

논문 2009-5-28

MMORPG를 위한 동적 부하 균등화 기법

Dynamic Load Balancing Mechanism for MMORPG

임채균*, 노경택**

Chae-Gyun Lim, Kyung-Taeg Rho

요 약 최근 MMORPG의 급격한 성장으로 게임의 동시 접속자수가 계속 증가하는 추세이고, 사용되는 게임 공간의 크기도 대규모로 확대되었다. 기존의 맵 기반 분산 서버 구조는 게임영역을 정해진 사각형 영역으로 분리하고 각 영역에 등록된 참가자들을 그 영역의 담당서버에 할당한다. 따라서 참여자 편중으로 인하여 특정 서버에 부하가 편중되는 문제점을 지니고 있다. 본 논문은 이러한 부하 불균형 문제를 해결하기 위해 서버 간의 경계를 동적으로 변경할 수 있는 기법을 제안하였다. 과부하를 지닌 서버를 결정하여 그 서버와 인접한 서버 중에서 최소의 부하를 지닌 서버를 선택하여 부하를 분담하도록 하였으며, 성능평가를 통하여 제안 기법의 효율성을 보였다.

Abstract Recently, Massively Multiplayer Online Role-Playing Games (MMORPGs) has become increasingly popular, which continue to increase the number of game player. The volume of the game world also has been extended on a large scale. Existing Map-based distributed server architecture divides the game world into the rectangular regions and allocates the registered player in each region to the server responsible for that region. Players tend to concentrate in certain regions of the game world, which makes some special server overloaded. This paper proposes to change the boundary between servers to solve such a unbalanced load problem. Our proposed method first finds the overloaded server and then searches for its neighboring lightest loaded server to share with the overload evenly. Finally we implemented performance evaluation to demonstrate the efficiency of this approach.

Key Words : MMORPG, Multiplayer Online Game, Role Playing Game

I. 서론

전 세계적으로 MMORPG (Massively Multiplayer Online Role-Playing Games) 시장이 급속도로 성장하고 있는 가운데, 최근 국산 온라인 게임이 국내외로 인기를 누리며 온라인게임 기술이 발전하고 있다. 온라인게임의 시장규모는 다른 게임(일반 PC게임, 비디오게임) 시장을 뛰어 넘었으며 이러한 성장 추세는 지속될 전망이다. 온라인게임은 다수의 참가자들 간에 협동과 경쟁 등의 다양한 상호작용을 통해서 이루어지는 게임으로 다양성

(Variety)이 있어 참가자가 쉽게 질리지 않는다는 장점으로 일반적인 게임과 차별화된다^[1].

이러한 특징으로 인해 온라인게임의 참가자수는 기하급수적으로 증가하고 있으며, 더 이상 단일 서버 시스템으로는 유지할 수 없어 분산 서버 시스템이 등장하였다. 이는 전체 게임에서 처리해야하는 부하를 분산 처리하므로 참가자수 증가에 따른 부하를 적절히 처리할 수 있으나, 모든 문제가 해결되지는 않았다.

기존 Seamless 환경의 분산 처리 기법은 지역 서버 간의 경계가 사전에 정해져 있기 때문에, 기획 단계에서 충분한 테스트를 통해 참가자의 밀집 가능성을 배제하여 분할하였더라도 이벤트나 참가자 간의 커뮤니티 형성 등

*준회원, 을지대학교 의료산업학부

**정회원, 을지대학교 의료산업학부 교수(교신저자)

접수일자 2009.8.13, 수정일자 2009.9.18

의 요인으로 인한 경계영역에 예상하지 못한 편중이 발생되면 상당한 지연을 일으킬 수 있다.

따라서 본 논문에서는 이러한 Seamless 환경의 게임에서 각 지역서버의 참가자 분포도 및 밀집도에 따라서 서버 간의 경계를 동적으로 조절하여 부하를 적절하게 균등화하는 기법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 공간분할방식과 공유경계영역에 대해 설명하며, 3장에서는 부하 균등화를 위한 게임 상태를 유지하는 기법을 기술하고, 4장에서 성능평가를 수행하고, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련연구

2.1 효율적인 공간분할방식

MMORPG의 부하를 감당하기 위해 일반적으로 맵 기반 분산서버구조를 사용하는데, 이는 전체 게임공간을 분할하는 방식에 따라서 그 성능이 좌우된다. 따라서 게임공간에서의 부하 균등화를 이룰 수 있도록 효율적으로 분할할 필요가 있다. [2]는 부하 균등화 방안으로 5가지 조건을 고려하고 있다. 첫째는 지도의 면적을 균일하게 분할하는 것이고, 둘째는 분할 후 오브젝트의 수가 균일하게 하는 것이며, 셋째는 분할된 경계선 주변의 오브젝트 수가 적도록 분할하고, 넷째는 분할된 경계선 길이를 짧게 하는 것이며, 마지막으로 오브젝트의 주 이동경로가 아닌 곳을 분할하는 것이다^[2].

이와 같이 사전에 게임공간을 효율적으로 분할할 경우 실제 게임에서 발생하는 부하를 효과적으로 분산 처리할 수 있으나, 이벤트 등의 요인으로 예기치 못한 참가자들의 집단화하는 현상으로 성능상의 문제를 일으키게 된다.

2.2 공유경계영역

온라인게임의 공간을 Top-Down 방향으로 세분화하여 관리하는 공간다중분할방식 (Multi-Resolution Spatial Partitioning) 기법은 그림 1와 같이 전체 게임공간을 서로 독립적인 world로 분할하고, 하나의 world는 다수의 zone으로 분할되며 각각의 zone은 담당 서버에 의해 관리된다. zone과 zone의 경계는 시스템만 알고 있는 정보로 참가자는 인식할 수 없으며, 하나의 zone은 다

시 최소공간단위인 cell 여러 개로 나뉜다^[3].

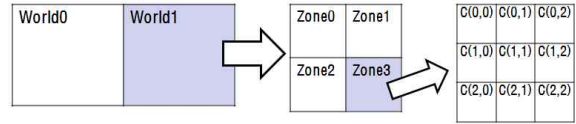


그림 1. 다중공간분할기법
Fig 1. Multiple spatial division method

참가자가 존재하는 cell과 그 주변의 cell의 집합으로 관심영역 (Area Of Interest)이 정의되는데, 이는 참가자에게 전달할 필요가 있는 정보를 제한하여 불필요한 메시지 트래픽을 필터링하는 효과를 준다.

만약 AOI 영역 내의 정보를 등록된 서버에서만 요청한다면, 두 지역서버 간의 경계에서 참가자가 다른 지역으로 이동하는 순간에 담당서버의 교체로 인하여 그림 2과 같이 시야에 갑자기 다른 참가자가 나타나는 문제가 발생한다.

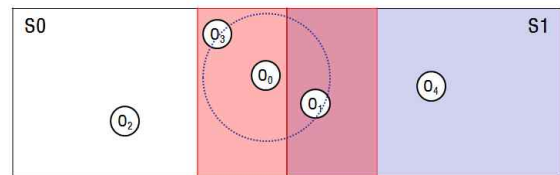


그림 2. 공유경계영역
Fig 2. Shared boundary region

해결 방안으로 영역간의 경계 주변에 공유영역을 설정하고, 공유영역에 들어온 참가자는 같은 공유영역을 사용하는 인접 서버에 미리 연결을 설정하여 가시영역에서 다른 참가자가 갑자기 나타나는 현상을 방지한다^[4].

그럼에도 불구하고 공유영역에 존재하는 참가자들은 두 개의 지역서버에 중복 등록되어있어 비용이 낭비된다. 더구나 공유영역의 경계에서 움직이는 참가자들이 편중될 경우 부하가 급격히 상승하는 문제를 가지고 있다.

본 논문은 일정주기로 각 지역서버의 부하를 측정하여 과부하인 서버를 탐색하고 가장 적은 부하를 지닌 인접서버를 찾는다. 그리고 그 서버로 하여금 과부하를 지닌 서버로부터의 일정 부분의 부하를 인수함으로써 서버들 간의 부하 균등화를 얻는데 목적이 있다.

III. 제안 기법

Seamless 환경의 게임에 적용되고 있는 맵 기반 분산 서버 시스템은 특정 지역에 일시적인 참가자들의 집중화로 서버 간의 부하 불균형의 문제점을 지니고 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 본 논문은 서버간의 부하 균등화를 목적으로 각 서버가 담당하는 영역의 경계를 동적으로 조절한다.

3.1 시스템 설계

전체적인 시스템의 구조는 그림 3와 같이 크게 각각의 게임공간을 담당하는 지역서버를 관리부와 제어부로 구성된다.

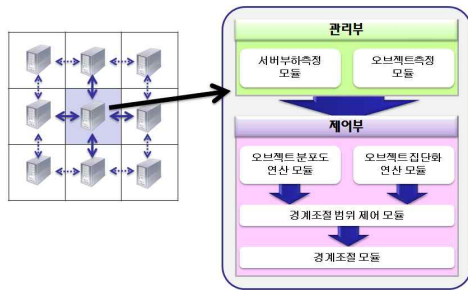


그림 3. 시스템 구조
Fig 3. Proposed System architecture

서버의 관리부에서 일정주기를 두고 현재 자신의 영역에 존재하는 참가자들에 대한 상태 정보뿐만 아니라 인접서버들이 지닌 정보를 교환한다.

각 서버의 제어부는 자신이 가지고 있는 정보를 기반으로 하여 측정된 부하가 임계값을 초과하는지를 검토하고 과부하 여부를 결정한다. 이렇게 과부하인 서버가 발생하면 자신과 인접한 서버 중에서 부하가 최소인 서버를 탐색하고, 두 서버간의 상태 정보를 교환한다. 또한 제어부는 전달된 두 서버의 정보를 기반으로 각 영역내의 오브젝트 분포도와 집단화 (클러스터링) 연산을 한다^[5]. 이를 통하여 효율적인 부하 균등화를 이룰 수 있도록 서버 간의 경계조절 범위를 제어한다. 분할 후에 경계를 확장한 서버가 역으로 과부하가 되지 않도록 적절하게 조절할 필요가 있다.

3.2 동적 부하 분산

본 절은 Seamless 서버 모델에서의 부하 분산을 다루기 위해 관리 영역의 조절로 인한 분산 서버의 부하를 조

절하는 동적 부하 분산에 목적을 두었다.

그림 4를 보면 지역서버 $S_1 \sim S_9$ 가 3×3 형태로 분할된 각 지역을 담당하고 있다. 그림 4에서 우리는 R5가 과부하를 지닌 영역으로 가정한다.

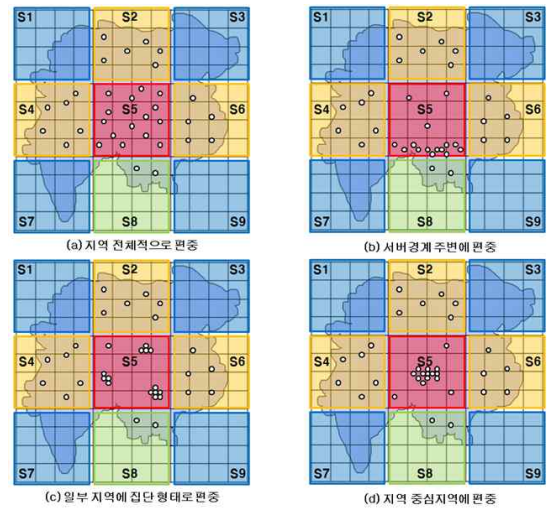


그림 4. 참가자 편중의 종류
Fig 4. The distribution chart of players participating in a game

각각의 참가자 편중 상태에 따라서 경계조절 후 드는 비용에 차이가 있으므로, 동적 부하 분산의 방식을 다르게 할 필요가 있다. 그림 4 (a)는 전체적으로 고르게 분포하므로 현재 경계와 평행하게 확장하며, (b)의 경우에는 경계로 긴 클러스터를 분할하여 포함하여 확장한다. (c)의 경우에는 일부 클러스터만 포함하여 가장 효과적으로 부하 분담이 가능하고, (d)의 경우에도 클러스터의 일부만 포함하도록 확장하여 과부하를 해결하게 된다.

3.3 동적 부하 분산 알고리즘

우리는 어떤 지역서버 S_k 에 대한 부하를 $L(S_k)$, 각 지역서버 S_k 의 과부하 임계값을 α , 현재서버 S_i 와 인접서버 S_j 의 부하의 차는 $D(S_i, S_j)$, 지역서버 S_k 에 대한 클러스터 C 들의 집합을 $C(S_k)$, 클러스터 C 가 발생시키는 부하는 $L(C)$, 클러스터 C 가 지역서버 S_i 와 S_j 사이의 경계로부터 떨어진 거리를 $d_{i,j}(C)$ 로 표기 하겠다.

서버 S_i, S_j 에 대한 $D(S_i, S_j)$ 는 식 (1)로, S_k 에 대

한 $C(S_k)$ 는 식 (2)로 정의하였다.

$$D(S_i, S_j) = |L(S_i) - L(S_j)| \quad (1)$$

$$C(S_k) = \{C_1, C_2, C_3, \dots, C_m\} \quad (2)$$

$D(S_i, S_j)$ 가 인접서버 간의 부하 차이에 대한 최소 허용 임계값인 θ 보다 작을 경우에는 부하 균등화 처리를 하지 않음으로써 연쇄적인 부하 균등화 작업을 제한한다.

이러한 정의를 바탕으로 제안 기법의 알고리즘은 다음과 같다.

```

// 서버  $S_k$ 가 과부하이면
if ( $L(S_k) \geq \alpha$ ) then
    // 부하 최소인 인접서버  $S_i$  탐색
     $min \leftarrow \infty$ 
    for  $i=1$  to 4 do
        if ( $L(S_i) < min$ ) then
             $min \leftarrow L(S_i)$ 
             $sid \leftarrow i$ 
        end
    end
    // 차분이 임계값  $\theta$ 이하이면 종료
    if ( $D(S_k, S_{sid}) \leq \theta$ ) then
        return
    end
    // 가능한 클러스터 탐색하여 포함
     $x \leftarrow \lfloor (L(S_k) - L(S_{sid})) / 2 \rfloor$ 
    for  $i=1$  to length( $C(S_k)$ ) do
        if ( $L(C_i) < x$ ) then
             $S_k \leftarrow S_k - C_i$ 
             $S_{sid} \leftarrow S_{sid} + C_i$ 
             $x \leftarrow x - L(C_i)$ 
        end
    end
    // 부하 분산되면 종료
    if ( $L(S_k) < \alpha$ ) then
        return
    end
    // 경계에 근접한 클러스터 선택
     $min \leftarrow \infty$ 
    for  $i=1$  to length( $C(S_k)$ ) do
        if ( $d_{k, sid}(C_i) < min$ ) then
             $min \leftarrow d_{k, sid}(C_i)$ 
             $cid \leftarrow i$ 
        end
    end
    // 클러스터 사이즈 분할

```

```

 $y \leftarrow \lceil L(C_{cid}) / x \rceil$ 
 $S_k \leftarrow S_k - (C_{cid} / y)$ 
 $S_{sid} \leftarrow S_{sid} + (C_{cid} / y)$ 
end

```

IV. 성능 평가

본 논문은 제안 기법과 기존 맵 기반 분산처리기법에 대한 패킷 전송량과 부하 균등화 비율을 비교하였다. 전체 공간을 9개로 분할하여 각각 지역서버 $S_1 \sim S_9$ 에 할당한 후, 전체 참가자의 수를 500, 1000, 1500, 2000, 2500 명으로 하여 실험하였다. 서버 부하는 메시지의 전송량을 이용하여 측정하였으며, 동일 서버 내의 이동은 가중치를 1로 하고 다른 서버로의 이동은 가중치를 3으로 하였다.

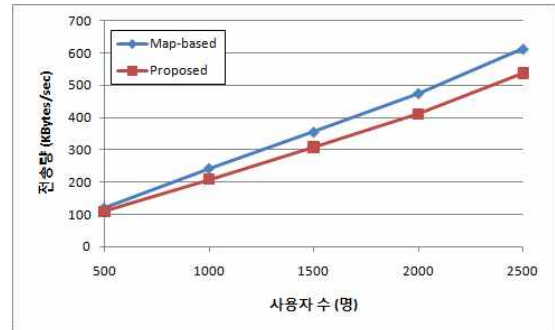


그림 5. 패킷 전송량
Fig 5. Packets transmission size

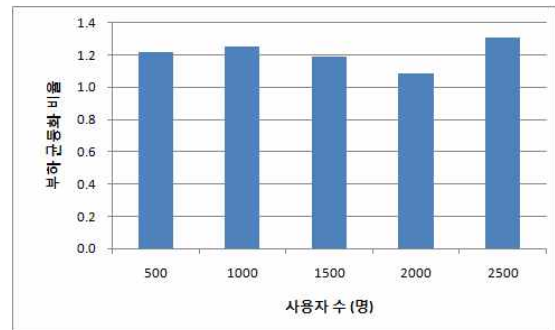


그림 6. 부하 균등화 비율
Fig 6. Load balance rate

그림 5는 기존 맵 기반 분산처리기법과 제안 기법에 대한 전체 서버의 평균 전송량을 비교하였다. 전송량의 차이가 500명일 때 11.77, 1500명일 때 47.79, 2500명일 때 75.52로 전체적으로 약 13% 감소하는 효과를 얻었다. 전체 서버간의 부하 균등화 정도를 비교한 그림 9은 기존 맵 기반 분산처리기법에 비하여 전체적으로 약 20% 정도의 부하 균등화 효과를 얻었다.

V. 결론

기존의 맵 기반 분산서버 구조는 예상하지 못한 참가자의 편중으로 인하여 발생하는 특정 서버의 과부하 현상에 적절히 대처하지 못하는 문제를 가지고 있다. 본 논문은 각 지역서버 간의 경계를 동적으로 조절함으로써 전체적으로 서버 간의 부하 균등화를 얻을 수 있었다.

우리는 성능 평가를 통하여 제안 기법이 기존 기법에 비해 패킷 전송량이 약 13% 감소하는 효과를 얻었으며, 전체 서버간의 부하 균등화 정도가 약 20% 향상됨을 보였다. 향후에는 서버 간 담당영역의 경계관리 방법에 대한 연구를 진행하며, 실제 게임에 적용하여 보다 정확한 실험을 진행할 예정이다.

참고문헌

- [1] 임정열, 박일규, 정재용, 심광현, “분산 게임서버 기술 동향“, 네트워크가상환경연구팀, ETRI, 2005.
- [2] 장수민, 유재수, “MMOG 서버 부하의 균등화를 위한 효과적인 분할“, 정보통신공학과, 충북대학교, 2007.
- [3] 유석중, “분산게임서버와 공간분할기법“, 숙명여자대학교, 2006.
- [4] 서윤환, 최정주, “다자 참여형 온라인 게임을 위한 동적 무경계 지역서버 모델의 성능평가“, 미디어학과, 아주대학교, 2004.
- [5] Simon Rieche, Klaus Wehrle, Marc Fouquet, Heiko Niedermayer, Timo Teifel, Georg Carle, “Clustering Players for Load Balancing in Virtual Worlds“, Distributed Systems Group, Computer Networks and Internet, RWTH Aachen University, University of Tübingen, 2008.

저자 소개

임 채 균(준회원)



• 2007년~현재 을지대학교 의료산업학부 의료전산화전공 학생
 <주관심분야 : u-Healthcare, 유비쿼터스, LBS, GIS, USN, 영상처리 등>

노 경 택(정회원)



• 2009년 고려대학교 컴퓨터학과 이학 박사.
 • 1993~현재 을지대학교 의료산업학부 의료전산화전공 교수.
 <주관심분야 : 모바일 게임, 온라인 게임서버, 모바일 통신, 모바일 IP>