

동적 재구성 가능한 다중 피드백 인터페이스 프레임워크 설계*

정현태¹ 조일연¹ 이철훈²

한국전자통신연구원 융합기술연구부¹

htjeong@etri.re.kr¹, iycho@etri.re.kr¹

충남대학교 컴퓨터공학과²

clee@cnu.ac.kr²

Design of Dynamic Reconfigurable Multiple Feedback Interface Framework

Hyun-Tae Jeong¹, Il-Yeon Cho¹, Cheol-Hoon Lee²

IT Convergence Technology Research Laboratory, Electronics and Telecommunications Research Institute¹

Department of Computer Engineering, Chungnam National University²

요 약

유비쿼터스 컴퓨팅 시대가 도래함에 따라 크고 작은 수많은 컴퓨팅 장치들이 집, 사무실, 자동차 등 도처에서 지원되고 있으며, 손목시계형, 목걸이형 등 소형 액세서리 웨어러블 컴퓨터도 다수 출현하여 사용자에게 보다 편리하게 정보를 제공하고자 하는 연구들이 진행되고 있다. 웨어러블 컴퓨팅 장치는 사용자를 위해 정보를 제공하는 입력 장치로도 사용되고 있으나, 정보를 표현하고 제공하는 좋은 출력 장치이기도 하다. 본 논문에서는 다수의 입출력 장치들과 연동하여 다중 피드백을 효과적으로 지원할 수 있는 피드백 인터페이스 프레임워크를 제안하고, 손목밴드형 시스템에서 구현한 결과에 대해 논의한다.

1. 서 론

마크와이저가 유비쿼터스 컴퓨팅 개념을 제안한 이래로 컴퓨팅 장치의 소형화가 가속되면서 사무실, 가정할 것 없이 도처에 컴퓨팅 장치가 내재되어 편의를 증진시키려는 노력이 진행되고 있다[1]. PDA, 스마트폰 등이 등장하면서 이동하면서도 컴퓨터를 사용할 수 있게 되었으며, 냉장고, TV에도 사용자와 인터랙션이 가능한 컴퓨팅 장치를 내장함으로써 그야말로 도처에서 컴퓨터의 도움을 받을 수 있게 되었다.

이러한 노력과는 별개로 컴퓨터를 항상 이용할 수 있도록 하려는 노력은 웨어러블 컴퓨팅 기술의 발전을 가져왔다. 초창기 웨어러블 컴퓨터는 단순히 사용자의 PC를 항상 휴대할 수 있도록 하려고 노력하였으나[2], 최근에는 반도체 기술과 네트워크 기술의 발달로 주변의 컴퓨팅 환경과 상호작용하여 진정한 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스를 가능하게 하는 중요한 수단으로 부각되고 있다[3]. 최근의 웨어러블 컴퓨터는 반지형, 손목시계형, 귀걸이형 등 소형의 액세서리 형태, 또는 의복형태로 기존의 컴퓨터와는 다른 모습으로 개발되고,

기능별로 특화되어 인간의 자연스러운 행동에 따라 주변의 컴퓨터와 인터랙션 할 수 있는, 좀 더 인간중심적인 컴퓨팅 환경을 제공할 수 있는 방향으로 발전하고 있다.

액세서리 형태의 소형장치들은 제스처 입력 등의 중요한 입력 수단으로 활용되고 있으며[4][5], 근접센서를 이용한 귀걸이 등 좀 더 인간친화적인 새로운 인터페이스를 제공하고자 하는 노력들이 진행되고 있다[6]. 그 중 손목시계형태의 장치는 기존의 손목시계에 컴퓨팅 장치와 각종 센서를 제공함으로써 사용자 인터페이스 기술과 관련된 다양한 시도가 이루어지고 있으며, 장치의 특성상 소형의 디스플레이를 제공함으로써 시스템의 상태나 정보 처리의 결과 등 효과적인 사용자 피드백을 제공할 수 있는 시스템으로써, 상용적인 가치에 대해서도 그 가능성이 부각되고 있다[7].

웨어러블 컴퓨터의 소형, 경량화 추세는 모든 구조를 하나의 시스템에 집중하기 보다는, 입력 정보로부터 데이터를 처리하는 호스트 시스템이라 할 수 있는 웨어러블 퍼스널 서버와 다양한 소형 입출력 장치로

이루어져 서비스를 제공하는 방향으로 더욱 활발하게 연구가 진행되고 있다. 이러한 소형 장치는 경우에 따라 입력 또는 출력만을 지원하기도 하고, 입출력을 모두 지원하기도 하며, 각 입력과 출력이 하나 이상일 수도 있다.

피드백 정보는 소리, 진동, 문자, 영상 등 다양한 형태로 제공되고 있으며, 출력 정보를 구분하기 위하여 visual icon, auditory icon[8], 진동패턴 등으로 표현하도록 사용되고 있는데, 이들은 각 출력 장치마다 제각기 정한 방법을 사용하는 사례가 많으며, 따라서 같은 표현에 대해서도 장치마다 다른 경우가 많다. 이러한 출력에 대한 표현은 사용자에게 혼동을 주거나 제때 적절히 인식할 수 없게 할 수 있는 여지가 있으므로, 같은 정보에 대해서는 어느 장치나 항상 같은 형태로 표현할 방법이 필요하다.

이러한 이유로, 본 논문에서는 도처에 편재되어 있는 컴퓨팅 장치들이나 액세서리형 웨어러블 컴퓨팅 장치들이 입출력 장치로 사용될 때, 동적으로 구성이 가능하며, 같은 이벤트에 대해서는 같은 형태의 멀티모달 출력을 지원하는 다중 피드백 인터페이스 프레임워크 설계를 제안하고, 구체적인 설계와 손목밴드형 장치와 호스트 장치로 이루어진 시스템에서 구현하여 그 가능성을 보이고자 한다.

2. 동적 재구성 가능한 다중 피드백 지원 프레임워크의 설계

액세서리 형태의 소형 장치들은 센서를 이용한 입력 장치로 이용되거나 LED 등을 이용한 출력 장치로 이용될 수 있다. 이러한 소형 장치들은 그 다양성만큼이나 서로 다른 입출력을 지원할 수도 있다. 입출력 모두를 지원하는 장치가 있는가 하면, 어떤 장치들은 사운드 출력만을 제공하고, 어떤 장치들은 진동과 디스플레이를 제공할 것이며, 단순한 LED를 출력 장치로 제공하는 것들도 있을 것이다. 그러면, 어떤 상황에서 어떤 피드백을 어떤 장치로 보낼 것인가? 입력 장치와 출력장치가 다른 경우 어떻게 출력 정보를 핸들링 해야 하는가? 이러한 문제를 해결하기 위해 동적 재구성 가능한 다중 피드백 지원 프레임워크를 설계 하였다. 본 논문에서는 구현 및 시험 환경을 고려하여 센서와 피드백 인터페이스를 갖춘 디바이스 장치와 센서 입력들을 처리하고, 스케줄 이벤트를 처리하여 디바이스로 피드백 정보를 보내는 호스트 장치로 이루어진 시스템에서의 피드백 인터페이스 프레임워크를 설계하였다. 하지만, 이러한 구조는 하나의 장치 내에서 이루어져도 똑같이 적용할 수 있으며, 다수의 피드백 디바이스 장치가 연결되어도 지원이 가능하다. 그림 1은 디바이스와 호스트 장치의 상태도로서, 서로의 연결을 기다리는 상태와, 연결중인 상태, 센서 데이터를 전달하고 피드백 이벤트를

전달하는 동작상태로 크게 구분됨을 보인다.

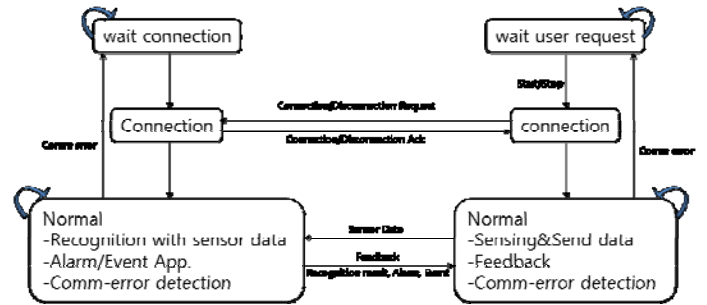


그림 1 디바이스와 호스트 장치로 이루어진 시스템의 상태도

2.1. 디바이스 장치

디바이스 장치에서는 호스트 장치와 연결될 때 어떤 입력이 어떻게 제공되는지, 어떤 출력 인터페이스가 있는지에 대한 정보를 전달하여 호스트 장치에 각 입력 채널과 피드백 인터페이스가 등록 되도록 설계하였다. 그림 2는 입력 인터페이스와 다수의 피드백 인터페이스를 지원하는 디바이스 장치의 소프트웨어 구조이다.

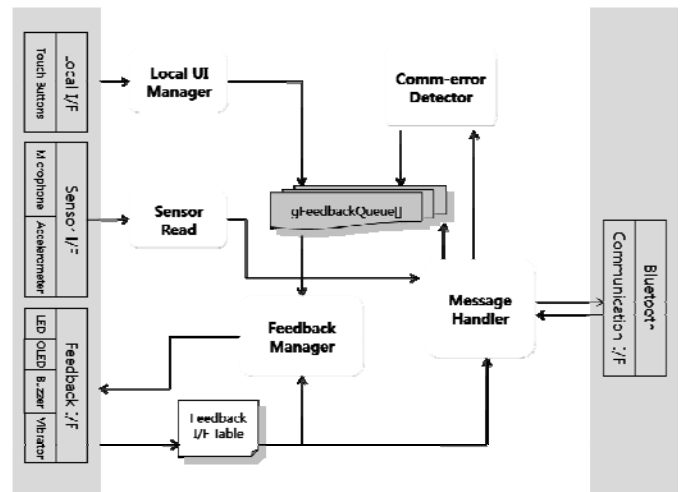


그림 2 디바이스 장치의 소프트웨어 구조

그림 2에서 Message Handler는 디바이스 장치가 호스트 장치와 연결될 때 정해진 프로토콜에 따라 정보를 전달하여 인터페이스가 등록이 되도록 하며, 호스트 장치로부터의 피드백 이벤트를 받아 gFeedbackQueue에 등록하는 일을 수행한다. Feedback Manager는 gFeedbackQueue에 등록된 피드백 정보를 해석하여 해당 피드백 인터페이스로 출력하는 역할을 수행한다. Local UI Manager는 사용자가 직접 디바이스 장치를 인터페이스 할 수 있도록 지원하는 기능을 수행하며, Comm-error

detector는 호스트 장치와의 통신에 이상이 발견될 시 통신 이상에 해당하는 피드백 이벤트를 gFeedbackQueue에 등록하게 된다.

2.2. 호스트 장치

호스트 장치에서는 디바이스 장치로부터 피드백 인터페이스 정보를 전달받아 필요한 피드백만을 지원하도록 등록하고 관리한다. 연결되는 장치의 입력 정보에 대해서도 판단하여 처리할 수 있도록 설계하였으나 여기서는 논외로 하기로 한다. 그림 3는 호스트 장치의 소프트웨어 구조를 보여준다.

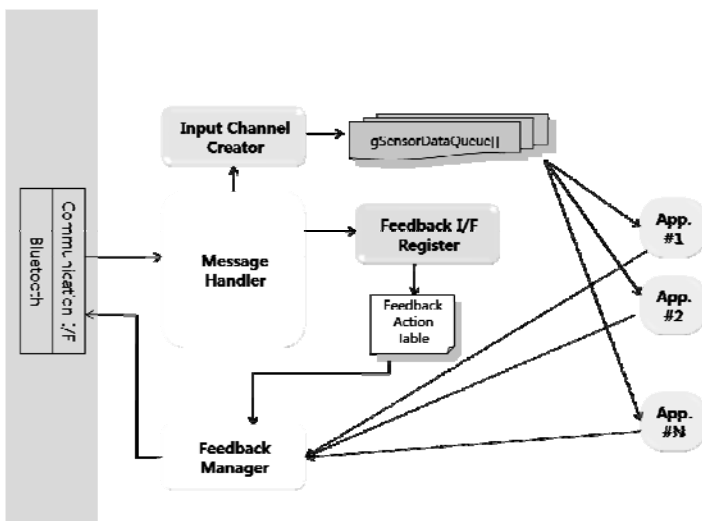


그림 3 호스트 장치의 소프트웨어 구조

그림 3에서 Feedback Action Table은 피드백 이벤트와 해당 이벤트 시 출력하고자 하는 피드백 정보의 종류와 각 피드백에 대한 파라미터를 포함한다. 그림 4에서 Feedback Action Table의 예를 보면 PING 이벤트에 대해 가능한 피드백은 LED이며, 그 중 BLUE LED를 400msec 동안 온 시킨 후 오프 시키라는 것이다. 이렇게 Feedback Action Table에서는 가능한 모든 정보에 대해 기술하도록 하며, 실제 피드백 정보의 전달은 Feedback I/F Register에 의해 등록된 피드백 인터페이스에 대해서만 해당 피드백 장치로 전달하도록 하였다.

2.3. 통신 프로토콜

피드백 장치가 호스트 장치에 입출력 정보를 등록하고 적절한 피드백 이벤트를 받아 처리할 수 있도록 프로토콜을 정의하였다. 그림 5는 기본적인 통신 메시지 프로토콜을 보여준다.

```

// ACTION LIST
// PING 1
// CLOCKWISE 2
// COUNTERCLOCKWISE 3
// VOLUMECONTROL 4
//
// FEEDBACK LIST
// BUZZER 81
// VIBRATOR 82
// LEDS 83
// TEXT 84
[START]

[ACTION] 1 // PING
[FEEDBACK] 81 0 0 // BUZZER
[FEEDBACK] 82 0 0 // VIBRATOR
[FEEDBACK] 83 BLUE 40 // LEDS
[FEEDBACK] 84 NULL 0 // TEXT

[ACTION] 2 // CLOCKWISE
[FEEDBACK] 81 3 40 // BUZZER
[FEEDBACK] 82 5 40 // VIBRATOR
[FEEDBACK] 83 RED 40 // LEDS
[FEEDBACK] 84 CLOCKWISE 40 // TEXT

[ACTION] 3 // COUNTERCLOCKWISE
[FEEDBACK] 81 3 40 // BUZZER
[FEEDBACK] 82 5 40 // VIBRATOR
[FEEDBACK] 83 GREEN 40 // LEDS
[FEEDBACK] 84 COUNTERCLOCKWISE 40 // TEXT
[END]
    
```

그림 4 Feedback action table 의 예

STX	MSG_TYPE	NO	DATA	CRC	ETX
-----	----------	----	------	-----	-----

그림 5 통신 메시지 프로토콜

MSG_TYPE은 현재의 통신 메시지가 무엇인지를 그림 2, 3의 Message Handler가 구분하고 처리할 수 있도록 정의한 것으로 디바이스 쪽에서는 CONNECT, CONNECT_IF_REGISTER, SEND_DATA, EVENT_OK 등이 있으며, 호스트 쪽에서는 CONNECT_IF_REQUEST, CONNECT_COMPLETE, EVENT_FEEDBACK, RECEIVE_OK 등을 정의하여 사용하였다.

3. 구현 및 시험

3.1. 손목밴드형 입출력 장치

동적 재구성 가능한 다중 피드백 지원 프레임워크의 가능성을 시험하기 위해 한국전자통신연구원에서 2006년에 개발한 Wearable Pointing and Gesture Band(이하 WPGB)를 사용하였다[4]. WPGB는 저전력 임베디드 프로세서를 내장하고, 전용 RTOS가 탑재되어 있으며[9], 가속도 센서, 마이크로폰을 이용한 제스처 인식 기능을 갖추고 있고, 사용자 인터페이스로는 터치버튼 입력과 OLED 디스플레이, RGB LED, 부저, 진동모터 등을 지원한다. 본래 WPGB 시스템은

Zigbee를 통신 인터페이스로 지원하였으나, 좀 더 다양한 적용을 위해 블루투스 모듈[10]을 지원하도록 수정하여 사용하였다(그림 6). 이 시스템 상에 그림 2의 소프트웨어를 RTOS용 응용 소프트웨어로 구현하였다.



그림 6 WPGB 시스템

호스트 장치로는 Fedora 리눅스가 설치되어 있는 노트북 컴퓨터를 사용하였으며, 여기에 그림 3의 소프트웨어를 리눅스 응용 소프트웨어로 구현하였다.

3.2 시험

설계 및 구현된 소프트웨어를 검증하기 위해 먼저 그림 4의 정보 중 PING에 따른 시스템의 지속적인 정상 동작을 판단할 수 있도록 하기 위해 PING 피드백 이벤트를 1초에 한번씩 호스트 장치에서 디바이스 장치로 ACK하고, 이를 받아 Blue LED를 점멸하는 시험을 수행 하였다.

다음으로는, 손목의 비틀림 정도에 따라 진동, 부저, LED 피드백을 동시에 하여 실제 다이얼을 돌리는 동작처럼 느끼도록 피드백 하는 응용을 제작하여 시험하였다.

또한, WPGB 측에서 지원할 수 있는 피드백을 제한하도록 설정한 후 위의 시험을 수행 시, 지원하도록 설정된 피드백 인터페이스 정보만을 호스트 장치로부터 받아 표현함을 확인하였다.

4. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 장치마다 다양한 피드백을 지원하고 입출력 장치의 구성이 동적으로 바뀔 수 있는 환경에서 다중 피드백을 지원할 수 있는 피드백 프레임워크를 제안하고 구현하여 그 가능성을 보였다. 이러한 피드백 프레임워크는 소형의 다양한 액세서리형 장치를 사용하는 웨어러블 컴퓨팅 환경에서 더욱 효과적으로 사용될 수 있으며, 기존의 사물들이 스마트한 장치로 제공되는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에도 유용하게 사용될 것이다.

제안한 동적 재구성 가능한 피드백 인터페이스 프레임워크가 더욱 유용하게 사용되도록 하기 위해서는 피드백 인터페이스의 종류와 각 파라미터에 대해 표준적으로 정의하는 작업이 필요하며, 이를 정의한

Feedback Action Table의 접근성을 높이고, 새로운 피드백의 추가 등을 쉽게 하도록 XML 문서로 설계하고, 다룰 수 있도록 발전시키는 노력이 필요하다.

향후 단순한 다중 피드백만이 아닌 순차적인 피드백에 따라 어떤 방법이 정보를 더욱 효과적으로, 인간친화적으로 전달할 수 있는지에 대한 연구를 계속하고자 한다.

5. 참고문헌

- [1] Mark Weiser, The Computer for the 21st Century, Pervasive Computing, pp.19-25, Jan-March 2002
- [2] http://en.wikipedia.org/wiki/Steve_Mann
- [3] Shwetak N. Patel, A 2-Way Laser-Assisted Selection Scheme for Handhelds in a Physical Environment, UbiComp 2003, pp.200-207
- [4] Ilyeon Cho, A Distributed Wearable System Based on Multimodal Fusion, ICESS 2007, pp.369-378
- [5] 유진호, 입을 수 있는 내장형 시스템 플랫폼에 관한 연구, 한국통신학회논문지, 제30권, 12B호, 2005. 12
- [6] Christian Metzger, FreeDigiter: A Contact-free Device for Gesture Control, ISWC 2004
- [7] 조일연, 웨어러블 퍼스널 스테이션 개발 : 손목시계형 차세대 PC 플랫폼, 한국차세대PC학회 논문지, pp. 37-46, 2005. 9
- [8] Bruce N. Walker, SPEARCONS: SPEECH-BASED EARCONS IMPROVE NAVIGATION PERFORMANCE IN AUDITORY MENUS, Proceedings of the 12th International Conference on Auditory Display, London, UK, June 20-23, 2006
- [9] Hee-Joong Ahn, UbiFOS: A Small Real-Time Operating System for Embedded Systems, ETRI Journal, Volume 29, Number 3, June 2007
- [10] Bluetooth SMD Module WRL-08497, http://www.sparkfun.com/commerce/product_info.php?products_id=8497