

---

# 모바일 분산 환경에서 이동형 환자관리를 위한 부하 균형 다중 에이전트 모델

이말레\* · 김은경\*\* · 장옥봉\*\* · 이재완\*\*\*

Load-balanced multi-agent model for moving patient management in mobile  
distribution environment

Malrey Lee\* · Eungyung Kim\*\* · Yupeng Zang\*\* · JaeWan Lee\*\*\*

---

본 과제는 한국 과학재단 특정기초연구(ROI-2006-000-10147-0)지원으로 수행 되었음

---

## 요 약

본 논문은 모바일 분산 환경에서 이동형 환자를 모니터링하고 응급상황에 대처할 수 있는 부하 균형 다중 에이전트 모델을 제안한다. 제안된 모델은 모바일 시스템에서 확장하여 분산 프레임워크 기반의 구조를 갖도록 설계하였으며, 이동형 환자들의 실시간 상황정보를 통해 헬스케어의 서비스를 제공하고 있다. 시스템 설계 시 미들웨어의 한계를 극복하기 위해 애플리케이션들과 그 기반이 되는 네트워크 인프라 사이에 추상 레이어를 제공하여 QoS 요구들과 네트워크 수명 사이의 균형을 유지시켜 주었다. 그리고 셀에서 다중 에이전트의 효율적인 부하 분산을 위해 클러스터링을 사용하였다. 클러스터링은 FCM을 사용하여, 자원들의 사용을 최적화하기 위해 전송 지연을 고려함으로써, 모든 셀에서 다중 에이전트를 효율적으로 분산시킨다.

## ABSTRACT

This paper proposed about a load balanced multi-agent model in mobile distribution environment to monitor moving patients and to deal with a situation of emergency. This model was designed to have a structure based on distribution framework by expanding a mobile system, and provides healthcare services based on real time situational information on moving patients. In order to overcome the limitation of middleware when we design system, we provided an abstract layer between applications and their base network infrastructure so that balance between QoS requests and network life can be maintained. In addition, clustering was used in cells for the efficient load distribution among multi-agents. By using Clustering FCM, we got optimal resources and had solve about transmission delay.

## 키워드

U-healthcare, 모바일 분산 시스템, 다중 에이전트, 부하 균형, 클러스터링

## Key word

U-healthcare, mobile distribution system, multi-agent, load-balanced, clustering

---

\* 전북대학교 영상정보신기술연구센터

\*\* 전북대학교 컴퓨터공학부

\*\*\* 군산대학교

접수일자 : 2009. 09. 21

심사완료일자 : 2009. 10. 05

## I. 서 론

U-healthcare 시스템은 모바일 분산 구조에서 환자의 상황에 적합한 의료 관리 서비스를 실시간으로 제공하고 있다. 이를 위해 시스템은 환자의 이동성을 보장하고, 언제 어디서나 실시간으로 환자의 상황을 인식할 수 있는 모니터링 모델이 요구된다. 그럼으로써 환자와 주변 인들은 무자각 상태에서 자신의 건강 상태를 전문 병원으로 부터 관리와 치료정보를 제공받아 긴급 상황에 대처할 수 있다[1].

최근의 u-healthcare 시스템은 분산 시스템과 모바일 시스템이 결합한 상태에서 최적의 상황 인식과 서비스 처리에 대한 연구를 진행하고 있다. 특히 이동성을 갖는 만성질환자(고혈압, 당뇨환자, 고지혈증, 심장질환)를 위한 주기적이고 실시간적인 모니터링을 위한 연구도 있다[1, 2]. 이들 연구는 실제 환경에서 사물들과 상호 작용을 하며, 이동형 환자의 실시간 상황정보를 통해 헬스케어 서비스를 제공하고 있다. 하지만 시스템은 한정된 자원을 사용하여 시스템의 부분적인 기능만을 모바일 장치로 제공하고 있다. 그러므로 대량의 정보를 제공하거나 서비스의 추가 등은 u-healthcare 서비스를 지원 하는 모바일 분산 시스템의 한계로 제시되고 있다[3].

이러한 모바일 분산 시스템의 한계는 애플리케이션 들과 그 기반이 되는 네트워크 인프라 사이에 추상 레이어를 제공하여 QoS (Quality of service) 요구들과 네트워크 수명 사이의 균형을 유지시켜 줌으로써 해결이 가능하다. 또한 서비스 품질은 이동된 지역의 서비스 요청에 대한 빠른 응답을 위해 서비스를 복제함으로써 달성할 수 있다. 따라서 클라이언트의 요청들이 여러 복제된 서비스로 분산되며, 서비스 요청에 대한 대기시간을 최소화하고 빠른 응답을 제공할 수 있다. 이러한 이동에 대한 복제 서비스는 다중 에이전트에서 널리 사용되는 기법이며[4], 부하 균형 모델이 필요하다. 대부분의 부하 균형은 해당 에이전트들을 배치하기 위해 임계값에 기초하여 다른 최소 부하 노드를 찾아 이동을 개시하는 매커니즘에 초점을 맞추고 있다. 하지만, 전체 네트워크에서 노드들의 부하 분산은 부하의 편차가 크며, 이것은 프로세스에 기여하지 않는 많은 유휴 노드들을 발생시킨다. 이러한 문제는 클러스터링으로 해결할 수 있으며, 이를 통한 에이전트의 효율적인 부하 분산은 시스템의 최적 성능을 제공할 수 있다.

따라서 본 논문에서는 모바일 분산 환경에서 환자들의 이동에 따라 효율적인 모니터링과 응급상황에 대처할 수 있는 부하 균형 다중 에이전트 모델을 제시한다. 제안한 모델은 실시간으로 이동형 환자의 상황을 모니터링하기 위한 자원 분배와 서비스 생성 및 복제를 위해 분산 프레임워크 기반 구조를 갖도록 설계하였다. 또한 네트워크 내에서 서비스를 담당하는 다중 에이전트의 효율적인 분산을 위해 클러스터링을 적용하여 부하 편차를 최소화 하였다. 클러스터링을 위해서는 FCM (Fuzzy c-means)을 사용하였으며, 가장 가까운 이웃 배치를 채택함으로써 다중 에이전트가 이동형 환자에 대한 QoS를 고려하도록 하였다. 또한 에이전트 간의 효율적인 자원 분배로, 이동형 환자의 긴급 상황에 동적으로 대처할 수 있다.

## II. 관련연구

### 2.1 U-healthcare 지원 미들웨어

U-healthcare는 유비쿼터스 환경에서 사용자의 위치, 건강 환경정보를 제공하는 센서 및 장치들을 이용하여 사용자의 상황정보를 수집한다. 그리고 수집된 상황정보는 개인 또는 환자를 실시간으로 모니터링 할 수 있으며, 가장 적절한 헬스케어 서비스를 실시간으로 제공하기 위해 모바일 장치를 이용한다. U-healthcare 환경에서 보다 안정적인 헬스케어 서비스를 모바일 장치로 제공하기 위해서는 모바일 미들웨어가 필요하다. 모바일 미들웨어는 무선 인터넷의 상이한 환경과 유선 인터넷의 상이한 환경을 단일한 인터페이스 구조와 같이 보이도록 하여 다양한 서비스를 제공한다. 따라서 이동형 서비스와 상황 처리 기술을 지원하여 공간적 한계상황을 해소시키고, 시스템에 관계없이 응용 시스템끼리의 상호 호환성을 가능하게 한다[5].

### 2.2 다중 에이전트 미들웨어

에이전트는 "사용자를 대신해서 사용자가 원하는 작업을 자동적으로 수행하는 프로세서 또는 소프트웨어"로 정의되고 있다. 에이전트의 종류는 연구 분야별로 여러 가지로 나타낼 수 있다. 가장 많이 사용되는 다중 에이전트는 "분산 환경에서 상호 협력을 통해 작업을 수행하는 컴퓨터 프로그램"을 말하며, 독립적인 응용 프로그

램의 집합으로는 해결할 수 없는 보다 복잡한 서비스를 다른 에이전트와의 협력을 통해 해결할 수 있다. 그리고 조정 에이전트라는 중재자를 통해 메시지의 전달과 각 에이전트의 제어를 수행하게 된다. 따라서 다중 에이전트 내의 에이전트들은 상호 간의 지식을 교환하고 공유하며, 자신 외의 다른 에이전트의 기능을 요구하거나, 자신의 기능을 다른 에이전트들에게 공시할 수 있는 상호 협력 체계를 갖는다[6].

**2.3 부하 균형 클러스터링**

정보통신 기술의 발전은 다양한 서비스의 출현과 언제 어디서나 서비스를 상용할 수 있는 유비쿼터스 서비스 환경으로 변하면서 데이터 전송용량의 광대역화, 고속의 이동성, 단말기의 개인화를 가져왔다. 이러한 현상은 사용자의 이동과 시간에 따라 서버의 요청률을 증가시킨다. 따라서 이를 해결하기 위해 서버의 시스템 자원을 기준으로 부하 분산을 하고 서버의 병목을 해결하는 부하 균형이 필요하다. 그럼으로써 클라이언트 수가 증가하여도 비교적 짧은 응답 지연 시간을 유지할 수 있다[7].

특히 모바일 시스템은 셀 단위로 지역을 구분하여 서비스 자원의 분배와 이동 중인 클라이언트의 부하 균형이 중요하다. 그러므로 셀 단위로 분포된 사용자가 가지고 있는 다중 에이전트들을 효율적으로 재분배시키는 최적화 방법이 필요하다. 이를 위해 클러스터링이 사용되고 있으며, 한 클러스터에 포함된 데이터들 간의 유사한 성질을 갖도록 데이터들을 묶는 것을 말한다[8]. 따라서 클러스터 방법인 k-means, c-means, FCM 등의 사용으로 셀 내에서 서비스 자원의 분배와 효율적인 부하 균형을 이룰 수 있다.

생을 줄이기 위해 환자의 상태를 실시간으로 모니터링하고 분석하여 응급상황에 대해 빠르게 대처해야 한다. 또한 환자들의 효율적인 질병 탐지를 제공하기 위해 사용된 모바일 미들웨어는 자율적 네트워크에서 구현되는 모바일 장치들의 사양을 지원한다. 그러므로 환자는 언제 어디서든 건강관리 및 의료 서비스를 지원 받을 수 있다.

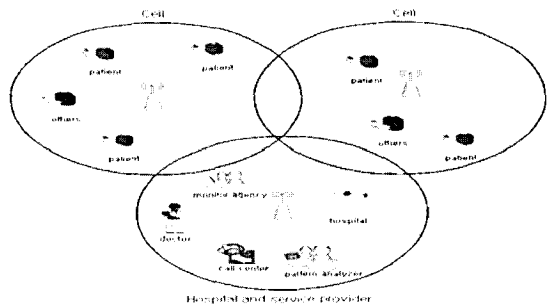


그림 1. 이동형 환자를 위한 u-healthcare  
Fig 1. U-healthcare for Moving patient

그림 1은 세 지역들이 무선 통신 범위의 겹침을 통해 상호 연결되어 있으며, 각 셀은 그 범위 내의 통신을 관리한다. 두 셀은 병원에 연결되어, 원격으로 이동형 환자를 모니터링한다. 병원에서 모니터링을 통해 탐지된 응급 상황이 있을 경우, user agent는 그 환자로 부터 가장 가까이 있는 사람과 병원, 콜센터에 연락을 하여 필요한 헬스케어 서비스를 제공한다. 여기에 사용된 모바일 미들웨어는 프로그램의 이동성을 지원하며 추가적인 구성 요소들로 확장이 가능하다.

**III. 이동형 환자관리를 위한 부하 균형 다중 에이전트 모델**

**3.1 다중 에이전트를 적용한 u-healthcare**

**프레임워크**

본 논문에서 제안한 부하 균형 다중 에이전트 모델은 모바일 분산 환경에서 이동성을 갖는 만성질환자를 대상으로 하였다. 만성질환자들은 자가 관리가 소홀하면 심각한 합병증을 초래한다. 그러므로 합병증의 발

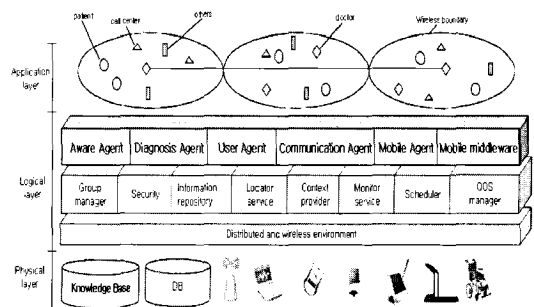


그림 2. u-healthcare 프레임워크  
Fig 2. U-healthcare Framework

그림 2는 본 논문에서 제안한 u-healthcare 프레임워크이다. 제안한 프레임워크는 세 개의 레이어로 이루어져 있다. 물리적 레이어는 모바일 디바이스, 유비쿼터스 휠체어, 컴퓨터 등과 같은 여러 다른 하드웨어들로 구성된다. 논리적 레이어는 분산된 무선 환경에서 애플리케이션 레이어와 물리적 레이어 사이에서 투명한 서비스들을 제공한다. 그리고 다중 에이전트인 **Aware agent, Diagnosis agent, User agent, Communication agent, Mobile agent**로 이루어져 있으며, 각각의 에이전트는 협력적인 서비스 처리를 수행하지만 독립적인 상황에서도 자신의 기능에 맞는 서비스를 처리하도록 하였다. 또한 모바일 미들웨어의 사용으로 여러 모바일 장치들의 사양을 지원한다. 애플리케이션 레이어는 논리적 레이어의 요구 사항들을 고려하여 헬스케어 서비스를 제공한다.

논리적 레이어의 핵심 요소인 다중 에이전트의 역할은 다음과 같다.

- **Aware agent** : 사용자 주변에 설치된 USN을 이용하여 환자의 위치 정보를 획득하고, 주변 상황과 환자의 상황 정보를 인식한다. 이를 위해 사용자가 가지고 있는 모바일 장치에 RFID 인식기를 장착하고, 인식된 데이터를 통합하기 위한 영역이 필요하다. 그래서 **Aware Agent**는 RFID 인식기를 위한 클래스와 통합을 위한 클래스로 구성하였다.

- **Diagnosis agent** : **Aware agent**로부터 전송받은 사용자의 컨택스트 정보를 분석하여 환자의 상태에 적합한 처방 및 치료 정보를 추론한다. 이를 위해 본 논문에서는 FCM으로 사용자 상황 정보를 추출하고 의사결정 기법을 이용하여 필요한 서비스 이벤트를 발생시키는 구조로 구성하였다.

- **User Agent** : **Diagnosis Agent**에 의해 발생된 이벤트는 **User Agent**가 받아 사용자에게 필요한 서비스 항목을 찾는다. 이를 위해 **User Agent**는 발생된 이벤트를 관리하고, 서비스 항목을 제공하는 클래스로 구성된다. 발생된 이벤트는 **Event Management Class**에 의해 사용자의 **Profile DB**에 일정기간 저장을 하고 관리한다. 그리고 이벤트는 긴급 상황과 일반상황에 따라 서비스 받을 대상

을 결정한다.

- **Communication Agent** : 환자의 처방 정보가 있는 병원 정보 시스템(**Electronic Medical Record System : EMR**)과 주기적인 통신을 수행하면서 갱신된 처방 정보를 확인하고 환자의 상황 정보를 전송한다. 또한 응급센터에 환자의 모니터 정보를 함께 전송한다. 그림으로써 환자의 상황을 실시간으로 처방할 수 있고, 응급상황에 즉각적인 대처가 가능하다. 이를 위해서 **Communication Management Class**와 **Query Class**로 구성된다.

- **Mobile agent** : 사용자의 상황과 이동에 따라 자기 자신을 복제하여 해당 셀과 주변 셀의 서비스 상태를 점검한다. 이를 위해 상황 모니터링에 필요한 **Aware agent, Diagnosis agent**와 연결하는 **Clone Class**와 복제 시간을 유지하기 위한 **Time Class**로 구성된다. 복제 클래스는 사용자의 이동에 따라 셀이 변경되면 상황에 따라 **Mobile agent** 자신의 복제를 결정한다. 그리고 **Time Class**는 일정시간이 지난 후에 복제된 **Mobile agent**는 해당 셀에서 제거한다.

### 3.2 FCM을 이용한 부하 균형 클러스터링

사용자의 이동성이 많은 모바일 환경에서는 실시간에 가까운 서비스를 제공하기 위해 다중 에이전트의 부하 균형이 중요하다. 또한 모바일 장치를 통하여 사용자의 행위를 모니터링하면서 상황에 적합한 서비스의 제공이 필요하다. 이를 위해 각각의 셀 내에서 유사성이 적합한 클러스터 초기 공간을 설정하고 사용자의 다중 에이전트를 공간상에 적응적으로 분할한다. 일반적으로 공간이 균등 분할되는 경우, 분할된 각 공간에는 서로 다른 개수의 사용자(다중 에이전트)의 빈도수를 갖게 되어 분할된 공간 차원에서 서로 다른 사용자(다중 에이전트) 밀도 분포를 갖는다. 그러므로 이동성을 갖는 모바일 환경은 다중 에이전트들과 각각의 셀 노드 사이에서 부하 균형으로 헬스케어 서비스를 효과적으로 제공할 수 있다. 따라서 본 논문은 사용자들의 다중 에이전트를 셀 단위에서 부하 균형을 이루기 위해 수정된 FCM을 사용한다.

FCM은 각 데이터와 각 클러스터 중심과의 거리를 고려한 유사도 측정에 기초하여 목적 함수의 최적화 방식을 사용한다. FCM 알고리즘의 목적함수( $J_m$ )는 식(1)과

같다.

$$J_m(X, U, V) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^c (\mu_{ij})^m ((v_i - x_j)w_i)^2 \quad (1)$$

여기서  $X=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 는 셀 내에 다중 에이전트의 입력 데이터 집합이고,  $V=\{v_1, v_2, \dots, v_c\}$ 는 셀 내의 퍼지 클러스터링 중심벡터이다.  $\mu_{ij}$ 는 사용자의 다중 에이전트  $x_j$ 와  $j$ 번째 클러스터에 대한 소속 정도를 의미한다. 매개 변수  $m$ 은 각 데이터의 소속 정도에 대한 퍼지 파라미터를 나타내며, 시스템 내에서 서비스 품질을 보장하기 위해 1보다 큰 값을 사용한다.  $w_i$ 는  $i$ 번째 클러스터의 가중치를 나타낸다. 그리고 소속행렬  $U=[\mu_{ij}]$ 의 원소이다. 또한 실시간 서비스를 보장하기 위해서 각 셀의 프로세스는 주변 셀과 거의 동일해야 한다. 이를 위해 본 논문은 셀의 상태와 프로세스의 수 등을 가정한다. 특히, 각 셀의 프로세스 균형을 위해서는 클라이언트가 이동할 수 있는 주변 셀들과 다중 에이전트들의 수를 가정한다. 그리고 셀들을 구성하는 네트워크 토폴로지는 정적이고, 변수들은 다른 셀로 이동하는 이동 클라이언트들 및 다중 에이전트들이라고 가정한다. 이러한 가정에서 셀 단위로 이동하는 클라이언트는 클러스터간의 거리에 따른 변화와 클러스터 중심의 위치, 그리고 클러스터 형태에 따라 영향을 덜 받을 수 있다. 이를 위해 본 논문에서는 대칭성 측도를 개선하여 적용하였다. 식(2)는 개선된 대칭성 측도이다.

$$s(x_i, c) = \max_{j \in \forall pattern, i \neq j} \left( (1 - \alpha) \left( 1 - \frac{deg(x_i, x_j, v_i)}{180} \right) - (\alpha * ratio_{ij}(x_i, x_j, v_i)) \right) \quad (2)$$

$deg(x_i, x_j, v_i)$ 는 점  $v$ 를 중심으로 점  $x_i$ 와  $x_j$ 의 각도를 의미한다.  $ratioid(x_i, x_j, v_i)$ 는 식(3)과 같다.  $ratio$ 는 공간상에서 상대적으로 배치되어 있는 클라이언트와 클러스터 중심벡터 그리고 연결 가중치이다. 연결 가중치는 클라이언트의 빈번한 이동에 따라 변하지 않도록 함으로써 클라이언트들을 적응적으로 클러스터링 할 수 있다. 그리고  $\alpha$ 는 퍼지 이론을 이용한 가중치로, 클라이언트의 로드 변동에 우선 순위를 결정하여 배치하도록 한다. 가중치 계산은 식(4)와 같다.

$$ratio_{ij}(x_i, x_j, v_i) = \begin{cases} \frac{d(x_j, v_i)}{d(x_i, v_i)} & \text{if } (d_i > d_j) \\ \frac{d(x_i, v_i)}{d(x_j, v_i)} & \text{if } (d_i < d_j) \end{cases} \quad (3)$$

여기서  $d(x_j, v_i)$ 는 유클리드 거리를 의미한다.

$$\alpha = \frac{d(w_j, w_j)}{\sqrt{D_m}} \quad (4)$$

그리고 셀 내의 각 클라이언트 중심 벡터를 계산하기 위해 대칭성 측도의 결과  $s(x)$ 를 이용한다. 중심 벡터의 계산은 식(5)와 같다.

$$V^{(n)} = \frac{s(x)x_k}{s(x)} \quad (5)$$

또한 클러스터링된 각 클러스터들의 중심 벡터와 클라이언트의 유사도  $U$ 는 식(6)을 적용하여 계산한다.

$$U = \sqrt{\sum_{i=1}^{k-1} ((|v_i - x_i|)w_i)^2} \quad (6)$$

이렇게 계산된 값은 셀 내의 클러스터 중심 벡터와 소속정도를 반복하는 동안 새롭게 갱신하게 된다. 따라서 목적함수는 전체 오차를 감소시키면서 클러스터 중심이 변화되도록 하여 수렴하게 한다. 또한 기존의 목적함수와 갱신된 목적함수의 차( $\epsilon$ )는 전문가에 의해 설정된 로드 임계 ( $\phi$ )와 비교한다. 만약, 임계로부터의 값이 ( $\phi < \epsilon$ )에서 작을 경우에는 클라이언트를 해당 클러스터에 배치하고 클러스터링을 종료한다. 그렇지 않을 경우에는 다른 클러스터에 클라이언트의 배치를 다시 시작한다. 그럼으로써 공간이 단위 공간으로 분할된 상태에서 로드 변동이 최소화된 균형 클러스터링을 수행할 수 있다.

#### IV. 구현 및 평가

제안한 모델을 구현하기 위해서 모바일 WIPI로 클라이언트를 구성하고, 다중 에이전트는 Java 구현인 Jade

프레임워크를 사용하였다. 미들웨어 서비스는 Java 코드로 구현하였고, 여러 다른 서비스들의 기능성을 위해 Jade에 통합하였다. 또한 구현된 시스템의 평가를 위해서 논문에서는 7개의 셀과 이를 연결된 링크(C1&C2, C2&C4, C4&C6, C6&C7, C7&C5, C5&C3, C3&C1)를 가진 정적 셀 네트워크 토폴로지를 사용했다. 다중 에이전트들의 최초 분산이 각각의 셀 내에 있는 42개의 클라이언트들의 배치에 기초한다는 가정을 하였다(C1=4, C2=6, C3=5, C4=5, C5=4, C6=6, C7=12).

각각의 셀들에는 병원 정보 시스템과 긴급 호출 서비스 센터가 존재하며, 이들은 서로 다른 로드들을 가지고 있다( $a1=mb$ ). 그리고 임계값은 1.0로 설정하였으며, 오차 범위는 1로 하였다. 그림3은 실험을 위한 가정에 따라서 설계된 부하 균형 클러스터링을 그림으로 표현한 것이다. (A)는 각각 셀에서 무작위로 배치된 다중 에이전트의 초기 상태이며, (B)는 다중 에이전트들이 이웃된 셀로 부하 균형 클러스터링이 이루어진 후의 배치이다. 주어진 공간에서 다중 에이전트는 오차범위를 줄여가면서 효율적인 분산이 이루어진 것을 확인할 수 있다.

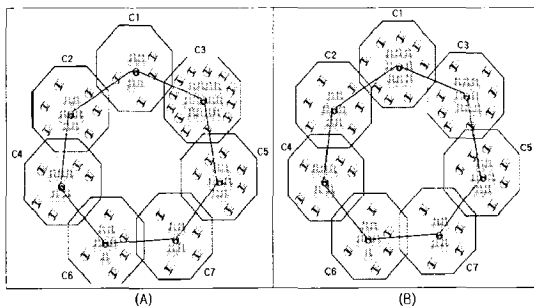


그림 3. 부하 균형 클러스터링의 결과.  
 (A) 다중 에이전트들의 초기 배치, (B) 최종 배치  
 Fig 3. Result of Load Balanced Clustering  
 (A) Initial arrangement (B) Final arrangement

그림 3의 결과에 따라 각각의 셀 내에서 발생된 로드 편차 및 링크의 수는 표1에서 비교하였다. 로드 편차는 클라이언트의 이동에 따라 다중 에이전트들이 셀 내에서 서비스에 필요한 로드 분산을 결정한다. 또한  $\lambda$ 에 의해 결정된 이동 경로의 수는 성능 평가에 고려하였다. 제안된 클러스터링과 비교하기 위해서 [8]에서 사용된 b-means와 최적 분산, 분산이 없는 방법을 사용하였다.

b-means는 k-means에 기초한 방법으로 로드 편차와 링크의 수를 고려하여 부하 균형을 하였다. 최적 분산은 최고 로드 후보 노드에서 시작하여 초과 에이전트를 분산시키고 그 초과 로드들을 다른 노드들로 이동시켰다. 그리고 분산이 없는 방법은 최소 링크를 고려하며, 시뮬레이션에서  $\lambda$ 는 0으로 설정하였다.

표 1. 링크의 수 비교 분석  
 Table 1. Comparison Analysis of Link Number

Cell	제안한 방법		b-means		최적 분산		비 분산	
	$\sigma$	$\lambda$	$\sigma$	$\lambda$	$\sigma$	$\lambda$	$\sigma$	$\lambda$
1	16	9	16	9	16	12	25	0
2	16	0	16	0	16	2	16	0
3	10	1	10	0	16	0	7	0
4	16	0	12	0	16	7	16	0
5	16	0	16	0	12	0	10	0
6	16	2	16	3	16	3	8	0
7	15	0	13	0	16	4	17	0
$\sigma/\lambda$	0.90	12	1.25	12	0.79	33	1.86	0

그 결과, 제안한 방법과 b-means는 동일한 링크의 수를 나타냈으며,  $\lambda$ 에 의해 이동된 경로에서는 약간의 차이를 보였다. 그러나 로드 편차는 제안한 방법이 이동성이 보장된 공간에서 효율적으로 분산을 이루었다. 그리고 최적 분산 방법은 효율적인 로드 편차를 보이나  $\lambda$ 에 의해 이동된 경로의 수가 높기 때문에 링크나 이동 경로에서 발생할 수 있는 대기 시간이 고려되지 않는 문제를 가지고 있다. 마지막으로 분산이 적용되지 않은 방법에서는 최소의 이동 경로를 고려하기 때문에 로드 편차가 큰 것을 확인할 수 있다. 그러므로 다른 방법에 비해 제안한 방법은 셀 내의 자원과 최소 이동 경로를 고려하여 로드들을 효율적으로 분산시켰다. 또한 이동된 셀 내에서 자원이 없는 경우, 가장 가까운 셀을 먼저 선택하기 때문에 배치된 다중 에이전트들의 이동 경로 수가 적었다.

### V. 결론

본 논문은 모바일 분산 환경에서 이동성을 갖는 만성 질환자를 대상으로 모니터링하고 헬스케어 서비스를

제공하기 위한 u-Healthcare 다중 에이전트 모델을 설계 하였으며, 응급상황에 대처할 수 있는 부하 균형 다중 에이전트 모델을 제안하였다. 만성질환자들은 자가 관리가 소홀할 경우, 심각한 합병증을 유발하기 때문에 실시간으로 환자의 상태를 모니터링하고 분석하여 응급상황과 일반 상황에 대한 대처가 필요하다. 그래서 모바일 환경에서 환자의 이동을 실시간으로 관찰할 수 있고 이동된 셀과 주변 셀의 자원에서 필요한 자원 분배와 서비스 생성 및 복제를 수행하는 분산 프레임워크 기반의 모델을 설계하였다.

시스템 설계 시 미들웨어의 한계는 애플리케이션들과 그 기반이 되는 네트워크 인프라 사이에 추상 레이어를 제공함으로써 해결하였다. 그리고 추상 레이어에 다중 에이전트를 사용하여 이동형 환자들의 실시간 상황 정보를 통해 헬스케어의 서비스(QoS)를 제공받도록 하였다. 그리고 네트워크 내에서 서비스를 담당하는 다중 에이전트의 효율적인 분산을 위해 클러스터링을 적용하여 부하 편차를 최소화하였다. 본 논문에서는 클러스터링을 위해서 FCM의 목적함수를 개선하여 사용하였다. 그리고 부하 편차를 평가하기 위해서 제안된 FCM 알고리즘을 사용한 방법과 b-means, 최적 분산, 비 분산을 비교 평가 하였다. 그 결과 제안된 방법은 네트워크 내에서 다중 에이전트가 로드 분산을 위해서 가장 가까운 이웃 배치를 채택하였다. 그럼으로써 이동형 환자에 대한 QoS를 고려하였으며, 에이전트 간의 효율적인 자원 분배를 통해 이동형 환자의 긴급 상황에 대한 대처가 가능하였다.

### Acknowledgement

본 과제는 한국 과학재단 특정기초연구 (R01-2006-000-10147-0) 지원으로 수행 되었음

### 참고문헌

- [1] Eungyeong Kim, Hyogun Yoon, Yupeng Zhang, Malrey Lee, Jaewan Lee, "A Hypertension Management System with Emergency Monitoring", *Information Security and Assurance*, pp. 301-306, 2008.
- [2] Tanaka, S. Motoi, K. Ikarashi, A. Nogawa, M. Higashi, Y. Asanoi, H. Yamakoshi, K. "Development of Non-invasive and Ambulatory Physiological Monitoring Systems for Ubiquitous Health Care", *SICE Annual conference*, pp. 311-315, 2008.
- [3] Fok, C.-L. Roman, G.-C. Lu, C., "Mobile agent middleware for sensor networks: an application case study", *Information Processing in Sensor Networks*, pp. 382- 387, 2005.
- [4] O. Shehory, K. Sycare, P. Chalasani, S. Jha, "Agent Cloning : An Approach to Agent Mobility and Resource Allocation", *IEEE Communications Magazine*, vol. 36, no. 7, pp. 63-67, 1998.
- [5] Chan, A.T.S., Siu-Nam Chuang, "MobiPADS: A reflective middleware for context-aware mobile computing", *IEEE Transactions on software engineering*, vol. 29, no. 12, pp. 1072-1085, 2004.
- [6] 윤효근, "모바일 P2P 환경에서 실시간 컨텍스트 인식 및 서비스를 위한 다중 에이전트 시스템, 공주대학교, 2006.
- [7] E. Hyttiä and J. Virtamo, "On Traffic Load Distribution and Load Balancing in Dense Wireless Multihop Networks", *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 2007, Special Issue on Novel Techniques for Analysis & Design of Cross-Layer Optimized Wireless Sensor Networks.
- [8] Romeo Mark A. Mateo, Jaewan Lee, "Ubiquitous and Intelligent Framework for Mobile Healthcare of Senior Citizens", *한국인터넷정보학회*, 제 9권, 제 1호, pp. 199-202, 2008.

### 저자소개

이말레(Malrey Lee)



1998년 중앙대학교  
컴퓨터공학박사  
2010년~현재 : 전북대학교  
컴퓨터공학과 교수

※ 관심분야 : 로봇틱스, 멀티미디어, 헬스케어, 게임등



김은경(Eungyeong Kim)

2006년 공주대학교 컴퓨터공학과  
박사

2006~2009년 : 전북대학교 박사후  
연구과정

※관심분야 : 로봇틱스, 멀티미디어, 바이오센서,  
게임등



장육봉(Yupeng Zang)

2008년 전북대학교 컴퓨터공학과  
석사

2010년 현재 : 전북대학교  
컴퓨터공학과 박사과정

※관심분야 : 로봇틱스, 멀티미디어, 바이오센서, 게임  
등



이재완(Jaewan Lee)

1992년 중앙대학교 전자계산학  
공학박사

1996~1998년 : 한국학술진흥재단  
전문위원

2010년 현재 군산대학교 교수

※관심분야 : 분산시스템, 운영체제, 컴퓨터네트워크,  
멀티미디어등