

속도에 따른 세그먼트의 계층별 프리페칭

최인선^o 조기환

전북대학교 컴퓨터과학과

(ischoi, ghcho}@dcs.chonbuk.ac.kr

A Segment's Layer Prefetching Scheme According to the Speed of the Mobile User

InSeon Choi^o

GiHwan Cho

Dept. of Computer Science, Chonbuk National University

요 약

이동환경의 특성상 대역폭, 지연과 트래픽 등의 제약사항은 항상 존재한다. 기존의 음성위주의 통신이 아닌 통합된 멀티미디어 서비스를 추구하고 있는 현재의 상황에서는 더욱더 큰 문제로 인식된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 캐싱이나 프리페칭은 물론 여러 가지 방법론들이 연구되어왔다. 하지만, 실질적으로 사용자가 원하는 정보를 제공하는데 있어서 많은 한계점이 있다. 따라서, 본 논문에서는 사용자가 가까운 시간 안에 필요로 하는 정보를 미리 가져올 수 있도록 사용자의 이동 속도를 고려한 세그먼트의 계층별 정보를 프리페칭하는 방법을 제시한다. 그 결과, 정보획득의 유연성은 물론 메모리 활용률의 효율성을 향상시킬 수 있다.

1. 서 론

바야흐로 유비쿼터스의 시대가 도래하고 있다. 'Any Time, Any Where, Any Device and Any Contents'의 4A 개념을 바탕으로 한 미래형 서비스는 유선망과 무선망의 구분이 희미 해지면서 하나로 통합된 통신 공간을 지향하는 차세대네트워크(NGN ; Next Generation Network)를 구상하고 있다. 차세대네트워크는 전화망(PSTN)·인터넷·ATM·전용망·무선망 등의 서로 다른 망을 하나의 공통된 망으로 구조를 단순화해 음성과 데이터를 통합한 다양한 멀티미디어 서비스를 통합적으로 제공할 수 있는 차세대 통신 네트워크를 말한다. 이 용자들은 어떤 장치를 통한 언제·어디서나 어떠한 크기의 정보라도 얻을 수 있다. 개방형 인터페이스를 제공하고 고품질·시큐리티·고신뢰성을 기반으로 초고속 유무선 서비스를 실시간으로 제공한다는 것이다[1].

그러나, 추구하는 유비쿼터스의 시대가 초기단계인 만큼 기존의 네트워크 구조를 기반으로 차세대네트워크를 위한 시스템을 구축하는 데는 많은 한계가 있다. 무선통신 인프라구조의 특성상 낮은 대역폭, 높은 지연과 트래픽 그리고 잦은 끊김 등은 끊임없이 숙지해야 할 영구과제인 것이다. 더욱이, 다양한 통합된 서비스를 제공하기 위해서는 이러한 장애요소를 극복하기 위한 연구과제가 절실히 요구된다. 물론 이러한 문제점들을 해결하기 위해서 캐싱기법이나 프리페칭에 관한 연구가 진행되어왔고 또 진행 중에 있다. 하지만 신속성 있는 정보획득 방법에는 부족함이 많다.

본 논문은 이동정보서비스 환경에서 주어진 정보를 세그먼트 단위로 관리하여 사용자의 이동속도에 따라 프리페칭되는 정보를 단계별로 구분하는 전략이다. 임의의 시점에 단말의 이동 속도를 고려함으로써 속도가 빠르면 개략적인 정보를, 느리면 상세한 정보를 프리페칭한다. 이는 프리페칭되는 정보의 유연성을 보장한 것으로 메모

리의 효율성 증가 또한 기대된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 프리페칭과 관련된 연구에 대해서 분석하고, 3장에서는 이동정보서비스의 시스템모델을 살펴본다. 4장에서는 3장에서 제기된 이동정보서비스의 요구사항을 해결하기 위한 계층별 프리페칭방법을 제시한다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구과제를 언급한다.

2. 관련 연구

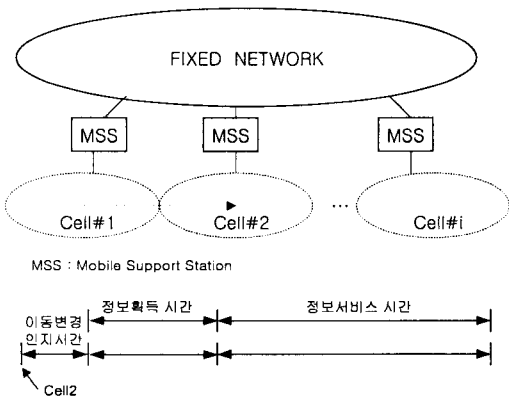
프리페칭의 목적이 네트워크 왕복을 최대한 줄이고, 서버측의 업무처리를 최소화하는 것이 목적인 만큼, 이것이 적용된 네트워크 내에서는 빠른 응답시간과 지연시간 감소로 로컬영역 및 글로벌 영역에서의 높은 업무 효율을 기대할 수 있다. 지연시간 감소는 로컬영역의 스트리지, 메모리, 네트워크량 등의 자원을 절약할 수 있으며, 메인 서버측으로의 데이터접근 횟수와 처리량을 늘릴 수 있다. 하지만 네트워크 소요량과 서버측의 부담을 감소시키기 위해 적용한 프리페칭방법은 너무나 기본 원칙에 충실했을 경우 예기치 않은 문제점들이 나타날 수 있다. 게다가 이미 포화상태에 이른 네트워크의 소용량에 비추어 볼 때, 실제 원하는 데이터들은 대량의 데이터가 될 수도 있다는 점을 감안하여 보면 프리페칭이 반드시 올바른 것만은 아니다. 특히, 고정된 환경이 아닌 이동환경 하에서의 정보이용은 이동사용자의 위치와 방향 그리고 속도를 적용함으로써 시간과 장소에 관계없이 가장 적절한 정보를 획득할 수 있는 방법들이 필요하다[2].

이러한 점들을 고려하여 몇 가지 프리페칭방법들이 제시되었는데, 대표적인 예로 속도기반의 프리페칭과 방문지의 이동 빈도수를 적용한 프리페칭이다. 속도기반의 프리페칭[3]은 미리 가져온 데이터로 인한 로컬영역의 부담을 줄이기 위한 방법중의 하나로, 가까운 미래에 유용

하게 사용될 것으로 예측되는 정보들로 프리페칭되는 범위를 제한하기 위하여 서클이 아닌 사각형의 모양을 활용한다. 즉 이동속도 요소는 프리페칭 영역의 길이를, 이동방향 요소는 폭을 제한하기 위해서 적용한 방법이다. 빈도수를 적용한 프리페칭[4]는 이동사용자의 과거 일정 기간동안의 특정지역에 대한 방문횟수를 분석한 후 이를 바탕으로 미래에 참조될 것으로 예측되는 정보들을 프리페칭한 것으로 속도기반의 빈도수를 적용한 것이기 때문에 속도기반의 프리페칭 방법과 비교했을 때, 프리페칭된 정보의 활용률이 높게 측정되었다. 하지만 과거 참조정보를 이용한 예측이어서 그 자체에 한계를 가지고 있다. 또한 프리페칭되는 정보는 막연한 정보이기 때문에 신속성이 부족하다. 즉, [3]을 예로 보았을 때, 상황에 따라서 개략적인 정보 혹은 상세한 정보를 프리페칭해야 할 것인지를 판단하지 못함으로써 지연을 초래하게 된다. 따라서 이러한 문제를 해결할 전략들이 절실히 요구된다.

3. 이동정보서비스의 시스템 모델

이동사용자가 고정네트워크에 연결된 기지국 영역 내에서 또 다른 영역으로 이동하는 동안 이동정보서비스에 소요되는 지연 현상은 두 가지 요소로 구분된다. [그림 1]은 셀#1에서 셀#2로 이동하는 상황을 보이고 있는 것으로 이동변경인지시간과 정보획득시간을 지연시간으로 갖는다. 이동사용자에게 유효한 정보서비스 시간을 충분히 확보해 주기 위해서는 정보획득시간을 가능한 감소시켜야 한다. 이러한 해결책중의 하나가 프리페칭 전략으로 가까운 미래에 필요로 하는 정보를 미리 가져옴으로써 정보획득시간을 줄이는 것이다.



[그림 1] 이동정보서비스 시스템

이동환경에서 정보를 서비스 받는 사용자들은 자연스러운 정보획득을 원하고 있다. 어떠한 지연요소도 적용되지 않는 현재 상황에 적합한 정보를 필요로 하고 있다. 따라서, 이러한 이동정보서비스를 얻기 위해서는 몇 가지 고려해야 할 요구사항이 있다[5].

첫째, 정보의 활용률을 높이는 것이다. 사용자는 정보의 활용률을 높이기 위해서 심플하고 효율적인 솔루션의

필요성이 요구된다. 즉, 해당되는 모든 정보를 무조건 다 운반하는 것이 아니라 신속성 있는 정보검색을 선택하는 것이다. 이렇게 함으로써 비용절감은 물론 유연한 정보 검색을 실행할 수 있게 된다. 예를 들어, 어떤 특정영역 전체의 정보를 나타내는데는 20MB의 영역이 필요하지만 실제로 사용자가 필요로 하는 영역은 오직 20KB일 수 있다는 것이다. 둘째, 이동단말장치의 제한된 디스플레이와 파워를 감안해야한다. 따라서, 서버와 네트워크 인프라구조에 좀더 많은 기능들을 내포시켜야한다. 특히, 제한된 대역폭과 컴퓨팅 파워로 큰 규모의 정보를 전송해야 하지만 심플한 디스플레이 성능만을 요구한다. 셋째, 이동사용자가 네트워크의 지연을 느끼지 못하도록 지능적인 기술을 적용해야 한다.

이상과 같은 요구사항을 만족시키기 위해 다음 장에서는 세그먼트로 정보를 관리함으로써 단말의 속도에 따라 계층적으로 프리페칭할 정보를 한정시키는 기술적 방법을 제안한다.

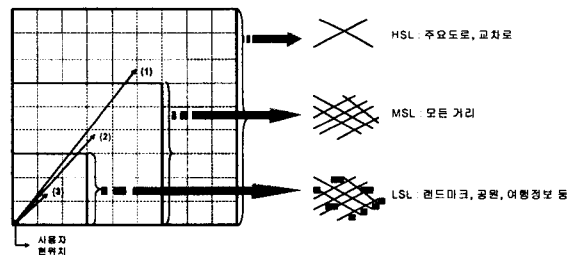
4. 단말의 속도에 따른 계층별 프리페칭

이동환경에서 유효한 정보 획득을 위해서는 사용자의 이동상황을 적절하게 표현해야 한다. 사용자의 이동상황은 위치와 이동속도로 표현될 수 있는데, 본 장에서는 맵 세그먼트를 이동 단말의 속도에 따라 단계별로 표현하고, 사용자의 질의 패턴을 기반으로 계층별 프리페칭 알고리즘을 나타낸다.

4.1 계층별 정보 표현

본 논문에서는 제안하는 방법의 투명성을 위해서 몇 가지 방법을 가정한다. 먼저, 같은 정보크기로 맵 세그먼트를 나누고 각각의 맵 세그먼트는 2차원으로 나타낸다. 또한 맵 세그먼트는 원래의 맵에서 단계를 증가시키면서 성공적으로 액세스할 수 있도록 한다. 각 세그먼트는 아래와 같이 3단계로 구성된다.

- 1 단계: HSL(High-Speed-Layer) : 주요도로, 교차로
- 2 단계: MSL(Medium-Speed-Layer) : 모든 거리
- 3 단계: LSL(Low-Speed-Layer) : 랜드마크, 공원, 여행정보 등 행정정보 등과 같이 상세한 정보를 나타낸다.



[그림 2] 속도에 따른 계층별 프리페칭

[그림 2]는 이동사용자의 현 위치에서 측정된 속도에 따라 프리페칭되는 정보를 계층별로 나타낸 것이다. 속도의 세기(s)를 $a > \beta > \gamma$ 라고 표현했을 때, (1)은 $s \geq a$,

(2)는 $s \geq \beta$ 그리고 (3)은 $s \geq v$ 를 나타낸 것으로 각각 HSL, MSL과 LSL을 나타낸다.

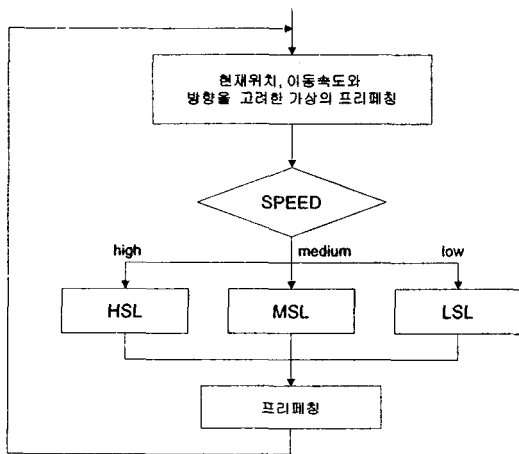
HSL은 가장 높은 단계의 맵으로 최소한의 저장공간이 필요하다. MSL과 LSL은 좀더 자세한 정보를 나타내기 때문에 HSL보다는 훨씬 큰 저장공간이 필요하다. 각각의 맵 세그먼트는 페이지 번호에 의해서 저장된다.

4.2 계층별 프리페칭 알고리즘

이동사용자측에서 인지되는 지연의 완화와 무선환경에서의 데이터 활용률 증가를 위해서 본 논문에서는 이동 단말의 속도에 따라 프리페칭되는 정보를 계층별로 분리함으로써 프리페칭의 효율성을 증가시킨다. 프리페칭 알고리즘의 주요 특징으로는 미래에 필요로 하는 페이지를 알고 사용자가 액세스하는 정보의 페이지 범위를 한정하기 위해서 현재위치, 이동속도와 방향이 사용된다.

기존의 대부분의 프리페칭기법은 미래에 필요로 하는 정보획득이 부족하였다. 따라서 본 논문에서는 세그먼트를 적용시킴으로서 보다 유연하게 정보의 획득을 도울 수 있도록 한다. 세그먼트 정보의 계층별 분류는 다음과 같은 사용자의 질의 패턴을 기반으로 한다.

- *local-request-pattern* : 도심지역에서의 이동에 대한 모델링
- *highway-request-pattern* : 고속도로에서의 이동에 대한 모델링
- *combined-request-pattern* : 도심지역과 고속도로상에서의 이동에 대한 모델링



[그림 3] 프리페칭 알고리즘 흐름도

local-request-pattern 모델은 도심지역에서 주기적으로 탐색과 드라이빙하는 상황을 모델링한 것으로 10~30초 사이에 3~6번의 질의와 5~10분의 질의 간격을 두고 수행한다. *highway-request-pattern* 모델은 질의 간격이 *local-request-pattern* 모델보다 크다는 것을 제외하고는 거의 유사하며 이동사용자는 고속도로상에서 드라이빙한다고 가정한다. 질의 간격은 10~20분이다. *combined-*

pattern 모델은 위의 두 가지 모델을 조합한 것으로 고속도로 입구를 찾고 있는 상황, 원하는 출구를 찾아서 목적지까지 이동하는 상황이다.

기본적인 프리페칭 동작에 대해서는 [그림 3]에서 보여주고 있다. 이동사용자는 특정위치에서 주어진 위치의 정보를 K바이트 프리페칭한다. 이동사용자는 서로 다른 이동속도와 위치를 가지고 있기 때문에 프리페칭되는 정보는 각각 다른 정보를 나타낸다. 이동사용자가 빠른 속도로 이동하면 HSL에 있는 정보를 나타내고 넓은 영역의 맵에서 좀 더 많은 세그먼트를 프리페칭한다. 반면에 느린 속도로 이동하면 LSL에 있는 정보를 나타내고 좁은 영역의 맵에서 적은 수의 세그먼트를 프리페칭한다.

5. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 이동환경에서 사용자가 필요로 하는 신속성 있는 정보를 얻기 위해서 정보영역을 계층별로 구분한 세그먼트단위로 구성된 프리페칭 방법을 제안하였다. 사용자의 이동 속도에 따라서 정보 획득 계층이 다르기 때문에 정보획득의 유연성은 물론 메모리 활용률의 효율성을 얻을 수 있다. 이는 세그먼트의 계층별로 구분된 정보의 양이 다르기 때문이다. 또한 세 가지로 분류한 질의 패턴에 따라 제시한 방법을 적용함으로써 객관성 있는 평가가 기대된다.

향후 연구과제로 본 논문에서 제시한 기법에 대한 시뮬레이션 및 분석을 통해서 계층별 프리페칭 전략의 성능향상에 대한 검증이 필요하다. 또한, 이동사용자의 방문지에 대한 절대 빈도수와 상대 빈도수를 계층별 프리페칭에 적용함으로써 사용자가 원하는 가장 적절한 정보를 제한된 단말장치에 나타낼 수 있도록 한다.

참고문헌

- [1] A. Gershman, "Ubiquitous Commerce - Always on, Always Aware, Always Pro-active," *Proc. on Symposium Applications and the Internet*, pp. 37-38, 2002
- [2] V. N. Padmanabhan and J. C. Mogul, "Using Predictive Prefetching to Improve World Wide Web Latency," *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 26 (3), pp 22-36, July 1996
- [3] M. Kim, G. Cho, I. Cho, "A Prefetching Scheme for Context-Aware Mobile Information Services," *Proc. on 3rd International Conference on Advanced Communication Technology*, Feb. 8-10, 2001, pp. 123-125
- [4] I. Choi, "Applying Mobility Pattern to Location-aware Mobile Information Services," a master's thesis, Feb. 2003
- [5] Y. Tao, H. A. Jacobsen, K. Randy, "Mobile Awareness in a Wide Area Wireless Network of Info-Stations," *Proc. on MobiCom*, Oct. 1998, pp. 109-120