

사물인터넷 환경에서 보행자 상태추정을 포함하는 생활안전 보장

서동혁* · 김성길**

A Way of Advanced Life Safety with State Inference in the Internet of Things

Dong-Hyok Suh* · Sung-Gil Kim**

요 약

보행자가 생활환경에서 겪을 수 있는 위험을 인지하기 위하여 감지하여야 하는 목표를 두 가지로 고려할 수 있다. 위험을 감지하기 위하여 보행자의 상태와 보행 환경 요인을 함께 인지하는 것이다. 생활 안전을 위하여 사물인터넷 기술이 좋은 기여를 할 수 있다. 본 연구는 보행자의 상태와 주변 환경 요인들에 대한 데이터 융합 처리를 이용하여 위험을 인지하는 방안을 제안하였다. 3축 가속도 센서를 이용하여 보행자의 걸음을 인식하고 이를 개인의 상태 추정에 활용하였으며, 조도 센서로부터의 측정값으로 보행환경을 추정하였다. 위험 요인들을 평가하고 융합 처리함으로써 보행자의 위험도를 산출하였다.

ABSTRACT

There are two destinations to aware the risk of common life. Recognition of the condition of pedestrian's own and the environmental factor awareness both are beneficial for risk awareness. It is good way of advancing the crime prevention effectivity that including IoT technology at the crime prevention research. The purpose of this research is that advanced way of crime prevention with multi-sensor data fusion of the condition of pedestrian and environmental factors. The 3-axis acceleration sensor is available to recognize the gait and the illumination sensor also useful to infer the road state. This research suggest a novel way of assess these factors and the result is the degree of danger.

키워드

Internet of Things, Walk Identification, Risk Degree, Multi-Sensor Data Fusion
사물 인터넷, 보행자 인증, 위험도, 다중 센서 데이터 융합

1. 서 론

국내에서 도시환경 개선을 통한 범죄 예방 사업이 활발하게 진행되고 있다. 이 사업이 많은 실행에도 불구하고 성과를 거두지 못하는 것은 두 가지 문제를 제

기할 수 있다. 첫째, 종합 안전 네트워크와 연동 및 연계하지 않는다는 점이다. 둘째, 지역의 범죄 내역에 대한 분석과 반영이 이루어지지 않고 있다는 점이다. 국내 각 지자체에서 실행하거나 실행하려고 하는 범죄 예방을 위한 도시 환경 재설계 사업은 CCTV설치를

* 남서울대학교 연구교수 (hanhwaco@naver.com)

** 교신저자 : 공주대학교 건설환경공학부

• 접수 일 : 2016. 01. 13

• 수정완료일 : 2016. 02. 13

• 게재확정일 : 2016. 02. 24

• Received : Jan. 13, 2016, Revised : Feb. 13, 2016, Accepted : Feb. 24, 2016

• Corresponding Author : Sung-Gil Kim

Dept. of Civil & Environmental Engineering, Kongju National University,

Email : sgkim@kongju.ac.kr

중심으로 벽화 그리기, 화단 만들기, 비상벨 설치 등을 사업 내역으로 한다. 이러한 사업들은 최근의 IT기술과 연계함으로써 그 효과를 증진할 수 있는데 해당 사업들은 IT기술과 연계 및 연동이 미미한 실정이다. 최근 IT기술은 사물인터넷과 빅데이터가 대표적이다. 사물인터넷은 기존의 무선 센서 네트워크의 안정성을 높인 것으로서 무선 로컬 네트워크를 이동통신망과 연결하였다. 사물인터넷에서는 센서를 통하여 실세계의 상황을 인지하는데 필요한 측정치를 획득하고 이를 분석하고 처리함으로써 이전보다 더 높은 수준의 상황 추론 및 상황 인지에 도달할 수 있다. 도시환경 개선을 통한 범죄 예방 사업이 이러한 사물인터넷 기술을 도입하는 것은 향상된 사업 성과를 기대할 수 있는데, 실제적인 활용이 미진한 것이 사실이다.

한편, 건축 도시공학 기술을 사용하여 연구와 사업을 진행하는 것이나, IT기술을 융합하는 것보다 더 중요한 것은 이미 발생한 범죄에 대한 분석을 통하여 범죄에 대응하는 연구와 사업을 실행하는 것이다. 단순한 CCTV도 설치하려는 지역에서 발생하는 범죄는 어떤 범죄가 있는지, 범죄 재발을 억제하기 위하여 CCTV의 설치 방향은 어떠하여야 하는지 어디에 설치하여야 효과가 있는지 이미 발생한 동종의 범죄를 분석할 필요가 있는 것이다. IT기술을 적용한다고 할 때, 해당 지역에서 절도 범죄에 대응하기 위한 기술을 적용하여야 할 지, 폭력 범죄에 대응하기 위한 기술을 적용하여야 할 지 분석하고 선별하여야 하는 것이다. 그럼에도 불구하고 범죄 예방을 위한 도시공간 개선 연구자들과 사업자들은 범죄 발생 내역을 연구에 도입하기가 대단히 어려운 실정이다.

그렇다 하더라도 생활에서의 안전을 보장하기 위한 연구는 다양한 방향에서 지속되어야 한다. 자연 재해나, 사회적 재난으로부터의 안전 그리고 범죄로부터의 안전을 확보하기 위한 연구는 지속적인 전개가 필요하다. 2015년 5월 31일까지 미래창조부에서는 범죄 피해를 예방할 수 있는 생활안전 보장에 관한 연구를 지원하여 실행한 바 있다. 이 연구는 인체 센서를 이용하여 사용자의 위험 상황을 인지하고 각종 위험 상황을 DataBase화 하는 것을 내용으로 한다. 이러한 연구에 있어서 발전적으로 진행하여야 할 연구는 위험을 회피하거나 대비할 수 있는 충분한 시간이 보장되도록 위험을 미리 인지하여 범죄 피해를 피할 수 있도록 하는 것이다. 그런 점에서 볼 때, 기존의 연구

는 범죄자의 범죄 시도가 이미 시작되어 피해자가 위험상황에 이미 노출되었거나 위험을 당하기 시작한 경우를 인지하는 것이므로 피해자에게 위험을 피할 수 있는 충분한 시간과 도움 줄 수 있는 여지가 적어진다. 따라서 위험에 처할 가능성을 미리 인지하고 위험 상황을 회피할 수 있는 방안이 필요하다.

보행자가 생활환경에서 겪을 수 있는 위험을 인지하기 위하여 감지하여야 하는 목표를 두 가지로 고려할 수 있다. 첫째는 본인의 상태이다. 본인의 건강상태 유지 여부 등 본인이 범죄 대상 또는 범죄 목표로 정해질 수 있는 요소를 감지하는 것이다. 둘째는 보행자의 주변 환경요소이다. 보행자가 실제 생활에서 겪을 수 있는 위험을 인지하기 위하여서는 이 두 가지를 따로 떼어 놓고 생각하기보다 이 두 가지를 융합적으로 고려할 필요가 있다. 그렇게 하는 것이 보행자가 생활환경에서 위험에 노출되었는지 여부와, 위험을 겪을 가능성이 있는지 여부를 보다 정확하게 인지할 수 있는 것이다. 본 연구에서는 본인의 상태와 주변 환경을 융합적으로 처리하여 추정할 수 있는 방안을 제안하고자 한다. 이를 위하여 개인의 상태를 추정할 수 있는 기준을 결정하고 여기에 더하여 주변 환경 요소를 융합적으로 처리하도록 한다.

II. 이론적 배경

2.1 사물 인터넷과 생활 안전

사물인터넷은 사람과 각종 사물들로부터 정보를 획득할 수 있다. 네트워크로 연결되어 사람의 개입 없이 정보를 교환하고 네트워크 및 네트워크상에서 유통하는 정보를 관리하는 시스템으로써 실생활 안전 위한 연구에 이용될 수 있다. 사물인터넷에 고수준의 상황정보를 획득하기 위한 센서를 활용하고자 6축 관성센서를 개발하여 정밀한 위치와 자세 인식에 활용한 바 있다[10]. 사물인터넷 기반 헬스케어 연구도 활발하게 진행되었는데, 기존 센서 네트워크의 확장성과 이동성을 보완하고자 6LoWPAN프로토콜을 활용하여 환자의 생체정보 특히 스트레스 상태를 판단하도록 하였다[10]. 사물인터넷 기반 위치추적 센서 네트워크를 구현하기 위하여 통신서버와 데이터베이스 서버 모두 클라우드 PaaS를 이용하는 연구가 실행된 바 있다[11-14].

2.2 다중센서 데이터 융합

다중센서 데이터융합은 센서네트워크 환경에서 상황을 추론하는데 활용되었다. 퍼지이론은 다중센서 데이터융합에 있어서 중요한 기능을 수행하였는데, 지능형 차량 시스템에서 블랙박스 영상으로부터 실시간 보행자를 검출하고 보행자의 상대위치와 움직임 방향 정보를 추출하여 차량의 현재 속도를 고려한 충돌 위험도 파악에 퍼지논리를 시용하였다[3]. 센서네트워크에서 센서들이 실시간으로 전송하는 이벤트 정보에 대하여 감지하고 분석하기 위하여 서로 다른 형태를 가지는 스트리밍 데이터에 퍼지 멤버십 함수를 적용하여 이기종 센서에서 발생하는 데이터를 융합 처리하는 방안이 연구된 바 있다[4].

한편, Dempster-Shafer 증거이론을 이용한 상황추론 연구도 이루어져서, 불확실한 데이터에 대한 추론을 위하여 수집된 데이터를 활용하여 사용자들의 상관 관계를 분석하고 Dempster-Shafer 이론을 사용하여 사용자들로부터 측정된 신뢰도 값을 융합하는 방안이 연구되었다. 이 연구에서는 불확실성 값을 낮춤으로써 추론 성능을 향상시키고 사용자들에게 신뢰성있는 적응형 서비스를 실현하였다[5].

III. 사물인터넷 환경에서 보행자 상태추정을 포함하는 생활안전 보장

본 연구에서는 보행자의 생활환경에서의 안전을 보장하기 위하여, 보행자의 상태추정과 보행자의 보행환경 정보를 융합하는 방안을 제안한다. 보행자가 옥외 활동하는 동안 심신미약 상태에 빠졌는지 정상 상태인지를 인지하거나, 보행자가 처한 환경이 위험한 환경인지 여부를 인지하는 연구가 별도로 이루어지지 않고, 서로 융합적으로 이루어지게 함으로써 보행자가 겪을 수 있는 위험 관련 정보를 보다 명확하게 할 수 있음을 보이는 것이 본 연구의 목표이다. 본 연구를 통하여 국내에서 이루어지고 있는 생활안전 보장을 위한 도시환경 개선 사업의 한계를 극복할 수 있음을 보이고자 한다[1-2].

보행자의 상태 추정과 보행자의 보행환경을 인지하여야 하는 필요성은 기존의 연구를 통하여 제기된 바 있다. 보행자의 생활환경에서의 안전을 보장하기 위하

여 이와 같은 데이터 융합 방안을 도입해야 하는 이유는 다음과 같다.

첫째, 개인의 상태가 범죄 피해를 당할 수 있는 요인이 되기 때문이다. 기존의 사건 사례를 볼 때, 만취하여 자기 통제가 어려워진 여성들에 대한 납치, 성폭행 사례가 빈발하고 있다.

둘째, 범죄와 연관 있는 환경 요인들은 가변적인 경우가 있다. 기존의 연구와 사업에서는 범죄 발생 위험을 측정함에 있어서 통계와 사건발생 장소를 중심으로 하는 경우가 많았다. 그렇지만, 다양한 환경 요소는 위험한 장소가 위험하지 않은 장소로, 위험하지 않은 장소가 위험한 장소가 되게 하는 경우가 많다. 범죄 발생과 연관 있는 요소는 가변적인 것들이 있으므로 이것을 포함할 수 있어야 한다.

셋째, 범죄 발생과 그 피해는 복합적인 요인이 작용하기 때문이다. 어두운 골목이라고 하여 범죄가 발생하는 것이 아니다. 어두운 골목이라도 유동인구가 많다면 범죄 발생은 억제될 수 있다. 어두운 골목이라고 하여도 보행자가 건장하거나 정상 보행을 진행하고 있다면 범죄 발생과 피해는 일어나기 어렵다. 단순한 한두 가지 요인만으로 범죄가 발생하거나 피해가 발생한다고 보기 어렵다. 범죄 발생에 관여하는 복합적인 요인들을 포함하는 위험 인지 방안이 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 개인의 상태를 추정하고, 이와 함께 보행자의 주변 환경 요인을 융합 처리하여 위험도를 계산하는 방안을 제안한다.

3.1 보행자 상태 추정

생활환경에서 범죄로부터의 안전을 보장하기 위하여 보행자 자신의 상태를 인지하는 방안이 필요하다.

보행자 자신이 자신의 비정상적인 상태를 인지하고 도움을 요청할 수 있는 경우도 있으나, 보행자 스스로 자신의 비정상 상태를 인지하기 어려운 경우가 있으며, 비정상 상태를 인식하면서도 도움을 청하지 못하거나 도움 요청의 필요성을 인정하지 않는 경우도 많다. 따라서, 보행자에게 부착된 센서를 통하여 상태를 추정할 수 있는 방안이 필요하다. 3축 가속도 센서를 통하여 정상적인 보행과 비정상적인 보행을 판별할 수 있다[6-9].

3.2 안전 보장을 위한 센서 데이터융합 처리

2장에서 열거하였던 다중센서 데이터 융합처리 방안 중에서 Kalman방정식을 이용하는 융합 방안은 선형 운동이나 비선형 운동에 대하여 일정 시간 후의 상태를 예측할 때 유용하다. 인공신경망은 기계학습을 기반으로 하는 방식으로 충분한 사례기반 학습을 전제로 하기 때문에 실시간으로 신속한 상태 추정에 활용하기에는 불편함이 있다. 베이지안 정리는 각 경우에 대한 사전 확률을 알고 있어야 하며, Dempster-Shafer 증거이론은 요인의 수가 증가할 때, 계산량이 급격히 증가하는 약점을 가지고 있다. 실시간 위험도를 정량적으로 계산하기 위하여 퍼지 이론을 이용하는 다중센서 데이터융합 방안이 유리한 점이 있다. 본 연구에서는 퍼지 이론을 이용하는 다중센서 데이터융합 방안을 도입하여 개인의 상태와 주변 환경 요인들을 융합 처리하여 위험도를 계산할 수 있음을 보이도록 한다.

3.3 퍼지 기반 데이터 융합과 위험도 산출

보행자의 상태와 주변 환경 요소를 융합하는 보행자의 생활안전 보장을 위한 위험도 산출 방안은 다음과 같은 절차를 거쳐서 실행한다.

- 1) 3축 가속도센서 보행자부착, 조도센서 보행 환경 배포
- 2) 보행자의 상태, 어두운 정도, 시간에 대한 위험도 범위 설정
- 3) 시간에 따른 3축 가속도 센서와 조도센서를 이용하여 이벤트 값 추출
- 4) 센서로부터의 이벤트 값을 퍼지이론 기반 데이터융합 처리
- 5) 퍼지이론 기반 데이터융합 처리 결과를 보행자 위험도로 산출

이와 같은 절차에 따라, 퍼지 기반 데이터융합을 이용하는 위험도 산출 방안은 다음과 같다.

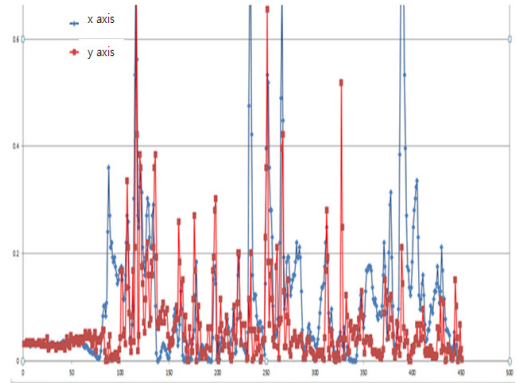


그림 1. 비정상 걸음 상태
Fig. 1 Unnormal work state

보행자 측의 3축 가속도센서와 보행환경의 조도센서 그리고 위험에 영향이 있는 시간 값을 입수한다. 센서로부터 입수되는 센서 값을 평가할 수 있는 위험 범위를 설정한다. 먼저, 3축 가속도 센서를 이용한 비정상 상태와 관련 요인을 고려하여 보행자의 위험도 범위를 설정한다. 그림 1은 비정상 상태로 걷고 있을 때의 3축 가속도 센서 데이터 값이다. x축과 y축의 제공의 값의 최대치가 약 0.6임을 알 수 있다. 이와 같은 센서 값을 토대로 보행자의 위험도를 3단계로 구분한다.

보행환경에 대하여 조도 센서를 이용하여 24시간 조도를 측정한다. 측정값의 최소값과 최대값을 구하여 3단계로 구분한다. 한편, 검찰의 범죄 통계 자료를 통하여 범죄 발생과 시간에 대한 연관성을 확인할 수 있으며 이를 토대로 시간별 관련성 정도를 설정한다. 각 데이터에 대하여 연관성 정도가 결정 되면, 각 센서를 이용하여 측정된 값을 추출하여 전송하고, 전송된 값들을 호스에서 입수하여 퍼지이론에 기반한 다중 센서 데이터 융합 처리를 실행하고 이를 기반으로 위험도를 산출한다.

위험도 산출방안에 대한 가상코드는 다음과 같다.

Input : Dataset

Output : The degree of risk

1. Initialize
 2. Input Dataset
-

3. Define the degree of risk
 set (Max, min)
 set Rang[n], n=0,1,2,3,4
4. Sampling the value, (time)
5. For (time)
 Normalize Acc.
 Normalize Ill.
6. For each dataset
 While n=0 to 4
 if (data ∈ Range[n]); set aff.
 else ; set aff.
7. While n=0 to 4
 Range[n]
 Set the degree of risk
8. Export the degree of risk

IV. 실험 및 평가

본 연구는 퍼지이론을 기반으로, 조도 센서와 3축 가속도 센서, 시간 요인을 융합하여 위험도를 산출하였다. 3축 가속도 센서는 3개의 축, x축, y축, z축을 기준으로 센서보드의 진동과 관성의 정도를 측정하였다. 가속도 센서는 운동평형상태에 있는 3개의 대전된 막대가 내장되어 있으며, 모든 방향으로의 기울임 정도에 따라 각각의 막대가 회전 또는 이동함으로써 막대 사이에 존재하는 기전력의 변화를 검출하여 출력한다. 3축 가속도 센서를 이용하여 보행자의 걸음 상태를 측정하였다. 조도 센서는 보행자의 보행경로의 밝기를 측정하는데 쓰였다. 본 연구는 센서로 부터의 데이터를 호스트로 보내기 위하여 아두이노를 이용하였다. 아두이노는 마이크로 컨트롤러를 내장한 기기제어용 기관으로, 각 센서와 연결하여 PC와 통신 할 수 있다. 퍼지이론을 기반으로 다중 데이터 융합을 하기 위한 개발 도구로는 C++를 이용하였다. 각 요인에 대한 소속도를 표현하기 위하여 가중치를 부여하고 센서값을 평가하여 위험도를 산출하였다.

표 1. 가속도, 조도, 시간 실험 데이터

Table 1. Data of Acceleration, Illumination, Time

| Case | Acceleration (m/s^2) ² | Illumination (Lux) | Time (h) |
|------|--|-----------------------|-------------|
| 1 | 0.18 | 68.4 | 7 |
| 2 | 0.6 | 285 | 14 |
| 3 | 0.67 | 3 | 17 |
| 4 | 0.7 | 3.6 | 23 |
| 5 | 0.79 | 1.2 | 24 |

표 1은 본 연구에서 실험하여 얻은 결과 데이터 이다.

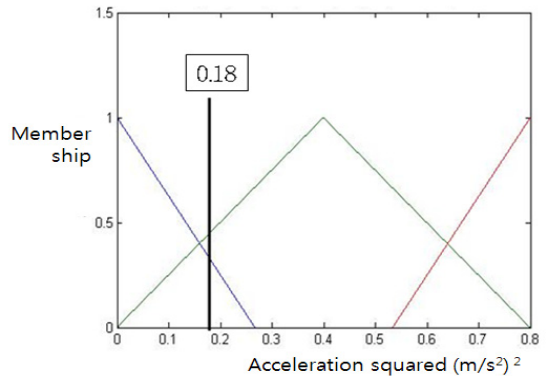


그림 2. 보행자 상태 퍼지 화 그래프

Fig. 2 Pedestrian state fuzzy graph

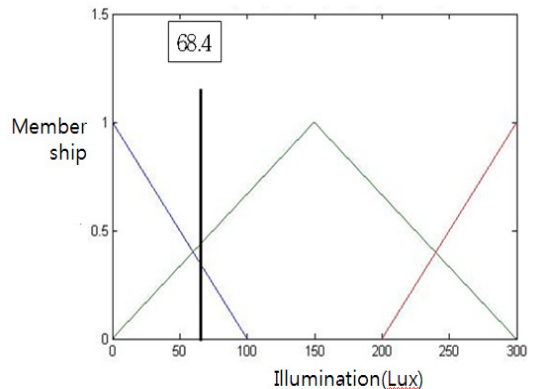


그림 3. 조도 퍼지 화 그래프

Fig. 3 Illumination fuzzy graph

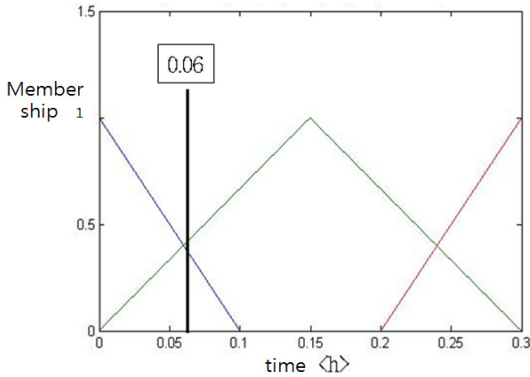


그림 4. 시간 퍼지 화 그래프
Fig. 4 Time fuzzy graph

그림 2~그림 4는 각 요인에 대한 퍼지 화 그래프이며, Case1 의 데이터 값을 입력하는 그림이다. 데이터 값이 입력되면, 각 요인의 소속도 값을 알 수 있다. 그림 2의 경우 0.18이라는 데이터가 입력이 되고, 그에 따라서 3가지의 소속도 값이 나온다. 이와 같이 그림 3 과 그림 4에서도 각각 3가지의 소속도 값이 나온다. 소속도 값에 가중치를 부여하여 1~5 사이의 정수로 위험도를 나눌 수 있다. 각 소속도 값의 최소값을 출력하기 위한 경우의 수는 27가지가 나온다. 27가지의 최소값들은 가중치에 따라 1~5사이의 값으로 저장이 되고, 각 위험도에 속하는 최소값들 중에서 최대값을 출력하여 그림 5의 최종 그래프에 대입하면 위험도를 알 수 있다.

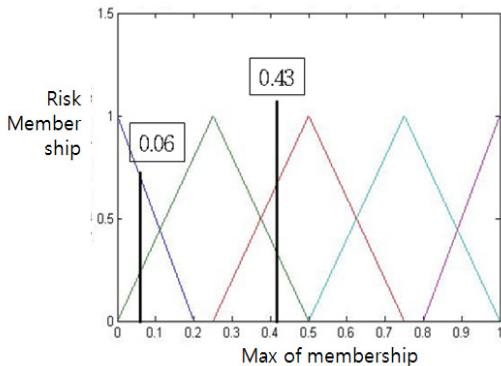


그림 5. 위험도 역 퍼지 화 그래프
Fig. 5 Risk defuzzy graph

V. 결 론

보행자의 생활환경에서의 위험도를 실시간으로 산출함에 있어서 개인의 상태와 주변 환경 요인을 감지하고 이를 포함한 위험도 산출 방안을 제안하였다.

기존의 연구에서는 주변환경 요인들만 이용하여 위험도를 산출하거나, 개인의 상태만을 감지하여 위험도를 추정하는 경우가 있었으나, 이럴 경우 보다 종합적인 위험도 추정에 제약이 있을 수 있었다. 걸음 상태를 추정하고 이를 주변 상황요인과 융합처리 함으로써 보행자의 상태가 위험상황에 놓였는지 여부를 판단함에 있어서 정보의 질적 향상을 기할 수 있었다. 개인의 상태 추정을 위하여 보행자에게 3축 가속도 센서를 부착하여 측정치를 산출에 포함하였으며, 보행환경의 조도를 측정하고 활동 시간을 위험도 산출에 활용하였다. 다중센서로부터의 다중요인을 융합처리 하기 위하여 퍼지이론을 이용하는 다중센서 데이터융합 처리를 실행하였는데, 퍼지이론 중에서 Min-Max 법을 적용하였다.

향후 연구로는 매우 다양한 요인들을 더욱 확장하여 실시간 위험도를 산출하는 방안으로 전개할 필요가 있다.

감사의 글

이 논문은 2015년 공주대학교 학술연구지원사업의 연구지원에 의하여 수행되었음.

References

- [1] D. Kim, S. Jeon, S. Kang, and N. Kim, "Customized Estimating Algorithm of Physical Activities Energy Expenditure using a Tri-axial Accelerometer," *J. of the Korea Contents Association*'11, vol. 11, no. 12, 2011, pp. 103-111.
- [2] Y. Kim, S. Kim, H. Lho, and W. Cho, "Real-Time Step Count Detection Algorithm Using a Tri-Axial," *J. of Korean Society for Internet Information*, vol. 12, no. 3, 2012, pp. 17-26.
- [3] Y. Kim, K. Kim, and S. Kwak, "A Pedestrian Collision Warning System using a Fuzzy Logic," *J. of Broadcasting Engineering*, vol. 20, no. 3, 2015, pp. 440-448.

- [4] N. Park, K. Kim, and H. Yoon, "Research on High-speed Event Detection based on Fuzzy Rule-based Quine-Maccluskey for Streaming Big Data," *Proc. of the Korean Society of Computer Information Conf.*, vol. 22, no. 1, Daejeon, Korea, Jan., 2014, pp. 373-376.
- [5] H. Kim, H. Kang, and H. Yoon, "Uncertainty Data Reasoning Considering User Preferences Based on Dempster-Shafer Theory," *J. of Korea Information Science Society*, vol. 39, no. 1B, 2012, pp. 510-512.
- [6] P. Jung, S. Lee, C. Song, and D. Kim, "Counting Walk-steps and Detection of Phone's Orientation/Position Using Inertial Sensors of Smartphones," *J. of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers : Computing Practices and Letters*, vol. 19, no. 1, 2013, pp. 46-50.
- [7] K. Lee, H. Kim, and Y. Lee, "Model-based tracking for human posture estimation," *Proc. of the Human Computer Interaction Conf.*, Pyeongchang, Korea, Feb., 2006, pp. 1331-1334.
- [8] S. Kim, J. Park, D. Kim, and N. Kim, "The Study of Realtime Fall Detection System with Accelerometer and Tilt Sensor," *J. of the Korean Society for Precision Engineering*, vol. 28, no. 11, 2011, pp. 1330-1338.
- [9] C. Kim and J. Chung, "Design of a 6-Axis Inertial Sensor IC for Accurate Location and Position Recognition of M2M/IoT Devices," *J. of the Korea Institute of Communication and Information Sciences*, vol. 39C, no. 1, 2015, pp. 82-89.
- [10] S. Jung and W. Chung, "M2M Technology based Global Healthcare Platform," *J. of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 14, no. 11, 2010, pp. 2435-2441.
- [11] K. Kim and M. Kang, "Implementation of Location Tracking Sensor Network Using M2M Technology & Cloud Services," *J. of the Institute of Electronics and Information Engineers*, vol. 51, no. 9, 2014, pp. 93-102.
- [12] B. Oh and Y. Choi, "Stair Locomotion Method of Quadruped Robot Using Genetic Algorithm," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 9, 2015, pp. 1039-1048.
- [13] S. Park and S. Park, "Development and Verification of Zigbee-Based Monitoring and Control System for Electric Heat Tracing," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 12, 2015, pp. 1395-1402.
- [14] H. Woo, Y. Joo, S. Jang, and M. Choi, "Analysis about technology requirements for Development of Disaster Detecting Satellite Sensor," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 11, 2015, pp. 1205-1216.

저자 소개



서동혁(Dong-Hyok Suh)

1989년 단국대학교 전자공학과 졸업(공학사)

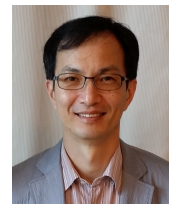
2005년 호서대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

2012년 충북대학교 대학원 전자계산학과 졸업(공학박사)

2014년 남서울대학교 건축학과 연구교수

2015년~현재 천안시 정책자문단 자문위원

※ 관심분야 : 사물인터넷, 상황인식, 빅데이터



김성길(Sung-Gil Kim)

1988년 연세대학교 건축공학과(공학사)

1990년 연세대학교 건축공학 도시계획(공학석사)

2003년 Dr.-Ing in Housing and Transportation from Hamburg Technical University in Germany(공학박사)

2005년 공주대학교 건설환경공학부 교수

※ 관심분야 : Data Fusion, 사물인터넷, Ubiquitous City

