

논문 2019-2-12 <http://dx.doi.org/10.29056/jsav.2019.12.12>

하드웨어에 의한 리눅스 서버 소프트-RAID 시스템의 상태표시 장치 구성에 관한 연구

나원식*, 이현창**†

A Study on the Construction of Status Display Equipment for Soft-RAID System of Linux Server using Hardware

Won-Shik Na*, Hyun-Chang Lee**†

요 약

본 논문에서는 리눅스 OS의 소프트-RAID 시스템에서 발생한 오류를 간단한 하드웨어를 이용해 보고하는 방법을 제시하였다. 제시한 방법은 다른 보고 방법들에 비해 로그-인 과정이나 홈-페이지 접속 등과 같은 별도의 액세스 과정 없이 직관적으로 오류상태를 표시하며, 특히 서버에서 오류상태를 능동적으로 표시함에 따라 관리자가 즉시 조치를 취할 수 있는 특징을 지니고 있다. 제시한 방법의 효과를 확인하기 위해 실험 장치를 구성하고 실험한 결과 저장장치에서 이상이 발생한 경우 능동적으로 오류사실을 표시함을 확인하였다. 이와 같이 소프트-RAID 시스템이 하드웨어 RAID 시스템과 거의 유사한 기능을 수행할 수 있으므로 저렴한 가격으로 서버의 데이터 안정성을 확보할 수 있다.

Abstract

In this paper, we propose a simple hardware reporting method for errors in soft-RAID systems of Linux OS. Compared with other reporting methods, the proposed method displays error status intuitively without any additional access process such as log-in process or home-page access. In particular, the server actively displays the error status, so the administrator can take immediate action. In order to confirm the effectiveness of the proposed method, the experimental circuit was constructed and the experimental results showed that the error was actively displayed when an error occurred in the storage device. As such, a soft-RAID system can perform almost the same function as a hardware RAID system, thereby ensuring server data reliability at low cost.

한글키워드 : 소프트-레이드, 저장장치, 리눅스, 유닉스, 레이드-시스템

keywords : soft-raid, linux, unix, storage fault, raid system

* 남서울대학교 컴퓨터소프트웨어학과

** 공주대학교 정보통신공학부

† 교신저자: 이현창(email: hcleee@kongju.ac.kr)

접수일자: 2019.11.22. 심사완료: 2019.12.12.

게재확정: 2019.12.20.

1. 서론

최근 융합분야의 상당부분은 그 중심에 인터넷이 자리 잡고 있다. 예를 들어 IP-TV[1]는 인터넷을 통해 텔레비전 서비스를 제공하는 것이

고, IoT[2]는 인터넷을 경유해 모든 사물들이 결합되는 구조이다. 또한 블록체인[3]이나 빅데이터[4]등도 인터넷을 기반으로 제공되는 서비스들로서, 이들의 공통점은 모두 서버에 의해 구현된다는 것이다. 과거에는 인터넷의 웹-서버에 의한 서비스가 주류를 이루었지만 현재는 인터넷을 이용한 다양한 응용을 제공하기 위해 다양한 서버들이 설치되고 운영되고 있다. 특히 서버로 사용되는 컴퓨터의 경우 최근의 하드웨어의 큰 발전에 의해 규모는 소형이지만 고성능이므로 소규모로 쉽게 서버의 구축이 가능한 점도 이러한 인터넷 기반의 서비스들을 더 쉽게 구현할 수 있는 요인이 되었다.

한편 서버는 각종 대량의 데이터를 손실 없이 안전하게 보관해야 하며, 데이터를 보관하기 위한 장치로는 단연 하드 디스크 장치를 이용하고 있다. 특히 과거에는 서버용으로 특별히 제작된 하드 디스크 장치를 이용했지만, 최근의 하드 디스크는 PC의 보급에 의해 비록 수명은 짧지만 저가격의 장점이 있으므로 RAID(Redundant Array of Independent Disks)[5] 시스템을 활용해 고가의 하드 디스크 장치를 대신하고 있다. RAID 시스템은 한 개의 하드 디스크 장치에 의존하지 않고 여러 개의 하드 디스크 장치들을 하나의 장치로 취급해 사용하며, 한 디스크 장치에 이상이 발생한 경우 관리자에게 이를 경고해 서버 시스템이 가동 중인 상태에서도 이상이 발생한 디스크 장치를 교체하면 본래의 데이터들을 복원한다.

서버에서 자주 사용되는 리눅스 OS에서는 고가의 하드웨어 RAID 장비 대신 소프트웨어로 구현한 Soft-RAID[6]를 내장하고 있으며, 이 또한 본래의 RAID 시스템과 유사하게 이상이 발견된 디스크 장치를 교체하면 소프트웨어적으로 데이터를 복원하므로 저렴한 가격으로 데이터 신뢰성을 크게 높일 수 있다. 그러나 소프트-RAID의 경우 기본적으로 모든 기능을 소프트웨어에 의해

구현하므로 저장장치에 이상이 발생한 경우 이의 보고를 소프트웨어 파일의 형태로 진행한다. 따라서 이는 반드시 관리자가 서버 시스템의 콘솔로 접속해 해당 파일을 열람해야만 이상 유무를 확인할 수 있다는 제약점이 존재한다. 이러한 제약점을 극복하기 위해 소프트-RAID 시스템 개발팀에서는 오류가 발생한 상황을 관리자의 e-mail로 보고하도록 구성하였지만[7], 오히려 이를 악용해 보고 e-mail로 가장한 악성 프로그램이 담긴 메일에 활용되어 서버 관리자의 정보를 취득해 서버가 위협에 노출될 수 있다. Na[8] 등은 리눅스 서버에 내장된 웹-서버 기능을 활용해 관리자가 서버의 홈-페이지를 열람함으로써 디스크 장치들의 상태를 확인할 수 있는 방법을 제시하였으며, 이는 특히 관리자가 원격에서도 장치들의 이상 유무를 확인할 수 있는 장점이 있다.

이상과 같은 개선들에도 불구하고 여전히 소프트-RAID에서 존재하는 제약점은, 관리자가 서버에 콘솔이나 홈-페이지를 경유하는 것은 모두 관리자가 능동적으로 확인하는 과정에 의해서만 이상 유무를 인지할 수 있다는 것이다. 즉, 관리자가 이와 같은 이상 유무를 확인하는 주기가 길어질수록 디스크 장치의 이상발생 시점부터 확인 후 조치를 취하는 시점까지의 시간차가 커지며, 이는 데이터의 신뢰성이 그 만큼 훼손된다는 의미이다. 이러한 필요성에 의해 Lee[9] 등은 소프트-RAID 시스템을 적용한 서버에서 디스크 장치에 이상이 발생한 경우 이 사실을 서버 관리자에게 하드웨어를 통해, 예를 들어 경고 LED나 알람 소리 등을 통해 직접 알릴 수 있는 방법에 관한 요건을 분석하였다. 이 경우 관리자가 확인하는 과정 없이 서버에서 능동적으로 이상 상황을 알릴 수 있으므로 관리자가 이상 유무를 즉시 인지해 조치를 취할 수 있으며, 따라서 서버의 데이터 신뢰성을 유지하는데 큰 효과가 있을 것으로 기대된다.

이상에서 고찰한 바와 같은 필요성에 의해, 본 논문에서는 소프트-RAID 시스템의 저장장치에 이상이 발생한 경우 서버측에서 능동적으로 하드웨어 장치를 통해 관리자에게 알릴 수 있는 장치의 구성방법을 제시하고 실험을 통해 그 효과를 입증하고자 한다.

2. 소프트-RAID의 오류 보고 방법

본 논문에서 구현할 하드웨어적 보고방법을 고찰하기 위해 기존 시스템에서의 보고 방법에 관해 간단히 살펴본다.

2.1 하드웨어 RAID 시스템의 오류 보고

하드웨어로 구성된 진정한 RAID 시스템은 여러 개의 하드 디스크 장치들을 각각 관리하다 이상이 발견된 경우에는 해당 디스크 장치와 함께 설치된 LED를 통해 경고를 한다. 또한 관리자의 관심을 더욱 끌기 위해서 필요한 경우 알람 소리를 발생시키도록 구성된다.

2.2 소프트-RAID 시스템

소프트-RAID의 경우 여러 개의 하드 디스크 장치들을 1개의 가상 저장장치로서 관리하고, 디스크 장치에 데이터를 기록할 때 RAID 관리 데몬(daemon)이 해당 저장장치에 데이터를 기록하며, 기록하는 중에 이상이 발견된 경우 그림 1과 같은 형태의 파일로 오류를 보고한다.

```
Personalities : [raid1]
read_ahead 1024 sectors
md0 : active raid1 hdc1[0] hdd1[1]
      117218176 blocks [2/2] [UU]
unused devices: <none>
```

그림 1. 상태 보고파일의 예
Fig. 1. Example of status report file

3. 소프트-RAID의 보고 장치의 구성

3.1 병렬포트를 이용하는 방법

사용 중인 서버에 만약 병렬포트가 장치된 경우라면 보고용 소프트웨어에서 그림 2에 나타난 바와 같이 병렬포트를 직접 제어하고 이 출력을 이용해 직접 LED를 구동할 수 있다. 병렬포트의 경우 출력신호는 20mA급의 라인 드라이버를 통해 구동되므로 LED를 충분히 구동할 수 있다.

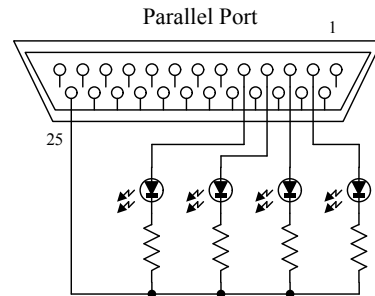


그림 2. 병렬포트에 의한 회로
Fig. 2. Circuit using Parallel Port

이와 같은 구성은 하드웨어적으로 매우 간단하면서도 저렴하게 구성할 수 있다.

3.2 직렬포트를 이용하는 방법

최근의 컴퓨터들은 병렬포트가 장치되지 않은 경우가 많으므로 이 경우 직렬포트를 활용할 수 있으며, 설령 서버용 컴퓨터에 물리적인 직렬포트가 설치되어 있지 않더라도 USB를 통한 가상 직렬통신이 가능하며, 이는 소프트웨어 입장에서 동일한 제어가 가능하다.

3.3 제어 소프트웨어의 구성

그림 3에 서버에서 보고용 하드웨어 장치를 구동하는 소프트웨어의 흐름도를 나타내었다.

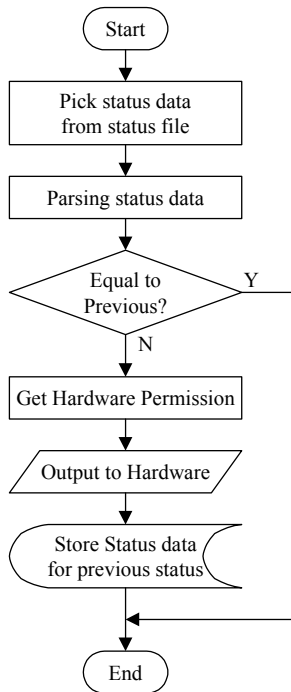


그림 3. 처리의 흐름도
Fig. 3. Flow diagram of processing

프로그램 초기에 소프트-RAID의 보고파일을 분석하고, 이전에 저장했던 상태와 비교해 다른 경우 이를 하드웨어로 출력하고 현재의 상태를 이전 상태의 데이터로서 갱신한다. 이 경우 오류가 발생하면 그 변화가 나타난 시점에서만 하드웨어 출력이 1회 이루어지고, 그 이후로는 출력이 발생되지 않아 중복되는 출력을 방지할 수 있다. 하드웨어 출력부분은 포트를 사용하기 전 서버의 OS로부터 권한을 획득해야 하며, 그 후 병렬포트를 사용하는 경우와 직렬포트를 사용하는 경우에 맞도록 각각 적절한 제어를 시행한다. 이에 따라 서버에서 동일한 프로세스가 동시에 작동하더라도 서로 충돌이 발생하지 않으며, 단지 프로세스들 사이에서 중복 전송만 이루어질 뿐이다. 병렬포트의 경우 중복 전송되어도 하드웨어적으로 변화가 없으며, 직렬포트의 경우 중복 전송되면 수신 측 기기에서 이를 무시하도록 구성한다.

4. 실험 및 결과

4.1 실험장치의 구성

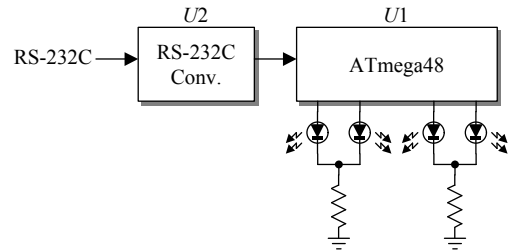


그림 4. 실험 회로의 블록도
Fig. 4. Block diagram of Experimental Circuit

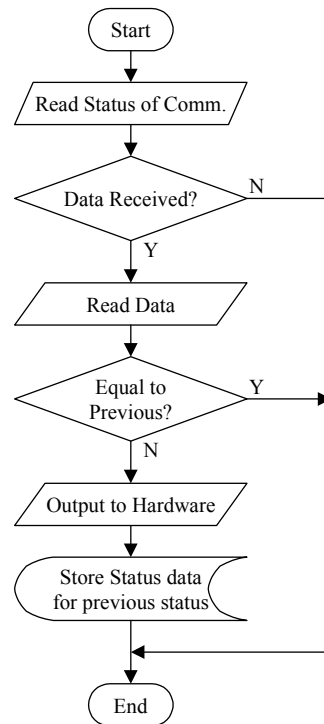


그림 5. 소프트웨어 플로차트
Fig. 5. Software flowchart

본 논문에서 제시한 방법의 결과를 확인하기 위해 그림 4에 나타낸 바와 같이 직렬포트를 이용한 수신용 하드웨어 장치를 구성하였고, 장치에 설치된 U1 마이크로컨트롤러[10]는 그림 5와

같은 제어를 처리하도록 구성하였다. 즉, 서버에서 프로세스들의 중복에 의해 동일한 데이터가 여러 번 수신될 경우 초기의 1회에 한해 하드웨어 출력을 진행하도록 한다.

4.2 실험 결과

그림 6(a)는 정상적인 상태의 결과를 나타낸 것으로서, 2개의 하드 디스크 장치가 모두 정상으로 작동하고 있음을 녹색으로 표시한다. 그림 6(b)는 고의로 하드 디스크 장치 1개의 커넥터를 제거한 경우의 보고상태를 나타낸 것으로서, 디스크 장치 0번은 정상이지만 장치 1번에 이상이 발생했음을 적색으로 경고하고 있다.

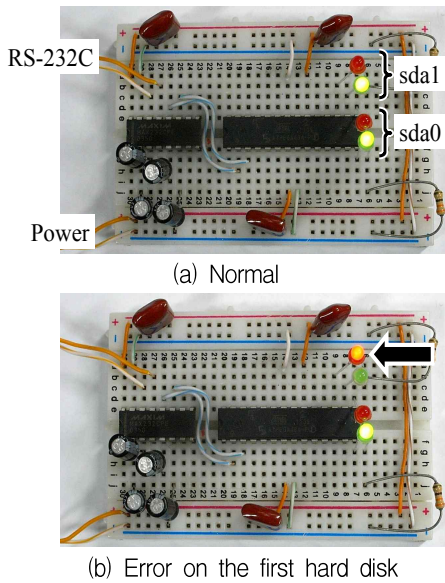


그림 6. 실험 결과
Fig. 6. Experimental result

따라서 하드 디스크 장치에서 이상이 발생한 경우 서버에서 관리자에게 능동적이면서도 직관적으로 오류상황을 직접 알릴 수 있다. 이러한 결과를 다른 오류보고 방법들과 비교해 표 1에 나타내었다.

표 1. 결과보고 방식의 비교
Table 1. Comparisons of reporting methods

	Report File	e-mail	Home-page	Hardware
Accessibility	×	○	○	◎
Remoteness	×	○	○	×
Security	◎	×	○	◎
Activeness	×	×	×	○

즉, 본 논문에서 제시한 오류보고 방법은 관리자가 로그-인 과정이나 홈-페이지 접속 등 별도의 액세스 과정 없이 직관적으로 표시하고 있으며, 시스템 보안 측면에서도 하드웨어적인 방법을 이용하므로 안전하고, 특히 다른 방법들과 비교해 서버에서 오류 사실을 관리자에게 능동적으로 알릴 수 있다는 큰 장점이 있다.

5. 결론

본 논문에서는 리눅스 OS의 소프트-RAID 시스템에서 발생한 오류를 간단한 하드웨어를 이용해 보고하는 방법을 제시하였다. 제시한 방법은 다른 보고 방법들에 비해 로그-인 과정이나 홈-페이지 접속 등과 같은 별도의 액세스 과정 없이 직관적으로 오류상태를 표시하며, 특히 서버에서 오류상태를 능동적으로 표시함에 따라 관리자가 즉시 조치를 취할 수 있는 특징을 지니고 있다. 제시한 방법의 효과를 확인하기 위해 실험 장치를 구성하고 실험한 결과 저장장치에서 이상이 발생한 경우 능동적으로 오류사실을 표시함을 확인하였다.

본 논문에서 제시한 방법은 홈-페이지를 통한 표시방법에서 가지는 원격 확인의 특징은 없으므로, 홈-페이지를 통한 보고방법과 병행하는 경우 원격 확인의 특징과 능동적 보고의 특징이 결합되어 더욱 효과적인 오류보고 방법이 될 수 있을 것으로 사료된다.

참고 문헌

- [1] Donald E. Smith, "IP TV Bandwidth Demand: Multicast and Channel Surfing", 26th. IEEE INFOCOM 2007 proceedings, pp.2546-2550, 29 May 2007. DOI:10.1109/INFCOM.2007.318
- [2] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A Vision, architectural elements, and future directions", Future Generation Computer Systems, Vol. 29 No. 7, pp.1645-1660, Sep. 2013. DOI:10.1016/j.future.2013.01.010
- [3] Melanie Swan, "Blockchain : Blueprint for a New Economy", O'Reilly Media, pp.1-6, Feb. 2015. ISBN : 978-1-493-92049-7.
- [4] Andrew McAfee, Erik Brynjolfsson, "Big Data : The Management Revolution", Harvard Business School, Oct. 2012. <http://tarjomefa.com/wp-content/uploads/2017/04/6539-English-TarjomeFa-1.pdf>.
- [5] D. D.E. Long, Bruce R. Montague, Luis Cabrera, "SWIF/RAID: A DISTRIBUTED RAID SYSTEM", University of California, pp.333-359, 1994. http://www.usenix.org/legacy/publications/compsystems/1994/sum_long.pdf.
- [6] J. Østergaard, E. Bueso, "The Software-RAID How To", Mar. 2010. <https://www.tldp.org/HOWTO/Software-RAID-HOWTO.html>
- [7] SoftRAID, SoftRAID Monitor, Other World Computing, 2018. https://www.softraid.com/pages/features/softraid_monitor.html.
- [8] Won-Shik Na, Hyun-Chang Lee, "A Study on the Construction of Remote Status Display Software for Soft-RAID system of Linux based Server", Korea Software Assessment and Valuation Society, Vol. 15 No.1, pp.98-102, Jan. 2019. DOI:10.29056/jsav.2019.06.11
- [9] Hyun-Chang Lee, Kyu-Tae Lee, Seo-Ik Kang, Won-Shik Na, Min-Young Kim,

- "Analysis about the Displaying status of Soft-RAID System in the Linux Server by Hardware Equipment", 31'th Korea Software Assessment and Valuation Society Conference, pp.46-50, Nov. 2019.
- [10] Microchip Technology Inc. (2014). ATmega48/88/168 Automotive 8-bit AVR Microcontroller. http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7530-Automotive-Microcontrollers-ATmega48-ATmega88-ATmega168_Datasheet.pdf

저자 소개



나원식(Won-Shik Na)

2005.8 경희대학교 컴퓨터공학과 박사
 2001.3 - 2003.2 (주) 성신철유 전산실장
 2006.3-현재 : 남서울대학교
 컴퓨터소프트웨어학과 부교수
 <주관심분야> 네트워크 보안, 정보보호,
 의료정보, 멀티미디어, U-computing



이현창(Hyun-Chang Lee)

1986.2 단국대 전자공학과 학사
 1989.8 단국대 전자공학과 석사
 1996.2 단국대 전자공학과 박사
 1996.3-2004 국립 천안공업대학
 정보통신과 부교수
 2005.3-현재 국립 공주대학교 공과대학
 정보통신공학부 교수
 <주관심분야> 멀티미디어 회로, 전동기제어,
 마이크로프로세서, 임베디드소프트웨어