

멀티미디어 웹 서버를 위한 캐시 정책

최영주[○], 임재현^{*}, 김치수^{**}, 이준연^{***}

*국립공주대학교 컴퓨터멀티미디어전공

**국립공주대학교 컴퓨터전공

***동명정보대학교 멀티미디어공학과

Cache Policies for Multimedia Web Server

Young-Ju Choi[○], Jae-Hyun Lim^{*}, Chi-Su Kim^{**}, Jun-Yeon Lee^{***}

^{*}Dept of Computer Multimedia, Kongju University

^{**}Dept of Computer, Kongju University

^{***}Dept of Multimedia Engineering, Tongmyong University of
Information Technology

요약

본 논문에서는 멀티미디어 웹 서버에 나타나는 통신량을 추적하여 사용자의 액세스 패턴을 분석하고 그에 따른 캐싱 모델을 수립하였다. 적중률과 바이트적중률을 동시에 향상시키기 위한 파일 타입 캐시 정책을 제안하였으며, 성능을 평가한 결과 캐시의 유용성을 개선하였다.

1. 서론

웹(Web)이 직면하고 있는 규모의 문제를 비용 면에서 해결하는 가장 효율적인 정책은 클라이언트 가까이에 데이터를 캐시해서 액세스 지연을 개선하고, 망과 서버의 부하를 줄이는 것이다. 즉 웹 서버에 요청되는 데이터의 양과 망을 통해 전달되는 데이터의 양을 감소시키는 클라이언트와 웹 서버의 성능을 개선시키는 것이다. 최근 웹 서버들의 데이터 분포도를 보면 서비스의 요구나 데이터들의 전달되는 데이터들은 과거부터 계속해서 멀티미디어 파일의 량이 계속해서 급속하게 증가함을 보여주고 있다. 선행 연구에서 연속 미디어인 오디오와 비디오 미디어가 웹 상에서 1998년 9월동안 3배 가까이 증가하고, 2003년에는 50% 이상으로 증가할 것으로 예측하였다[2]. 현재까지의 웹 캐싱은 텍스트와 이미지 데이터를 위해 설계되었기 때문에 연속 미디어인 멀티미디어를 캐싱하거나 사용자들의 다양한 서비스 요구를 효과적으로 처리하기 위해서는 서버에 대한 액세스 패턴을 정확히 분석 할 필요가 있다. 캐시의 교체 정책은 새로운 문서를 저장하고, 기존의 문서를 제거하기 위해 사용되며, 교체 정책 성능은 캐시구조에서 상당히 중요하다. FIFO, LRU,

LFU, SIZE 같은 많이 연구에서 분석되고 평가되었으며[3], 기본적으로 캐시의 성능은 적중률(hit ratio)과 바이트적중률(byte hit ratio) 2가지로 측정 한다. 웹 캐시는 고정된 크기의 페이지 단위를 캐시하는 것이 아니라, 가변성을 갖는 파일 단위로 캐시하기 때문에 단순히 적중률만을 가지고 평가하기는 어렵다. 이를 보완하기 위해 바이트적중률을 이용한다. 본 논문에서 연구한 웹 캐싱은 프락시 서버 캐싱이 아닌 웹 서버 캐싱을 말한다. 프락시 서버 캐싱은 프락시 서버의 디스크를 이용하여 액세스된 데이터를 저장하고 적중된 데이터를 서비스한다. 웹 서버 캐싱에서는 메인 메모리 공간에서 캐싱이 이루어진다는 차이점이 있다[6][7]. 웹 서버의 메인 메모리 캐싱은 프락시 서버 캐싱보다 데이터를 액세스할 때 월등한 성능을 나타낸다. 멀티미디어 파일의 사용이 증가하고 있는 웹 캐싱에서 캐시 해야 할 파일의 크기는 수십 바이트에서 수백 메가바이트로 되어 있으며, 파일의 참조 경향도 매우 다르다. 결과적으로 크기가 매우 크면서 사용 가능성이 적은 파일을 저장하기 위해 캐시 교체정책은 앞으로 자주 사용하는 수천 개의 작은 파일을 교체하는 상황을 만들어 낼 수도 있다. 이는 웹 캐싱에서 바

이트 적중률을 감소시킨다. 본 논문에서는 멀티미디어 웹 서버에서 발생하는 이 같은 문제점을 고려하여 선행 연구된 [5]을 기반으로 하여 파일 타입별 캐시를 사용한다. 멀티미디어 파일의 비중이 높은 웹 서버를 대상으로 캐시의 성능을 평가한다. 성능 평가는 LFU, LRU와 SIZE 기반 알고리즘을 사용하여 파일 타입별 분할 캐싱 정책과 기존의 통합 캐시 정책과 비교 평가한다. 시뮬레이션에서는 실제 2 가지 서로 다른 작업부하를 사용하며, 캐시 크기에 따른 파일 타입별 적중 개수와 바이트량을 평가하여 그 효과를 입증하고 파일 타입별 캐싱이 크기가 큰 멀티미디어 파일에서 적중률과 바이트적중률을 모두 개선시킴을 보인다.

2. 액세스 패턴 분석

웹 캐싱에서 작업부하 분석은 사용자가 액세스하는 미디어들의 크기, 요청량, 유형, 사이즈, 전송량 등을 확인할 수 있으며, 이들은 웹 서버 환경에 어떤 변수로 작용하는지 분석하여 캐시의 성능에 어떤 영향을 주는지 확인할 수 있다.

2.1 작업부하

웹의 통신량의 특성을 파악하기 위해 본 연구에서는 2개의 웹 서버 작업부하를 분석하였다. 표 1에서 ws1은 교육관련 웹 서버이고, ws2는 종교관련 웹 서버이다.

표 1 작업부하

파일타입	ws1		ws2	
	요청수	전송량(MB)	요청수	전송량(MB)
image	59,728	95	135,907	1,228
	64.29%	0.25%	68.60%	55.21%
text	8,983	49	472	252
	9.67%	0.13%	23.82%	11.35%
video	1,257	34,249	0	0
	1.35%	91.24%	0%	0%
audio	865	4	545	411
	0.93%	0.01%	0.28%	18.48%
application	3,708	183	4,278	1,850
	3.99%	0.49%	2.16%	8.32%
etc	18,366	2,955	10,189	148
	19.77%	7.87%	5.14%	6.64%

표 1에서 보여주듯 ws1은 비디오 파일과 오디오 파일의 비율이 선행 연구 문현들보다 증가하였음을 알 수 있다. ws2는 오디오 파일은 증가하였지만 비디오 파일은 "0"임을 알 수 있다. 이는 현재 웹 서

버들은 각각의 특성에 따라 파일들의 비율이 달라질 수 있으며, 멀티미디어 파일들의 비율이나 요청은 증가됨을 알 수 있다. 표 1에서의 파일 타입별 분류는 "MIME"규정에 의한 분류로 작성하였다.

2.2 파일의 크기

캐싱 정책에서 파일의 크기는 중요한 의미를 갖는다. 전통적인 캐싱 공간 관리에 의하면 파일 크기가 작은 파일들은 정해진 캐시 공간에 많은 수의 파일을 저장할 수 있어 적중률을 높이지만, 파일 크기가 큰 파일들은 한번 적중함으로써 큰 용량의 데이터를 서비스하기 때문에 바이트적중률을 개선한다. 이미지 파일의 평균크기는 약6.5KB이고, 최소 최대 평균 크기는 약 1.6KB-10KB이다. 텍스트 파일의 평균 크기는 약 7.6KB이고, 최소 최대 평균 크기는 약5.3KB-10KB이다. 비디오 파일의 평균크기는 약7.6MB이고, 평균크기 최소 최대크기는 0MB - 27MB이다. 파일의 크기가 0MB 인 것은 한번도 액세스 요청이 없었거나, 웹 망의 어떤 문제의 요인으로 극소수의 액세스를 적중시키지 못함을 의미한다. 이미지와 텍스트 파일의 크기가 작은 반면, 비디오, 오디오, 애플리케이션, 기타 파일들의 크기는 상대적 큰 파일임을 보여준다.

3. 파일 타입별 캐싱

멀티미디어 웹 서버는 파일 타입에 따라 크기가 매우 다르기 때문에 기존의 통합된 캐시 대신에 파일 타입별로 캐시를 구성한다.

3.1 유효 캐시 크기

캐시 크기를 제한하지 않고 실험하여 최고 적중률과 바이트적중률을 구하였다. 표 2는 무한캐시에서의 적중률과 바이트적중률을 나타낸 것이다.

표 2 무한캐시 적중률 및 바이트적중률

구분	적중횟수	적중률	총적중크기(MB)	바이트적중률
ws1	91,396	98.4%	36,990	98.6%
ws2	190,597	96.2%	2,068	93%

표 3은 ws1 서버에서 사용자가 두 번 이상 요청되어 서비스된 파일의 수와 크기를 파일 타입별로 분석한 것이다. 파일이 사용자에 의해 두 번 이상 요청된다는 것은 처음 요청할 때 파일이 캐시에 저장되고, 두 번째 요청 시에는 저장된 파일에 적중됨을

의미한다. 이렇게 두 번 이상 참조된 파일의 총 크기를 구하여 캐시의 전체 크기를 결정하였으며, 이 크기를 유효 캐시 크기라 한다. 이렇게 참조된 파일의 전체 크기를 구한 결과 ws1은 747MB, ws2는 155MB 이다.

표 3 타입별 유효한 파일 수의 크기(ws1)

파일타입	유효한 파일수	비율	유효파일 크기(MB)	비율
image	59,480	65.09%	93.8	0.25%
text	8,938	9.78%	49	0.13%
video	1,240	1.36%	3,408	92.16%
audio	864	0.95%	4.2	0.01%
application	3,698	4.05%	183	0.50%
etc	17,167	18.78%	2,571	6.95%

3.2 캐싱 정책

사용자의 요청 패턴을 분석한 결과 텍스트와 이미지 비율보다 비디오와 오디오 애플리케이션 파일들에 대한 액세스 요청이 증가함을 알 수 있다. 따라서 본 논문에서 파일 타입을 이용한 캐싱 전략을 적용한다. 웹 캐싱에서 파일의 크기는 캐시의 성능에 영향을 미치고 있다. 크기가 작은 이미지 및 텍스트 파일들은 캐시의 적중률에 유리하게 작용하지만, 상대적으로 파일의 크기가 큰 비디오, 오디오 파일들은 바이트적중률에 유리하게 작용한다. 파일 타입에 따른 캐시 크기를 결정하는 것은 매우 중요하다. 본 연구에서는 표 1의 작업부하에 따라 타입별 요청 횟수와 전송 바이트량을 산술 평균하여 캐시 크기를 결정하였다. 표 4는 웹 서버(ws1, ws2)에 대한 타입별 캐시의 크기이다.

표 4 타입별 캐시 크기 비율

구분	image	text	video	audio	application	etc
ws1	32.3%	4.9%	46.3%	0.5%	2.2%	13.8%
ws2	61.9%	17.6%	0.0%	9.4%	5.2%	5.9%

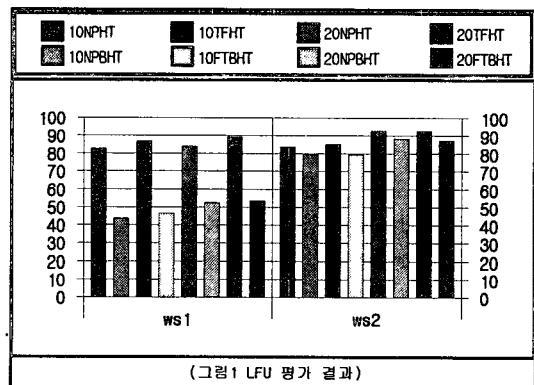
4. 성능 평가

본 논문에서 성능을 평가하기 위해 서로 다른 특성을 가진 2개의 웹 서버에 액세스된 로그 파일을 분석 평가하였다. 시뮬레이션 프로그램은 자바 언어를 사용하여 구현하였고, 시스템은 Dell Poweredge 660워크스테이션을 사용하였다. 각각의 작업부하별로 LFU, LRU, SIZE 캐시 교체 정책을 통합 캐시

에 적용했을 때의 성능과, 타입별로 구분한 캐시에 적용한 성능을 평가하였다. 그림1, 2, 3의 범례에서 “10, 20”은 유효 캐시크기의 비율을 “NP”는 통합 캐시, “FT”는 파일 타입별 캐시, “HT”는 적중률, “BHT”는 바이트적중률을 나타낸 것이다.

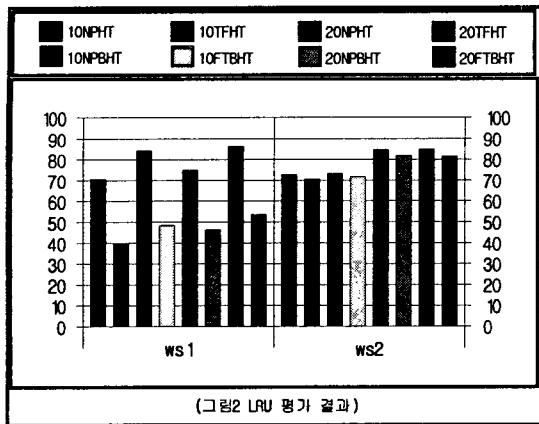
4.1 LFU평가

LFU는 빈도수 위주의 교체 정책을 수행하여 자주 참조되는 파일이 캐시에 존재할 확률이 높다. 평가 결과 ws1에서는 통합 캐시에서 유한 캐시 사용 시 적중률은 평균 83.34%보다 파일 타입별 캐시에서 88.075%로 4.735%가 상승하였고, 바이트적중률은 48.11%보다 50.115%로 2.005% 상승하였다. ws2에서는 적중률은 88.09% 파일 타입별 캐싱에서는 88.86%로 0.77% 상승하였으나, 바이트적중률은 83.92%보다 낮은 83.425%로 0.495%감소하였다. 표 1에서와 같이 ws1은 비디오 파일과 오디오 파일의 비율이 91.25%이고, 18.48%인 ws2보다 많고, ws2는 비디오 파일이 “0”인 특징을 가지고 있다. 즉 멀티미디어 파일의 비율이 높을수록 적중률과 바이트적중률은 현저하게 개선됨을 보여준다.



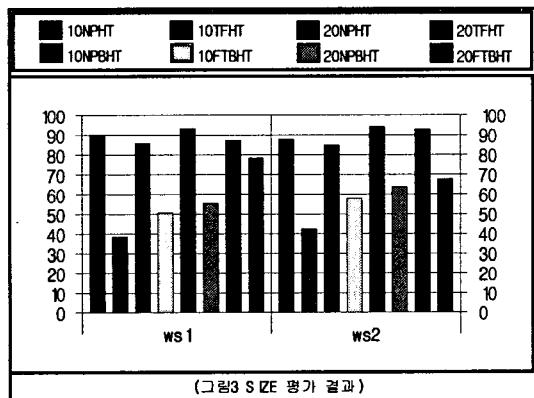
4.2 LRU 평가

LRU 평가는 참조된 시간 위주의 교체정책을 수행하여 최근에 참조된 파일이 캐시에 존재할 확률이 높다. ws1에서 적중률은 파일 타입별 캐싱에서 통합 캐시의 72.895%보다 12.39% 증가한 85.285%로 나타났다. 바이트적중률은 7.985%증가하였다. ws2에서는 적중률에서 파일 타입별 캐시에서 통합 캐시보다 0.29% 증가하였으며, 바이트적중률도 0.465% 증가하였다. ws1보다 ws2에서 적중률과 바이트적중률의 증가율이 작은 이유는 ws2의 비디오 파일“0”인 환경이 참조되었음을 알 수 있다.



4.3 SIZE 평가

SIZE는 크기 위주의 교체정책을 수행하여 크기가 작은 파일이 캐시에 존재할 확률이 높다. SIZE평가에서는 LFU, LRU와는 다른 결과를 보이고 있다. ws1에서는 적중률이 파일 타입 캐시에서 통합 캐시 평균 91.655%보다 86.62%로 5.035% 감소하였다. 바이트적중률은 역으로 통합 캐시 46.97%보다 1 7.53%증가한 64.5%로 나타났다. ws2에서도 적중률이 통합 캐시보다 2.085% 감소하였으며, 바이트적중률은 9.755% 증가를 보였다. 또한 SIZE평가에서 유한 캐시 크기 비율이 10%일 때 ws1의 적중률은 4. 13% 감소하였고, 20%에서 5.94% 감소되고, ws2에서는 10%일 때 3.05%감소를 20%에서 1.12%감소하였다. 즉 SIZE 평가에서는 멀티미디어파일의 비율이 증가할수록 적중률은 약간 감소하지만, 바이트적중률은 현저히 개선됨을 알 수 있다.



5. 결론

성능평가 결과에서 알 수 있듯이 LFU 평가에서

는 통합 캐싱 정책보다 파일타입을 이용한 웹 캐싱 정책이 ws1, ws2에서 각각 4.735%, 0.77%의 적중률이 증가함 보이고, 바이트적중률은 크기가 큰 비디오 파일이 많은 ws1에서는 증가하였으나, ws2에서는 다소 감소하였다. LRU 평가에서는 적중률은 0.29%, 12.39%, 바이트적중률은 0.465%, 7.985% 모두 증가하였다. SIZE 평가에서는 바이트적중률은 9.755%, 17.53% 증가하였으나, 적중률은 2.085%, 5.035% 감소하였다, 또한 유효캐시 크기 비율에 따라 10%일 때 ws1,2에서 각각 4.13%, 3.05%감소하고, 20%에서 5.94%, 1.12% 감소를 보였다. 결과적으로 파일 타입별 캐싱 정책은 멀티미디어파일이 많은 웹 서버에서 LFU, LRU 평가 시 캐시의 성능이 월등히 증가함을 알 수 있다. 그러나 SIZE 평가에서는 바이트적중률은 현저히 증가시키지만, 적중률은 약간 감소함을 알 수 있다. 따라서 파일 타입별 캐시 정책을 적용 시 SIZE 평가에서 적중률을 향상시킬 수 있는 연구가 동반되어야 한다.

[참고문헌]

- [1] B. M.Duska, D. Marwood and M. J. Feely, "World-Wide-Web Client Proxy Caches", Proc. of the USENIX Symposium on Internet Tech. and System", DEC. 1997.
- [2] Sambit Sahu, Prashant Shenoy, Don Towsley, Design Considerations for Intergrated Proxy Servers", Proc. of IEEE NOSSDAV'99, pp. 247-250, June 1999.
- [3] Jia Wang,"A survery of Web caching schemes for the Internet," ACM Computer Comunication Review,29(5),pp.36-46,October,1999.
- [4] Greg Barish and Katia Obraczka, "World Wide Web Caching: Trends and Techniques, "IEEE Communications Magazine Internet Technogy Series, May, 2000.
- [5] 임재현, "프락시 서버 성능 향상을 위한 파일 타입 기반 캐싱 기법", 정보과학회지 논문(A), 제25권, 8호 1998.
- [6] Thoms Larkin,"An Evaluation of Caching Strategies for Clustered Web Servers", Master's thesis, Univ. of Dublin, September. 2001.
- [7] Igor Tatarinov, "Cache Policies for Web Se rver". <http://www.cs.ndsu.nodak.edu/~tatarino/cache-policies.ps>