

U-헬스케어기반의 수면제어 및 원격모니터링 시스템[☆]

U-healthcare Based System for Sleeping Control and Remote Monitoring

김 동 호*
Dong-Ho Kim

정 창 원**
Chang-Won Jeong

주 수 종***
Su-Chong Joo

요 약

본 논문에서는 개폐상태를 알릴 수 있는 스위치나 센서들을 이용하여, 수면자의 수면상태를 인식할 뿐 아니라 올바른 수면상태로 제어할 수 있는 수면제어 및 원격모니터링 시스템을 제안하였고, 이 시스템을 헬스케어 수면매트에 실제 적용한 예를 보였다.

제안한 시스템은 센서를 이용한 수면상태 감지부, 센싱데이터 검출 및 송수신부, 수면상태 제어 및 모니터링부로 구성되었다. 시스템 구축을 위해 먼저, 수면상태 감지부는 접촉 방식의 개폐형식의 스위치센서를 사용하였다. 둘째, 센싱데이터 검출 및 송수신부는 임베디드 보드를 자체 개발하였으며, 실시간 데이터 추출과 수면상태 제어 및 모니터링부와는 소켓 기반의 통신이 지원된다. 그리고 세 번째 수면상태 제어 및 모니터링부에서는 입력된 센서 ID와 센싱된 데이터를 기반으로 올바른 수면자세의 유도 및 전반적인 수행상태 정보를 모니터링 하도록 하였다. 마지막으로 이들 서비스 모듈 및 그들 간의 통신구현은 실시간 객체지향형 모델인 TMO 스키마와 이들 간의 실시간 통신을 위해 분산 미들웨어로서 TMOSM을 이용하였다.

Abstract

Using switches and sensors informing the current on or off state, this paper suggests a sleeping control and remote monitoring system that not only can recognize the sleeping situations but also can control for keeping an appropriate sleeping situation remotely. And we show an example that this system is applied to the healthcare sleeping mat. Our system comprises the following 3 parts; a part for detecting the sleeping situations, a part for extracting sensing data and sending/receiving the relating situated data, and a part controlling and monitoring the all of sleeping situations. In details, in order to develop our system, we used the touch and pressure-sensitive sensors with On/Off functions for a purpose of the first part. The second part consists of the self-developed embedded board with the socket based communication as well as extracting real-time sensing data. And the third part is implemented by service modules for providing controlling and monitoring functions previously described. Finally, these service modules are implemented by the TMO scheme, one of real-time object-oriented programming models and the communications among them is supported using the TMOSM of distributed real-time middleware.

☞ Keyword : TMO Scheme, TMOSM, ON/OFF Switch and ON/OFF Sensor, Sleep posture recognition, Sleep posture control, Monitoring Service, TMO 스키마, TMOSM, ON/OFF 스위치 및 ON/OFF 센서, 수면자세 인식, 수면자세 제어, 모니터링 서비스

1. 서론

* 준 회 원 : 원광대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사과정
dhkim1@wonkwang.ac.kr

** 정 회 원 : 원광대학교 전기전자 및 정보공학부 Post-Doc
mediblu@wonkwang.ac.kr

*** 종신회원 : 원광대학 전기전자 및 정보 공학부 교수
scjoo@wonkwang.ac.kr

[2006/08/02 투고 - 2006/08/28 심사 - 2006/10/23 심사완료]

☆ 이 논문은 2006년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국
학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (전북대학교
헬스케어기술개발사업단).

최근 IT의 발전과 함께 개인건강에 대한 사람들의 관심이 높아지면서 U-헬스케어(Ubiquitous Healthcare)에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며 관련 산업이 급격한 성장세를 보이고 있다. U-헬스케어를 위한 기술이 발전하면서 건강관리에 대한 개념이 질병의 발생 후 치료에서 질병을 미리 예방하고, 또한 질병의 치료도 헬스케어 지원 기기들을 통해 생활습관을 바꾸는 방향으로 전개되고 있다[1]. U-헬스케어는 언제 어디서나 예방,

진단, 치료, 사후 관리의 보건의료 서비스를 제공하고, 인체활동의 제한 없이 가능한 정상적인 생활을 유지하면서 조속하고 지속적으로 인체의 기능을 진단할 수 있어야 한다[2]. 특히 수면자세는 사람의 건강 상태를 측정할 수 있는 지표로 여겨지고 있으며, 수면습관 또는 수면자세를 제어하여 건강생활을 유지할 수 있도록 지원해주는 기술들이 요구되고 있다.

이와 관련된 기존 연구에서는 수면자세 인식을 위해 체압분포 측정값을 이용하였다[3]. 이 방법은 사람의 몸무게에 의하여 물체와 사람사이의 접촉면에 발생하는 압력의 분포를 측정하는 방법을 사용하지만 연속적인 모니터링 기능이 없고, 고가의 전용 시스템을 구축해야하는 단점이 있다. 수면자세를 인식하기 위한 방법에는 접촉 방식을 이용한 압전센서, 압력센서, ON/OFF 센서를 사용하는 방법이 있다[4,5]. 압전센서를 활용한 인식 기술은 전기장판처럼 전선들이 내부에 격자형태의 배열로 구성하여 센서에 힘이 가해지면 전선의 교차 눌림으로 인해 전기적 신호가 생성되며 이를 통해 눌려진 곳의 위치 및 압력의 정도를 알아낸다. 압력센서를 이용한 인식 기술은 무게에 의한 절대적인, 혹은 상대적인 압력으로 인해 발생하는 신호를 측정하는 방법이다. 마지막으로, ON/OFF 스위치 센서를 이용한 기술은 Pull-up 저항을 이용한 ON/OFF 스위치 센서를 격자형태의 배열로 구성하여 사람의 접촉에 의해 발생하는 아날로그 신호를 분석하여 인식하는 방법이다[6]. 압전센서나 압력센서의 측정값은 아날로그 값인 반면 ON/OFF 스위치 센서의 측정값은 디지털 값으로 검출되기 때문에 센서의 상태를 알기 쉽고 데이터 처리가 쉬운 장점이 있다. 그러나 기존의 연구들은 수면습관을 실시간으로 파악하여 적합한 수면자세를 처방하거나, 수면상태에 대한 정보를 수집 및 저장/관리가 가능한 장기적인 u-헬스케어 서비스를 제공하지 못했다. 또한 u-헬스케어 특성상 인체활동을 제한하지 않고 인체의 기능을 조속히 진단하기 위한 생체센서들은 고가일 뿐

아니라, 수면자세를 감지하기 위한 생체센서들은 부족한 실정이다.

본 논문에서는 이러한 수면자세에 대한 헬스케어의 요구에 맞추어 사람에게 좋은 수면습관을 유도해주는 u-헬스케어기반의 수면제어 및 원격모니터링 시스템을 제안한다. 본 시스템은 상기 문제점들을 해결하기 위해서 수면자세 감지를 위해 저가의 ON/OFF 스위치 센서를 이용하고, 수면자세의 실시간 모니터링 및 제어를 위해 실시간 객체지향 프로그래밍 모델인 TMO(Time-triggered Message-triggered Object) 스키마로 개발한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 센서들의 정보를 처리하고 원격모니터링을 지원하는 동작객체들로 모델링되는 TMO 스키마와 이들 TMO 사이의 통신 및 제어를 위한 실시간 미들웨어인 TMOSM(TMO Support Middleware)에 대하여 설명한다. 3장에서는 수면제어 및 원격모니터링 시스템의 구성요소에 대해서 살펴보고, 4장에서 본 시스템의 수행결과를 통해 각 구성 요소들 간의 상호작용 및 수면자세의 인식방법을 보인다. 마지막 5장에서는 본 논문에 기술된 연구에 대한 결론과 향후 연구내용 및 응용가능성에 대하여 기술한다.

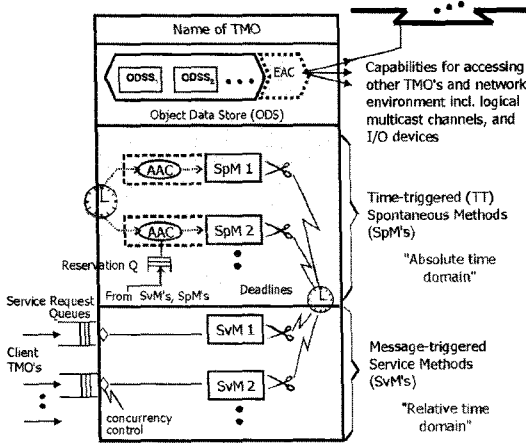
2. 배경연구

TMO와 TMOSM은 미국 UCI DREAM Lab.에서 개발한 실시간 객체모델과 통신 미들웨어로, 본 논문에서는 센서정보를 수집하고 원격에서 모니터링을 지원하는 시스템 개발 프로그래밍 방법으로 채용했다.

2.1 TMO 스키마

센서로부터 들어오는 실시간 데이터를 수집하고 처리하여 원격모니터링을 지원하기 위해 채택한 실시간 객체지향 프로그래밍 모델인 TMO 스키마는 기존 객체 모델에 대한 확장으로 적시성

서비스 기능(timely service capabilities)을 보장하고, 실시간 시스템이 갖는 시간적인 행동 및 메시지에 의한 기능적인 행동에 대한 추상화 등을 지원한다[7,8]. TMO는 기존 객체 모델이 가지고 있는 서비스 요청에 의해 동작되는 메소드인 SvM(Service Method) 이외에 객체에 정의된 시간에 따라 능동적으로 동작하는 메소드 SpM(Spontaneous Method)을 추가적으로 가진다. TMO의 기본구조는 (그림 1)과 같으며 5개 부분으로 구성된다.



〈그림 1〉 TMO 기본구조

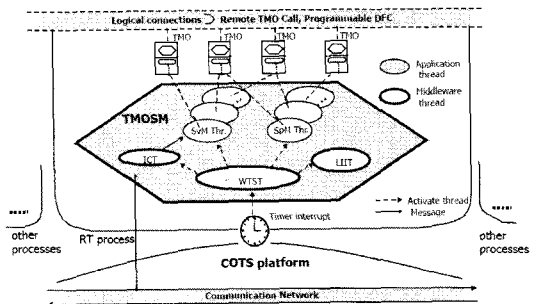
- ODS(Object Data Store) : TMO의 상태나 속성 정보의 저장과 SpM이나 SvM에서 서로 공유하는 데이터 저장소
- EAC(Environment Access Capability) : 논리적인 통신채널과 I/O 장치 인터페이스를 명세하며 gate() 함수를 통해 원격 TMO의 메소드 호출 경로를 제공한다.
- AAC(Autonomous Activation Condition) : SpM의 주기적인 수행동작을 위한 시간을 정의한다.
- SpM's(Spontaneous Methods) : AAC 조건에 따라 주기적으로 TMO에서 해야 할 작업들을 표현한 메소드들의 그룹
- SvM's(Service Methods) : 고유한 마감시간을 갖

고 다른 메소드의 서비스 요청에 의해 TMO에서 수행되는 메소드들의 그룹

현재 TMO 모델은 실시간 요구사항을 만족하는 군사 응용이나 운송 응용과 같은 실시간 시뮬레이션 분야에 적용되어 활발한 연구가 진행 중에 있다[9,10,14]. 본 논문에서는 TMO 모델을 적용하여 많은 수의 센서들의 데이터를 취득 및 수면자세 제어, 그리고 실시간 원격모니터링을 지원하는 응용을 구현한다.

2.2 TMOSM(TMO Support Middleware)

분산 실시간 객체인 TMO를 플랫폼이나 운영체제의 제약 없이 객체간의 메시지 전송 및 상호 동작을 통하여 분산 투명성을 지원하는 미들웨어로 TMOSM이 개발되었다[11,13]. TMOSM에서 제공되는 분산 서비스 수행을 위한 스레드로는 응용 스레드(application threads)와 미들웨어 스레드(middleware threads or system threads)가 존재한다. 응용 스레드는 해당 TMO가 포함하는 메소드들에게 스레드 할당을 책임진다. 미들웨어 스레드는 타임 슬라이스의 구동을 위해 TMOSM의 시작시간에 고정되어 주기적으로 운영되며, TMOSM이 서비스를 지원하기 위해 포함하는 함수들의 구동을 책임진다[7, 9, 12]. TMOSM의 구조는 (그림 2)에서 보이며 수행되는 스레드들은 다음과 같다.

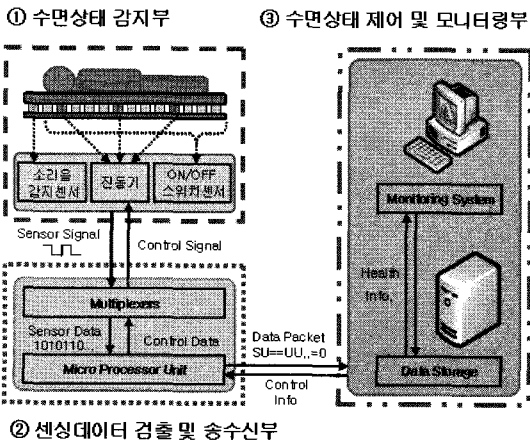


〈그림 2〉 TMOSM의 기본구조

- **WTST(Watchdog Timer & Scheduler Thread)** : TMOSM의 모든 다른 스레드의 동작이나 스케줄링을 관리하고, 마감시간 위반을 검사한다.
- **ICT(Incoming Communication Thread)** : 서비스 객체에 통신 네트워크를 통하여 들어오는 메시지를 분산 관리한다.
- **LIIT(Local I/O Interface Thread)** : 순차적 문자열 I/O, 디스크 I/O, 네트워크 I/O를 포함하는 호스트 노드 플랫폼의 I/O 동작을 관리한다.
- **VMST(Virtual Main System Thread)** : 위에서 기술한 세 개의 스레드에 이용되지 않는 모든 타임 슬라이스에 스레드를 제공한다. 정확한 타임 슬라이스 할당은 WTST에 의해 제공된다. VMST에 포함된 모든 타임 슬라이스는 선택된 응용 스레드에 할당 된다.

3. 수면제어 및 원격모니터링 시스템 설계

수면제어 및 원격모니터링 시스템은 (그림 3) 과 같이 수면자세를 감지하기 위해 많은 수의 센서들이 부착된 수면상태 감지부와 이로부터 데이터를 검출하고 처리하여 호스트 PC로 전송하는 센싱데이터 검출 및 송수신부, 그리고 수면자세를 판별하고 제어를 명령하며 모니터링 기능과 저장소가 있는 수면상태 제어 및 모니터링부로 구성

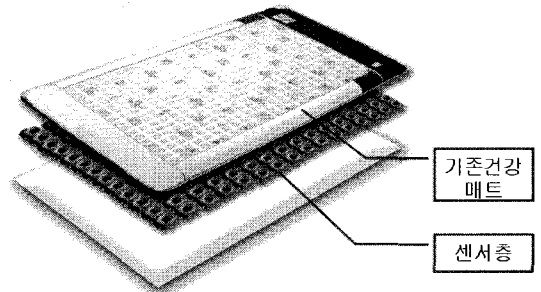
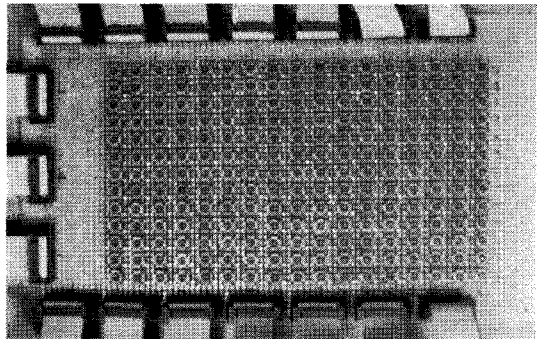


〈그림 3〉 수면제어 및 원격모니터링 시스템 구성

되어 있다. 본 장에서는 시스템 구성요소들의 세부적인 구조와 기능에 대해 설명한다.

3.1 수면상태 감지부

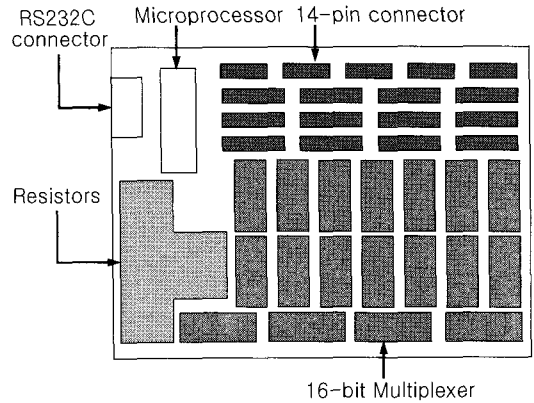
수면상태 감지부는 사용자의 수면자세를 감지하기 위한 센서, 코골 소리음을 측정하는 소리음 감지 센서, 올바른 수면자세로 유도하는 진동기로 구성된다. 센서 및 진동기는 헬스케어 매트 크기와 각 센서의 성능에 비례하여 설치된다. 수면자세를 감지하기 위한 센서는 ON/OFF 스위치 센서가 있으며, 코골 소리음을 감지하기 위한 센서는 소리음 감지 센서를 사용한다. 수면 시 감지되는 기본적인 환경소음은 고려하지 않으며, 이 값은 오프셋을 두어 제외시켰다.



〈그림 4〉 수면상태 감지부

(그림 4)에서와 같이 수면상태 감지부를 PCB 상에 프로토타입으로 제작했으며, 수면자세 정보를 수집하기 위해 221개의 ON/OFF 스위치 센서를

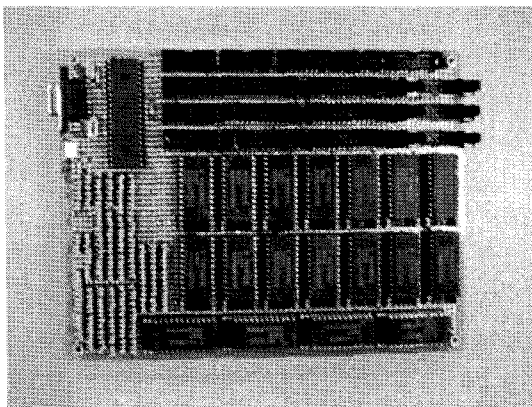
와 센싱데이터 검출 및 송수신부에서 센서들의 상태 정보를 읽어 들이기 위해 17개의 14-핀 커넥터를 부착하였다. 외부자극을 통해 수면상태를 제어하기 위한 진동기는 수면상태 제어 및 모니터링부의 모니터링 윈도우에 동작상태가 표시된다. 각 수면자세에 따른 정확한 수면자세패턴을 얻기 위해 ON/OFF 스위치 센서들은 조밀하게 배치하였다. 이 과정에서 효과적인 데이터 획득을 위해 센서들을 매트릭스 구조로 연결하고 폴업저항을 부착하였다[15].



〈그림 5〉 센싱데이터 검출 및 송수신부의 구조

3.2 센싱데이터 검출 및 송수신부

센싱데이터 검출 및 송수신부는 두 가지 기능을 수행한다. 첫째는 헬스케어 수면매트 상에 부착된 센서들의 상태값을 검출하여 수면상태 제어 및 모니터링부로 전송한다. 수면자가 헬스케어 매트에서 수면을 취하면 수면자세에 따라 ON/OFF 스위치 센서들은 눌림 상태(ON)와 비눌림 상태(OFF)를 취한다. 이러한 센서들의 상태값은 마이크로프로세서에 의해 수면자세 데이터 값으로 검출되며, 코골 소리 또한 일정한 주기마다 동시에 측정된다. 둘째는 수면상태 제어 및 모니터링부에서 전송하는 제어정보를 받아 수면상태 감지부의 진동기를 동작시킨다.

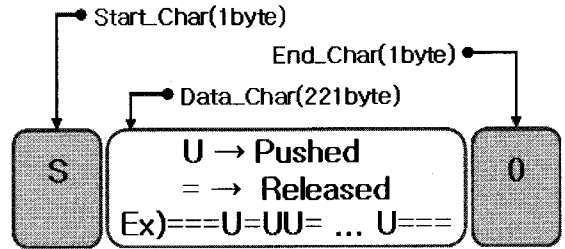


센싱데이터 검출 및 송수신부는 (그림 5)와 같이 14cm×23cm 크기의 PCB 상에 17개의 14-핀 커넥터와 18개의 멀티플렉서 그리고 한 개의 마이크로프로세서를 사용하여 구현했다. 커넥터는 폴업전원과 하나의 공통 GND가 있으며 멀티플렉서와 연결되어 수면상태 감지부의 ON/OFF 스위치 센서들의 상태정보를 수집할 수 있도록 한다. 멀티플렉서들은 수많은 센서들의 데이터 획득을 위해 두 그룹으로 나누어진다. 첫 번째 그룹은 센서담당 그룹으로 각각 하나의 커넥터와 쌍을 이루어 수면상태 감지부의 센서들과 연결되며, 두 번째 그룹은 모뎀 그룹으로 첫 번째 그룹의 센서정보를 수집하는 멀티플렉서와 연결되어, 센서 그룹들의 정보를 수집한다. 센서담당 그룹의 입력단은 커넥터를 통해 센서의 출력선들과 1:1 연결되고, 모뎀 그룹의 입력단은 센서들의 선별적인 상태값을 검출하기 위해 센서담당 그룹의 출력단과 연결했다. 각 멀티플렉서 그룹은 마이크로프로세서의 4비트 데이터 버스를 공통으로 사용한다. 멀티플렉서의 제어단은 마이크로프로세서의 8비트 출력포트와 연결되고 하위 4비트는 센서담당 그룹과 나머지 상위 4비트는 모뎀 그룹과 연결했다. 수면상태 제어 및 모니터링부에 검출된 수면자세 데이터를 전송하기 위해 마이크로프로세서의 UART포트를 RS232C 커넥터와 연결했다.

센싱데이터를 검출 및 송수신하기 위해 마이크로프로세서 PIC16F877을 사용했으며, 상태정보의 세부적인 검출방법은 다음과 같다. 마이크로프로세서는 하나의 출력포트의 하위 4비트를 통하여 센서담당 그룹의 멀티플렉서들에게 제어신호를 보내 하나의 입력단을 활성화 시킨다. 그 다음에 같은 출력포트의 하위 4비트는 그대로 유지시키고 상위 4비트를 선택하여 모든 그룹의 멀티플렉서들에게 제어신호를 보내 입력단을 순차적으로 하나씩 활성화 시키면서 모든 그룹의 출력값을 읽어 들인다. 이렇게 하면 수면상태 감지부에 부착된 일부 센서들의 상태값이 검출된다. 나머지 센서의 상태값을 검출하기위해 마이크로프로세서는 출력포트의 하위 4비트를 1만큼 증가시키면서 위의 과정을 되풀이하게 된다. 이 과정을 거치면 수면상태 감지부의 ON/OFF 스위치 센서의 상태값은 디지털 값으로 구성된 하나의 데이터 집합으로 검출된다. (그림 6)은 센싱데이터 검출 과정에 대한 흐름도를 보인다.

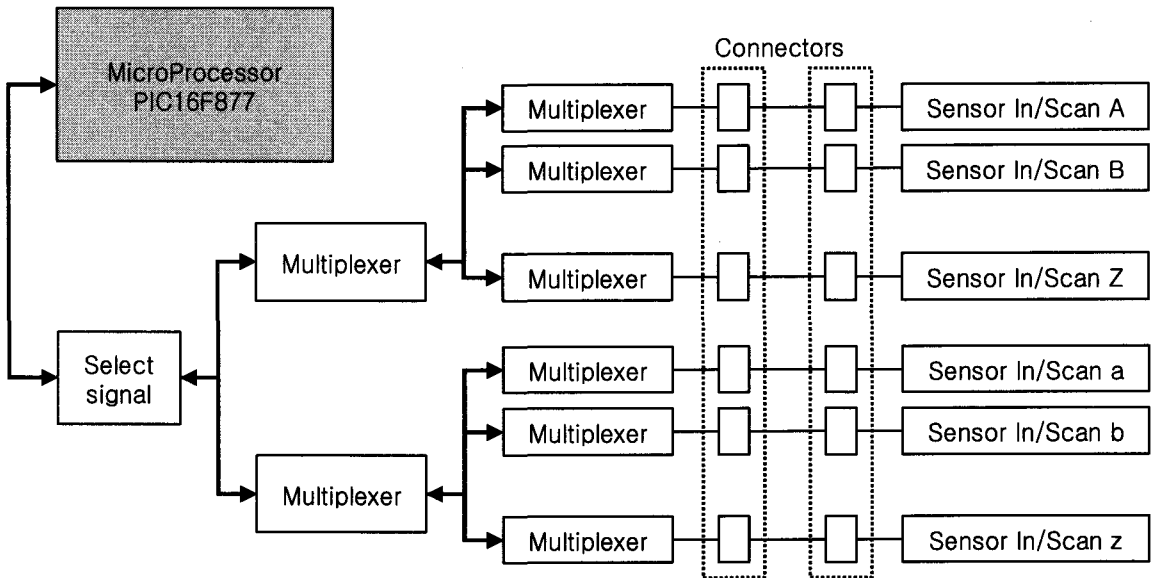
이후 마이크로프로세서는 획득한 하나의 데이터 집합을 패킷으로 만들어 마이크로프로세서의

UART 포트와 수면상태 제어 및 모니터링부의 COM 포트를 연결한 RS232C케이블을 통해서 전송된다. 수면상태 제어 및 모니터링부로 전송되는 데이터 포맷은 (그림 7)과 같다.



〈그림 7〉 수면상태 제어 및 모니터링부로 전송되는 데이터 패킷 구조

데이터 포맷은 223byte의 고정길이이며 1개의 시작 문자(Start_Char)와 1개의 종료 문자(End_Char), 그리고 221byte의 센서들의 상태값으로 구성된다.

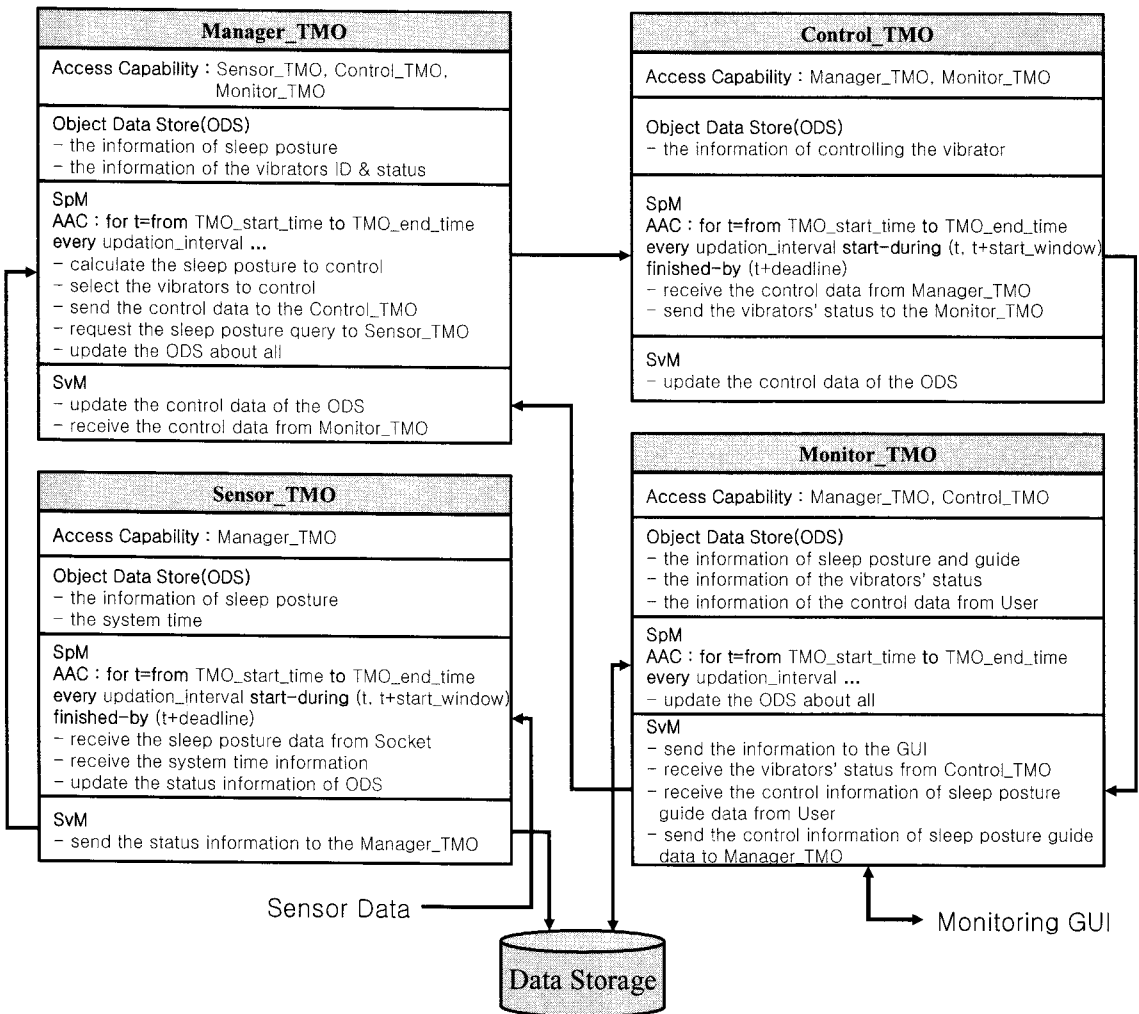


〈그림 6〉 데이터 검출 흐름도

3.3 수면상태 제어 및 모니터링부

수면상태 제어 및 모니터링부는 센싱데이터 검출 및 송수신부로부터 전달받은 정보를 기반으로 현재 수면자의 수면자세를 관리한다. 시스템에 사전에 저장된 올바른 수면자세 패턴 및 코골음 기준치와 비교하여 수면자세 유지 또는 수면자세 제어를 판단하는 기능을 수행한다. 수면자세가 바르지 못하다고 판단되었을 경우, 헬스케어 수면매트에 설치된 진동기를 동작시키기 위한 제어신호를 센싱데이터 검출 및 송수신부로 전송하

여 진동기 제어를 통해 올바른 수면자세를 취하도록 유도한다. 이들 서비스를 위한 구성요소들은 앞에서 기술한 TMO 스키마에 의해 정의했다. 실시간 특성을 지원하며 자치적 동작 특성을 갖는 TMO 스키마를 사용하여 ON/OFF 스위치 센서를 통해 검출되는 수면상태 데이터를 실시간으로 처리하고 정보화하여 원격모니터링이 가능하게 했다. 정의된 각 TMO들의 ODS에는 TMO가 동작을 수행할 때 필요한 정보가 저장되며, SpM에는 주기적 동작을 위한 시간명세와 실시간적 수행내용이 그리고 SvM에는 다른 TMO와의 상호작용을



〈그림 8〉 수면상태 제어 및 모니터링부의 구성요소간 상호작용

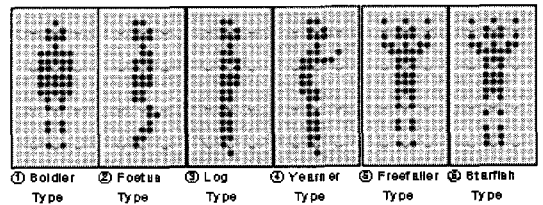
위한 정보 수신과 그에 따른 TMO의 동작이 정의된다. 본 수면상태 제어 및 모니터링부는 4개의 TMO로 구성되며, (그림 8)과 같이 Sensor_TMO, Control_TMO, Manager_TMO 및 Monitor_TMO가 존재한다.

Sensor_TMO는 현재 헬스케어 수면매트로부터 검출된 실시간 수면자세 정보를 소켓을 통해 수신하여 ODS 및 시스템의 정보저장소(data storage)에 저장한다. SpM은 소켓으로부터 현재 수면자세 정보를 받아와 시간정보를 더하여 ODS에 저장한다. SvM은 Manager_TMO의 질의에 대한 수면자세 정보를 제공한다.

Control_TMO는 수면자세를 제어하는 진동기를 동작 시킨다. ODS에는 수면자세 제어 정보를 갖고 있다. SpM은 ODS에 저장된 수면자세 제어정보에 따라 진동기들을 동작시키고 진동기들의 상태정보를 Monitor_TMO에 보낸다. SvM은 사용자로부터 입력된 제어정보를 Manager_TMO로부터 전달받아 ODS에 저장한다.

Manager_TMO는 수면자세를 판별하여 제어여부를 결정하고, 수면자세 제어가 필요한 경우 진동기를 동작시키며 모든 제어정보를 Monitor_TMO에 전달한다. ODS에는 수면자세 패턴과 진동기 ID 및 진동기의 상태 정보를 갖고 있다. 수면자세 패턴은 (그림 9)와 같이 총 6가지가 저장되어 있으며[16], 제어 여부를 결정하는 올바른 수면자세 패턴은 (그림 9)의 ②번 태아형과 ⑤번 자유 낙하형으로 정하고 매트 ON 상태값을 얻기 위해 테스트하여 얻어진 결과를 이용하였다. 이러한 올바른 수면자세 패턴은 일반인들 뿐 아니라 환자를 대상으로 다르게 적용이 가능하도록 시스템 운영자에 의해 수면자세 패턴의 등록 및 변경이 가능하다. SpM은 수면자세의 제어여부를 판별하고 진동기들의 동작을 결정하며 데이터를 ODS에 저장한다. 제어여부를 판별하기 위해 수면자세 정보는 각 패턴과 문자열 비교 알고리즘을 통해 백분율로 표현된 결과값들을 출력

한다. 이러한 결과값들은 각 패턴에 대해 센서의 성능에 따라 설정된 기준치와 비교되고 기준치 이상의 결과값을 보이는 패턴들 중 가장 높은 결과값을 출력하는 패턴을 현재 수면자의 수면자세로 인식한다. SpM은 다음번 동작을 위해 Sensor_TMO에 질의와 Control_TMO에게 제어 데이터를 전송한다. SvM은 수면자세 정보를 받아 ODS에 저장한다. Monitor_TMO로부터 진동기 제어 정보를 수신한다.



〈그림 9〉 수면자세 패턴 정보

Monitor_TMO는 모든 수면 상태 정보를 통합하여 수면상태 제어 및 모니터링 GUI에 전송한다. ODS에는 현재 수면자세 정보와 유도를 목표로 하는 수면자세 정보, 제어되고 있는 진동기 정보, 사용자로부터 입력 받은 수면자세 제어 정보가 저장된다. SpM은 수면자세 정보, 진동기 정보를 GUI에 표시하고 Control_TMO로부터 진동기 상태 정보를 수신한다. SvM은 GUI로부터 수신되는 사용자의 제어 신호를 Manager_TMO에 전달하고 각 TMO로부터 현재 수면자세 정보와 진동기의 상태 정보를 받아 ODS에 저장한다.

각각의 TMO들이 상호작용하는 과정을 정리하면, 센싱데이터 검출 및 송수신부에서 전송하는 패킷데이터는 소켓을 통하여 Sensor_TMO에서 수신되어 ODS에 저장된다. ODS에 저장된 수면자세 정보는 데이터 저장소에 저장되며, Manager_TMO에 gate를 경유하여 전송된다. Manager_TMO는 수신된 수면자세 정보를 ODS에 저장한다. 이 정보는 모니터링 윈도우상에 수면자의 수면자세로 표시되는 센서 정보이며, 사전에 데이터 저장소에

학습되어 저장되어 있는 수면자세 패턴과 비교된다. Manager_TMO에서는 수면자세를 판별하여 올바른 자세가 아닌 경우 진동기를 동작시키기 위해 각 진동기의 상태값을 변경하여 ODS에 저장하고 Control_TMO에 전송한다. Control_TMO에서는 진동기들의 상태값을 수신하여 ODS에 저장하고 ODS를 주기적으로 검사하여 진동기들의 상태를 제어한다. 그리고 이상의 모든 데이터들은 Monitor_TMO에 의해 수집되고 GUI로 전송되어 원격모니터링 서비스를 제공한다. Monitor_TMO에 의해 수집된 정보들은 데이터 저장소에 저장되어 장기적인 헬스케어 홈서비스를 제공하게 된다.

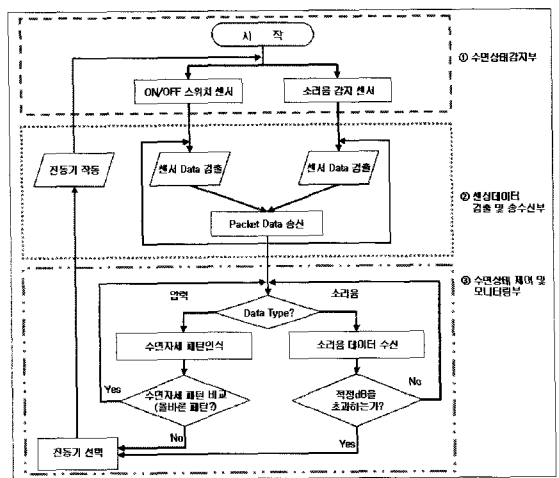
4. 수면제어 및 원격모니터링 시스템 구현

본 장에서는 3장에서 제시한 수면제어 및 원격모니터링 시스템 구성요소들을 통합하여 수면자세 정보의 검출과정과 수집된 정보를 바탕으로 수면상태 모니터링 및 제어 결과를 물리적 시스템들에 분산시켜 보인다. 센싱데이터 검출 및 송수신부로부터 수면상태 정보를 수신하는 Sensor_TMO와 수면상태 정보를 처리하는 Manager_TMO, 진동기를 관리하는 Control_TMO는 하나의 시스템에 위치시켰으며, 데이터 저장소와 원격 모니터링을 지원하는 Monitor_TMO는 다른 시스템에 구현하여 동작되도록 했다.

4.1 서비스 수행 과정

본 시스템에서의 수면제어 및 원격모니터링 과정은 세 부분으로 나누어 수행된다. 우선 수면상태 감지부에서는 ON/OFF 스위치 센서와 소리음 감지 센서가 있으며 소리음 센서는 제한된 범위의 가상의 데이터를 생성하였다. 본 구성요소에 위치한 센서들은 외부의 자극에 대하여 상태값이 변하며, 이 값들은 센싱데이터 검출 및 송수신부에서 각각 검출하게 된다. 센싱데이터 검출 및 송

수신부에서는 물리적으로 하위에 위치한 수면상태 감지부에 부착된 센서의 종류에 따라 지속적으로 상태값을 검출하며 그 값을 수면상태 정보로 패킷화하여 시리얼 통신으로 수면상태 제어 및 모니터링부로 전송한다. 이 때 수면상태 제어 및 모니터링부에서 패킷을 수신할 준비가 되어있지 않으면 패킷전송은 이뤄지지 않는다. 수면상태 패킷을 전송한 뒤 센싱데이터 검출 및 송수신부에서는 앞의 과정을 다시 반복한다. 수면상태 제어 및 모니터링부에서는 Sensor_TMO가 1분을 주기로 수면상태정보를 수신한다. Sensor_TMO는 이 정보를 수면자세 정보와 코푼 소리음 정보로 분류하여 데이터 저장소와 ODS에 각각 저장한다. 이후의 응용 구성요소인 TMO들의 상호 동작은 (그림 8)과 같다. 수면자세 정보는 사전에 학습을 통해 저장되어 있는 수면자세 패턴과 비교하여 분류되고 올바른 수면자세이면 새로운 정보를 수신하며, 교정이 필요한 경우 적절한 진동기를 선택하여 제어한다. 코푼 소리음 정보인 경우에는 기준 정보와 비교하여 작은 소리이면 새로운 정보를 수신하고 기준치 보다 큰 소리인 경우 적절한 진동기를 선택하게 된다. 이렇게 선택된 진동기는 수면상태 제어 및 모니터링부에서 진동기들

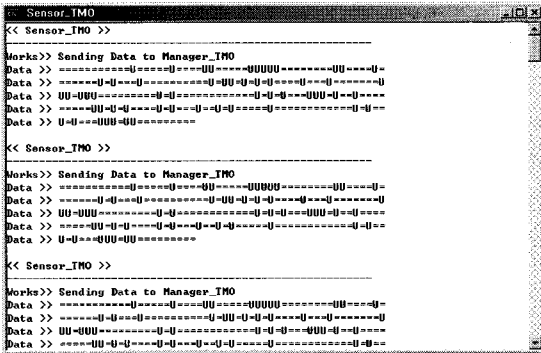


<그림 10> 수면제어 및 원격모니터링 시스템의 수행 흐름도

의 상태값으로 할당하여 제어 정보로 만들어지고 센싱데이터 검출 및 송수신부에 전송된다. 센싱데이터 검출 및 송수신부에서는 수신된 제어정보를 일정 주기마다 검사하여 수면상태 감지부에 부착되어 있는 진동기들을 동작시킨다. (그림 10)은 수면제어 및 원격모니터링 과정을 도시한다.

4.2 수면제어 및 원격모니터링 시스템의 실행 결과

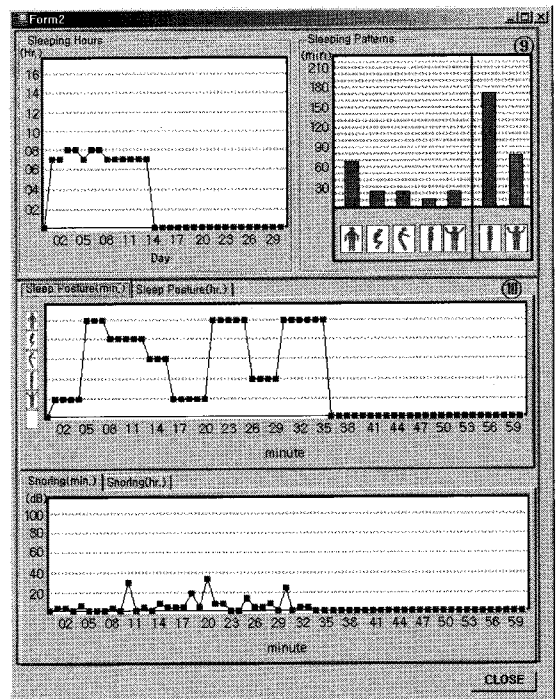
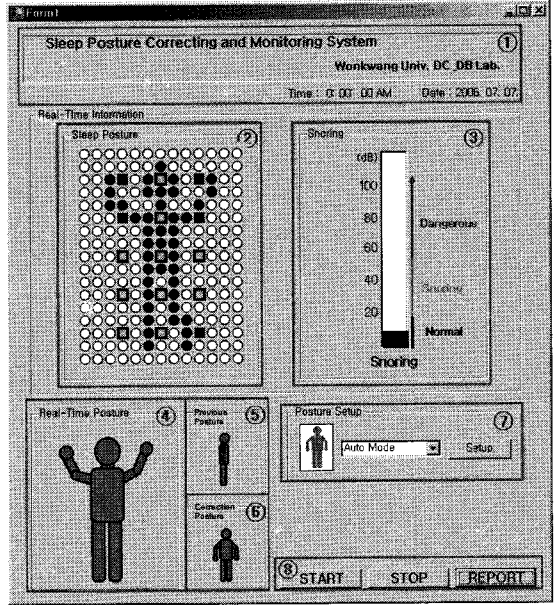
수면제어 및 원격모니터링 시스템을 구현하기 위해 정보수집 및 기능 수행 모듈을 TMO 스키마로 구현했으며, 센싱데이터 검출 및 송수신부로부터 수면자세 데이터 packets을 수신한 Sensor_TMO가 Manager_TMO에 전송한 결과는 (그림 11)에 보인다. 본 수면자세 packet 정보는 수행결과를 화면에 보이기 위한 원격모니터링 GUI에 반영되어 실시간 수면자세, 취침시간 동안의 수면자세 변화, 올바른 자세와 나쁜 자세에서의 취침 시간 정보를 제공한다.



〈그림 11〉 수면자세 데이터 packet

(그림 12)는 본 시스템 구성요소들로부터 수집된 수면상태 및 제어 정보들을 반영한 원격모니터링 및 수면정보 통계 GUI를 보인다.

(그림 12)에서 ①은 GUI의 명칭과 현재 시각과 날짜를 표시해준다. ②는 수면상태 감지부에 설치된 센서와 진동기의 상태를 시각적으로 보여주는



〈그림 12〉 원격모니터링 및 수면정보 통계 GUI

모니터링 창이다. ON/OFF 스위치 센서는 원으로 진동기는 사각형으로 나타냈다. ON/OFF 스위치

센서 및 진동기의 상태값은 검은색은 동작(On or true), 하얀색은 미동작(Off or false)를 의미한다. ③은 수면자의 코골 정보를 가져와서 보여준다. ④는 수면자의 현재 수면자세를 ⑤는 바로 이전에 취했던 수면자세를 보인다. ⑥은 ④에서 보이는 자세가 올바르지 못한 수면자세인 경우 진동기 제어를 통해 유도될 올바른 수면자세이다. ⑦은 수면자의 수면자세를 사용자의 입력을 받아서 유도할 수 있도록 하는 입력창이다. ⑦의 입력은 Monitor_TMO를 통하여 Control_TMO로 바로 전달되어 수면상태 감지부의 진동기를 동작시킨다. 마지막으로 ⑧은 본 시스템을 실행/종료하기 위한 버튼과 리포트 창을 활성화시키기 위한 버튼들로 구성된다. (그림 12)의 오른쪽에 있는 수면정보 통계 GUI는 장기적인 헬스케어를 지원한다. ⑨에는 한 달간의 수면시간과 수면 시 좋은 자세/나쁜 자세에서의 누적된 수면시간을 보여주며, ⑩에는 수면시간 동안의 수면자세의 변화와 수면자의 코골 소리의 크기를 분/시간당 그래프로 보인다.

5. 결론

정보통신 기술이 발전하면서 개인의 요구를 만족시켜주는 다양한 유비쿼터스 시스템들이 연구되고 있다. 특히 개인 건강에 대한 관심이 고조되면서 유비쿼터스 기술이 적용된 u-헬스케어 분야의 연구가 활발하게 진행되고 있다. 하지만 현재 연구되고 있는 시스템들은 구축비용이 고가이고 전용 시스템으로 설계되었기 때문에 호환성이 부족한 실정이다.

이러한 문제점을 해결하고자, 본 논문에서는 ON/OFF 스위치 센서들을 이용하여 수면자의 수면상태를 인식할 뿐 아니라 올바른 수면상태로 제어할 수 있는 수면제어 및 원격모니터링 시스템을 제안했으며 헬스케어 수면매트에 실제 적용한 예를 보였다. 본 시스템은 접촉 방식의 개폐형식의 스위치센서를 사용한 수면상태 감지부, 자체 제작한 임베디드 보드를 이용하여 실시간 데이터

추출을 책임지는 센싱데이터 검출 및 송수신부, 마지막으로 올바른 수면자세의 유도 및 전반적인 수행상태 정보를 모니터링 하는 수면상태 제어 및 모니터링부로 구성된다. 본 시스템의 GUI를 통한 수행결과로부터 우리가 개발한 수면제어 및 원격모니터링 시스템이 예방과 같은 간접적인 u-헬스케어 분야에 적용가능 한 기술임을 확인했다.

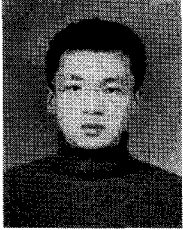
향후연구로 본 시스템은 압력 및 소리음 감지 센서 뿐 아니라 헬스케어 수면매트에 수면자의 영상수집기능을 추가하여 실 제작하고 u-헬스케어 홈 서비스 기반 실제 주거 환경에 적용하여 유/무선 기반의 홈 네트워크 환경에서 테스트 하고자 한다. 또한 본 시스템으로부터 얻어진 수면자의 수면자세패턴, 코골 소리음 정보 등을 기존의 헬스케어 의료시스템과 연동하여 활용할 수 있는 방안을 연구한다.

참고문헌

- [1] Haux, R., "Health information systems - past, present, future", *Int J Med Inform*, 2005.
- [2] 전승표, 박창걸, 박래웅, "U-헬스: U-헬스 환경에서 보건/의료 서비스 공급자의 이슈" *전기공학/전자공학/컴퓨터시스템제어*, 2005.1.
- [3] 권규식, 김진선, 박세진. "체압분포 측정을 이용한 수면자세 인식", *한국산업경영시스템학회지*, 22(52), pp.211-219, 1999.
- [4] Paradiso, Joseph, Craig Abler, Kai-yuh Hsiao, and Matthew Reynolds. "The Magic Carpet: Physical Sensing for Immersive Environments", In *Late-Breaking/Short Demonstrations of CHI'97*, ACM, USA, pp.277-278, 1997.
- [5] R.J. Orr, and G.D. Abowd, "The Smart Floor: A Mechanism for Natural User Identification and Tracking", *Proc. 2000 Conf. Human Factors in Computing Systems (CHI 2000)*, ACM Press, New York, 2000.
- [6] 안동인, 김명희, 주수종, "ON/OFF 스위치와

- 센서를 이용한 홈 거주자의 위치추적 및 원격 모니터링 시스템”, 한국정보과학회 논문지 제12권 6호, pp.66-77, 2006.2.
- [7] Kim, K. H., "The Distributed Time- Triggered Simulation Scheme : Core Principles and Supporting Execution Engine," Real-Time Systems - The International Journal of Time-Critical Computing Systems, Vol.26, No.1, pp.9-28, 2004.
- [8] K. H. (Kane) Kim, Juqiang Liu, Moon-Hae Kim "Deadline handling in real-time distributed objects," In Proceedings of the IEEE CS 3rd International Symposium on Object-oriented Real-time distributed Computing (ISORC 2000), pp.7-15, 2000.
- [9] K. H. (Kane) Kim, "Object Structures for Real-Time Systems and Simulators," Journal of IEEE Computers, Vol.30, No.8, pp.62-70, 1997.
- [10] K. H. Kim, Juqiang Liu, and Masaki Ishida, "Distributed object-oriented real-time simulation of ground transportation networks with the TMO structuring scheme," In Proc. of the IEEE CS 23rd International Computer Software&Applications Conference(COMPSAC '99), pp.130-138, 1999.
- [11] K. H. (Kane) Kim, "Object-oriented real-time distributed programming and support middleware," In Proceedings of the IEEE 7th International Conference (ICPADS2000), pp.10-20, 2000.
- [12] Kim, K.H., Ishida, M., and Liu, J., "An efficient middleware architecture supporting time-triggered message-triggered objects and an NT-based implementation," In Proceedings of the IEEE CS 2nd International Symposium on Object- oriented Real-time distributed Computing (ISORC '99), pp.54-63, 1999.
- [13] 신창선, 김명희, 주수종, "분산 실시간 서비스를 위한 TMO 객체그룹 모델의 구축", 한국정보과학회 논문지 제30권 5·6호, pp.307-318, 2003.6.
- [14] 신창선, 정창원, 주수종, "분산 실시간 응용 분야에 TMO 기반 객체그룹 모델의 적용 및 분석", 정보과학회논문지, 제31권, 7·8호, pp.432-444, 2004.
- [15] 김동호, 심재훈, 정창원, 주수종, "수면상태 감지 및 제어 시스템의 제안", 한국인터넷정보학회 학술지, 제7권 1호, 2006.4.28-29, pp71-74.
- [16] Christopher Idzikowski, "Learn to Sleep Well: A Practical Guide to Getting a Good Night's Rest", Chronicle Books LLC, 2000.

● 저 자 소 개 ●



김 동 호(Dong-Ho Kim)

2005년 원광대학교 전기전자 및 정보공학부 졸업(학사)

2006년 - 현재 원광대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사과정.

관심분야 : 분산객체 컴퓨팅, 객체지향 프로그램, 유비쿼터스 컴퓨팅.

E-mail : dhkim1@wonkwang.ac.kr



정 창 원(Chang-Won Jeong)

1993년 원광대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)

1998년 원광대학교 컴퓨터공학과 졸업(석사)

2003년 원광대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)

2004~2006년 전북대학교 차세대 LBS 응용 연구센터 연구교수

2006년 - 현재 원광대학교 전기전자 및 정보공학부 Post-Doc.

관심분야 : 분산객체 컴퓨팅, 멀티미디어 데이터베이스, LBS, 텔레매틱스

E-mail : mediblue@wonkwang.ac.kr



주 수 중(Su-Chong Joo)

1986년 원광대학교 전자계산공학과 졸업(학사)

1988년 중앙대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

1992년 중앙대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)

1993년 미국 University of Massachusetts at Amherst, Post-Doc.

2003년 미국 University of California at Irvine, Visiting Professor.

1990~현재 원광대학 전기전자 및 정보 공학부 교수

관심분야 : 분산 실시간 컴퓨팅, 분산객체모델, 시스템 최적화, 멀티미디어 데이터베이스.

E-mail : scjoo@wonkwang.ac.kr