

RFID 데이터 스트림에서 필터링 지연시간 감소 기법

구원교^o, 강상원, 김종완, 최현식, 정승희, 황중선, 이상근

고려대학교 컴퓨터학과

{lkhkwk, swkang, wany, hyunsik, shchung, hwang, yalphy}@korea.ac.kr

Filtering Delay Time Reduction Scheme for RFID Data Streams

WonKyo Ku^o, Sang-Won Kang, Jongwan Kim, Hyunsik Choi, Seung-hee Chung,

Chong-Sun Hwang, SangKeun Lee

Department of Computer Science, Korea University

무선 전파식별 (Radio Frequency Identification, RFID)은 태그를 부착한 객체와 이를 감지하는 리더 간에 무선통신으로 정보를 인식하는 기술이다. 태그와 리더가 가시선 (Line of Sight, LOS)상에 있지 않고, 직접 접촉을 하지 않아도 태그를 자동적으로 인식해서 태그의 특성과 이동을 감지한다. RFID는 공급망 및 물류관리 (Supply Chain and Logistics Management), 보안, 건강관리 등 유비쿼터스 환경하의 다양한 분야에서 적용되고, 활용 분야가 증가하고 있다.

RFID에서 리더가 인식한 태그 데이터에 포함될 수 있는 왜곡 인식과 중복 인식을 필터링하고, 태그 데이터의 인식순서를 보장하기 위해 RFID 데이터 스트림 필터링 기술은 반드시 필요하다. 다시말해, 리더는 태그가 탐지 범위 (Detection region)에서 벗어나기 전까지 일정시간 간격으로 반복하여 태그를 인식하므로 동일한 태그를 중복 인식 (Duplicate reading)하고, 노이즈나 주변 환경의 영향으로 인해 태그를 잘못 인식하는 왜곡 인식 (False reading) 문제가 발생한다. 이런 문제를 해결해야 태그 데이터를 애플리케이션에서 활용할 수 있게 된다. 또한, 태그의 인식 순서가 중요한 애플리케이션에서는 리더가 인식한 시간 순서대로 태그 데이터를 전송 받아야 정확한 작업을 진행할 수 있다. 예를 들어, 다양한 제품을 조립하는 생산 공장의 컨베이어 벨트 위에 리더가 설치되어 있을 경우, 컨베이어 벨트를 지나가는 다양한 부품들을 리더가 인식한 시간 순서대로 시스템에 전달하고, 시스템에서 리더가 인식한 순서대로 결과를 얻을 수 있어야 정확한 조립 작업을 진행할 수 있다.

왜곡 인식과 중복 인식된 태그 데이터를 필터링하고, 태그가 인식된 시간순서를 보장하면서 태그 데이터를 출력하기 위한 지연 노이즈제거 (Lazy denoising)기법이 제안되었다. 지연 노이즈제거 기법은 리더의 에러율, 즉 리더가 인식한 태그 데이터들에 노이즈가 포함되어 있을 확률이 동일한 리더들이 인식한 태그 데이터를 대상으로 필터링을 수행한다. 이 기법은 언바운드 (Unbounded) 속성을 가진 데이터 스트림에 바운드 (Bounded)한 연산이 가능하도록 하기 위해 일정시간 단위로 데이터 스트림을 구분하는 시간 기반의 슬라이딩 윈도우 (Sliding window)에 태그 데이터를 통과시켜 일정한 임계 값 (Threshold) 이상 나타난 태그 데이터를 정상적인 태그 데이터로 판단한다. 정상적인 태그 데이터가 슬라이딩 윈도우에서 종료될 때까지 태그 데이터가 출력되는 것을 지연시켜서 태그 데이터들의 인식 순서를 보장하는 노이즈 필터링 (Noise Filtering)을 수행한다. 또한, 노이즈 필터링 후 존재할 수 있는 중복 인식된 태그 데이터를 필터링하기 위한 중복 필터링 (Duplicate Filtering)을 수행하여 중복이 제거된 태그 데이터를 출력한다.

그러나, 리더간의 에러율이 다른 상황에서 기존 기법은 태그 인식 순서를 보장하지 못할 수 있고, 노이즈 필터링과 중복 필터링을 각각 수행함에 따라 필터링 지연시간이 증가하는 문제가 발생한다. 예를 들어, 차량 공장의 입구와 출구에 리더가 각각 설치되어있을 경우, 입구에 있는 리더에 발생하는 에러율과 출구 리더에 발생하는 에러율간에 에러율 차이가 발생할 수 있다. 이처럼, 리더간의 에러율이 다

를 경우 에러율이 높은 리더에 들어온 태그 데이터는 시간상 시스템에 먼저 입력되었음에도 슬라이딩 윈도우내에서 임계 값을 만족시키지 못해 에러율이 낮은 리더에서 시간상 늦게 들어온 태그 데이터가 먼저 출력되는 문제, 즉 태그 데이터들의 인식 순서가 보장되지 못하는 문제가 발생한다.

이에, 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위한 새로운 기법인 FDTR(Filtering-Delay Time Reduction Scheme)을 제안한다. 새로운 FDTR 기법에서는 리더의 에러율을 고려한 임계 값 설정 알고리즘과 슬라이딩 윈도우와 해시테이블을 이용한 필터링 지연시간 감소 알고리즘을 제안한다.

에러율을 고려한 임계 값 설정 알고리즘은 에러율이 가장 높아 태그 데이터의 인식 순서에 문제가 발생할 가능성이 있는 리더의 에러율을 기준으로 임계 값을 설정하여 에러율 차이로 인한 태그 데이터 인식순서 미보장 문제를 해결한다. 또한, 슬라이딩 윈도우와 해시테이블을 이용한 필터링 지연시간 감소 알고리즘은 시스템에 입력된 태그 데이터에 대한 노이즈 필터링과 중복 필터링을 동시에 수행하여 필터링으로 인한 지연시간을 최소화시킨다.

필터링 지연시간 감소 알고리즘은 다시 슬라이딩 윈도우내 태그 데이터 입력과정과 슬라이딩 윈도우에서 태그 데이터 종료과정으로 구분된다. 우선, 슬라이딩 윈도우내 태그 데이터 입력과정은 임의의 태그 데이터가 슬라이딩 윈도우에 입력될 때 태그 데이터가 중복 입력된 태그 데이터인지 새로 입력된 태그 데이터인지 확인하여 중복 입력된 태그 데이터를 필터링한다. 다음으로, 슬라이딩 윈도우에서 태그 데이터 종료과정은 태그 데이터가 슬라이딩 윈도우에서 종료될 때 정상적인 태그 데이터인지 정상적인 태그 데이터가 출력된 이후 중복 입력된 태그 데이터인지 확인해서 정상적인 태그 데이터가 중복없이 출력되도록 한다.

실험을 통한 성능평가 결과 동일한 임계 값을 적용할 경우 FDTR기법의 필터링 지연시간이 지연 노이즈 제거 기법에 비해 평균 34% 정도 감소하고, 리더 에러율에 따라 적당한 임계 값을 적용할 경우 평균 51% 정도 지연시간이 감소하였다.