

반도체 장비의 원격 모니터링을 위한 임베디드 웹 서버

윤한경* · 임성락†

*호서대 벤처전문대학원 컴퓨터응용기술, 호서대 컴퓨터공학부

An Embedded Web Server for Remote Monitoring the Semiconductor Equipment

Han Kyung Yun* and Seong Rak Rim†

*Application of Computer Technology, Graduate School of Venture, Hoseo University

†Dept of Computer Engineering, Hoseo University

ABSTRACT

A remote monitoring system of the semiconductor equipment is used to monitor or control operations of the equipment. Most of the conventional monitoring systems are based on the client-server model with the general purpose PC. Basically, it implies the difficulties in the system reliability and cost down due to its size and complexity. To overcome these difficulties, we suggest an embedded web server which is based on the low-cost microprocessor. It is designed for the monitoring or controlling a dedicated equipment only. To evaluate the feasibility of the suggested embedded web server, we have implemented a test-board with ATmega103 and programmed the basic modules using the AVR-GCC. Finally, we have tested its operations on the MS Explorer 6.0 environment.

Key Words : Embedded Web Server, Monitoring

1. 서 론

반도체 제조 공정의 신뢰성과 관리 효율을 향상시키고, 반도체 제품 생산의 품질을 높이기 위해서 반도체 장비 모니터링 시스템은 필요하다. 일반적으로 반도체 장비 모니터링 시스템은 반도체 제조 공정에 필요한 각종 설비 및 장비 등을 현장 제어 룸 또는 중앙 관리 시스템에서 감시/제어할 수 있도록 한다.

이러한 역할을 하는 반도체 장비 모니터링 시스템에서 안정성의 확보는 필수적이다. 그러나 기존의 반도체 장비 모니터링 시스템은 PC환경을 사용함으로써 인해 안정성 보장과 원가 상승 및 설치 공간의 어려움이 있다. 따라서 기존의 반도체 장비 모니터링 시스템의 어려운 부분을 보완하여 개선된 반도체 장비 모니터링 시스템의 개발이 필요하다[1, 2].

현재까지 가장 발전된 반도체 장비 모니터링 시스템

은 클라이언트/서버 개념을 도입한 것이다.

본 논문에서는 로컬 시스템, 서버 시스템, 클라이언트 시스템으로 구성된다. 로컬 시스템은 장비의 상태와 계기의 측정값을 나타내는 각종 센서의 데이터를 장비로부터 전송 받아 서버로 전송하는 역할을 하고, 서버 시스템은 로컬 시스템으로부터 네트워크를 통해 전송되는 각종 데이터를 데이터베이스에 저장하고 보존한다. 클라이언트 시스템은 서버에 저장된 데이터를 바탕으로 효율적인 생산 공정의 관리와 운영에 활용된다.

구성된 로컬 시스템의 하드웨어 모듈에 내장되는 임베디드 운영체제는 기존 모니터링 시스템에서 사용되어온 PC환경의 안정성이 취약한 운영체제와는 달리 임베디드 모니터링 시스템의 하드웨어 모듈에 최적화하고, 반도체 장비의 감시/제어에 필요한 기능만을 내장하여 안정성과 성능을 향상시킨다. 또한 저비용의 임베디드 시스템을 사용하므로 원가 절감과 소형화로 인한 설치 공간의 제약이 없어진다[3, 4, 5].

마지막으로 다양한 장비의 감시/제어를 필요로 하는

†E-mail : Srrim@office.hoseo.ac.kr

나 특수한 기능을 요구하는 장비의 경우에는 그 특성에 따라 별도로 부가적인 기능을 수행하는 응용프로그램을 작성한다.

2. 웹 서버 설계

2.1. 시스템 구성도

본 논문에서 제시하는 반도체 장비의 원격 모니터링 시스템은 각각의 반도체 장비의 상태를 네트워크 환경을 통해 임베디드 웹 서버 모듈과 각각의 장비에서 전송되는 데이터를 통합 관리할 수 있는 서버 시스템, 네트워크 환경에서 접속할 수 있는 클라이언트 시스템으로 구성된다. 반도체 장비의 원격 모니터링 시스템의 전체 구성도는 다음 Fig. 1과 같다.

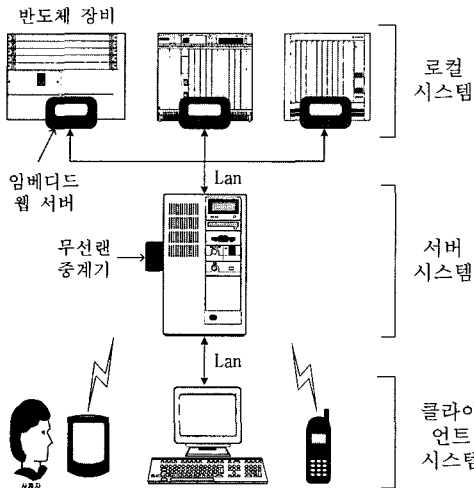


Fig. 1. 시스템 구성도.

제시된 반도체 장비의 원격 모니터링 시스템은 서버 시스템을 경유한 통합 관리 시스템으로 유/무선 네트워크 환경을 이용한다. 클라이언트 시스템은 네트워크 환경에 접근 가능한 모든 개인용 정보기기들로 기본적으로 웹 브라우저의 기능을 내장하고 있어야 한다. 무선통신이 가능한 브라우저를 내장한 휴대폰, PDA의 경우 무선 통신 기능을 통하여 장소의 제약 없이 반도체 장비의 원격 모니터링 시스템에 접속하여 전체 및 개별 장비를 감시 및 제어 할 수 있다.

2.2. 임베디드 웹 서버 H/W

반도체 장비의 원격 모니터링 시스템의 로컬 시스템용 임베디드 웹 서버 H/W의 주요 목적은 유/무선 네트워크를 이용하여 반도체 장비의 모니터링을 효율적으

로 수행할 수 있게 하는데 있다. 따라서 초소형으로 모듈화된 H/W 보드에 반도체 장비의 모니터링을 위해 최적화된 RTOS를 내장하고, 표준화된 네트워크 환경과의 연결을 위한 기능과 다양한 반도체 장비와의 연결을 위한 표준 인터페이스를 지원해야한다. 또한 일반적인 웹 브라우저를 지원하기 위한 웹 서버 기능의 구현이 필수적이다. 이러한 기능들을 수행하기 위해서는 반도체 장비의 원격 모니터링을 원활하게 수행할 수 있는 최적화된 H/W 장치가 설계되어야하고, 불필요한 장애 발생 요인을 제거하여 특수한 상황에서도 안정적인 동작을 보장할 수 있도록 해야 한다. 이렇게 안정성이 최우선시 되는 반도체 장비의 원격 모니터링 시스템 구축에 모니터링 시스템용으로 최적화되어 설계된 임베디드 시스템을 이용할 경우 기존 PC를 사용한 모니터링 시스템에 비해 월등한 안정성을 보장할 수 있다.

로컬 시스템용 임베디드 웹 서버의 상세 사양은 다음 Table 1과 같다.

Table 1. 임베디드 웹 서버 상세 사양.

분류	내용
MPU	8Bit RISC 6MIPS
Memory	내부 128 Kbyte 플래쉬
	4 Kbyte EEPROM
	4 Kbyte SRAM
	내부 64 Kbyte EEPROM
I/O Port	UART, SPI, ISP, 무선 모듈 포트, UTP
Max Speed	LAN 10Mbps, UART 115Kbps
Protocol	ARP, IP, ICMP, TCP, DHCP, HTTP
Voltages	4.0~5.5V

본 논문에서는 반도체 장비의 원격 모니터링 시스템에 부합하는 로컬 시스템용 임베디드 웹 서버의 H/W를 설계하기 위하여 플래쉬 롬을 내장한 ATMEL사의 ATmega103 [6] 원칩 마이크로프로세서를 사용하였다. ATmega103은 8비트 RISC 구조로 명령어가 간단하며 동작 속도가 빠르다. 제어를 위한 121개의 명령어를 내장하고 있고, 1MHz의 클럭당 약 1MIPS의 성능을 보이며 낮은 전압에서도 원활하게 동작한다.

임베디드 웹 서버를 인터넷에 연결하기 위한 이더넷 컨트롤러는 시중에서 저가의 네트워크 카드에 많이 사용되어 성능과 안정성이 검증된 RealTel사의 RTL8019AS [7]를 사용하였다. 이더넷 컨트롤러의 I/O 라인과 ATmega103 I/O 라인을 직접 연결하여 제어 신호를 보내거나 요청되는 데이터를 송/수신하게 된다.

또한 PC 또는 기기들과의 직렬 통신을 위한 RS-232C 레벨 컨트롤러, 추가적인 메모리 확장을 위한 직렬 I2C EEPROM, 각종 모듈 확장용 커넥터 등으로 구성했다. 추가적으로 4Kbyte의 EEPROM을 내장하여 데이터 백업이 가능하고 4Kbyte의 SRAM을 가지고 있어 이더넷 패킷 처리를 위해 사용하기에 충분하다. 또한 JTAG interface를 내장하고 프로그래밍 가능한 UART, SPI, PWM, 8비트 및 16비트 타이머/카운터, 8 채널 10비트 ADC를 내장하고 있으며 53개의 많은 I/O 라인을 사용할 수 있어 다양한 기능을 추가 확장할 수 있다.

2.3. 임베디드 웹 서버 S/W

로컬 시스템용 임베디드 웹 서버의 S/W 모듈은 반도체 장비의 원격 모니터링 시스템에서 로컬 시스템의 모니터링을 위해 반도체 장비에 부착된 임베디드 웹 서버의 H/W 보드에 내장될 프로그램들이다.

본 논문에서 제시하는 반도체 장비의 원격 모니터링 시스템을 위한 웹 서버 기능에 최적화된 S/W 모듈의 기본적인 개념도는 Fig. 2와 같다.

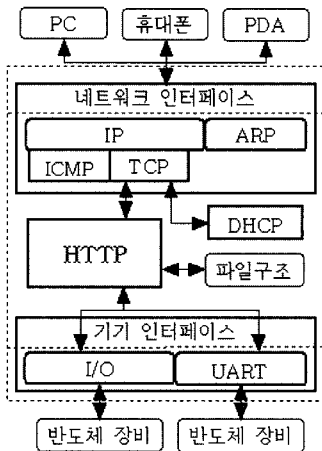


Fig. 2. S/W 모듈의 개념도.

네트워크 인터페이스 모듈은 PC, 휴대폰 혹은 PDA와 같은 네트워크 연결이 가능한 개인용 정보기로부터의 반도체 장비의 원격 모니터링에 필요한 웹 서비스 요청 메시지를 받아들이고 이들 요청에 대한 응답을 전달하는데 필요한 네트워크 프로토콜들을 지원하도록 한다. 반면 기기 인터페이스 모듈은 네트워크 환경을 통하여 반도체 장비의 동작 상태를 모니터링하고 이를 제어하기 위한 데이터 입출력 프로토콜을 해결하는 기능을 담당한다. 이외에도 웹 서비스를 지원하기

위한 HTTP 모듈, 웹 페이지 관리를 위한 파일 구조 모듈, 유동 IP 사용시 자동으로 IP 설정을 할당받을 수 있게 해주는 DHCP 프로토콜을 포함한다.

2.3.1 제어의 흐름

시스템이 시작되면 마이크로프로세서, 입출력, 인터럽트, LCD 등을 초기화하고 IP 주소, 게이트웨이, 서브넷 마스크 등의 네트워크 환경 설정을 하게 된다. 위 과정이 끝나면 HTTP 요청 처리를 위한 다수의 쓰레드를 생성하고 HTTP 요청 대기 를 하게 된다. 요청이 들어오면 클라이언트 웹브라우저로부터의 해당하는 요청을 수행하거나 필요로 하는 웹 페이지 데이터를 파일 시스템의 기억공간에서 찾아내어 네트워크 인터페이스를 통해 전송한다. 로컬 시스템용 임베디드 웹 서버 S/W 모듈의 기본적인 제어 흐름도는 Fig. 3과 같다.

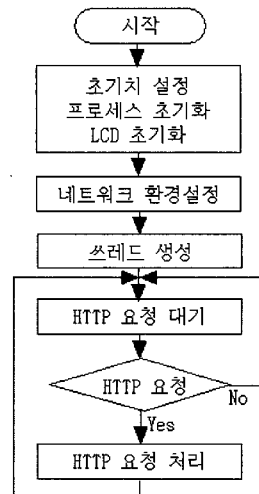


Fig. 3. 제어의 흐름도.

2.3.2 패킷 처리 알고리즘

패킷 처리 알고리즘에서 패킷처리는 RTL8019AS의 RSR 레지스터를 검사하여 수신된 패킷이 있으면 정상적인 패킷인지 검사하여 불량 패킷은 버린다. 정상적으로 수신된 패킷은 타입 필드를 분석(분석1)하여 ARP, IP를 구분하여 처리하고, 이외의 패킷은 불필요함으로 패킷수신 대기상태로 돌아간다. 본 논문에서 제시된 로컬 시스템용 임베디드 웹 서버를 네트워크 환경에 연결하기 위한 네트워크 인터페이스 모듈의 패킷 처리 알고리즘은 Fig. 4와 같다.

① ARP : ARP 응답 요구이면서 IP가 일치하면 ARP 응답 패킷을 송신한다.

② IP : (분석1)에서 IP일 경우 IP 헤더를 분석(분석2)하여 상위층에 해당하는 프로토콜(TCP, ICMP)을 검사

하고 해당하는 프로토콜 처리 루틴으로 분기한다.

③ ICMP: ICMP 헤더를 검사하여 ICMP echo, PING 응답 요구인지 확인하고, IP가 일치할 경우 에코 응답 헤더와 수신한 데이터를 송신한다.

④ TCP: TCP 헤더의 포트 번호를 검사하여 웹서비스를 위한 HTTP 포트 80번의 경우는 IP가 일치하는지 검사하고, HTTP 요청에 의한 URL 쿼리를 분석하여 해당하는 데이터를 전송한다.

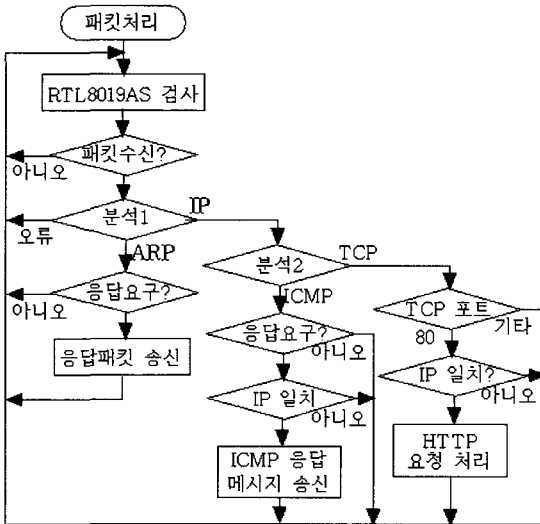


Fig. 4. 패킷 처리 알고리즘 흐름도.

2.3.3 HTTP 요청 처리

HTTP 모듈은 클라이언트 시스템의 웹 브라우저로부터 요청된 모니터링 정보를 웹 페이지 데이터로 변경하여 전송하는 기능 담당하는 모듈이다. 로컬 시스템용 임베디드 웹 서버는 특성상 클라이언트로부터 전송되는 정보를 효율적으로 처리할 수 있도록 설계하여야 한다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 요청 데이터의 처리 루틴을 간소화하여 HTTP 처리 모듈의 효율을 높일 수 있도록 하였다. HTTP 모듈은 사용자의 웹 브라우저로부터 요청된 웹 페이지 데이터를 전송하는 모듈로써 개략적인 제어의 흐름도는 Fig. 5와 같다.

클라이언트 웹브라우저의 HTTP 요청에 대해 HTML 문서, 텍스트, 이미지, CGI, 자바 애플릿 등을 전송하는데 직접적인 HTTP 요청에 대한 웹 페이지나 이미지, 자바 애플릿 등의 반환은 로컬 시스템용 임베디드 웹 서버의 기억공간에 저장된 데이터를 이용하거나 연결된 반도체 장비로부터 필요한 데이터를 전송 받아 처리한다. 이러한 동작을 위해 파일 관리 모듈을 이용한다. HTTP 모듈에서 URL 쿼리를 분석하여 필요로 하는 데

이터를 요청하면 파일 관리 모듈은 임베디드 웹 서버의 기억공간에 저장된 데이터를 검색하거나 반도체 장비로부터 전송된 데이터를 변환하여 반환하게 된다.

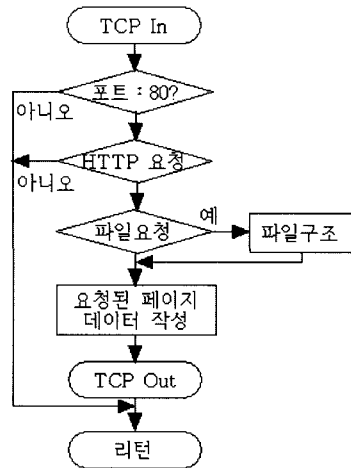


Fig. 5. HTTP 요청시 흐름도.

3. 실험결과 및 고찰

반도체 장비에 적용하기 위해 필요한 기능을 제시한 임베디드 웹 서버 모델의 활용 가능성을 검토하기 위하여 기본적인 기능들을 실험하였다.

임베디드 웹 서버의 S/W는 GNU 공개 컴파일러인 AVR-GCC를 이용하여 작성하고 직렬 통신 프로그램과 임베디드 웹 서버의 플레쉬 롬에 S/W를 적재하기 위해 사용되는 ISP 프로그램은 마이크로소프트사의 비주얼 스튜디오 6.0으로 작성하였다[8].

설계된 임베디드 웹 서버의 실험을 위한 환경으로는 제작된 H/W와 임베디드 웹 서버에 내장될 프로그램, PC에서 사용될 프로그램과 웹 페이지를 구성하기 위한 HTML 파일과 이미지 파일, 자바 애플릿 등이 필요하며 제시된 임베디드 웹 서버의 실험을 위해 필요한 기본적인 절차는 다음과 같다.

- ① 임베디드 웹 서버에 전원 인가
- ② PC와 ISP 포트를 통해 연결
- ③ 임베디드 웹 서버로 프로그램 전송
- ④ 임베디드 웹 서버의 IP등 환경설정
- ⑤ 작성된 웹 페이지 파일 EEPROM에 저장
- ⑥ 10BaseT UTP 랜 케이블 연결
- ⑦ 인터넷을 통해 웹 브라우저로 접속

본 논문에서 설계 및 구현된 임베디드 웹 서버의 검증 및 정상 동작을 확인하기 위한 기본 웹 페이지 출력

실험과 전등 제어 실험을 하였다.

[실험 1]에서는 MS 익스플로러 6.0으로 임베디드 웹 서버에 설정한 IP로 접속시 I2C EEPROM에 저장된 기본 웹 페이지가 정상적으로 전송되어 Fig. 6과 같이 웹브라우저에 출력되게 하였다. 이것으로 임베디드 웹 서버가 정상적으로 동작하는 것을 확인하였으며 시리얼 통신을 통한 모니터 기능으로도 정상적인 동작 상태를 확인할 수 있었다.

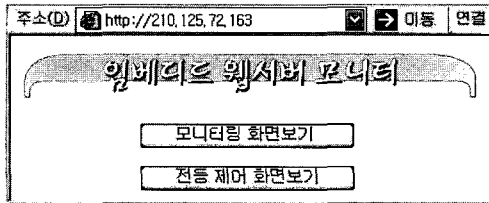


Fig. 6. 실험 결과 화면 1.

[실험 2]에서는 임베디드 웹 서버의 I/O포트로 인터넷을 통하여 전등을 제어하는 실험으로써 전등 제어 실험 구성도는 Fig. 7과 같다.

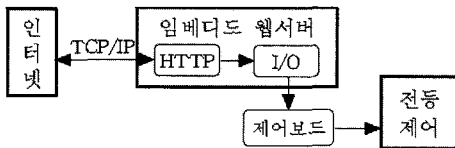


Fig. 7. 전등 제어 실험 구성도.

Fig. 8은 인터넷으로 임베디드 웹 서버에 접속한 화면으로써 전등 켜기 및 끄기 버튼을 누르면 임베디드 웹 서버에 해당기능을 요청하게 되고 내장된 제어 프로그램이 I/O 포트에서 제어보드를 통하여 전등에 제어신호를 보냄으로써 기기의 제어가 이루어진다.

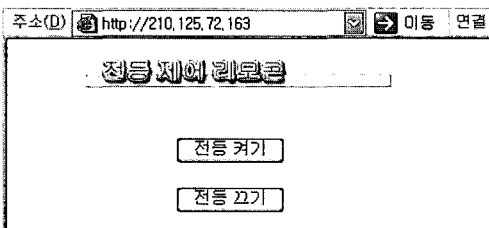


Fig. 8. 실험 결과 화면 2.

위의 기본적인 실험을 통해 반도체 장비 모니터링 시스템을 위한 로컬 시스템용 임베디드 웹 서버의 검증 및 정상동작을 확인하였다.

개발된 하드웨어는 직렬/병렬 통신, 다양한 입출력 포트, DA/AD 변환, PWM 등의 신호처리, 네트워크를

위한 컨트롤러 등을 내장하여 기존의 시스템과의 호환성 및 확장성을 고려하였다.

또한 반도체 장비의 신뢰성과 관리 효율을 향상시키고 반도체 제품 생산의 품질을 높이기 위해서 표준 네트워크 환경을 이용하는 통합 관리용 서버 시스템 및 클라이언트 시스템을 구현하였다. 이러한 표준 네트워크를 이용한 통합 관리 시스템은 반도체 장비에 필요한 각종 설비 및 장비 등을 현장 제어 룸, 중앙 관리 시스템, 네트워크 환경에 접속 가능한 원격지에서 감시 및 제어를 수행 가능하도록 하였다. 이를 위하여 구동 및 모니터링을 위한 임베디드 운영체제와 감시/제어용 소프트웨어 모듈, 부가적인 관련 응용프로그램을 개발하여 임베디드 모니터링 시스템을 구현하였다.

4. 결 론

반도체 장비의 원격 모니터링 시스템은 공정의 신뢰성과 생산성 향상을 위하여 장비의 동작 상태를 감시/제어한다. 대부분의 기존 모니터링 시스템들은 PC를 사용한 클라이언트/서버 모델로써 시스템의 안정성 보장과 원가 상승 및 설치 공간 확보의 어려움이 있다.

본 논문에서는 이러한 어려움을 해결하기 위하여 저가의 마이크로프로세서를 기본으로한 임베디드 웹 서버 모델을 제시한다. 제시한 모델은 장비의 원격 모니터링 및 제어에 필요한 기본적인 기능만 내장하여 임베디드 웹 서버의 효율성과 안정성을 제공한다.

부가적으로 이동형 로봇을 위한 무선 모듈 접속 기능을 포함하여 다양한 반도체 제조 장비에 탑재할 수 있고, 제조 공정에 필요한 장비들을 중앙 관제 시스템에서 효율적으로 관리/운영할 수 있도록 한다.

설계한 임베디드 웹 서버의 타당성을 검토하기 위하여 저가의 ATMega103 마이크로프로세서를 기반으로 한 하드웨어를 제작하고, AVR-GCC 컴파일러를 이용한 소프트웨어를 작성하여 MS 익스플로러 6.0 환경에서 실험하였다.

감사의 글

이 논문은 한국과학재단 지정 지역협력 연구센터인 호서대학교 반도체 제조장비 국산화 연구센터의 연구비 지원에 의해 연구 되었습니다.

참고문헌

1. Craig Hollabaugh, Ph.D., "Embedded Linux Hardware,

- Software, and Interfacing”, Addison Wesley, pp. 7-11 (2002).
2. 이정배, 이두원, “임베디드 시스템 연구 동향”, 정보처리학회지, 제9권, 제1호, pp. 17-18 (2002).
3. Agranat, I.D. “Engineering Web Technologies for Embedded Applications”, IEEE Internet Computing, Vol. 2-3 (1998).
4. Withey, N. “An Easy to Do Embedded Web Server”, IEEE Internet Computing, Vol. 2-3 (1998).
5. 박재호, “임베디드 리눅스”, 한빛미디어, pp. 35-37 (2002).
6. AVR 8-Bit RISC Data Sheets, “http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/Doc0945.pdf”
7. RTL8019(AS) Data Sheets, “<http://www.realtek.com.tw/downloads/downloads1-3.aspx?spec=True&compamodel=RTL8019AS>”
8. 송용수, 배성준, “AVR BIBLE”, 복두출판사, pp. 69-72 (2002).
9. 신영석, 박동선, 주수종, “EMBEDDED LINUX 이론과 실습”, 홍릉과학출판사 (2003).
10. Labrosse, J.J. “MicroC/OS-II: The Real-Time Kernel”, CMP Books (2002).