

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2013-0039625 (43) 공개일자 2013년04월22일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) G06Q 50/22 (2012.01) G08B 21/02 (2006.01)		(71) 출원인 한림대학교 산학협력단 강원도 춘천시 한림대학길 1, 한림대학교(옥천동)
(21) 출원번호 10-2011-0104315		(72) 발명자 이선우 강원도 춘천시 춘주로 174 그린타운아파트 104-505
(22) 출원일자 2011년10월12일 심사청구일자 2011년10월12일		(74) 대리인 특허법인 천지

전체 청구항 수 : 총 14 항

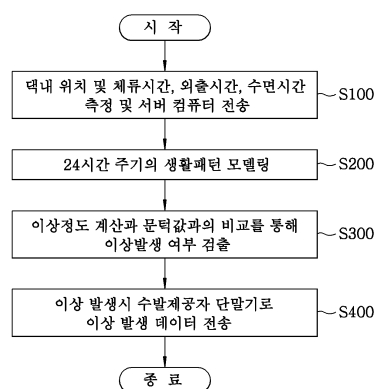
(54) 발명의 명칭 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출방법 및 그 장치

(57) 요약

개시된 내용은 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출방법 및 그 장치에 관한 것으로서,택내 모니터링 모듈에서 택내의 각 방, 화장실, 현관, 부엌에 설치된 하나 이상의 센서를 통해 측정한 측정 데이터를 서버 컴퓨터로 전송하고, 서버 컴퓨터는 택내 모니터링 모듈로부터 전송받은 측정 데이터를 토대로 독거인의 택내 위치 및 체류 시간, 외출 시간, 수면 시간을 생성하고, 생성된 독거인의 택내 위치 및 체류 시간, 외출 시간, 수면 시간을 토대로 각 방, 화장실 및 부엌에서의 체류 시간, 외출 행동, 수면 행동을 포함한 각 특징성분별 퍼지집합을 생성한 후, 각 특징성분별 퍼지집합의 논리적 곱으로 해당 독거인의 24시간 주기의 생활패턴을 모델링하며, 생활패턴 모델링 정보를 토대로 해당 독거인의 특정 하루의 생활패턴과 평상시 생활패턴의 차이를 나타내는 척도인 이상정도를 계산한 후, 계산된 이상정도를 기설정되어 있는 문턱값과 비교하여 이상 발생 여부를 검출한다. 그리고 서버 컴퓨터는 독거인의 이상이 검출되면 기록되어 있는 수발제공자 단말기로 모니터링 대상 독거인의 이상 발생에 대한 데이터를 문자 또는 음성 데이터로 전송한다.

따라서, 본 발명은 택내 독거인의 활동 상태를 원격지에서 손쉽게 모니터링할 수 있으며, 독거인의 이상 징후가 발견되면 가족, 공공 서비스 담당자 등의 수발제공자에게 위급 상황을 즉시 알려주어 위기 상황에 신속하게 대응하도록 한다.

대표도 - 도4



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	47052
부처명	중소기업청
연구사업명	산학연공동기술개발사업
연구과제명	노인 보살핌 서비스 모니터링 시스템 개발
주관기관	한림대학교 산학협력단
연구기간	2011.06.01 ~ 2012.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

(1)택내 모니터링 모듈에서,택내의 각 방,화장실,현관,부엌에 설치된 하나 이상의 센서를 통해 감지되는 측정 데이터를 네트워크 통신망을 통해 서버 컴퓨터로 전송하는 단계,

(2)상기 서버 컴퓨터는,상기 네트워크 통신망을 통해 상기 택내 모니터링 모듈로부터 전송받은 측정 데이터를 토대로 독거인의 택내 위치 및 체류 시간,외출 시간,수면 시간을 생성하고,생성된 독거인의 택내 위치 및 체류 시간,외출 시간,수면 시간을 토대로 각 방,화장실 및 부엌에서의 체류 시간,외출 행동,수면 행동을 포함한 각 특징성분별 퍼지집합을 생성하고,각 특징성분별 퍼지집합의 논리적 곱으로 해당 독거인의 24시간 주기의 생활패턴을 모델링하는 단계,그리고

(3)상기 서버 컴퓨터는,상기 (2) 단계에서 생성된 생활패턴 모델링 정보를 토대로 해당 독거인의 특정 하루의 생활패턴과 평상시 생활패턴의 차이를 나타내는 척도인 이상정도(degree of anomaly)를 계산하고,계산된 이상정도를 기설정되어 있는 문턱값과 비교하여 이상 발생 여부를 검출하는 단계를

포함하는 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

(4)상기 서버 컴퓨터는,상기 (3) 단계의 처리 결과,독거인의 이상이 검출되면 기등록되어 있는 수발제공자 단말기로 모니터링 대상 독거인의 이상 발생에 대한 데이터를 문자 또는 음성 데이터로 전송하는 단계를 더 포함하는 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 (2) 단계는,

(2-1)상기 서버 컴퓨터는,상기 택내 모니터링 모듈로부터 측정 데이터가 수신되는지를 판단하는 단계,

(2-2)상기 (2-1) 단계의 판단결과 상기 택내 모니터링 모듈로부터 측정 데이터가 수신되면,상기 서버 컴퓨터는 측정 데이터를 토대로 독거인의 택내 위치 및 체류 시간,외출 시간,수면 시간을 생성하고,생성된 독거인의 택내 위치 및 체류 시간,외출 시간,수면 시간을 토대로 각 방,화장실 및 부엌에서의 체류 시간,외출 행동,수면 행동을 포함한 각 특징성분별 특징값을 기 설정된 복수의 날별로 저장하는 단계,

(2-3)상기 서버 컴퓨터는,상기 (2-2) 단계를 통해 저장된 각 방,화장실 및 부엌에서의 체류 시간,외출 행동,수면 행동을 포함한 각 특징성분별 복수의 날에 대한 특징값을 기초로 시간 반복성을 반영하는 퍼지집합을 생성하는 단계,그리고

(2-4)상기 서버 컴퓨터는,상기 (2-3) 단계에서 생성된 각 특징성분별 복수의 날에 대한 시간 반복성을 반영하는 퍼지집합들의 논리적 곱을 수행하여 해당 독거인의 24시간 주기의 생활패턴으로 모델링하는 단계를

포함하는 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 (2-3) 단계에서 생성되는 각 특징성분별 복수의 날에 대한 특징값을 기초로 한 퍼지집합은,

$$M_i^p = (U, m_i^p(x))$$

$$where U = \{xCxH[0,1439]\} ,0Dm_i^p(x)D1.$$

(여기서 p는 독거인을 구분하는 인덱스, i는 특징성분을 나타내는 인덱스, 모든 퍼지집합은 00:00부터 23:59까

지의 24시간 범위를 분 단위로 표시한 집합 U에 대해 정의)의 수학적식에 의해 생성되는 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출방법.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 (2-4) 단계에서 생성되는 24시간 주기의 생활패턴 모델링은,

$$\bigcup_{i=1}^{N_c} M_i^p$$
 (여기서 N_c 는 특징성분의 개수)의 수학적식에 의해 생성되는 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 (3) 단계는,

(3-1) 상기 서버 컴퓨터는, 상기 (2) 단계를 통해 생성된 생활패턴 모델링 정보를 기초로 해당 독거인의 각 특징성분별 특정 날에 대한 정상정도(degree of normality)를 확인하는 단계,

(3-2) 상기 서버 컴퓨터는, 상기 (3-1) 단계에서 확인된 정상정도 값을 최대값 24시간을 분 단위로 표시한 1440으로 나누어 정규화하는 단계,

(3-3) 상기 서버 컴퓨터는, 상기 (3-2) 단계에서 정규화한 값, 해당 독거인의 각 특징성분별 퍼지집합 생성시 사용되는 특정 날들의 정상정도 값의 평균 및 표준편차를 사용하여 해당 독거인의 특정 하루의 생활패턴과 평상시 생활패턴의 차이를 나타내는 척도인 이상정도를 계산하는 단계,

(3-4) 상기 서버 컴퓨터는, 상기 (3-3) 단계에서 계산된 이상정도 값을 이상 여부 발생의 기준이 되는 문턱값과 비교하여 이상정도 값이 문턱값을 초과하는지를 판단하는 단계, 그리고

(3-5) 상기 (3-4) 단계의 판단결과 이상정도 값이 문턱값을 초과하면, 상기 서버 컴퓨터는 해당 독거인에게 이상이 발생되었음을 검출하는 단계를

포함하는 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 (3-1) 단계에서 생성되는 특정 날에 대한 정상정도는,

$$I_N^p(k) = \bigcup_{i=1}^{N_c} A_i^p, \quad \text{where } A_i^p = \text{Area}(M_i^p | C_i^p(k))$$

(여기서 M_i^p 는 특징성분 i의 복수의 날별 데이터를 이용하여 구축된 퍼지집합, C_i^p 는 k번째 날의 특징성분 i의 비퍼지집합, $I_N^p(k)$ 는 두 퍼지집합의 교집합의 면적(A_i^p)을 모두 더한 값으로서, k 날의 정상정도 값)의 수학적식에 의해 생성되는 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 (3-3) 단계에서 생성되는 이상정도는,

$$I_A^p(k) = \frac{Cr^p(k) - m_r^p C}{\delta_r^p}$$

$$m_r^p = \text{mean}(r^p(j)), \delta_r^p = \text{stdev}(r^p(j)), j = 1, \dots, N_{FS}$$

(여기서 $I_A^p(k)$ 는 이상정도, m_r^p 과 δ_r^p 은 특징성분 i 에 대한 퍼지집합 M_i^p 를 계산할 때 사용한 복수의 날들(N_{FS} 개)의 정상정도 값들의 평균과 표준편차)의 수학식에 의해 생성되는 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 (3-4) 단계의 이상 여부 발생의 기준으로 사용되는 문턱값은,

누적된 실험의 경험을 토대로 사전에 결정되는 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출방법.

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항의 방법 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터로 실행시킬 수 있는 컴퓨터 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 11

불특정 다수의 통신회선을 연결하여 상호간에 독거인의 생활패턴 모델링과 이상발생 검출에 관련된 데이터 통신이 이루어지도록 하는 네트워크 통신망,

택내의 각 방, 화장실, 현관, 부엌에 설치된 하나 이상의 센서를 통해 감지되는 측정 데이터를 상기 네트워크 통신망을 통해 서버 컴퓨터로 전송하는 택내 모니터링 모듈, 그리고

상기 네트워크 통신망을 통해 상기 택내 모니터링 모듈로부터 전송받은 측정 데이터를 토대로 독거인의 택내 위치 및 체류 시간, 외출 시간, 수면 시간을 생성하고, 생성된 독거인의 택내 위치 및 체류 시간, 외출 시간, 수면 시간을 토대로 각 방, 화장실 및 부엌에서의 체류 시간, 외출 행동, 수면 행동을 포함한 각 특징성분별 퍼지 집합을 생성하고, 각 특징성분별 퍼지집합의 논리적 곱으로 해당 독거인의 24시간 주기의 생활패턴을 모델링하고, 생활패턴 모델링 정보를 토대로 해당 독거인의 특정 하루의 생활패턴과 평상시 생활패턴의 차이를 나타내는 척도인 이상정도를 계산하며, 계산된 이상정도를 기설정되어 있는 문턱값과 비교하여 이상 발생 여부를 검출하는 서버 컴퓨터를

포함하는 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 네트워크 통신망을 통해 상기 서버 컴퓨터로부터 모니터링 대상 독거인의 이상 발생에 대한 데이터를 문자 또는 음성 데이터로 전송받는 수발제공자 단말기를 더 포함하는 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출장치.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 택내 모니터링 모듈은,

기기의 동작을 위한 전원을 공급하는 전원부,

택내의 각 방, 화장실, 현관, 부엌에 설치되며, 독거인의 위치, 외출, 수면을 측정하는 센서부,

상기 센서부에서 측정된 측정 데이터를 상기 서버 컴퓨터로 전송하도록 제어하는 제어부, 그리고

상기 제어부의 제어에 따라 상기 센서부에서 측정한 측정 데이터를 상기 서버 컴퓨터로 전송하는 데이터 통신부

를

포함하는 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출장치.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 서버 컴퓨터는,

상기 태내 모니터링 모듈로부터 측정 데이터를 전송받으며, 수발제공자 단말기로 이상 발생 데이터의 전송을 수행하는 데이터 통신부,

상기 데이터 통신부를 통해 상기 태내 모니터링 모듈로부터 전송받은 측정 데이터를 토대로 한 독거인의 태내 위치 및 체류 시간, 외출 시간, 수면 시간의 생성, 저장과, 각 특징성분별 복수의 날에 대한 특징값을 기초로 시간 반복성을 반영하는 퍼지집합의 생성 및 생활패턴 모델링과, 해당 독거인의 특정 하루의 생활패턴과 평상시 생활패턴의 차이를 나타내는 척도인 이상정도의 계산 및 이상정도 값과 이상 여부 발생의 기준이 되는 문턱값의 비교를 통한 이상 검출과, 이상 검출에 관련된 데이터의 수발제공자 단말기 통보를 제어하는 제어부,

각 특징성분별 복수의 날에 대한 특징값을 기초로 시간 반복성을 반영하는 퍼지집합을 생성하며, 퍼지집합들의 논리적 곱을 수행하여 해당 독거인의 24시간 주기의 생활패턴을 모델링하는 생활패턴 모델링부,

상기 생활패턴 모델링부에서 생성된 생활패턴 모델링 정보를 기초로 해당 독거인의 각 특징성분별 특정 날에 대한 정상정도를 확인하고, 정상정도 값을 정규화한 후 정규화한 값과 해당 독거인의 각 특징성분별 퍼지집합 생성시 사용되는 특정 날들의 정상정도 값의 평균 및 표준편차를 사용하여 해당 독거인의 특정 하루의 생활패턴과 평상시 생활패턴의 차이를 나타내는 척도인 이상정도를 계산하며, 이상정도 값을 이상 여부 발생의 기준이 되는 문턱값과 비교하여 이상정도 값이 문턱값을 초과하면 해당 독거인에게 이상이 발생되었음을 검출하는 이상 검출부,

상기 이상 검출부를 통해 해당 독거인의 이상이 검출되면, 이상 검출에 관련된 데이터를 기록되어 있는 수발제공자 단말기로 문자 또는 음성 데이터로 전송하는 이상 발생 처리부, 그리고

모니터링 대상 독거인들의 수발제공자 정보를 저장하고 있으며, 상기 태내 모니터링 모듈로부터 전송받은 측정 데이터의 각 특징성분별 저장, 상기 생활패턴 모델링부를 통해 생성되는 각 독거인의 생활패턴 모델링 정보의 저장, 상기 이상 검출부의 이상 검출 정보 및 수발제공자 단말기로 전송된 이상 검출 데이터의 저장을 처리하는 데이터베이스를

포함하는 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 독거인의 생활패턴을 모델링하고 이상검출을 수행하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 UN 보고서가 지적하는 것처럼 출산율 저하와 평균 수명 증대에 따른 고령화 현상은 전 세계적인 현상이다. 더욱이 우리나라는 현재와 같은 낮은 출산율이 계속된다면 2050년에는 다른 선진국들에 비해서도 세계에서 가장 고령화 비율(60세 이상 노인 인구 비율이 40% 이상)이 높은 세 나라(일본, 마카오, 한국) 중 하나가 될 것으로 예상된다. 이와 같은 급속한 고령화는 정치, 경제, 사회 모든 면에서 국가적인 여러 가지 문제를 야기할 것이다. 특히 노인 의료비의 재정 부담이 크게 증가할 것으로 예상된다. 따라서 여러 분야에서 이런 문제들을 해결하기 위해 노력하고 있다. 그 중에서도 IT를 활용한 u-Healthcare 기술을 이용한 노인 의료비의 감소 효과(현재 건강한 노인들의 건강을 더 오랜 기간 유지하는 비용이 질병 발생 후의 치료에 소요되는 비용에 비해 매우 적음) 때문에 더욱 큰 관심 아래 연구 개발이 이루어지고 있는 형편이다.

[0003] 특히 핵가족화의 가속화에 따라 가정에서 홀로 생활하는 독거인의 수는 더욱 많아질 것이다. 독거인들의 경우 가정 내에서 발생하는 여러 가지 사고(넘어짐 등)에 의해 심각한 부상을 입을 가능성이 매우 높은데도 불구하고 다른 세대에 비해 사회적인 교류가 상대적으로 적어 사고 발견의 지연으로 인해 부상이 더욱 심해지거나 심지어

사망하는 경우도 있을 수 있다. 따라서 주택 내에 여러 센서를 설치하고 감지되는 데이터를 처리하여 이런 사고를 자동으로 감지하여 적절한 조치(가족, 복지사 등의 수발제공자에게 통지)를 수행하는 행동 모니터링 기술은 u-Healthcare 분야는 물론 상황인식(context-aware) 컴퓨팅의 많은 응용에도 꼭 필요한 기술이므로 최근 집중적인 연구 개발이 이루어지고 있다.

- [0004] 이러한 행동 모니터링 기술 중에서 일상 활동을 감지하고, 이로부터 생활패턴을 도출하는 방법이 제안되고 있는데, 생활패턴 감지 기술이란 태내 센싱 시스템이 감지하는 정보(거주자의 위치/이동, 특정 물건의 사용 여부, 기초적인 행동 등)의 주기성, 반복성에 주목하여 이를 모델화하는 기술로 생각할 수 있다.
- [0005] 이를 위한 다양한 센싱 시스템과 기술들이 연구, 개발되고 있다. 일본, 프랑스, 미국의 일부 연구 그룹에서는 환경형 센서를 이용하여 노인의 생활패턴을 모델링하고 이에 기초한 이상을 검출하는 방법을 연구, 개발하였다. 그리고 하기의 비특허 문헌 1, 2에서와 같이 G. Virone은 움직임 센서를 이용하여 거주자의 이동을 파악하고 이를 이용하여 24시간 주기의 생활패턴 모델을 만드는 일련의 방법들을 제안하였다.
- [0006] Virone은 대부분의 사람들의 일상생활이 하루를 단위로 반복된다는 점(즉 24시간 주기)과 특정 일상 활동이 비슷한 시간대에 반복적으로 수행된다는 점에 주목하여 이런 반복성을 주거 공간에서의 체류 시각 및 시간 정보로 표현한 Circadian Activity Rhythm(CAR)이라는 모델링 방법을 제안하였다.
- [0007] 그러나, 상술한 바와 같은 종래의 방식들은, 생활패턴 감지를 수행할 때 여러 가지 일상 활동에 대하여 정밀하게 시간 정보를 반영하지 못하였고, 감지된 생활패턴 정보를 토대로 일상 활동이 평상시와 얼마나 다른지를 정밀하게 모니터링하지 못하였으며, 이에 따라 위급 상황 발생에 빠르게 대처하지 못하는 문제점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 특허공개 제10-2009-109775호 2009. 10. 21.
(특허문헌 0002) 특허등록 제10-0917605호 2009. 09.09.
(특허문헌 0003) 특허공개 제10-2010-26850호 2010.03.10.

비특허문헌

- [0009] (비특허문헌 0001) G. Virone, N. Noury, J. Demongeot, "A system for automatic measurement of circadian activity deviations in telemedicine," Biomedical Engineering, IEEE Transactions on, vol.49, no.12, pp.1463-1469, Dec. 2002.
(비특허문헌 0002) G. Virone, M. Alwan, S. Dalal, S.W. Kell, B. Turner, J.A. Stankovic, R. Felder, "Behavioral Patterns of Older Adults in Assisted Living," Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on, vol.12, no.3, pp.387-398, May. 2008.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명의 목적은, 단독 거주자(독거인)의 주택에 설치된 원격 모니터링 장비를 통해 일상 활동을 인식하고, 이 정보에 기초하여 일상 활동의 반복성을 반영하는 24시간 주기의 생활패턴을 모델링하고, 이 모델링 정보에 기초하여 이상(anomaly)을 감지하도록 하는 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출방법 및 그 장치를 제공하는 데 있다.
- [0011] 본 발명의 다른 목적은, 독거인의 일상 생활패턴을 구성하는 각 방에서의 체류, 외출, 수면 등을 포함한 특징성분의 시간 반복성을 반영하는 퍼지집합으로 생활패턴을 모델링하며, 이 모델링 정보를 토대로 특정 하루의 일상 활동이 평상시와 얼마나 다른지를 나타내는 척도인 이상정도(degree of anomaly)를 계산하여 이상여부를 확인하도록 하는 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출방법 및 그 장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출방법은, (1) 댁내 모니터링 모듈에서, 댁내의 각 방, 화장실, 현관, 부엌에 설치된 하나 이상의 센서를 통해 감지되는 측정 데이터를 네트워크 통신망을 통해 서버 컴퓨터로 전송하는 단계와, (2) 서버 컴퓨터는, 네트워크 통신망을 통해 댁내 모니터링 모듈로부터 전송받은 측정 데이터를 토대로 독거인의 댁내 위치 및 체류 시간, 외출 시간, 수면 시간을 생성하고, 생성된 독거인의 댁내 위치 및 체류 시간, 외출 시간, 수면 시간을 토대로 각 방, 화장실 및 부엌에서의 체류 시간, 외출 행동, 수면 행동을 포함한 각 특징성분별 퍼지집합을 생성하고, 각 특징성분별 퍼지집합의 논리적 곱으로 해당 독거인의 24시간 주기의 생활패턴을 모델링하는 단계, 그리고 (3) 서버 컴퓨터는, (2) 단계에서 생성된 생활패턴 모델링 정보를 토대로 해당 독거인의 특정 하루의 생활패턴과 평상시 생활패턴의 차이를 나타내는 척도인 이상정도(degree of anomaly)를 계산하고, 계산된 이상정도를 기설정되어 있는 문턱값과 비교하여 이상 발생 여부를 검출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0013] 그리고 본 발명의 일 실시예에 따른 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출방법은, (4) 서버 컴퓨터는, (3) 단계의 처리 결과 독거인의 이상이 검출되면 기록되어 있는 수발제공사 단말기로 모니터링 대상 독거인의 이상 발생에 대한 데이터를 문자 또는 음성 데이터로 전송하는 단계를 더 수행하도록 구성할 수 있다.
- [0014] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출장치는, 불특정 다수의 통신회선을 연결하여 상호간에 독거인의 생활패턴 모델링과 이상발생 검출에 관련된 데이터 통신이 이루어지도록 하는 네트워크 통신망과, 댁내의 각 방, 화장실, 현관, 부엌에 설치된 하나 이상의 센서를 통해 감지되는 측정 데이터를 네트워크 통신망을 통해 서버 컴퓨터로 전송하는 댁내 모니터링 모듈, 그리고 네트워크 통신망을 통해 댁내 모니터링 모듈로부터 전송받은 측정 데이터를 토대로 독거인의 댁내 위치 및 체류 시간, 외출 시간, 수면 시간을 생성하고, 생성된 독거인의 댁내 위치 및 체류 시간, 외출 시간, 수면 시간을 토대로 각 방, 화장실 및 부엌에서의 체류 시간, 외출 행동, 수면 행동을 포함한 각 특징성분별 퍼지집합을 생성하고, 각 방, 화장실 및 부엌에서의 체류 시간, 외출 행동, 수면 행동을 포함한 각 특징성분별 퍼지집합을 생성하고, 각 특징성분별 퍼지집합의 논리적 곱으로 해당 독거인의 24시간 주기의 생활패턴을 모델링하고, 생활패턴 모델링 정보를 토대로 해당 독거인의 특정 하루의 생활패턴과 평상시 생활패턴의 차이를 나타내는 척도인 이상정도를 계산하며, 계산된 이상정도를 기설정되어 있는 문턱값과 비교하여 이상 발생 여부를 검출하는 서버 컴퓨터를 포함할 수 있다.
- [0015] 그리고 본 발명의 일 실시예에 따른 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출장치는, 네트워크 통신망을 통해 서버 컴퓨터로부터 모니터링 대상 독거인의 이상 발생에 대한 데이터를 문자 또는 음성 데이터로 전송받는 수발제공사 단말기를 더 포함하도록 구성할 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 이상에서와 같이 본 발명의 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출방법 및 그 장치에 따르면, 독거인의 댁내 일상 활동에 대한 감지정보를 토대로 생활패턴을 모델링하고, 이를 토대로 특정 하루의 일상 활동이 평상시와 얼마나 다른지를 나타내는 이상정도를 계산하여 독거인의 이상여부를 확인함으로써, 독거인의 활동 상태를 원격지에서 손쉽게 모니터링할 수 있는 효과가 있다.
- [0017] 또한, 독거인의 이상 징후가 발견되면 수발제공사(가족 또는 복지사, 관리자 등의 공공 서비스 담당자)에게 위기 상황을 즉시 알려주어 위기 상황에 신속하게 대응할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출장치의 구성을 개략적으로 나타낸 블록도,
- 도 2는 도 1의 댁내 모니터링 모듈의 구성을 상세하게 나타낸 블록도,
- 도 3은 도 1의 서버 컴퓨터의 구성을 상세하게 나타낸 블록도,
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출방법의 동작과정을 상세하게 나타낸 순서도,
- 도 5와 도 6은 도 4의 각 서브루틴의 동작과정을 상세하게 나타낸 순서도,
- 도 7은 본 발명의 방식을 적용한 특정 노인의 외출 특징성분에 대한 5일 특징값에 기초한 퍼지집합의 일 예를

나타낸 도면,

도 8은 본 발명이 적용된 특정 노인의 주택 평면도와 댁내 모니터링 장비의 설치 환경의 일 예를 나타낸 도면,

도 9는 도 8의 3명 노인의 외출 퍼지집합의 일 예를 나타낸 도면,

도 10은 도 8의 A 노인의 6가지 특징성분별 모델의 일 예를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출방법 및 그 장치를 상세하게 설명한다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출장치의 구성을 개략적으로 나타낸 블록도이며, 도 2와 도 3은 도 1의 댁내 모니터링 모듈과 서버 컴퓨터의 구성을 상세하게 나타낸 블록도이다.
- [0021] 도 1에 도시된 바와 같이 본 발명의 장치는, 네트워크 통신망(100), 댁내 모니터링 모듈(200), 서버 컴퓨터(300), 수발제공자 단말기(400) 등으로 구성된다.
- [0022] 네트워크 통신망(100)은 유/무선 인터넷을 포함한 각종 통신망으로서, 댁내 모니터링 모듈(200)과 서버 컴퓨터(300), 서버 컴퓨터(300)와 수발제공자 단말기(400) 사이의 통신회선을 연결하여 상호 간에 독거인(예를 들어, 노인, 환자 등)의 생활패턴 모델링과 이상발생 검출에 관련된 데이터 통신이 이루어지도록 한다.
- [0023] 댁내 모니터링 모듈(200)은 모션센서, 수면센서, 출입문센서 등으로 구성되어 댁내의 각 방, 화장실, 현관, 부엌에 설치되고, 각 센서를 통해 감지되는 측정 데이터를 네트워크 통신망(100)을 통해 서버 컴퓨터(300)로 전송한다.
- [0024] 서버 컴퓨터(300)는 네트워크 통신망(100)을 통해 댁내 모니터링 모듈(200)로부터 전송받은 측정 데이터를 토대로 독거인의 댁내 위치 및 체류 시간, 외출 시간, 수면 시간을 생성하고, 생성된 독거인의 댁내 위치 및 체류 시간, 외출 시간, 수면 시간을 토대로 각 방, 화장실 및 부엌에서의 체류 시간, 외출 행동, 수면 행동을 포함한 각 특징성분별 퍼지집합을 생성하고, 각 특징성분별 퍼지집합의 논리적 곱으로 해당 독거인의 24시간 주기의 생활패턴을 모델링한다. 그리고 생활패턴 모델링 정보를 토대로 해당 독거인의 특정 하루의 생활패턴과 평상시 생활패턴의 차이를 나타내는 척도인 이상정도를 계산하며, 계산된 이상정도를 기설정되어 있는 문턱값과 비교하여 이상 발생 여부를 검출한다.
- [0025] 또한, 서버 컴퓨터(300)는 독거인의 이상 발생시 기록되어 있는 수발제공자 단말기(400)로 독거인에게 이상이 발생되었음을 알리는 음성 또는 문자 메시지를 전송한다.
- [0026] 수발제공자 단말기(400)는 가족 또는 복지사, 관리자와 같은 공공 서비스 담당자 등의 수발제공자가 소지하고 있는 통신단말기로서, 독거인에게 이상이 발생되면 네트워크 통신망(100)을 통해 서버 컴퓨터(300)로부터 이상 발생에 대한 데이터를 문자 또는 음성 데이터로 전송받는다.
- [0027] 도 2는 상술한 도 1의 댁내 모니터링 모듈(200)의 구성을 상세하게 나타낸 도면으로서, 전원부(210), 센서부(220), 제어부(230), 데이터 통신부(240) 등으로 구성된다.
- [0028] 전원부(210)는 기기의 동작을 위한 전원을 공급한다.
- [0029] 센서부(220)는 모션센서, 문의 열림/닫힘을 감지하는 출입문센서, FSR(force sensitive resistor)를 여러 개 사용한 수면센서 등으로 구성되어 댁내의 각 방, 화장실, 현관, 부엌에 설치되며, 독거인의 위치, 외출, 수면을 측정한다.
- [0030] 제어부(230)는 센서부(220)에서 측정된 측정 데이터를 데이터 통신부(240)를 통해 서버 컴퓨터(300)로 전송하도록 제어한다.
- [0031] 데이터 통신부(240)는 제어부(230)의 제어에 따라 센서부(220)에서 측정한 측정 데이터를 서버 컴퓨터(300)로 전송한다.
- [0032] 도 3은 상술한 도 1의 서버 컴퓨터(300)의 구성을 상세하게 나타낸 도면으로서, 데이터 통신부(310), 제어부(320), 생활패턴 모델링부(330), 이상 검출부(340), 이상 발생 처리부(350), 데이터베이스(360) 등으로 구성된다.

- [0033] 데이터 통신부(310)는 네트워크 통신망(100)을 통해택내 모니터링 모듈(200)로부터 측정 데이터를 전송받으며, 수발제공자 단말기(400)로 이상 발생 데이터의 전송을 수행한다.
- [0034] 제어부(320)는 데이터 통신부(310)를 통해택내 모니터링 모듈(200)로부터 전송받은 측정 데이터를 토대로 한 독거인의택내 위치 및 체류 시간, 외출 시간, 수면 시간의 생성, 저장과, 생활패턴 모델링부(330)에서 수행하는 각 특징성분별 복수의 날에 대한 특징값을 기초로 시간 반복성을 반영하는 퍼지집합의 생성 및 생활패턴 모델링과, 이상 검출부(340)에서 수행하는 해당 독거인의 특정 하루의 생활패턴과 평상시 생활패턴의 차이를 나타내는 척도인 이상정도의 계산 및 이상정도 값과 이상 여부 발생의 기준이 되는 문턱값의 비교를 통한 이상 검출과, 이상 발생 처리부(350)에서 수행하는 이상 검출에 관련된 데이터의 수발제공자 단말기(400) 통보를 제어한다.
- [0035] 생활패턴 모델링부(330)는 제어부(320)의 제어를 토대로 각 특징성분별 복수의 날에 대한 특징값을 기초로 시간 반복성을 반영하는 퍼지집합을 생성하며, 퍼지집합들의 논리적 곱을 수행하여 해당 독거인의 24시간 주기의 생활패턴을 모델링한다.
- [0036] 이상 검출부(340)는 제어부(320)의 제어를 토대로 생활패턴 모델링부(330)에서 생성된 생활패턴 모델링 정보를 기초로 해당 독거인의 각 특징성분별 특정 날에 대한 정상정도를 확인하고, 정상정도 값을 정규화한 후 정규화한 값과 해당 독거인의 각 특징성분별 퍼지집합 생성시 사용되는 특정 날들의 정상정도 값의 평균 및 표준편차를 사용하여 해당 독거인의 특정 하루의 생활패턴과 평상시 생활패턴의 차이를 나타내는 척도인 이상정도를 계산하며, 이상정도 값을 이상 여부 발생의 기준이 되는 문턱값과 비교하여 이상정도 값이 문턱값을 초과하면 해당 독거인에게 이상이 발생되었음을 검출한다.
- [0037] 이때 이상 여부 발생의 기준으로 사용되는 문턱값은 누적된 실험의 경험을 토대로 사전에 결정되는 것이 바람직하다.
- [0038] 이상 발생 처리부(350)는 제어부(320)의 제어를 토대로 이상 검출부(340)를 통해 해당 독거인의 이상이 검출되면, 데이터베이스(360)에 기등록되어 있는 해당 독거인을 담당하는 수발제공자 정보를 확인하며, 이상 검출에 관련된 데이터를 해당 수발제공자 단말기(300)로 문자 또는 음성 데이터로 전송한다.
- [0039] 데이터베이스(360)는 제어부(320)의 제어를 토대로 모니터링 대상 독거인들의 수발제공자 정보(예를 들어, 통신 단말기 번호, 이름, 주소 등)를 저장하고 있으며,택내 모니터링 모듈(200)로부터 전송받은 측정 데이터의 각 특징성분별 저장, 생활패턴 모델링부(330)를 통해 생성되는 각 독거인의 생활패턴 모델링 정보의 저장, 이상 검출부(340)의 이상 검출 정보 및 수발제공자 단말기(400)로 전송된 이상 검출 데이터의 저장을 처리한다.
- [0040] 이와 같이 구성된 본 발명에 따른 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출방법의 일 실시예를 도 4 내지 도 7을 참조하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- [0041] 도 4 내지 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 독거인 생활패턴 모델링과 이상검출방법의 동작과정을 상세하게 나타낸 순서도이며, 도 7은 본 발명의 방식을 적용한 특정 노인의 외출 특징성분에 대한 5일 특징값에 기초한 퍼지집합의 일 예를 나타낸 도면이다.
- [0042] 우선,택내 모니터링 모듈(200)은택내의 각 방, 화장실, 현관, 부엌에 설치된 하나 이상의 센서를 통해 감지되는 측정 데이터를 네트워크 통신망(100)을 통해 서버 컴퓨터(300)로 전송한다(S100).
- [0043] S100 단계는 독거인의택내에서의 위치를 추적하고, 구분된 공간에서 머무른 시간(즉 체류시간)을 찾고, 외출, 수면 등의 행동 및 시간을 확인하는 것으로서, 선행기술인 비특허 문헌 1, 2의 Virone의 연구에서는 모션센서를 일상 활동 중에 노인이 주로 머무르는 공간에 설치하였고, 이 경우 독거인이 일상 활동을 하는 공간에 있을 때 감지되며 이를 이용해 각 방에서의 체류 시간을 찾고 이를 기초로 생활패턴을 모델링하였다. 이 방식은 주요 활동 공간에서 독거인의 존재 유무를 감지하므로 센서 데이터의 빈도도 높아지고 정확도도 높아지지만, 센서의 감지 빈도가 높아짐에 따라 배터리의 소모가 커져 동작 수명이 짧아진다는 단점이 있다.
- [0044] 이에 따라 본 발명은 종래의 방식과는 달리 모션센서를 주택의 주요 구역(안방, 작은방, 화장실, 부엌, 현관 등)을 구별 짓는 위치(출입문 혹은 통로)에 설치하였다. 이로 인해 독거인이 이동하는 경우만 감지되고, 이 결과가 서버 컴퓨터(300)로 송신, 저장된다. 따라서 전체적인 감지 빈도가 낮아지고 이로 인해 보다 오래 동작하는 장점이 있다. 하지만 데이터가 위치 이동에 한해서만 검출되기 때문에 각 공간에서의 체류 시간 정보를 얻기가 어려워 본 발명에서는 이동시 발생하는 모션센서 데이터를 이용한 위치 추적 방법을 개발하여 적용하였다.
- [0045] 이 방식의 기본 아이디어는 매우 간단한 것으로서, 공간 A와 B 사이에 센서가 설치되어 있다면 A→B 혹은 B→A

로 이동할 때 감지신호가 발생하고, 최초위치를 알고 센서 감지가 정확하다면 위치를 추적할 수 있다. 더욱이 본 발명은 수면센서 데이터를 사용하기 때문에 보다 정확한 최초 위치를 추정할 수 있다. 그러나 공간이동시에 감지가 한 번만 되는 것이 아니라 여러 번 감지되는 것이 실험에서 나타났고, 이 경우 단순한 중복 감지인지 아니면 반복적인 이동(즉 왔다 갔다)인지를 구별해야 한다. 이를 구별하기 위하여 시간 정보를 사용하였다. 즉 감지 데이터 열에서 2분 시간간격 윈도우를 이용하여 이 윈도우 내에 존재하는 동일 센서 발생 데이터들을 최초 발생한 시각에 한번 발생한 것으로 만드는 필터를 개발하여 적용하였다.

[0046] 또한, 이와는 별도로 후술되는 실제 실험(노인 주택 실험) 데이터를 분석해 보면, 이동 중에 중간에 설치된 상관없는 모션센서가 감지되는 경우가 있었다. 이는 이동 경로의 공간 중에 다른 센서의 감지 영역이 중첩되어 있기 때문이다. 이 감지는 매우 적은 확률로 발생하므로 본 발명의 위치 추적에는 고려할 필요가 없지만, 이를 제거하기 위해 연속된 동일 센서 데이터열의 중간이나 매우 근접한 시간에 다른 센서 신호가 발생하는 것은 오감지로 간주하여 제거하는 필터를 개발하여 적용하였다.

[0047] 이처럼 S100 단계를 통해 실내 모니터링 모듈(200)에서 측정 데이터를 서버 컴퓨터(300)로 전송하면, 서버 컴퓨터(300)는 네트워크 통신망(100)을 통해 실내 모니터링 모듈(200)로부터 전송받은 측정 데이터를 토대로 독거인의 실내 위치 및 체류 시간, 외출 시간, 수면 시간을 생성하고, 생성된 독거인의 실내 위치 및 체류 시간, 외출 시간, 수면 시간을 토대로 각 방, 화장실 및 부엌에서의 체류 시간, 외출 행동, 수면 행동을 포함한 각 특징성분별 퍼지집합을 생성하고, 각 특징성분별 퍼지집합의 논리적 곱으로 해당 독거인의 24시간 주기의 생활패턴을 모델링한다(S200).

[0048] 도 5를 참조하여 이를 상세하게 설명하면, 서버 컴퓨터(300)는 실내 모니터링 모듈(200)로부터 측정 데이터가 수신되는지를 판단하고(S210), 판단결과 실내 모니터링 모듈(200)로부터 측정 데이터가 수신되면, 측정 데이터를 토대로 독거인의 실내 위치 및 체류 시간, 외출 시간, 수면 시간을 생성하고, 생성된 독거인의 실내 위치 및 체류 시간, 외출 시간, 수면 시간을 토대로 각 방, 화장실 및 부엌에서의 체류 시간, 외출 행동, 수면 행동을 포함한 각 특징성분별 특징값을 기 설정된 복수의 날별로 저장한다(S220).

[0049] 그리고 서버 컴퓨터(300)는 각 방, 화장실 및 부엌에서의 체류 시간, 외출 행동, 수면 행동을 포함한 각 특징성분별 복수의 날에 대한 특징값을 기초로 시간 반복성을 반영하는 퍼지집합을 생성하고(S230), 생성된 각 특징성분별 복수의 날에 대한 시간 반복성을 반영하는 퍼지집합들의 논리적 곱을 수행하여 해당 독거인의 24시간 주기의 생활패턴으로 모델링한다(S240).

[0050] S200 단계는 서버 컴퓨터(300)에서 실내 모니터링 모듈(200)이 수집한 센서 데이터를 이용하여 하루 단위로 반복되는 일상생활을 퍼지집합으로 모델링하는 방식으로, 사람의 일상 활동은 비슷한 시간대에 반복적으로 수행되고, 이에 따라 같은 시간대에 일상 행동의 반복이 많을수록 패턴의 대표성도 높아진다고 생각할 수 있다. 선행기술인 비특허 문헌 1, 2의 Virone의 연구에서는 이와 같은 반복성을 찾기 위해 하루를 단위로 하여 매 시각별 한 시간 동안 각각의 방에서의 머문 체류시간을 구하였고, 여러 날에 대한 이 값들의 평균을 이용하여 간단하면서도 비교적 반복성을 잘 대표하는 패턴 표현 방식(생활패턴 모델)을 제안하였다. 종래의 이러한 방식은 한 사람의 일상 활동의 반복성을 주거 공간에서의 체류 시각 및 시간으로 표현한 것(Circadian Activity Rhythm; CAR)이다.

[0051] 본 발명의 생활패턴 모델링 방식은 각 방에서의 체류시간 뿐만 아니라 외출행동과 수면행동과 같은 일상 활동도 포함시켰다. 이처럼 각 방에서의 체류, 외출행동, 수면행동을 모두 일상 활동 패턴을 만드는 특징성분으로 간주하며, 이런 특징성분의 시간 정보를 특징값이라 하면, 외출의 경우 언제 외출해서 언제 들어왔는지의 정보가 외출 특징성분의 특징값이 된다.

[0052] 먼저 선행기술인 비특허 문헌 1, 2의 Virone이 제안한 패턴 모델에 대해 살펴보면, 한 노인이 오전 8:12경에 외출해서 10:22에 들어왔다고 가정할 때, 이 특징성분(외출)에 대해 특징 벡터를 구성하는 방법은 0시부터 1시간의 간격으로 외출 행동의 유/무를 검사하고 만약 있다면 얼마의 시간을 차지하는지를 계산한다. 이 경우 8~9시 구간에서는 48분, 9~10시 구간에서는 60분, 10~11시 구간에서는 22분의 값이 되며, 나머지 시간대의 값은 0이다. 따라서 특징벡터는 다음 식처럼 24개의 성분을 가지는 벡터로 표현된다.

[0053] $x_i = [0, \dots, 0, 48, 60, 22, 0, \dots, 0]$

[0054] 여기서 i 는 특징성분(외출)을 나타내는 인덱스이다.

[0055] 이와 같이 모든 특징성분에 대하여 특징벡터를 구하고 모든 성분을 모아 특정 하루의 CAR 행렬을 만든다. 24시

간(하루) 단위로 구해지는 CAR 행렬을 여러 날에 걸쳐 구하고 이 값들의 평균값 행렬과 표준편차 행렬이 한 노인의 생활패턴 모델이 되는 것이다. 실제 동일한 시간대에 동일한 장소에 머무른다면 그 시간대에서의 평균 체류 시간은 증가한다.

[0056] 본 발명에서는 퍼지이론에 기초한 모델링 방법을 제안한 것으로서, 각 특징성분별로 퍼지집합으로 모델을 만드는 것이다. 간단한 예를 이용하여 설명하면, 도 7은 특정 노인의 5일 동안의 실제 데이터에서 얻은 외출 특징성분에 대한 특징 값 그래프이다. 도 7의 상부에 나타난 날짜가 표시된 작은 크기의 그래프는 00:00부터 24시간 동안 외출을 언제 했는지(1로 표시)를 표시한 그래프(특징값)이다. 그래프로부터 언제, 몇 번 외출 했는지 쉽게 알 수 있다. 이렇게 5일의 특징값 데이터를 이용하여 외출 성분에 대한 퍼지 집합을 계산한다. 계산 방법은 위의 5개의 그래프를 모두 중첩하여 그리면 된다. 다만 중첩될 때마다 $1/5$ (n 개 날 데이터를 이용하면 $1/n$)을 더한다. 즉 5일 모두 외출이었던 구간은 1의 값을, 한 번만 있으면 $1/5$ 값을 가진다. 이렇게 하면 외출한 시간 구간의 반복성이 많을수록 1에 가까운 값을 가진다. 결론적으로 계산된 결과 그래프는 00:00부터 23:59까지의 시간범위를 원소로 가지는 퍼지 집합으로 정의된다. 여기서 어떤 특정 시각의 소속 정도 값은 특징 성분의 반복성을 나타낸다. 따라서 동일한 일상 활동이 동일 시각에서 반복적으로 이루어진다면, 그 소속 정도 값은 1에 가까워진다. 도 7의 외출 성분의 퍼지집합 그래프는 10시에서 11시 사이에 외출해서 12시를 넘어 집에 오는 행동이 매우 규칙적이고 반복적이라는 것을 보여준다. 이와 같이 개별 특징성분에 대해 여러 날의 데이터에 기초하여 하나의 퍼지집합을 만든다.

[0057] 즉 S230 단계에서 생성되는 각 특징성분별 복수의 날에 대한 특징값을 기초로 한 퍼지집합은 다음의 수학식에 의해 생성된다.

$$M_i^p = (U, m_i^p(x))$$

$$where \ U = \{xCxH[0,1439]\} , ODm_i^p(x)D1.$$

[0058]

[0059] 여기서 p 는 독거인을 구분하는 인덱스, i 는 특징성분을 나타내는 인덱스이며, 모든 퍼지집합은 00:00부터 23:59까지의 24시간 범위를 분 단위로 표시한 집합 U 에 대해 정의된다.

[0060] 그리고 개별 특징성분에 대해 여러 날의 특징값을 이용하여 퍼지집합을 계산하고, 이 퍼지집합들의 논리적 곱(logical AND)으로 독거인의 생활패턴을 모델화한다.

[0061] 즉 S240 단계에서 생성되는 24시간 주기의 생활패턴 모델링은 다음의 수학식에 의해 생성된다.

$$\bigcap_{i=1}^{N_c} M_i^p$$

[0062]

[0063] 여기서 N_c 는 특징성분의 개수이다.

[0064] 이제, S200 단계를 통해 각 특징성분별 퍼지집합을 생성하고, 각 특징성분별 퍼지집합의 논리적 곱으로 해당 독거인의 24시간 주기의 생활패턴을 모델링한 이후, 서버 컴퓨터(300)는 생활패턴 모델링 정보를 토대로 해당 독거인의 특정 하루의 생활패턴과 평상시 생활패턴의 차이를 나타내는 척도인 이상정도를 계산하고, 계산된 이상정도를 기설정되어 있는 문턱값과 비교하여 이상 발생 여부를 검출한다(S300).

[0065] 도 6을 참조하여 보다 상세하게 설명하면, 서버 컴퓨터(300)는 S200 단계를 통해 생성된 생활패턴 모델링 정보를 기초로 해당 독거인의 각 특징성분별 특정 날에 대한 정상정도(degree of normality)를 확인하고(S310), 확인된 정상정도 값을 최대값 24시간을 분 단위로 표시한 1440으로 나누어 정규화한다(S320).

[0066] 이후 서버 컴퓨터(300)는 S320 단계에서 정규화한 값과, 해당 독거인의 각 특징성분별 퍼지집합 생성시 사용되는 특정 날들의 정상정도 값의 평균 및 표준편차를 사용하여 해당 독거인의 특정 하루의 생활패턴과 평상시 생활패턴의 차이를 나타내는 척도인 이상정도를 계산한다(S330).

[0067] 그리고 S330 단계에서 계산된 이상정도 값을 이상 여부 발생의 기준이 되는 문턱값과 비교하고(S340), 비교결과 이상정도 값이 문턱값을 초과하는지를 판단한다(S350). 이때 S340 단계의 이상 여부 발생의 기준으로 사용되는 문턱값은 누적된 실험의 경험을 토대로 사전에 결정되는 것이 바람직하다.

[0068] S340 단계의 판단결과 이상정도 값이 문턱값을 초과하면, 서버 컴퓨터(300)는 해당 독거인에게 이상이 발생되었

음을 검출하고 S400 단계를 수행한다(S360).

[0069] S300 단계는 독거인의 일상 생활패턴이 도출된 정상 패턴과 다른 패턴이 검출되는지를 판단하는 것으로서, 이상 검출을 정상 패턴으로부터 어떻게 찾는 것인지에 대한 것이다.

[0070] 먼저 선행기술인 비특허 문헌 1의 Virone의 방법은 도출된 모델(평균 및 표준편차 CAR 행렬)과 특정 하루의 CAR 행렬을 비교하는 방법으로 이상정도를 계산하였다. 특정 하루의 CAR 행렬의 각 원소 값을 다음 수학식의 범위와 비교하여 작은 변이, 큰 변이 두 개의 범주로 구별한다. 아래 식에 이 범위를 나타내었다.

[0071] 작은 변이 범위 : $[m - \mu_1 \sigma, m + \mu_1 \sigma]$

[0072] 큰 변이 범위 : $[m - \mu_2 \sigma, m + \mu_2 \sigma]$

[0073] 여기서 m 은 평균값, σ 는 표준편차, μ_1, μ_2 는 가중치($0 < \mu_1 < \mu_2$)이다. CAR 행렬의 각 원소가 이 범위에 들어가면 4개 종류(미만/초과와 대/소)의 변이를 기록하고 하루 동안 발생한 모든 변이의 수를 합하여 이상정도 값을 계산한다.

[0074] 본 발명의 방법은 일반적인 두 퍼지집합의 교집합 연산 방법을 이용하여 구축된 모델과 특정 하루의 일상 활동의 일치성을 계산한다. 도 7의 특정 노인의 외출에 대한 모델을 이용하여 설명하면, 만약 특정 노인이 어떤 날(k) 9:36부터 12:19까지 외출했다면 이 날 하루의 외출 특징성분의 퍼지집합을 계산할 수 있다. 특정 하루에 대해서 도출되는 모델은 비퍼지집합(외출 시간이면 1, 그렇지 않으면 0)이 된다. 이 두 퍼지집합의 교집합 연산을 수행하여 얻어지는 퍼지집합의 면적은 특정 하루의 외출 성분 특징 값(시각 및 시간)이 축적된 모델과 얼마나 일치하는지를 반영하는 결과를 보여준다. 같은 방법으로 해당 노인의 모든 특징성분(각 방별 체류시간, 외출행동, 수면행동 등)에 대한 특정 하루의 결과와 교집합 연산을 수행해서 얻어진 결과 퍼지집합의 면적의 합은 특정 하루의 정상정도를 반영한다. 이 값을 정상정도라 정의한다.

[0075] 즉 S310 단계에서 생성되는 특정 날에 대한 정상정도는 다음의 수학식에 의해 생성된다.

$$I_N^p(k) = \bigcup_{i=1}^{N_c} Q A_i^p, \quad \text{where } A_i^p = \text{Area}(M_i^p | C_i^p(k))$$

[0076]

[0077] 여기서 M_i^p 는 특징성분 i 의 복수의 날별 데이터를 이용하여 구축된 퍼지집합이고, C_i^p 는 k 번째 날의 특징성분 i 의 비퍼지집합이며, $I_N^p(k)$ 는 두 퍼지집합의 교집합의 면적(A_i^p)을 모두 더한 값으로서, k 날의 정상정도 값이다.

[0078] 이 정상정도 값을 정규화하기 위해 최대값을 고려하여야 한다. 이 최대값은 만약 노인이 한 공간에서만 24시간 체류한다고 가정하면, 정상정도 값은 하루 24시간 동안 매 1분마다의 1의 합이 되므로 1440이 된다. 따라서 다음 수식과 같이, S310 단계에서 계산된 정상정도 값을 1440으로 나누어 정규화한다.

$$r^p(k) = I_N^p(k)/1440$$

[0079]

[0080] 이 값을 이용하여 이상정도를 정의할 수 있다. 즉 S330 단계에서 생성되는 이상정도는 다음의 수식과 같다.

$$I_A^p(k) = \frac{C r^p(k) - m_r^p C}{\delta_r^p},$$

[0081]

$$m_r^p = \text{mean}(r^p(j)), \quad \delta_r^p = \text{stdev}(r^p(j)), \quad j = 1, \dots, N_{FS}$$

[0082]

[0083] 여기서 $I_A^p(k)$ 는 이상정도, m_r^p 과 δ_r^p 은 특징성분 i 에 대한 퍼지집합 M_i^p 를 계산할 때 사용한 복수의 날들(N_{FS} 개)의 정상정도 값들의 평균과 표준편차이다.

[0084] 이와 같이 이상정도를 단순히 정상정도 값의 역수 등으로 정의하여 사용하지 않고, 모델을 계산할 때 사용하는 날들의 정상정도 값의 평균과의 차이에 대한 표준편차와의 비율로 계산한다. 그 이유는 노인들의 생활패턴

에 따라 정규화되었음에도 불구하고 정상정도의 절대값이 크게 차이가 나기 때문이다. 따라서 특정 문턱값을 설정하여 이 문턱값을 초과할 때 이상 통보를 하는 단순한 기법을 적용하기 위하여 이상정도의 수확식을 적용하였다. 이에 대해서는 다음의 실제 실험 결과에서 보다 자세하게 설명하기로 한다.

- [0085] 마지막으로, 서버 컴퓨터(300)는 S300 단계의 처리 결과 독거인의 이상이 검출되면, 기록되어 있는 수발제공자 단말기(400)로 모니터링 대상 독거인의 이상 발생에 대한 데이터를 문자 또는 음성 데이터로 전송하여 적절한 조치를 취하는 서비스를 수행하도록 한다(S400).
- [0086] 다음에는, 도 8 내지 도 10을 참조하여 본 발명의 방식을 적용하여 진행한 노인별 실제 실험 결과에 대하여 설명한다.
- [0087] 도 8은 본 발명이 적용된 특정 노인의 주택 평면도와 실내 모니터링 장비의 설치 환경의 일 예를 나타낸 도면이고, 도 9는 도 8의 3명 노인의 외출 퍼지집합의 일 예를 나타낸 도면이며, 도 10은 도 8의 A 노인의 6가지 특징 성분별 모델의 일 예를 나타낸 도면이다.
- [0088] 본 발명의 방식에 대한 성능 검증을 위해 3명(남자 2명(A,B), 여자 1명(C), 평균연령 76세)의 독거인 주택에 실내 모니터링 모듈을 설치하고 장기간 운영 실험을 수행하였다. 시스템 운영 기간은 A 노인의 경우 13개월, B 노인의 경우 약 2개월, C 노인의 경우 3개월이다. 먼저 3명 노인들의 주택의 형태는 모두 아파트이며, 특히 B와 C노인은 동일한 형태의 아파트에 거주한다. 따라서 두 종류의 아파트 평면도를 도 8a와 도 8b에 나타내었다. 도 8a 주택의 경우 3개의 방과 거실 겸 주방, 화장실로 구성되어 있고, 도 8b 주택의 경우 2개의 방(안방, 작은방)과 하나의 화장실, 복도 겸 부엌으로 구성되어 있다. 그러나 방 하나는 거의 사용하지 않기 때문에 실험 대상에서 제외하였다.
- [0089] 세 주택 모두 6개의 모션센서와, 1개의 도어센서와, 수면센서를 설치하였다. 평면도 그림에 표시된 파란색과 빨간색의 범위는 설치된 모션센서의 대략적인 감지영역을 나타낸 것이다. 타원으로 표시한 모션센서는 공간구분용 모션센서로서 아래쪽을 향하여 설치되었고, 삼각형대로 표시한 모션센서의 경우 위치추적 결과를 검증하기 위한 검증용 센서로서 실제 안방과 부엌에서 활동을 할 때 감지가 되도록 옆을 향하여 설치되었기에 도면에 나타낸 것처럼 보다 넓은 감지범위를 가진다.
- [0090] 각 노인들의 하루 동안의 센서 데이터를 이용하여 위치추적을 수행한다. 위치 추적 성능은 실험실 내 검증 실험과 실제 노인 주택에 설치된 검증용 모션센서를 이용하여 정확도를 검사하였다. 검사결과 에러 없이 위치이동을 감지하였다. 여기서 추출되는 특징값을 이용하여 퍼지집합 형태의 모델을 만든다. 3명 피험자 모두 공통의 특징성분을 가진다. 특징성분은 안방, 작은방, 화장실 및 부엌에서의 체류시간과 수면, 외출 활동 등 모두 6개이다. 우선 3명 모두에 대해 15일간의 데이터를 이용하여 각 특징성분별 퍼지집합(M_i^p)을 구축하였다. 이 퍼지집합들은 $N_{fs}=15$ 일의 데이터를 이용하여 만들어졌다.
- [0091] 먼저 외출 행동에 대한 퍼지집합은 도 9와 같다. 도 9에서 알 수 있는 것은 외출 행동에 대한 반복 정도다. C노인(실선)의 경우 점심 시간대(11시~13시)에 큰 소속 정도 값을 보이므로 이 시간대의 외출이 매우 반복적이고 규칙적임을 알 수 있다. 반면 A 노인(파선)의 경우 점심 및 저녁 시간대에 작은 크기의 소속 정도 값을 가지므로 거의 외출을 하지 않는다는 것을 보여준다. B 노인의 경우도 점심시간과 저녁식사 시간대에 비교적 규칙적인 외출이 있음을 보여준다. 이처럼 제안된 방법을 토대로 특정 일상활동(주요 체류 공간)의 반복성을 쉽게 파악할 수 있다.
- [0092] 도 10은 A 노인의 각 특징성분별 퍼지집합을 나타낸 도면으로서, 도 10의 위 그래프는 안방(실선), 화장실(점선)의 체류시간 및 수면활동(파선) 3개 성분에 대한 퍼지집합을 나타낸 것이며, 아래 그래프는 나머지 3개 성분인 작은방(점선), 부엌(실선), 화장실(파선)의 체류시간 퍼지집합을 나타낸 것이다.
- [0093] 수면활동의 퍼지집합은 A 노인의 수면 활동이 매우 규칙적이고 반복적인 활동임을 잘 보여준다. 다소 늦게 자고 늦게 일어나는 것을 보여주며 더욱이 새벽 3시경에 화장실 사용으로 인한 수면 단절이 있음도 보여준다. 이와 함께 4개 방의 퍼지집합을 살펴보면, 안방 퍼지집합으로부터 A노인이 대부분의 시간을 안방에서 보낸다는 것을 알 수 있다. 이에 반해 작은방의 경우 거의 머무는 경우가 없는 것으로 관측되고, 화장실의 경우 하루 전체 시간에 균등하게 이용하는 것으로 나타났다. 마지막으로 부엌의 경우 저녁 시간대에 오래 머무는 것으로 관측되었다.
- [0094] 이제, A 노인과 C 노인에 대한 실제 생활에서의 모니터링 결과를 이용하여 정상정도 및 이상정도 값을

계산하고, 이를 이용한 이상 검출 가능성에 대하여 설명한다.

[0095] 이상정도 값을 계산하기 위해서는 특징성분별 퍼지집합을 만드는데 사용한 날들 개별 하루의 정상정도 값을 계산하고, 이 값들의 평균 및 표준편차를 구해야 한다.

[0096] 이 결과는 다음의 표 1과 표 2에 나타내었다.

표 1

[0097]

	$\text{mean}(A_i^p)$	$\text{stdev}(A_i^p)$	percentage
안방	696.1	39.5	83.7%
작은방	3.3	4.7	0.4%
화장실	3.1	2.6	0.4%
부엌	122.5	51.2	14.7%
외출	6.6	7.7	0.8%
$I_N^p(k)$	831.6	37.0	100%
$r^p(k)$	0.577	0.02571	

표 2

[0098]

	$\text{mean}(A_i^p)$	$\text{stdev}(A_i^p)$	percentage
안방	430.5	63.2	67.4%
작은방	0.1	0.4	0.0%
화장실	7.9	2.7	1.2%
부엌	92.6	50.5	14.5%
외출	107.9	46.0	16.9%
$I_N^p(k)$	639.0	45.4	100%
$r^p(k)$	0.444	0.0315	

[0099] 표 1과 표 2는 각각 A 노인과 C 노인의 15일 데이터로부터 계산되는 정상정도 값들의 평균 및 표준편차 값을 보여준다. 단순한 정상정도 값($I_N^p(k)$ 와 $r^p(k)$)만 나타낸 것이 아니라 이 값을 구성하는 5개 성분별 면적 값(A_i^p)의 평균, 표준편차 값도 표시하였다. 이렇게 각 성분별 값과 비율('percentage'열)을 표시한 이유는 정상정도 값을 결정하는 주요한 특징성분이 무엇인지를 알기 위해서다. 표 1과 2의 결과는 이 비율이 노인에 따라 다르다는 것과 어떤 특징성분이 생활패턴에서 주요한 것인지를 쉽게 파악할 수 있다는 것을 보여준다. 실험 결과 A 노인과 C 노인 모두 작은방은 거의 사용하지 않음을 보여준다. 특히 C 노인의 경우 작은방은 거의 사용하지 않으므로 이 특징성분을 전체 모델에서 제외해도 큰 영향이 없을 것으로 판단된다. 이처럼 본 발명의 방식은 일상생활에서 어떤 특징성분이 주요한가를 아주 분명하게 나타내는 장점이 있다. 마지막으로 정상정도 값의 절대 크기는 노인의 생활패턴에 따라 큰 차이(A노인=831, C노인=639)를 보인다는 사실을 보여주고 있다.

[0100] 이제 이와 같이 구한 값들을 이용하여 특정한 날에 대한 이상정도 결과를 살펴본다. 다음의 표 3에 A 노인의 특정한 7일에 대한 이상정도 값을 나타내었다. 만약 문턱값을 2로 정한다면 이상이 있는 날은 7일 중 4일(20, 21, 23, 25일)이다. 가장 큰 값을 나타낸 25일의 경우는 대부분의 시간을 안방에서 보내는 A 노인의 생활패턴과 달리 안방에서의 체류 시간이 무척 짧고 대신 부엌에서 상대적으로 오랜 시간을 보냈기 때문이었다. 20일도 이와 같은 이유로 이상 판정을 받았다. 21일과 23일의 경우는 상대적으로 부엌에서의 체류 시간 특징이 모델과 차이를 나타냈기 때문인 것으로 판단된다.

표 3

[0101]

	19일	20일	21일	22일	23일	24일	25일
안방	689	576	633	661	719	802	534
작은방	0	5.7	0	1.7	0.2	0	0
화장실	0.5	0.5	0.7	0.2	0	2.3	0

부업	116	155	98.3	103	35.9	45.9	183
외출	7.3	0	0	0.6	0	1.3	0
$I_N^p(k)$	813	737	732	767	755	852	717
$r^p(k)$	0.57	0.51	0.51	0.53	0.53	0.59	0.50
$I_A^p(k)$	0.50	2.54	2.68	1.73	2.05	0.56	3.07

[0102] C 노인에 대해서도 동일한 7일에 대해 이상정도 값을 계산하여 표 4에 나타내었다. 결과는 3일(21, 23, 24일)이 문턱 값을 초과하여 이상이 있음을 보여준다. 먼저 21일의 경우 전체적으로 평균값에 비해 정상정도 값이 많이 작는데 그 이유는 외출을 하지 않았기 때문이다. 23일의 경우는 안방에서의 체류시간에 비해 월등히 높은 부엌에서의 체류 때문인 것으로 판단되고, 24일의 경우는 부엌에서의 체류 시간이 특별히 짧은 것으로 나타났다.

표 4

[0103]

	19일	20일	21일	22일	23일	24일	25일
안방	442	318	506	469	309	405	369
작은방	2.2	12.6	0	2.6	2.4	3.4	5
화장실	0	0	0.7	0	0	0	0
부엌	93	119	98.3	25	108	22	36
외출	127	105	0	97.7	122	112	154
$I_N^p(k)$	665	556	732	594	541	543	565
$r^p(k)$	0.46	0.39	0.51	0.41	0.38	0.38	0.39
$I_A^p(k)$	0.59	1.82	2.68	0.97	2.15	2.10	1.62

[0104] 이상에서 보인 것과 같이 본 발명의 퍼지집합 모델을 이용한 이상정도 값 계산 방법을 이용하여 단순한 문턱값과의 비교로 정상시와 다르게 활동을 한 날을 찾을 수 있었다. 다만, 공통된 문턱값을 어떻게 결정할 것인지 혹은 노인별 문턱값을 도입해야 하는 것인지에 대해서는 추후 연구가 필요할 것이다.

[0105] 여기에서, 상술한 본 발명에서는 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경할 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

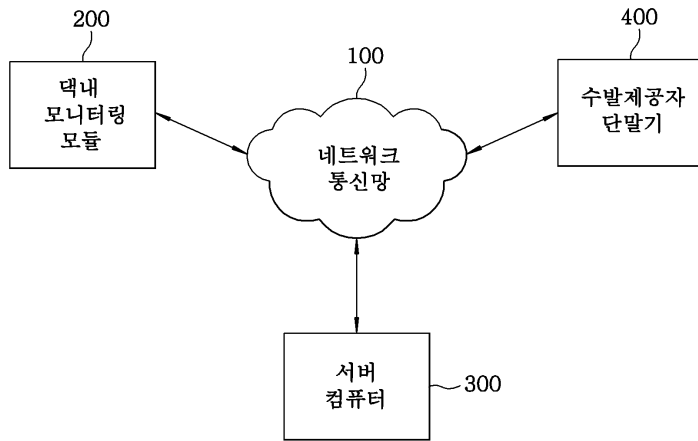
부호의 설명

[0106]

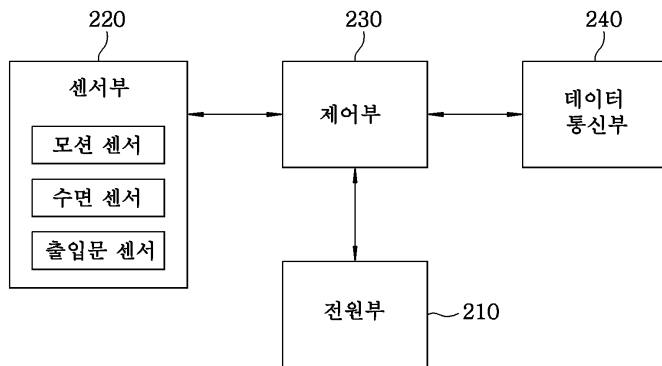
100 : 네트워크 통신망	200 :택내 모니터링 모듈
210 : 전원부	220 : 센서부
230 : 제어부	240 : 데이터 통신부
300 : 서버 컴퓨터	310 : 데이터 통신부
320 : 제어부	330 : 생활패턴 모델링부
360 : 데이터베이스	400 : 수발제공자 단말기

도면

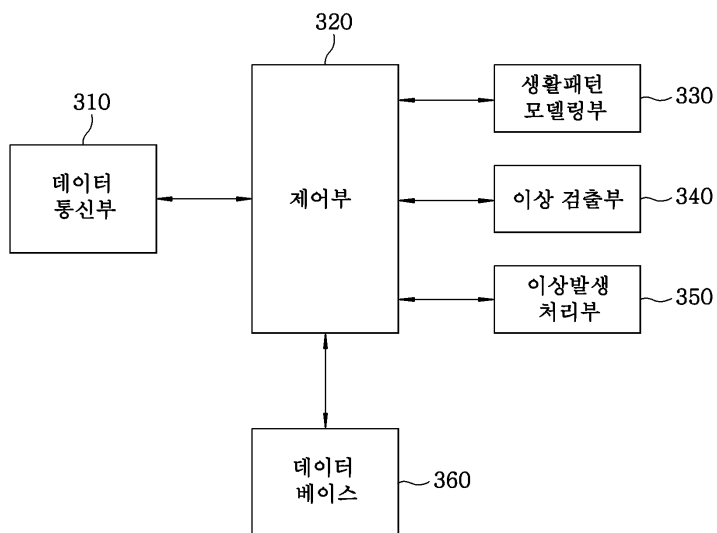
도면1



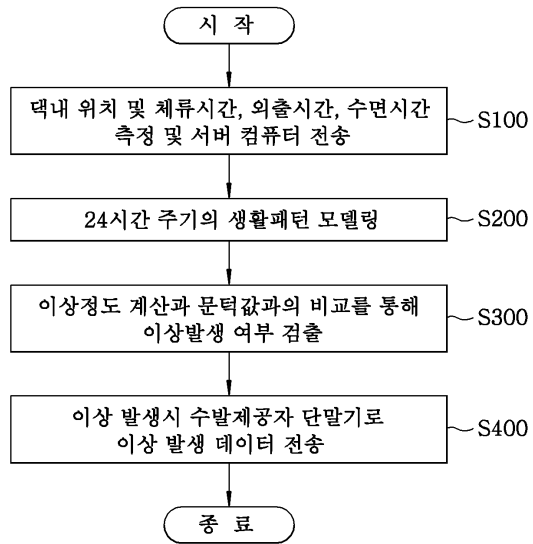
도면2



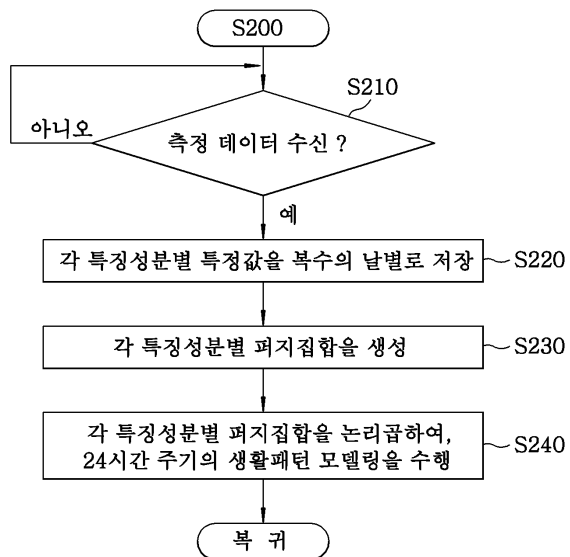
도면3



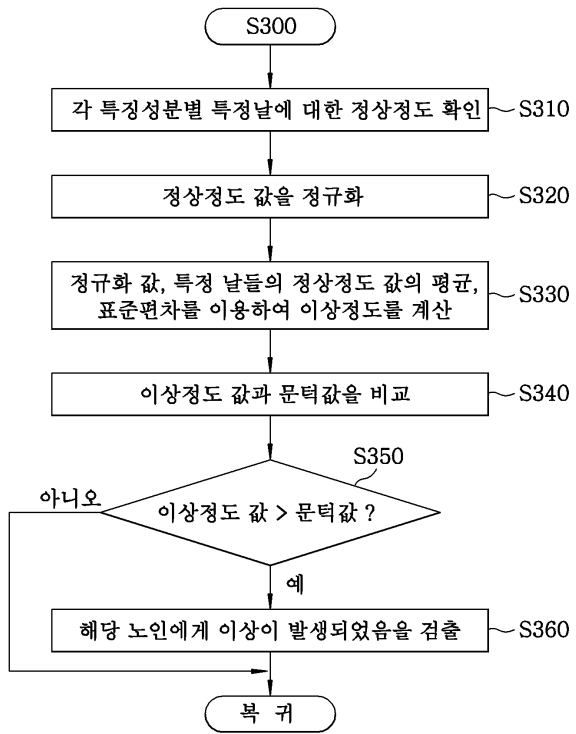
도면4



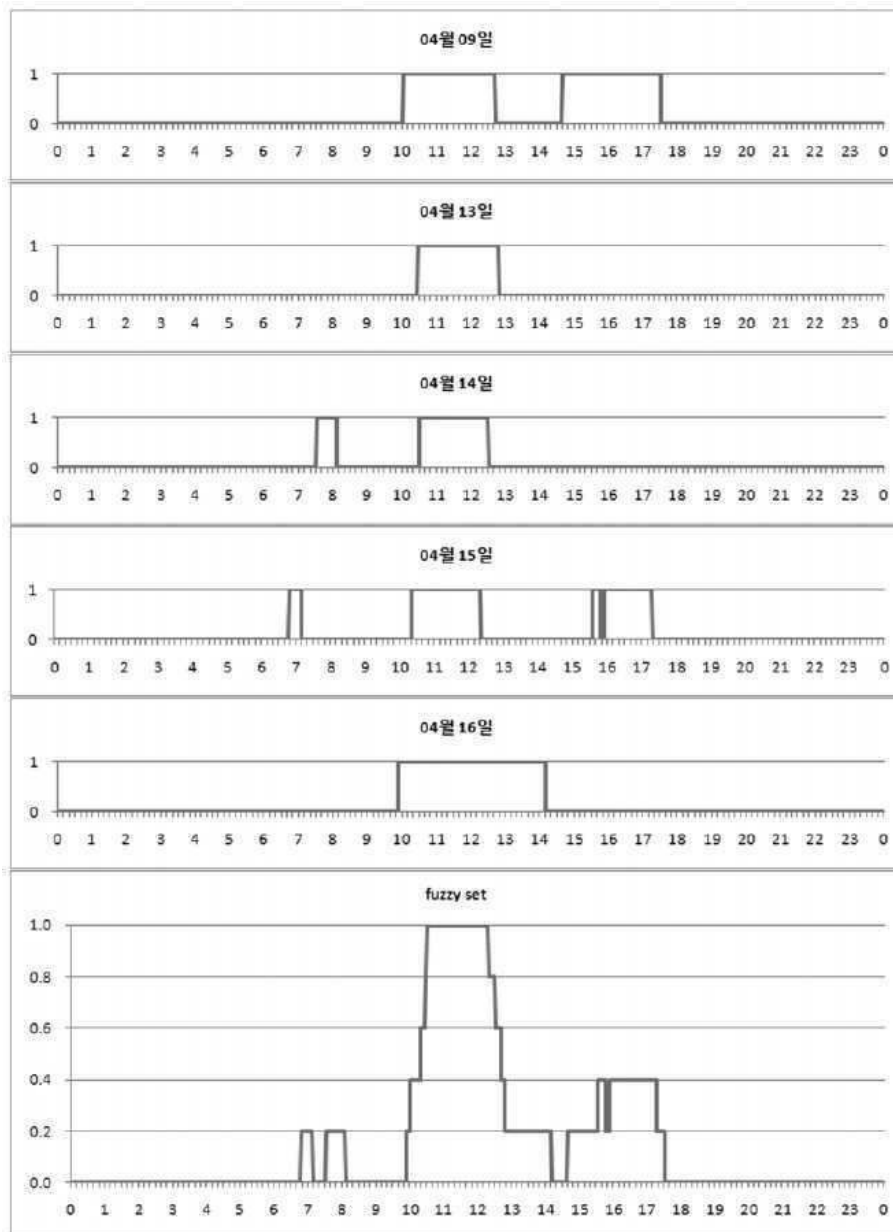
도면5



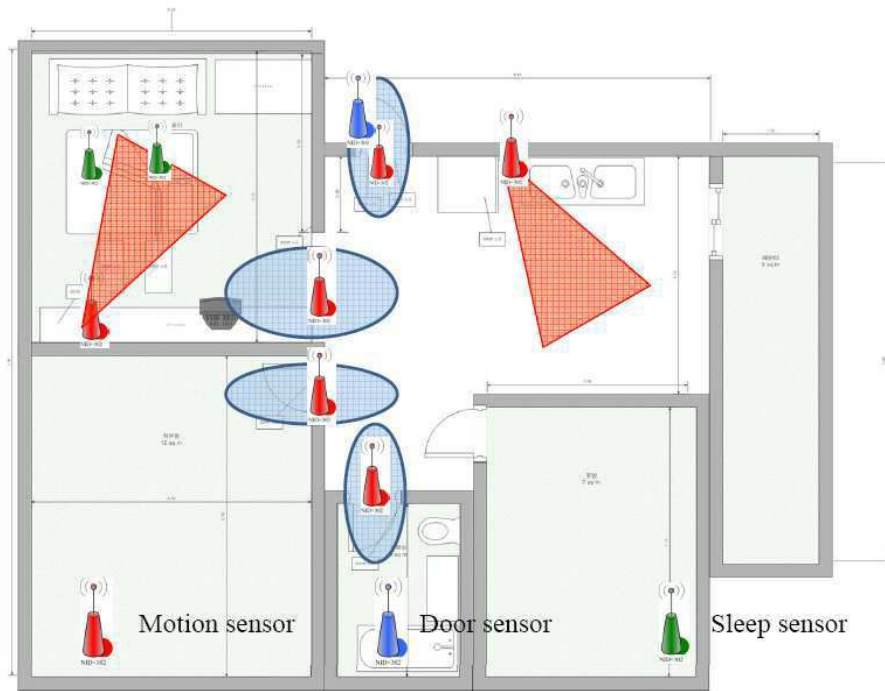
도면6



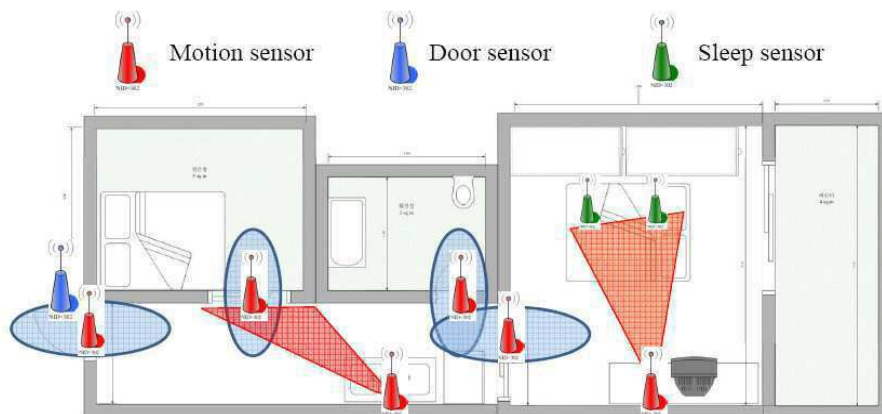
도면7



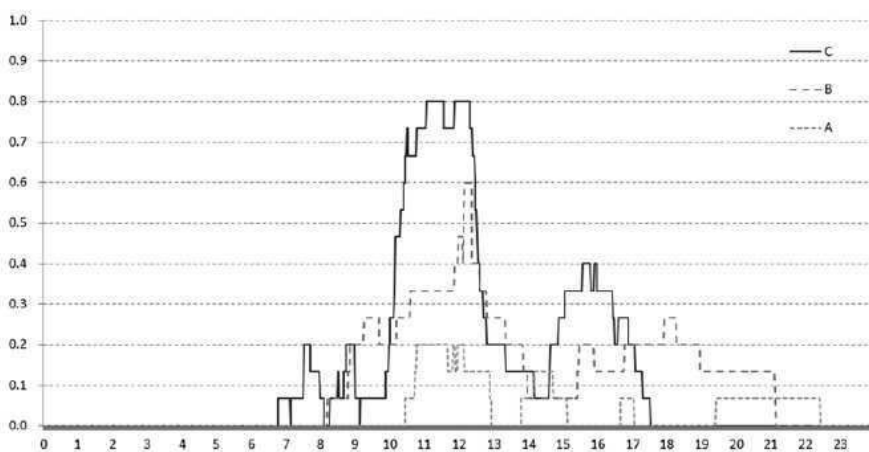
도면8a



도면8b



도면9



도면10

