

802.11기반 텔레매틱스 교통안전 시스템의 성능평가

김영만^{0*}, 엄두섭^{**}, 이은규^{***}, 이유성^{*}

^{*}국민대학교 컴퓨터학부

^{**}고려대학교 전자컴퓨터공학과

^{***}ETRI 텔레매틱스 USN 연구단

ymkim@kookmin.ac.kr⁰, eomds@korea.ac.kr, ekyulee@etri.re.kr, cheque@hanmail.net

Performance Evaluation for 802.11-based Telematics Transportation Safety System

Young Man Kim^{0*}, Doo Seop Eom^{**}, Eunkyu Lee^{***}, Yoo Sung Lee^{*}

^{*}School of Computer Science, Kookmin University

^{**}Dept. of Electronics & Computer Engineering, Korea University

^{***}Telematics & USN Research Division, ETRI

요 약

최근 주변 사물에 부착된 센서를 이용하여 센싱 정보를 무선 네트워크를 통하여 실시간으로 수집 및 제공하는 USN(Ubiquitous Sensor Network) 기술에 대한 관심이 급증하고 있다. 또한 요즘 현대인에게 있어서 자동차는 없어서는 안될 필수품이지만, 자동차 수의 증가에 비해 도로를 포함한 기반시설의 증가는 턱없이 부족한 실정이다. 현재 국내에서는 USN 기술을 안전 운전 서비스 및 교통정보 수집 시스템에 적용하기 위한 기술개발과 시범사업이 추진되고 있다. 본 논문에서는 도로에 부착된 USN 노드들을 통하여 차량 및 도로의 정보를 실시간으로 수집 분석하여 교통안전정보를 제공하는 802.11 기반 텔레매틱스 교통안전 시스템을 설계하고 그 성능에 대하여 ns2 시뮬레이션 도구를 사용하여 평가한다.

1. 서론

인간과 컴퓨터와 사물이 유기적으로 연계되어 다양하고 편리한 서비스를 제공해 주는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서, 외부 환경의 감지와 제어 기능을 수행하는 센서 네트워크 기술이 최근 활발히 연구되고 있다. 국내의 경우 USN 기술과 타 산업과의 융합을 통한 u-Korea 구축의 중요성을 인식하게 되면서, 최근에는 건교부와 정통부를 중심으로 신개념의 교통정보 수집체계 구축과 USN 기반의 차세대 차량 안전운전 서비스를 위한 기술개발 및 시범사업들이 기획되어 추진되고 있다. USN 기반의 교통정보 수집체계 구축은 도로 및 노면에 설치된 센서노드들과 이들 간의 네트워크를 이용하여 실시간으로 차량 및 도로의 상황정보를 수집하기 위한 기술개발을 주 목적으로 하고 있으며, USN 기반 차량 안전운전 서비스는 수집된 차량 및 도로 상황정보를 이용하여 차량간 충돌방지, 차량사고 사후 분석 등의 안전운전 서비스에 관련된 기술개발을 주 목적으로 하고 있다.

이와 같이, 본 논문에서는 향후 USN 기술을 활용한 Killer Application 으로 성장 가능성이 높은 여러 텔레매틱스 서비스 기술 중에서 사거리 교차로에서의 안전운전 서비스에 대한 기술 정의와 802.11 무선 프로토콜을 사용하여 사거리 교차로에서 차량들의 정보를 실시간으로 수집하는 시스템을 설계하고 그 성능평가를 위하여 ns2[1]을 사용한다.

2. 텔레매틱스 안전운전 시스템 연구 동향

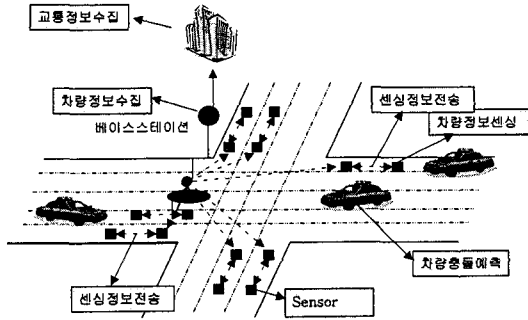
Life Warning System(LIWAS) [2]은 차량이 도로면의 상태(마름, 젖음, 눈덮임 또는 빙판)를 센싱하여 그 정보를 차량간의 정보전달을 통하여 이 도로를 통과하게 되는 차량에게 빠르고 신뢰성 있게 전달해주는 실험적인 시스템이다. 2003년에 시작된 이 연구는 차량에 부착된 센서 노드가 노면의 상태를 센싱하며 MAC protocol 로 802.11 을 사용한다. 또한 Routing Protocol로는 다섯 가지의 Zone Flooding Protocol 을 사용하여 신뢰성과 실시간성에 대하여 각각의 프로토콜에 대해 성능을 평가한다.

2003년에 OHIO STATE UNIVERSITY 에서 시작한 OKI Project[3]는 교차로에서 차량의 좌회전 및 우회전 시 시야를 가리게 되는 차량 때문에 일어날 수 있는 충돌을 예측하여 차량에 경고 메시지를 전달하는 시스템 시뮬레이션 프로젝트이다. 802.11 과 DOLPHIN 프로토콜을 사용하여 데이터 전달의 실시간성과 신뢰성을 향상시키고 있다.

3. 사거리 교차로 교통안전 시스템 설계

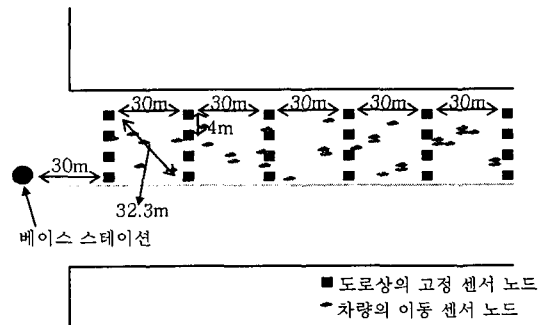
센서 네트워크는 통상적으로 특정 지역에 설치된 센서노드들을 통하여 주변 정보 또는 특정 목적의 정보를 획득하고, 베이스 스테이션은 이러한 센서 정보들을 수집하고 활용하

는 서비스를 제공하는 시스템 및 네트워크 환경을 말한다. 센서 노드들은 특정한 목적을 가지고 주변의 정보를 센싱하고, 센싱된 정보를 센서노드 간의 무선 통신을 이용하여 베이스 스테이션으로 전달하며 사용자 혹은 원격 서버는 베이스 스테이션에 수집된 정보를 원격으로 활용할 수 있다.



(그림 1) 사거리 교차로 교통안전 시스템

(그림 1)은 이러한 무선 센서 네트워크 기술을 바탕으로 사거리 교차로에 진입하는 자동차에게 사거리 주변의 교통 상황을 실시간으로 알려주어 미연에 사고를 예방하는 차량 충돌 예측 시스템을 보여준다. 즉, 사거리 주변 도로차선들을 따라서 센서노드들을 배치하여 센서 노드에서 수집된 인접 차량정보(위치, 속도, ID 등)가 도로에 있는 센서노드들간의 무선 통신에 의해서 사거리 중심에 있는 베이스 스테이션에 전달되도록 한다. 베이스 스테이션은 이렇게 수집된 사거리 주변 차량 정보를 사거리 진입 차량들에게 브로드 캐스트 함으로써 사거리 주변 차량들은 사거리 주변의 상황을 미리 파악하여 충돌을 방지할 수 있게 된다.



(그림 2) 센서노드와 베이스 스테이션 배치도

<그림 2>는 교차로로 진입하는 각각의 4 차선 도로를 따라 4 행 6 열로 배치된 센서노드들과 교차로 중심의 베이스 스테이션으로 이루어진 교통안전 시스템의 구성요소들간 배치를 보여주고 있는데 이 시스템은 주행차량정보를 실시간으로 수집하고 분석한다.

4. 사거리 교차로 교통안전 시스템의 성능평가

본 논문에서는 사거리 교차로를 향하여 주행하는 차량의 정보가 베이스 스테이션까지 얼마나 빠르고 확실하게 전달되는지를 시뮬레이션 하였다. 시뮬레이션 시나리오는 다음

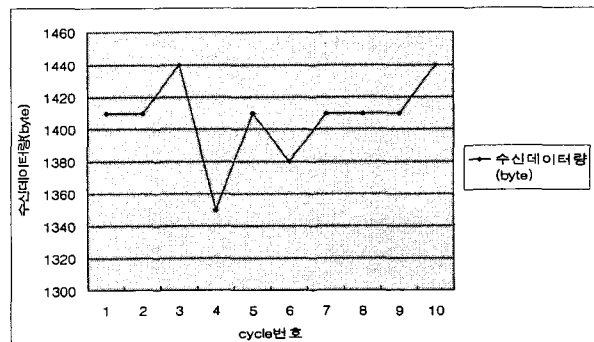
과 같이 두 부분으로 나누어 진다.

4.1 시뮬레이션 1

첫 번째 시뮬레이션 환경은 <표 1>과 같다. 사거리에 연결된 네 방향의 도로중에서 임의의 한 도로에 대하여 임의의 위치에 50 대 차량을 배치한 상태에서 차량 정보를 수집하는 과정에 대하여 성능측정을 하였다. 도로는 4 차선으로 가정하고 5 초주기로 발생하는 차량 50 대의 정보(위치, 속도, ID 등)가 베이스 스테이션까지 전달되는 상황에서 데이터 수신율 및 전송시간에 대하여 측정하였다. 무선 센서 노드의 최대 전송거리는 40m이며 차선방향을 따라 이웃하는 두 노드 사이의 거리는 30m로 설정하였다. 노드간 MAC 프로토콜은 802.11 을 사용하였고 라우팅 테이블은 차선 방향의 고정 라우팅 경로를 설정하여 시뮬레이션 하였다. 시뮬레이션 시간은 50 초로 하였다.

<표 1> 시뮬레이션 1 환경

센서 노드 개수	총 24개
센서 노드 전송 범위	40m
베이스 스테이션	1개
차량 대수	50대
센서노드간의 라우팅	고정 라우팅
Protocol	802.11
Bandwidth	250kbps
차량 정보 생성	5초마다 각 차량에서 10byte의 차량센싱정보가 새로 발생하여 베이스 스테이션으로 전송됨.
측정치	수신데이터량(byte/cycle) : cycle 당 베이스 스테이션에 도착하는 차량정보의 바이트수



(그림 3) cycle 진행에 따른 수신 데이터량

(그림 3)은 매 5 초마다 차량 50 대에서 발생하는 데이터가 베이스 스테이션까지 전송 완료되는 수신데이터량(byte)를 매 5 초마다 측정한 것이다. 시뮬레이션 1 에서 각 cycle(5 초 기간)마다 생성되는 차량 데이터는 차량 50 대에서 발생하는 데이터이므로 베이스 스테이션이 모든 차량정보를 수신하게 된다면, 총 1500byte 가 될 것이다. 하지만 한 대에서 다섯 대사이의 차량 데이터가 분실되는 것을 확인할 수 있다. 이

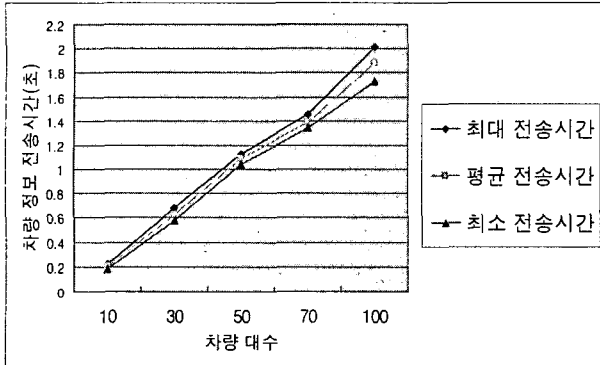
는 802.11 에서 이웃노드간 동시전송에 의한 충돌 시 데이터 재전송 횟수가 3 회이기 때문에 3 회 연속 송신 실패하는 경우 메시지가 분실되기 때문이며 신뢰성을 저하시키는 주요 인이 된다.

4.2 시뮬레이션 2

두 번째 시뮬레이션 환경은 <표 2>에 나타나 있다. 두 번째 시뮬레이션에서는 한 방향의 도로상에 존재하는 차량대수를 변화시키면서 차량정보가 베이스 스테이션까지 도착하는 시간과 차량정보 수신율에 대하여 시뮬레이션한다. 차량 대수는 10 대에서 100 대까지 변화시키며 매 5 초마다 차량정보를 발생시켜 베이스 스테이션까지 전송하도록 하여 차량정보가 도착하기까지 평균시간, 최단시간과 최장시간을 측정한다. 나머지 시뮬레이션 조건은 첫 번째 시뮬레이션과 동일한 상태에서 진행된다.

<표 2> 시뮬레이션 2 환경

센서 노드 개수	총 24개
센서 노드 전송 범위	40m
베이스 스테이션	1개
차량 대수	10대 / 20대 / 30대 / 40대 / 50대
센서노드간의 라우팅	고정라우팅
Protocol	802.11
Bandwidth	250kbps
측정사항	차량정보 전송시간(최소, 평균, 최대), 차량정보 수신율



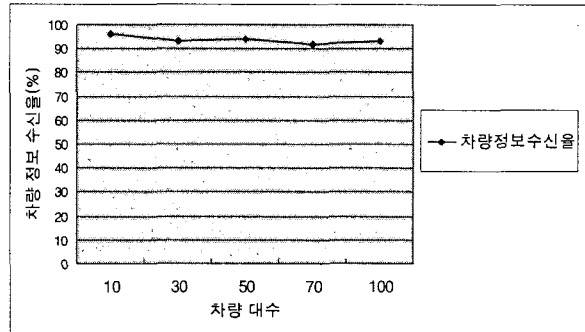
(그림 4) 차량대수에 따른 차량정보 전송시간

(그림 4)에서 볼 수 있듯이 차량 대수가 늘어남에 따라 차량 데이터가 베이스 스테이션에 도착하기까지의 시간이 차량대수에 비례하여 증가하는 것을 볼 수 있다. 차량 대수가 많으면 많을수록 데이터가 전송될 때 데이터들끼리 서로 충돌할 확률이 높으므로 재전송이 증가하며 그에 따라 차량 데이터가 도착하는데 걸리는 시간이 늘어남 것이다.

성능평가를 위한 또 다른 측정 지표로서 차량 정보 수신율이 있다. 여러 대의 차량 정보들이 베이스 스테이션으로 전달되는 과정에서 노드 간 전송 충돌이 3 회 연속 발생하는 경

우 해당 정보는 802.11 표준에 의거하여 전송실패가 선언되면서 정보는 버퍼에서 제거된다. 차량 정보 수신율은 전체 차량 정보에 대하여 베이스 스테이션까지 성공적으로 전달되는 차량 정보의 비율로 나타내는데, 예를 들어서 50 대 차량 정보가 발생하여 베이스 스테이션까지 47 대의 정보가 도착하는 경우 94%의 수신율을 갖게 된다.

(그림 5)에서 볼 수 있듯이 차량 대수가 늘어남에 따라 차량 정보 수신율이 낮아지는 것을 볼 수 있다. 차량 대수가 많으면 많을수록 데이터가 전송될 때 데이터들끼리 서로 충돌할 확률이 높으므로 차량 정보 수신율이 낮아지는 것이다.



(그림 5) 차량 대수에 따른 차량정보 수신율

5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 우선 텔레매틱스 교통안전 시스템 일례로서 사거리 차량충돌 예측 시스템을 설계하였고 802.11 MAC 프로토콜과 고정라우팅을 사용한 텔레매틱스 사거리 교통 안전 시스템에서 사거리를 향하여 주행하는 자동차의 차량 정보가 사거리 중앙에 있는 베이스 스테이션까지 전달되는 상황을 시뮬레이션하였다.

본 시뮬레이션에서 차량을 50 대로 가정하였을 때 베이스 스테이션까지 도착하는데 1 초 이상의 시간이 필요하였고 일부 차량 데이터가 분실되는 것을 확인하였다. 이러한 결과는 사거리 안전에 필요한 높은 실시간성과 신뢰성을 만족 시켜주지 못한다. 따라서 신뢰성과 실시간성을 높이기 위해서 메시지 분실을 억제할 수 있는 새로운 프로토콜의 설계가 요구된다.

참고문헌

[1] ns2 Simulation software tool, <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>.
 [2] Lars M. Kristensen and Kenneth-Daniel Nielsen, "On the Application of Zone Flooding in a Traffic Warning System", Department of Computer Science, University of Aarhus, DENMARK, November 2004.
 [3] The Ohio State University, "Intersection Collision Warning System : PROGRESS REPORT", 12/15/2003.