

P O R T F O L I O

조민경

Mobile: 010-4813-0849

E-mail: cho_omk@kaist.ac.kr

1. 학부 졸업프로젝트: 지능형 근거리 상황인지 빌딩 보안 시스템

- D. Jeong, M. Cho, O. Gnawali, and H. Lee, “Proactive patrol dispatch surveillance system by inferring mobile trajectories of multiple intruders using binary proximity sensors,” IEEE INFOCOM 2016 - The 35th Annual IEEE International Conference on Computer Communications. pp. 1–9, 2016.

2. 스마트 홈 커뮤니티 서비스 프로젝트

3. 석사 연구: 다중사용자 환경 내 Activity 단위 IoT event stream 분할 기법

- Minkyung Cho, Younggi Kim, and Younghee Lee, “Contextual Relationship-based Activity Segmentation on an Event Stream in the IoT Environment with Multi-user Activities,” In Proceedings of the 3rd Workshop on Middleware for Context-Aware Applications in the IoT (M4IoT 2016). ACM, New York, NY, USA, 7-12. 2016.

지능형 근거리 상황인지 빌딩 보안 시스템

프로젝트 개발 목표 및 요약

• 프로젝트 개발 목표



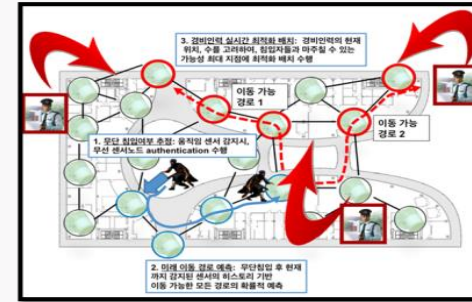
비용 절감

- 움직임 센서 장착 노드로 구성된 **ZigBee 네트워크** 활용
- 저비용으로 정밀하게 구현 가능



사건 범죄 예방 솔루션

- CCTV의 단점 보완
- 사후 처리가 아닌 **사전 예방**에 초점

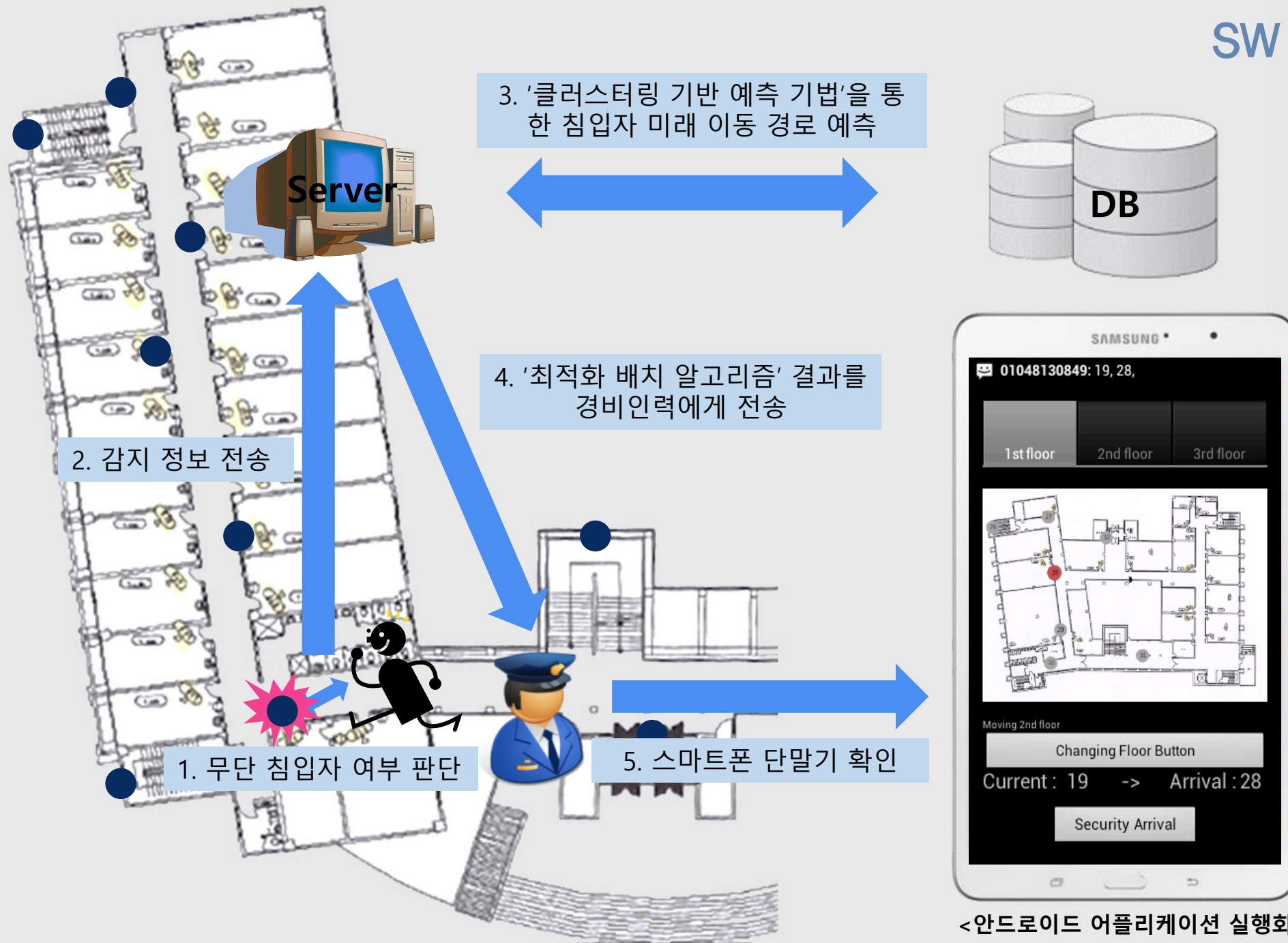


효율적 경비 인력 배치

- 침입자의 무단 침입 여부 판단
- 침입자 이동 경로 예측
- **경비인력의 실시간 최적화 배치**

• 프로젝트 요약

- (1) ZigBee센서의 감지 정보를 통한 무단 침입자 여부 판단 → 침입자인 경우, 이동 경로를 서버에 전송
- (2) 일정 길이의 이동 경로 수집 → '클러스터링 기반 예측 기법'을 통한 침입자 미래 경로 예측
- (3) '최적화 배치 알고리즘' 을 통한 경비인력의 최적화 배치 → 각 경비인력의 스마트 기기로 배치 결과 전송

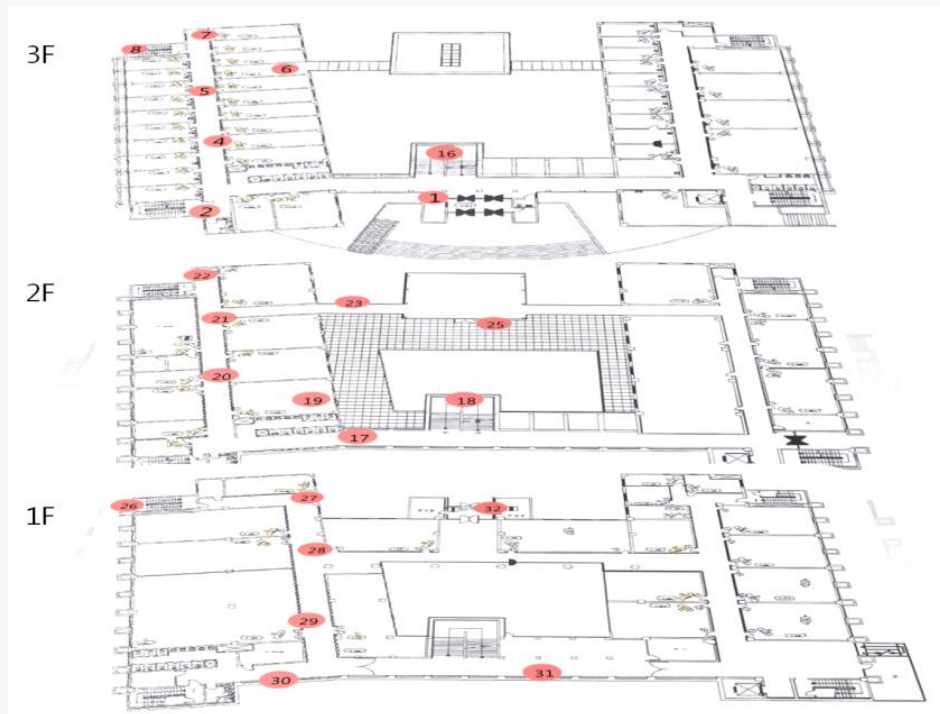


연구 개발 I. TinyOS 기반 테스트베드 구축

- ZigBee 센서 노드가 움직임을 감지하면, 신호 세기를 이용해 가장 근접한 사용자 인식
- 센서 노드 간 CTP 라우팅 기법을 구현하여 효율적으로 서버와 연결된 노드로 정보 전송
- 실제 빌딩에 23개의 ZigBee 노드를 설치해 **사용자 이동 경로에 대한 데이터베이스 구축**



ZigBee 센서 노드
- 움직임 센서가 장착된
무선 근거리 센서



빌딩 내 23개 센서 노드 설치 위치

MOBILE	SENSOR	DETECTED TIME
50	1	2014-05-17 20:19:46:606
50	2	2014-05-17 20:20:02:484
50	2	2014-05-17 20:20:05:401
50	2	2014-05-17 20:20:07:515
50	4	2014-05-17 20:20:18:507
50	4	2014-05-17 20:20:21:534
50	5	2014-05-17 20:20:28:746
50	6	2014-05-17 20:20:33:917
50	6	2014-05-17 20:20:35:101
50	5	2014-05-17 20:20:37:926
50	6	2014-05-17 20:20:38:797
50	7	2014-05-17 20:20:41:712
50	7	2014-05-17 20:20:43:767
50	7	2014-05-17 20:20:46:798
50	8	2014-05-17 20:20:50:489
50	8	2014-05-17 20:20:55:662
50	5	2014-05-17 20:20:56:959
50	22	2014-05-17 20:21:02:047
50	8	2014-05-17 20:21:03:079
50	21	2014-05-17 20:21:12:191
50	20	2014-05-17 20:21:21:419

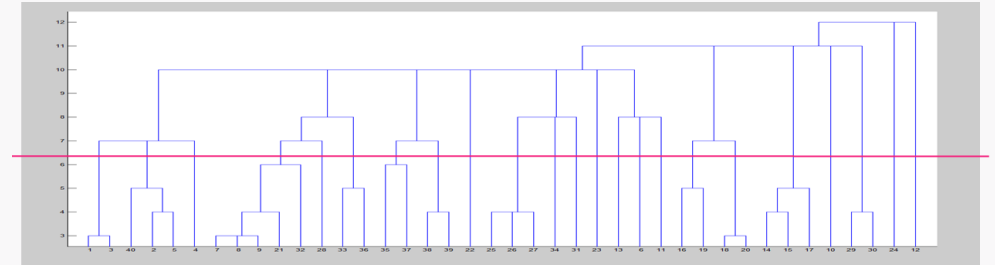
50번 사용자의 빌딩 내 이동 경로

연구 개발 2. Data Clustering & Feature Extraction

- 수집한 경로들에 대하여 계층적 클러스터링을 수행하기 위한 **Distance Matrix** 계산
: 데이터 간 연관성을 고려한 거리 측정 기법 고안 (기존 Edit distance 알고리즘 변형)

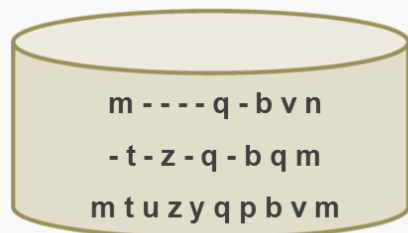
$$d_{ij} = \begin{cases} d_{i-1,j-1} & a_j = b_i \\ \min \begin{cases} d_{i-1,j} + w_{\text{del}}(b_i) \\ d_{i,j-1} + w_{\text{ins}}(a_j) \\ d_{i-1,j-1} + w_{\text{sub}}(a_j, b_i) \end{cases} & a_j \neq b_i \end{cases}, \text{ for } 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n.$$

$$\text{Normalized Edit Distance} = \sum_{i=0, j=0}^{m, n} d(i, j) / \min(m, n)$$



→ 클러스터링 성능 측정 결과, 적정 클러스터 개수: 29 개

- DB에 수집된 총 이동 경로에 대하여 계층적 클러스터링을 수행한 후, **각 클러스터 당 특징 프로파일 형성**



클러스터 N



P1(m) = 1
P2(t) = 1
P3(u) = 1
P4(z) = 1
P5(y) = 1
P6(q) = 1
P7(p) = 1
P8(b) = 1

P9(v) = 2/3, P9(q) = 1/3
P10(m) = 2/3, P10(n) = 1/3

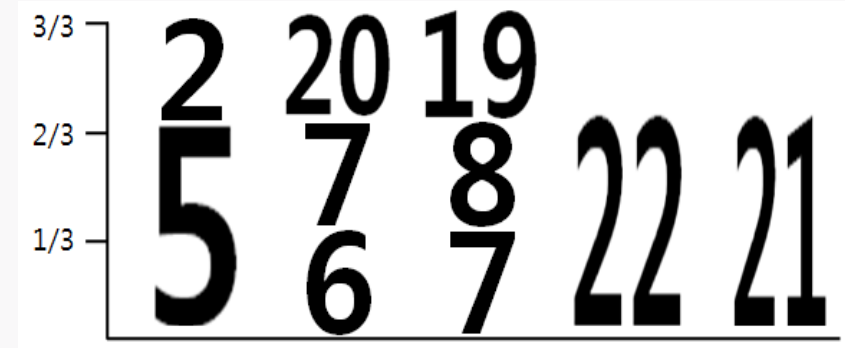
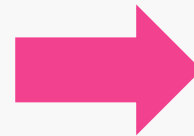
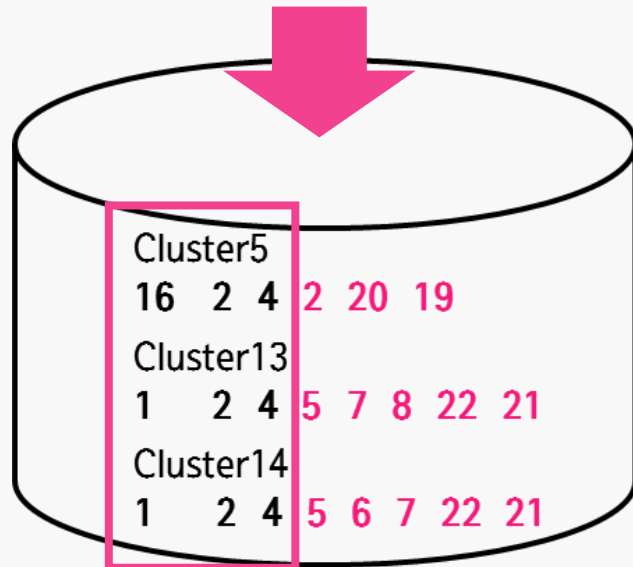
클러스터 N의 프로파일



연구 개발 3. 침입자 미래 경로 예측

- Radio Frequency(RF)를 통해 사용자에게 인증요청패킷 전송 및 무단 침입자 판정
- 침입자의 **미래 이동 경로를 예측하는 알고리즘**을 통해, 이동 가능성이 있는 노드들의 확률 정보 추출
 - 수집된 침입자의 이동 경로를 기반으로 각 클러스터의 프로파일과 유사도 측정
 - 유사도가 높은 Top3 클러스터 추출 및 미래 이동 경로에 대한 확률 파악

침입자 이동 경로: 1 - 16 - 2 - 4



침입자 미래 이동경로에 대한 확률 정보

연구 개발 4. 경비 인력 최적화 배치

- 특정 경비인력이 특정 노드로 배치되었을 때 침입자와 마주칠 수 있는 확률(Normalized Detection Probability) 정의

$$\text{Normalized Detection Probability(Security I, Node A)} \\ = \frac{\text{Detection Probability(Node A)}}{f(d(\text{Security i} \rightarrow \text{Node A}))}$$

- 각 경비 인력의 이동 거리 최소화 & 침입자와 마주치는 확률 최대화
→ 기존 알고리즘 수정 및 구현

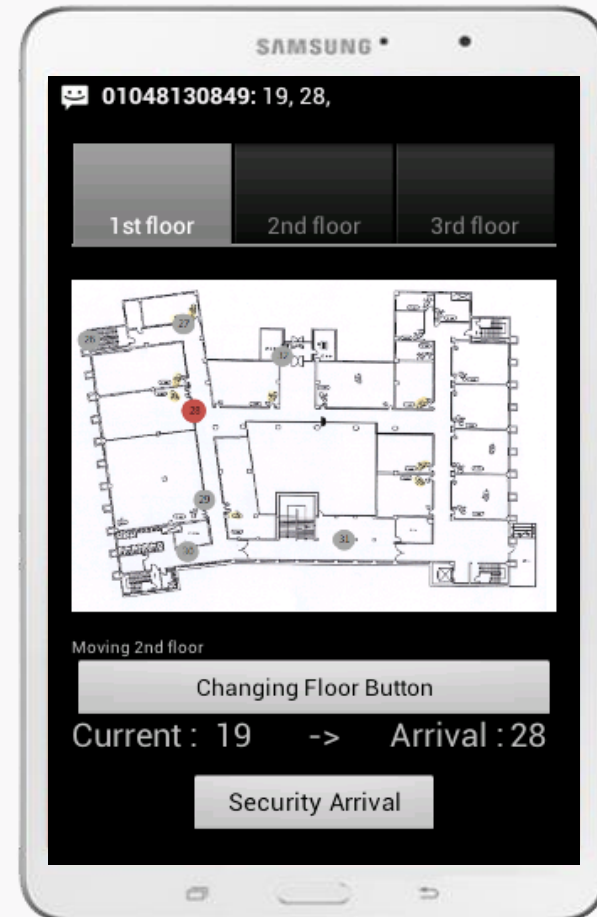
$$\text{Maximize } \sum_{i,j,k} I^{(k)}_{i \rightarrow A_j} * \frac{\text{Detection Probability(Node A)}}{f(d(\text{Security i} \rightarrow \text{Node A}))} \quad (1)$$

$$\text{Subject to } \sum_{i,j} I^{(k)}_{i \rightarrow A_j} = 1 \text{ for all } k \in [1, m] \quad (2)$$

$$I^{(1)}_{i \rightarrow A_j} = I^{(2)}_{i \rightarrow A_j} = \dots = I^{(m)}_{i \rightarrow A_j} \text{ for all } i \in [1, n] \quad (3)$$

$$I^{(k)}_{i \rightarrow A_j} \leq J_{i \rightarrow A_j}, \sum_j J_{i \rightarrow A_j} = 1 \text{ for all } i \in [1, n] \quad (4)$$

- 경비 인력이 자신의 배치 결과를 확인하는 안드로이드 어플리케이션 →



주요 연구 분야 및 역할

- 주요 연구 분야

Data processing, Pattern recognition, Embedded system, Energy-Efficient Wireless Networks

- 맡은 역할

내용	프로그래밍 언어
임베디드 시스템 개발: TinyOS 어플리케이션 제작	JAVA, nesC (Zigbee 기반 CTP 라우팅 구현)
빌딩 내 이동경로 데이터셋 수집	-
Data 특징 분석 / 거리 측정 알고리즘 고안 및 구현	JAVA
무단 침입자 미래 경로 예측 알고리즘 고안 및 구현	MATLAB
센서 노드 간 CTP 라우팅 코드 작성	nesC
RSSI의 신호값을 이용한 무단 침입자 탐지 코드 작성	nesC
Data clustering, Feature extraction 코드 작성	JAVA
Data clustering 성능 측정 코드 작성	MATLAB
JAVA-MATLAB 연동	MATLAB, JAVA
Thread를 이용한 모든 컴포넌트 합치기	JAVA

스마트 홈 커뮤니티 서비스 프로젝트

■ 스마트 홈 커뮤니티 서비스 프로젝트

- 과제 번호/과제 명: B0101-16-0334

IoT 기반 스마트 홈 커뮤니티에서 안전하고 행복한 삶을 위한 소셜 매칭 및 소통 서비스 기술 개발

- 주관 기관: 한국과학기술원 (총괄 책임자: 이동만)



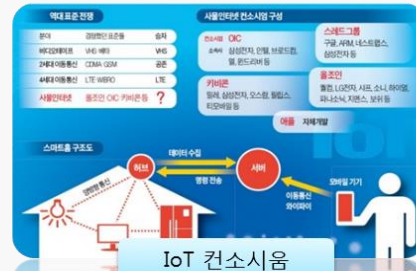
LG 홈챗



삼성 스마트 홈



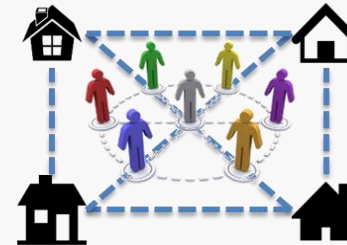
Ericsson



IoT 컨소시움

스마트 홈 3.0

- 여러 회사 가전기기가 서로 함께 작용하고 스마트 홈 서비스끼리도 연계되는 단계



스마트 홈 4.0

- 스마트 홈 커뮤니티 구성을 통해 안전/행복한 인간 중심적인 생활 환경 구축 단계

스마트 홈 1.0

- 가전기기들이 하나의 시스템으로 통합/연결

스마트 홈 2.0

- 소비자가 행동하지 않아도 가전기기가 알아서 해주는 서비스 및 보안체제의 결합

■ 스마트 홈 커뮤니티 서비스 프로젝트

IoT 기반 스마트 홈 커뮤니티 환경에서 안전하고 행복한 삶을 누리도록 하기 위하여 IoT 기반 스마트 홈 데이터를 수집·정형화하고,
 다차원 상황정보 기반 매칭을 통한 이웃 간 맞춤형 커뮤니티를 구성하여
 실시간으로 맞춤형 커뮤니티 서비스를 제공하는 자율 학습형 서비스 지원 프레임워크 기술 개발

연구 진행



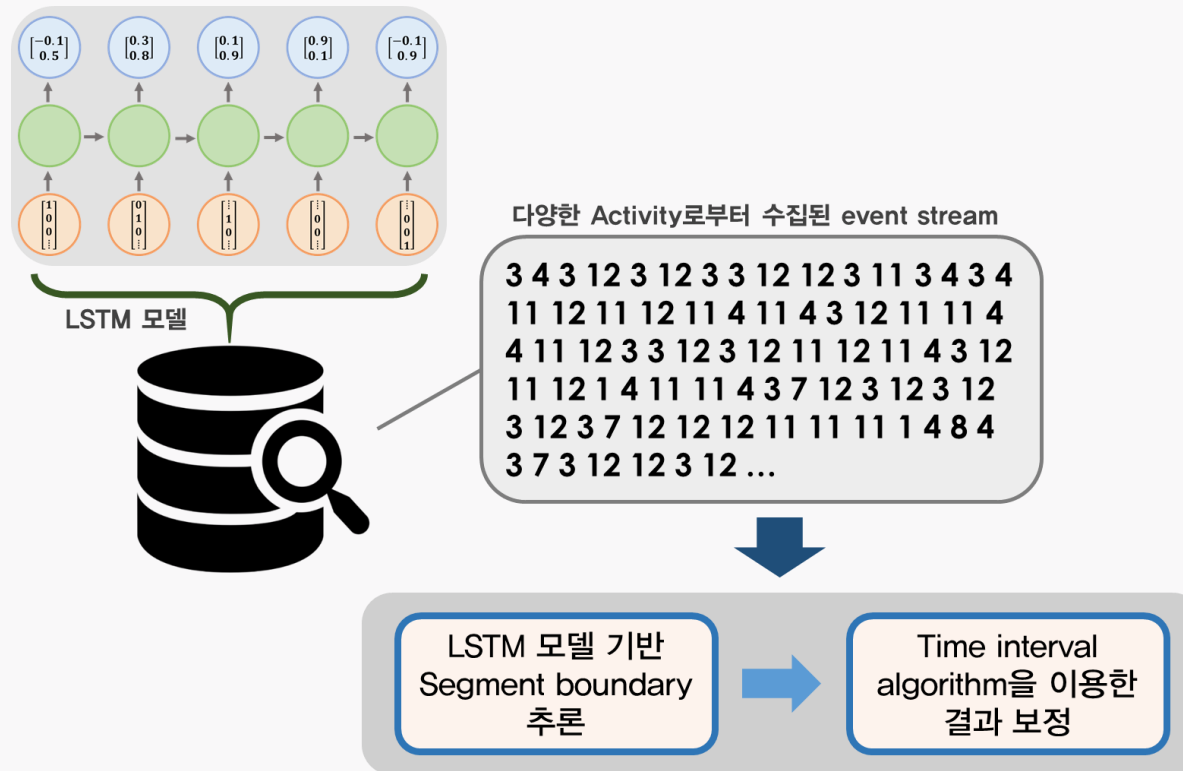
■ 맡은 역할

내용	프로그래밍 언어
<ul style="list-style-type: none"> • Smart object(Seat agent) 담당자 카이스트의 세미나실 10개의 의자에 IR센서를 장착해 사람이 의자에 앉고 일어서는 이벤트를 감지하고, 보드 pc간 TCP통신을 통해 전체 사람 수를 카운팅하는 Agent 개발 	JAVA
<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 스트림 분석 및 Activity 단위 분할 오랜 기간 MongoDB에 쌓인 긴 IoT 데이터 스트림을 실제 발생한 Activity단위로 정확하게 분할하는 기술 연구 및 개발 → 어떤 activity가 발생했는지 모르기 때문에, 수집된 데이터 패턴만으로 분할 지점을 추론해야하는 어려움이 있음. 	Python
<ul style="list-style-type: none"> • 양질의 데이터를 위한 오류 데이터 보정 실제 IoT 테스트베드에서는 다양한 원인으로 인하여 오류 데이터가 수집되는 경우가 많음 → Webcam을 확인하여 정상적으로 데이터를 보정함. 	—

다중사용자 환경 내 Activity 단위 IoT event stream 분할 기법

- 필요성
 - IoT환경 내 사용자들에게 상황에 맞는 적절한 서비스를 제공하기 위하여 정확한 Activity recognition 연구가 필요함.
 - 다중사용자들이 Activity(예: 'Phone call', 'Seminar', 'Study')를 수행하는 동안 각종 스마트 기기들을 작동시켜 IoT환경 내 Activity는 기기들이 발생시킨 event(예: 'Entrance', 'Stand up', 'Light on')의 스트림으로 표현됨.
 - 따라서, 주어진 event stream으로부터 activity를 인지하기 위해선, 여러 Activity가 발생하는 동안 수집된 event stream을 발생한 Activity 단위로 분할하는 과정이 선행되어야 함.
 - Activity Segmentation
 - Activity segmentation의 정확성은 Activity recognition의 성능에 큰 영향을 미침.

- 1) Deep learning을 통해 event stream에 내제된 **contextual relationship**을 파악하여 segment boundary 추론
 → 일련의 Event들의 순서/조합이 내포하는 문맥을 통해 Activity 진행상태 파악
- 2) 2 step-time interval validation 알고리즘을 통해 1)에서 추론한 boundary 보정



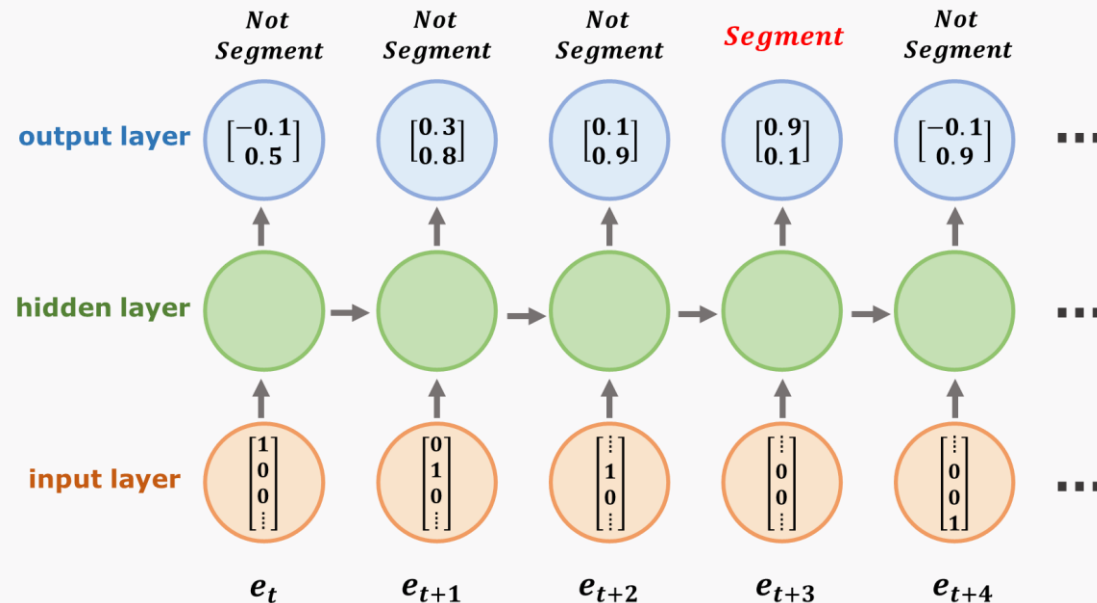
연구 개발 1: 딥러닝을 이용한 event stream의 문맥 파악

1. Activity segmentation에 특화된 LSTM 모델 구축

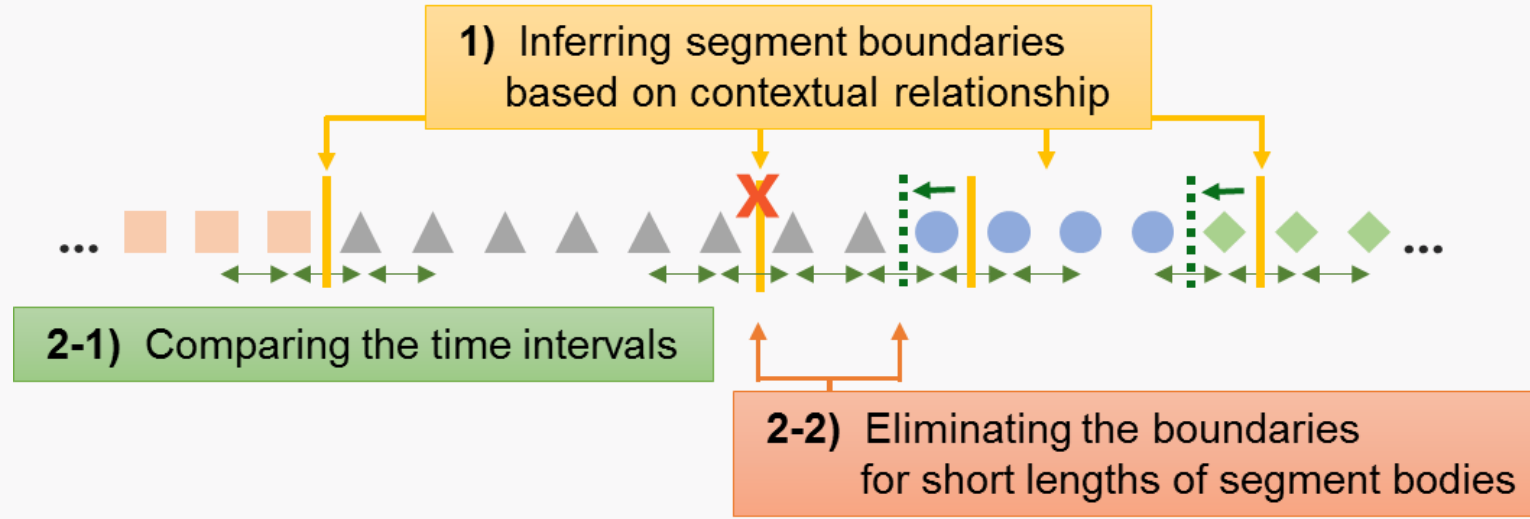
- Segment boundary를 위한 Target vector에 가중치 부여 → Bias problem 해결

$$\text{weight } \omega = \sqrt{\frac{(e_{total} - e_{boundary})}{e_{boundary}}}$$

- LSTM input에 event stream으로 부터 파악 가능한 **object status**를 추가하여 높은 성능 도출
→ 약 94%



연구 개발 2: 2 step-time interval validation 알고리즘



2. LSTM 결과 보정 알고리즘 고안

- LSTM의 결과에는 one-bit shifted boundary가 포함 → 제안 알고리즘으로 해결 가능
- 2-1) event간 시간 간격 비교 및 2-2) segment의 길이를 확인하여, LSTM에서 추론한 결과를 검증 및 보정
→ 보정 결과 정확도: **96.77%** (기존 연구 정확도: 75% ~ 85%)

주요 연구 분야 및 역할

- 주요 연구 분야

IoT, Data analysis/processing, Machine learning, Pattern recognition

- 맡은 역할

내용	프로그래밍 언어 / 사용 도구(라이브러리)
다중사용자 환경 event stream의 4가지 특징 분석	—
다양한 기계학습(Linear/Logistic Regression, SVM, Random Forest, naive bayes, HMM, RNN, LSTM) 적용 및 비교	JAVA / Weka, Scikit-learn
Activity Segmentation에 특화된 LSTM 구축 및 구현	Python / Tensorflow
[LSTM] Bias problem 해결 방법 고안 및 구현	Python
[LSTM] 성능 향상 방법 고안 → Object status 코드 구현	Python
Time validation algorithm 고안 및 구현	Python

감사합니다.

조민경

Mobile: 010-4813-0849

E-mail: cho_omk@kaist.ac.kr