

논문 2010-2-17

u-Zone에서 상태정보 감지를 통한 중독환자 케어 시스템 구현

Implement for Addiction Patient-Care System based on Status-Information Recognition in Ubiquitous-Zone

임명재*, 이승호**, 이기영***, 최미림***

Myung-Jae Lim, Seung-Ho Lee, Ki-Young Lee, Mi-Lim Choi

요 약 최근, 유비쿼터스 관련 산업이 비약적으로 발전하고 있으며, 특정 구역을 대상으로 유비쿼터스 환경을 구축하는 u-Zone의 개발이 추진되고 있다. 특히 헬스케어 시스템의 관점에서 보면, u-Zone을 활용하여 정신질환자나 거동이 불편한 환자를 관리하기 위한 비용과 노력을 감축시킬 수 있다. 하지만 아직 헬스케어 시스템은 특정 개인을 대상으로 하거나 병원 내부 시스템을 확장하는 수준에 그치고 있다. 정신질환자 중에는 알코올, 마약 등의 약물에 중독된 환자의 비율이 높지만, 일상적인 데이터의 수집이 어려워 체계적인 관리나 정확한 진단이 어렵다. 따라서 본 논문에서는 u-Zone 내에서 중독환자에게 생체신호 측정 센서를 통해 지속적인 정보를 수집하고, 모니터링할 수 있는 시스템을 제안하였다. 맥박, 체온, 가속도 센서를 이용하여 환자 상태정보를 수집하고, 이를 기반으로 감정 상태를 판별하여 정확한 진단의 근거가 될 수 있도록 한다.

Abstract ularly, a points of view Health-care system, it can reduce costs and efforts in order to management of patients. However, Health-care system keep a level of service for person and extends of hospital inner parts system. Although the rate of an addict grow by alcoholic but it is difficult to manage and diagnosis because of patient data gathering. Therefore in this thesis, it is proposed to patient data gathering and monitering method in u-zone. It can collect patient data by pulse, temperature and acceleration sensor and it can diagnosis correct based on emotion change data.

Key Words : u-Zone, Addiction Patient, u-Healthcare system

I. 서론

현대 사회는 정보통신 기술의 발전과 네트워크 환경 개선을 위한 노력으로 유비쿼터스 시대를 향해 도약하고 있다[1]. 최근에는 지역적인 규모에서 유비쿼터스 환경을 구축하는 u-Zone 관련 사업이 부각되고 있으며, 현재 국

내에서는 u-Zone 서비스를 제공하기 위하여 각종 공공 기관에서 관련 프로젝트를 진행하고 있다[2].

사회적인 스트레스로 인하여 알코올, 마약 등의 약물 중독환자가 정신질환자 중에서 차지하는 비율이 높아지고 있다. 중독환자는 단기간 동안에도 감정변화의 폭이 크며, 효과적인 치료를 위해서는 중독환자에 대한 일상적인 데이터를 다량 수집하여 그 변화의 추이를 살펴볼 필요성이 있다. 하지만 기존의 시스템은 단순히 개인을 대상으로 하거나, 병원을 중심으로 고가의 장비를 활용하고 있으므로, 특정 환자의 일상생활에서 데이터를 추

*중신회원, 을지대학교 의료산업학부

**준회원, 을지대학교 의료산업학부

***중신회원, 을지대학교 의료산업학부 (교신저자)

****정회원 유투스

접수일자 2010.4.4, 수정일자 2010.4.23

출하기 어려운 문제를 지니고 있다.

따라서 본 논문에서는 u-Zone에서 중독환자에게 가속도, 압력, 온도 센서를 부착함으로써 일상적인 환경에서 환자에 대한 상태정보를 보다 정확하게 수집 가능한 시스템을 제안한다. 센서 노드 간에 ZigBee 통신 방식으로 데이터를 교환하며, 게이트웨이 서버를 통하여 수집한 데이터를 병원으로 전송하여 전문의가 모니터링할 수 있다.

본 논문은 2장에서 u-Zone, ZigBee, 중독환자에 대해 설명하고, 3장에서 시스템 설계, 4장에서 시스템 구현에 대해 기술하며, 5장에서 성능평가, 6장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

1. u-Zone

u-Zone 네트워크는 유비쿼터스 네트워크의 자가생성 및 관리 요구를 충족하는 동시에 다양한 통신 환경 및 서비스에 적용하여 이에 효율적인 네트워크 인프라 제공을 목적으로 한다. 이를 위하여 u-Zone 네트워크는 확장성 있는 자가 네트워크 구성이 가능한 하이브리드 메쉬네트워크 구조를 가지며 유비쿼터스 네트워크 요구에 부합하기 위한 세부 요소기술 지원한다^[3].

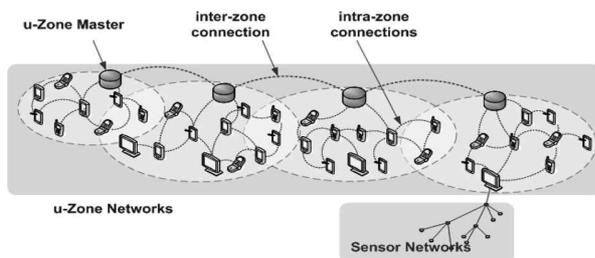


그림 1. U-Zone 네트워크 구조
Fig. 1. Network architecture

u-Zone 네트워크는 유비쿼터스 공간을 u-존마스터 중심의 영역(zone)단위 네트워크를 구성하는 동시에 영역 내 단말간 에드혹 네트워크를 구성하는 하이브리드 메쉬네트워크 형태의 네트워크이다. 그림 1은 u-Zone 네트워크 구조를 나타낸다. 상위 u-존마스터는 이동성이 없으며 일반 단말에 비하여 자원제약이 적으면서 설치가 용이한 소형 장치로서 다중 WIFI인터페이스와 센서 네

트워크 연동을 위한 ZigBee 인터페이스를 가진다.

2. ZigBee

근거리 무선 통신 방식인 ZigBee 통신 IEEE 802.15.4 표준방식에 기술은 기존 RF통신 기술을 한 단계 발전시킨 신기술이다. ZigBee 통신 기술은 대역폭이 최고 초당 250Kbit여서 대용량 정보를 송수신하기에는 불리하다. 하지만 전력소모량은 200mW 이상인 무선 인터넷장비에 1/6 수준인 50mW에 불과하여 소모 전력이 아주 작다는 특징을 가지고 있다. 그로인해 무선 시스템에 배터리 수명을 길게 유지할 수가 있다^[4].

3. 중독현상

중독은 크게 신체 증상인 중독(intoxication)과 정신적 의존증인 중독(addiction)으로 나뉜다^[5].

정신적 의존증인 중독은 사회적인 압박이나 스트레스로 인해 약물에 의존하는 것을 의미한다. 주로 알코올 중독과, 니코틴, 마약이 여기에 속하게 된다. 지속적인 복용을 도중에 그만두게 될 경우 불안과 초조함을 느끼게 되고 손 떨림 현상과 같은 이른바 금단현상이 발생하게 된다^[6]. 이러한 중독환자들은 장기간에 걸쳐 지속적으로 치료를 받아야하며, 치료 후에도 사회 적응이 어렵고 환경적인 요인으로 인하여 재발할 가능성이 크다.

III. 시스템 설계

1. 시스템 흐름도

본 시스템은 그림 2와 같이 u-Zone 내부에서 일상생활이 가능한 중독환자들에게 센서를 부착하고, 그 상태정보를 병원으로 전송하여 전문의가 실시간으로 모니터링 가능하도록 구성되었다.

가속도, 맥박, 온도를 측정하는 각 센서들은 수집된 데이터를 인접한 다른 센서에게 전달하게 되며, 센서 간의 통신에서는 ZigBee 방식을 사용한다. 여기에서 가속도 센서는 x, y, z축 방향을 측정 가능한 3축 가속도 센서를 이용하며, 맥박 센서는 압력을 기반으로 하고, 온도 센서는 적외선을 사용하여 측정한다. u-Zone의 게이트웨이 서버에서는 각 센서들로부터 전달된 정보를 병원 서버로 전송하며, 병원 서버는 수신 정보를 DB에 저장하고 전문의가 모니터링할 수 있도록 지원한다.

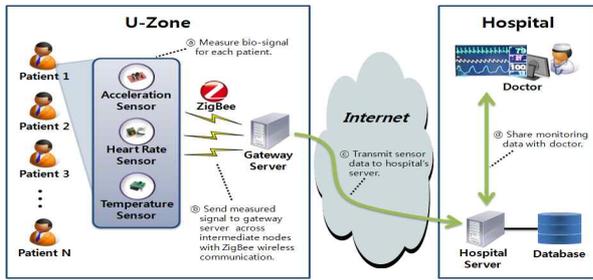


그림 2. 중독환자 헬스케어 구조
Fig. 2. HealthCare architecture to an addict

그림 3은 본 시스템의 전반적인 흐름도를 나타낸다. 기본적으로 시스템을 초기화한 후에 각 환자에게 부착된 가속도, 압력, 온도 센서로부터 생체신호를 측정한다. 이러한 정보는 처리과정에서 계산의 복잡성을 보다 단순화하기 위하여 불필요한 부분을 배제하는 전처리과정을 거친다.

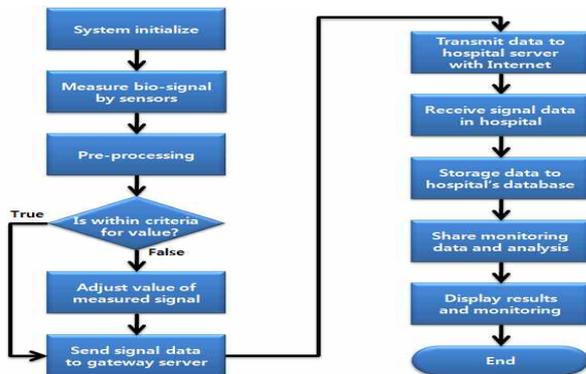


그림 3. 중독환자 헬스케어 흐름도
Fig. 3. HealthCare flow to an addict

또한 아래 표 1과 같이 각각의 측정 정보에 대하여 레벨을 판정하기 위한 기준값을 참고하였다. 평균적인 가속도는 0.5km/hr ~ 5.5km/hr의 값을 가지고, 맥박은 45bpm ~ 120bpm, 체온은 35.5°C ~ 37.5°C 범위 내의 값을 기준으로 한다. 만약 가속도, 맥박, 체온에 대하여 측정된 수치가 기준 범위 외의 값을 가지는 경우에는, 기준 범위에 포함되도록 조정한다. 예를 들어서 기준값의 범위를 초과한다면 그 측정값을 최대 기준값으로 지정하고, 반대로 기준값 범위보다 미만이라면 최소 기준값으로 지정하게 된다.

각 측정값에 대한 레벨은 감정의 변화를 추적하기 위

한 수치로써, -5 ~ 5 사이에서 총 11개의 값으로 구성된다. 3 가지 측정값의 레벨의 평균을 구하여 종합적인 레벨을 계산하며, 이 종합적인 레벨의 값이 0인 경우를 일반적인 감정 상태이고, -5에 가까울수록 감정이 저조한 상태 (우울함)를 나타내고, 5에 가까울수록 감정이 고양된 상태 (화남, 흥분)를 나타낸다.

표 1. 상태판정 기준표
Table 1. status-judgement standard

Level	Category	Avg. Accelerator	Heart Rate	Temperature
5		5.5km/hr	120bpm	37.5°C
4		5.0km/hr	110bpm	37.3°C
3		4.5km/hr	100bpm	37.1°C
2		4.0km/hr	90bpm	36.9°C
1		3.5km/hr	80bpm	36.7°C
0		3.0km/hr	70bpm	36.5°C
-1		2.5km/hr	65bpm	36.3°C
-2		2.0km/hr	60bpm	36.1°C
-3		1.5km/hr	55bpm	35.9°C
-4		1.0km/hr	50bpm	35.7°C
-5		0.5km/hr	45bpm	35.5°C

이렇게 기준 범위 이내의 수치로 조정된 환자의 생체신호 정보는 중간 노드들을 거쳐서 u-Zone의 게이트웨이 서버로 전달된다. 게이트웨이 서버는 인터넷을 통하여 이러한 정보를 병원 서버로 전송하게 되며, 병원 서버는 수신한 정보를 데이터베이스에 저장한다.

각 센서로부터 측정된 데이터와 최종적으로 평가된 중독환자의 감정 레벨에 대한 결과를 모두 확인할 수 있으며, 지속적으로 모니터링이 가능하게 된다.

2. 시스템 구성 모델

본 시스템의 전체적인 시스템 구조와 각각의 모듈에 대한 세부적인 구성모델은 그림 4와 같다.

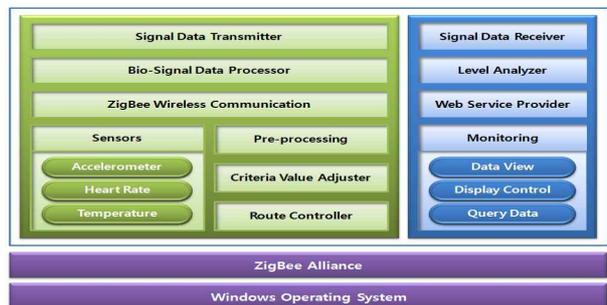


그림 4. 센서기반 시스템 아키텍처
Fig. 4. System architecture based on Sensor

본 시스템에서는 시스템 운영체제로 Windows 를 사용하며, ZigBee Alliance의 환경을 기반으로 한다. 중독 환자에게 부착되는 Sensors로는 환자의 움직임을 분석하기 위하여 가속도 정보를 측정하는 가속도 센서, 압력을 이용해 맥박을 측정하는 맥박센서(Heart Rate Sensor), 적외선을 활용하여 체온을 측정하는 온도센서(Temperature Sensor)가 있다. 센서에서 측정되는 생체 신호는 Bio-Signal Data Processor에서 처리되는데, 그 과정에서의 계산량을 감소시켜 단순화하기 위하여 기본적으로 Pre-processing 모듈에서 전처리작업을 수행한다. 또한 Criteria Value Adjuster는 각 센서들에서의 측정값이 기준치를 벗어나지 않도록 조정하는 역할을 수행한다.

Signal Data Transmitter는 이러한 신호정보를 전송하는 역할을 하며, 센서 간에 정보 전송은 ZigBee Wireless Communication 모듈을 통하여 무선 통신으로 이루어진다. 각 센서들의 정보는 반복적으로 인접 센서 노드로 전달되어, 최종적으로는 게이트웨이 서버에 도달하게 된다. 이 과정에서 전달해야하는 경로는 Route Controller에 의해서 체계적으로 제어된다. Monitoring 모듈에서는 가속도, 맥박, 체온에 대한 측정값과 Level Analyzer에서 계산된 레벨 정보를 출력하는 Data View 역할이 주를 이룬다. 또한 특정 기간별로 정보를 재정렬하는 Display Control 역할, 원하는 조건에 따라 필터링하여 정보를 요청하는 Query Data 역할 등을 수행한다.

Web Service Provider 모듈에서는 이 정보들을 외부에서도 접근하여 모니터링할 수 있도록 웹 서비스를 제공하며, 보안상의 문제를 미연에 방지하기 위하여 적절한 인증과정을 요구한다.

IV. 시스템 구현

1. 중독환자 관리 알고리즘

중독환자에게 부착된 센서로부터 수집된 정보를 기반으로 모니터링 및 관리를 수행하는 알고리즘은 그림 5와 같다.

먼저 전체 시스템의 초기화를 수행하며, 각 센서로부터 측정된 생체신호를 변수에 할당한다. *acc*는 가속도 센서에서 0.1초 주기로 측정된 신호값이며, *hr*는 맥박 센서에서 0.2초 주기로 측정된 신호이고, *tmp*는 온도 센서

서 0.5초 주기로 측정된 신호이다. 특히 가속도 센서에서 측정된 데이터를 활용하여 환자의 움직임을 인식하게 된다.

그리고 알고리즘의 실제 분석에서 처리과정을 단순화하고 계산량을 최소화하기 위하여, 이러한 *acc*, *hr*, *tmp* 데이터에 대하여 다음과 같이 정규화, 최적화 등의 전처리과정을 수행한다.

1. 정보 손실을 해결하기 위해 평균값을 활용하여 결측치 처리
2. 전송과정에서 발생한 잡음을 로우패스 필터 처리
3. 변형된 값을 제거하기위해 잡음 데이터 처리
4. 데이터들을 일관성 있는 하나의 데이터 구조로 통합하고 정규화

전처리 후에는 감정 레벨을 계산할 수 있도록 각각의 신호값이 기준치 범위를 벗어나지 않도록 조정할 필요가 있다. 만약 기준 범위 외의 값을 가진다면, *acc*는 0.5 ~ 5.5, *hr*는 45 ~ 120, *tmp*는 35.5 ~ 37.5 사이의 값으로 조정한다.

```

System initialize;
// Measure bio-signal by sensors
acc ← measure signal per 0.1sec by accelerator sensor;
hr ← measure signal per 0.2sec by heart rate sensor;
tmp ← measure signal per 0.5sec by temperature sensor;
Pre-processing data (i.e. acc, hr, and tmp) for simplify computing;
// Adjust measured signal data within criteria for value
If ( acc > 5.5 )      acc ← 5.5;
Else If ( acc < 0.5 )  acc ← 0.5;
If ( hr > 120 )      hr ← 120;
Else If ( hr < 45 )  hr ← 45;
If ( tmp > 37.5 )    tmp ← 37.5;
Else If ( tmp < 35.5 ) tmp ← 35.5;
sig_data ← set of signal data as acc, hr, tmp;
Send signal data sig_data to gateway server;
Transmit sig_data to hospital server with Internet;
Receive sig_data in hospital;
Storage sig_data to hospital's database;
Share monitoring data sig_data with doctor;
level ← Analysis level of emotion based on sig_data to support doctor;
Display results (i.e. sig_data, and level) and monitoring with doctor;
    
```

그림 5. 상태정보 관리 알고리즘

Fig. 5. Status-Information mgt Algorithm

2. 시스템 인터페이스

제안 시스템에서 주요 인터페이스인 모니터링 화면의 구성은 그림 6과 같다. 화면 상단에는 현재 선택된 환자의 성명, 거주지, 성별 등의 신상정보를 표시하고, 좌측에는 u-Zone에서 센서를 부착하고 활동하고 있는 환자들의 목록이 나타난다. 화면 하단에는 맥박, 온도, 가속도 센서로부터 측정된 값이 출력된다. 각 측정값은 전송 시

에 발생한 잠음이나 측정 시의 미세한 변화로 인하여 대개 노이즈가 심한 상태이다.



그림 6. 상태정보 관독 화면
Fig. 6. Status-Information Judgment view

V. 성능 평가

제안 기법의 성능 평가에서 사용된 시스템에서 하드웨어 사양은 AMD Turion(tm) X2 Ultra Dual-Core Mobile ZM-85 2.30GHz, 2GB RAM이며, 운영체제는 Windows XP SP3를 사용하였다. 실험환경으로는 본 대학 중독재활 복지센터의 가상자료를 입력으로 중독환자 15명, 일반인 15명의 실험자 자료를 이용하였다. 그림 7은 총 10회의 실험을 수행한 결과에서 측정된 감정 레벨의 평균 인식 정확도를 그래프로 표현한 것이다. 중독환자의 경우에는 정확도가 약 74.1% ~ 92.3%로 평균 83.7%를 보였고, 일반인의 경우는 약 71.6% ~ 87.7%로 평균 78.2%를 나타내어, 중독환자가 일반인에 비하여 약 7%가량 높은 인식 정확도를 보였다.

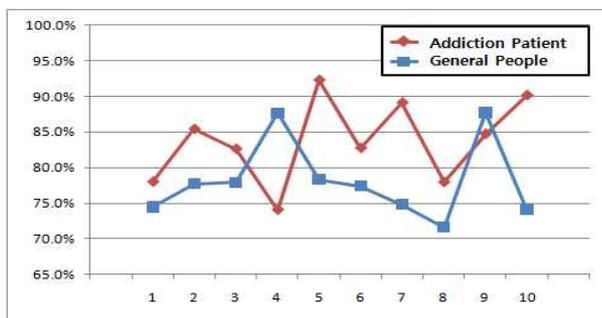


그림 7. 감정변화 인식 정확도
Fig. 7. Status-Information Judgment Accuracy

VI. 결론

본 논문에서는 u-Zone에서 중독환자에게 가속도, 맥박, 온도 센서를 부착하고 지속적인 정보를 수집하며, 병원으로 전달하여 전문의가 모니터링할 수 있는 시스템을 제안하였다. 센서 간의 정보 교환은 ZigBee 통신을 통하여 이루어지며, 이렇게 수집된 정보를 기반으로 전문의가 환자에 대하여 보다 명확한 정보를 얻을 수 있도록 지원한다.

향후에는 제안 시스템에서 ECG 센서 등의 다른 센서들을 도입함으로써, 측정하는 정보를 보완하고 인식 정확도를 향상시킬 예정이다.

참고문헌

- [1] 이인재, 채효근, "IT기업들의 u-헬스분야 사업추진 전략", 정보통신연구진흥원, 주간기술동향 IT 기획시리즈, 뉴IT전략13, .29-35쪽, 2009년
- [2] 홍석기, "유비쿼터스 환경의 온-오프라인 연계 콘텐츠와 인터페이스 디자인에 관한 연구", 국민대학교 테크노 디자인 전문대학원, 2008년
- [3] 김용혁, 김영한, "u-지능공간의 커뮤니티 네트워킹기술", 정보과학회지, 제27권 제3호, 숭실대학교, 36-42쪽, 2009년
- [4] 김진태, 권영미, "RFID와 ZigBee를 이용한 유비쿼터스 u-Health 시스템 구현", 전자공학회, 제43권 제1호, 79-88쪽, 2006년
- [5] 류민정, "마약중독자 치료사업에 관한 실태 고찰: 대구광역시 마약중독자 치료실태를 중심으로", 마약범죄정보학, 광운대 정보복지대학원, 2006
- [6] 오지수, 강정진, 임명재, 이기영 "생체신호를 이용한 감정인지시스템의 설계 및 구현", 한국인터넷방송통신학회 논문지 제10권제1호, 57-62, 2010

※ 본 연구는 지식경제부 지역혁신센터사업중 바이오-메디테크 산업화 지원을 받아 수행된 연구임
(2009-02-10)

저자 소개

임 명 재(중신회원)



- 1998년 중앙대학교 공학박사
- 1992 - 현재 을지대학교
의료산업학부 교수

<관심분야> SE 개발방법, HCI,
U-Healthcare 등>

이 승 호(준회원)



- 2010 현재 을지대학교 재학중

<관심분야> U-Healthcare, 임베디드시
스템 등>

이 기 영(중신회원)



- 1991년 - 현재 을지대학교 의료산업
학부 교수
- 제10권 제1호 참고

<주관심분야> 공간 데이터베이스, GIS,
LBS, USN, 텔레메틱스 등>

최 미 립 (정회원)

- 을지대학교 의료공학과
- 유투스 대표

<관심분야> USN, U-Healthcare, 임베디드시스템 등>