웨어러블 컴퓨터를 위한 전력관리 미들웨어 성능 측정

황선엽○, 원영암, 유용덕, 최훈
충남대학교 컴퓨터공학과
{syhwang○, yawon, yyd7724, hc}@cnu.ac.kr

Performance Evaluation of Power Management Middleware for Wearable Computers

SunYeop Hwang○, YoungAm Won, Yong-Duck You, Hoon Choi
Mobile Distributed Computing Lab, Department of Computer Engineering,
Chungnam National University, KOREA

요 약

유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 구성요소인 웨어러블 컴퓨터는 배터리를 기반으로 운영되므로 웨어러블 컴퓨터의 사용 시간을 늘리려면 효과적인 전력관리가 필요하다. 본 논문에서는 웨어러블 컴퓨터의 전력관리를 위한 컴포넌트 형태 미들웨어에 대한 구현 상황과 그 성능에 대해 기술한다. 구현된 전력관리 미들웨어는 전력인지 인터페이스, 전력관리 모듈과 전력관리 미들웨어 인터페이스로 구성된다. 구현된 전력인지 인터페이스 및 전력관리 미들웨어 인터페이스는 다른 미들웨어 컴포넌트 개발자나 응용프로그램 개발자에게 시스템에 투명한 전력관리 기법을 제공할 수 있다. 성능 측정 결과, 구현된 전력관리 미들웨어를 이용하여 LCD 화면 밝기와 블루투스 장치 검색 메시지 주기를 조절할 경우, 웨어러블 컴퓨터의 이용시간이 약 2배 이상 증가하였다.

1. 서 론

웨어러블 컴퓨터는 의복과 컴퓨터를 접목시켜야 하므로 소형 임베디드 시스템(embedded system)의 형태로 구현된다. 임베디드 시스템의 특성상 웨어러블 컴퓨터는 하드웨어 자원에 많은 제약이 따르게 된다[1]. 특히 시스템을 운영하기 위해 꼭 필요한 전력자원은 대부분 배터리(battery)를 통해 공급받기 때문에 웨어러블 컴퓨터를 운영하는데 제한이 많다. 따라서 전력을 효과적으로 사용하게 하는 전력관리 부분은 웨어러블 컴퓨터 시스템 소프트웨어의 중요한 요소로 자리잡고 있다.

웨어러블 컴퓨터의 특성상 자주 사용하는 무선 통신, 그리고 대표적인 입출력 장치인 소형 LCD(Liquid Crystal Display) 패널은 전력을 많이 소모한다. 따라서 시스템 전력상태에 따라서 웨어러블 컴퓨터의 LCD 품질과 무선통신을 효율적으로 제어하게 되면 웨어러블 컴퓨터의 소비 전력감소에 큰 도움이 될 것이다.

본 논문에서는 웨어러블 컴퓨터에 탑재될 웨어러블 컴퓨터용 미들웨어(wearable middleware)를 위한 컴포넌트 형태의 전력관리 미들웨어 (power management middleware)에 대해 기술한다. 웨어러블 컴퓨터의 전력상태를 기반으로 LCD 화면의 품질 관리 및 주기적인 무선통신을 사용하는 다른 미들웨어 컴포넌트 (middleware component)의 메시지 전송 주기를 변경하여 웨어러블 컴퓨터를 더 오래 사용할 수 있는 방법을 개발하였으며 이에 대한 성능을 분석 하였다.

2. 웨어러블 컴퓨터용 전력관리 미들웨어

웨어러블 컴퓨터용 전력관리 미들웨어는 크게 세 부분으로 구성된다. 첫 번째는 운영체제로부터 웨어러블 컴퓨터의 전원 상태를 인지할 수 있는 전력인지 인터페이스이고, 두 번째는 전원 상태 정보와 상위 계층에서 설정한 전력정책 정보를 기반으로 시스템의 상태를 변경하여 절전 관리를 하는 전력관리 모듈이다. 마지막은 전력관리 미들웨어와 다른 미들웨어 컴포넌트 또는 응용프로그램과의 통로 역할을 수행하는 전력관리 미들웨어 인터페이스이다[2].

웨어러블 컴퓨터에서 전력관리를 하기 위해 가장 기초적으로 알아야 될 정보는 시스템의 현재 전원 상태 정보이다. 구현한 전력관리 미들웨어의 내부 기능 모듈 중에서 전력인지 인터페이스가 이러한 기능을 담당한다. 전력인지 인터페이스에서는 운영체제의 APM(Advanced Power Management)과 ACPI(Advanced Configuration and Power Interface)의 기능을 통해 시스템의 전원 상태를 인식한다.

전력관리 미들웨어의 기능을 이용하고자 하는 응용프로그램이나 다른 미들웨어 컴포넌트들은 전력관리 미들웨어 인터페이스를 통하여 서비스를 요청하고 제공받는다. 또한 공개된 전력관리 미들웨어 인터페이스를 통해, 응용프로그램이나 다른 미들웨어 컴포넌트들은 전력관리 미들웨어의 내부를 알 필요 없이 서비스를 이용할 수 있다. 동일한 인터페이스를 제공하게 되면 시스템 플랫폼이나 전력관리 미들웨어의 버전에 관계없이 서비스를 이용할 수 있어 응용프로그램이나 다른 미들웨어 컴포넌트의 재개발을 방지할 수 있다.

전력관리 모듈은 크게 두 가지의 기능을 제공한다. 첫 번째로는 전력관련 정보를 유지하는 것이고, 두 번째 기능은 전력관리 미들웨어의 핵심적인 기능으로서 시스템의 절전을 위한 실질적인 전력관리 업무를 (품질관리 기능, 메시지 주기 조절 기능, 응용프로그램 절전 모드 전환 기능, 시스템 안전 종료 기능 등) 한다.

본 논문에서는 전력관리 모듈의 기능 중 품질 관리 기능과 메시지 주기 조절 기능을 통하여 전력관리 미들웨어의 성능을 측정 및 분석하였다.

○본 연구는 정보통신부의 선도기반기술개발사업의 지원으로 수행되었습니다

3 성능측정

전력관리 미들웨어에서는 현재 시스템의 배터리 잔여 용량에 따라서 전력단계를 일반, 절전, 최대절전 및 생존의 네 단계로 구분하였으며, 전력단계 구분의 기준이 되는 배터리 잔여 용량 값은 시스템의 전력정책에 따라 변경이 가능하다.

전력관리 미들웨어를 구현한 후 Freescale사에서 제작한 ARM926EJ-S CPU를 사용하는 i.MX21 보드에서 성능측정을 진행하였다. 품질관리 기능은 LCD 화면의 밝기(0~255)에 따른 소비 전력을 측정하였으며, 메시지 주기 조절기능은 네트워크 PnP(Plug and Play) 미들웨어 컴포넌트의 장치 검색 메시지 주기를 조절하여 소비 전력을 측정하였다. 네트워크 PnP 미들웨어 컴포넌트는 BAN(Body Area Network) 내에 추가된 장치를 자동으로 감지하고 새로운 서비스를 웨어러블 컴퓨터 사용자에게 제공해주는 역할을 하도록 본 연구팀이 개발한 미들웨어 컴포넌트이다[1]. 네트워크 PnP 미들웨어 컴포넌트는 새로운 장치를 추가하기 위해 주기적으로 장치 검색 메시지를 발생한다. 성능측정을 위해서 네트워크 PnP 미들웨어의 장치 검색 메시지 중 블루투스 장치 검색 메시지의 주기를 조절하여 소비 전력을 측정하였다. 소비전력 측정은 Hewlett Packard사의 HP66311B DC 소스(Mobile Communication DC Source)를 사용하였다[3]. i.MX21 보드의 전원을 HP66311B 장비를 통하여 5V의 일정한 전압으로 공급하였으며, RS-232C 통신을 통하여 소비 전류를 반복 측정하여 평균 소비전력을 계산하였다.

다음과 같은 가정하에, 본 논문에서 제안한 방법을 사용했을 때 소모 전력은 [표 1]과 같다.

- 하루에 웨어러블 컴퓨터를 12시간 사용
- 웨어러블 컴퓨터의 전력은 시간에 비례하여 일정하게 감소
- 웨어러블 컴퓨터의 LCD 화면은 생존 모드 전까지 계속 사용
- 네트워크 PnP 미들웨어 컴포넌트 메시지 주기: 5초 (컴포넌트 개발자가 설정)
- 최대절전 단계에서 장치검색 메시지 10회 전송

[표 1] 시스템 전력단계에 따른 소비전력

전력단계	사용시간	LCD 화면		블루투스 장치검색 메시지		
		밝기	소비전력	전송주기	전송회수	소비전력
일반	6시간	255	26,784mA·V(mW)	5초	4320회	8,596mA·V(mW)
절전	3.6시간	180	11,534mA·V(mW)	20초	648회	1,289mA·V(mW)
최대절전	1.8시간	30	1,101mA·V(mW)	필요시	10회	20mA·V(mW)
생존	-	-	-	-	-	-
합계	12시간		39,419 mA·V(mW)		4978회	9,905mA·V(mW)

위의 가정하에 웨어러블 컴퓨터를 전력관리 미들웨어 없이 사용하였을 경우 LCD 화면 밝기를 255로 12시간 사용할 때 소비 전력은 총 53,568mA·V(mW)이고, 블루투스 장치검색 메시지에 의한 소비전력은 총 17,192 mA·V(mW)이다. 하지만 전력관리 미들웨어를 사용할 경우 LCD 화면에 의한 소비 전력이 총 39,419mA·V(mW)로 약 27%의 감소 효과가 있다. 블루투스 장치검색 메시지에 의한 소비전력은 총 9,905mA·V(mW)로 약 43%의 감소 효과가 있는 것을 알 수 있다.

따라서 웨어러블 컴퓨터가 6,000mA 용량의 배터리를 사용하고, LCD 화면과 블루투스 장치 검색 메시지에 의해서만 전력이 소모된다고 가정할 때, 웨어러블 컴퓨터에서 전력관리 미들웨어를 사용하지 않으면(LCD 화면이 최대 밝기로 계속 켜있고, 블루투스 장치 검색 메시지는 5초에 한번씩 전송하면) 약 1.638 mA/sec의 전류가 소모되어 약 1시간 동안 웨어러블 컴퓨터를 사용할 수 있다. 그러나 전력관리 미들웨어를 사용하게 되면 약 2시간 3분 동안 웨어러블 컴퓨터를 이용할 수 있다. 즉, 웨어러블 컴퓨터의 사용 시간이 약 2배 증가하였음을 알 수 있다.

전력관리 미들웨어는 시스템 전원상태에 따라 차별화된 서비스를 제공함으로써 시스템의 전원상태가 나빠질수록 소모되는 전력을 감소시켜 시스템의 제한된 전력을 효율적으로 사용할 수 있도록 도와주는 것을 알 수 있다.

4. 결론

본 논문에서 기술하는 전력관리 미들웨어는 시스템의 전원상태 정보를 관리하며, 전원상태 정보 중 배터리 잔여용량을 기준으로 전력단계를 설정하여 전력단계별로 차별화된 서비스를 제공한다. 또한, 웨어러블 컴퓨터의 특성상 꼭 필요하지만 소비전력이 많은 LCD 화면의 밝기와 블루투스 장치 검색 메시지의 주기를 조절함으로써 시스템이 제한된 전력을 이용하여 효율적으로 운영될 수 있도록 해준다. 성능 측정을 통해서 전력관리 미들웨어를 이용하면 그렇지 않았을 때보다 약 2배의 사용시간이 증가하였다.

5. 참고문헌

[1] 유용덕, 이광희, 최훈, "차세대 PC 서비스 제어를 위한 프레임워크", 한국통신학회지 Vol. 22, No. 5, pp. 78-92, 2005. 5

[2] 황선엽, 박충범, 최 훈, "소형 임베디드 시스템의 전력관리를 위한 미들웨어 설계", 한국정보과학회 KCC2006 추계학술발표회, 논문집 제33권 제2호(A), pp. 326-330, 2006

[3] http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5964-8106.pdf