

퍼지 큐잉네트워크모델을 이용한 분산처리시스템의 성능평가

추 봉 조*

Performance Evaluation of Distributed Processing System using Fuzzy Queueing Network Model

Bong-Jo Choo*

요 약

본 논문에서는 분산처리시스템에서 서버에 대한 작업의 서비스요구와 서버의 서비스율이 네트워크환경에 따라 모호성을 갖는 경우, 시스템의 성능을 평가할 수 있는 퍼지 폐쇄형 BCMP 큐잉네트워크모델을 제안하였다. 이 모델은 퍼지요소들을 처리할 수 있는 퍼지평균값분석방법을 사용하여 시스템성능을 평가할 수 있는 측도를 유도하였다. 이들의 유효함을 검증하기 위하여 제안한 모델에 작업의 서비스요구와 클라이언트의 수의 변화에 따른 성능평가를 시뮬레이션하였고, 그 결과를 확인하였다.

Abstract

In this paper, we propose fuzzy closed BCMP queueing network model for the performance evaluation of distributed processing system. Which has the ambiguous service requirements of job to servers and service rates of server according to network environments. This model can derive the measures for system performances using fuzzy mean value analysis which can process the fuzzy factors. Computer simulation has been performed for verifying the effectiveness of derived equations of performance evaluation according to service requirements of job and the numbers of clients.

* 김천대학 컴퓨터정보처리계열

I. 서론

각종 네트워크 및 분산처리시스템의 성능평가에는 시스템의 각 요소에 확률분포를 적용하여 시스템의 성능을 정량적으로 계산할 수 있는 수학적 해석모델인 큐잉네트워크모델이 있다. 분산처리시스템에서 요구되는 작업들은 서로 다른 서비스 요구와 서비스 시간분포를 가질 수 있고, 이는 BCMP(Baskett, Chandy, Muntz and Palacios) 큐잉네트워크모델을 이용하여 시스템의 성능을 평가할 수 있다[1,2].

한편 큐잉네트워크모델에서 서버에 도착하는 작업들의 도착율과 서비스요구 및 서버의 평균서비스율은 작업형태, 통신라인상태, 장치간 부하, 네트워크 트래픽 등에 따라 모호성을 보이기도 한다. 또한 새로운 시스템을 설계하거나 기존의 시스템에서 수집된 정보가 확률분포를 적용하기에 유용하지 못한 경우에는 언어적 표현의 가능성이론으로 성능분석을 하는 것이 보다 적합하다. 언어적 표현의 가능성이론은 퍼지집합을 사용하여 실제적이고 유연하게 처리할 수 있어 다양한 단일 큐잉시스템모델이 제안되었다[3,4,5,6].

본 논문에서는 기존의 폐쇄형 BCMP 큐잉네트워크모델에 퍼지집합이론을 적용하여 네트워크환경에 따라 모호성을 갖는 네트워크 및 분산처리시스템의 성능을 평가할 수 있는 퍼지네트워크모델로 확장하였다. 이 모델의 성능평가는 기존의 평균값분석방법에 퍼지요소들을 처리할 수 있는 퍼지평균값분석방법을 적용하여 퍼지작업응답시간, 퍼지시스템처리율, 퍼지평균작업수 및 퍼지서버활용율을 구하였다.

유도된 성능평가측도의 유효함을 검증하기 위해서 일정한 서버의 수와 작업이 서로 다른 서비스요구를 갖는 분산처리시스템에 수치적인 실제 값을 적용하여 클라이언트의 수에 따른 성능을 시뮬레이션하고, 그 결과를 고찰하였다.

II. 분산처리시스템의 성능평가를 위한 큐잉네트워크모델

1. 분산처리시스템의 구성과 특징

분산처리시스템은 컴퓨터기술과 네트워크기술의 발달로 인해 네트워크를 통해 각종 서버, 주변장치, 허브, 스위치, 라우터 등 많은 장치들이 서로 유기적으로 연결되어 요구된 작업을 동시에 처리하는 구조이다[7,8]. 또한 분산처리시스템은 노드의 부하를 균등하게 재분배시키는 부하균등방법에 따라 집중형과 분산형으로 나눌 수 있다. 집중형 분산처리시스템에서는 임의의 관리서버를 두어 네트워크에 연결된 클라이언트에서 요구된 작업을 서버에 균등하게 재분배한다[7,8,9].

클라이언트/서버모델의 집중형 분산처리시스템의 구성은 그림 1과 같다. 여기서 서버는 부하를 균등하게 분배하기 위해 관리서버 S_0 와 K 개의 서버(S_1, \dots, S_K)로 구성되며, 클라이언트는 작업의 서비스요구와 서비스시간분포가 다른 N 개의 클라이언트(C_1, \dots, C_N)로 구성된다.

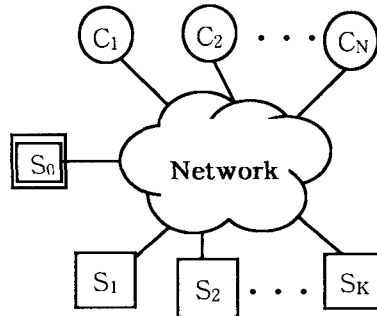


그림 1. 클라이언트/서버 분산처리시스템
Fig. 1 Client/server distributed processing system

2. BCMP 큐잉네트워크모델

큐잉네트워크모델은 LAN을 비롯한 각종 네트워크와 멀티컴퓨팅 등 여러 종류의 네트워크 및 분산처리시스템의 성능을 평가하는 수학적 해석모델로 사용된다. 이것은

시스템 외부로부터 작업의 진입여부에 따라 개방형, 폐쇄형 및 혼합형으로 분류된다. 폐쇄형의 경우에는 시스템 외부로부터 작업의 진입이 없어 항상 일정한 수의 작업이 시스템내에 존재하는 경우에 성능분석을 위해 사용된다. BCMP 큐잉네트워크모델은 잭슨(Jackson) 큐잉네트워크를 일반화한 것으로 작업이 서로 다른 서비스요구와 서비스시간분포를 갖는 시스템의 성능평가에 적용된다. BCMP 큐잉네트워크는 각각 다른 큐의 서비스형태와 서비스시간분포에 따라 FCFS (First Come First Served), 처리공유, 무한개의 서버, 그리고 LCFS(Last Come First Served)의 선점반복 등의 4가지 형태의 서비스센터가 있다[1,2]

시스템 외부로부터 작업의 진입이 없는 K+1개의 서버와 N개의 클라이언트로 구성된 집중형 분산처리시스템의 성능평가는 폐쇄형 BCMP 큐잉네트워크모델로 가능하다. 여기서 K+1개의 각 서버들은 FCFS 및 처리공유 형태를 갖고, N개의 클라이언트는 서로 다른 서비스요구와 서비스시간분포를 갖는다. 이 모델에서 서버에 도착하는 작업의 평균도착율은 λ 이고, 관리서버를 포함하여 K+1개의 서버들의 평균서비스율은 각각 $\mu_0, \mu_1, \dots, \mu_K$ 이다. 그리고 관리서버의 서비스를 받은 작업은 p_0 의 확률로 클라이언트에 출력되거나 각각 p_1, p_2, \dots, p_K 의 분기확률로 K개의 서버에 진입하여 서비스를 받는다.

폐쇄형 BCMP 큐잉네트워크모델의 성능평가측도를 구하는 방법으로 평균값분석방법이 사용된다. 평균값분석방법은 도착정리(Arrival theorem)와 리틀의 법칙(Little's law)을 근거로 작업응답시간, 시스템처리율, 시스템내 작업수에 대한 평균값을 구하여 시스템의 성능을 평가할 수 있다[1,2]. 특히, 개방형큐잉네트워크모델에서는 작업의 도착율을 포아송, 지수분포 등으로 가정하여 분석하지만, 폐쇄형큐잉네트워크모델에서는 작업이 서버로부터 서비스되어 다시 서버에 도착하는 것을 시스템의 처리율로 해석한다[1,2,10,11].

3. 큐잉네트워크를 위한 퍼지집합이론

큐잉네트워크모델에서 네트워크 환경에 따라 모호성을 갖는 작업의 서비스요구, 서버의 서비스를, 분기확률 등에 퍼지집합이론의 계산의 편의를 위하여 삼각형퍼지수(triangular fuzzy number:TFN)를 사용하고, 이것의

소속함수, 산술연산방법 및 퍼지방정식의 해를 구하는 방법을 고찰한다[12-14]. 임의의 퍼지집합 \tilde{A} 의 TFN은 3개의 값 $\langle a_l, a_m, a_r \rangle$ 표현되며 이들의 소속함수는 식(1)과 같다.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{for } x < a_l \\ \frac{x - a_l}{a_m - a_l} & \text{for } a_l \leq x \leq a_m \\ \frac{a_r - x}{a_r - a_m} & \text{for } a_m \leq x \leq a_r \\ 0 & \text{for } x > a_r \end{cases} \quad (1)$$

또한 TFN $\tilde{A} = \langle a_l, a_m, a_r \rangle, \tilde{B} = \langle b_l, b_m, b_r \rangle$ 에 대한 가산과 승산은 다음의 식(2)와 식(3)과 같다.

$$\tilde{A} + \tilde{B} = \langle a_l, a_m, a_r \rangle + \langle b_l, b_m, b_r \rangle = \langle a_l + b_l, a_m + b_m, a_r + b_r \rangle \quad (2)$$

$$\tilde{A} \cdot \tilde{B} = \langle a_l, a_m, a_r \rangle \cdot \langle b_l, b_m, b_r \rangle = \langle a_l b_l, a_m b_m, a_r b_r \rangle \quad (3)$$

또한 TFN $\tilde{A} = \langle a_l, a_m, a_r \rangle, \tilde{C} = \langle c_l, c_m, c_r \rangle$ 에 대한 퍼지방정식 $\tilde{X} \div \tilde{A} = \tilde{C}$ 의 해 \tilde{X} 는 역함수를 이용하여 식(4)와 같이 구할 수 있다.

$$\tilde{X} = \tilde{C} \odot \tilde{A} = \langle c_r a_l, c_m a_m, c_l a_r \rangle \quad \text{iff } c_l a_r < c_m a_m < c_r a_l \text{ when } \tilde{A} > 0, \tilde{C} \geq 0 \quad (4)$$

4. 퍼지 리틀의 법칙

리틀의 법칙은 큐잉네트워크의 성능분석을 위한 사용되는 가장 기본적인 법칙이다. 이는 시스템내로 들어오는 작업의 도착율과 시스템내 장치의 서비스율을 알고 있을 때, 현재 시스템내에 있는 평균작업수와 작업의 평균소요시간을 계산할 수 있는 방법을 제공한다. Jo와 Yamazaki는 기존의 리틀의 법칙에 비결정적이고 모호한 작업의 도착율과 장치의 서비스율에 퍼지집합이론을 적용하여 퍼지리틀의 법칙을 제안하였다[1-4].

퍼지 리틀의 법칙에 따라 시간 t까지 시스템내 작업의 수 $\tilde{N}_t = \frac{1}{t} \int_0^t \tilde{N}(\tau) d\tau$ 이다. 여기서 $\tilde{N}(\tau)$ 는 시간에 따라 증가하는 시스템내 도착하는 작업수에 대한 TFN 함수이다. 또한 $[0, t]$ 시간사이의 퍼지도착율 $\lambda_t = \frac{\tilde{A}(t)}{t}$ 로 구할 수 있다. 여기서 $\tilde{A}(t)$ 는 t 시각에 시스템 내에 있는 작업수의 TFN 함수이다. 따라서 t

시간까지 작업소요시간은 $\bar{W}_i = \frac{1}{\bar{A}(t)} \int_0^t \bar{N}(t) dt$ 가 된다. 그러므로 시간의 흐름에 독립적인 안정상태에 시스템내에서 작업들이 소요하는 평균소요시간, \bar{W} 는 식(5)와 같다.

$$\bar{W} = \frac{\bar{N}}{\lambda} \tag{5}$$

III. 퍼지 큐잉네트워크를 이용한 분산처리시스템의 성능평가

네트워크 및 시스템환경에 따라 모호성을 갖는 집중형 분산처리시스템에 퍼지집합이론의 평균값분석을 통하여 작업응답시간, 시스템처리율, 평균작업수 및 서버활용율 등의 성능평가측도를 구할 수 있는 퍼지 폐쇄형 BCMP 큐잉네트워크모델을 유도한다.

1. 폐쇄형 BCMP 큐잉 네트워크 모델화

분산처리시스템 환경에서 서버의 서비스율과 작업의 서비스요구 등은 어떤 임의의 확률분포로 표현될 수도 있

으나, 통신라인의 상태, 서버의 상태, 서버에 요구한 작업형태, 네트워크에 연결된 장치간의 부하 등에 따라 비결정적인 다양한 언어적인 형태로 표현될 수도 있다. 이러한 경우에는 확률분포를 사용하여 시스템의 성능을 평가하는 것 보다 언어적인 모호함으로 표현할 수 있는 퍼지집합이론을 이용하여 성능평가를 하는 것이 보다 적합하다.

퍼지 폐쇄형 BCMP 큐잉네트워크모델은 그림 2와 같이 표현된다. 이것은 모호성을 갖는 집중형 분산처리시스템을 모델링한 것으로 K+1개의 서버와 N개의 클라이언트로 구성된다. 작업들은 네트워크에 연결된 N개의 클라이언트에서 각 서버에 대해 다른 서비스요구로 요청되어 하나의 관리서버 S0에 도착된다. 관리서버에 도착한 작업들은 적절한 네트워크경로를 따라 다른 서비스율을 갖는 K개의 각 서버에 할당된다. K개의 서버에 할당된 작업들은 서버의 서비스를 받고, 그 결과는 해당 클라이언트에 전송되거나 관리서버를 통해 네트워크나 클라이언트로 전송된다. 여기서 표시된 패스들은 고정된 경로를 갖는 것이 아니라 네트워크의 상황에 따라 통신시스템에 의해서 설정된다.

퍼지 폐쇄형 BCMP 큐잉네트워크모델에 사용되는 각 퍼지파라미터는 네트워크 및 시스템 환경에 따라 '높다', '보통이다', '낮다' 등의 모호한 언어적 표현을 갖는 TFN이며 다음과 같은 의미이다.

- (1) λ : 시스템으로 도착하는 퍼지작업도착율

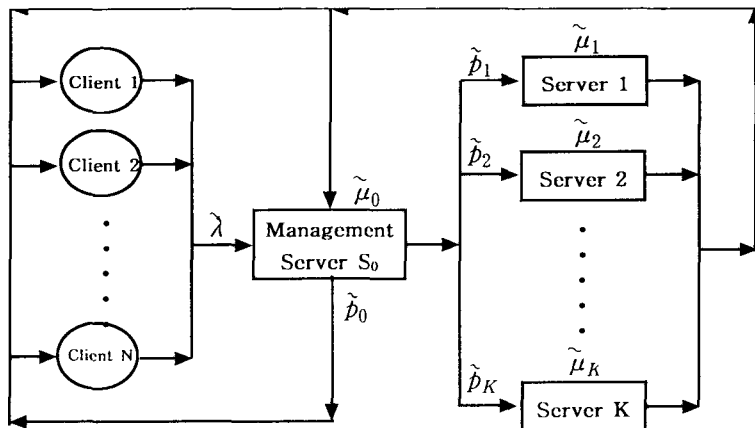


그림 2 퍼지 폐쇄형 BCMP 큐잉네트워크모델
Fig. 2 Fuzzy closed BCMP queueing network

- (2) $\tilde{\mu}_0$ 관리서버의 퍼지서비스율
- (3) $\tilde{\mu}_i$: 서버 i의 퍼지서비스율($1 \leq i \leq K$)
- (4) \tilde{d}_0 클라이언트로 출력하는 퍼지확률
- (5) \tilde{d}_i : 서버 i로 진입하는 퍼지분기확률($1 \leq i \leq K$)

2. 제안된 큐잉네트워크모델의 성능평가

서버와 클라이언트가 K+1와 N개로 구성된 그림 2의 퍼지 폐쇄형 BCMP 큐잉네트워크모델에서 작업들이 각 서버에 서로 다른 작업의 퍼지서비스요구 \tilde{D}_k 를 요구할 때 기존의 평균값분석방법에 퍼지파라미터를 처리할 수 있는 퍼지평균값분석을 적용하여 다음의 성능평가식을 유도한다.

(1) 퍼지작업응답시간

퍼지작업응답시간은 각 클라이언트에서 요청한 작업이 서버에 할당이 되어 작업이 개시되기까지의 대기시간이다. n개의 클라이언트를 갖는 시스템에서 서버 k에 도착한 작업의 퍼지작업응답시간, $\tilde{W}_k[n]$ 은 도착정리에 의해 식(6)과 같다.

$$\tilde{W}_k[n] = \tilde{D}_k(1 + \tilde{L}_k[n-1]) \quad (5)$$

for $k=0, 1, \dots, K$, for $n=1, 2, \dots, N$

여기서 \tilde{D}_k 는 도착한 작업이 서버 k에게 요구한 퍼지서비스요구시간이며, $\tilde{L}_k[n-1]$ 는 지금 도착한 작업 이전에 서버 k에 있는 작업수를 나타낸다. 이는 지금 서버에 도착한 작업이 대기해야할 시간은 이전에 서버 내에 존재한 작업들이 모두 서비스를 받을 때까지의 시간이다. 따라서 n개의 각 클라이언트의 수에 대한 퍼지작업응답시간은 식(6)에서 구한 각 서버들의 퍼지작업응답시간의 합이 되며, 이는 식(7)과 같다.

$$\tilde{W}[n] = \sum_{k=0}^K \tilde{W}_k[n] \quad (7)$$

따라서 최종적으로 N개의 클라이언트와 K+1개의 서버를 갖는 시스템 전체의 퍼지작업응답시간은 식(8)과 같다

$$\tilde{W} = \tilde{W}[N] \quad (8)$$

(2) 퍼지시스템처리율

폐쇄형 큐잉네트워크모델에서 시스템처리율은 서버에

도착한 작업이 서비스를 받고 클라이언트로 출력되어 다시 작업이 서버에 입력되는 도착율이다. 따라서 n개의 각 클라이언트에 대한 작업의 퍼지처리율은 각 클라이언트에서 발생한 작업이 서버에서 처리되기 위해 기다리는 퍼지작업응답시간과 사용자가 작업을 입력하기 위해 클라이언트를 동작하는 퍼지작업동작시간 \tilde{Z} 을 이용하여 식(9)와 같다.

$$\lambda[n] = \frac{n}{\tilde{W}[n] + \tilde{Z}} \quad \text{for } n=1, 2, \dots, N \quad (9)$$

여기서 서버의 수가 고정이 되면 $\lambda[n]$ 이 클라이언트의 수에 의존됨으로 시스템에 요구된 처리율에 맞는 적절한 클라이언트의 수를 결정할 수가 있다. 또한 기존의 폐쇄형 BCMP 큐잉네트워크모델에서는 사용자의 작업동작시간을 평균값으로 가정을 하였지만, 퍼지 폐쇄형 BCMP 큐잉네트워크모델에서는 사용자의 작업 동작 특성상 퍼지값으로 표현하는 것이 적합하다.

따라서 N개의 클라이언트와 K+1개의 서버를 갖는 시스템 전체의 퍼지처리율은 식(10)과 같다.

$$\lambda = \lambda[M] \quad (10)$$

(3) 퍼지평균작업수

시스템내에 있는 작업의 수를 평가하는 측도로 도착한 작업이 서버 k에 요구한 서비스요구 \tilde{D}_k 와 서버 k의 서비스율 $\tilde{\mu}_k$ 에 따라 차이가 난다. n개의 각 클라이언트에 대한 서버 k내에 있는 퍼지평균작업수, $\tilde{L}_k[n]$ 는 퍼지리틀의 법칙의 식(5)와 퍼지연산의 식(4)에 따라 식(6)과 식(9)를 이용하여 식(11)과 같이 구할 수 있다.

$$\tilde{L}_k[n] = \lambda[n] \odot \tilde{W}_k[n] \quad (11)$$

for $k=0, 1, \dots, K$, for $n=1, 2, \dots, N$

따라서 클라이언트 n일 때의 서버에 있는 모든 퍼지평균작업수, $\tilde{L}[n]$ 은 식(11)에서 구한 값들의 합이 되며, 이는 식(12)와 같다.

$$\tilde{L}[n] = \sum_{k=0}^K \tilde{L}_k[n] \quad (12)$$

따라서 최종적으로 N개의 클라이언트와 K+1개의 서버를 갖는 시스템 전체의 퍼지평균작업수는 식(13)과 같다.

$$\tilde{L} = \tilde{L}[N] \quad (13)$$

(4) 퍼지서버활용율

시스템에 도착한 작업에 대해 각 서버들의 활용율을 평가하는 측도로서 시스템 전체의 처리율에 대한 서버 k의 활용율을 나타낸다. 따라서 서버 k에 대한 퍼지서비스 활용율, $\tilde{\rho}_k$ 는 식(10)에서 구한 N개의 클라이언트에 대한 시스템의 퍼지처리율 λ_N 과 해당서버에 요구한 작업의 퍼지서비스요구 \tilde{D}_k 를 이용하여 식(14)와 같이 구할 수 있다.

$$\tilde{\rho}_k = \lambda \cdot \tilde{D}_k \text{ for } k=0, 1, \dots, K \quad (14)$$

시스템에서 각 서버들의 퍼지활용율은 시스템의 퍼지 처리율과 서버에 요구한 작업의 퍼지서비스요구가 높을수록 서버의 퍼지활용율은 높다.

IV. 시뮬레이션 및 결과고찰

유도한 퍼지 성능평가식들의 유효함을 확인하기 위하여 수치적인 예를 적용하고 그 결과를 분석한다. 여기서 시스템에 도착한 작업이 서버 k에 요구하는 퍼지서비스요구 \tilde{D}_k 는 '높다', '보통이다', '낮다' 등의 언어적인 표현에 대한 TFN값을 적용한다.

[수치 예] 집중형 분산처리시스템 성능분석

각 서버에 요구하는 작업의 퍼지서비스요구 \tilde{D}_k 에 대한 시간이 <표 1>과 같고, 사용자가 클라이언트를 통해 작업을 입력하고 동작시키는 것을 '느리다', '보통이다', '빠르다' 등으로 표현되는 퍼지작업동작시간을 $\tilde{Z}=\langle 5.2, 6.5, 8.6 \rangle$ 으로 가정하여 클라이언트 수의 변화에 따른 성능평가를 계산을 하였다.

표 1. 각 서버의 퍼지서비스요구 시간
Table 1. Fuzzy service requirement time for each server

서버	퍼지서비스요구 \tilde{D}_k
0	$\langle 0.012, 0.015, 0.017 \rangle$
1	$\langle 0.010, 0.012, 0.014 \rangle$
2	$\langle 0.004, 0.006, 0.009 \rangle$
3	$\langle 0.003, 0.005, 0.006 \rangle$

그림 3은 클라이언트 수의 변화에 따른 퍼지작업응답 시간의 TFN으로 영역을 표시한 것이다. 이것은 클라이언트의 수가 증가할수록 해당 서버의 이전의 작업들이 증가함으로 작업의 응답시간도 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 도착정리에 의해 지금 도착한 작업은 이전의 작업이 처리되어야 자신이 서비스를 받을 수 있기 때문이다.

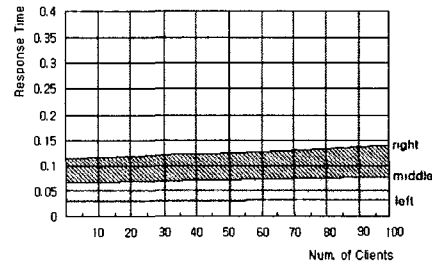


그림 3. 클라이언트수의 변화에 따른 퍼지작업응답시간
Fig. 3 Fuzzy response time according to the number of clients

그림 4는 시스템의 퍼지처리율을 나타낸 것으로 클라이언트 수가 증가할 수로 시스템의 처리율은 높아진다. 이는 클라이언트의 수가 증가함에 따라 시스템에 도착하는 작업들이 증가하여 서버의 서비스율을 증가시켜 시스템의 퍼지처리율도 증가하게 된다.

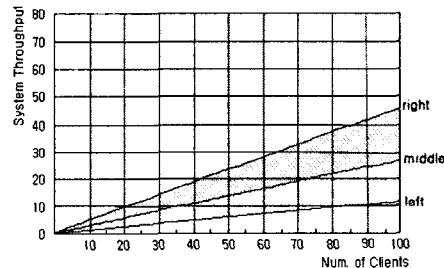


그림 4. 클라이언트수의 변화에 따른 퍼지시스템처리율
Fig. 4 Fuzzy system throughput according to the number of clients

그림 5는 시스템내에 퍼지평균작업수를 나타낸 것으로 식(12)에 의해 클라이언트의 수가 증가할 수로 퍼지평균 작업수가 증가하는 것을 보이고 있다. 이것은 클라이언트의 수가 증가하면, 시스템에 도착하는 작업들이 증가하게 되어 퍼지시스템처리율과 퍼지작업응답시간을 증가시켜 시스템내 퍼지평균작업수도 증가시킨다.

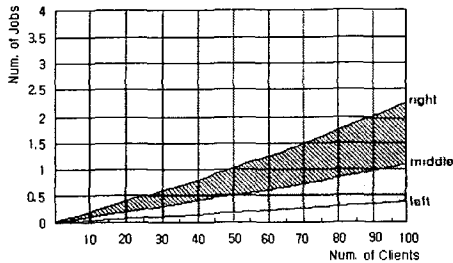


그림 5. 클라이언트수의 변화에 따른 퍼지 평균작업수

Fig. 5 Fuzzy average job number according to clients

그림 6과 그림 7은 각각 서버0과 서버1의 퍼지서버활용율을 나타낸 것으로 식(14)에 의해 클라이언트의 수가 증가할수록 서버들의 퍼지활용율도 증가함을 보여준다. 이것은 각 서버들의 퍼지활용율이 클라이언트의 수가 증가할수록 시스템의 퍼지처리율이 높아져 서버활용율도 증가하는 것을 보여준다.

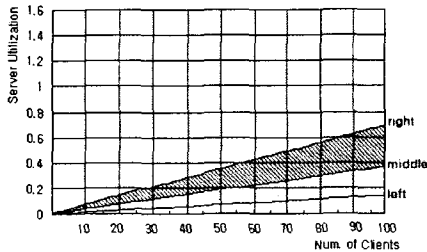


그림 6. 서버0의 퍼지활용율
Fig. 6 Fuzzy utilization of Server 0

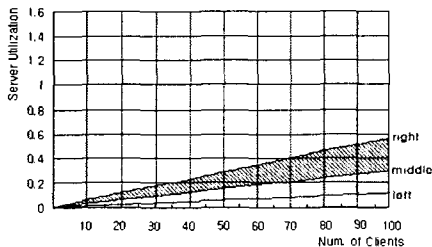


그림 7. 서버 1의 퍼지활용율
Fig. 7 Fuzzy utilization of Server 1

표 1의 수치적인 실제 값을 적용하여 분석한 결과, 한정된 서버의 수에 대해서 퍼지작업응답시간, 시스템의 퍼지처리율, 시스템내 퍼지평균작업수 및 각 서버의 퍼지활용율은 클라이언트의 수가 증가함에 따라 높아짐을 알 수 있다.

이 결과를 이용하여 시스템설계자는 원하는 성능기준에 맞는 적절한 클라이언트와 서버의 수 등과 같은 시스템 규모를 결정할 수가 있고, 퍼지작업환경을 갖는 분산처리 및 네트워크시스템을 보다 실제적이고 유연하게 성능을 평가할 수 있다.

V. 결 론

네트워크 및 시스템환경이 비결정적이고 모호한 특성을 가지고, 서버에 대한 작업의 서비스요구가 다른 집중형 분산처리시스템의 성능평가를 위해 퍼지이론을 적용하여 유연하고 실제적인 성능평가가 가능한 퍼지 폐쇄형 BCMP 큐잉네트워크모델을 제안하였다. 이 모델에서 퍼지요소들은 계산이 용이한 TFN으로 표현하고, 성능평가측도는 퍼지평균값분석을 적용하여 클라이언트에 대한 작업응답시간, 시스템의 처리율, 시스템내 평균작업수 및 서버의 활용율을 유도하였다. 유도한 성능평가측도의 유효함을 검증하기 위하여 작업의 퍼지서비스요구와 클라이언트의 수에 따라 성능평가의 주요 식에 대해 수치적인 실제 값을 적용하여 계산한 후 이를 분석하였다. 그 결과, 클라이언트의 수에 따른 예측된 시스템의 성능평가와 일치함을 보였다.

본 연구결과를 이용하면 퍼지 작업환경이나 제한된 자원과 서로 다른 서비스요구와 시간분포를 갖는 분산처리 및 네트워크시스템을 보다 실제적이고 유연하게 성능을 평가할 수 있다. 향후 퍼지환경을 갖는 개방형 BCMP큐잉네트워크에 대한 퍼지이론을 적용한 퍼지 개방형 BCMP큐잉네트워크의 연구와 이들을 통한 다양한 적용 분야에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] A. O. Allen, Probability, Statistics, and Queueing Theory with Computer Science. Applications, Academic Press, California, 1990.
- [2] B. Baynat and Y. Dallery, "Approximate techniques for general closed queueing networks with subnetworks having population constraints," European J. of Operational Research, Vol.69, pp. 250-264, 1993.
- [3] J. B. Jo, Y. Tsujimura, M. Gen, and G. Yamazaki, "Performance Evaluation of Network Models based on Fuzzy Queueing System," J. of Japan Society for Fuzzy Theory and Systems, Vol.8, No.3, pp. 50-55, 1996.
- [4] J. B. Jo, Study on the Fuzzy Queueing Theory and Its Application to Performance Evaluation of Computer System, Ph. D. Thesis, Dept of Engineering Management, Tokyo Metropolitan Institute of Technology, 1996.
- [5] Y. A. Philis and R. Zang, "Fuzzy Service Control of Queueing System," IEEE Tran. on Syst. Man Cyber, Vol.29, No.4, pp. 503-517, 1999.
- [6] B. S. Chen, S. C. Peng and K. C. Wang, "Traffic modeling, prediction and congestion control for high speed networks : A fuzzy AR approach," IEEE Trans. on Fuzzy System, Vol.8, No.5, pp. 491-508, 2000.
- [7] J. Davidson, "Parallel & Distributed Processing." SIGCSE Bulletin Computer Science Education, 1998.
- [8] J. B. Stefani, "Open distributed processing: an architectural basis for information networks," Computer communications, Vol.18, No.11, pp. 849-862, 1995.
- [9] W. L. Yang, "A distributed processing architecture for a remote simulation system in a multi-user environment," Computers in industry, Vol.40, No.1, pp. 99-106, 1999.
- [10] M. Raiser, "Mean Value Analysis and convolution method for queueing dependent servers in closed queueing networks," Performance Evaluation, Vol.1, No.1 pp. 7-18, 1981.
- [11] I. F. Akyidiz, "Mean value analysis approximation for multiple server queueing network," Performance Evaluation, Vol.9, No.2, pp. 77-91, 1988.
- [12] J. J. Buckley and Y. Qu, "Solving Systems of Fuzzy Equations: A New Solution Concept," Fuzzy Sets and Systems, Vol.39, pp. 291-301, 1991.
- [13] A. Kaufmann and M. M. Gupta, Introduction to Fuzzy Arithmetic, Van Nostrand Reinhold, 1985.

저자소개

추봉조



1990년 경성대학교 전산통계학과 졸업
 1992년 경성대학교 대학원 전자계산학과 졸업
 2002년 부경대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)
 1996년 - 현재
 김천대학 컴퓨터정보처리계열 조교수
 관심분야 : 병렬처리, 네트워크 성능평가, 퍼지이론