

무선 센서 네트워크 환경에서 3차원 근사 위치추적 기법

심재석*, 임유진^o, 박재성*

Approximate 3D Localization Mechanism in Wireless Sensor Networks

Jaeseok Shim*, Yujin Lim^o, Jaesung Park*

요약

WSN (Wireless Sensor Networks) 기반 보안 감시 시스템에서는 센서들이 수집한 이벤트 발생 정보를 전송함에 있어서 이벤트가 발생한 지역의 위치 정보를 함께 제공하는 것이 요구된다. 기존에 많은 연구가 진행되었던 2D 기반 위치추적 기법들은 고도가 일정한 환경에서는 꽤 높은 정확도를 보이나, 높이 개념이 추가된 실제 환경에서는 많은 오류를 발생시킬 수 있다. 또한 기존의 3D 위치추적 기법들은 많은 참조노드를 요구하거나, 복잡한 수식 계산을 요구하는 문제점을 가지고 있다. 그러나 본 논문에서 고려하는 실내 보안 감시 시스템에서는 감지된 대상체가 침입자인지 여부를 판단하기 위한 대상체의 높이 예측만을 요구한다. 따라서 본 논문에서는 복잡한 수식 계산이나 많은 참조노드들을 요구하지 않는 대상체 높이예측 기법을 제안한다. 또한 제안 기법의 성능분석을 위하여 여러 가지 시나리오에서 예측 정확도를 측정하였다.

Key Words : wireless sensor networks, localization, surveillance system

ABSTRACT

In WSN (Wireless Sensor Networks) based surveillance system, it needs to know the occurrence of events or objects and their locations, because the data have no meaning without location information. Using traditional 2D localization mechanisms provide good accuracy where altitude is fixed. But the mapping the position estimated by 2D localization to the real world can cause an error. Even though 3D localization mechanisms provide better accuracy than 2D localization, they need four reference nodes at least and high processing overhead. In our surveillance system, it is needed to estimate the height of the detected object in order to determine if the object is human. In this paper, we propose a height estimation mechanism which does not require many reference nodes and high complexity. Finally, we verify the performance of our proposed mechanism through various experiments.

* 이 논문은 2013년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2013053435)

* 본 연구는 경기도의 경기도지역협력연구센터(GRRC) 사업의 일환으로 수행하였음. [(GRRC수원2014-B3), 클라우드 기반 지능형 영상 보안 감시 시스템 개발]

• First Author : University of Suwon, Department of Computer Science, sjs0915@suwon.ac.kr, 학생회원

° Corresponding Author : University of Suwon, Department of Information Media, yujin@suwon.ac.kr, 종신회원

* University of Suwon, Department of Information Security, jaesungpark@suwon.ac.kr, 종신회원

논문번호 : KICS2014-08-308, Received August 18, 2014; Revised September 3, 2014; Accepted September 3, 2014

I. 서 론

Wireless Sensor Network (WSN)은 네트워크 내 센서들이 취합한 정보를 기반으로 환경 모니터링, 주거 환경 모니터링, 보안 감시, 헬스 관리 등 다양한 분야에서 응용되고 있다^[1-3]. 본 논문에서는 WSN을 기반으로 제한된 실내 공간에서의 보안 감시 시스템에 초점을 맞춘다. 이러한 WSN기반 보안 감시 시스템에서는 센서들이 수집한 이벤트 발생 정보를 전송함에 있어서 이벤트가 발생한 지역의 위치 정보를 함께 제공하는 것이 요구된다. 다시 말해서, 보안 감시 시스템에서는 감시 대상 영역 내에서 특정한 이벤트의 발생이나 대상체(object)의 발견 및 그 위치를 파악하는 것이 중요하다. 그러나 넓은 WSN에서 몇몇 base station이 모든 이벤트 발생 위치를 파악하는 중앙집중식 위치추적 방식은 확장성 측면에서 문제점을 가진다. 따라서, 각 센서 노드들이 서로 정보를 주고받으며 이벤트의 발생 위치를 추적하는 분산기반 위치추적 방식의 사용이 일반적이다.

분산기반 위치추적은 대부분 2차원(2D) 환경에서 이루어진다. 2D기반 위치추적은 최소 3개의 노드를 기반으로 x-y좌표상의 위치를 결정한다^[4]. 기존의 2D기반 위치추적은 range-based 방식과 range-free 방식으로 나뉜다. Range-based 방식은 노드 간 측정된 신호 세기나 도착시간 등을 거리로 환산하여 대상체의 위치를 추정하는 방식이다. 대표적인 측정 방법으로 TOA (Time Of Arrival), TDOA (Time Difference Of Arrival), RSSI (Received Signal Strength Indicator), AoA (Angle Of Arrival) 등이 있다. 이러한 방식은 위치추적의 정확도는 range-free 방식에 비하여 높으나, 전파의 불규칙성과 추가 장비가 요구된다는 단점을 가지고 있다. Range-free 방식은 앵커(anchor) 노드들과의 근접성(proximity) 정보를 기반으로 위치를 추정하는 방식으로, range-based 방식과 달리 추가적인 하드웨어가 요구되지는 않으나 소프트웨어적인 오버헤드가 크다는 단점을 가지고 있다. 대표적인 방식으로 APIT (Approximated Point In Triangle)과 Hop Count기반 방식이 있다. 이와 같은 2D기반 위치추적 방식은 고도(altitude)가 일정한 환경에서 꽤 높은 정확도를 보인다. 그러나 높이(height) 개념이 포함되어 있는 3차원(3D) 환경, 즉 실제 환경에서 이러한 방식은 많은 오류를 발생시킬 수 있다.

본 논문에서는 집, 사무실, 또는 연구소와 같은 제한된 실내 공간에서의 보안 감시 시스템을 고려한다. 이러한 환경에서는 감시 영역 내 사람이 존재하지 않

는 시간에 허가받지 않은 외부인의 침입을 감지하는 것이 중요하다. 그러나 감지된 모든 대상체가 사람, 즉 침입자는 아니라는 점이다. 다시 말해서, 고양이나 개와 같은 애완동물이나 쥐 등을 침입자로 잘못 오인하여 시스템이 반응한다면, 이는 시스템의 신뢰도를 떨어뜨리는 일이 된다. 따라서 WSN에 의해서 감지된 대상체가 사람인지 여부를 판단하기 위한 기법이 요구된다. 이를 위해서는 감지된 대상체의 크기 및 높이, 이동 속도, 체온 등과 같은 다양한 물리적인 특징이 사용될 수 있다. 본 논문에서는 WSN에 의해서 감지된 대상체가 사람인지 여부를 판단하기 위하여, 감지된 대상체의 높이를 예측하는 3D 근사 위치추적 기법을 제안하고자 한다. 제안된 기법을 통하여 예측된 대상체의 높이가 평균 성인의 신장 범위 내에 들어오는 경우^[5], 시스템은 감지된 대상체가 침입자인 것으로 판단하여 중앙 통제 센터나 외부에 연결된 다른 시스템에 알리게 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 기존의 3D 위치추적 기법들을 소개한다. 3절에서는 본 논문에서 제안하는 3D 근사 위치추적 기법을 설명하며, 4절 성능 평가를 통하여 제안 기법의 성능을 분석한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

3D 위치추적 기법은 2D 위치추적 기법에 비하여 연구가 많이 진행되지는 않았으나, 실제 서비스 환경에서 꼭 필요한 기법이다. 3D-DV-Hop 위치추적 기법^[6]은 기존의 range-free DV-Hop 알고리즘을 3차원 환경에 맞게 확장한 것이다. 이 기법은 대상체와 비콘(beacon) 노드 사이의 거리 예측을 위하여 모바일 에이전트(mobile agent)를 사용하여 평균 per-hop distance를 측정한다. 측정된 per-hop distance와, 대상체와 비콘 노드간의 hop count를 기반으로 대상체와 비콘 노드간의 거리를 예측한 후, 대상체의 위치를 추정한다. 3D centroid 기법^[7]은 기존의 centroid 알고리즘을 기반으로 동작한다. WSN내 앵커 노드들은 자신의 전송 범위 내의 모든 노드들에게 자신의 위치정보를 전송한다. 대상체는 자신에게 위치정보를 전송한 앵커노드들 중에서 무작위로 4개의 앵커노드를 선택하여 4면체를 구성한다. 구성된 4면체를 대상으로 centroid 알고리즘을 사용하여 무게중심을 계산하고, 계산된 무게중심 좌표를 자신의 위치로 간주한다. 3D-ADAL (3-dimensional azimuthally defined area localization algorithm)^[8]은 mobile beacon을 사용하

여 WSN내에 비콘 메시지를 전송하는 방식이다. 대상체는 수신된 정보를 기반으로 2D기반 자신의 위치를 예측하며, 이렇게 예측된 x-y좌표와 mobile beacon의 y-z좌표 정보를 기반으로 기울기를 계산하여 자신의 높이 정보를 계산한다. 3D positioning 기법¹⁰⁾은 RSSI (Received Signal Strength Indication)을 기반으로 대상체와 비콘 노드 사이의 거리를 측정한다. 3차원 위치추적을 위해서는 Fig. 1과 같이 최소 4개의 비콘 노드가 요구된다. 이때 대상체와 비콘 노드 사이에 장애물이 있는 경우, 노드 사이의 거리와 신호세기와의 선형관계(linear relationship)가 유지되지 않으므로 이를 보완하기 위한 기법이 추가로 제안되었다. 3D UMP (Unitary Matrix Pencil) 알고리즘¹¹⁾은 UWB (ultra-wideband)의 TOA를 기반으로 동작한다. UMP 알고리즘은 노드사이의 TOA를 예측하여 노드간 거리를 측정한다. 이때 UMP는 행렬의 centro-hermitian 특성을 이용하여 유니터리 변환(unitary transformation)을 적용함으로써, 3차원 위치추적을 위한 복잡한 행렬 계산을 고유벡터(eigenvector)기반의 계산으로 변환하여 프로세싱 시간을 크게 단축하였다.

이와 같은 기존의 3D 위치추적 기법들은 3차원 환경에서 대상체의 정확한 위치정보 획득을 위하여 최소 4개 이상의 참조노드(reference point)를 요구하거나, 복잡한 수식 계산을 요구하는 문제점을 가지고 있다. 그러나 본 논문에서 고려하는 보안 감시 시스템에서는 대상체의 정확한 위치추적보다는 대상체의 높이만을 측정하여 침입자 여부를 판별하고자 한다. 따라서 본 논문에서는 최소 3개 이상의 참조노드만을 요구하면서도, 복잡한 수식 계산을 요구하지 않는 대상

체 높이예측 기법을 제안한다.

기존의 높이예측 기법들은 주로 비디오 시스템을 사용하였다. 비디오 시스템에 기반 한 높이 측정은 촬영된 비디오 프레임 내에서 대상체의 상대적인 높이를 측정함으로써, 대상체의 실제 높이를 예측하는 방식이다¹¹⁾. 이때 비디오 카메라의 위치나 각도 및 대상체와의 거리가 예측 성능을 좌우하게 된다. 또한 대상체의 움직임에 따라 카메라와 대상체간의 거리가 변화하게 되며, 이로 인한 프레임 내 대상체의 상대적인 크기 변화에 예측 성능이 민감하다는 단점이 있다. 뿐만 아니라, 고가의 비디오 시스템 구축 비용 및 실시간 이미지 처리를 위한 오버헤드 증가와 같은 문제도 발생한다. 따라서 본 논문에서는 DMS (Distance Measurement Sensor)기반 WSN 환경에서 구축 비용이 상대적으로 저렴하고 처리 오버헤드가 낮은 대상체 높이 예측 기법을 제안하고자 한다.

III. 제안된 3차원 근사 위치추적 기법

본 논문에서는 대상체의 높이 예측을 위하여, 먼저 천장에서부터 대상체의 머리까지의 거리를 예측한다. 이렇게 예측된 거리를 기반으로, 감시 공간의 높이와 의 차를 계산하여 대상체의 높이를 예측한다. 예측된 대상체의 높이가 평균 성인 신장 범위 내인 경우, 감지된 대상체는 침입자로 판단되어 중앙 통제 센터나 외부에 연결된 다른 시스템에 통보된다.

본 논문에서는 Fig. 2에서와 같이 천장에 3개의 DMS 센서, A, B, C가 설치되어 있는 환경을 가정하였다. 각 센서는 자신으로부터 대상체(target object)까지의 거리를 측정한다. 그림에서 보는 바와 같이 센서들과 대상체와의 기하학적 구조는 뒤집혀있는 삼각 피라미드이다. 피라미드의 밑면의 각 꼭지점에 3개의

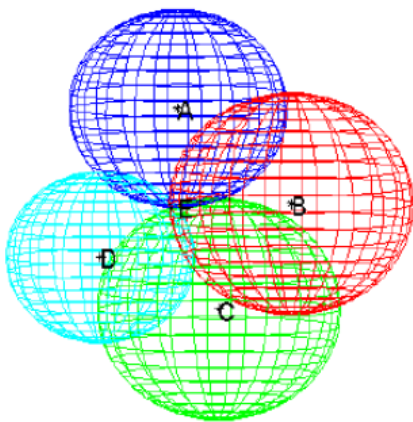


그림 1. 3차원 위치추적을 위한 기하학적 관계
Fig. 1. Geometry relationship of 3D localization

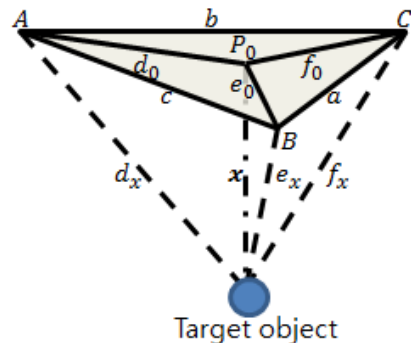


그림 2. 파라미터 정의
Fig. 2. Definition of parameters

센서가 위치해 있으며, 피라미드의 꼭지점에 대상체가 위치해 있다. 각 센서 A, B, C 는 자신으로부터 대상체까지의 거리, 즉 d_x, e_x, f_x 를 측정한다. 본 논문에서는 a, b, c 와 d_x, e_x, f_x 값을 기반으로 피라미드의 높이 즉, x 를 예측함으로써 대상체의 높이를 구하고자 한다. 피라미드의 밑면의 넓이는 헤론의 공식^[12]을 사용하여 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$S(a,b,c) = (a+b+c)(-a+b+c)(a-b+c)(a+b-c) \quad (1)$$

피라미드의 꼭지점, 즉 대상체와 피라미드 밑면이 만나는 지점을 P_0 라 할 때, 피라미드 밑면의 넓이는 P_0 와 각 꼭지점 A, B, C 와의 거리 d_0, e_0, f_0 로 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$4Area(ABC) = \sqrt{S(abc)} = \sqrt{S(ae_0f_0)} + \sqrt{S(bf_0d_0)} + \sqrt{S(cd_0e_0)} \quad (2)$$

피라미드의 측면은 3개의 삼각형, $\Delta ae_xf_x, \Delta bf_xd_x, \Delta cd_xe_x$ 으로 구성되며, 측면적의 넓이는 다음과 같다.

$$4Area_{Lateral} = \sqrt{S(se_xf_x)} + \sqrt{S(bf_xd_x)} + \sqrt{S(cd_xe_x)} \quad (3)$$

피라미드 밑면의 d_0, e_0, f_0 와 d_x, e_x, f_x 와의 관계는 다음과 같으므로

$$d_x^2 = d_0^2 + x^2, \quad e_x^2 = e_0^2 + x^2, \quad f_x^2 = f_0^2 + x^2 \quad (4)$$

(3)은 다음과 같이 다시 정의할 수 있다.

$$4Area_{Lateral} = \sqrt{S(ae_xf_x)} + \sqrt{S(bf_xd_x)} + \sqrt{S(cd_xe_x)} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} &= \frac{\sqrt{(a+e_x+f_x)(-a+e_x+f_x)(a-e_x+f_x)(a+e_x-f_x)}}{4} \\ &+ \frac{\sqrt{(b+f_x+d_x)(-b+f_x+d_x)(b-f_x+d_x)(b+f_x-d_x)}}{4} \\ &+ \frac{\sqrt{(c+d_x+e_x)(-c+d_x+e_x)(c-d_x+e_x)(c+d_x-e_x)}}{4} \\ &= \frac{\sqrt{(a+e_0+f_0)(-a+e_0+f_0)(a-e_0+f_0)(a+e_0-f_0) + 4a^2x^2}}{4} \\ &+ \frac{\sqrt{(b+f_0+d_0)(-b+f_0+d_0)(b-f_0+d_0)(b+f_0-d_0) + 4b^2x^2}}{4} \\ &+ \frac{\sqrt{(c+d_0+e_0)(-c+d_0+e_0)(c-d_0+e_0)(c+d_0-e_0) + 4c^2x^2}}{4} \\ &= \frac{\sqrt{S(ae_0f_0) + 4a^2x^2} + \sqrt{S(bf_0d_0) + 4b^2x^2} + \sqrt{S(cd_0e_0) + 4c^2x^2}}{4} \end{aligned}$$

피라미드의 측면적에 대하여 x 에 관한 극한값을 취하면 다음과 같이 수렴하게 된다.

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{Area_{Lateral}}{x} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} &= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{S(ae_0f_0) + 4a^2x^2} + \sqrt{S(bf_0d_0) + 4b^2x^2} + \sqrt{S(cd_0e_0) + 4c^2x^2}}{4x} \\ &\approx \frac{a+b+c}{2} \end{aligned}$$

(6)를 기반으로 대상체의 높이는 다음(x_{est})과 같이 예측된다.

$$\begin{aligned} x &\approx \frac{2Area_{Lateral}}{a+b+c} \quad (7) \\ &= \frac{\sqrt{S(ae_xf_x)} + \sqrt{S(bf_xd_x)} + \sqrt{S(cd_xe_x)}}{2(a+b+c)} = x_{est} \end{aligned}$$

IV. 실험

본 논문에서는 제안된 높이에측 기법의 성능 분석을 위하여 DMS를 장착한 Mote 모듈^[13]을 구현하였으며, 모듈 간 통신은 IEEE 802.15.4 표준^[14]을 따른다. 구현된 3개의 모듈 즉, 센서들을 Fig. 3과 같이 실험실 천장에 2m 간격으로 설치하고, 센서들이 설치된 천장에서부터 대상체의 머리끝까지의 높이(x)를 추정하는 실험을 실시하였다. 대상체를 천장에서부터 0.5m 또는 1m 거리에 위치시킨 후, 제안된 기법에 의한 높이에측 정확도 측정 실험을 실시하였다. 이를 위하여 매 실험마다 500개의 측정 샘플을 사용하여 실제 높이를 평균으로 하는 정규 분포로 나타내었다.

첫 번째 실험 환경에서 대상체는 천장에서부터 수직으로 0.5m 떨어진 곳에 위치하였다. Fig. 4(a)는 센서와 대상체 사이에 장애물이 없는 경우에 측정된 결과이며, Fig. 4(b)는 센서와 대상체 사이에 장애물(즉, 전등)이 있는 경우에 측정된 결과이다. 장애물이 간섭하지 않는 경우에는 약 95%의 데이터가 95% 신뢰구

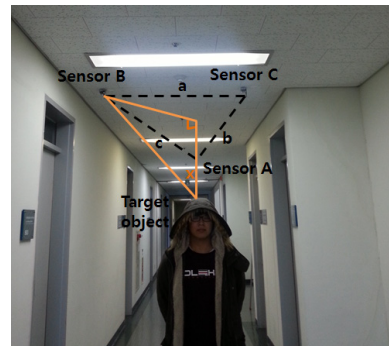


그림 3. 성능평가를 위한 실험환경
Fig. 3. Test environment for performance evaluation

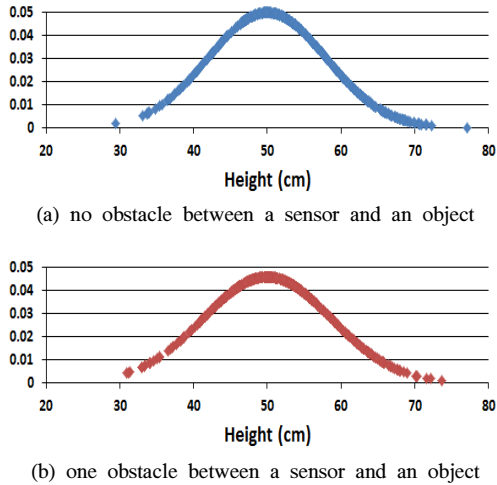


그림 4. 대상체가 0.5m 거리에 위치한 경우의 예측 정확도
Fig. 4. Prediction accuracy when the object is located at 0.5m

간(0.3432m와 0.6568m 사이)에 포함되었으며, 장애물이 간섭하는 경우에는 거리 측정 오차의 증가로 인하여 약 92%의 데이터가 95% 신뢰구간(0.3294m와 0.6706m 사이)에 포함되었다. 장애물의 간섭으로 인해 평균에 근접한 데이터는 감소한 반면에 평균을 초과하는 데이터는 증가하여 예측 정확도가 소폭 감소한 것을 볼 수 있다.

두 번째 실험 환경에서 대상체는 천장에서부터 수직으로 1m 떨어진 곳에 위치하였으며 첫 번째 실험과 동일한 수의 샘플 데이터를 바탕으로 Fig. 5와 같은

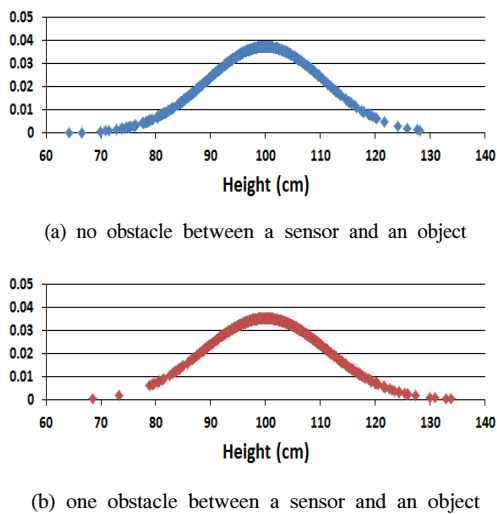


그림 5. 대상체가 1m 거리에 위치한 경우의 예측 정확도
Fig. 5. Prediction accuracy when the object is located at 1m

결과를 얻었다. 장애물이 간섭하지 않는 경우에는 약 93%의 데이터가 95% 신뢰구간(0.7902m와 1.2098m 사이)에 포함되었으며, 장애물이 간섭하는 경우에는 거리 측정 오차로 인하여 약 92%의 데이터가 95% 신뢰구간(0.7784m와 1.2216m 사이)에 포함되었다. 이전과 마찬가지로 장애물의 간섭으로 인해 평균에 근접한 데이터는 감소한 반면에 평균을 초과하는 데이터는 증가하여 예측 정확도가 감소하였다. 또한 첫 번째 실험 결과와 비교해볼 때 대상체가 천장에서부터 떨어질수록 그래프의 형태가 완만하다는 특징을 확인할 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 WSN기반 실내 보안 감시 시스템에서 감지된 대상체가 사람인지 여부를 판단하기 위하여, 감지된 대상체의 높이를 예측하는 3D 근사 위치 추적 기법을 제안하였다. 기존의 3D 위치추적 기법은 최소 4개 이상의 참조노드를 요구하며 복잡한 수식계산을 요구하는 문제점을 가지고 있다. 그러나 본 논문에서 고려하는 보안 감시 시스템에서는 대상체의 정확한 위치가 아니라 대상체의 높이만을 요구하므로, 본 논문에서는 최소 3개 이상의 참조노드를 요구하면서도 복잡한 수식 계산을 요구하지 않는 3D 근사 위치추적 기법을 제안하였다. 다시 말해서, 삼각형의 넓이를 계산하는 헤론의 법칙을 이용하여 대상체의 높이 측정 기법을 제안하였다. 또한 제안한 기법의 성능 분석을 위하여 여러 가지 시나리오에서 예측 정확도를 측정하여 약 93% 정도의 높은 성능을 보였다.

References

- [1] H. Hong and S.-H. Kim, "A robust continuous object tracking protocol using chained selective wakeup strategy in wireless sensor networks," *J. KICS*, vol. 38, no. 1, pp. 72-79, Jan. 2013.
- [2] T.-W. Jang and Y.-T. Shin, "A study on the object extraction and tracking system for intelligent surveillance," *J. KICS*, vol. 38, no. 7, pp. 589-595, Jul. 2013.
- [3] S. Lee, H. Lee, and D.-H. Cho, "An energy-efficient operating scheme of surveillance system by predicting the location of targets," *J. KICS*, vol. 38, no. 2, pp.

172-180, Feb. 2013.

[4] S. Samanta, P. U. Tembhare, and C. R. Pote, "A survey on 3d localization in wireless sensor networks," *Int. J. Comput. Eng. Res.*, vol. 3, no. 1, pp. 90-94, Jan. 2013.

[5] R. Butturini, J. Midgett, and D. Larue, "Discrimination of Children from Adults in Safety Systems(2004)," Retrieved Aug. 16 2013, from <http://www.cpsc.gov>.

[6] L. Wang, J. Zhang, and D. Cao. "A new 3-dimensional DV-hop localization algorithm," *J. Comput. Inf. Syst.*, vol. 8, no. 6, pp. 2463-2475, 2012.

[7] H. Chen, P. Huang, M. Martins, H. Cheung, and K. Sezaki. "Novel centroid localization algorithm for three-dimensional wireless sensor networks," in *Proc. IEEE WiCOM 2008*, pp. 1-4, Dalian, China, Oct. 2008.

[8] E. Guerrero, H. Wang, J. Alvarez, and L. Rivero, "A three-dimensional range-free localization algorithm based on mobile beacons for wireless sensor networks," *Computer Aided Drafting, Design and Manufacturing*, vol. 2010, no. 1, pp. 83-92, 2010.

[9] Q. Liu, P. Ren, and Z. Zhou, "Three-dimensional accurate positioning algorithm based on wireless sensor networks," *J. Computers*, vol. 6, no. 12, pp. 2582-2589, 2011.

[10] C. Liu, H. Jiang, and D.-L. Zeng, "Unitary matrix pencil algorithm for range-based 3D localization of wireless sensor network nodes," *J. Networks*, vol. 7, no. 9, pp. 1384-1390, 2012.

[11] Z. Xu, J. Watada, and Z. B. Musa, "Particle filter-based height estimation in human tracking," in *Proc. IEEE ICGEC 2011*, pp. 385-388, Xiamen, China, Sept. 2011.

[12] T. L. Heath, *A History of Greek Mathematics (Vol II)*, Oxford University Press, 1921.

[13] C. Suh, J.-E. Joung, and T.-B. Ko, "New RF models of the TinyOS simulator for IEEE 802.15.4 standard," in *Proc. IEEE WCNC 2007*, pp. 2236-2240, Kowloon, Hong Kong, Mar. 2007.

[14] IEEE 802.15 WPAN™ Task Group, IEEE standard (2003), Retrieved July 20, 2013, from <http://www.ieee802.org/15/pub/TG4.html>.

심 재 석 (Jaeseok Shim)



2012년 2월 : 수원대학교 정보
미디어학과 졸업
2014년 8월 : 수원대학교 컴퓨
터학과 석사
2014년 9월~현재 : 경기도
지역협력연구센터 U-City 보안
감시 기술협력센터 연구원

<관심분야> 빅 데이터 및 클라우드 컴퓨팅

임 유 진 (Yujin Lim)



1995년 2월 : 숙명여자대학교 전
산학과 졸업
1997년 2월 : 숙명여자대학교 전
산학과 석사
2000년 2월 : 숙명여자대학교 전
산학과 박사
2013년 3월 : 일본 Tohoku
university 박사

2004년 9월~현재 : 수원대학교 정보미디어학과 부교수
<관심분야> 무선 통신 및 클라우드 컴퓨팅

박 재 성 (Jaesung Park)



1995년 2월 : 연세대학교 전자
공학과 졸업
1997년 2월 : 연세대학교 전자
공학과 석사
2001년 2월 : 연세대학교 전기,
전자공학과 박사
2001년~2002년 University of
Minnesota (PostDoc.)

2002년~2005년 : LG전자(선임연구원)

2005년~현재 : 수원대학교 정보보호학과 부교수

<관심분야> 네트워크 성능 분석 및 프로토콜 개발