

네트워크 커버리지 기반 센서 레지스트리 시스템의 경로 예측 정확성 평가

정현준*, 정동원**†, 이석훈*, 백두권*†

*고려대학교 컴퓨터전파통신공학과

**군산대학교 통계컴퓨터과학과

e-mail : darkspen@korea.ac.kr, djeong@kunsan.ac.kr, {leha82, baikdk}@korea.ac.kr

Accuracy Evaluation of Path Prediction for Network Coverage-based Sensor Registry System

Hyunjun Jung *, Dongwon Jeong**†, Sukhoon Lee *, Doo-Kwon Baik*†

*Dept. of Computer and Radio Communications, Korea University

**Dept. of Statistics and Computer Science, Kunsan National University

요 약

센서 레지스트리 시스템(Sensor Registry System, SRS)은 기기중 환경에서 센서 네트워크 환경에서 센서 데이터의 즉각적 활용 및 끊임 없는 해석을 위해 사용자에게 센서 메타데이터를 제공한다. SRS에서 센서 메타데이터를 안정적으로 송신하기 위하여 경로 예측 기반 센서 레지스트리 시스템을 제안한다. 하지만 네트워크 연결이 지원되지 않거나 신호가 불안정한 경우에 센서 메타데이터를 안정적으로 제공할 수 없다. 이 문제를 해결하기 위하여 네트워크 커버리지 기반 센서 레지스트리 시스템을 제안한다. 이 논문에서는 네트워크 커버리지 기반 센서 레지스트리 시스템과 경로 예측 기반 센서 레지스트리 시스템을 비교평가 한다. 또한 통신사별로 경로예측 정확도를 측정한다. 성능 측정의 통계적 신뢰도를 높이기 위하여 실험 데이터를 10-묶음 교차검증을 수행한다.

1. 서론

사물 인터넷(Internet of Things, IoT)을 이용한 응용 시스템 및 서비스 개발을 위한 다양한 센서 기술, 임베디드 디바이스 및 센서 데이터 처리 기술이 활발하게 연구되어 왔으며 다양한 분야에 널리 적용되고 있다[1]. 특히 IoT환경에서 센서 간에 데이터를 주고 받거나 모바일 디바이스에서 이용하기 위한 상호운용성 문제는 지금까지도 이슈가 되고 있다.

센서 레지스트리 시스템(Sensor Registry System, SRS)은 IoT환경에서 이러한 상호운용성 문제를 해결하기 위해 센서 메타데이터를 등록 및 관리하기 위한 시스템이다. 또한 센서 데이터의 끊임 없는 처리를 위하여 사용자 경로 예측 기반 센서 레지스트리 시스템(Path Prediction-based Sensor Registry System, PP-SRS)[2]이 연구되었다. 연속된 경로의 네트워크가 연결이 지원되지 않거나 신호가 불안정한 경우에 센서 메타데이터를 안정적으로 제공할 수 없는 문제가 발생한다. 이 문제를 해결하기 위하여 네트워크 커버리지 기반 센서 레지스트리

시스템(Network Coverage-based Sensor Registry System, NC-SRS)[3]을 제안했다. 이 논문은 제안한 NC-SRS과 PP-SRS의 정확도를 비교평가 한다. 또한 실제 적용했을 때의 유용성을 확인하기 위하여 실제 통신사들의 커버리지 데이터를 이용하여 NC-SRS를 적용했을 경우 정확도 증가율을 측정한다.

2. 관련연구

SRS는 기기중 센서 네트워크 환경에서 센서 데이터의 즉각적 활용 및 끊임 없는 해석을 위해 사용자에게 센서 정보를 제공한다. 하지만 불안정한 네트워크 상황에서 센서 정보의 끊임 없는 제공이 어렵다. 불안정한 네트워크 상황을 줄이고자 사용자의 경로를 예측하여 센서 메타데이터를 미리 적재하는 PP-SRS를 제안하였다. PP-SRS는 기존의 SRS보다 네트워크 상황에 영향을 적게 받는다. 즉, PP-SRS를 이용하여 센서 메타데이터를 안정적으로 수신하고 서비스를 안정적으로 제공할 수 있다. PP-SRS는 사용자 경로 예측을 향상시키기 위하여 시간대 별로 경로의 이동에 대한 가중치를 달리하는 연구를 진행하였다[4]. 하지만 네트워크 커버리지의 상황이 불안정하거나 지원되지 않는 연속된 지역인 경우 SRS를 이용할 수 없는 상황이 여전히 발생한다. 연속된 커버리지 공간이 증가할수록 서비스의

이 논문은 2015년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2014R1A1A2058992)

† 공동교신저자 (co-corresponding authors)

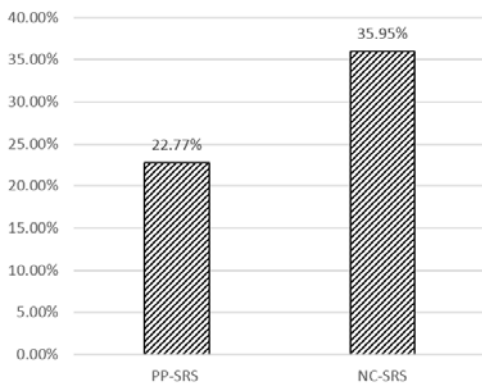
신뢰도가 낮아진다. 즉 주변으로부터 감지된 센서 데이터를 이용하지 못하여 버려지는 데이터가 증가한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 네트워크 커버리지의 정보를 이용한 NC-SRS가 제안되었다[3].

3. 비교평가

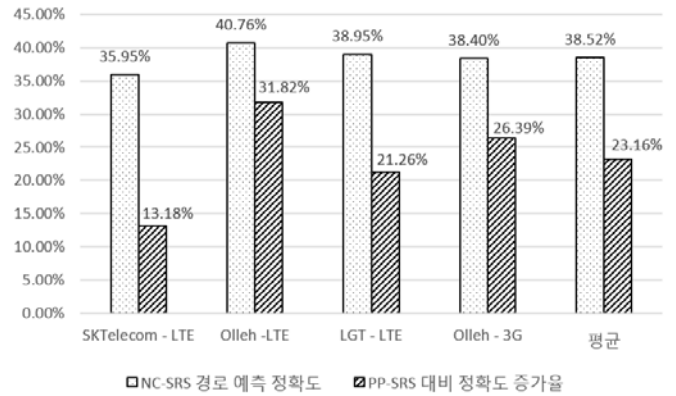
NC-SRS는 모바일 디바이스가 이동할 경로의 커버리지 정보를 이용하여 센서 메타데이터를 미리 수신한다. 경로 단편은 통신사마다 네트워크 수신 강도가 다르기 때문에 각 통신사 단위로 경로예측 정확도를 평가한다.

그림 1은 PP-SRS와 NC-SRS의 평균 정확도 비교 결과를 보인다. 국내 한 대학과 근처 대학로의 다니는 사용자 위치를 측정하였으며, 서비스 신뢰도 성능측정의 통계적 신뢰도를 높이기 위하여 사용자의 데이터를 10겹 교차검증(10-fold cross-validation)을 수행하였다. 대상 통신사와 통신방식은 SKTelecom의 LTE 신호 강도는 -85.2(RSRP dBm)를 기준으로 수행하였다. 비교평가의 경로 예측 알고리즘은 Fast and Close-Range 알고리즘을 사용하였다. 교차 검증 결과 PP-SRS는 22.77%, NC-SRS는 35.95%의 평균 경로 예측 정확도를 보인다. 커버리지 정보를 사용하여 경로 예측 할 경우 약 13.18% 정확도 증가를 보인다. PP-SRS는 사용자의 경로를 예측하여 다음 경로에 해당하는 센서 메타데이터 정보를 송신한다. 하지만 사용자 이동경로의 신호강도가 약한 지역일 경우 센서 메타데이터를 수신이 원활하지 않다. 센서 메타데이터를 수신하지 못할 경우 수신한 센서 데이터를 해석하지 못한다. 이럴 경우 서비스 신뢰도가 낮아진다. NC-SRS는 다음 경로를 예측하여 센서 메타데이터를 송신할 때 커버리지 정보를 이용한다. 커버리지 정보를 분석하여 신호 강도가 약한 지역을 미리 그룹화한다. 그리고 사용자가 신호강도가 약한 지역으로 이동한다고 예측할 경우 그룹화된 커버리지 정보를 송신한다. NC-SRS는 PP-SRS보다 많은 경로 단편을 지원할 수 있다.

그림 2는 PP-SRS와 NC-SRS의 통신사별 경로 예측 정확도와 정확도 증가율을 보인다. 경로 단편에서 각 통신사별로 신호 강도가 다르며 서비스 불능지역 그룹의 구성이 달라진다. 각 통신사마다 신호 강도의



(그림 1) PP-SRS와 NC-SRS 경로 예측 정확도



(그림 2) 통신사별 NC-SRS 경로 예측 정확도 및 정확도 증가율

분포도가 다르며 기준은 LG-LTE -83.2(RSRP dBm), SK-LTE -85.2(RSRP dBm), Olleh-LTE -83.6(RSRP dBm), Olleh-3G -74.6(RSSI dBm) 을 기준으로 수행하였다. SKTelecom-LTE는 13.18%, Olleh-LTE는 31.82%, LGT-LTE는 21.26%, Olleh-3G는 26.39%의 정확도 향상을 보인다. 측정 결과 평균 23.16%의 정확도 향상을 보였다. NC-SRS는 각 통신사의 커버리지 정보를 파악하여 연속된 서비스 불능 지역을 커버할 수 있다. 즉, 커버리지의 상태에 무관하게 안정적인 서비스를 제공할 수 있다.

4. 결론

이 논문에서는 NC-SRS를 기존 PP-SRS와 비교평가 하였다. 또한 통신사 단위로 경로 예측 정확도를 측정하였다. 실험 평가 결과 제안 방법은 SKTelecom의 LTE를 기준으로 PP-SRS보다 약 13.18% 높은 정확도 상승을 보였다. 각 통신사의 측정된 결과 평균 23.16%의 정확도가 향상되었다. 비교 평가 결과 제안 방법은 커버리지 상태가 불안정한 상태에서 안정적인 서비스를 제공할 수 있다.

참고문헌

- [1] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, "The Internet of Things: A survey," Computer Networks, vol. 54, pp. 2787-2805, 2010.
- [2] D. Jeong and J. Ji, "A Registration and Management System for Consistently Interpreting Semantics of Sensor Information in Heterogeneous Sensor Network Environments," Journal of KIISE : Databases, vol. 38, no. 5, pp. 289-302, 2011.
- [3] H. Jung, D. Jeong, S. Lee, D.-K. Baik, "Extending Sensor Registry System Using Network Coverage Information", The 2015 Spring Conference of the KIPS, vol. 22, no. 1, pp. 323-326, 2015.
- [4] S. Lee, D. Jeong, D.-K. Baik, and D.-K. Kim, "Path Prediction Method for Effective Sensor Filtering in Sensor Registry System", IJDSN, vol. 2015, Article ID 613473, pp. 1-14.