

P2P기반의 개인방송시스템에서 노드배치의 효율성을 위한 모델링에 관한 연구

홍승길*, 서희석*

요약

본 논문에서는 P2P개인방송시스템에서 효율적인 노드배치를 위한 모델링 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 P2P개인방송시스템에서 입장하는 노드의 배치가 얼마나 효율적이었는지를 분석한다. 신입노드의 입장 전의 예상 수용가능 시청자수와 신입노드 입장 후의 예상 수용가능 시청자수의 비교를 통해 노드배치의 효율성을 분석한다. 이러한 분석과정을 사용하는 본 시스템은 효율적인 노드배치 알고리즘을 평가하는 기준으로 사용할 수 있다.

A Study Of Modeling for Effectiveness of Node Placement at Personal Broadcast System Based on P2P

Seung-Gil Hong*, Hee-Suk Seo*

ABSTRACT

In this paper, an efficient P2P personal broadcasting system, the node placement is proposed for the modeling system. P2P systems offer a personal broadcasting system, the placement of the nodes in the position analysis of how to effectively discern. Acceptable before the expected entry of new nodes and new nodes after viewership expected number of viewers can be accommodated through a comparison analysis of the effectiveness of deployed nodes, analyze the efficiency of the algorithm the nodes are placed. This analysis uses the system to an efficient node placement algorithm can be used as a criteria to evaluate.

Key Words : IPTV, P2P, Broadcast, DEVS, modeling

* 한국기술교육대학교 컴퓨터공학부 (✉iccack@kut.ac.kr)

· 제1저자(First Author) : 홍승길 · 교신저자(Correspondent Author) : 서희석

· 접수일(2011년 1월 11일), 수정일(1차 : 2011년 3월 3일), 게재확정일(2011년 3월 7일)

1. 서론

유·무선 인터넷의 확산과 멀티미디어 처리 능력의 발전으로 IPTV와 같은 멀티미디어 스트리밍 연구가 활성화 되고있다.[1] 서버는 멀티미디어 스트림을 전송하고 클라이언트는 수신과 함께 재생하는 구조를 취하고 있다. 이러한 서버-클라이언트 구조의 스트리밍 시스템은 서버의 가용능력에 따라 클라이언트 수가 제한되는 확장성의 문제를 가지고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해서 P2P분산 구조가 최근 주목받고 있다. P2P시스템은 분산 시스템의 한 종류로서 독립된 피어 노드 사이에서 자원을 공유하는 시스템으로 그림1과 같은 구조를 가진다. 여기서 노드란 서버와 클라이언트의 기능을 동시에 가진 단말이다. 이러한 P2P시스템은 노드간에 콘텐츠를 공유함으로써 확장성이 중앙 집중 방식에 비하여 매우 높다.

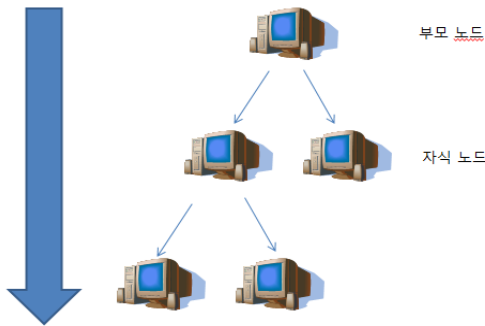


그림 1. P2P스트리밍 구조도
Fig. 1. P2P Streaming Structure

P2P시스템에서 더 많은 노드를 수용하고 신뢰성을 제공하기 위해서는 노드의 배치구조의 최적화가 전체 되어야 한다.[2][3] 예를들면 중간노드의 이탈은 이탈 노드의 모든 하위노드의 서비스품질에 영향을 주게 될 것이며, 따라서 이탈 가능성이 적은 노드는 상위에 위치해야 한다.[4] 또한, 전체 수용가능 시청자의 수는

가용능력이 높은 노드는 상위에 위치할수록 전체 수용 가능 시청자수는 가용성이 높은 노드가 하위에 위치할 때보다 비교할 수 없을 정도로 많아질 것이다. 따라서, 이러한 점들을 고려하여 효율적으로 노드를 배치시키는 알고리즘은 필수적이다.[5]

효율적인 노드배치알고리즘은 주어진 상황에서 최선의 자리에 노드를 배치시키는 것이며, 언제나 이상적인 노드배치 알고리즘은 제시되지 않고 있다. 예를 들면 확장성에 비해 신뢰성을 매우 중요시하는 방송에서는 가용능력이 크더라도 이탈가능성이 높은 노드는 하위에 위치해야 하며, 반대로 신뢰성에 비해 확장성이 중요시되는 방송에서는 신뢰성이 부족하더라도 가용능력이 큰 노드를 상위에 위치시켜야 한다. 따라서 주어진 조건에 따라 최선의 알고리즘을 선택하는 것은 P2P개인방송시스템에서 큰 관심이 될 수 밖에 없다.[6][7][8][9]

본 논문에서는 신뢰성은 고려하지 않고, 확장성만을 고려하였을때 어떤 방식의 노드배치가 가장 효율성을 제공하는지를 분석할 수 있는 시스템을 DEVS(Discerte EVent system Specification)형식론을 이용하여 모델링하고 시뮬레이션한다.

II. 모델링 방법론

2.1 SES(System Entity Structure)

SES는 모델 베이스 내의 컴포넌트로부터 모델의 합성을 설명하는 도구이다. SES는 지식의 표현을 위해서 decomposition, taxonomic와 coupling relationships을 사용하게 된다. SES의 각 엔티티는 모델 베이스에 존재하는 모델들에 대해서 개념적인 관계를 나타낸다. 그림 2에서와 같이 모델 베이스에 4개의 모델이 존재할 때 SES에서는 그림 2의 왼쪽과 같이 개념적인 구조로 모델들의 관계를 설명할 수 있다.

SES를 사용하면 모델들의 계층적인 관계를 설명하

기 유용하다는 특징이 존재한다.

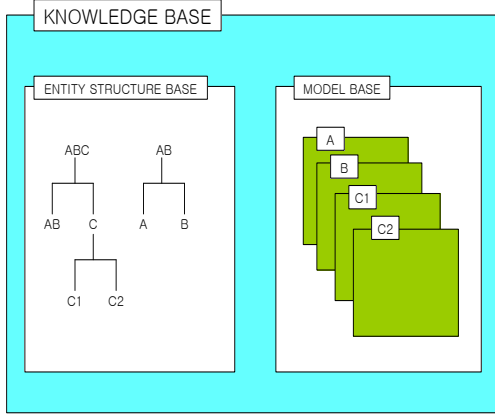


그림 2. SES와 모델 베이스
Fig. 2. SES and Model base

III. 모델링 및 시뮬레이터 설계

3.1 개요

노드입장의 효율성을 분석하기 위해서 본 시스템에서는 예상되는 수용가능 시청자수를 분석한다. 트리가 이미 포화상태라면 더 이상의 노드입장은 불가능하므로, 더 이상의 분석은 의미가 없다. 따라서 모든 분석을 하기전에 트리가 포화상태인지 검사과정을 미리 거친다.

앞으로 입장할 노드의 대역폭, 지연시간등의 정보는 알 수 없기 때문에, 예상을 위해서 현재 입장에 있는 노드들의 평균값으로 가정하여, 이러한 노드들이 앞으로 계속하여 입장할 경우 예상되는 수용가능 시청자수를 계산한다. 그리고 실제 노드가 입장한 후의 수용가능 시청자의 수를 비교함으로써 노드입장의 효율성을 분석하는 구조를 가진다. 이러한 기능들을 수행하기 위한 전체적인 구조는 다음 그림 3과 같다.

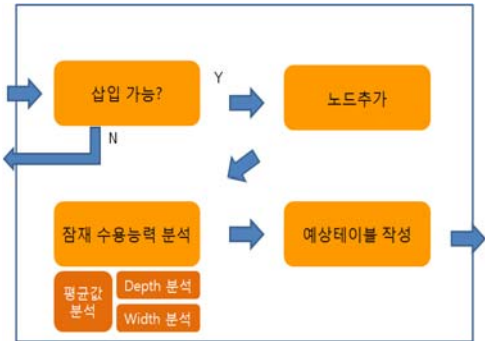


그림 3. 도메인
Fig. 3. Domain

3.2 시스템 모델링

본 논문에서 구현한 시스템 구조도는 그림 4와 같다.

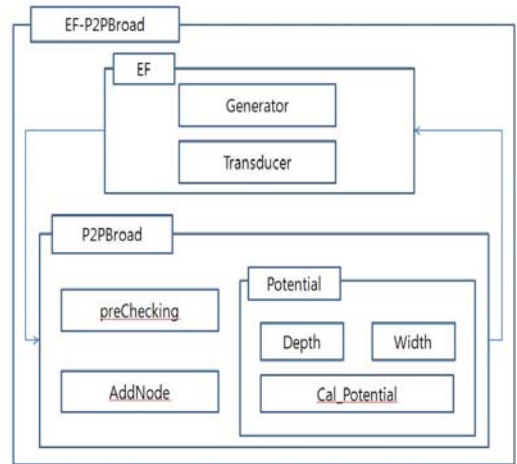


그림 4. EF-P2P Broad모델 구조도
Fig. 4. EF-P2P Broad Model Structure

시스템은 크게 시뮬레이션 수행에 필요한 실험장치인 EF모델과 P2PBroad모델로 구성된다. EF모델은 시뮬레이션을 위해 신입 입장대기 노드의 큐 역할을 하는 Generator모델과 입장하는 노드의 데이터를 추적하고 출력되는 결과를 확인할 수 있는 Transducer 모델을 포함한다. Generator모델은 입장한 노드를 PreChecking모델에 전송한다.

Tranducer모델은 Cal_Potential모델로부터 처리 결과를 받아 분석하며, 목표한 결과가 이루어지면 Generator모델에 stop신호를 보내 시뮬레이션을 종료 시킨다. P2PBroad모델은 불필요한 연산을 막기 위해 사전검사를 수행하는 PreChecking모델, 실제 정해진 알고리즘에 따라 트리에 노드를 추가시키는 AddNode모델 그리고 예상포화테이블을 얻기 위한 연산을 수행하는 Potential모델로 구성되며, Potential모델은 다시 트리의 평균 Depth를 계산하는 Depth모델, 평균 Width를 계산하는 Width모델 그리고 이 두 모델의 분석 결과를 토대로 예상포화테이블을 계산하는 Cal_Potential모델로 구성된다.

3.3 PreChecking모델

PreChecking모델은 앞서 설명과 같이 불필요한 연산을 막기 위한 사전검사를 수행하는 역할을 한다.

PreChecking모델의 블록도는 그림 5와 같다.

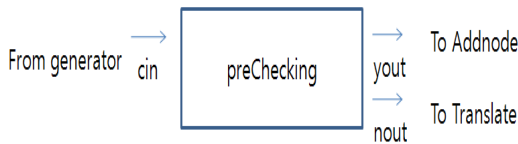


그림 5. PreChecking모델의 블록도
Fig. 5. PreChecking Model Block Diagram

PreChecking모델은 Generator모델로부터 cin포트를 이용하여 신입노드의 정보를 전송받음으로써 Ready상태에서 Process상태로 전이한다.

Process상태가 된 PreChecking모델은 신입노드와 각 말단노드간의 지연시간을 확인, 최대 허용지연시간과 비교하여 노드 추가가 가능하다면 AddNode모델로 신입노드의 정보를 yout포트를 통해 전달하고, 가능하지 않다면 Tranducer모델에게 불가능하다는 메시지를 nout포트를 이용하여 전달하고 ready상태로 전이한다.

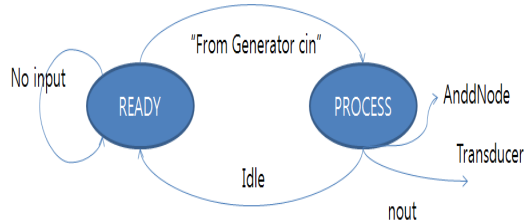


그림 6. PreChecking모델의 상태변이도
Fig. 6. PreChecking Model State Transition

3.4 AddNode모델

AddNode모델은 실제 정해진 알고리즘에 따라 트리에 노드를 추가시키는 역할을 한다.

여기서 AddNode모델은 트리에 노드를 추가시키는 기능만 구현되어 있고, 어떠한 기준에 따라 노드를 입장시킬 것인지는 평가대상 노드배치 알고리즘이 무엇이나에 따라 그 알고리즘을 결정한다.

AddNode모델의 블록도는 그림 7과 같다.

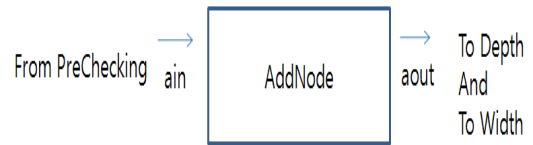


그림 7. AddNode모델의 블록도
Fig. 7. AddNode Model Block Diagram

AddNode모델은 PreChecking모델로부터 ain포트를 이용하여 신입노드의 정보를 전송받음으로써 Ready상태에서 Process상태로 전이한다.

Process상태가 된 AddNode모델은 신입노드를 주어진 알고리즘에 따라 트리에 추가시키고, 새로 변경된 테이블을 aout포트를 이용하여 Potential모델의 Atomic모델인 Depth모델과 Width모델로 전달한 후 다시 Ready상태로 전이한다.

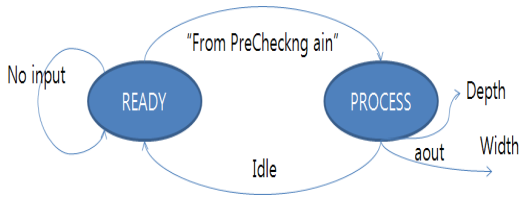


그림 8. AddNode모델의 상태변이도
Fig. 8. AddNode Model State Transition

3.5 Potential모델

Potential모델은 제안하는 시스템의 가장 핵심적인 역할을 하는 모델로 AddNode로부터 받은 트리정보 테이블 구성 노드들의 평균 대역폭과 평균 지연시간을 계산하는 Depth모델과 Width모델 그리고 평균 대역폭과 평균 지연시간을 토대로 평균의 능력을 가진 노드가 앞으로 입장한다는 가정하에 예상되는 포화 수용량을 계산하는 Cal_Potential모델로 구성된다.

Potential모델의 구조도는 그림 9와 같다.

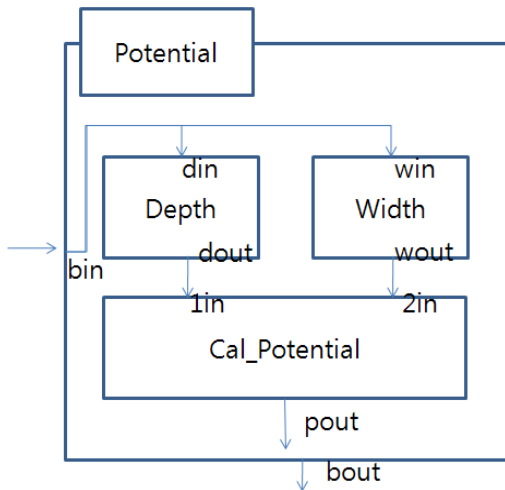


그림 9. Potential모델의 구조도
Fig. 9. Potential Model Structure

3.5.1 Depth모델과 Width모델

Depth모델과 Width모델은 각각 din포트와 win포트를 통해 AddNode모델로부터 트리정보 테이블을

전달 받음으로써 Ready상태로부터 Process상태로 전이한다. Process상태가 된 Depth모델과 Width모델은 각각 AddNode모델로부터 전달받은 트리정보 테이블의 평균 대역폭과 지연시간을 계산한 후 Depth모델은 방송에서 정해진 최대허용지연시간에서 말단노드까지의 지연시간의 차를 평균지연시간으로 나누어 해당 말단노드에서 얼마나 더 많은 Depth를 허용할 수 있는지 계산하고, Width모델은 평균대역폭을 방송의 소요대역폭으로 나누어 하나의 노드가 몇 개의 하위 노드를 유지할 수 있는지를 계산한다.

그림 10은 Depth모델과 Width모델의 블록도와 수식이다.

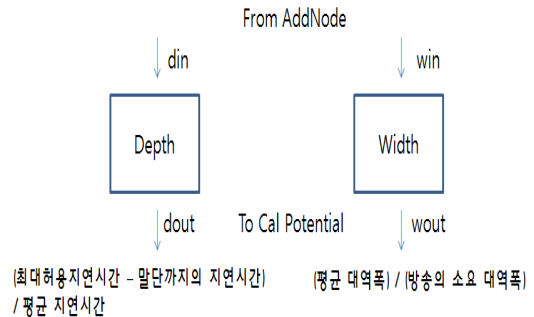


그림 10. Depth모델과 Width모델의 블록도
Fig. 10. Depth, Width Model Block Diagram

3.5.2 Cal_Potential모델

Cal_Potential모델은 1in포트와 2in포트를 통해 Depth모델과 Width모델로부터 각각의 계산된 정보를 전달받음으로써 Ready상태에서 Process상태로 전이된다. Process상태가 된 Cal_Potential모델은 받은 정보로부터 앞으로 얼마나 많은 시청자를 수용할 수 있는지, 예상포화테이블을 작성하여 pout포트를 이용하여 Transducer모델로 전달하고 Ready상태로 전이한다.

Cal_Potential의 블록도는 그림 11과 같으며, 상태 변이도는 그림12와 같다.

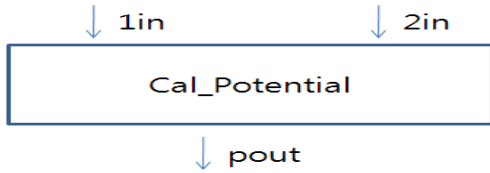


그림 11. Cal_Potential의 블록도
Fig. 11. Cal_Potential Model Block Diagram

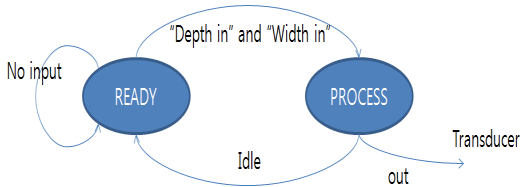


그림 12. Cal_Potential모델의 상태변이도
Fig. 12. Cal_Potential Model State Transition

예상포화데이블을 작성하는 방법은 Width모델로부터 받은 하나의 노드가 수용할 수 있는 하위 노드의 수를 n 이라 하고, Depth모델로부터 받은 각각의 말단노드가 가질 수 있는 여분 Depth를 각각 a_1, a_2, a_3, \dots 라고 하면,

$$n^{a_1-1} + n^{a_2-1} + n^{a_3-1} + \dots + n^{a_k-1}$$

로 계산한다.

IV. 결론

본 시스템의 평가는 노드 입장 전의 예상수용 가능 시청자의 수와 신입노드의 입장 후의 예상수용 가능 시청자의 수를 비교함으로써 노드의 배치의 효율성을 분석한다.

그림 13의 트리구조는 평균대역폭 500kb와 평균지연시간 25ms를 가지며, 방송의 필요대역폭은 300kb로 한다. 그림 13의 구조에서 신뢰성있는 방송을 위해 최

대 지연시간을 100ms로 제한하고 평균적인 대역폭과 지연시간을 가진 노드가 입장했을 때, N4는 이미 누적지연시간이 100ms이므로 더 이상 자식노드를 수용할 수 없다.

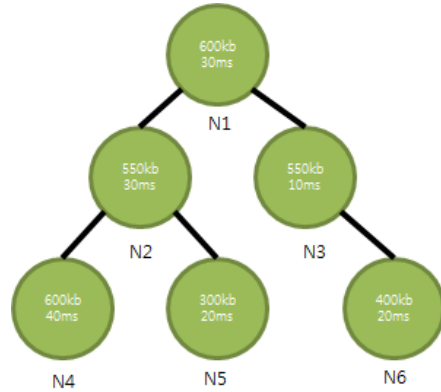


그림 13. 트리구조
Fig. 13. Tree Structure

또한 N5역시 누적지연시간이 80ms로 평균지연시간인 25ms의 지연시간을 가지는 노드를 자식으로 추가할 경우 105ms의 누적지연시간을 가지게 되므로 자식노드를 수용할 수 없다. N3의 경우 누적지연시간이 40ms이므로 2레벨의 추가적인 자식노드를 수용할 수 있으며, N6는 1레벨의 자식노드를 추가 수용할 수 있다. 방송의 대역폭은 300kb이므로 N3노드는 하나의 추가 노드 N7을 가질 수 있으며, N7의 대역폭은 평균값인 500kb로 가정하므로 역시 추가로 자식노드 N8을 수용할 수 있다. 그리고 N6은 추가노드 N9을 수용할 수 있다. 따라서 평균값을 가지는 대역폭과 지연시간을 가지는 노드 입장시 위의 트리구조는 총 3개의 추가노드 수용이 가능하다.

만약에 900kb의 대역폭을 가지며 10ms의 지연시간을 가지는 우수한 노드 이 입장했을 때, N3의 자식으로 구성한다면 새로운 노드가 추가적으로 가질 수 있는 자식노드는 2레벨에 걸쳐 2개의 추가 노드를 가질 수 있고 N6은 변함없이 한 개의 노드를 더 가질 수 있

다. 새로운 노드를 더 수용했지만 수용가능 자식노드의 수가 변하지 않았으므로 효율적인 구성이라고 할 수 있다. 반면 N6의 자식으로 구성한다면 추가 수용가능 자식노드의 수는 2로 비효율적이다.

반대로 대역폭300kb와 지연시간 35ms를 가지는 열악한 환경의 노드가 입장했을 경우 N3의 자식노드로 구성된다면 새로운 노드가 수용가능한 자식노드는 0개, N6이 수용가능한 자식노드는 변함없이 1개로 총 자식 수용 노드가 1개가 된다. 새로운 노드가 N6의 자식노드로 구성된다면 N3의 수용가능 자식노드는 변함없이 2개이며 N6은 더 이상 자식노드를 수용할 수 없으므로 총 2개가 된다.

본 연구는 이러한 분석을 통해서 특정 구조를 가진 트리에 어떤식의 노드배치 알고리즘이 최적인지를 연구하는데 보조적인 역할로써 도움을 줄 수 있다.

V. 평 가

제안하는 시스템은 모델링된 노드들을 이용하여 실제 상황을 경험하지 않고 노드배치의 효율성을 평가해볼 수 있는 방법이다.

노드배치의 효율성에 영향을 주는 요소는 매우 많지만 그 중 가장 중요한 영향을 미치는 요소인 대역폭과 지연시간만을 이용해 분석하기 때문에 약간의 오차를 갖겠지만 높은 정확성을 가지고, 시간면에서 아주 빠른 분석을 마칠 수 있다.

참고문헌

- [1] 김한수, 유승우, 이항복, "IPTV 기술현황 및 발전방향", *대한전자공학회*, 전자공학회지 제 35권 제 9호, Sep, 2008
- [2] 박호진, 박광로, "P2P 기술 동향 및 홈네트워크 응용", *전자통신동향분석* 제21권 25호, 2006.10

- [3] 김재혁, 김영한, "P2P 기술 기반 실시간 IPTV 서비스 구현 구조", *한국통신학회논문지* 제35권, 제3호, 2010.3
- [4] 성무경, 한치문, "계층 구조형 ISP기반 P2P IPTV 서비스 구조 및 특성", *한국통신학회논문지* 제35권, 제4호, 2010.04
- [5] 김지훈, 김영한, "P2P방식의 IPTV시스템에서 인접채널 전송방식을 이용한 채널변경 지연시간의 단축", *전자공학회논문지*, 제46권 제5호, 2009.5
- [6] He Lei, Ma Xiangjie, and Liu Wenbo, Guo Yunfei, "A Peer-to-Peer Internet Video Broadcast System Utilizing the Locality Properties", *IEEE*, 2008
- [7] X. Hei et al., "A Measurement Study of a Large-Scale P2P IPTV System" [], Tech. rep., Dept. of Comp. and Info. Sci., Polytechnic University, 2006
- [8] B.Cohen, "Incentives build robustness in bittorrent", in *Proc. P2P-Econ*, Jun. 2003
- [9] 김지훈, 김영한, "다중 체인구조를 이용한 Peer-to-Peer 기반 IPTV 시스템 설계", *전자공학회논문지*, 제45권 TCvus, 제12호, 2008.12

저자소개



홍승길(Seung-Gil Hong)

2010년 한국기술교육대학교
컴퓨터공학부 재학

※ 관심분야: 무선 인터넷, 보안



서희석(Hee-Suk Seo)

2000년 성균관대학교 공학사
2002년 성균관대학교 공학석사
2005년 성균관대학교 공학박사
2005년 한국시물레이션학회 이사

2005년~현재 한국기술교육대학교 교수

※ 관심분야: 네트워크보안, 모델링 방법론