

네트워크 디지털 사이니지를 위한 콘텐츠 캐싱 알고리즘을 적용한 하이브리드 스토리지 구조

남영진[†], 정순환^{**}, 박영균^{***}

요 약

네트워크 디지털 사이니지는 일반적으로 필요한 멀티미디어 콘텐츠를 WAN상에 있는 대용량 스토리지로부터 크기가 제한적인 로컬디스크에 다운로드 한 후에 재생 작업을 수행한다. 필요한 모든 콘텐츠를 다운로드 하기 위해서 소요되는 시간이 길어질 경우에 디지털 사이니지의 콘텐츠 재생시작 시간이 지연될 수 있다. 본 논문에서는 디지털 사이니지에서 필요한 콘텐츠들을 신속한 확보를 위해 기존 로컬디스크와 WAN 스토리지 사이에 iSCSI 스토리지 계층을 추가하고 콘텐츠 캐싱 기법을 제공하는 하이브리드 스토리지 구조를 제안한다. 제안된 캐싱 기법은 로컬디스크 콘텐츠 저장영역과 iSCSI 스토리지 콘텐츠 저장영역에 어떻게 WAN 스토리지로부터 다운로드한 콘텐츠를 배치할 것인지를 결정한다. 특히, 제안된 캐싱 기법은 iSCSI 스토리지를 디지털 사이니지가 콘텐츠를 로컬디스크로 다운로드 하지 않고서도 iSCSI 스토리지로부터 직접 실행할 수 있는 영역과 그렇지 않은 영역으로 iSCSI 스토리지를 분할하여 관리한다. 시뮬레이터 및 실제 시스템 상에서 다양한 콘텐츠로 구성된 작업부하를 이용한 성능시험에서 하이브리드 스토리지가 기존 스토리지에 비해 최대 3배 이상의 짧은 콘텐츠 다운로드 시간이 소요됨을 볼 수 있었다.

A Hybrid Storage Architecture with a Content Caching Algorithm for Networked Digital Signage

Young Jin Nam[†], Soon Hwan Jeong^{**}, Young Kyun Park^{***}

ABSTRACT

Networked digital signage downloads necessary multimedia contents from a large-sized storage on WAN to its local disk of a limited size before starting their playback. If the required time to download the entire contents gets longer, a start time to play the contents at the digital signage could be delayed. In this paper, we propose a hybrid storage architecture that not only inserts an iSCSI storage layer between the existing local disk and the WAN storage, but offers a contents caching scheme in order to obtain all the necessary contents in digital signage rapidly. The proposed caching scheme determines how to place the downloaded contents both in the local disk and the iSCSI storage. Uniquely, the proposed caching scheme manages the iSCSI storage space by dividing it into two regions: (1) in one region, the digital signage can play the contents directly without downloading them into the local disk; (2) in the other region, the digital signage cannot. Performance evaluations on a simulator and an actual system with workloads of various contents show that a contents-downloading time of the hybrid storage architecture is at maximum three times shorter than that of the existing storage architecture.

Key words: digital signage (디지털 사이니지), storage (스토리지), multimedia contents (멀티미디어 콘텐츠), caching (캐싱), iSCSI

※ 교신저자(Corresponding Author): 남영진, 주소: 경북 경산시 진량읍 내리리15 대구대학교 정보통신대학 공학7호관 7510A(712-714), 전화: 053)850-6586, FAX: 053)850-6589, E-mail: youngjin.nam@gmail.com

접수일: 2011년 11월 17일, 수정일: 2012년 1월 19일

완료일: 2012년 3월 1일

[†] 정회원, 대구대학교 컴퓨터·IT공학부

^{**} 준회원, 대구대학교 컴퓨터·IT공학부
(E-mail: kaoops12@gmail.com)

^{***} 준회원, 대구대학교 컴퓨터·IT공학부
(E-mail: youngkyunp@gmail.com)

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2012-H0301-12-3002).

1. 서 론

디지털 사이니지 시스템(이하 디지털 사이니지)은 디스플레이를 통해 멀티미디어 기반의 정보와 광고를 출력하는 스마트 전자 디스플레이 시스템이다 [1]. 다양한 유형의 디지털 사이니지는 광범위하게 설치되어 학교, 공항, 병원, 쇼핑몰 등과 같이 다양한 공간에서 사용된다[2,3]. 현재 대부분의 디지털 사이니지는 네트워크상에 연결되어 있으며, 네트워크를 통한 콘텐츠 입출력 및 디지털 사이니지 제어 뿐 아니라, 디지털 사이니지 간의 협업도 지원되고 있는 추세이다.

일반적으로 디지털 사이니지는 크게 콘텐츠 전송을 제어하는 매니저 서버, 로컬디스크와 WAN상의 대용량 스토리지(이하 WAN 스토리지)가 합쳐진 네트워크 스토리지, 그리고 콘텐츠를 재생하는 셋톱박스(STB)로 구성되어 있다. 로컬디스크는 디지털 사이니지 내에 존재하는 스토리지로 SATA와 같은 고성능 입출력 인터페이스로 연결되기 때문에 Full-HD 급의 콘텐츠 재생 시 요구되는 입출력 성능을 만족시켜줄 수 있다. 반면에 WAN 스토리지는 넓은 지역을 서비스 할 수 있으며 무제한의 저장 공간을 제공한다는 장점이 있지만 일반적으로 전송속도가 떨어진다.

디지털 사이니지는 대부분 네트워크 기반으로 동작한다. 일반적으로 매니저 서버에서 사용자가 원하는 콘텐츠 재생 리스트를 메타데이터에 담아 셋톱박스로 전송하면 셋톱박스는 다운로드 받은 메타데이터를 분석한다. 메타데이터란 재생 리스트에 속한 콘텐츠의 정보 및 재생시간 정보를 포함하고 있으며, 이들 정보 가운데에서 원하는 정보를 찾아내어 효율

적으로 이용하기 위해 일정한 규칙에 따라 구조화된 데이터를 일컫는다[4]. 셋톱박스는 분석한 메타데이터 중 재생 리스트에 관한 정보를 찾아내어 WAN 스토리지로부터 실시간으로 콘텐츠를 다운로드 하여 로컬디스크에 저장한다. 콘텐츠 다운로드가 완료되면 셋톱박스는 재생 리스트에 따라 콘텐츠를 순차적으로 실행하여 디스플레이 장치에 영상을 출력한다. 또한, 매니저 서버에서 원하는 텍스트를 생성해 메타데이터에 포함시키면 디스플레이 장치에 OSD (On Screen Display) 메시지를 출력할 수도 있다. OSD는 디스플레이 장치에 사용자가 필요로 하는 정보나 알아야 할 정보를 화면상에 직접 표시하는 기능을 말한다.

디지털 사이니지는 주로 유동인구가 많은 공공장소에서 광고 및 정보제공을 주목적으로 하기 때문에 상품 소개나 길 안내의 정보가 담긴 멀티미디어 콘텐츠가 주를 이루고 있다. 기존에는 SD급의 콘텐츠가 디지털 사이니지에서 주로 사용되었지만 콘텐츠의 품질이 향상되면서 HD, Full-HD 급으로 변화하고 있다. 대부분의 디지털 사이니지는 콘텐츠를 주 단위나 월 단위로 전송을 한다. HD급 이상의 콘텐츠를 월 단위로 보낼 경우 하루에 사용하는 콘텐츠가 30~40개 정도라고 가정하였을 경우, 약 1,000개의 콘텐츠를 전송하여야 하며 총 콘텐츠의 크기 또한 1TB 정도로 매우 크다. WAN 스토리지로부터 초당1MB의 속도로 콘텐츠를 다운로드 받는다고 하였을 시 하루이상의 시간이 걸리게 된다. 기존의 디지털 사이니지는 저장 공간을 로컬디스크만 사용하며 콘텐츠를 재사용하지 않고 매번 콘텐츠를 새로이 다운로드 받으므로 매번 하루이상의 시간을 낭비하게 된다. 그로 인해 광고에 필요한 콘텐츠의 공급시간이 매번



그림 1. 네트워크 디지털 사이니지의 일반적인 구조

늦어지게 된다.

디지털 사이니지가 재생할 콘텐츠들은 WAN 스토리지에 모두 저장되어 있고, 약 200MB 이상의 2분 정도 광고시간을 가지는 HD급 콘텐츠가 주를 이루고 있다. 그리고 디지털 사이니지의 로컬디스크는 약 1TB로 공간이 한정되어 있다. 따라서 재생에 필요한 모든 콘텐츠를 저장하기에는 한계가 있고, 이를 보완하기 위해 대부분의 디지털 사이니지는 WAN 스토리지를 많이 사용한다. WAN 스토리지의 경우 공간의 제약이 없어 콘텐츠를 무제한 저장할 수 있으며 필요에 따라 로컬디스크에 실시간으로 콘텐츠를 공급하여 재생할 수 있다. 하지만 입출력 속도가 보통 초당1MB 이하이기 때문에 일반적으로 2분 정도 광고하는 200MB 크기의 HD급 콘텐츠를 하나 다운로드 받기 위해서는 약 3분의 시간이 소요된다. 그러므로 주 단위나 월 단위의 콘텐츠를 한꺼번에 받기에는 하루정도의 적지 않은 시간이 소요된다.

이와 같이 WAN 스토리지의 낮은 입출력 성능을 보완하기 위한 여러 방법 중에 하나는 iSCSI이다. iSCSI 프로토콜은 TCP/IP 네트워크를 통해 원격의 스토리지를 마치 자신의 로컬 상에 있는 블록 장치처럼 접근하는 기술이다[5]. SCSI 프로토콜에 바탕을 두고 있으며 개념과 용어상 유사성을 가지고 있으며, iSCSI 프로토콜은 스토리지와 IP 네트워크를 통합시키는 방안 중 하나로 제시되었다[6]. SCSI 프로토콜은 버스 마스터링 기법의 병렬 인터페이스 방식이며 제한된 전송 거리와 스토리지 장치의 연결 개수가 한정되어 있다. SCSI 프로토콜은 블록 작업을 통해서 스토리지 자원을 공유하게 하는 고성능 네트워크라고 정의할 수 있으며 다양한 새로운 응용 업무가 가능해졌다. 이를 저비용과 함께 스토리지 네트워크의 영역을 확장시킨 기술이 iSCSI이다.

본 논문에서는 기존의 디지털 사이니지 스토리지 방식에서 발생하는 WAN 스토리지의 낮은 입출력 성능과 로컬디스크의 공간제약을 해결 할 수 있는 디지털 사이니지용 하이브리드 스토리지 구조를 제안한다. 하이브리드 스토리지는 콘텐츠를 캐싱 할 수 있는 iSCSI 스토리지 계층을 가지며, 콘텐츠 캐싱 알고리즘을 통해 콘텐츠의 재사용률을 높여 콘텐츠 실행에 대한 효율성을 극대화한다. 본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 우선 2절에서는 제안하는 하이브리드 스토리지의 전체적인 구조, 콘텐츠 캐싱 알고리즘, 그리고 알고리즘이 동작하는 과정을 상세히 설명한다. 다음으로 3절에서는 제안한 하이브리드 스토리지 구조를 시뮬레이터 및 실제 시스템 상에서 성능 시험한 결과를 기술한다. 끝으로, 4절에서 결론을 맺도록 한다.

리즘, 그리고 알고리즘이 동작하는 과정을 상세히 설명한다. 다음으로 3절에서는 제안한 하이브리드 스토리지 구조를 시뮬레이터 및 실제 시스템 상에서 성능 시험한 결과를 기술한다. 끝으로, 4절에서 결론을 맺도록 한다.

2. 하이브리드 스토리지 설계

2.1 하이브리드 스토리지의 전체구조

제안하는 하이브리드 스토리지는 로컬디스크, iSCSI 스토리지, 그리고 WAN 스토리지를 이용하여 계층적으로 구성된다(그림 2 참조).

iSCSI 스토리지는 기본적으로 iSCSI 프로토콜을 지원하는 네트워크 스토리지를 이용하며[7], 각 스토리지는 콘텐츠를 저장하고 재생하기 위해서 사용되며, 계층을 이루고 있는 각 스토리지 내에 콘텐츠를 효율적으로 저장(캐싱)하고 관리하기 위한 기법이 존재한다.

로컬디스크(LD)는 디지털 사이니지 내에 존재하는 스토리지 장치로 일반적으로 크기가 200~500GB 정도로 한정되어 있지만, SATA와 같은 고성능 입출력 인터페이스로 연결되어 있기에 디지털 사이니지가 실행되는 최고 해상도 (Full-HD, 1920×1080)를 갖는 콘텐츠가 요구하는 입출력 성능을 만족시켜줄 수 있다. 다음으로, iSCSI 스토리지는 디지털 사이니지가 동작하는 네트워크 환경 내에 존재하며, 일반적

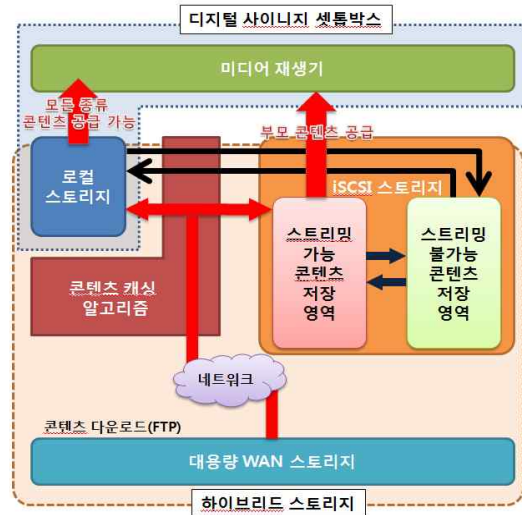


그림 2. 하이브리드 스토리지 계층적 구조

으로 WAN 환경에 비해서는 높은 입출력 성능을 제공한다. 실제적으로 네트워크상에 존재하는 트래픽 양에 따라 입출력 성능이 영향을 받기도 하지만, iSCSI 스토리지에 연결된 네트워크에 대한 대역폭을 미리 할당 할 경우에 일정수준의 입출력 성능을 항상 보장할 수 있다[8]. iSCSI 스토리지의 경우에 로컬디스크에 비해서는 낮은 입출력 성능을 보이나, 대신 상대적으로 매우 큰 저장 공간을 제공할 수 있다는 장점이 존재한다. 필요시 동일한 네트워크에 접속된 다수의 디지털 사이니지가 하나의 iSCSI 스토리지를 공유하여 사용할 수 있다. iSCSI 스토리지의 경우 로컬디스크에 비해 상대적으로 낮은 입출력 성능으로 인해 네트워크 입출력 성능에 따라 콘텐츠가 요구하는 입출력 성능을 만족하지 못하는 경우도 발생한다. 만일 iSCSI 스토리지의 입출력 성능이 콘텐츠를 스트리밍 할 수 있을 만큼의 충분한 입출력 성능이 제공되는 경우라면 디지털 사이니지는 iSCSI 스토리지에 저장된 콘텐츠를 내부 로컬디스크로 다운로드하지 않고 직접 실행 가능하다. 그렇지 못한 경우에는 상위 로컬디스크로 콘텐츠를 복사한 후에 실행 가능하다. iSCSI 스토리지는 로컬디스크로 복사하지 않고 iSCSI 스토리지에서 직접 실행이 가능한 콘텐츠를 저장하는 공간(이하 Hstor-STR)과 로컬디스크와 Hstor-STR 공간에 저장된 콘텐츠들이 캐시 정책에 의해서 쫓겨날 경우에 한 차례 더 저장해두는 공간(이하 Hstor-NOSTR)으로 구분되어 있다. WAN 스토리지의 경우 무한대의 저장 공간을 제공하고 있으며, 디지털 사이니지가 필요로 하는 모든 콘텐츠를 갖고 있다. WAN을 통한 입출력 속도는 상대적으로 매우 느리며, WAN에 저장된 콘텐츠는 반드시 로컬디스크 혹은 Hstor-STR 공간에 다운로드 후에 실행하여야 한다. 각 스토리지는 콘텐츠를 저장하고 재생하기 위해서 사용되며, 계층을 이루고 있는 각 스토리지내에 콘텐츠를 효율적으로 저장(캐싱)하고 관리하기 위한 캐시 기법이 존재한다.

2.2 콘텐츠 캐싱 알고리즘

본 논문에서 제안하는 캐싱 기법의 핵심 아이디어는 (1) iSCSI 계층을 기존 로컬디스크와 WAN 스토리지 사이에 두어 정책에 의해 쫓겨난 콘텐츠를 삭제하지 않고 한차례 더 보관할 수 있는 공간을 제공하는 것과 (2) iSCSI 스토리지에서 로컬디스크로 콘텐

츠를 다운로드 하지 않고 직접 실행할 수 있는 영역과 그렇지 않은 영역으로 분할하여 관리함으로써 콘텐츠 공급 성능을 극대화 하는 것이다.

하이브리드 스토리지를 이용한 콘텐츠 캐싱 기법은 다음과 같이 동작한다. 디지털 사이니지 내의 미디어 재생기에서 필요한 모든 콘텐츠들은 초기에 WAN 스토리지에 저장되어 있다고 가정한다. 디지털 사이니지는 WAN 스토리지로부터 입출력 프로토콜(FTP)을 통하여 로컬디스크 혹은 Hstor-STR 영역으로 콘텐츠를 가져온다. 이후에 로컬디스크 및 Hstor-STR 영역 내에서 자주 사용되지 않는 콘텐츠는 이들 스토리지 내에서 공간이 부족한 경우에 바로 지우지 않고 Hstor-NOSTR 영역으로 이동하여 저장해 둔다. 따라서 미디어 재생기에서 수행하고자 하는 콘텐츠가 로컬디스크 혹은 Hstor-STR 영역에 존재하지 않는 경우에는 WAN 스토리지에서 해당 콘텐츠를 가져오는 것이 아니라 Hstor-NOSTR 영역 내에 해당 콘텐츠가 존재하는지를 검사하는 절차를 거치게 된다. 만일 Hstor-NOSTR 영역 내에 해당 콘텐츠가 존재할 경우에는 로컬디스크 혹은 Hstor-STR 영역 내로 다시 가져오게 된다. 이렇게 함으로써 WAN 스토리지에서 직접 콘텐츠를 매번 가져오는 방법에 비해서 훨씬 더 빠른 속도로 필요한 콘텐츠를 확보할 수 있게 된다. iSCSI를 Hstor-STR 영역과 Hstor-NOSTR 영역으로 나누지 않고 Hstor-STR 영역으로만 설정하였을 경우 만일 재생되는 콘텐츠들이 Full-HD급의 콘텐츠만 존재하고, iSCSI 스토리지의 입출력 성능이 Full-HD급의 콘텐츠를 재생할 수 있을 정도의 성능이 충족되지 않아 스트리밍이 불가능하게 된다면 iSCSI 스토리지가 오히려 전체 시스템의 성능을 저하시킬 수 있는 요인이 된다. 그러므로 두 영역으로 분리하여 비율을 유동적으로 조절하여 iSCSI 스토리지의 입출력 성능에 따라 비율이 조정되게끔 설계를 하였다.

그림 3에 하이브리드 스토리지 콘텐츠 캐싱을 위한 알고리즘을 기술하였다. 알고리즘은 디지털 사이니지에서 재생할 콘텐츠 리스트를 입력으로 받으며, 최종적으로 해당 콘텐츠들에서 요구하는 입출력 성능에 따라서 로컬디스크 혹은 iSCSI 스토리지에 저장하는 동작을 수행한다. 콘텐츠 캐싱 알고리즘은 LRU(Least Recently Used) 기법을 기반으로 설계하였으며 총 4개의 리스트가 존재한다. 사용되는 4개의

| 하이브리드 스토리지 콘텐츠 캐싱 알고리즘 |
|--|
| 입력 : $P = \{p_0, p_1, \dots, p_{n-1}\}$ 출력 : P 내에 속한 모든 콘텐츠를 로컬디스크(LD) 혹은 iSCSI-STR 스토리지에 저장 P : 매니저서버에서 전송된 콘텐츠 재생 플레이리스트, p_i : P 의 i 번째 콘텐츠 |
| <pre> 01: // 4개의 LRU 리스트가 존재 02: // LD-LRULIST, Hstor-STR-LRULIST, Hstor-NOSTR-LRULIST 03: // LD-Hstor-STR-LRULIST:LD-LRULIST와 Hstor-STR-LRULIST를 통합한 LRU 리스트 04: 05: foreach p_i in P do 06: if (p_i가 LD에 존재) LD-LRULIST 업데이트; continue 07: else if (p_i가 Hstor-STR에 존재) Hstor-STR-LRULIST 업데이트; continue 08: else if (p_i가 Hstor-NOSTR에 존재) 09: Hstor-NOSTR-LRULIST 업데이트 10: if (p_i가 Hstor-STR에서 저장되어 직접실행가능) 11: select victims from LD-Hstor-STR-LRULIST 12: destage(move) the victims to Hstor-NOSTR 13: copy p_i from Hstor-NOSTR to LD or Hstor-STR 14: else // 직접실행 불가능 15: select victims from LD-LRULIST // victims are in LD 16: destage(move) the victims to Hstor-NOSTR 17: copy p_i from Hstor-NOSTR to LD 18: endif 19: else // 존재하지 않음-WAN에서 다운로드 20: if (p_i가 Hstor-STR에서 저장되어 직접실행가능) 21: select victims from LD-Hstor-STR-LRULIST 22: destage(move) the victims to Hstor-NOSTR 23: copy p_i from WAN to LD or Hstor-STR 24: else // p_i가 Hstor-STR에 저장/실행 불가능 25: select victims from LD-LRULIST // victims are in LD 26: destage(move) the victims to Hstor-NOSTR 27: copy p_i from WAN to LD 28: endif 29: endif 30: done </pre> |

그림 3. 하이브리드 스토리지 콘텐츠 캐싱 알고리즘

리스트는 로컬디스크 영역에 저장된 콘텐츠들의 리스트인 LD-LRULIST, Hstor-STR 영역에 저장된 콘텐츠들의 LRU 리스트인 Hstor-STR-LRULIST, Hstor-NOSTR 영역에 저장된 콘텐츠들의 LRU 리스트인 Hstor-NOSTR-LRULIST, 그리고 로컬디스크와 Hstor-STR 영역에 저장된 콘텐츠들을 통합하는 LRU 리스트인 LD-Hstor-STR-LRULIST가 존재한다.

제안된 하이브리드 스토리지 콘텐츠 캐싱 알고리즘은 다음과 같이 동작한다. 우선, 재생 리스트에 포

함된 각 콘텐츠에 대해서 우선 로컬디스크에 존재하는지(LD-LRULIST에 포함되어 있는지)를 검사한다(라인 6). 만일 존재하는 경우에 LRU 리스트를 업데이트하고 재생 리스트의 다음 콘텐츠에 대한 작업으로 넘어간다(라인 6). 그렇지 않을 경우에는 Hstor-STR 영역 내에 존재하는지(Hstor-STR-LRULIST에 포함되어 있는지)를 검사한다. 만일 존재하는 경우에는 앞에서와 마찬가지로 LRU 리스트를 업데이트 하고 재생 리스트의 다음 콘텐츠에 대한 작업으로 넘어간다(라인 7). 로컬디스크와 Hstor-STR 영역에

해당 콘텐츠가 존재하는 경우에는 디지털 사이니지 재생기에서 직접 실행 할 수 있음을 의미한다.

로컬디스크와 Hstor-STR 영역 모두에 해당 콘텐츠가 존재하지 않는 경우에는 Hstor-NOSTR 영역(Hstor-NOSTR-LRULIST)을 검색하여야 한다(라인 8). 만일 Hstor-NOSTR 스토리지 내에 해당 콘텐츠가 존재할 경우에는 해당 LRU 리스트를 업데이트 하고(라인 9), 로컬디스크 혹은 Hstor-STR 영역으로 복사해주는 작업을 수행한다.

해당 콘텐츠를 로컬디스크 영역 혹은 Hstor-STR 영역에 저장할 것인지에 대한 문제는 두 경우로 나누어 해결할 수 있다. 첫째, 두 영역 중에서 하나를 임의로 선택하여 콘텐츠를 저장할 수 있다. 만일 로컬디스크에 저장된 콘텐츠들이 지속적으로 참조되어 사용되고 있는 반면에 Hstor-STR 영역에 저장된 콘텐츠가 거의 사용되지 않는다면 Hstor-STR 영역에 저장을 해야 한다. 따라서 저장할 콘텐츠의 스트리밍이 가능하다는 가정 하에 각 영역의 현재 공간을 확인하여 저장할 영역을 선택하는 방법이 효율적이다. 둘째, 로컬디스크와 Hstor-STR 영역에 저장된 콘텐츠들을 통합하여 관리하는 추가적인 LRU 리스트(LD-Hstor-STR-LRULIST)를 유지하고 이를 기반으로 어떤 스토리지를 이용할 것인지를 판단한다. 이 방법은 앞서 설명한 문제점을 극복할 수 있다(라인 11).

그러나 해당 콘텐츠의 크기에 해당하는 공간을 LD-Hstor-STR-LRULIST의 끝에 달려있는 콘텐츠들을 간단하게 이동(destage)함으로써 확보하는 것은 부적절하다. 대신, 공간은 로컬디스크 혹은 Hstor-STR 영역 둘 중의 한 곳에 속한 콘텐츠들만을 해당 공간(캐시)에서 쫓아내어서 확보하여야 한다. 이러한 제약사항을 다루기 위해서 LD-Hstor-

STR-LRULIST의 제일 마지막에 달려져 있는 콘텐츠가 어느 스토리지에 저장되어 있는지를 보고, 그 스토리지에서 요구된 크기에 해당하는 공간을 확보한다(라인 12). 그림 4에 알고리즘이 동작되는 한 예를 제시하였다. 예에서 숫자 혹은 문자는 콘텐츠 명을 의미하며, 괄호안의 숫자는 콘텐츠의 크기를 나타낸다. 또한, 예에서 크기가 30인 콘텐츠 E가 Hstor-NOSTR 영역에 검색되었으며, 콘텐츠 E는 로컬디스크와 Hstor-STR 영역 모두에서 실행이 가능함을 가정하였다. 이때, 콘텐츠 E는 LD-Hstor-STR-LRULIST에서 가장 뒤에 연결되어 있는 콘텐츠 D의 정보를 바탕으로 Hstor-STR 영역에 저장할 것으로 정해진다. 그 이후에 Hstor-STR-LRULIST 가장 마지막에 연결되어 있는 2개의 콘텐츠 C와 D를 Hstor-NOSTR 영역으로 보냄으로써 콘텐츠 E가 요구하는 크기 30의 캐싱 공간을 확보한다. 참고로, 콘텐츠 C와 4가 Hstor-NOSTR 영역에 보내질 때도 해당 LRU 리스트(Hstor-NOSTR-LRULIST)의 가장 뒤에 연결된 콘텐츠들을 Hstor-NOSTR 영역으로부터 제거함으로써 공간을 마련한다.

다음으로 해당 콘텐츠를 로컬디스크 혹은 Hstor-STR 영역으로 이동시킨다(라인 13). 이때 해당 영역으로 해당 콘텐츠를 이동(기존 콘텐츠는 삭제)하거나 복사가 가능하다. 첫째, Hstor-NOSTR 영역에 저장된 콘텐츠를 로컬디스크 혹은 Hstor-STR 영역으로 이동시킬 경우에는, 차후에 로컬디스크 혹은 Hstor-STR 영역에서 쫓겨날 경우에 이 영역으로 다시 복사해야 하는 오버헤드가 발생한다. 둘째, 복사를 할 경우에는 Hstor-NOSTR 영역 내에서 해당 콘텐츠가 제거되지 않았다면 다시 Hstor-NOSTR 영역으로 저장해야하는 오버헤드는 줄일 수 있다. 마지막으로

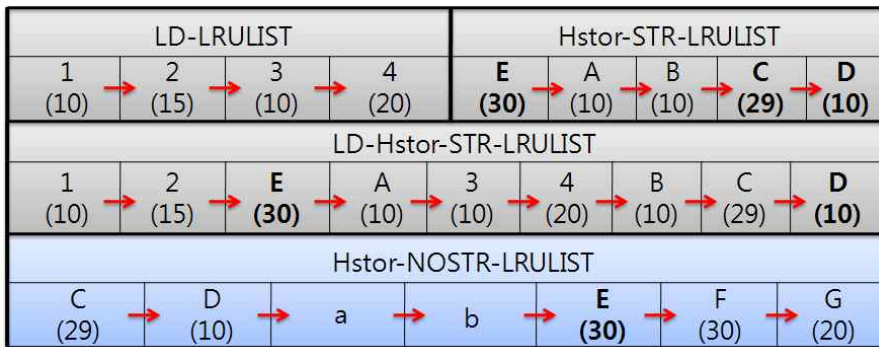


그림 4. 하이브리드 스토리지 콘텐츠 캐싱 알고리즘이 적용된 예

로 찾고자 하는 콘텐츠가 Hstor-NOSTR 영역 내에도 존재하지 않는 경우에는 최종적으로 WAN 스토리지에서 해당 콘텐츠를 다운로드 받는다(라인 19). 이때도 앞서 설명한 바와 같이 해당 콘텐츠가 Hstor-STR 영역에서 직접 실행 가능한지 여부에 따라 어느 스토리지에 저장할 것인가를 결정하게 된다.

제안된 콘텐츠 캐싱 알고리즘을 통해서 설명한 내용을 바탕으로 그림 5에 디지털 사이니지에서 실행되는 콘텐츠의 캐싱 상태가 하이브리드 스토리지 내에서 어떻게 변화하는지를 상태 다이어그램을 통해서 표시하였다. 가장 초기에 콘텐츠는 WAN 스토리지 내에 존재한다. 이후에, 재생 리스트에 포함되어서 해당 콘텐츠가 입출력 성능과 현재 LRU 리스트 상태에 따라서 로컬디스크 혹은 Hstor-STR 영역 내로 FTP 프로토콜을 통하여 다운로드 된다. 만일 로컬디스크 혹은 Hstor-STR 영역 상에서 계속적으로 참조되어 재생된다면 해당 LRU 리스트가 지속적으로 업데이트 되면서 그곳에 계속해서 저장되어 있다. 만일 오랫동안 그 콘텐츠가 사용되지 않아서 다른 콘텐츠에 의해서 해당 스토리지에서 제거될 경우에 바로 지워지지 않고 대신 하부의 Hstor-NOSTR 영역으로 이동된다. 이때, 해당 콘텐츠는 Hstor-NOSTR-LRULIST에 새롭게 등록이 된다. 만일 Hstor-NOSTR 영역에 해당 콘텐츠가 이미 존재하고 있다면 LRU 리스트만 업데이트되고, 실제적인 파일 복사는 발생

하지 않는다. 단, 콘텐츠는 이전에 있었던 스토리지 영역으로부터는 제거된다. Hstor-NOSTR 영역에 저장되어 있으면서 지속적으로 참조되지 않아서 그 스토리지에서도 쫓겨날 경우에는 최종적으로 삭제된다. 만일 재생리스트에 의해서 다시 참조되어 로컬 디스크 혹은 Hstor-STR 영역으로 복사(stage)될 경우에는 향후 다시 이동되는 오버헤드를 최소화하기 위해서 Hstor-NOSTR 영역 내에 존재하는 콘텐츠를 지우지 않는다. 참고로, Hstor-STR 영역과 Hstor-NOSTR 영역은 동일한 물리적인 디렉토리를 공유하지만, 논리적으로 LRU 리스트에 의해서 독립적으로 분리하여 사용된다. 따라서 Hstor-STR 영역 및 Hstor-NOSTR 영역 간의 콘텐츠 복사 혹은 이동 오버헤드는 거의 없다고 볼 수 있다.

3. 성능 평가

3.1 성능 평가 환경

성능시험은 두 가지 부분으로 나누어 시험하였다. 우선, 제안된 하이브리드 스토리지에 대한 다양한 작업부하를 이용한 입출력 성능 시험을 수행하기 위해 시뮬레이션 환경을 이용하였다 (표 1 참조). 또한, 시뮬레이션에서 이용한 하이브리드 스토리지 모듈은 시그마 디자인사의 SMP8654 보드[9]로 실제 디지털

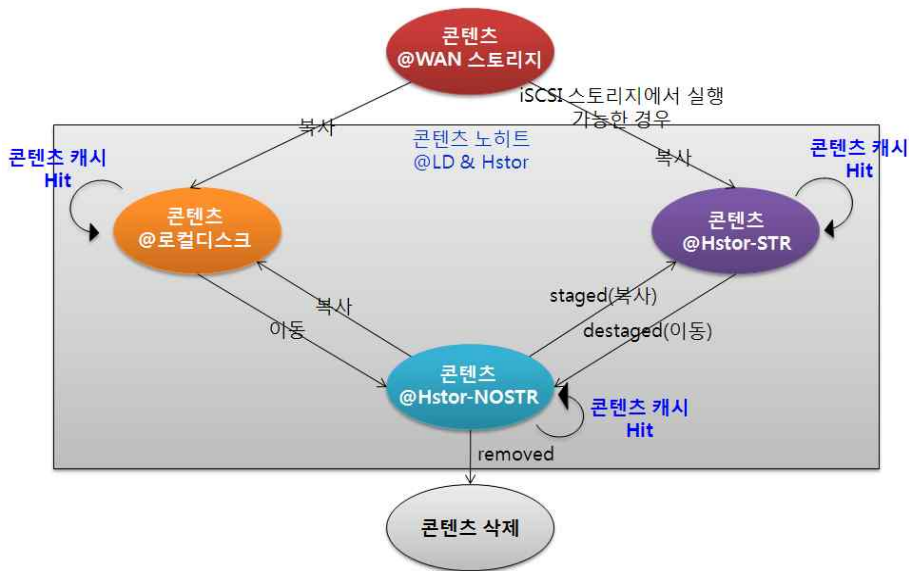


그림 5. 콘텐츠 캐싱 알고리즘에 따른 콘텐츠 저장 상태 변화도

표 1. 시뮬레이션 상의 하이브리드 스토리지 환경

| 구 분 | 성능(읽기/쓰기) | 크 기 |
|------------|------------|-------|
| 로컬디스크 | 초당 60-70MB | 200GB |
| iSCSI 스토리지 | 초당 2-5MB | 1TB |
| WAN 스토리지 | 초당 1-2MB | 10TB |

표 2. 실제 시스템 상의 하이브리드 스토리지 환경

| 구 분 | 성 능 | 크기(비교) |
|------------|----------------------|-----------------------|
| CPU | 24Kf core, 500MHz | SMP8654 MIPS32 MCU |
| 메모리 | DDR2 SDRAM | 512MB |
| 로컬디스크 | 초당 60-70MB | 200GB |
| iSCSI 스토리지 | 초당 2-5MB | 500GB |
| WAN 스토리지 | 초당 1-2MB | 5TB |

사이니지 하드웨어 상에 이식하고, 실제의 입출력 위크로드를 이용하여 실제 성능을 측정하였다(표 2 참조). 하이브리드 스토리지의 성능을 시험하기 위해 사용된 콘텐츠의 특성은 표 3에 설명하였다.

설계한 하이브리드 스토리지의 성능을 비교하기 위해 다음과 같은 디지털 사이니지 “기본 스토리지 구조”를 가정한다. 즉, 매 콘텐츠 리스트에 대한 실행 요청이 올 때마다, WAN스토리지로부터 로컬디스크로 모든 콘텐츠를 다운로드 한다. 예를 들어, 크기가 100MB인 콘텐츠 10개를 실행하기 위해서는 초당 1MB WAN성능을 가정할 때, 디지털 사이니지에서 콘텐츠 실행 전에 1,000초라는 콘텐츠 다운로드 시간을 필요로 한다.

본 논문에서는 성능평가를 위해서 제안하는 구조를 포함한 3가지 구조를 고려한다. 첫째, 로컬디스크만 사용하여 LRU기반의 콘텐츠 캐싱 기법을 이용하

는 구조(“LD 구조”)이다. 둘째, LD 구조에 iSCSI 스토리지를 LD에서 쫓겨난 콘텐츠를 보관하는 스토리지로만 이용하는 구조(“LD-iSCSI 구조”)이며, iSCSI 스토리지에 저장된 콘텐츠에 대해서도 LRU가 적용된다. 셋째, 본 논문에서 제안하는 구조로서 로컬디스크와 콘텐츠 캐싱 알고리즘이 적용된 iSCSI 스토리지 구조(“PROP 구조”)이다. 각 구조에 대해 iSCSI 스토리지상의 Hstor-STR 영역비율에 따른 성능변화, 미디어 재생기에서 재생할 콘텐츠에 대한 콘텐츠 사용의 접근의 편향성에 따른 성능 변화 그리고 iSCSI 입출력 성능에 따른 성능을 비교하였다.

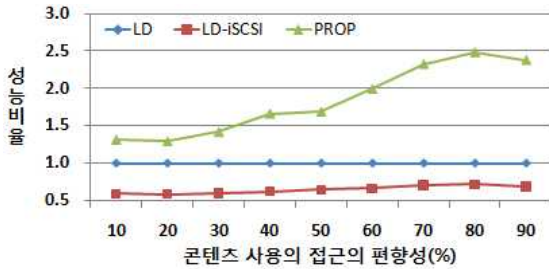
3.2 성능 평가 및 분석

3.2.1 콘텐츠 사용의 접근의 편향성 변화에 따른 성능향상 분석

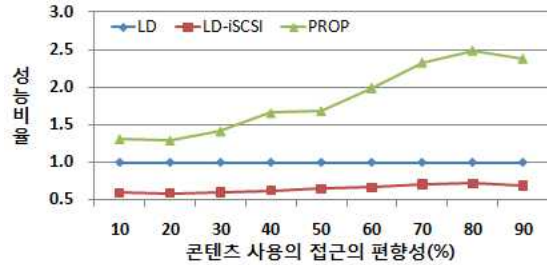
그림 6과 7은 시뮬레이터 상에서 콘텐츠 사용의 접근의 편향성(“전체 콘텐츠 총 개수 중에서 실제 재생을 위해 사용되지 않는 콘텐츠의 비율”)의 변화에 따른 각 스토리지의 성능 차이를 비교한 결과를 보여준다. X축은 콘텐츠 사용의 접근의 편향성을 나타내었다. 만일 접근의 편향성이 10%라면 전체 콘텐츠 중에서 90%가 사용됨을 의미하며, 접근의 편향성이 90%라면 전체 콘텐츠 중에서 10%만이 사용됨을 의미한다. Y축은 앞서 설명한 기본 스토리지 구조와 비교하여 각 스토리지의 입출력 성능이 향상되는 정도를 나타낸다. 향상되는 정도를 결정하는 기준은 미디어 플레이어에서 필요로 하는 모든 콘텐츠를 실행에 앞서서 확보하는데 소요되는 시간으로 하였다. 즉, 일반적인 스토리지 구조와 제안된 하이브리드 스토리지 구조의 성능을 비교하기 위하여 콘텐츠를 확

표 3. 하이브리드 스토리지에 저장되어 재생되는 콘텐츠 특성

| 구 분 | 특성종류 | 특성 값 | 비 고 |
|---------|-------------|--|--------------------|
| 콘텐츠 | 콘텐츠 종류 | SD, HD, Full-HD급 해상도 | 각 30%정도 비율 |
| | 콘텐츠 크기 | 1-3GB | 콘텐츠 종류에 따라 차이 발생 |
| | 콘텐츠 입출력속도 | 콘텐츠 크기, 실행시간 | 콘텐츠 실행에 필요한 입출력 속도 |
| WAN | 콘텐츠 총 개수 | SD급 60개, HD급 150개, Full-HD급 90개 (총 300개) | |
| | 콘텐츠 총용량 | 400GB | |
| 콘텐츠 리스트 | 리스트 내 콘텐츠 수 | 평균 10개 | |

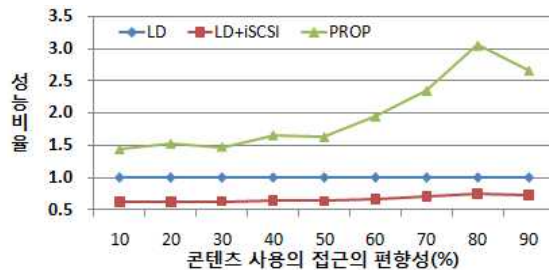


(가) Hstor-STR 영역 비율 30%인 경우

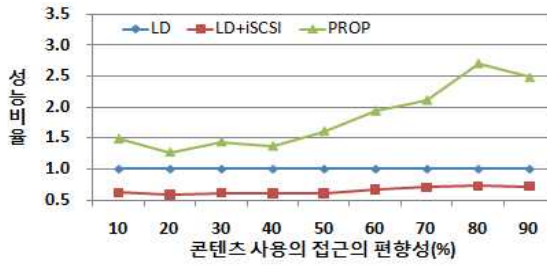


(나) Hstor-STR 영역 비율 70%인 경우

그림 6. 시뮬레이터 상에서 콘텐츠 사용의 접근의 편향성 변화에 따른 성능향상 비교 (iSCSI 스토리지 입출력속도 초당 2MB, 총 콘텐츠 수 300개)



(가) Hstor-STR 영역 비율 30%인 경우



(나) Hstor-STR 영역 비율 70%인 경우

그림 7. 실제 시스템 상에서 콘텐츠 사용의 접근의 편향성 변화에 따른 성능향상 비교(iSCSI 스토리지 입출력 속도 초당 2MB, 총 콘텐츠 수 300개)

보하는데 소요되는 시간을 측정하여 제안된 스토리지 구조의 성능향상이 기존 스토리지 구조에 비해 성능향상이 발생하는 정도를 기존 시간 대비 비율로 나타내었다. 또한, 실험에서 iSCSI 스토리지내 스트리밍 가능한 영역(Hstor-STR)의 크기를 각각 30% 및 70%로 설정하였고, iSCSI 스토리지의 성능은 초당2MB, 그리고 총 콘텐츠의 수는 300개로 정하였다.

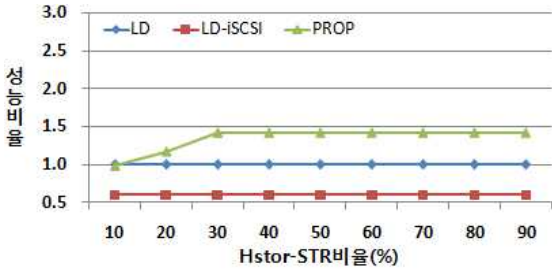
그림 6에서는 모든 (LD, LD-iSCSI, PROP) 구조에서 콘텐츠 사용의 접근의 편향성이 높아짐에 따라 성능이 조금씩 향상되기는 하였지만 전체적으로 성능변화가 급격하게 일어나지 않았으며, 최대 4배의 향상을 보였다. 콘텐츠 캐싱 알고리즘이 구현되지 않은 LD-iSCSI 구조의 경우 iSCSI 스토리지를 사용한 경우이지만 성능이 가장 떨어졌다. 스트리밍이 불가능하여 iSCSI 스토리지에 콘텐츠가 있더라도 무조건 다운로드가 필요하며, 정책에 의해 추출된 콘텐츠를 한 번 더 보관하기 위해 iSCSI 스토리지에 콘텐츠를 복사하는 시간이 추가적으로 걸리므로 성능이 가장 떨어지게 되었다. 제안한 하이브리드 스토리지의 구조와 같이 하이브리드 스토리지를 사용해 성능향상

을 얻기 위해서는 iSCSI 스토리지를 단순히 저장 공간으로만 활용하지 않고 직접 재생이 가능하여야 함을 확인 할 수 있었다.

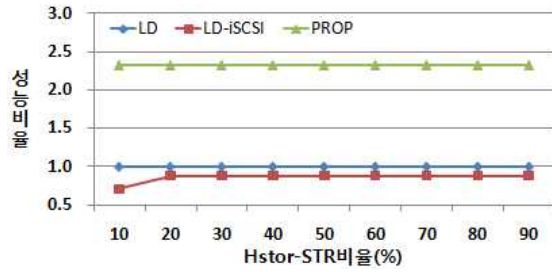
그림 7은 실제 시스템 상에서 동일한 실험을 수행한 결과이다. 실제 시스템상의 실험도 비슷한 결과가 나타났지만 시뮬레이션을 통한 실험과 조금의 차이가 나는 부분이 있었다. 시뮬레이션을 통한 실험에서는 콘텐츠 사용의 접근의 편향성이 80% 이상이 되면 성능향상에 변화가 없었다. 하지만 실제구현을 통한 실험에서는 60% 이상부터 성능이 급격하게 향상됨을 알 수 있었다.

3.2.2 Hstor-STR 영역 비율 변화에 따른 성능향상 분석

그림 8과 9는 iSCSI 스토리지상의 Hstor-STR 영역에 할당된 비율에 따라 성능차이가 발생하는지를 비교하였다. X축은 Hstor-STR의 비율을 나타내었으며, Y축은 X축에 따른 성능향상을 나타내었다. 그림 8에서와 같이 시뮬레이터를 통한 실험에서는 Hstor-STR 영역의 비율에 따른 성능변화는 없었지

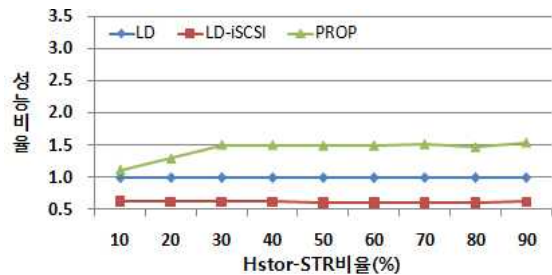


(가) 콘텐츠 사용의 접근의 편향성 30%인 경우

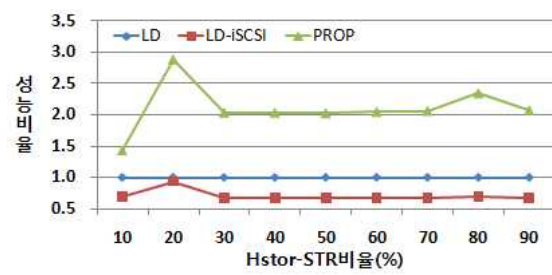


(나) 콘텐츠 사용의 접근의 편향성 70%인 경우

그림 8. 시뮬레이터 상에서 Hstor-STR 영역 비율 변화에 따른 성능이득 비교(WAN 스토리지 입출력 속도 초당 2MB, iSCSI 스토리지 입출력 속도 초당 2MB)



(가) 콘텐츠 사용의 접근의 편향성 30%인 경우



(나) 콘텐츠 사용의 접근의 편향성 70%인 경우

그림 9. 실제 시스템 상에서 Hstor-STR 영역 비율 변화에 따른 성능향상 비교(WAN 스토리지 입출력 속도 초당 2MB, iSCSI 스토리지 입출력 속도 초당 2MB)

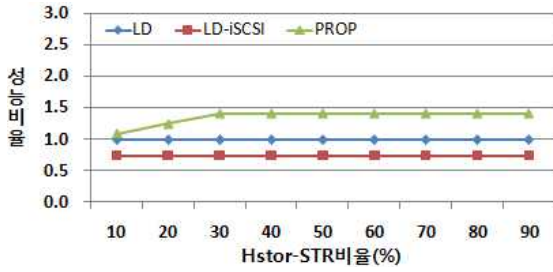
만 콘텐츠 사용의 접근의 편향성에 따른 성능차이는 발생하였다. LD와 LD-iSCSI 구조의 경우에는 성능이득이 발생하지 않았지만, PROP 구조의 경우 발생하는 성능이득이 1.5배 정도 발생하였다. 이는 PROP 구조의 경우 Hstor-STR 영역이 스트리밍이 가능하므로 WAN 스토리지로부터 콘텐츠를 다운로드 받는 과정이 불필요해졌기 때문이다. 성능향상을 얻기 위해서는 적어도 Hstor-STR 영역의 비율이 30% 이상이 되어야 함을 볼 수 있었다.

그림 9에서와 같이 실제구현을 통한 실험에서도 iSCSI 스토리지상의 Hstor-STR 영역 비율에 따라 성능이득이 발생하였다. 콘텐츠 사용의 접근의 편향성이 낮은 경우에는 시뮬레이터 상의 실험에서처럼 발생하는 성능이득이 미비하였다. 그렇지만 콘텐츠 사용의 접근의 편향성이 높은 경우, Hstor-STR 영역 비율이 커질수록 발생하는 성능이득도 많아졌다. 하지만 발생하는 성능이득의 폭이 크지 않아 Hstor-STR 영역 비율에 따라 발생하는 성능차이는 거의 없음을 알 수 있었다.

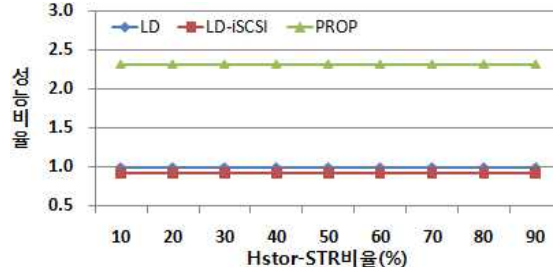
그림 10과 11은 iSCSI 스토리지의 입출력 속도가

WAN 스토리지의 입출력 속도보다 뛰어난 경우를 실험 하였다. 그림 10과 11의 iSCSI 스토리지와 WAN 스토리지의 입출력 속도가 동일한 경우와 비슷한 형태의 그래프가 나타났지만, 콘텐츠 사용의 접근의 편향성이 높은 경우에는 LD-iSCSI 구조의 성능이 향상되어 LD, LD-iSCSI 구조가 거의 동일한 성능을 보였다. 그렇지만 콘텐츠 사용의 접근의 편향성이 낮은 경우에는 WAN과 iSCSI 스토리지의 입출력 속도가 동일한 경우와 별다른 성능차이가 발생하지 않았다.

실제 시스템 상의 실험에서도 iSCSI 스토리지 입출력 속도와 WAN 스토리지 입출력 속도가 동일한 경우보다 LD-iSCSI, PROP 구조의 성능이득이 조금 더 높게 발생하기는 하였지만 별다른 차이가 나타나지는 않았다. 이로 인해 iSCSI 스토리지의 입출력 속도가 초당2MB/s 이상이 되면 성능향상에 크게 영향을 끼치지 않음을 알 수 있었다. 콘텐츠 사용의 접근의 편향성과 Hstor-STR 비율이 성능 이득에 조금은 영향을 끼칠 수는 있지만 요구되는 iSCSI 스토리지의 입출력 성능이상이 되면 입출력 성능이 향상 된다

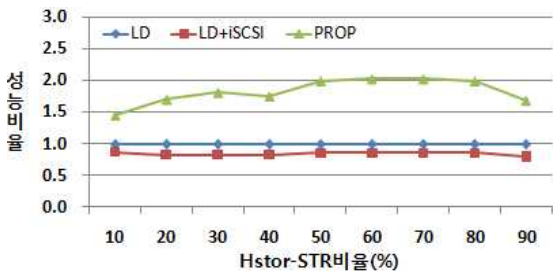


(가) 콘텐츠 사용의 접근의 편향성 30%인 경우

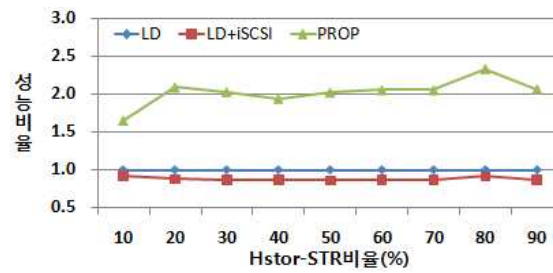


(나) 콘텐츠 사용의 접근의 편향성 70%인 경우

그림 10. 시뮬레이터 상에서 Hstor-STR 비율 변화에 따른 성능향상 비교(WAN 스토리지 입출력 속도 초당 2MB, iSCSI 스토리지 입출력 속도 초당 3MB)



(가) 콘텐츠 사용의 접근의 편향성 30%인 경우



(나) 콘텐츠 사용의 접근의 편향성 70%인 경우

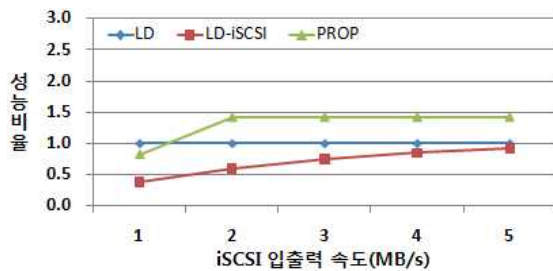
그림 11. 실제 시스템 상에서 Hstor-STR 영역 비율 변화에 따른 성능향상 비교(WAN 스토리지 입출력 속도 초당 2MB, iSCSI 스토리지 입출력속도 초당 3MB)

고 하여 하이브리드 스토리지의 성능이 더 향상되는 양상을 알 수 있었다.

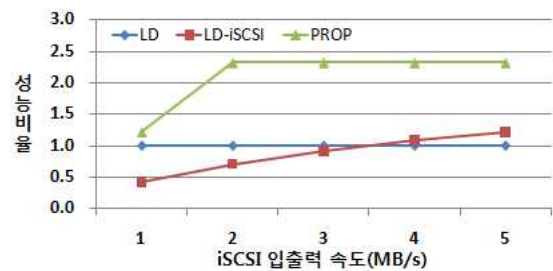
3.2.3 iSCSI 스토리지 입출력 속도 변화에 따른 성능향상 분석

그림 12와 13은 iSCSI 속도에 따른 각 스토리지의 성능차이를 비교하였으며, iSCSI 속도가 동일한 경우 콘텐츠 사용의 접근의 편향성에 따라 성능차이가 발생하는지를 살펴보았다. X축은 iSCSI 스토리지 콘

텐츠 입출력 속도를 나타내었으며, Y축은 X축에 따른 성능향상을 나타내었다. 그림 12에서는 iSCSI 스토리지 입출력 속도가 WAN 스토리지 입출력 속도와 동일하거나 그 이상일 경우 성능향상이 발생함을 알 수 있었다. 그렇지만 iSCSI 입출력 속도가 상승함에 따라 성능이 꾸준히 향상되지는 않았다. 입출력 속도가 초당2MB 이상이 되면 그 이후부터는 속도가 성능향상에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 일반적으로 입출력 성능이 초당2MB가 되면 Full-HD급

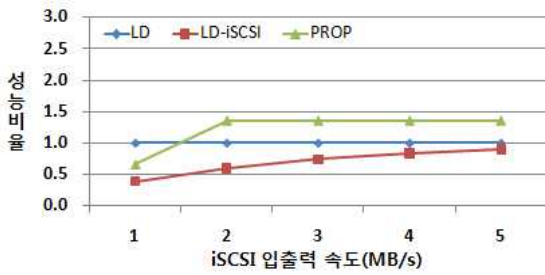


(가) 콘텐츠 사용의 접근의 편향성 30%인 경우

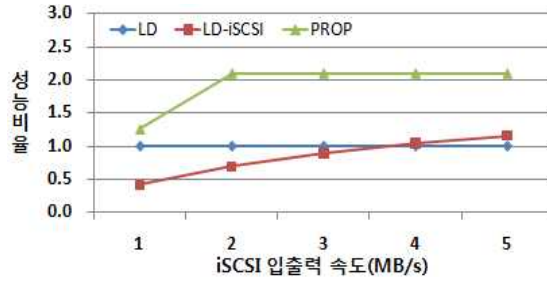


(나) 콘텐츠 사용의 접근의 편향성 70%인 경우

그림 12. 시뮬레이션 상의 iSCSI 스토리지 입출력 속도 변화에 따른 성능향상 비교(Hstor-STR 영역 비율 30%, WAN 스토리지 입출력 속도 초당 2MB)



(가) 콘텐츠 사용의 접근의 편향성 30%인 경우



(나) 콘텐츠 사용의 접근의 편향성 70%인 경우

그림 13. 실제 시스템 상에서 iSCSI 스토리지 입출력 속도 변화에 따른 성능향상 비교(Hstor-STR 영역 비율 30%, WAN 스토리지 입출력 속도 초당 2MB)

의 콘텐츠가 요구하는 입출력 성능을 만족시키므로 모든 종류의 콘텐츠를 입출력할 수 있는 성능을 만족하게 된다. 그러므로 초당2MB 이상이 되면 더 이상의 성능변화는 발생하지 않는 것으로 예상되며 성능을 향상시키기 위해서는 Hstor-STR 영역을 확장시켜야 한다.

실제 구현을 통한 실험에서도 iSCSI속도에 따라 향상되는 성능의 차이가 있었을 뿐 시뮬레이터를 통해 얻은 데이터와 비슷한 결과를 얻을 수 있었다. 콘텐츠 사용의 접근의 편향성에 따른 실험과 동일하게 iSCSI 스토리지를 사용한다고 하여 성능이 무조건 향상되지는 않음을 알 수 있었다. 오히려 캐시정책에 의해 추출된 콘텐츠를 삭제하지 않고 보관하기 위해 Hstor-NOSTR 영역에 콘텐츠를 캐싱 하는 과정으로 인해 성능이 더 저하될 수도 있음을 알 수 있었다.

4. 결 론

본 논문에서는 네트워크 디지털 사이니지에서 시행되는 멀티미디어 콘텐츠의 품질과 성능이 향상됨에 따라서 기존의 디지털 사이니지 스토리지에서 발생하는 공간제약 문제와 WAN 스토리지의 낮은 입출력 성능 문제를 최초로 제기하였다. 이러한 문제를 해결하기 위한 한 방법으로 새로운 하이브리드 스토리지 구조를 제안하였다. 제안된 하이브리드 스토리지는 기존 디지털 사이니지 스토리지에 iSCSI 스토리지 계층과 콘텐츠 캐싱 알고리즘이 추가 된 기술로서, 기존 로컬 스토리지와 WAN 스토리지를 사용하였을 때보다 더 빠르고 안정적인 콘텐츠 공급이 가능해졌다. 새로이 추가된 iSCSI 스토리지 계층은 로컬 디스크의 공간제약을 해결해주고, 캐시정책에 의해

추출된 콘텐츠를 한 차례 더 보관 할 수 있는 공간을 제공한다. 또한 입출력 속도 면에서도 WAN 스토리지보다 뛰어나 디지털 사이니지에서 필요로 하는 콘텐츠 공급시간을 대폭 감소시킬 수 있었다. 또한, iSCSI 스토리지의 입출력 성능이 초당2MB 이상만 된다면 Full-HD급 콘텐츠를 로컬디스크에 다운로드 받지 않고, 직접 스트리밍이 가능하다. 제안된 하이브리드 스토리지 성능 시험을 위해서 시뮬레이션 및 실제 시그마 디자인사의 SMP8654 기반의 디지털 사이니지 시스템을 이용하였으며, 제안된 하이브리드 스토리지가 기존 네트워크 기반 디지털 사이니지 스토리지에 비해 성능향상을 보임을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] K. Maeda, M. Nishi, T. Yoshida, K. Suzuki, and H. Inoue, "Digital Signage with Audience Detection using TV Broadcasting Waves," *Proc. of International Symposium on Applications and the Internet*, pp. 225-228, 2010.

[2] K. Sugiura, M. Dayarathna, and A. Withana, "Design and Implementation of Distributed and Scalable Multimedia Signage System," *Proc. of Ubiquitous and Future Networks*, pp. 273-288, 2010.

[3] 권은정, 윤장우, 이현우, 류원, "디지털 사이니지 기술 및 표준화 동향," 정보통신산업진흥원, 2011.

[4] S. Li, Z. Yang, and Q. Liu, "Research of Metadata Based Digital Educational Resource

Sharing,” *Proc. of Computer Science and Software Engineering*, pp. 828-831, 2008.

[5] W. Zhou, “Optimizing Institute Network Storage Building Based on iSCSI for IP-SAN,” *Proc. of Joint Conference on Computer Science and Software Engineering*, pp. 98-100, 2010.

[6] H. Lim, S. Choi, V. Singh, and K. Cha, “Implementation of IPv6 Based Virtual Storage System for Mobile Devices and Its Application,” *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol.10, No.1, pp. 74-82, 2007.

[7] Z. He, and Y. Li, “A Method of Multimedia Data Access Speedup Based on IP-SAN,” *Proc. of Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, pp. 1-4. 2010.

[8] Y. Nam, J. Ryu, C. Park, and J. Ahn., “A Network Bandwidth Computation Technique for IP Storage with Qos Guarantees,” *Proc. of Network and Parallel Computing(LNCS)*, Vol.3222, pp. 473-480, 2004.

[9] Sigma Designs, http://www.sigmadesigns.com/uploads/documents/IPTV-8654_br.pdf, 2011.



남 영 진

1992년 2월 경북대학교 전자공학과 학사
 1994년 2월 포항공과대학교 전자전기공학과 석사
 2004년 2월 포항공과대학교 컴퓨터공학과 박사

2004년~현재 대구대학교 컴퓨터·IT공학부 부교수
 관심분야: 임베디드 시스템, 스토리지 시스템



정 순 환

2011년 2월 대구대학교 전산공학과 학사
 2011년~현재 대구대학교 컴퓨터정보공학과 석사과정
 관심분야: 임베디드 시스템, 디지털 사이니지



박 영 균

2007년 2월 대구대학교 전산통계학과 학사
 2009년 8월 대구대학교 컴퓨터정보공학과 석사
 2009년~현재 대구대학교 전산공학 박사과정

관심분야: 임베디드 시스템, WSN, 분산 파일시스템