DBpia

논문 00-25-8A-2 한국통신학회논문지 '00-8 Vol.25 No.8A

모빌 컴퓨팅 환경에서 중복 디폴트서버를 이용한 쿼리 프로세싱 기법의 성능 분석

정회원 임 성 화*, 김 재 훈*, 김 성 수*

Performance Analysis of Default Server Replication Strategy for Query Processing in Mobile Computing

Sung-Hwa Lim*, Jai-Hoon Kim*, Sung-Soo Kim* ***Regular Members***

요 약

모빌 컴퓨팅에서는 모빌 호스트의 위치와 상태관리를 위하여 디폴트 서버기법이 널리 사용되는데, 모빌 호스트로 전송되는 데이터는 먼저 디폴트 서버에 문의하여 해당 모빌 호스트가 위치하는 로컬 서버로 전송된다. 디폴트 서버기법에 기반을 둔 SDN(single Default Notification)기법에서는 클라이언트가 모빌 호스트와의 연결요청을 하면 쿼리 서버를 통해 해당 디폴트 서버에 모빌 호스트의 위치 및 상태를 문의한 후 통신이 이뤄진다. 그러나 쿼리횟수가 많고 디폴트 서버와의 거리가 멀거나 기지국의 수가 많을 경우 디폴트 서버와의 통신 오버헤드가 커지며, 디폴트 서버에 결함이 발생할 경우 해당 모빌 호스트와의 연결이 불가능해진다. 본 논문에서는 위와 같은 문제점을 해결하기 위해 디폴트 서버와의 통신 비용을 줄이기 위한 디폴트 서버 중첩 기법을 제안한다.

ABSTRACT

The default server strategy is commonly used for location and state managements of mobile host in mobile computing. With this strategy, we can find the cell of destination mobile host to send data by querying the default server. In SDN(single Default Notification) strategy which is a kind of default server strategy, the call is established after the location and state of the callee is acquired to the query server by querying the default server. But the communication cost overhead from the default server is increased if there are large number of cells and query requests, and if it is too far from the default server to a base station. Still more it will be unable to establish any calls to a mobile host when there is a fault in the default server of this host. In this paper, we suggest and evaluate a default server replication strategy to reduce the communication cost overhead and to make the service available.

Ⅰ. 서 론

최근 이동 통신과 컴퓨터 하드웨어 기술 발달로 HPC나 팜탑과 같은 휴대용 컴퓨터를 이용한 모빌 컴퓨팅이 가능하게 되었다. 모빌 컴퓨팅은 사용자가 언제 어디서라도 서비스를 받을 수 있는 장점을 가지고 있으며, 특히 사용자의 위치를 기준으로 한 지역검색 서비스 (예: 가까운 병원이 어디인가)와 같은 기존의 유선 환경에서 지원할 수 없던 기능을 제공 받을 수 있다. 그러나 모빌 컴퓨팅은 사용자가 계속 이동한다는 점, 서버와의 연결이 무선으로 이

* 아주대학교 정보통신 공학과 ({holyfire, jaikim, sskim}@madang.ajou.ac.kr).
논문번호 : 00080-0306, 접수일자 : 2000년 3월 6일
※ 이 논문은 1999년도 두뇌한국21 사업에 의하여 지원되었음.

www.dbpia.co.kr

루어 졌다는 점, 그리고 사용자가 모빌 호스트를 휴대한다는 점에서 여러가지 제한점을 갖고 있다[1],[2],[3]. 모빌 컴퓨팅에서는 이동 호스트의 위치 정보 관리를 위해 디폴트 서버를 두어 지속적으로 이동 호스트의 정보를 관리하게 하는 SDN(Single Default Notification) 기법이 널리 사용된다[5]. 이동 호스트가 다른 기지국으로 이동할 경우 디폴트 서버로 위치 이동이 전달 되는 방법으로 이동 호스트의 정보가 관리 되는데, 다른 클라이언트로부터 이동 호스트로 통신 요구가 발생할 경우 디폴트 서버를 통해 이동 호스트가 위치하는 기지국과 통신을 할 수 있다. 이 경우 기지국의 수가 많은 경우 하나만의 디폴트 서버를 사용하게 되면 이동 호스트에 대한 통신 요구 및 이동 호스트의 이동 시 모든 정보가 하나의 디폴트 서버를 거쳐야 하므로 많은 통신 비용 및 디폴트 서버에 대한 과부하가 예상 된다. 특히 디폴트 서버가 결함에 의해 정지했을 경우 통신이 불가능한 상황도 가능한데, 이 경우 디폴트 서버를 중복 시킴으로써 위와 같은 문제점들을 경감 시킬 수 있다. 본 논문에서는 기존의 SDN 기법을 개선하여 디폴트 서버를 중복시키는 기법을 제안하며, 기존 기법과의 비교를 위하여 모빌 호스트의 위치 이동 및 쿼리에 따른 통신비용에 대한 성능을 평가하였다.

Ⅱ. 관련연구

모빌 컴퓨팅에서는 이동성을 지원하기 위해 사용자의 위치 및 상태에 관한 정보를 서버가 실시간으로 제공 할 수 있어야 하는데, 이 경우 사용자의 정보를 알려주는 방법에 따라 위치정보 등록기능과 검색기능으로 나뉜다. 위치정보 등록기능은 이동 호스트가 다른 기지국으로 이동할 때마다 위치정보를 등록하면 이동성 관리를 위한 네트워크 트래픽이 증가하지만 나중에 위치정보를 검색하는데 필요한 노력은 적게 든다. 반면에 위치정보 검색기능은 이동 호스트가 다른 기지국으로 이동할 경우 위치정보를 등록하지 않고, 이동호스트에 데이터를 보내야 할 경우에 이동 호스트를 찾는 방법이다.

이 두 가지 방법은 이동 호스트의 이동성과 데이터 트래픽 량에 따라 다른 성능을 보이므로, 환경에 따라 적절한 위치정보 관리방식을 결정하여야 한다[6],[7]. 사용자의 위치 정보를 관리하는 방식에는 이동 호스트의 위치 이동 시 전체 서버에 브로트캐스트 해주는 BN(Broadcast Notification)기법과 디폴트 서버를 두어 이동호스트의 정보를 지속적으로 관리하게 하는 DF(Default Fowarding) 기법이 있다[4][5].

1. 단일 디폴트 서버 기법[5]

기지국은 셀 내에 위치하는 이동 호스트들에게 여러가지 정보를 얻기 위해 쿼리 패킷을 보낼 수 있는데, 이동 호스트의 정보에 관한 쿼리의 종류는 다음과 같다.

- L 쿼리 : 이동 호스트의 위치에 대한 정보를 갖는다.
- E 쿼리 : 이동 호스트의 상태를 나타내며 즉 이동 호스트가 켜졌는지에 대한 정보를 포함한다.
- D 쿼리 : 이동 호스트에 대한 여러가지 정보를 갖는다.

디폴트 서버 기법에 기반을 둔 모빌 통신 프로토콜로는 SDN(Single Default Notification) 또는 WDN(double Default Notification)기법이 있는데, [그림1] 에서와 같은 네트워크 구조를 갖는다[5]. 모빌 호스트 i 가 e 지역에서 f 지역으로 이동할 때 기지국 f는 디폴트 서버(m(i))에 알려주며, 클라이언트 c 가 i 와 통신을 시도할 경우 쿼리 서버 a나 b를 통해 디폴트 서버에 문의를 하게 되는데, 디폴트 서버는 이 경우 이동 호스트 i 가 위치하는 기지국으로 연락을 해서 클라이언트 c 와 이동 호스트 i 간에 통신이 이루어 지도록 한다. SDN 기법은 이동 호스트가 이동할 경우(migration)와 L 쿼리, E 쿼리, 그리고 D 쿼리시에 다음과 같은 통신 부하를 갖는다. $C_{Migration}$은 이동 호스트가 다른 셀로 이동했을 경우의 통신 비용이며, C_L, C_E, C_D 는 각각의 쿼리에 따른 통신 비용이다. 또 $D^{(M)}_{f,i}$ 는 기지국 f와 디폴트 서버 m(i) 간의 통신비용이고, $D^{(Q)}_{a,i}$ 는 쿼리서버 a와 디폴트서버 m(i)간의 통신 비용이며, $H_{a,f}$는 쿼리서버 a와 기지국 f간의 통신 비용이다(클라이언트와 디폴트서버, 기지국과 이동호스트간의 통신비용은 생략되었다).

$$
\begin{aligned}
C_{Migration} &= D^{(M)}_{f,i} \\
C_L &= 2D^{(Q)}_{a,i} \\
C_E &= D^{(Q)}_{a,i} + D^{(M)}_{f,i} + H_{a,f} \\
C_D &= D^{(Q)}_{a,i} + D^{(M)}_{f,i} + H_{a,f}
\end{aligned} \qquad (1)
$$

www.dbpia.co.kr

실제로 [그림2] 과 같은 n x n의 n-grid 구조에 적용하였을 때의 통신비용 D와 H의 평균값은 다음과 같이 계산할 수 있다[5].

$$\overline{H} = \frac{2(n-1)(n+1)}{3n}$$

$$\overline{D^{(Q)}} = \overline{D^{(M)}} = \begin{cases} \frac{(n+1)(n-1)}{2n} : n\text{은홀수} \\ \frac{n}{2} : n\text{은짝수} \end{cases} \quad (2)$$

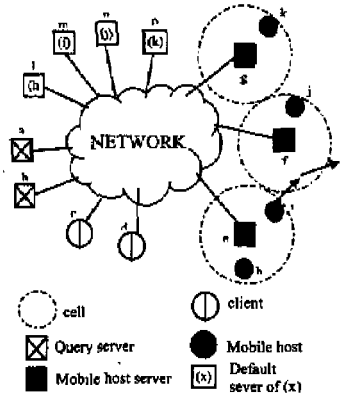


그림 1. SDN 기법의 네트워크 구조[5]

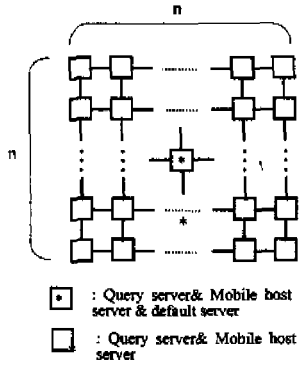


그림 2. n-grid topology[5]

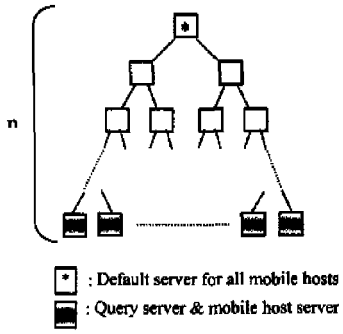


그림 3. binary tree topology[5]

또한 [그림 3]과 같은 이진 트리 구조에서의 통신비용 D와 H의 평균값은 다음과 같이 구할 수 있다(n 은 트리의 높이) [5].

$$\overline{H} = 2(n-2) + 2^{2-n}$$
$$\overline{D^{(Q)}} = \overline{D^{(M)}} = n-1 \quad (3)$$

그러나 디폴트 서버가 하나이면 기지국의 수가 많고 이동 호스트가 멀리 떨어져 있을 경우, 통신 연결 요청 때마다 멀리 떨어진 디폴트 서버를 거쳐야 하므로 통신 비용이 많이 소요된다. 또한 통신 연결 요청이 빈번하고 통신 트래픽이 많으면 디폴트 서버에 과부하가 걸릴 수 있으며, 특히 디폴트서버에 결함이 발생할 통신이 두절될 가능성도 있다. 그러므로 위와 같은 문제점을 해결하기 위해 디폴트 서버를 중복 시킬 수 있는데, 3장에서는 디폴트 서버를 중복 시키는 기법을 소개하고 중복기법을 이용한 경우의 쿼리 프로세싱의 성능을 식으로 나타내었다. 4장에서는 식을 이용한 성능 분석을 통하여 중복서버의 성능을 평가 하였으며, 5장에서 시뮬레이션을 통하여 성능을 검증하였다.

Ⅲ. 중복 디폴트 서버 기법

디폴트 서버와 모빌 호스트 서버, 그리고 쿼리 서버 간의 통신비용을 줄이기 위해서는 디폴트 서버를 중복시키는 방법이 효과적이다. 일반적으로 중복기법을 사용하므로써 얻을 수 있는 장점은 다음과 같다[8].

가) 데이터의 백업을 통해 하나의 서버에 결함이 발생하여도 데이터를 보존할 수 있다. 그러므로 시스템의 신뢰성(reliability)를 높일 수 있다.
나) 하나의 서버에 결함이 발생하여도 다른 서버에서 서비스를 할 수 있으므로 가용성을 높일 수 있다.
다) 작업량이 여러 서버로 분산되므로 과부하를 줄일 수 있다.

그러나 본 연구에서 중복 서버 기법을 사용한 가장 큰 이유는 통신 비용 절감을 위해서이다. SDN (single default notification)기법에서는 모빌 호스트에 call을 할 경우 해당 모빌 호스트의 디폴트 서버에 먼저 문의를 하여 모빌 호스트가 위치하는 셀(cell)의 위치 정보를 받은 후, 기지국을 통하여 통신이 이루어 진다. 이 경우 디폴트 서버가 하나이므

www.dbpia.co.kr

로 클라이언트 또는 쿼리서버가 디폴트 서버와 멀리 떨어져 있을 경우, 통신 비용이 무시 할 수 없을 정도로 증가 할 수 있으며, 최악의 경우 가까이 위치한 모빌 호스트로의 통신을 위해서도 멀리 떨어진 디폴트 서버와의 통신이 선행되어야 한다. 그러므로 이런 불필요한 통신 비용을 줄이는 것이 중복 디폴트 서버의 목적이다. 반면에 서버를 중복시킬 경우 중복 투명성(replication transparency)를 제공해야 하며, 중복에 따른 오버헤드를 부담해야 하는 단점이 있다. 서버 중복을 위해서 본 연구에서는 하나의 데이터가 저장 또는 갱신 되었을 경우 시스템에서 자동적으로 중복된 서버들의 데이터를 저장 및 갱신 시키도록 하였다. 기존의 SDN기법을 개선하여 디폴트 서버를 네 개로 중복시킬 경우의 통신 비용($C_{Migration}$, C_L, C_E, C_D)은 다음과 같다.

$$\overline{H} = \frac{2(n-1)(n+1)}{3n}$$
$$\overline{D^{(Q)}} = \overline{D^{(M)}} \approx \frac{n}{4}$$
$$U \approx \frac{3n}{2} \qquad (4)$$

모빌 호스트가 기지국으로 이동했을 경우 해당 기지국은 가장 가까운 디폴트 서버로 변경내용을 전송하게 되는데, 전송을 받은 디폴트 서버는 중복된 디폴트 서버들의 일치성을 유지하기 위하여 각각의 내용을 갱신 시킨다. 이 경우 디폴트 서버에서 디폴트 서버로의 데이터 전송으로 인한 통신 비용(U)이 추가된다. 그러나 디폴트 서버의 내용을 변경하지 않는 작업들(L query, E query, D query)의 경우, 내용 변경에 따른 갱신작업이 필요하지 않으며 중복된 디폴트 서버들 중 가장 가까운 서버로부터 서비스를 받을 수 있으므로 통신비용을 최소화 시킬 수 있다. 중복 디폴트 서버기법을 n-grid 네트워크 구조에서 구현할 경우의 예로, 7X7 네트워크의 구조를 [그림4] 에 나타내었다. n x n 네트워크의 통신비용($C_{Migration}$, C_L, C_E, C_D)을 위한 D, H, 그리고 중복된 디폴트 서버의 갱신비용 U의 평균값을 구하면 다음과 같다.

$$C_{Migration} = D_{f,i}^{(M)} + U$$
$$C_L = 2D_{a,i}^{(Q)}$$
$$C_E = D_{a,i}^{(Q)} + D_{f,i}^{(M)} + H_{a,f}$$
$$C_D = D_{a,i}^{(Q)} + D_{f,i}^{(M)} + H_{a,f} \qquad (5)$$

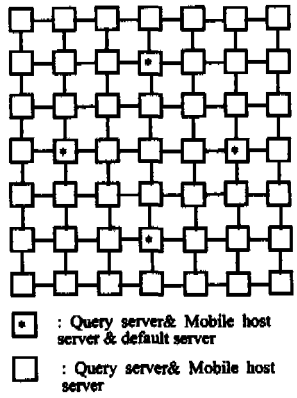


그림 4. 7 × 7 네트워크 구조

또한 중복서버 기법을 이진 트리에 적용하여도 성능향상을 기대할 수 있는데, [그림5]과 같은 구조로 디폴트 서버를 중복 시키면 다음과 같이 통신비용을 구할 수 있다. 디폴트 서버의 중복정도가 높을수록 디폴트 서버 갱신에 따른 통신비용(U)가 높아지므로, 쿼리횟수는 많고 모빌호스트의 위치이동은 적은 경우에 적합함을 예상할 수 있다.

● 디폴트 서버를 두 개로 중복 시킬 때

$$\overline{H} = \frac{2(n-1)(n+1)}{3n}$$
$$\overline{D^{(Q)}} = \overline{D^{(M)}} = n-3$$
$$U = 6 \qquad (6)$$

● 디폴트 서버를 네 개로 중복 시킬 때

$$\overline{H} = \frac{2(n-1)(n+1)}{3n}$$
$$\overline{D^{(Q)}} = \overline{D^{(M)}} = n-2$$
$$U = 2 \qquad (7)$$

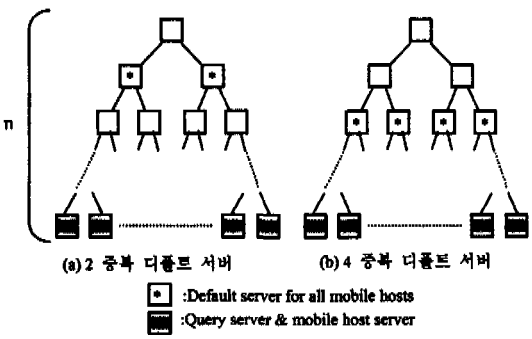


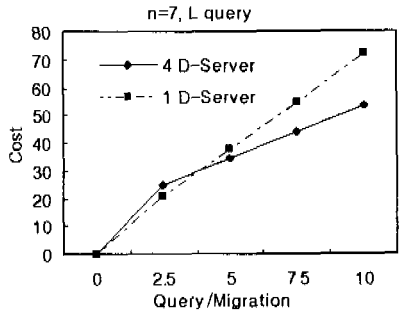
그림 5. 이진 트리에서의 중복 디폴트 서버 구조

www.dbpia.co.kr

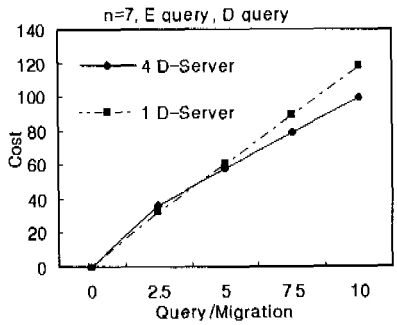
Ⅳ. 성능평가

서버를 중복시킬 경우 일치성 유지를 위한 통신 비용과 서버 및 데이터 중복에 따른 시간적, 물리적 오버헤드를 부담해야 한다. 본 연구에서는 단일 디폴트 서버를 사용했을 경우와, 디폴트 서버를 중복시켰을 경우의 통신 비용을 분석하므로써 성능 비교를 하였다. n-grid 네트워크 및 이진 트리 구조에서 중복 디폴트 서버의 성능평가를 위하여 디폴트 서버를 중복하지 않은 경우와 4개로 중복 했을 경우 발생되는 통신비용에 대하여 비교하였다. n-grid 네트워크의 경우 n 이 3인 경우와 n 이 7인 경우에 대하여 각각 L 쿼리, E 쿼리, D 쿼리에서의 모빌 호스트의 위치이동 당 통신비용을 비교하였다[그림6], [그림7]. 통신 비용은 다음의 식을 이용하여 구하였다.

$$\text{Cost} = C_{L \text{ or } E \text{ or } D} \times (Query/Migration) + C_{Migration} \quad (8)$$

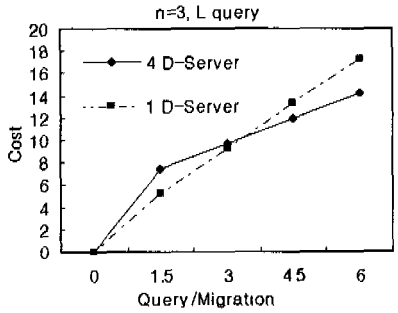


(a) L query의 통신비용

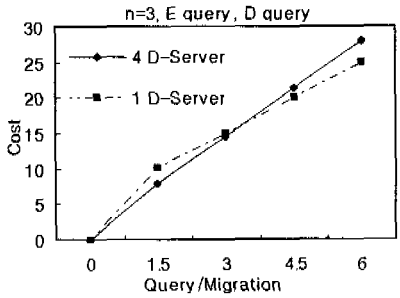


(b) E query의 통신 비용

그림 6. n=7일 때 n-grid에서 디폴트 서버의 중복에 따른 쿼리의 통신비용



(a) L query의 통신비용



(b)E query의 통신비용

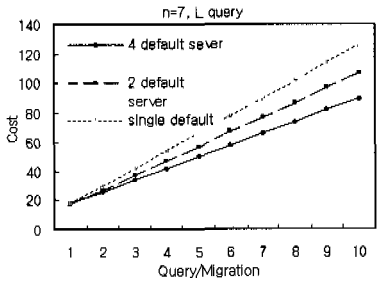
그림 7. n=3 일 때 n-grid에서 디폴트 서버의 중복에 따른 쿼리의 통신비용

결과에서처럼 쿼리횟수에 대하여 모빌 호스트의 위치이동이 잦은 상황에서는 디폴트 서버간의 내용 갱신에 의한 추가적 통신 오버헤드로 통신비용이 오히려 증가하였지만, 쿼리횟수가 증가함에 따라 쿼리에 따른 디폴트 서버의 억세스를 위한 통신비용이 상대적으로 줄어드므로 전체적으로 적은 통신비용을 나타내었다.

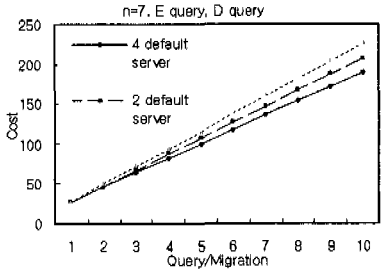
또한 기지국의 수가 많아 질수록 단일 디폴트 서버기법에 비해 중복 디폴트 서버 기법의 통신 비용이 줄어 듦을 알 수 있다. 이것은 기지국의 수가 많아 짐에 따라 임의의 기지국에서의 디폴트 서버와의 통신 비용이 증가하기 때문이다.

[그림8] 은 n=7 인 이진 트리 구조에서 디폴트 서버를 중복하지 않은 경우와 2개로 중복시킨 경우, 그리고 4개로 중복시킨 경우에 대한 통신 비용의 그래프 이다. 트리 구조[그림 5]에서는 디폴트 서버를 중복시킬 경우 갱신 비용(U)에 비해 디폴트 서버와 모빌 호스트 서버 또는 쿼리 서버와의 통신비용의 감소폭이 훨씬 크므로, 전체적으로 좋은 성능을 나타내었다.

www.dbpia.co.kr



(a) L query의 통신비용



(b) E query, D query의 통신비용

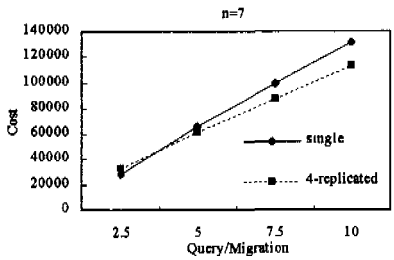
그림 8. n=7일때 이진 트리구조에서 디폴트서버의 중복에 따른 쿼리의 통신비용

V. 시뮬레이션

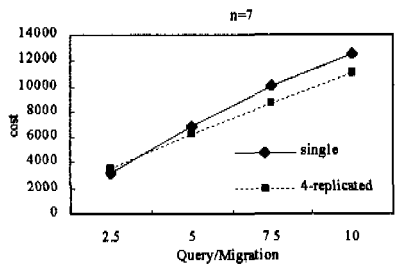
디폴트 서버를 중복했을 경우 통신 비용을 절감시켜 전체 성능을 높일 수 있음을 4장에서 식을 이용한 성능 분석으로 나타내었고, 분석한 결과를 시뮬레이션을 통하여 검증하였다. 시뮬레이션을 위한 가정 및 입력 변수를 다음과 같이 설정하였다.

- 모빌 호스트의 이동은 핸드오프를 야기 시키며, 디폴트 서버에 위치 정보를 갱신 시킨다.
- Migration에 따른 디폴트 서버의 갱신은 서버들 간의 hops만큼 통신 지연이 된다. (1 hop은 인접한 서버간의 통신 시간으로 설정한다.)
- 디폴트 서버 정보 갱신의 지연은 잘못된 query 응답을 발생시킬 수 있으며, 이 경우 모빌 호스트의 위치 정보 문의에 대한 추가 통신 비용(잘못 지정된 기지국과 쿼리서버, 쿼리서버와 디폴트 서버, 쿼리 서버와 모빌 호스트가 위치간 기지국 사이의 통신 비용)이 소요된다.
- 쿼리 요청은 망내의 임의의 서버에서 발생하며, 쿼리는 L 쿼리와 E, D쿼리를 포함한다.
- 서버간의 hops에 따른 통신 비용과 쿼리 및 이동(migration) 시간 비율은 입력 파라미터로 제어한다.
- 모빌 호스트의 이동시간과 임의의 쿼리 발생시간의 도착 간격 시간(interarrival time)은 각기 지수분포(exponential distribution)을 따른다.
- 시뮬레이션의 결과값인 통신 비용은 시스템에서 정한 단위 시간으로 측정한다.
- 전체 시간은 1,000,000 단위 시간으로 설정하였다.

[그림9] 는 n-grid 네트워에서 n이 7인 경우 쿼리당 이동횟수(query/migration)에 따른 통신비용을 서버간의 통신 지연(hop delay)와 모빌 호스트의 이동 발생 간격(interarrival time)의 비율이 1:1000인 환경[그림 9 (a)]과 1:10000인 환경[그림 9(b)]에서 시뮬레이션 하였다. 기지국의 수가 변화함에 따른 중복 디폴트 서버 기법의 성능 평가를 위하여 기지국의 수가 3일 환경[그림 10(a)]과 기지국의 수가 9인 환경[그림 10(b)]에서 단일 디폴트 서버 기법과 비교 실험 하였다. 4장에서 식으로 분석한 결과와 다르지 않게 시뮬레이션에서도 기지국의 수가 증가함에 따라 중복 디폴트 서버 기법의 통신 비용이 상대적으로 완만하게 증가함을 알 수 있다.



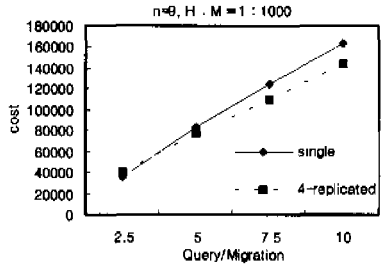
(a) hop delay : migration = 1 : 1000



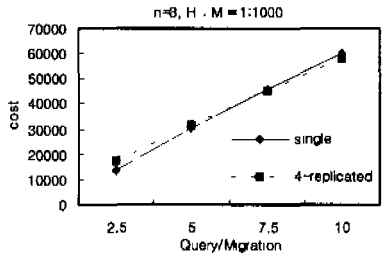
(b) hop delay : migration = 1 : 10000

그림 9. 7-grid 네트워에서 query/migration에 따른 통신 비용

www.dbpia.co.kr



(a) n=3일 때의 통신 비용



(b) n=9일 때의 통신 비용

그림 10. n-grid 네트웍에서 n=3, n=9일 때의 통신 비용

VI. 결론 및 향후계획

디폴트 서버 기법에 기반을 둔 SDN 기법은 기지국의 수가 많고 통신 트래픽과 쿼리가 많은 경우, 멀리 떨어진 디폴트 서버와의 잦은 통신으로 불필요한 통신 비용이 추가되며 디폴트 서버에 결함이 발생할 경우 서비스를 받을 수 없는 문제점이 있다. 그러므로 디폴트 서버를 중복하는 방법을 생각할 수 있는데, 이 경우 쿼리에 대한 통신 비용은 급격히 감소 하였으나 이동 호스트가 다른 기지국으로 이동할 경우(migration) 중복된 디폴트 서버들에 대한 갱신 작업이 필요하므로 이에 대한 오버헤드가 추가적으로 발생 하였다. 그러므로 디폴트 서버의 중복은 이동 호스트의 위치 이동에 대한 쿼리의 비율이 큰 경우 즉, 사용자의 이동이 잦지 않은 환경에서 적합함을 알 수 있었다. 그러므로 통신환경의 특성에 따라(이동 패턴, 통신 횟수)에 따라 디폴트 서버의 중복 여부 또는 중복 정도가 적합하게 결정되어 한다. 향후계획으로는 디폴트 서버의 중복 정도 및 중복위치를 환경에 따라 최적화 시킴으로써 적응적인 디폴트 서버 중복기법을 연구할 예정이다.

참 고 문 헌

[1] G. H. Forman and J. Zahorjan, "The Challenges of Mobile Computing,"IEEE Computer, V 27, N 4, April 1994, pp. 38-47.

[2] E. Pitoura and G. Samaras, "Data Management for Mobile Computing," Kluwer Academic Publishers, 1997.

[3] M. Satyanarauanan, "Fundamental challenges of mobile computing," ACM Symposium on Principles of Distributed Computing, 1995 (PODC'95 invited lecture).

[4] F. Teraoka, Y. Yokote and M. Tokoro, "A Network Architecture Providing Host Migration Transparency," Proc. of ACM-SIGCOMM'91, pp.45-65, 1991.

[5] M. Tsukamoto, R. kadobayashi and S. Noshio, "Strategies for Query Processing in Mobile Computing," Mobile Computing, Kluwer Academic Publishers, pp. 595-620, 1996.

[6] 임경식, "이동 컴퓨팅 연구동향," 정보과학회지, 제 16권, 제 1호, 1998년 1월, pp. 7-11.

[7] B. Awerbuch and D. Peleg, "Concurrent online tracking of mobile users," Proc. ACM SIGCOM '91 pp. 221-233, 1991.

[8] A. Tanenbaum, "Distributed Operating Systems," Prentice Hall, 1995.

임 성 화(Sung-Hwa Lim) 학생회원

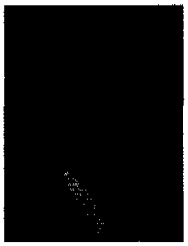
1999년 : 아주대학교 정보 및 컴퓨터 공학부 졸업 (학사)

1999년 : 현재 아주대학교 정보통신 전문대학원 석사과정

<주관심 분야> 이동컴퓨팅, 실시간 시스템, 결함허용 시스템,

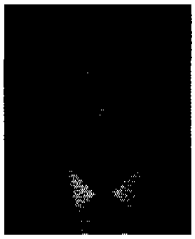
www.dbpia.co.kr

김 재 훈(Jai-Hoon Kim) 정회원



1984년 : 서울대학교 제어계측공학과 (학사)
1993년 : Indiana University, Computer Science (석사)
1997년 : Texas A&M University, Computer Science (공학박사)
1984년~1991년 : 대우통신㈜ 컴퓨터연구실 대리
1995년~1997년 : Texas A&M University, Graduate Research Assistant
1997년~1998년 : 삼성전자㈜ 컴퓨터시스템팀 수석연구원
1998년~현재 : 아주대학교 정보 및 컴퓨터공학부 조교수
<주관심 분야> 분산시스템, 실시간시스템, 이동컴퓨팅

김 성 수(Sung-Soo Kim) 정회원



1982년 : 서강대학교 전자공학과 (공학사)
1984년 : 서강대학교 전자공학과 (공학석사)
1995년 : Texas A&M University, 전산학과(공학박사)
1983년~1986년 : 삼성전자(주) 종합연구소 컴퓨터연구실(주임연구원)
1986년~1996년 : 삼성종합기술원 수석연구원
1991년~1992년 : Texas Transportation Institute 연구원
1993년~1995년 : Texas A&M University, 전산학과, T.A.
1996년~현재 : 아주대학교 정보통신대학 정보및컴퓨터공학부 교수
<주관심 분야> 멀티미디어, 결함 허용, 이동 컴퓨팅, 성능 평가, 시뮬레이션

www.dbpia.co.kr