2P 방식과 클라우드 컴퓨팅 방식이 통합된 구조 기반의 MMORPG를 가정하여 플레이어들의 모든 상태 변경 행위는 중앙 서버로 직접 전송하는 반면 플레이어들의 위치 변경 행위는 영역 서버와 중앙 서버에 분산하여 전송하게 된다.

플레이어들의 위치 변경 행위를 중앙 서버에게 더 많이 전송할수록 게임 상태의 정확성과 일관성은 향상되지만 중앙 서버의 자원과 대역폭을 더 많이 사용하게 되므로 임차 비용이 증가하게 된다. 향후 P2P 방식의 장점과 클라우드 컴퓨팅 시스템의 장점을 통합하여 플레이어들의 자원과 중앙 서버의 자원을 적절하게 활용함으로써 MMORPG 운영시 비용 절감과 성능 향상이 가능할 것으로 기대된다.

References

- [1] N. Kasenides and N. Paspallis, "A Systematic Mapping Study of MMOG Backend Architectures," *Information*, v. 10, n. 9, pp. 1-31, 2019.
<https://doi.org/10.3390/info10090264>
- [2] I. Shabani, A. Kovaçi, and A. Dika, "Possibilities offered by Google App Engine for developing distributed applications using datastore," 6th International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks(CICSyN), pp. 113-118, 2014, <https://doi.org/DOI:10.1109/CICSyN.2014.35>.
- [3] Y. Sun and J. Y. Leu, "Deploying a massively multiplayer online game with a low-latency server infrastructure," *Information Technology Management*, v. 12, pp. 35-47, 2011,
<https://doi.org/DOI:10.1007/s10799-011-0084-7>.
- [4] Y. Murata and K. Yasumoto, "A Distributed Event Delivery Method with Load Balancing for MMORPG," *Workshop on Network and System Support for Games*, 2005.
DOI:<https://doi.org/10.1145/1103599.11036107>
- [5] H. Kavalionak, E. Carlini, L. Ricci, A. Montresor and M. Coppola, "Integrating Peer-to-Peer and Cloud Computing for Massively Multiuser Online Games," *Peer-to-Peer Networking and Applications*, v. 8, n. 2, 2013. <https://doi.org/10.1007/s12083-013-0232-4>
- [6] E. Carlini, M. Coppola and L. Ricci, "Integration of P2P and Clouds to Support Massively Multiuser Virtual Environments," *Annual Workshop on Network and Systems Support for Games*, 2010.
<https://doi.org/10.1109/NETGAMES.2010.5679660>
- [7] J. Jardine and D. Zappala, "A Hybrid Architecture for Massively Multiplayer Online Games," *ACM SIGCOMM Workshop on Network and System Support for Games*, pp. 60-65, 2008.
<https://doi.org/10.1145/1517494.1517>.
- [8] S. Bhardwaj, L. Jain, and S. Jain. "Cloud computing: A study of Infrastructure as a Service(IaaS)." *International Journal of engineering and information Technology*, v.2, n. 1, pp.60-63, 2010.
<https://doi.org/10.1007/s12083-013-0232-4>
- [9] B. Knutsson, H. Lu, W. Xu, and B. Hopkins, "Peer-to-Peer Support for Massively Multiplayer Games," *INFOCOM 2004. 23rd Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies*, 2004.
<https://doi.org/10.1109/INFCOM.2004.1354485>.
- [10] C. Shin, "Simultaneous Transmission of Multiple Unicast and Multicast Streams Using Non-orthogonal Multiple Access," *The Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 22, No. 2, pp. 11-19, 2021.
<https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.2.11>
- [11] S. Kim, "MAC Protocol for Reducing Collision Probability of Uplink Channel in IEEE 802.11ax WLANs," *The Journal of Korean Institute of Information Technology*, vl. 20, n. 6, pp. 77-84, 2022.
<https://dx.doi.org/10.14801/jkiit.2022.20.6.77>
- [12] J. Kim, "A Scalable Hybrid P2P MMOG Cloud Architecture for Load Management in a Region", *International Journal of Internet, Broadcasting and Communication*, v. 22, n. 3, pp.83-91, 2022.
<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2022.22.3.83>
- [13] R. Joshi, D. Patel, and S. Naik, "Implementation of Peer-To-Peer Architecture in MMORPGs", *International Journal of Science and Research*, v. 5, pp.1541-1546, 2016.
- [14] H. Yu, "15GHz Wi-Fi Design and Analysis for Vehicle Network Utilization", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, v. 21, n. 8, pp.18-25, 2020.
<https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.8.18>

저 자 소 개

김진환(정회원)



- 1986년 : 서울대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)
- 1988년 : 서울대학교 컴퓨터공학과 졸업(석사)
- 1994년 : 서울대학교 컴퓨터공학과 졸업(박사)
- 1994년 ~ 1995년 : 서울대학교 컴퓨터기술공동연구소 특별연구원
- 1995년 ~ 현재 : 한성대학교 컴퓨터공학부 교수
- 주관심분야 : 멀티미디어 시스템, 실시간 게임 시스템

※ This research was financially supported by Hansung University.