

JFFS를 활용한 임베디드 리눅스 기반 라우팅 기능의 설계 및 구현*

최창규⁰ 문승진

수원대학교 정보공학대학 컴퓨터학과
(cck⁰, sjmoon)⁰@mail.suwon.ac.kr

Design and Implementation of Embedded Linux Based Routing Functions Utilizing Journaling Flash File System(JFFS)

Chang-Kyu Choi⁰ Seung-Jin Moon

Dept. of Computer Science, The University of Suwon

요 약

인터넷의 급속한 발달과 네트워크의 고속화로 인해 통신 기술이 발전하고 새로운 제품과 통신 장비들이 개발되고 있다. 또한 최근에 장비의 특성에 따라 최적화 되어있는 공개운영체제인 리눅스를 탑재한 임베디드 시스템의 개발이 가속화 되고 있다. 임베디드 시스템은 장비의 기능을 제어하고 활용할 수 있는 임베디드 운영체제를 포팅하고 있다. 이에 따라 본 논문에서는 네트워크 기능을 이용하고 제어하기 위해 임베디드 리눅스인 uClinux를 네트워크 장비에 포팅하고 포팅된 운영체제를 기반으로 라우터의 기능을 수행하도록 하기 위한 시스템 및 응용프로그램의 설계 및 구현에 관하여 논하였다.

1. 서 론

디지털 TV, PDA 단말기, 인터넷 셋톱박스 등이 무선 통신 환경과 초고속 인터넷의 보급으로 급속하게 보급되고 있다. 각종 장비를 제어하고 효율적으로 이용하기 위한 운영체제를 탑재한 임베디드 시스템이 최근 들어 각종 개인 단말기나 정보형 단말기, 네트워크 장비에 들어가고 있다. 특히 그 중에서 리눅스가 공개 운영체제의 장점으로 인해 각종 임베디드 시스템 환경에서 급속하게 보급되고 있다. 리눅스는 그 소스가 공개되어 있기 때문에 각종 장비나 사용자에게 맞게 커널 하부까지 소스를 수정할 수 있다. 또한 종래의 유닉스 시스템과의 호환성도 가지고 있다. 현재의 시시각각 쏟아지는 정보와 엄청난 사용자들 가진 네트워크 환경에서 실시간 처리를 위한 운영체제로의 개발도 용이하다. 그러나 임베디드 시스템은 하드웨어 플랫폼에 매우 의존적이고 일반 PC환경에서와는 달리 장비의 소형화와 특수성으로 인해 일반적인 운영체제와 응용프로그램과는 다른 개발이 필요하다. 또한 각종 데이터와 제어 프로그램들을 저장할 수 있는 저장장치도 소용량이므로 일반 운영체제의 불필요한 기능을 제거하고 개발하고자 하는 제품에 필요한 기능만을 탑재하고 최적화되도록 하는 설계가 필요하다.

최근 리눅스를 탑재한 다양한 임베디드 시스템의 개발이 속속 등장하고 있다. 그러나 프로세서와 개발보드가 매우 다양하기 때문에 각각의 하드웨어에 맞는 시스템을 개발하려면 그에 따른 리눅스 커널 자체의 수정이 불가피하다. 또한 임베디드 시스템에서 네트워크 기능을 제대로 활용할 수 있는 프로세서에 리눅스를 포팅하고 운영체제 및 각종 데이터와 응용프로그램들을 저장할 수 있는 저장장치를 활용하기 위한 저장장치의 구현이 필요하게 되어 본 연구에서는 리눅스의 강력한 네트워크 기

능을 활용한 라우팅 기능의 설계 및 구현을 시도하였다.

본 논문에서의 구성은 2장은 타겟보드의 구조와 포팅된 uClinux에 관하여, 3장에서는 저장장치로 사용하는 플래시 메모리와 라우터 관련 프로그램들에 대해서 살펴 보며, 마지막으로 4장에서는 결론 및 향후 연구과제를 기술한다.

2. 개발환경 및 uClinux포팅

본 연구에서는 ARM7코어를 내장하고 있으면서 네트워크 기능까지 겸비한 프로세서를 가지고 있는 SNDS100보드를 사용하고 있다.

2.1 타겟보드

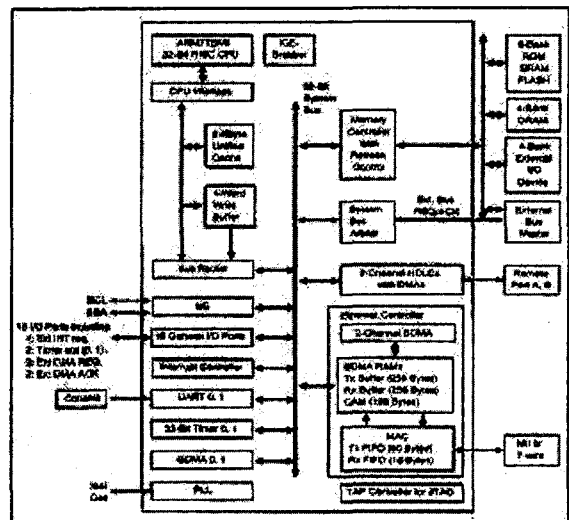


그림 1 SNDS100보드 블록 다이어그램

* 본 연구는 2002년도 중소기업 기술혁신과제의 연구결과 일부를 포함함

ARM7코어의 특징은 저전력 구조를 가지고 있다는 것과 32 비트 RISC(Restricted Instruction Set Computer) 프로세서이고 Big/Little Endian모드와 뛰어난 고수준 언어를 지원한다 [4,5].

타겟보드는 ARM7TDMI CPU코어를 내장하고 있고 이더넷 환경을 위한 네트워크 기능을 가진 KS32C50100 프로세서가 사용되며, 호스트 컴퓨터와의 통신을 위한 2개의 UART채널이 있다. 그림 1은 SNDS100보드의 블록도를 보여주고 있다.

2.2 uClinux 포팅

uClinux는 ARM CPU와 같은 MMU장치가 없는 프로세서에 포팅하기 위해서 리눅스의 메모리 관리 부분을 대폭 수정한 공개 운영체제이다. 타겟보드의 프로세서가 ARM코어를 기반으로 하고 있기 때문에 uClinux를 포팅해야 한다. 하지만 uClinux가 포팅되었던 타겟보드의 환경과 본 연구에서 사용하는 보드의 환경이 다르므로 uClinux에 수정이 불가피하다. 본 연구에서 사용된 보드에 포팅된 uClinux는 linux 2.4.17을 기반으로 하고 있다[6]. 그림 2는 타겟보드에 uClinux가 포팅되어서 부팅되는 과정을 보여주고 있다.

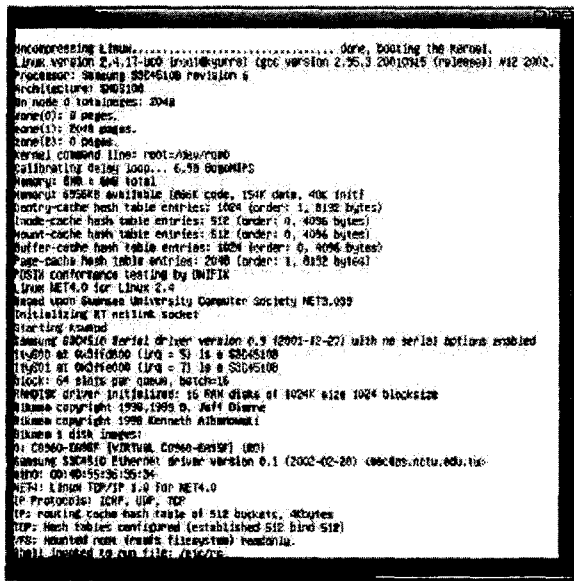


그림 2 uClinux 부팅 과정

3. 파일시스템과 라우팅 모듈

리눅스 커널은 ROM과 같이 전원이 끊어져도 계속 데이터가 존재하는 저장장치에 포팅이 되어야 한다. 커널은 루트 파일시스템을 요구한다. 커널이 정상적으로 진행되어서 응용프로그램들을 실행할 수 있는 환경을 갖추려면 쉘환경에서 저장장치들에 알맞은 파일시스템이 필요하다.

3.1 플래쉬 메모리

임베디드 시스템은 장비의 특수성으로 인하여 일반PC와 같이 대용량 저장장치를 이용할 수 없다. RAM과 같은 장치는 전원공급이 끊어지면 저장된 데이터가 지워지기 때문에 임시 저장장소로 쓰인다. ROM과 같은 장치는

전원공급에 상관없이 데이터가 있지만 다시 데이터를 쓸 수 없기 때문에 변화가 없는 커널과 같은 데이터를 저장한다. 플래쉬 메모리는 저장되어 있는 데이터의 존재 유무가 전원상태에 상관없고, 데이터를 읽을 수 있을뿐만 아니라 지우고 다시 쓸 수 있는 장점이 있다. 또한 데이터 액세스 속도도 ROM에 비해 월등히 뛰어나다.

플래쉬 메모리는 일반 저장장치와 다른 구조와 특성을 가지고 있기 때문에 보편화 되어 있는 파일시스템을 구현하는 것은 문제가 있다. 데이터를 저장하기 위해서는 해당 블록을 먼저 초기화 해야 하고, 초기화 연산의 횟수가 제한되어 있다는 단점이 있다. 따라서 플래쉬 메모리를 블록 디바이스로 구현하기 위해서는 블록을 재마킹해서 사용하지 않는 블록을 기존의 블록처럼 보이게 해야한다[2].

3.2 MTD 서브 시스템과 JFFS

MTD(Memory Technology Device) 서브 시스템은 리눅스 시스템에서 플래쉬 메모리를 이용하기 위해 서브 시스템을 개발 하는 것이다[7]. 그림 3에서 보여지는 것처럼 MTD 서브 시스템은 user모듈과 driver모듈로 나누어진다.

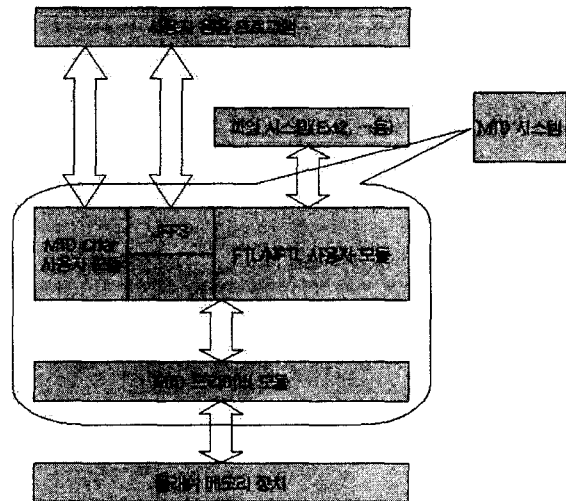


그림 3 MTD 서브 시스템

사용자 모듈은 사용자 공간과 통신하기 위한 상위 레벨 인터페이스를 제공하고, 디바이스 모듈은 물리 메모리에 디바이스를 접근하기 위해 사용한다. 여러 플래쉬 메모리에 따른 일관되고 공통된 소프트웨어 인터페이스를 제공한다.

FTL(Flash Translation Layer)은 논리적인 섹터와 물리적인 섹터를 구분하고 이들간의 변환을 통하여 블록 디바이스로 접근하게 하는 것이다.

사용자 응용 프로그램에서 MTD를 통해 플래쉬 메모리 디바이스를 사용하기 위해서는 시스템 콜을 통한 커널내부로의 접근이 필요하다. 그리고 블록 디바이스에 접근하기 위해서는 플래쉬 메모리 파일 시스템인 JFFS가 구축되어 있어야 한다. 작성된 디바이스 드라이버를 통해서 데이터의 입출력이 실행된다.

JFFS(Journaling Flash File System)는 플래쉬 메모리 전용의 로그 파일 시스템이다. 플래쉬 메모리의 특성으로 인해 JFFS는 메모리의 모든 블록을 고르게 사용할 수 있도록 한다. 갑작스럽게 전원공급이 끊어졌을 경우를 대비해 일정 시간마다 전체 파일 시스템의 메타 정보를 로깅하고 빠른 시간에 시스템을 복구한다. 표 1에서는 JFFS 파일과 MTD 파일들을 보여 주고 있다.

표 1 JFFS 파일과 MTD구성 파일

inode.c	VFS(Virtual File System)와의 인터페이스 제공
intrep.h, intrep.c	파일 시스템의 내부 구조에 대한 내용
jffs_fm.h, jffs_fm.c	플래쉬 메모리의 구성을 위한 코드
jffs_proc.h, jffs_proc.c	JFFS정보를 나타내는 proc파일 시스템의 노드 생성을 위한 코드
jffs.h	자료구조 정의
mtdcore.c	MTD 시스템에 존재하는 사용자, 디바이스 모듈의 등록 및 해제 관련 함수
mtdblock.c	블록 디바이스 접근 루틴
mtdpart.c	파티션 관련 정보
mtd.h	MTD 시스템에 관련된 주요 자료구조 및 블록 디바이스 번호 정의

3.3 라우팅 모듈

리눅스에서 라우터 기능을 구현하기 위해서 공개 프로젝트인 LRP(Linux Router Project)에서 PC에 진행이 되어 있다. LRP의 용도는 IP masquerade 기능이다. 이것은

표 2 라우팅 모듈과 패키지 구성

ip_alias.o	가상 호스팅 머신을 실행
ipip.o	ip데이터그램 안에 ip데이터그램을 넣는 기술
rarp.o	자신의 ip주소를 알아내기 위해 사용하는 프로토콜
bind.lrp	호스트네임을 ip주소로 변환하는 기능
dhcpc.lrp	조직내의 네트워크 상에서 ip주소를 중앙에서 관리하고 할당하는 프로토콜
ppp.lrp	시리얼을 통해 데이터그램을 보내는 프로토콜
proftpd.lrp	유닉스나 유닉스 호환 운영체제에서의 ftp 데몬
snmp.lrp	네트워크에 관련된 정보수집과 문제점 보고의 기능을 하는 프로토콜

일대다 방식의 NAT(Network Address Translation)의 기능인데, 라우터 박스에 연결된 내부 컴퓨터들이 공식적으로 할당된 IP주소 없이도 인터넷이 가능하다. 또한 IP masquerade는 굉장히 안정된 네트워크 환경을 제공한다. 라우터의 기능으로 NAT, DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)프로토콜을 지원하며 FTP, Telnet, HTTP, Ping, Traceroute의 프로토콜을 위한 응용프로그램을 지원한다[8].

FDD 한 장용량으로 강력한 라우터의 기능도 구현되어 있다. 본 연구에서는 HDD나 FDD의 저장장치를 사용할 수 없는 임베디드 시스템의 특성상 다른 저장장치인 플래쉬 메모리에 라우터 기능을 구현하도록 한다. 라우팅 모듈과 패키지의 기본 내용이 표 2에 나타나 있다.

4. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 공개 운영체제인 uClinux를 ARM7TDMI CPU에 포팅하였으며, 플래쉬 메모리를 저장장치로 사용하기 위한 MTD 기반의 JFFS를 사용한 파일시스템을 구축하였다. 또한 리눅스 라우터 프로젝트에서 제공되는 모듈을 사용하여 JFFS기반의 라우터 기능을 구현하였다. 본 연구에서는 임베디드 시스템의 특성으로 인하여 제한적인 기능을 구현할 수 밖에 없었으며 사용한 하드웨어에 종속적이었다. 향후 연구과제로는 실시간 네트워크 트래픽 처리를 가능하게 하기 위하여 실시간 리눅스 커널로의 수정이 필요하며, 이를 기반으로 하여 트래픽 분석을 수행함과 동시에 기존 라우터 제품과의 성능평가를 수행하고자 한다.

참고 문헌

- [1] 주민규, 최경희, 김중수, 문종욱, 정기현 "내장형 리눅스를 이용한 라우터의 설계 및 구현", 정보처리학회논문지 A 제4호 2001.12
- [2] M. L. Chiang, Paul C. H. Lee, and R. C. Chang, "Managing Flash Memory in Personal Communication Devices," Proceedings of the 1997 International Symposium on Consumer Electronics (ISCE'97), pp. 177-182, Singapore, Dec. 1997.
- [3] S. Keshav and Rosen Sharma, "Issues and Trends in Router Design", IEEE Communications Magazine, May 1998.
- [4] KS32C50100 User's Manual. Rev1. Samsung, 2000.
- [5] KS32C50100 Application Notes. Rev0. Samsung, 2000.
- [6] <http://mac.os.nctu.edu.tw/>
- [7] <http://yjkjung99.netian.com/mtd/mtd.html>
- [8] <http://www.linuxrouter.org/>