

DSRC 기반 적응형 지능 내비게이션 시스템

정호현[○], 이정원^{*}, 정재훈^{**}, 이은석^{**}

[○]이주대학교 전자공학과

^{**}성균관대학교 컴퓨터공학과

e-mail: {good92489, jungwony}@ajou.ac.kr[○], {pauljeong, leees}@skku.edu^{**}

DSRC-Based Adaptive Intelligent Navigation Systems

Hohyeon Jeong[○], Jung-Won Lee^{*}, Jaehoon (Paul) Jeong^{**}, Eunseok Lee^{**}

[○]Dept. of Electrical and Computer Engineering, Ajou University

^{**}Dept. of Computer Engineering, Sungkyunkwan University

● 요약 ●

본 논문에서는 교통상황을 실시간으로 반영하여 최적의 이동경로를 제공하는 적응형 내비게이션 시스템을 제안한다. 본 시스템은 세 가지 요소로 구성되어있다. 첫 번째로 도로교통망 중 한 구획의 도로상황정보를 수집하고 공유하는 Traffic Control Center (TCC). 두 번째로 개별적인 도로나 교차로에 설치되어 차량으로부터 도로상황정보를 수집하는 Road Side Unit(RSU). 마지막으로 차량들 간의 망 형성을 위해서 사용되는 Dedicated Short Range Communications(DSRC)를 기반으로 차량에 설치된 단말기가 있다. DSRC를 기반으로 RSU와의 통신하는 단말기는 실시간 도로교통정보를 기반으로 운전자에게 최적의 경로를 제공한다. 이동속도와 같은 교통정보는 단말기에서 측정되고, RSU로 전송된다. RSU는 이 정보를 처리하여 해당 도로의 도로상황지수를 생성하고, 주기적으로 TCC에 전송한다. TCC는 RSU로부터 도로상황지수를 통합하여 TCC의 관할 구획의 모든 차량에 대해 도로교통정보를 만든다. 마지막으로 단말기는 효율적인 경로안내를 위해 최적의 경로를 도출하여 운전자에게 제공한다. 따라서 단말기, RSU, TCC간의 상호작용을 통해 AINS는 동적인 교통상황(정체, 교통사고 등)을 기반으로 새로운 형태의 적응형 지능 내비게이션을 제공할 수 있다.

키워드: 지능형 교통 시스템(Intelligent Transportation Systems), 적응형 내비게이션 시스템(Adaptive Navigation Systems), DSRC(Dedicated Short Range Communications)

1. 서론

현대 사회에서 유용한 운송수단인 차량의 발달과 사람의 편의를 위해 지속적으로 복잡도가 높아지는 도로교통망에서 차량 운전자들이 효과적인 운행을 위해 내비게이션 시스템이 필수적인 요소가 되었다.

내비게이션 시스템은 현재 위치에서부터 운전자의 목적지까지의 이동 경로를 제공하는데 그 목적이 있다. 이런 목적에 부합하는 상용 내비게이션 시스템들은 기본적으로 기 구축된 도로 정보를 바탕으로 옵션 유형에 따른 동일한 경로 정보를 제공한다. 이는 현재 도로상에서 일어나고 있는 다양한 상황에 대한 즉각적인 반영이 어렵기 때문에 효율적인 도로망 이용이 어렵다. 따라서 이러한

현재의 내비게이션 시스템은 사용자에게 하여금 보다 높은 만족도를 느끼게 하기 위해서 동적인 도로 상황을 잘 반영한 내비게이션 서비스를 제공해야 한다.

본 논문에서는 동적인 도로 상황을 실시간으로 파악하는 것뿐만 아니라 미래의 정체구간을 예측하여 전체 도로교통망에서의 교통정체 완화를 목표로 한다. 이러한 도로교통망에서의 효율성 향상을 위해, 1) DSRC 기반으로 도로교통망을 구조화하고, 2) 특정 구획 내의 교통정보를 실시간으로 수집 및 통합하여 운전자에게 시각화된 교통정보를 제공하고, 3) 이런 교통 상황을 반영하여 운전자의 개입을 최소화하며 지속적으로 최적화 된 이동경로를 안내하는 내비게이션 시스템을 제안한다.

표 1. 내비게이션 시스템 비교표

Table 1. Comparisons among Legacy Navigation Systems

Navigation Systems	수집 방법	갱신 주기	필요 설비	처리 방식	제공 범위	제공 방법	실시간성
Waze	- User's report	Non-periodic	GPS 장착한 smartphone	Client device로부터 report	도로 상황에 따른 빠른/짧은 길 추천	Traffic information, Source - Destination route	High (if user's upload is frequent)
TOM TOM	- STI - Anonymous phone signal	2 min	GPS 장착한 navigation	STI와 phone 신호	도로 상황에 따른 빠른/짧은 길 추천, 경로 재설정	Traffic information, Source - Destination route	High
TrOASIS	- User's report - Automatic gathering (drive direction & speed)	Non-periodic	GPS 장착한 smartphone	Client device로부터 report	CCTV, STI, user report	Traffic information only	High (if user's upload is frequent)
T Map	- User's report - STI	5 min	GPS 장착한 smartphone	Client device로부터 report	도로 상황에 따른 빠른/짧은 길 추천	Traffic information, Source - Destination route	Medium

Expert Group(TPEG)에 기반 한 내비게이션과 무선 네트워크를 사용하는 내비게이션으로 나눌 수 있다.

DMB에서 교통정보 전송에 사용하는 TPEG은 표현 가능한 교통정보를 모두 표현해 놓은 테이블의 집합으로 전송채널에 독립적인 특성이 있으며, 현재 유고정보, 혼잡교통정보, 관심정보, 안전 운전정보, 뉴스정보 등 다양한 응용이 국내 및 국제 표준으로 제정되어있다[1]. 이런 TPEG에 기반한 내비게이션은 내비게이션과 교통정보간의 통신이 DMB채널을 사용하기 때문에 단방향성을 띠는 것이 특징이다. 따라서 주변 차량들로부터 발생하는 교통체증 정보를 실시간으로 도로교통망 교통정보에 반영하기 어렵다.

3G/4G-LTE나 Wi-Fi 같은 무선 네트워크를 사용하는 내비게이션의 경우, 인터넷을 통해 내비게이터와 Traffic Control Center(TCC) 사이에 주기적인 통신을 통해 교통상황정보를 이용할 수 있다. 따라서 TPEG에만 기반한 내비게이터보다 더 정확한 교통상황정보를 실시간으로 운전자에게 제공할 수 있다. 하지만 교통정보를 수집 및 교환을 위해 스마트 디바이스를 사용하므로 모바일 네트워크의 통신 대역폭을 이용하므로 기존 무선 네트워크가 제공하는 서비스 품질을 저하시킬 수 있다.

교통정보(Standard Traffic Information, STI)를 수집하는데 있어서 기존의 ITS(Intelligent Transportation Systems)에서는 차량검지 시스템, 영상수집 시스템, 특별관리구간 번호판 매칭 시스템, 도로기상정보 시스템 등을 사용한다[6]. 다른 방법으로는 운전자들이 운행 중에 인지한 교통상황을 업로드한 내용들을 통해서 교통정보를 수집하는 것이 있다.

이렇게 수집한 정보들을 통합하여 각각의 내비게이션 시스템에서는 독자적인 가공방식을 통해 교통정보를 가공하고, 독자적인 알고리즘으로 운전자에게 경로안내 서비스를 제공하게 된다.

표 1은 국외의 상용 내비게이션 시스템인 Waze[2]와 TOMTOM[3] 그리고 국내의 시스템인 TrOASIS[4]와 T Map[5]을 7가지 항목에 대해서 비교한 표이다.

이 표에서와 같이 우리는 기존의 내비게이션 시스템들이 방법적인 측면에서 교통사고로 인한 교통체증 상황을 즉각적으로 수집할 수 없다는 것을 알 수 있다. 그리고 각각의 내비게이션 시스템마다 개별적인 서버를 통해서 경로안내 서비스를 제공하고 있고, 독자적인 교통정보 수집 방식을 채택하고 있기 때문에 단일 기업이 부담해야 하는 인프라 구축비용 크고, 또한 유지 및 보수에 대한 비용 역시 함께 증대된다. 또한 교통상황에 맞춰 경로를 재설정하여도 다수의 차량이 몰려 또 다른 병목현상을 발생시킬 수 있음을 알 수 있다. 따라서 교통상황을 즉시에 차량 운전자들에게 전달하고 경로 재설정에 의한 미래의 병목현상을 최소화하는 내비게이션 기법이 필요하다. 본 논문은 이러한 관찰을 기반으로 한 차량 무선랜인 DSRC 기반의 적응형 지능 내비게이션 시스템을 제안하고자 한다.

II. 관련 연구

기존의 상용 내비게이션 시스템들은 크게 Transport Protocol

III. DSRC기반 Adaptive Intelligent Navigation System

1. Adaptive Intelligent Navigation Systems 구조

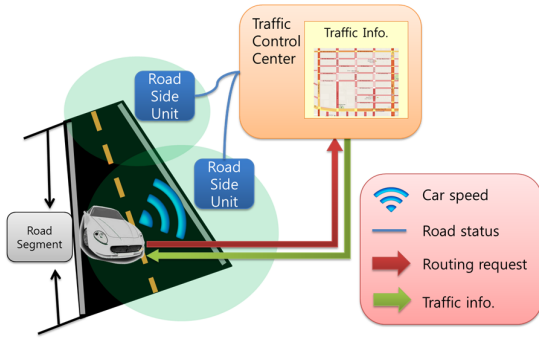


그림 1. 시스템 구조
Fig. 1. System Architecture

Navigation Systems(AINS)는 Dedicated Short Range Communications(DSRC)에 기반한다. DSRC란 근거리 전용 무선통신 기술로 현재 국내,외에서 ITS 도메인에 다양한 연구 및 개발이 이루어지고 있는 기술이다[6]. 이 기술을 사용하여 이동통신(Cellular Networks)에 독립적으로 교통정보들을 주고받아 이동통신에 주는 부담을 줄이면서 양방향 통신을 통해 유동적으로 교통정보를 생성 및 제공할 수 있다.

그림 1은 AINS의 구조도로 우리가 제안하는 각각의 컴포넌트들과 차량이 DSRC를 기반으로 어떻게 통신하며 어떤 정보들이 송신 및 수신되는지를 나타내는 구조도이다.

AINS의 시스템 구조에서 특정 도로구간(Road Segment)을 운행하는 차량들로부터 이동속도를 DSRC를 통해 Road Side Unit(RSU)으로 전달된다.

이 후 RSU들이 해당 도로의 교통정보지수를 생성하고, 이 수치는 Traffic Control Center(TCC)로 전달되어 구획단위의 Traffic Information(TI)으로 통합된다. 이렇게 생성된 TI는 주기적으로 갱신이 되며, 차량에서 경로 설정을 위해서 TI를 요청하는 경우 TCC로부터 TI를 수신하여 경로 설정을 하게 된다. 이후 차량의 단말기에서는 주기적으로 설정된 경로의 교통상황을 수신하며, 교통상황이 바뀌어 설정된 경로에 교통정체가 발생할 경우에는 경로를 재설정 하게 된다. 그림 2는 AINS의 시퀀스 다이어그램이다.

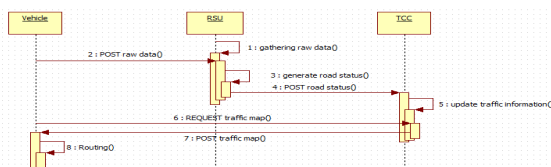


그림 2. 시퀀스 다이어그램
Fig. 2. Sequence Diagram

이와 같이 동작하는 AINS의 컴포넌트들은 다음과 같은 목표, 기능 그리고 역할을 가진다.

- TCC는 기본적으로 하나의 구획이 지정되어 해당 구획의 TI를 생성하는 목표를 가지게 된다. 이런 목표를 달성하기 위해서 해당 구획에 존재하는 모든 RSU와 통신하는 기능을 가지고 있고, 구획 내를 이동하는 차량의 요청에 대응하여 TI를 전송하는 기능을 가지고 있다. 이런 기능을 바탕으로 구획 내의 도로에 대한 교통정보지수를 통합하고 운전자에게 TI를 제공하는 역할을 한다.
- RSU는 하나의 도로에 대한 교통정보를 세세하게 생성하는 것이 목표이다. DSRC를 통해서 차량과 직접적으로 통신하는 컴포넌트로 전파범위에 따라 Road Segment에 1대 이상 설치된다. 기본적으로 차량으로부터 이동속도 정보를 받아오는 기능, 이 정보를 기반으로 교통상황지수를 생성하는 기능을 가지고 있다. 그리고 생성한 교통정보지수를 TCC로 전송하는 기능을 가지고 있다. 이런 기능들을 통해서 차량으로부터 정보를 수집하고 1차적인 가공을 하여 TCC로 전달하는 역할을 한다.
- 차량에 탑재되는 단말기(스마트폰 또는 태블릿)는 차량의 이동속도를 측정하여 RSU로 전달하고, TCC로부터 TI를 받아와 운전자에게 최적화된 경로를 제공하는 것이 목표이다. DSRC 통신을 위해 802.11 p 모듈이 탑재되며, GPS 모듈을 통해서 이동속도를 측정하는 기능이 있다. 또한 TI를 기반으로 최적의 경로를 운전자에게 제공하는 기능을 한다. 이를 바탕으로 TI의 근원이 되는 교통정보를 센싱하고, 생성된 TI에 적용하여 최적의 경로를 제공하는 역할을 수행 한다.



그림 3 시각화 된 Traffic Information
Fig. 3. Visualized Traffic Information

- TI는 운전자에게 최적의 경로를 제공하는데 필요한 구획단위의 교통상황정보를 포함하는 것을 목표로 한다. RSU들로부터 받아오는 교통상황지수를 기반으로 TCC에서 생성되며, 각각의 도로에 대해서 교통상황지수로 통합되었기 때문에 그

림 3과 같은 형태로 특정 구획의 시각화가 용이하다. 이를 통해서 운전자에게 구획내의 교통상황을 제공하는 역할을 한다.

2. Adaptive Intelligent Navigation System의

경로 설정 및 재설정

AINS의 구조를 기반으로 차량이 특정 구획에 진입하게 되면 차량에서 해당 구획에 대한 TI를 요청하고 받아온다. 이 TI를 바탕으로 최초의 경로를 설정하게 된다.

여기에서 AINS는 1차적으로 “만약에 시스템이 동작한다면 시스템에 아무 변화를 주지 않는다. 하지만 시스템이 고장이 났다면, 그 순간에 가장 최적의 방법을 찾아 고장이 발생한 부분에만 변화를 준다.” AINS는 [7]에서 제안된 FUSION 프레임워크를 기반으로 내비게이션 전략(Policy)에 따라 경로 재설정을 수행하게 된다. 따라서 최초의 경로를 따라 이동하는 도중에 지속적으로 경로의 교통상황지수를 확인하며, 경로 중에 교통상황지수가 정체수준에 이르는 때에 경로 재설정을 진행한다.

IV. 결 론

차량이 발전하고 이에 상응하여 도로교통망이 복잡해지면서 내비게이션 시스템의 중요성은 지속적으로 증대되고 있다. 하지만 운행되는 차량 대비 도로의 수용치가 낮아 교통정체가 자주 발생하여 교통혼잡비용이 증가하고 있는 추세이다[8].

본 논문에서는 DSRC를 기반으로 현재의 교통상황에 끊임없이 적용하여 운전자에게 최적의 경로를 제공하는 Adaptive Intelligent Navigation Systems을 제안했다. 이 시스템은 DSRC를 통해서 차량으로부터 데이터를 수집하고 도로단위로 교통상황지수를 생성하여 구획단위의 TI를 구축하였고, 이렇게 구축된 TI를 운전자가 운행하는 경로의 사정에 따라서 지속적으로 최적화된 경로를 제공한다.

AINS를 통해 우리는 적응형 소프트웨어 기술이 ITS에서 어느 정도 영향을 미칠 수 있는지를 연구 할 수 있는 기반을 만들었으

며, 현재의 교통상황에 실시간으로 적응하였다. 또한 기존에 부분적으로 생성되던 교통상황정보를 좀 더 광범위하게 수집할 수 있게 되었다. 본 논문에서는 간단한 수준의 내비게이션 시스템을 제안하였고 계속해서 실제 도로상에 정체가 발생하는 요인을 모델링하고, 실제적인 유효성을 검증하기위해 AINS와 기존의 내비게이션 시스템을 구획 내의 평균이동속도, 혼잡비용 등의 요소를 기준으로 비교하여 어떤 장단점을 가지는지를 연구하고 보완하는 연구를 진행할 것이다.

이 논문은 2013년도 정부의 재원으로 한국연구재단-차세대정보·컴퓨팅기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2012033347).

참고문헌

- [1] Minju Cho, Jun Hwang, Richard Paik, Inhwa Choi, Jinhyung Kim (2008). “Scheduler for Traffic Message based on TPEG,” Conference Proceedings of Korean Society For Internet Information, 9(1), pp. 5-9, May. 2008.
- [2] Waze. <http://www.waze.com/>
- [3] TOMTOM. <http://tomtom.com/>
- [4] TrOASIS <http://www.its.go.kr/opGuide/troasis.jsp>
- [5] Tmap <http://www.tmap.co.kr/tmap2/>
- [6] 한국도로공사, 효율적인 ITS성능평가를 위한 DSRC평가체계 기술개발 연구, 2012.01
- [7] Ahmed Elkhodary, Naeem Esfahani, and Sam Malek. 2010. “FUSION: a framework for engineering self-tuning self-adaptive software systems”. In Proceedings of the eighteenth ACM SIGSOFT international symposium on Foundations of software engineering (FSE '10). ACM, New York, NY, USA, pp.7-16.
- [8] 국토교통부, 도로업무편람, 2013.06