

이동 환자 상시 모니터링 시스템의 시스템 명세 기법 기반 설계와 검증

최은정¹ · 김명주^{2*}

System Specification-based Design and Verification of Mobile Patient Monitoring System

Eun-Jung Choi · Myuhng-Joo Kim

ABSTRACT

To realize the U-healthcare system, the mobile patient monitoring system is of the essence. In this monitoring system, a patient's real-time data on biometrics and location must be transferred to predetermine destination server ceaselessly. As the number of mobile patients increases steadily or mobile patients are moving into some specific area, the load balancing solution to real-time data congestion problem is needed. In this paper, we propose a new mobile patient monitoring system with Torus topology where three layers are connected hierarchically and the intermediate layer takes charge of priority-based load balancing. For the formalized design and verification of proposed system, we describe the overall structure with connectivity among its components and implement major components in pseudo-code by adopting a system specification-based approach. This approach makes the design and verification of our mobile patient monitoring system more flexible and accurate.

Key words : U-healthcare system, System specification-based software design, Mobile patient monitoring system

요약

유-헬스케어(U-Healthcare)에서 이동 환자 상태에 대한 모니터링 기술은 필수적이다. 모니터링 기술에서는 이동 환자의 생체 정보가 동적 위치 정보와 함께 정해진 목적지 서버로 전송되어야 하는데 모니터링할 환자의 수가 증가하며 각 환자의 이동 성이 불규칙함에 따라 적절한 부하균형 단계가 중간에 필요해진다. 토르소(Torus) 구조를 기반으로 한 이동 환자 상시 모니터링 시스템에서는 이를 반영하여 먼저 환자 생체 정보를 중간노드로 전송한 후 부하균형 기반의 우선순위 정책에 따라 목적지 서버로 연이어 전송된다. 본 논문에서는 계층적이며 객체지향적인 정형화 명세를 기반으로 하는 시스템 명세 기법을 사용하여 이러한 이동 환자 상시 모니터링 시스템의 전체 구조와 구성 노드들의 결합 관계를 정의한 후 각 요소의 기능을 유사코드로 설계함으로써 본 시스템이 효과적인 환자 정보 수집과 전송, 분배 및 판단에 효율적임을 시스템 명세 기법을 통하여 검증한다.

주요어 : 유-헬스케어 시스템, 시스템 명세, 이동환자 모니터링 시스템

1. 서론

유-헬스케어(U-Healthcare) 서비스는 일반적으로 언제

어디서나 헬스 서비스를 받을 수 있으며, 무구속과 무자각의 편리성을 강조한 헬스 케어 서비스를 의미한다^[1]. 유-헬스케어에서는 유비쿼터스 개념 하에 원격의료 기술을 접목함으로써 시간과 장소에 제한받지 않고 의료서비스를 제공하는 것이 가능하여 유-헬스케어에 대한 요구가 급증하고 있다^[2]. 이러한 유-헬스케어 서비스에 대한 구체적인 진행 사례로는 유럽을 중심으로 국가와 회사가 연합하여 진행 중인 MobiHealth Project^[3]와 MCC프로젝트, 미국 로체스터 대학에서 운영 중인 CFH(The Center for Future Health)^[4,5] 등을 꼽을 수 있다. 일반적으로 유-헬스케어에서는 환자에게 부착된 단말기를 통해 환자의 상

* 이 논문은 2010학년도 서울여자대학교 교내학술특별연구비의 지원을 받았음.

접수일(2010년 10월 19일), 심사일(1차 : 2010년 12월 20일), 게재 확정일(2010년 12월 22일)

¹⁾ 서울여자대학교 바롬교양대학 교양전산

²⁾ 서울여자대학교 정보미디어대학 정보보호학 전공

주 저자 : 최은정

교신저자 : 김명주

E-mail: mjkim@swu.ac.kr

태정보 데이터를 수집하고 이를 무선 네트워크를 통하여 서버로 전달한 후, 서버에서 데이터에 대한 분석과 판단 과정을 거쳐 환자의 현재 상태를 파악하고 필요시 적절한 조치를 취하도록 지시하는 일련의 과정을 따르게 된다.

본 논문에서 제시하는 이동 환자 상시 모니터링 시스템은 유비쿼터스 센서 네트워크(USN)을 활용하는 유헬스케어 시스템 모델인 토로소 시스템^[6]에 부하균형 기능을 더 추가함으로써 유헬스케어 시스템의 현실성을 증대시키고자 하였다. 이러한 모델의 설계와 검증 과정을 위하여 DEVS 형식론^[7]을 기반으로 하는 시스템 명세 기법을 사용하여 제시하였다. 이처럼 시스템 명세 기법을 이용하면 계층적이며 모듈화된 시스템을 정의하기 때문에 제시하는 시스템에 대한 명확한 이해와 설명이 가능해져 합리적인 개발이 가능하다고 알려져 있으며 특히 DEVS 형식론이 제시된 이후부터 이를 기반으로 한 시스템 정의 기법이 많이 사용되고 있다^[8-10]. 구체적으로 본 논문에서는 제시하려는 토로소 시스템의 구조와 각 구성요소간의 결합 관계를 먼저 정의하고 각 구성요소에 대한 기능을 수도코드로 제시한 후 계층적이며 객체지향적인 정형화 명세 기반 모델링을 구현함으로써 본 논문에서 제시하는 이동 환자 상시 모니터링 시스템이 효과적인 환자 정보 수

집과 전송, 분배 및 판단을 지원함을 검증하고자 하였다.

2. 관련연구

2.1 토로소 시스템

이동 환자를 대상으로 상시 모니터링을 운영하는 토로소 시스템^[6]은 이동 환자의 생체 정보를 생성하는 다수의 패치 노드(Patch Node)와 이동 환자의 실시간 위치 정보를 생성하는 모듈로 구성된 환자노드(Patient Node, PN), 여러 환자노드들로부터 각각의 생체 정보를 일차적으로 전송받는 슈퍼노드(Super Node, SN), 슈퍼노드들로부터 이차적으로 전송받은 정보를 토대로 최종적인 의사결정을 담당하는 베이스 스테이션 노드(Base Station Node, BS) 등 모두 세 종류의 노드들로 구성된다. 이들 세 종류의 노드는 다음의 그림 1과 같은 구조를 통하여 서로 연계된다. 환자노드는 언제나 이동이 가능하기 때문에 각 환자노드로부터의 생체 정보 수집을 담당하는 슈퍼노드는 환자의 이동 위치에 따라 얼마든지 바뀔 수 있으며, 경우에 따라서는 둘 이상의 슈퍼노드가 중복하여 관찰하는 영역으로 이동하는 경우도 가능하게 된다. 이 경우 한 개의 환자노드로부터 둘 이상의 슈퍼노드로의 생체 정보 전

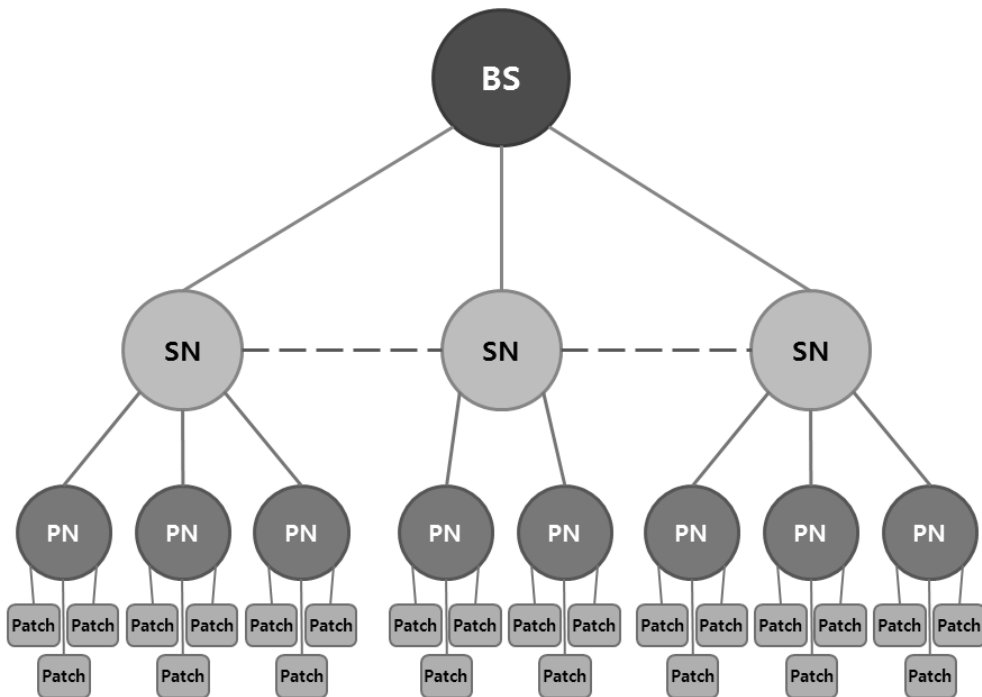


그림 1. 토로소 시스템

송이 이루어져 중복 전송을 막아주는 프로토콜이 슈퍼노드에서 이루어져야 한다. 이 과정은 슈퍼노드들 간의 부하균형(load balancing)을 지원하는 원칙하에 이루어지는데 이러한 기능은 그림 1.에서 수평 점선으로 표시한 슈퍼노드 간의 통신채널을 통하여 구현된다. 이러한 구조는 전통적인 트리구조와 달리 중간 노드인 슈퍼노드 계층에서 부하균형 기능이 제공되므로 슈퍼노드의 전체 효율성을 높임으로써 궁극적으로 생체 정보의 중복 전달 및 편재 전달에 따르는 베이스 스테이션의 부담도 줄여주는 효과가 있다.

2.2 시스템 명세 기법

대표적인 시스템 명세 기법인 DEVS 형식론에서는 기본적인 Atomic 모델과 이들이 결합된 Coupled 모델을 제공하고 있다^{7,8)}. Atomic 모델에서는 입력 사건의 발생에 따른 상태의 천이와 시간적 흐름에 따른 내부 상태의 천이를 기술할 수 있게 해준다. Coupled 모델에서는 각각의 구성요소들을 연결하여 전체 시스템을 만들고 이를 다시 금 다른 시스템의 일부가 될 수 있도록 모듈화하며 계층화시키는 것으로서 다음과 같이 정의된다.

$$N = \langle T, X_N, Y_N, D, \{M_d | d \in DU\{N\}\}, EIC, EOC, IC \rangle$$

즉, 결합된 하나의 네트워크(N)는 시간(T)단위로 발생하는 입력 사건들(X_N)과 출력 사건들(Y_N), 컴포넌트들의 집합(D), 이들에 대한 외부입력(EIC)과 외부출력(EOC), 내부결합(IC)으로 표현된다. 이 때 각 컴포넌트의 명세는 다음과 같다.

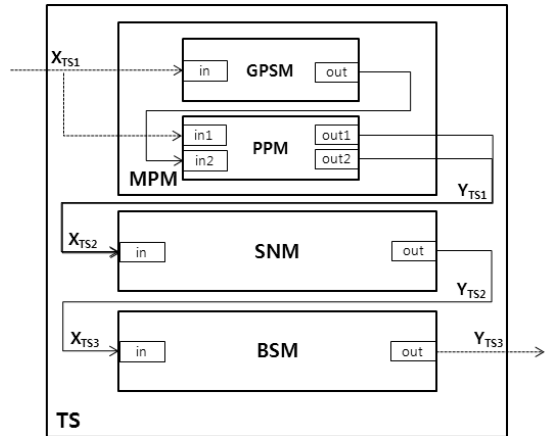
$$M_d = \langle T, X_d, Y_d, \Omega, Q, \Delta, \Lambda \rangle$$

시간단위(T)로 작동하게 되는 각 컴포넌트에는 입력(X_d)과 출력(Y_d)이 있으며 컴포넌트 내에서 허용되는 세그먼트(Ω)는 함수(Δ)에 따라 상태(Q)가 결정되고 출력(Y_d) 값을 결정하는 함수(Λ)는 입력(X_d) 값과 세그먼트(Ω)에 의해 결정된다.

3. 토로소 시스템 모델링

3.1 구조적 결합 명세

그림 1에서 제시한 토로소 시스템에서 이동환자들의 생체 정보와 위치 정보를 단계적으로 수집하고 처리하는 일련의 과정을 토대로 구조적 결합을 그림 2와 같이 설계



- TS(Torso System) : 토로소 시스템
- MPM(Mobile Patient Module) : 이동환자 모듈
- SNM(Super Node Module) : 슈퍼노드 모듈
- BSM(Base Station Module) : 베이스 스테이션 모듈
- GPSM(Global Positioning System Module) : 위치정보 모듈
- PPM(Patient Patch Module) : 의료정보 모듈

그림 2. 토로소 시스템 입출력 설계

하였다. 전체시스템인 TS(Torso System)는 이동환자에 부착되는 MPM(Mobile Patient Patch), 환자 상태 모니터링을 위한 SNM(Super Node Module), 최종 판단 기능을 담당하는 BSM(Base Station Module)이라는 모듈들을 포함하고 있는데 이들 모듈에서 요구되는 입출력 값에 따른 관계를 정의하였다. TS는 기준 시간단위(T)로 동작하는 가장 큰 시스템으로 환자로부터 생체 정보 및 위치정보에 대한 입력(X_{TS1})을 받아들이고 환자 상태 정보를 알려주는 출력(Y_{TS3})을 생성하게 된다. 환자부착 모듈인 MPM은 구체적으로 이동환자로부터 실시간 위치정보는 GPSM(Grobal Positioning System Module)을 통해서, 생체정보는 PPM(Patient Patch Module)을 통해서 입력 받게 된다. 이렇게 입력된 정보는 처리과정을 거쳐 출력(Y_{TS1})되어 MPM을 대상으로 정보를 수집하는 SNM에 다시금 입력(X_{TS2})된다. SNM에서 처리된 후 출력(Y_{TS2})이 생성되면 이는 BSM의 입력(X_{TS3})으로 전송된다. 최종적으로 BSM에서 환자상태에 대한 판단 메시지를 출력(Y_{TS3})함으로써 전체 시스템이 동작하게 된다.

3.2 기능 구조

앞서 구조적 명세로 정의된 토로소 시스템은 다음의 그림 3과 같이 계층구조로 표현할 수 있다. 담당하는 역할을 기준으로 토로소 시스템은 환자에 부착된 모듈인 MPM과 중간처리 지점인 SNM, 최종 판단 지점인 BSM

으로 나누어진다. MPM의 경우 다시금 이동환자의 위치를 추적해주는 GPSM과 건강 상태 체크를 위해 생체 정보를 생성해주는 PPM으로 나뉘는데 PPM의 경우 한 개 이상 확장이 가능하다.

3.3 구조 및 명세

토로소 시스템에 대한 전체 구조 및 세부 명세를 규정하면 다음의 표 1과 같다. TS는 시간(T)단위로 메시지가 발생하는 시스템으로서 외부입력(X_{TS})과 외부출력(Y_{TS})을 갖는다. 환자의 위치정보와 생체정보에 대한 입력 값(X_{TSi})은 EIC를 통해 MPM에 입력된다. MPM은 입력받은 정보를 해당 위치에서 가장 가까운 SNM의 입력 값(X_{TS2})으로

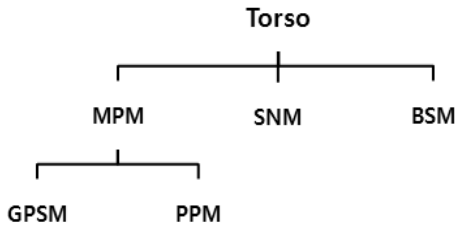


그림 3. 토로소 시스템의 기능 구조

출력값(Y_{TSi})을 전송하게 된다. 이 때 환자의 실시간 위치 정보에 따라 한 개의 SNM으로 전송될 수도 있고 인접된 둘 이상의 SNM으로 전송될 수도 있다. 후자의 경우 SNM의 우선순위에 따라 이동환자노드로부터의 정보 처리를 담당할 SNM을 유일하게 결정하여 해당 SNM이 출력값(Y_{TS2})을 BSM으로 전송할 수 있게 해준다. BSM은 입력값(X_{TS3})을 버퍼에 저장함과 동시에 해당 데이터의 위험도를 측정하여 적절한 메시지를 출력값(Y_{TS3})으로 보내게 된다.

여기에서 MPM은 별도의 정보 수신기능이 없는 발신 전용장치로 환자의 위치정보와 패치 정보를 지속적으로 생성한다. SNM은 자신의 임계영역 내에 감지되는 모든 MPM의 발생정보를 수집하여 부하균형을 위한 후속절차를 진행하여 자신이 담당할 MPM들을 결정하게 된다. 이를 위하여 SNM은 고유의 우선순위를 가지고 있는데 이를 토대로 입력 데이터의 처리를 담당할 SNM을 결정할 수 있다. 최소한 한 개의 SNM은 top-level 우선순위 값을 가지게 되는데 필요한 경우 mid-level도 지정할 수 있다. 다음의 표 2는 분류에 따른 우선순위를 나타내고 있다. 우선순위가 지정되지 않는 SNM은 가장 낮은 우선순위를 갖는 것으로 간주된다. 이러한 환경 하에서 top-level SNM의 경우 자신에게 전송된 입력데이터에 대해 바로 처리하

표 1. 시스템 및 결합 명세, 결합 관계 명세

- 시스템 명세

$$TS = \langle T, X_{TS}, Y_{TS}, D, \{M_{MPM}, M_{SNM}, M_{BSM} \mid MPM, SNM, BSM \in D\}, EIC, EOC, IC \rangle$$

$$X_{TS} = (IPorts_{TS}, X_{TS1} \times X_{TS2} \times X_{TS3})$$

$$Y_{TS} = (OPorts_{TS}, Y_{TS1} \times Y_{TS2} \times Y_{TS3})$$
- 결합 명세

$$EIC \subseteq \{((TS, ip_{TS}), (MPM, ip_{MPM}) \mid ip_{TS} \in IPorts_{TS}, MPM \in D, ip_{MPM} \in Iports_{MPM})\}$$

$$EOC \subseteq \{(BSM, op_{BSM}), (TS, op_{TS}) \mid BSM \in D, op_{BSM} \in Oports_{BSM}, op_{TS} \in Oports_{TS}\}$$

$$IC = \{((MPM, op_{MPM}), (SNM, op_{SNM})), \mid MPM, SNM \in D, op_{MPM} \in Oports_{MPM}, ip_{SNM} \in Iports_{SNM}\}$$

$$IC = \{((SNM, op_{SNM}), (BSM, op_{BSM})), SNM, BSM \in D, op_{SNM} \in Oports_{SNM}, ip_{BSM} \in Iports_{BSM}\}$$
- 결합 관계 명세

$$\forall ((TS, ip_{TS}), (MPM, ip_{MPM})) \in EIC: range_{ip_{TS}}(X_{TS}) \subseteq range_{ip_{MPM}}(X_{MPM})$$

$$\forall ((BSM, op_{BSM}), (TS, op_{TS})) \in EOC: range_{op_{BSM}}(Y_{BSM}) \subseteq range_{op_{TS}}(Y_{TS})$$

$$\forall ((MPM, op_{MPM}), (SNM, ip_{SNM})) \in IC: range_{op_{MPM}}(Y_{MPM}) \subseteq range_{ip_{SNM}}(X_{SNM})$$

$$\forall ((MPM, op_{SNM}), (SNM, ip_{BSM})) \in IC: range_{op_{SNM}}(Y_{SNM}) \subseteq range_{ip_{BSM}}(X_{BSM})$$
- 시스템 명세

$$M_{MPM} = \langle T, X_{MPM}, Y_{MPM}, D_{MPM}, \{M_{GPSM}, M_{PPM} \mid GPSM, PPM \in D_{MPM}\}, EIC, EOC, IC \rangle$$

$$M_{SNM} = \langle T, X_{SNM}, Y_{SNM}, D_{SNM}, EIC, EOC, IC \rangle$$

$$M_{BSM} = \langle T, X_{BSM}, Y_{BSM}, D_{BSM}, EIC, EOC, IC \rangle$$

$$M_{GPSM} = \langle T, X_{GPSM}, Y_{GPSM}, \Omega, Q, \Delta, \Lambda \rangle$$

$$M_{PPM} = \langle T, X_{PPM}, Y_{GPSM}, \Omega, Q, \Delta, \Lambda \rangle$$

표 2. 우선순위 분류

분류	우선 순위
top-level	1
mid-level	2
none	3

표 3. 메시지 의미와 조건

메시지	의미	상태값 변화
STABLE	이상 없음	안정권 내
WARNING	경고	한번 위험 도달
DANGER	위험	두번 위험 도달

게 되지만 이외의 *SNM*은 다른 *SNM*으로부터 데이터 처리에 관한 상황을 입력받은 후 처리하게 된다. 이러한 과정을 통하여 *MPM*으로부터 입력 받은 데이터는 한 개의 *SNM*을 통해서 중복됨 없이 *BSM*으로 전송이 이루어진다.

*BSM*에서 출력으로 생성될 수 있는 메시지의 종류는 다음과 같다. *BSM*은 *SNM*으로부터 수집된 데이터를 환자별, 시간별로 비교하여 특정 조건에 도달하면 경고(WARNING) 혹은 위험(DANGER)의 메시지를 생성한다. 다음의 표 3은 각각의 메시지에 따른 의미와 상태값의 변화 조건에 대해 나타내고 있다.

4. 토로소 시스템 구현

토로소 시스템의 *MPM* 모듈은 주로 환자의 위치정보와 생체정보를 수집하여 상위계층으로 전달하게 된다. 이렇게 전달된 정보들에 대한 *SNM*과 *BSM*의 기능을 검증하기 위하여 이들이 수행하는 구체적인 기능들을 알고리즘 수준에서 명시하면 다음과 같다.

4.1 SNM의 구현

다음 표 4는 *SNM*의 알고리즘을 나타낸다. *SNM*은 첫 단계로 *MPM*에서 발생하는 신호를 수집한다. 이러한 수집 단계에서 *SNM* 자신의 우선순위를 확인한다. 우선순위가 가장 높은 경우, 수집된 신호를 바로 *BSM*으로 전송하고 인접한 *SNM*에게 수집된 신호를 처리했음을 알린다. 만일 우선순위가 높지 않다면 버퍼에 보관하고 대기하면서 인접 *SNM*으로부터 수집된 데이터가 처리되었는지의 여부를 기다린다. 일정한 시간이 지났음에도 인접 *SNM*으로부터 처리되었다는 정보가 주어지지 않는다면 보관했던 정보를 *BSM*으로 전송한 후 이를 자신이 처리하였다는

표 4. SNM 알고리즘

```

External Transition
if receive the message in port 'p.in'
    if cardinality of super node is 'top-level'
        Hold-in 'process'
        Save the buffer
        // 우선순위가 높으면
        // 'process'로 상태 변환 후 버퍼에 저장
    else
        Hold-in 'wait'
        Save the buffer
        // 우선순위가 높지 않으면
        // 'wait'로 상태 변환 후 버퍼에 저장
    if phase is 'process'
        if buffer is full and s.in is not empty
            Hold-in 'post'
            // 우선순위도 높고 버퍼도 차 있으면
            // 전송상태로 전환
    
```

Internal Transition

```

if phase is 'process'
    Hold-in 'passive'
if phase is 'wait'
    Hold-in 'process'
if phase is 'post'
    Hold-in 'passive'
    
```

Output

```

if phase is 'wait'
    send message id of p.in on port 's.out'
    // 대기상태라면 인접노드에게
    // 수집된 환자ID 정보 전송
if phase is 'post'
    send message p.in on port 'out' to base station
    // 전송상태라면 BS으로 전송
    
```

정보를 인접 *SNM*으로 전송하고 해당 데이터는 버퍼에서 삭제한다. *SNM*은 기본 대기 상태인 “passive”와 *MPM*의 데이터 수집으로 발생하는 “process”, “wait”, “post”의 세 가지 상태로 정의된다. “process”는 *SNM* 자신의 우선순위가 높음을 확인하여 *BSM*에게 전송할 수 있는지 결정된 상태이며, 반대로 “wait”는 *SNM* 자신의 우선순위가 높지 않음을 확인하여 *BSM*에게 전송할 수 없는 것이 결정된 상태이다. “post”는 “process” 상태가 *SNM*에 주어진 버퍼의 최대 개수만큼 발생하면 최종적으로 *BSM*에게 전송을 이루어지는 상태를 의미한다.

4.2 BSM의 구현

다음 표 5는 *BSM*의 알고리즘을 나타낸다. *SNM*으로부터 전송받은 데이터를 처리할 때 지금 입력받은 데이터를

표 5. BSM 알고리즘External Transition

```

if receive the message in port 's.in'
  Save the buffer
  if compare(t-1, t) of s.in >
    Warning_Threshold
  // 위험 범위에 도달 여부 확인
  if compare(t-2, t-1) of s.in >
    Danger_Threshold
  // 위험 범위에 재차 도달 여부 확인
  danger call
  // 위험 상태 결정
else
  warning call
  // 경고 상태 결정
else
  stable call
  // 이상없음 상태 결정

```

Internal Transition

```

if phase is 'busy'
  Hold-in 'passive'

```

Output

```

if phase is 'busy'
  if result is warning call
    send message "WARNING" on port 'out'
  // 위험 상태라면 위험 신호 발생
  else if result is danger call
    send message "DANGER"
    on port 'out'
  // 경고 상태라면 경고 신호 발생
else
  send message "STABLE" on port 'out'
  // 이상 없음 상태라면 이상 없음 신호 발생

```

이전 데이터와 비교하여 위험범위에 도달했는지 비교하여 판단한다. 만일 위험범위에 도달했다면 다시 한 번 그 이전의 데이터와 비교한다. 연속하여 위험순위에 도달했다면 위험(DANGER) 신호를 발생하고 이번만 도달한 경우라면 경고(WARNING) 신호를 발생한다. 어느 경우에도 해당하지 않으면 이상 없음(STABLE) 신호를 발생하게 되어 환자의 상태를 판단하게 된다. 이러한 상태 정보에 근거하여 적절한 의료 서비스를 제공할 수 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 이동환자의 상시 모니터링을 위한 토로소 시스템을 구성하는 모듈들을 명세화하고 이들의 관계

를 정의함으로써 전체 시스템을 설계하고 핵심 노드인 슈퍼노드와 베이스 스테이션 노드에 대한 알고리즘을 제시하였다. 이러한 시스템을 통하여 환자가 이동하게 되어도 상태정보를 수집할 수 있도록 하였고 1차 수집 단계에서 노드의 우선순위에 따라 최종 노드까지 전달 될 수 있게 된다. 따라서 최종노드에서는 수집 데이터를 판단하여 환자의 상태를 판단할 수 있다. 환자의 위치 이동 정보 처리와 환자 몸에 부착되는 패치를 확장가능하게 설계하였고 1차 수집과정에서 부하조절을 통해 최종노드가 갖게 되는 부담을 최소화하였다. 향후에는 시스템 명세화 기법으로 설계한 토로소 시스템에 대한 시뮬레이션을 통해 개별 환자와 자유로운 이동 및 환자 수의 증가에 따른 시스템 효율에 대한 분석 결과를 제시할 것이다.

참 고 문 헌

1. 안시훈, "u-헬스 서비스 모델을 기준으로 한 국내의 현황 및 적용 방안", 정보처리학회지 제15권 제1호, pp. 71-80, 2008년 1월.
2. R. A. Schrenker, "Software engineering for future healthcare and clinical systems," Computer, vol. 39, pp. 26-32, 2006.
3. <http://www.mobihealth.org/>
4. <http://www.futurehealth.rochester.edu/>
5. University of Rochester, "Letting the Home Interface with the Healthcare System: New Paradigms for Consumers and Providers," Though Leader's workshop white paper, 2004.
6. Chaitanya Penubarthu, Myuhng-Joo Kim, Insup Lee, "Security in Sensor Networks for Medical Systems Torso Architecture", ICCSA 2005 Lecture Notes in Computer Science, Volume 3480/2005, pp. 156-165, 2005.
7. B.P. Zeigler, H. Praehofer, and T.G. Kim, "Theory of Modeling and Simulation," 2th Ed., Academic Press, Jan. 2000.
8. 임성용, 김탁곤, "DEVS 형식론에 기반한 하이브리드 시스템 모델링 시뮬레이션 방법론," 한국시뮬레이션학회 학술대회 논문집, pp. 1-5, 2000년 11월.
9. U. Farooq, G. Wainer and B. Balya, "DEVS modeling of mobile wireless ad hoc networks," Simulation Modelling Practice and Theory, vol. 15, pp. 285-314, May, 2007.
10. H. S. Seo, "Network security agent DEVS simulation modeling," Simulation Modelling Practice and Theory, vol. 14, pp. 481-492, Jul, 2006.



최 은 정 (chej@swu.ac.kr)

1997 서울여자대학교 전산과학과 학사
2000 서울여자대학교 컴퓨터과 이학석사
2005 서울여자대학교 컴퓨터과 이학박사
2006~현재 서울여자대학교 바롬교양대학 교양전산

관심분야 : 시스템 보안, 유-헬스케어, 모델링&시뮬레이션



김 명 주 (mjkim@swu.ac.kr)

1986 서울대학교 컴퓨터공학과 공학사
1988 서울대학교 컴퓨터공학과 공학석사
1993 서울대학교 컴퓨터공학과 공학박사
1993~1995 서울대학교 컴퓨터 신기술 공동연구소 특별연구원
2003~2004 미국 펜실바니아대학교(UPenn) 객원 연구원
1995~현재 서울여자대학교 컴퓨터학부 교수

관심분야 : 정보보안, USN, 의료정보, 콘텐츠보안