

차량간 통신을 이용한 센터없는 교통정보시스템의 구축에 관한 연구

A Study on Development of Decentralized Traffic Information System using Vehicle 2 Vehicle Communication

오기도, 김영찬, 조혜림

(서울시립대학교 대학원 박사과정, 서울시립대학교 교수, 서울시립대학교 대학원 박사과정)

Key Words : ITS, V2V, 교통정보, VANET

목 차

I. 배경 및 목적

II. 기존 연구의 고찰

III. 본론

IV. 결론

I. 배경 및 목적

IT839전략에 텔레매틱스가 8대 신규서비스로서 선정되고, 이를 뒷받침하기 위한 교통정보수집 및 제공시스템에 대한 사회적 관심이 높다. 그러나, 검지기를 설치하는 기존의 교통정보 수집방식으로 제대로 된 교통정보 수집을 위해서는 많은 재원이 필요할 뿐만 아니라, 시스템 구축이후의 유지보수 비용도 만만치 않은 상황이다. 더욱이, 교통정보의 속성상 혼잡구간에 대한 대안 경로에 대한 정보가 동시에 필요하게 되어 단기에 많은 자원이 집중 투자되어 광범위한 도로망에 대한 교통정보 수집이 필요하며, 검지기와 같은 수집장치를 통한 방식에서 신뢰도 있는 소용정보로 가공하는데 어려움이 있는게 사실이다. 이에 반해, 운전자는 카 네비게이션 장치와 같은 고급 IT장치의 보급과 지상파 DMB를 통한 교통정보 제공으로 인하여, 점차 정확하며 상세하고 광범위한 도로망에 대한 교통정보를 필요로 하고 있다.

O'Reilly의 Dale Dougherty가 최초로 제시한 웹 2.0의 등장은 웹 기술 뿐만 아니라 사회 전반적인 경향에 영향을 주고 있다. 웹 2.0에서는 서비스 제공자들은 아무 것도 할 필요없이 사용자의 참여로 콘텐츠와 서비스가 창조된다고 주장한다.[1] 이미 이러한 웹 2.0의 적용 현상은 비단 IT서비스 뿐만 아니라 많은 산업에 큰 영향을 미치고 있다.

또한, 최근 자동차에 첨단 기술로서 적용되고 있는 에어백, ABS(Anti-lock Braking System), 차체자세제어시스템, 적응식 서스펜션 시스템, 타이어공기압자동감지시스템(TPMS), 차로이탈경보시스템(LDWS) 등의 도입은 자동차가 도로에 순응하여 주행하는 것이 아니라, 운전자의 조작과 노면상황에 대해 능동적으로 대응할 수 있는 자동차로 진보하고 있다. 이런 기술들이 도입시점에서는 자기 차량 단독의 안전도 향상을 위해 도입되었지만, 이 기술을 다른 측면에서 바라보면 자동차가 스스로 도로와 운전자의 조작을 센싱한다는 것을 알 수 있게 된다. 이를 통하여, 자동차는 어떤 돌발상황이 발생하기 앞서, ABS가 동작하면서 발생하는 사고, 미끄러운 도로, 길게 파인 도로, 졸음운전 등에 의한 차로접근의 잠재적 사고 가능성 등을 짧게는 수십밀리초에서 길게는 수십초 전에 파악할

수 있어 교통 및 도로상황에 대한 감지장치로서(즉, 교통정보의 수집자)의 중요한 역할을 수행할 수 있음을 알 수 있다. 이는 흔히 지능형교통시스템의 돌발상황관리시스템에서 사용되는 제보에 의한 감지나 검지기에 의한 확률적인 감지방법과는 차별화 되는 것으로써 운전자가 개입하지 않은 상황에서도 자동차에 의해 자동적으로 교통 및 도로상황을 실시간적으로 파악할 수 있다는데 큰 의미가 있다고 할 수 있다. 물론, 현재까지는 이러한 정보들이 전송되어질 수 없는 환경이다.

이미, 미국은 1999년 차량간 통신기술로 5.9GHz를 사용하는 DSRC기술에 전용 주파수를 할당한 상황이며, VANET(Vehicular Ad-hoc NETWORKS) 등 다양한 분야에서 차량간 통신에 있어서의 문제점들이 활발하게 연구가 되고 있다. 이런 차량간 통신을 이용하여 유럽과 미국에서는 차량 안전을 극대화 시킬 수 있는 각종 서비스와 이에 대한 연구가 진행되고 있으며 구체성이나 실현가능성에서 상당히 고무적이다.

본 연구에서는 이러한 유럽과 미국을 중심으로한 차량간 통신시스템을 이용한 동향을 소개하고, 이를 통해 센터없는 교통정보시스템의 구축 가능성을 검토하며, 이를 구현할 수 있는 알고리즘을 제시한다.

II. 기존 연구의 고찰

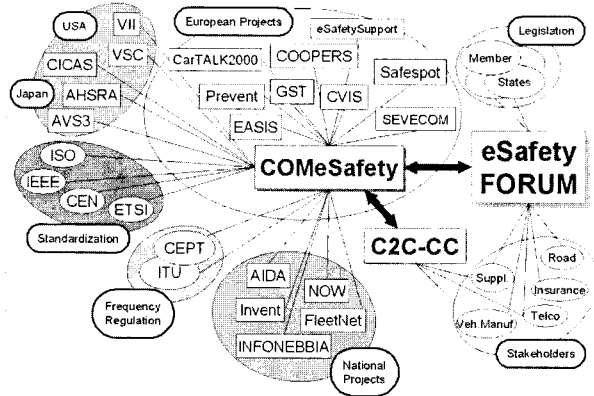
1. 유럽의 Car 2 Car Communication Consortium

1) 개요

유럽은 북미와 별도로 'eSafety' 포럼을 구성하여 EU차원에서의 각 국가별 프로젝트와 연관시키고 있으며, EU에서는 ITS에 관련된 V2V와 V2I통신에 관련된 모든 문제들을 반영하고 논의하기 위하여 'COMeSafety' 프로그램을 발족시켰다.[3]

Connected car라는 이름으로도 불리우는 Car 2 Car Communication Consortium(이하, C2C-CC)은 GM, Audi,

BMW, Fiat, Honda, Renault와 자동차 부품제조사, 관련 대학이 2002년부터 참여하고 있으며, 다분히 민간주도적인 성격을 가지고 있다.[2] 이러한 특성으로 인하여 C2C-CC의 성과는 주로 차량의 안전과 차량의 부가가치를 높일 수 있는 방향, 차량간의 정보만으로도 서비스가 가능한 독립적인 서비스 방향으로 발전되어 있으며, 현재 연구 성과의 수준이 일부 강제성을 가지는 수준에 도달하고 있으며, 그 내용적 측면도 시스템 아키텍처와 응용 등을 포괄하는 구체화된 단계까지 진행되어 있다.



<그림 1> 유럽의 COMeSafety 프로젝트 연관도[4]

2) 서비스 시나리오

다음 <표 1>은 C2C-CC의 서비스에 대해 정리한 것이다. 크게 미국의 Vehicle Safety Communication(이하, Vehicle Safety Communication)에 비해 적은 수의 서비스 시나리오를 제시하고 있으나, 그 내용에 있어서 일맥 상통하는 바가 있으며, 통신체계의 실무적 수준에서는 VSC와 상호 연관성이 있음을 나타낸다.

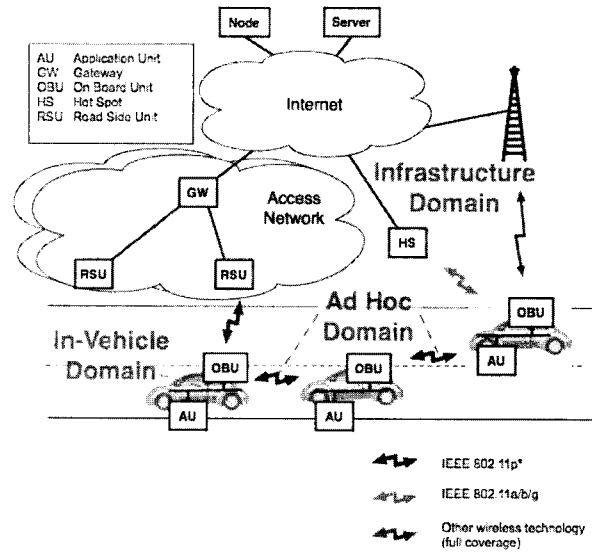
3) 시스템 아키텍처

<표 1> C2C-CC의 서비스 시나리오([5]의 내용 재구성)

대구분	소구분	내용	
Safety	Cooperative Forward Collision Warning	추돌사고 방지를 위하여 차량의 위치, 속도, 각도 등과 같은 정보를 상호 교환하고 이를 통하여 추돌사고를 예측하여 운전자에게 시각, 음성, 촉감에 의한 경고를 전달한다.(약20~200m의 거리)	
	Pre-Crash Sensing/Warning	Cooperative forward collision warning의 다음 단계로, 충돌을 예측하고, 만일 충돌을 피할 수 없는 상황이 되면 상호 차량간에는 에어백, motorized seat belt pre-tensioners와 extendable bumpers와 같은 장치를 최적화하는 정보를 교환한다.(20~100m의 거리에서 상호 정보를 교환)	
	Harzadous Location V2V Notification	도로상의 위험지점에 관한 정보를 공유하는 것으로 ESP(Electronic Stability Program)과 같은 차량내 전자 제어 장치를 통하여 미끄러운 도로를 감지하는 방식이다. 이러한 정보를 전달받은 차량은 차량의 새시 시스템 또는 안전과 관련된 시스템을 자동적으로 최적화한다.	
Non Safety	Traffic Efficiency	Enhanced Route Guidance and Navigation	infrastructure owner가 수집한 자료와 혼잡 예측정보를 RSU를 통해 제공한다.
		Green Light Optimal Speed Advisory	교차로의 위치와 신호시간에 대한 정보를 차량이 제공받고 이를 통하여 차량은 운전자에게 최적의 속도를 알려주므로써 가감속없이 교차로를 통과할 수 있도록 해준다.(교통류 증대 효과와 연료소모를 감소시키는 효과를 가짐)
		V2V Merging Assistance	차량은 교통류내의 근접한 차량과의 통신을 통해 자연스러운 합류가 가능하도록 한다. 이 기능은 램프미터링으로 확대되어 질 수 있다.
	Infotainment and Others	Internet Access in Vehicle	OBU는 multi-hop route를 통한 RSU의 접속이 가능하고 RSU를 통해 인터넷에 접속할 수 있다. IP기반의 통신프로토콜을 사용함으로써 거의 모든 인터넷 서비스를 활용할 수 있다.
		Point of Interest Notification	업무, 여행 또는 기타 POI에 대한 정보를 차량과의 통신을 통하여 제공하는 기능이다. 이 기능에서는 강력한 필터링 기능이 차량의 상황에 따라 적용되어 진다.(예를 들어, 연료가 거의 없어진 경우는 주변의 주유소와 가격 등을 운전자에게 제공한다)
		Remote Diagnostics	차량이 서비스센터에 도착하였을 때, 물리적인 접속없이 차량의 상태와 이력을 진단하고, 각종 소프트웨어를 업데이트함으로써, 수리시간과 대기시간을 단축시키는 효과를 얻는다.

(1) 참조 모델(reference model)

현재까지 C2C-CC의 참조 아키텍처는 <그림 2>와 같다. 먼저, in-vehicle domain은 OBU(On-Board Unit)과 AUs(Application Units)으로 구성되는 영역이다. OBU와 AU 간은 유선 또는 무선이 이용되어질 수 있으며, 하나의 OBU에 여러 개의 AU가 연결될 수 있으며, OBU내에 AU가 통합된 형태로도 구성이 가능하다.



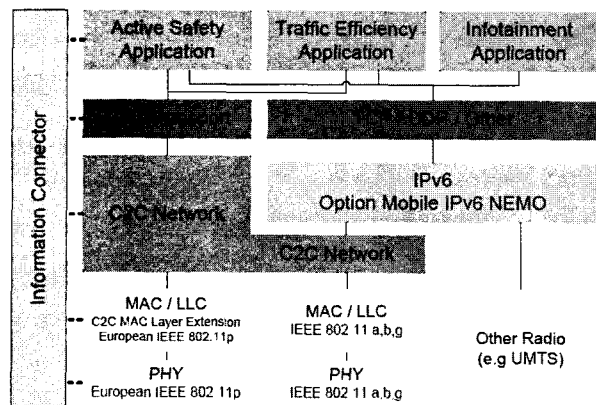
<그림 2> C2C-CC의 참조 아키텍처[5]

다음으로는 ad-hoc domain 또는 VANET 영역이다. 이 영역은 센터의 coordination없이 상호 노드가 multi-hop 통신을 가능하게 하는 전용 라우팅 프로토콜에 의해 통신을 수행하는 구간이며 C2C 통신을 이루는 핵심 영역이다. OBU에서는 흔히 사용되는 IEEE 802.11a/b/g와 IEEE 802.11p(WAVE) 규

격을 모두 지원하도록 하여, 주변에 통신가능한 HS(Hot Spot)이 존재하는 경우 다양한 인터넷 서비스를 받을 수 있도록 구성한다. C2C-CC에서는 IEEE 802.11p 규격을 가장 유력한 차량간 통신 규격으로 간주하고 있다.

Infrastructure domain에서, RSU(Road Side Unit)는 유선 또는 무선통신을 구성하는 인프라 네트워크에 연결될 수 있으며, RSU가 인프라 네트워크에 연결(infrastructure-connected RSU)되는 경우 이를 통한 인터넷 서비스가 가능하도록 시스템을 구성한다. RSU는 차량에서 전달되는 정보를 재전송하거나, 차량에게 정보를 제공하는 역할과 인터넷 접속을 제공하는 기능을 수행한다.[5]

(2) 프로토콜 아키텍처



<그림 3> C2C 통신시스템의 프로토콜 아키텍처[5]

OBU의 C2C 통신계층 아키텍처는 <그림 3>과 같다. C2C에서는 safety application과 non-safety application을 구분하고 있으며, 안전과 관련된 서비스는 전달의 신뢰도와 통신대역의 혼잡을 방지하기 위해서 C2C 전송계층과 C2C네트워크계층을 통해서만 서비스할 수 있도록 정의하고 있으며, traffic efficiency application의 경우에는 IPv6에 기반한 네트워크계층을 사용하되, 경우에 따라 C2C네트워크 계층을 사용할 수 있도록 한다. 전송계층에서는 TCP 또는 UDP 등의 범용적인 전송계층을 그대로 사용할 수 없는 통신환경으로 이와의 호환을 갖춘 새로운 전송계층 채택을 고려중이다.

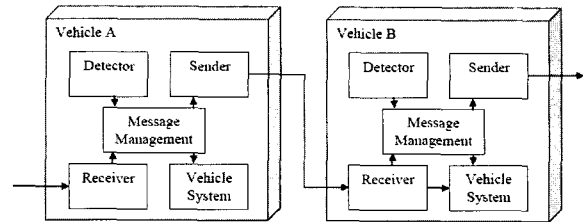
3) Application

C2C-CC에서는 크게 6개의 응용분야로 구분하고, 이에 대한 통신형태와 통신거리를 <표 2>와 같이 정의하고 있다. <표 2>에 제시된 유즈 케이스는 각 응용분야별 세부적인 기능에 대한 것을 열거한 것인데, 이 내용은 미국의 VSC 프로젝트의 내용과 상당수 유사성을 가진다.

<표 2> C2C-CC 응용[5]

응용분야	통신형태	통신거리
V2V Cooperative Awareness	Broadcast, Geocast	300m~1km
V2V Unicast Exchange	Unicast	~5km
V2V Decentralized Environmental Notification	Broadcast, Geocast	300m~20km
I2V(Oneway)	Broadcast, Geocast	300m~5km
Local RSU Connection	Unicast	~1km
Internet Protocol Roadside Unit Connection	Unicast	full radio range.

<그림 4>는 C2C-CC에서 제시한 응용구조중 복잡한 형태로서 vehicle 2 vehicle decentralized environmental notification에서 사용되는 구조이다. 여기서, Detector는 차량의 각종 센서로부터의 정보를 획득하는 부분이며, Receiver는 다른 OBU 또는 RSU로부터의 정보를 수집하는 부분이다. Sender는 수집 또는 가공된 정보를 다른 OBU로 전송하는 역할을 수행한다. 가장 중요한 부분인 Message Management는 수집되고 전송된 정보들을 Vehicle System에 전달하는 역할을 수행하며, 다음과 같은 기능을 수행한다.



<그림 4> V2V Decentralized Environmental Notification의 응용구조[5]

4) 통신시스템

(1) 주파수 할당

C2C-CC에서는 네트워크 제어와 critical safety application을 위한 전용 주파수의 할당을 요청하는 내용을 ETSI(European Telecommunications Standards Institute)에 요청중인 상태이며, 이 주파수 대역은 사실상 미국의 5.9GHz대역 DSRC와 거의 동일한 주파수 대역으로 국제적으로 이 주파수 대역이 사실상의 차량간 통신의 표준화된 주파수가 될 것으로 예상된다. 특히, C2C-CC에서는 IEEE 802.11a/b/g를 동시에 사용할 수 있도록 준비중이어서 좀 더 포괄적인 서비스가 가능할 것이다.

(2) 통신 방식

한 차량에서 발생된 정보를 다른 차량으로 전송하는 과정에서 두 가지의 경우가 발생할 수 있다. 하나는 차량이 밀집된 네트워크에서의 상황과 차량이 거의 없는 네트워크 상황이다. 후자의 경우에는 고속으로 마주오는 차량과의 짧은 통신시간에 정보가 전송될 수 있어야 하며, 전자의 경우는 너무 많은 통신량이 중복되어 대역폭을 잠식하는 문제가 발생하기 때문에 통신을 수행하는데 있어서 이러한 혼잡을 제어하고 메시지의 우선순위를 결정하는 방법이 고안되어야 한다. 이러한 차량간 통신환경을 고려한 통신 방식은 현재까지 계속 연구가 진행중에 있으며, 다음과 같은 특징을 가진다.

① Geographical Addressing

개별 노드의 주소는 노드의 물리적 위치와 연결되어 결정된다. 이 위치는 최종 목적 노드에 정보를 전달하기 위한 forwarding 알고리즘에 사용된다. 또한, 이 위치는 기하형태(원, 사각형 등)의 지역을 정의하는데 사용된다.

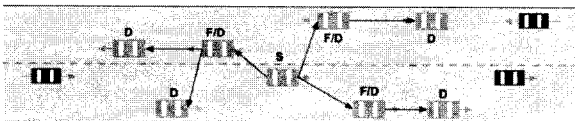
이 addressing 방식은 차량의 위치가 시시각각 변화하는 특성으로 인해 시간에 따라 유의한 특성을 지니며 차량이 어떤 지역에 들어오거나 나가게 되면 노드의 주소도 변경된다.

② forwarding algorithm

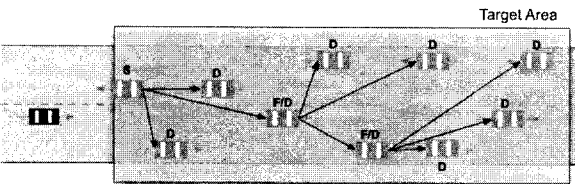
정보를 전송하는데 있어 packet-centric forwarding과 information-centric forwarding의 두 가지 방식을 정의할 수 있으며, C2C-CC에서는 이 두 가지를 동시에 고려한 hybrid 형태를 사용한다.

forwarding 알고리즘은 C2C-CC 시스템의 핵심 기능으로 라우팅 프로토콜의 일부이다. C2C-CC에서는 4가지의 기본적인 forwarding 형태를 정의하고 있다. Geographic unicast는 소스노드에서 목적노드까지 multiple hop을 이용하여 통신을 수행하는 것으로 의미한다. Topologically-scoped broadcast는 소스 노드에서 어떤 지역의 모든 노드로의 전송을 수행하되, hop수를 제한하여 통신하는 것을 말한다.

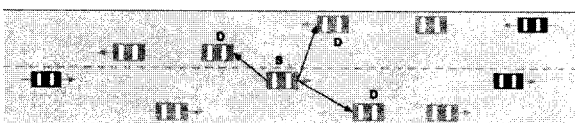
Geographically-scoped broadcast는 어떤 목표 지역에 존재하는 모든 노드에 정보를 전송하는 방식인데, 여기서 목표지역은 원이나 사각형과 같은 특정한 형태에 의해 결정되어진다. Geographically-scoped anycast는 목표지역에 위치한 특정한 노드에게만 정보를 전송하는 형태이다.



<그림 5> Topologically-scoped broadcast[5]



<그림 6> Geographically-scoped broadcast[5]



<그림 7> Geographically-scoped anycast

2. 미국의 Vehicle Safety Communication(VSC) Project

CAMP(Crash Avoidance Metrics Partnership)는 1995년 Ford와 GM의 협력하여 미국 DOT와 함께 능동적인 차량안전을 구현하기 위해서 시작되었으며, VSC 프로젝트는 CAMP의 기반하에 2002년 시작되었으며, VSC 프로젝트를 위해 7개의 자동차 회사(BMW, DaimlerChrysler, Ford, GM, Nissan, Toyota, and VW)와 미국 DOT가 컨소시엄을 형성하였는데, 이 컨소시엄이 바로 VSCC(Vehicle Safety Communication Consortium)이다.[6]

VSC는 통신에 기반한 차량안전분야의 적용에 편익을 추정, 통신요구사항 정의, 제한된 DSRC기술이 차량안전에 사용되기 적합한지를 확인하는 것, DSRC를 활용하는데에 필요한 기술적 이슈를 조사하는 것, 통신에 기반한 차량안전에의 적용의 실현 가능성을 예측하는 것을 목적으로 한다.[7]

미국의 VSC프로젝트는 구체적인 상세화된 75개 이상의 서비스 시나리오를 제시하고 있으며, 향후 연구를 위해 이중에

서 가장 편익이 높은 8개가 선정되었으며, 선정된 응용분야와 그 내용은 <표 3>과 같다.[7] 선정된 8개 응용 시나리오에는 모두 안전에 관련된 사항이다.

<표 3> VSC프로젝트의 8개의 선정된 응용 시나리오[7]

응용 시나리오	적용시기	통신방향	통신대상
Traffic Signal Violation Warning	단기	One way	I2V
Left Turn Assistant	중기	One way	V2I, I2V
Stop Sign Movement Assistance	중기	One way	V2I, I2V
Curve Speed Warning	단기	One way	I2V
Emergency Electronic Brake Lights	중기	One way	V2V
Lane Change Warning	중기	One way	V2V
Cooperative Forward Collision Warning	중기	One way	V2V
Pre-Crash Sensing	중기	Two way	V2V

3. 일본의 ASV프로젝트

일본의 ASV(Advanced Safety Vehicle) 프로젝트는 2개의 형태로 진행되고 있다. 한 가지는 '온보드 자율형태' 와 또 다른 하나는 '통신 협력 형태'이다. 1991년부터 추진되어온 ASV프로젝트는 ASV1(1991년~1995년, 온보드 자율형태), ASV2(1996년~2000년, Road 2 Car 단계), ASV3(2001년~2005년, Car 2 Car단계)로 오랜 시간동안 진행되어 왔으며, 이외에도 일본 MOC에서 진행중인 Smart Way 프로젝트도 이와 협력하여 진행중에 있다.

주된 응용분야는 사회적으로 관심이 높은 분야로서 추돌사고, 좌회전충돌, 차로변경충돌을 방지(3개)하고, 사고 심각도가 높은 우회전 충돌, 사각지역 충돌, 보행자 충돌, 전면 충돌을 방지하는 것(4개)에 초점을 두고 진행되고 있다.[8]

4. 기존 사례의 고찰

미국과 유럽에서는 차량간 통신을 이용하여 차량의 안전을 능동적으로 해결하기 위한 움직임이 매우 활발하고 다양한 각도에서 이루어지고 있다. C2C-CC나 VSC의 경우, 자동차 회사를 중심으로 한 태동 배경과 안전향상에 높은 가치를 부여하는 사회적 관심으로 인하여 주로 안전과 관련된 분야에 서비스가 집중되어 있다. 이러한 움직임은 이미 차량간 통신을 위한 주파수를 결정한 미국 VSC와 유럽의 C2C-CC의 참여자가 사실상 동일한 상황에서, 강력한 사실상 표준으로서 급속히 정착될 것으로 예상된다.

국내에서는 최근 안전과 관련된 분야의 관심도가 증가하고는 있으나, 교통정보를 수집하고 이를 제공하는데 사회적 관심과 수요가 큰 상황이며, 상기한 미국이나 유럽의 경우에는 교통정보의 수집과 전달에 있어서는 구체화된 연구 진전이 그리 활발하지 않은 것으로 분석된다.

III. 본론

5. 교통정보 수집 및 전달시스템으로의 활용을 위한 검토

여기서는 교통정보를 차량에 의해 수집하고 이를 차량에서 가공하여 다시 다른 차량에게 제공하는 것을 통칭하여 교통정보시스템이라고 설명한다. 본 연구에서는 링크(교차로를 노드라 할 때, 도로의 일정 구간을 분석단위로서 링크라고 함) 단위의 차량이 수집하는 통행시간에 대한 정보만을 한정하여 연구한다.

상기 검토한 사례를 통해 볼 때, C2C-CC의 시스템 구성 방안이 가장 현실적이고 진보적이라는 판단이 들며, 교통정보시스템으로의 확장이 기술적으로 가능한 것으로 판단된다. 이러한 차량간 통신환경하에서 센터가 없는 교통정보시스템으로의 구축은 다음과 같은 발전 단계를 가진다고 예상할 수 있다.

1) 교통정보시스템의 발전 단계

V2V 통신이 가능한 상황에서도 전체적인 교통정보시스템의 발전단계를 다음과 같이 정의하였다. 기존의 방식처럼 센터에서 가공되어 차량으로 일방향 전송되는 형태에 대해서는 고려하지 않았으며, V2V의 통신환경이 제공되기 전 단계는 고려하지 않았다. 그 이유는 차량간 통신이 가능한 상황에서 비로소 효율적이고 광역적인 교통정보시스템이 구축이 완성될 것이라는 가정하에, V2V 통신기반을 기초적인 단계로 설정한 것이다.

(1) Stage 1 : 차량간 직접적 교통정보교환에 의한 교통정보시스템(V2V Only TIS)

이 단계에서는 센터의 개입이 전혀 일어나지 않으며, 차량은 정보를 수집함과 동시에 가공하고, 가공된 정보를 다시 다른 차량에게 전달할 것을 판단한다. 정보의 신뢰성은 차량의 응용시스템에 의해 결정된다. 정보의 수집은 확률적이며 V2V차량의 점유율이 낮은 초기 단계에서는 필요한 정보를 획득하지 못할 수 있다.

(2) Stage 2 : 차량간 교통정보 직접적 교환과 RSU를 통한 중계 정보에 의한 교통정보시스템(V2V+V2I TIS)

이 단계에서는 stage 1에서 정의한 기능과 정보의 전파 범위를 확장하기 위해 RSU가 정보의 중계자 역할을 수행하며 RSU에서는 지나친 정보의 중복을 방지하기 위한 정보의 집계자의 역할을 수행한다.

(3) Stage 3 : 차량간 교통정보의 직접적 교환과 RSU를 통한 중계 교환, 센터의 개입에 의한 교통정보시스템

이 단계는 stage 2에서 정의한 기능에 더불어 센터가 개입함으로써 강력한 정보의 필터링 기능과 정보의 광역적 전달 기능을 수행한다. 이 경우 역시 센터의 중앙집중적인 교통정보 가공은 거의 필요치 않으며 각 차량들이 가공한 정보를 단순히 집계하여 배포할 뿐이다. 교통정보의 가공은 이미 차량단위에서 이루어진다.

2) AU의 기능 요건

(1) 교통정보의 수집 기능

- 교통정보의 일관된 수집을 위해 모든 AU는 동일한 수집 링크를 보유하여야 한다.
- 정확한 위치 인식 획득과 이를 위한 링크 통행시간을 얻기 위해 GPS 등 위치추적 시스템이 존재하여야 한다.

- 링크 단위의 통행시간을 수집하여야 한다.

(2) 교통정보의 가공 기능

- 상대적으로 적은 device에서 많은 링크의 정보를 가공하고 신속히 전달이 가능하기 위한 적절한 방법으로 연산이 수행되어야 한다.
- 안전과 관련된 돌발상황 정보는 차량간 정보의 전송량에 있어 상대적으로 빈도가 적으나 교통정보를 교환하는 경우는 엄청난 정보의 교환량이 발생하므로, 응용레벨에서의 정보의 양을 줄일 수 있는 알고리즘이 필요하다.
- 자기 차량의 진행경로와 관계없는 링크에 대하여도 가공 기능을 수행하여야 한다.
- 수집된 통행시간이 일상적인 상황이 아닌 경우에 교통정보의 필터링 기능을 보유해야 한다.

(3) 교통정보의 공유 기능

- 교통정보에 대해서 우선순위를 판단하고 이에 따른 정보를 다른 차량에게 제공할 수 있어야 한다.
- 자기 차량의 진행경로와 관계없는 정보에 대해서도 정보를 저장 및 가공하여야 한다.
- 가공된 정보를 다른 OBU 또는 RSU에 대해 제공할 수 있어야 한다. 제공된 정보는 RSU간의 통신에 의해 더 넓은 지역으로 확산될 수 있다.
- 자기 차량의 destination과 경로에 대한 정보를 운전자에게 표출할 수 있어야 한다.

(4) 교통정보의 표현 기능

- 가공된 다량의 정보를 신속하고 효율적으로 device에 표출할 수 있어야 한다. 필요에 따라 사운드와 진동, 차량 제어 등의 다양한 방법을 고려하여야 한다.

(5) 교통정보의 분석 기능

- 주변 차량이 존재하지 않아 차량간 정보 교환이 어려운 경우, 과거에 수집된 정보에 의해 패턴정보로 가공할 수 있어야 한다.
- 향후, 차량간 정보 교환이 어려운 경우, 자기 차량의 진행 경로와 주변 지역에 대한 교통정보를 RSU에 대해 요청할 수 있어야 한다.

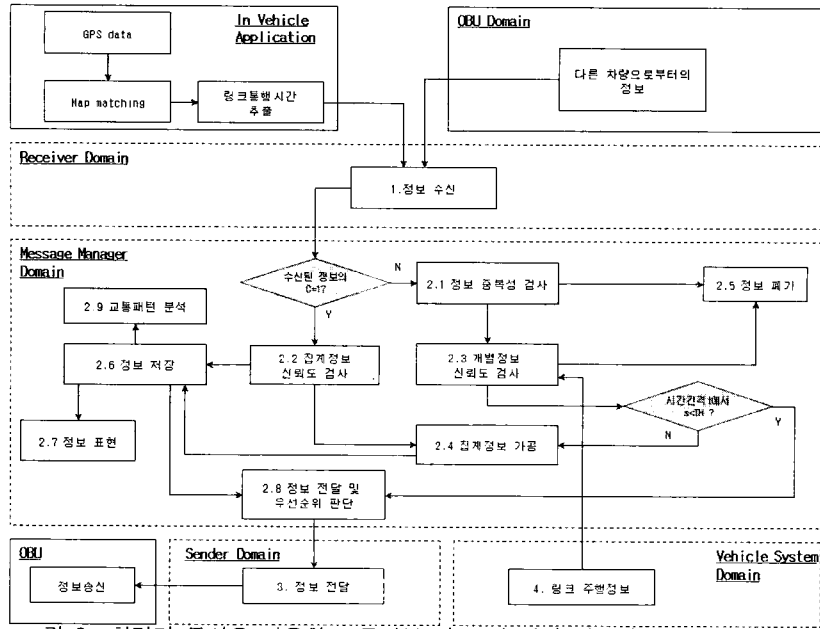
6. 차량내에서의 정보 가공 및 교환 알고리즘

1) 전체 알고리즘 구성

<그림 10>은 OBU와 AU가 장착된 차량에서 다른 차량과의 정보를 교환하고 가공하는데 필요한 알고리즘의 블록 다이어그램이다. 이 다이어그램의 전체적인 골격은 전술한 C2C-CC의 <그림 4>를 인용한 것이며, 차량간 정보를 수집하고 가공하는 방법에 대해 본 연구에서 구체화한 것이다. 교통정보를 수집하기 위해 기본적으로 필요한 GPS 정보와 맵 매칭 등의 일련의 처리과정은 본 연구에서 다루지 아니하며, 모든 차량이 동일한 구간에 대하여 정보를 수집하는 것으로 가정한다.

2) 1. 정보 수신

교통정보로의 가공 및 활용을 위해서 다른 차량으로부터의 정보를 수집하는 경우에는 다음과 같은 표준화된 정보의 교



<그림 8> 차량간 통신을 이용한 교통정보 가공 및 전달 알고리즘

환이 필요하다.

- (1) 이벤트 ID(EID) : 각각의 차량에서 만들어진 정보들을 가공하는 단계에서 각각 다른 정보로 식별하기 위한 이벤트 ID가 필요하다. 이 이벤트 ID를 생성하는 방식은 랜덤 메시지 ID를 생성하는 방법을 사용한다.[5]
- (2) 메시지의 전송시각(MTS) : OBU로부터 메시지가 송신될 때 시각이다.
- (3) 차종(VT) : 링크 통행시간을 수집한 차량의 차종에 관한 정보이다.
- (4) 진입노드ID와 시각(FNID, FNT) : 표준화된 링크에 대한 진입노드의 ID와 이때의 시각이다.
- (5) 도착노드ID와 시각(TNID, TNT) : 표준화된 링크에 대한 도착노드의 ID와 이때의 시각이다. 일반적인 도로상황에서 도착노드는 곧 진입노드가 된다.
- (6) 링크통행시간($l_{i,k}^t$) : i차량의 시간간격 t에서 k 링크에 대해서 수집한 링크의 통행시간이다. 집계된 링크통행시간은 LTT_k^t 이다.
- (7) 유효기간($t_{e,i,k}^t$) : i차량의 시간각격 t에서 k링크에 대해서 수집된 링크통행시간의 전달 유효기간이다(초). 이 시간이 초과하면 이 정보는 더 이상 다른 차량으로 전달되지 아니한다.
- (8) 정보의 신뢰도 : 집계된 링크통행시간에 대해 사용된 개별링크통행시간의 개수(s)와 집계된 링크통행시간의 편차(σ_{LTT})로 신뢰도를 결정한다.
- (9) 집계정보 여부(C) : 개별 차량의 링크통행시간 정보인지 단위시간동안 여러 개의 개별 통행시간정보로 집계한 정보인지 확인할 수 있는 정보 필요(C=1 clustered, C=0 non-clustered)

3) 2.1 정보의 중복성 검사

수집된 정보가 개별 링크통행시간인 경우, 하나의 이벤트ID가 여러 차량을 통해 어떤 차량으로 중복될 수 있는지 검사가 필요하며, 동일한 정보가 수신된 경우에는 이벤트 ID를 비교하여 최후에 수집된 정보만 활용하고 나머지 정보는 폐기한다. 집계 정보에 대해서는 동일시간대에 대한 2개 이상의 집계기가 수행될 수 있으므로, 이에 대한 신뢰도를 비교하여 가장 높은 신뢰도의 정보를 하나만 취한다.

4) 2.2 집계정보의 신뢰도 검사

수신된 정보가 집계정보인 경우 집계정보의 신뢰도를 검사하여 다시 집계할 것인지 판단한다. 정보량이 극히 적은 상황이 아닌 경우, 전체 알고리즘 구조에 의해 동일시점의 동일 링크의 집계정보가 다시 집계되는 경우는 거의 발생하지 않을 것으로 예상된다.

$$\text{IF } s < TH_s \text{ or } \sigma_{LTT} > TH_\sigma,$$

$$\text{THEN recalculate } LTT_k^t$$

여기서, TH_s 는 LTT를 가공하는데 최소한의 샘플 임계치,

$$TH_\sigma = \text{전송된 LTT의 표준편차의 수용 임계치}$$

5) 2.3 개별정보의 신뢰도 검사

개별정보의 신뢰도 검사는 자기 스스로 수집한 링크통행시간에 대한 신뢰도 검사와 다른 차량에서 전송한 개별정보의 신뢰도 검사로 구분할 수 있다.

(1) 자기 차량이 수집한 링크통행시간에 대한 신뢰도 검사 : Vehicle System으로부터의 통행시간의 신뢰도와 관련된 4. 링크 주행정보(개문시간 및 횡수, 정차횡수, 정차시간, 주행차로 등)을 이용, 링크통행시간을 분석하며, 이 결과에 따라 정보의 활용여부를 결정한다.

(2) 다른 차량에서 전송한 개별정보의 신뢰도 검사 : 다른 차량의 전송한 정보는 기본적으로 신뢰할 수 있고 신뢰하여야 한다는 것이 기본적인 원칙이기는 하나, 이에 대한 최소한의 안전장치가 필요하며, 이를 위해 같은 분석 시간에서 수집된

다른 차량의 정보와 비교하여 절사평균(trimmed mean)방법에 의해 정보를 필터링한다.

6) 2.4 집계정보 가공

$s < TH_s$ 이면, 집계하지 않으며 개별 정보를 직접 다른 차량으로 전송하도록 하며, $s \geq TH_s$ 이면, 개별정보의 집계를 수행한다. 집계 정보의 가공 방법은 아래 식과 같다.

$$LTT_k^t = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s ltt_{i,k}^t$$

7) 2.6 정보의 저장

정보의 저장 기능은 센터가 없는 교통정보시스템 구축에서 매우 중요한 기능이며, 자기 차량의 진행경로와 직접적 관련이 없는 정보인 경우라도, 수신하거나 가공한 집계 또는 개별 정보를 저장하여야 한다.

8) 2.8 정보의 전달 및 우선순위 판단

저장된 정보는 AU에서 다음과 같은 기준에 의해 우선순위를 판단하여 전송한다.

- 집계 링크통행시간 우선
- 링크의 근접도 : 송신하려는 차량의 위치에서 가까운 링크의 정보부터 전달
- 정보의 시점 : 최근에 생성된 정보부터 전달

9) 2.9 교통패턴 분석

교통량이 매우 적은 경우, 다른 차량으로부터의 정보 전달량이 급격히 감소하여 실시간 기반에 의해 운전자에게 정보를 제공할 수 없거나, 다른 차량으로부터의 정보 전달이 존재하는 경우라도 잘 활용되지 않는 구간에 대한 교통정보를 운전자에게 제공하기 위한 교통패턴 분석 기능이 요구된다.

IV. 결론

지금까지 유럽의 C2C-CC와 미국의 VSC프로젝트의 전체적인 시스템과 이를 토대로 한 센터가 없는(decentralized) 교통정보 수집 및 전달 시스템의 구축에 관하여 기술하였다. 유럽과 미국의 예에서처럼 Vehicle 2 Vehicle 통신에 기반한 서비스의 토대가 당초 능동적인 안전 시스템을 구축하기 위한 통신 방식으로써, 이를 이용하여 교통정보를 상호 교환하는데 활용 가능성은 매우 높다 하겠다.

우리나라와 같이 도로 혼잡에 의한 사회적 비용이 증가하고 교통정보의 수요가 높지만 아직까지 전국적인 체계화된 교통정보시스템이 부재한 상황에서는 공공재원의 부담을 줄이고 도로를 주행하는 차량이 스스로 교통정보를 교환하는 방식에서의 사고 발생이 필요한 시점이라고 하겠다. 현재까지 차량간 통신에 의한 시스템을 구축하기 위해서는 통신의 라우팅 기술과 혼잡관리 기술 등과 주파수 문제, 프라이버시 문제 등 해결되어야 할 사항이 남아 있지만 조속한 시일내에 해결가능할 것으로 전망된다.

본 연구에서는 차량안전정보를 교환하는 망의 부담을 줄이고, 신속하고 신뢰도 있는 교통정보 시스템을 구축하기 위해서 차량내 시스템의 AU(Application Unit)에서 정보를 집계하고, 한번 어떤 시간구간에서 교통정보가 생성되면, 이후부터는 이

집계된 정보를 다른 차량에게 전달함으로써 전체 망의 부담과 전체 시스템(모든 관련된 차량)에 대한 연산량을 감소시킬 수 있는 방안과 알고리즘을 제시하였다.

향후 연구에서는 향후 RSU와 센터를 포함한 정보 교환 및 가공 방안을 고려한 시스템 체계를 고려하면, 이를 통하여 교통정보의 광역화와 교통관리 차원에서도 효율적인 시스템 구축이 될 수 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

1. 한국전산원, 차세대 웹, 웹2.0 플랫폼으로서의 웹, 웹2.0이란 무엇인가?, 2005.11
2. BBC News, Connected cars 'promise safer roads', <http://news.bbc.co.uk/1/hi/technology/6274974.stm>, 2007.07.06
3. 유석태 외, 차량안전통신 기술 동향, 정보통신연구진흥원 주간기술동향 통권 1292호, 2007.4.18.
4. COMeSafety Project, A EU Specific Support Activity, <http://www.comesafety.org>
5. C2C-CC System, Car 2 Car Communication Consortium Manifesto Overview of the C2C-CC System Version 1.1, 2007.8.28.
6. Michael Shulman et al, Vehicle Safety Communications in the Unites States, <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov>
7. The CAMP Vehicle Safety Communications Consortium, Vehicle Safety Communications Project Task 3 Final Report Identify Intelligent Vehicle Safety Applications Enabled by DSRC, US DOT NHTSA, 2005. 5.
8. Yoshimi Furukawa, Overview R&D on Active Safety in Japan, 5th European Congress and Exhibition on Intelligent Transport Systems and Services, 2005.