

Vol.22 No.1

ISBN 2234-2001(print)
ISSN 2635-5299(online)

한국콘텐츠학회 2024 종합학술대회

포스트 휴먼 시대의 디지털 콘텐츠 대전환 Digital Content Transformation in the Post-Human Era

일시 : 2024년 5월 24일(금) ~ 25일(토)
장소 : 동서대학교 센텀캠퍼스



KOCON.a
The Korea Contents Association

충북대학교
CHUNGBUK NATIONAL UNIVERSITY

농촌진흥청
Rural Development Administration

COSS
콘텐츠산업진흥원

KC-ST

과학기술정보통신부

DSU Dongseo University
동서대학교

ADCIF 아시아미래디자인연구소
ASIA DESIGN CENTER FOR FUTURE

BrainKorea21
미래창조과학부
미래창조과학부
미래창조과학부

4차 산업혁명 21 서비스디자인 기반 글로벌
사회혁신 교육연구팀
Service Design based Global Social Innovation Educational Research Team

1. 배재대학교 신기술혁신융합대학사업단 우수 성과 발표
: 이병엽 단장
2. 목원대학교 LINC 3.0 사업단 우수 성과 발표
: 정철호 단장
3. 목포대학교 LINC 3.0 사업단 우수 성과 발표
: 정석원 부단장
4. 충북대학교 LINC 3.0 사업단 우수 성과 발표
: 유재수 단장

1. 웹툰 기반형 한국 도깨비 힐링 3D 게임 설계 및 구현 **203**
: 박가연(목원대), 이유민(목원대), 조완희(목원대), 조원근(목원대), 민병원(목원대)
2. 도깨비 캡처 : 이매당량 대질주 **205**
: 김진제(목원대), 송기현(목원대), 윤승근(목원대), 이상기(목원대), 안성진(우송대), 민병원(목원대)
3. 여행 일정 추천 서비스 설계 **207**
: 신은섭(충북대), 최은지(충북대), 차동현(충북대), 유재수(충북대)
4. 기상환경에 따른 태양광발전 전력량 분석 기술 개발에 관한 연구 **209**
: 이광민(국립목포대), 이지훈(국립목포대), 김동희(국립목포대), 맹현철(국립목포대), 장한채(국립목포대), 김지수(국립목포대), 장가은(국립목포대), 이현호(국립목포대), 유영재(국립목포대)
5. 공공데이터, Chat GPT를 활용한 거주지 추천 및 분석 **211**
: 홍승우(국립목포대), 오재욱(국립목포대), 한아연(국립목포대), 조재현(국립목포대), 시준 커드키(국립목포대), 이대일(국립목포대)
6. 바코드를 활용한 SQL Injection 공격 가능성에 따른 방어 메커니즘 제안 **213**
: 정지용(배재대), 신동엽(배재대), 나영진(배재대), 현재영(배재대), 이병엽(배재대), 강아름(배재대)
7. 가중치 평균 삼변 측량과 칼만 필터를 이용한 실내 위치 추정 기법 **215**
: 오상우(충북대), 정재호(충북대), 성우제(충북대), 유재수(충북대)
8. 자율주행 차량에서 사고 실시간 대응 서비스를 위한 e-Call 시스템 설계 **217**
: 강민규(충북대), 오재욱(충북대), 유재수(충북대)
9. 콘텐츠 보호를 위한 엔트로피 기반 랜섬웨어 탐지 및 예측 모델 연구 **219**
: 김진욱(국립목포대), 이영재(국립목포대), 윤정훈(국립목포대), 이정률(국립목포대)
10. 대학생을 위한 대회 소개 및 팀 구성 지원 앱 **221**
: 이재희(목원대), 김병현(목원대), 김수하(목원대), 김예지(목원대), 강지윤(목원대)
11. 편부가정 여성 자녀를 위한 지원 패키지 제작 및 2차성징 교육 콘텐츠 제공 **223**
: 김유리(목원대), 장은미(목원대), 추민채(목원대)
12. 사용자 맞춤형 운동 개선을 위한 헬스 헬퍼 **225**
: 임규빈(목원대), 심진용(목원대), 김기탁(목원대), 김민서(목원대), 송민준(목원대), 이상욱(목원대)
13. 개인 맞춤형 식습관 관리 서비스 설계 및 구현 **227**
: 김효민(충북대), 이다영(충북대), 김은미(충북대), 유재수(충북대)
14. 청소년을 위한 VR 마약 예방 교육: 실제 사례 기반 가상 현실을 통한 직관적 학습 전략 **229**
: 조재천(배재대), 김석훈(배재대)
15. VR 수어 교육을 통한 수어 보편화 **231**
: 홍순거(배재대), 박선재(배재대), 김성중(배재대), 김석훈(배재대)
16. 불량품 검출을 위한 비지도 학습 기반의 FastFlow 모델 연구 **233**
: 문경지(충북대), 정현규(충북대), 강현수(충북대)
17. 배달원의 사고 예방을 위한 배달 앱 설계 **235**
: 김성원(국립목포대), 문성연(국립목포대), 김도원(국립목포대), 손정현(국립목포대), 이정인(국립목포대), 손현승(국립목포대)
18. 키보드 도로 균열 탐지 시스템 설계에 관한 연구 **237**
: 마수빈(목포대), 서정원(목포대), 송진인(목포대), 조민근(목포대), 명다은(목포대), 윤숙(목포대)

가중치 평균 삼변 측량과 칼만 필터를 이용한 실내 위치 추정 기법

Indoor Positioning Method Using Weighted Average Trilateration and Kalman Filter

오 상 우, 정 재 호, 성 우 제, 유 재 수[†]
충북대학교 정보통신공학부

Sangwoo Oh, Jaeho Jeong, Wooje Sung,
Jaesoo Yoo
Department of Information and Communication
Engineering, Chungbuk National University

요약

현재 널리 사용되는 실내 측위 방식으로는 UWB, WIFI, BLE Beacon 등이 있다. UWB와 WIFI 방식은 비교적 높은 위치 정확도를 가지지만 높은 가격으로 인해 광범위한 환경에서 이용하기에는 제약이 따른다. BLE 비콘을 활용한 방식은 정확도는 앞서 언급한 방식에 비해 낮은 위치 정확도를 보이지만 저렴하며, 매우 낮은 전력을 소모하기에 유지 비용이 적게 든다. 따라서 본 논문에서는 칼만 필터와 가중치 평균 삼변 측량에 기반한 실내 위치 추정 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 칼만 필터를 이용해 노이즈를 줄여 불안정한 RSSI 값을 안정적인 RSSI 값으로 변환한다. 또한 삼변 측량을 사용하기 위해 변환된 RSSI 값을 거리로 환산한 후 가중치 평균 삼변 측량을 통해 높은 정확도의 위치를 추정한다. 고정된 위치와 움직이는 위치에서의 실험을 수행하여 제안하는 기법의 우수성을 보인다.

I. 서론

현재 널리 사용되고 있는 실내 측위 기법으로는 UWB(Ultra-Wideband), WIFI, BLE 비콘(Beacon)을 활용한 방식이 있다. UWB와 WIFI 방식은 비교적 높은 위치 정확도를 가지지만 높은 가격으로 인해 광범위한 환경에서 이용하기에는 제약이 따른다[1]. 반면 BLE 비콘을 활용한 방식은 정확도는 앞서 언급한 방식에 비해 낮은 위치 정확도를 보이지만 저렴하며, 매우 낮은 전력을 소모하기에 유지 비용이 적게 든다. BLE 비콘은 Bluetooth Low Energy(BLE) 기술을 사용하여 근거리에서 정기적으로 블루투스 신호를 방출하는 장치이며, 이 신호에는 신호 강도를 나타내는 RSSI(Received Signal Strength Indicator) 값이 포함된다. 따라서 본 논문에서는 BLE 비콘의 단점인 낮은 위치 정확도를 보완하기 위해 칼만 필터와 가중치 평균 삼변 측량에 기반한 실내 위치 추정 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 칼만 필터를 이용해 불안정한 RSSI 값을 안정적인 RSSI 값으로 변환한다. 또한 실제 환경에서의 측정 오류에 유연하게 대처할 수 있는 가중치 평균을 사용한 삼변 측량 방식을 통한 실내 위치 추정 방식을 제안한다.

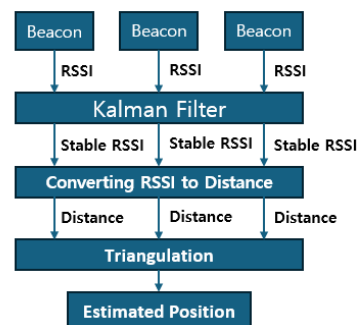
II. 제안하는 실내 측위 기법 설계

[†] 교신저자 유재수(yjs@chungbuk.ac.kr)

본 논문은 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 3단계 산학협력 선도대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

1. 시스템 구조도

그림 1은 본 논문이 제안하는 시스템의 구조도이다. 먼저 세 개의 비콘으로부터 들어오는 각 RSSI 값을 수집한다. 그 후 수집한 세 개의 RSSI 값을 칼만 필터에 적용하여 불안정한 RSSI 값을 안정적인 RSSI 값으로 변환한다. 변환된 각 RSSI 값은 거리 변환 공식을 통해 사용자와 비콘까지의 거리로 환산된다. 마지막으로 환산된 세 개의 거리와 인식된 세 개의 비콘의 위치를 활용하여 삼변 측량법에 적용하여 실내에서의 위치를 추정한다.



▶▶ 그림 1. 시스템 구조도

2. 칼만 필터

칼만 필터는 시스템의 상태를 예측하고 측정된 데이터를 통해 이 상태를 반복적으로 업데이트하여 불확실성을 최소화

하는 재귀적인 알고리즘이다[2]. 제안하는 시스템에서는 1차원의 RSSI 값을 사용하기 때문에 알고리즘을 쉽게 구성하여 오차를 최소화 할 수 있었다.

칼만 필터는 크게 예측 단계와 업데이트 단계로 나뉜다. 예측 단계는 시스템의 이전 상태를 기반으로 현재 상태를 예측한다. 수식 1는 현재 상태를 예측하는 수식으로, 만약 처음 인식된 비콘이라면 이전 상태(x_k^-)에 입력으로 들어온 RSSI 값(z_k)을 그대로 사용하며, 이미 인식되었던 비콘이라면 이전에 업데이트 되었던 RSSI 값을 대입한다. 수식 2는 칼만 이득(K_k)을 구하는 수식이다. 칼만 이득(Kalman gain)은 예측된 상태와 새로운 측정 사이의 가중치로 이용된다. 수식 3은 칼만 이득을 구할 때 사용되는 오차 공분산(P_k^-)을 구하는 수식이다. 오차 공분산(P_k^-)은 상태 추정치의 오류의 공분산을 나타낸다. 수식 3에서 P_k^+ 는 현재 상태의 오차 공분산을 의미하며, P_k^- 는 이전 상태의 오차 공분산을 의미한다. 맨 처음 오차 공분산은 1로 초기화한다.

$$x_k^+ = x_k^- + K_k \times (z_k - x_k^-) \quad (1)$$

$$K_k = \frac{P_k^-}{P_k^- + R} \quad (2)$$

$$P_k^+ = (1 - K_k) \times P_k^- \quad (3)$$

업데이트 단계에서는 한번 인식되었던 비콘이 다시 인식되었을 때 칼만 필터링에 재귀적으로 사용하기 위해 변수를 최근에 계산되었던 값으로 변경한다.

따라서 본 논문에서는 이전 상태를 기반으로 현재 상태를 추정하고 계산에 필요한 파라미터들을 지속적으로 업데이트 하여 다음 필터링에 사용하는 재귀적인 필터링 알고리즘인 칼만 필터를 통해 불안정한 RSSI 값을 안정적인 값으로 변환하여 위치 오차를 최소화한다.

3. 거리 변환

수식 4는 RSSI 값을 거리로 환산하는 수식이다. 칼만 필터를 통해 필터링된 안정적인 RSSI 값은 삼변 측량을 위해 거리로 환산되어야 한다. 따라서 필터링된 세 개의 RSSI 값은 수식 4에 의해 사용자와 비콘까지의 거리로 환산된다.

$$d = 10^{\frac{\alpha - RSSI}{10n}} \quad (4)$$

여기서 d는 현재 위치로부터 비콘까지의 거리이며, α 는 TX power 값으로 특정 거리에서 수신기로부터 측정된 기본 RSSI 값이다. n은 경로 손실 지수로 주변 환경(벽 또는 장애물의 여부)에 따라 2~4의 값을 가지며, 장애물이 많을수록 높은 값을 가진다.

4. 가중치 평균 삼변 측량

환산된 세 개의 거리값은 인식된 세 개의 비콘의 위치와 함께 가중치 평균 삼변 측량 계산에 활용된다. 가중치 평균 삼변 측량이란 수식 5와 같이 환산된 거리의 역수를 가중치 w로 활용하여 가중치에 인식된 비콘의 위치인 (x_i, y_i)에 곱하고 평균을 계산하여 최종 목표인 가중 평균 위치를 측정한다.

$$x = \frac{\sum (w_i \times x_i)}{\sum w_i}, y = \frac{\sum (w_i \times y_i)}{\sum w_i} \quad (5)$$

5. 실내 측위 실험 및 결과

본 논문에서는 앞서 제안한 방식을 활용하여 비콘 세 개를 이용하여 좁은 실내 공간 내에서 가만히 있을 때와 움직일 때의 위치를 추적하는 두 가지 실험을 진행하였다.

그림 2는 실내 공간에서 가만히 있을 때, 10번의 위치 추정 결과이다. 실험 결과, 오차 10cm 미만의 위치 추정 결과를 확인할 수 있었다.

```
Collected position: (1.4796991168420655, 3.9351296378540623)
Collected position: (1.4462137923260932, 3.9669216011281394)
Collected position: (1.4373421411346687, 3.9805422684926888)
Collected position: (1.440420098384569, 3.972395228872674)
Collected position: (1.4219025290849372, 3.9781397088884884)
Collected position: (1.4213838562664949, 3.9745753824022847)
Collected position: (1.4202272624415104, 3.9517118410272123)
Collected position: (1.428905475569807, 3.9305023237727448)
Collected position: (1.3920654379033413, 3.961748308958255)
Collected position: (1.3626309029163315, 3.9914835990581587)
```

▶▶ 그림 2. 고정된 위치(1.4,3.9)에서의 위치 추정 좌표

그림 3은 실내 공간에서 움직일 때, 10번의 위치 추정 결과이다. 시작점(1.5, 4.3)에서 도착점(2.3, 3.8)까지 일자로 움직였으며, 오차는 20cm 미만임을 알 수 있었다.

```
Collected position: (1.500060295567394, 4.354978791770874)
Collected position: (1.4985211387378854, 4.337831738211719)
Collected position: (1.6363478455126566, 4.204745761581133)
Collected position: (1.7824025532875776, 4.124507563024868)
Collected position: (2.0580114010888555, 3.936325894628199)
Collected position: (2.122660561360507, 3.9068406525431825)
Collected position: (2.229244650305394, 3.833644570636194)
Collected position: (2.319033968120312, 3.8480816284749593)
Collected position: (2.3426173482647092, 3.8464692434350782)
Collected position: (2.3868961261488417, 3.8597733391991915)
```

▶▶ 그림 3. 움직이는 위치에서의 위치 추정 좌표

III. 결론

본 논문에서는 칼만 필터와 가중치 평균 삼변 측량에 기반한 실내 위치 추정 기법을 제안하였다. 제안하는 기법은 BLE 비콘의 단점인 낮은 위치 정확도를 보완하기 위해 불안정한 RSSI 값을 안정적인 RSSI 값으로 변환해주는 칼만 필터 방식을 사용하였다. 실제 환경에서의 측정 오류에 유연하게 대처할 수 있는 가중치 평균을 사용한 삼변 측량 방식을 기반으로 하였다. 실험을 통해 제안하는 기법의 성능이 우수함을 보였다. 향후 제안하는 기법의 우수성을 보이기 위해 더 많은 비콘을 통해 더 넓은 지역에서 실험을 진행할 예정이다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] 임수중, 성민관, 윤상석 “비콘 삼변측량을 이용한 실내 환경에서의 사용자 위치 추정”, 한국정보통신학회, pp.180-182, 2021.
- [2] 윤경주, 조재혁 “칼만 필터를 사용한 센서 데이터 시공간 예측 방법 제시”, ICT플랫폼학회, pp.94-96, 2023.