

Ad-hoc 차량통신 네트워크를 위한 자율분산 동기화 시스템

(A Decentralized Frame Synchronization System for Ad-hoc Inter-Vehicle Communication Networks)

김 영 안 [†] 홍 충 선 ^{**}
(Youngan Kim) (Choong Seon Hong)

요 약 본 논문은 Ad-hoc 차량통신(Inter-Vehicle Communication)을 위한 자율분산 프레임 동기화 시스템을 제안하였으며, Ad-hoc 차량통신의 특징인 프레임 타이밍과 페이딩 환경에서의 차량위치, 차량대수 및 수신 전력의 시시각각 변화하는 시간변수에 적용할 수 있도록 고려하였다. 제안된 기법은 기지국간의 동기방식을 이용하여 동기를 획득하는 분산 동기화 시스템과 중앙 통제되는 개인통신시스템과는 차이가 있다.

이 시스템은 Ad-hoc 차량통신을 위한 자율분산 프레임 동기화 기법, 알고리즘의 고속화 및 네트워크에 새로 가입하는 차량을 위한 동기화 프로토콜 제안과 고속도로를 기반으로 프레임 타이밍 에러 개선을 위한 대역확산 차간거리 측정 방식을 포함하고 있다. 제안방식의 성능 평가를 시뮬레이션을 통하여 검증하였고, Ad-hoc 차량통신이 고속도로 환경에서 주위의 차량들에 대해서도 적용될 수 있다는 것을 확인하였다.

키워드 : Ad-hoc 차량통신, 시간변수, 자율분산 동기화 시스템, 대역확산, 프레임 타이밍

Abstract This paper proposes an autonomous decentralized frame synchronization system for Ad-hoc Inter-Vehicle Communication Network (IVCN). We have to consider the feature of Ad-hoc IVCN: "time variant" about the number and the location of vehicles and receive power in IVCN, frame timing, and fading. Proposed scheme is different from other decentralized synchronization systems that have association with a fixed base station, and from centralized Personal Communication Systems.

This system includes an autonomous decentralized frame synchronization scheme for Ad-hoc IVCN, a high-speed algorithm, a protocol for a newly joining subscriber in IVCN, and a utilization of spread spectrum ranging for frame timing error of the system under highway conditions. Performance evaluation of proposed scheme is validated through simulation. It is shown that Ad-hoc IVCN can be carried out among one and surrounding vehicles in such environment.

Key words : Ad-hoc IVCN, time variant, autonomous decentralized synchronization, Spread spectrum, frame timing

· 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터지원사업의 연구결과로 수행되었음(IITA-2008(C1090-0801-0002))

† 학생회원 : 경희대학교 컴퓨터공학과
roundsun26@hotmail.com
** 종신회원 : 경희대학교 컴퓨터공학과 교수
cshong@khu.ac.kr
(Corresponding author임)

논문접수 : 2007년 10월 22일

심사완료 : 2008년 1월 8일

Copyright©2008 한국정보과학회: 개인 목적이거나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지: 정보통신 제35권 제2호(2008.4)

1. 서 론

최근 우리나라에서도 교통 혼잡 문제를 해결하기 위해 ITS(Intelligent Transportation Systems)를 도입하였고, 관련된 교통 및 통신을 개발하고 있다. 현대생활에 있어서, 자동차 교통이 차지하는 역할은 상당히 크다. 그러나 자동차 대수가 크게 증가함에 따라 도로교통 상황이 악화되는 문제가 야기되고 있다. 여기서 위험에 대한 조기 발견에 의해 도로교통시스템의 안전성 향상과 원활한 교통제어를 목적으로 한 Ad-hoc 차량통신(Inter-Vehicle Communication)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[1-4].

이러한 연구는 근거리를 달리는 차량들이 통신을 함으로써 주위상황을 운전자에게 제공하는 것이다. 차량간 통신에서 차량들이 교환하는 정보로서 긴급연락, 위치정보, 속도, 가속도 정보, 브레이크 정보와 인간과의 대화를 통하여 도로정보의 교환이 행해지고 있다.

이러한 시스템을 실현하려고 할 때 차의 이동을 고려하면 각각의 차에 있어서 통신을 해야 할 상대인 근거리를 달리는 차량은 자주 변화하게 된다. 동시에 차량통신 특유의 문제인 네트워크 자체의 이동이 일어난다. 그래서 종래와 같은 집중적인 채널 액세스 혹은 통신링크 제어를 한다는 것은 대단히 곤란하다. 즉, 우연히 근거리에서 있던 차량들이 자기중심적인 네트워크를 구성하여 관리하는 방식이 우수하게 평가를 받는다.

한편, 스펙트럼 확산통신(SS : Spread Spectrum)은 내간섭성(耐干渉性), 내방해성(耐妨害性)에 우수하며, 또 통신과 거리측정을 동시에 행할 수 있는 장점을 가지고 있다.

이 방식에서는 통신하면서 통신거리 즉, 자동차를 운전하는데 있어서 대단히 중요한 정보를 얻을 수 있기 때문에 그 유효성은 상당히 높다고 할 수 있다. 이상적으로는 각 차량이 네트워크 내에서 사용되는 모든 확산부호를 알아야 하지만 현실적으로는 불가능하다. 이것에 대해서 각 차량이 각자 하나씩의 확산부호를 가지므로 다른 임의의 차량과의 통신이 가능한 SS부메랑(Boomerang) 통신방식이 제안되었다[1].

하지만 이러한 차량통신을 하는데 가장 큰 문제점은 동기문제이다. 과거의 이동통신에서는 단말에 대해서 기지국이 동기를 제어하였지만, 자가 접속된 Ad-hoc 차량통신 네트워크에서는 어느 차량이 제어할 가를 결정하기가 상당히 어려운 문제이다.

동기를 획득하는 방법에는 몇 가지가 있지만 마이크로셀룰러 통신시스템에서는 기지국간의 동기방식을 이용하여 동기를 획득하는 방식으로 자율분산방식이 제안되었다[5,6]. 이 방식은 각 기지국이 주위의 기지국의 신호를 수신하여 프레임 타이밍을 측정하여 각 해당 기지국의 수신신호 레벨로 중첩 측정된 평균 타이밍을 구해서 자국의 프레임 타이밍과 차이를 계산하여, 이것을 기초로 자국의 프레임 타이밍을 제어하는 방식이다. 하지만 이 방식은 시시각각 네트워크가 변화하는 Ad-hoc 차량통신 환경에는 적합하지 않다.

본 논문에서는 Ad-hoc 차량통신을 위한 자율분산 동기화 시스템을 제안하였으며, 자율적으로 이동하는 Ad-hoc 차량통신 동기 시스템 개선을 하였으며, 특히 차량대수, 차량거리, 수신 전력이 시시각각 변화에 적용할 수 있도록 개선하여 기존의 동기화 알고리즘을 고숙화하였다. 또한 네트워크에 새로 가입하는 신규 차량의 프

로토콜을 제안하였으며, 제안방식에 대해 성능을 평가하여 우수성을 검증하였다.

2장에서는 관련연구로 기지국간 동기화 방식에 대하여 설명하였고, 3장에서는 Ad-hoc 차량통신 네트워크 모델과 통신방식에 대하여 설명하였고, 4장에서는 Ad-hoc 차량통신을 위한 동기화 알고리즘에 대하여 제안하였으며, 5장에서는 제안시스템에 대한 성능평가를 실시하였다. 마지막 6장에서는 논문의 결론을 작성하였다.

2. 관련연구

2.1 자율분산 기지국간 동기화 시스템

자율분산 프레임 동기화에 대한 연구 중 하나가 TDMA 마이크로셀룰러 시스템을 위한 자율분산 기지국간 동기화 시스템이다[2,4,7].

이 시스템 알고리즘의 정의는 자국의 기지국은 다른 기지국의 타이밍과 수신 전력 레벨을 측정한다. 여기에 사용되는 프레임 타이밍 에러는 다른 기지국과 자국의 기지국에서 측정된 타이밍의 차이이다. 이 프레임 타이밍 에러는 가중치 요소처럼 수신 전력 레벨의 평균값이다. 이 결과를 사용하여 기지국의 프레임 타이밍을 올바르게 맞춘다. 이 절차를 각 기지국들이 주기적으로 반복 실행한다. 이 시스템 파라메타는 표 1과 같고 수학적 해석은 아래 식들과 같으며, 기존 시스템으로 활용 되었다[7].

$$\Delta T_i = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^N P_{ij} \Delta T_{ij}}{\sum_{j=1, j \neq i}^N P_{ij}} \quad (1)$$

$$\Delta T_{ij} = T_{j(n)} - d_{ij} - T_{i(n)} + 2t_0 \quad (2)$$

$$T_{i(n+1)} = T_{i(n)} + \epsilon \Delta T_i \quad (3)$$

여기서 $\epsilon, 2t_0$ 는 정수이다.

표 1 시스템 파라메타

Timing of BS i	$T_{i(n)}$	Number of BS's	N
Step size	ϵ	Iteration number	n
Timing revising constant	t_0	Weighting factor	P_{ij}
Propagation delay from BS j to i	d_{ij}		

3. 네트워크 모델

3.1 네트워크 모델

그림 1에서는 Ad-hoc 차량통신 네트워크의 모델을 나타내고 있다. 일반적으로 이 형태의 네트워크의 모델화가 상당히 어려워 지금까지 확립된 모델이 존재하지

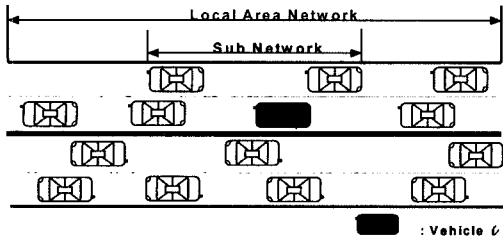


그림 1 네트워크 모델(고속도로 상황)

않는다. 그래서 본 논문에서는 차량의 이동방향이 거의 일정한 고속도로에 있어서의 네트워크를 가정했다.

- 기지국이 존재하지 않은 자율 분산형 네트워크
- 네트워크내의 형태 변화가 상당히 심하다.
- 네트워크내 존재하는 차량대수에는 제한이 없고, 존재하는 차량대수는 미리 알지 못한다.
- 도로를 하나의 네트워크로 생각했을 경우, 차량의 상태에 변화가 일어난다.

여기서는 단순화를 위해서 차량의 흐름을 차선마다 독립한 1차원 포아송 분포(Poisson process)로 가정했다. 이 가정은 각각의 차량이 서로와 관계하지 않고 독립해서 움직이고 있다고 보는 것으로 교통량은 포아송 분포로서 취급한다[7]. 포아송 분포에 의해서 일정의 공간내에서 발생하는 수는 포아송 분포를 따른다.

이때 차량의 분포밀도를 λ 라고 하면, 도로의 어느 구간(구간길이 x) 내의 k 대의 차량이 존재할 확률은

$$\Pr(x, k) = \frac{(\lambda x)^k}{k!} \exp(-\lambda x) \quad (k=0,1,2,\dots) \quad (4)$$

이 된다. 여기에서 차량간격(spacing)이 지수분포를 따르는 것을 의미한다.

따라서 차간거리는 지수분포에 의거 확률밀도관수 f_{hs} 는

$$f_{hs} = \lambda e^{-\lambda x} \quad (5)$$

이 된다. 여기서 $1/\lambda$ 은 평균차간거리(average head spacing)이다. 또 차량이 자유 주행하는 고속도로에서는 각 차량의 속도는 거의 정규분포에 의거한다는 것이 통계적으로 조사되어 있다. 이러한 환경에서는 차량은 그룹을 형성하는 것이 보통이며, 여기서는 그러한 그룹으로 주행하는 차량 사이에 형성되는 네트워크에 의거 사용되는 것을 가정했다.

3.2 통신방식

차량통신은 통신을 행해야 할 상대가 정해지지 않은 1대n 통신이다. 이때 차량이 가까울수록 정보의 중요도가 높기 때문에 통신 링크를 집중적으로 제어하기에는 각 국의 상대적인 위치관계를 완전히 파악할 필요가 있다. 그렇기 때문에 차량이 이동하는 것을 고려하면 하나

의 네트워크내의 국은 빈번하게 바뀌지는 것이 예상된다. 따라서 기지국에 의해서 집중적으로 제어를 하는 것으로 가정하면 제어신호가 상당히 복잡하게 될 것으로 생각되어진다.

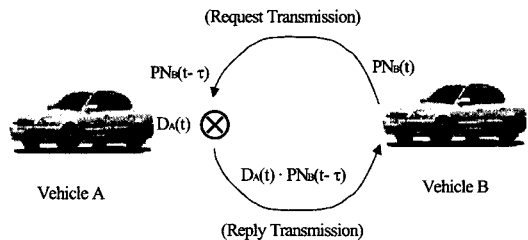
본 논문에서는 가끔 가까이에 있는 차량들이 자율분산적인 네트워크를 구성하는 것을 가정했다. 이 네트워크는 시시각각 변화하는 주위의 상황을 빠르게 처리하기 위해 밀도 높은 정기적인 정보교환을 필요로 한다.

따라서, 시분할 다원 접속방식(TDMA : Time Division Multiple Access) 형의 통신형태가 알맞다고 생각하게 되었다. 이 TDMA 형의 통신에서는 각 국에서 고유의 슬롯이 할당되어 있어 국의 관리가 용이하게 된다. 또 슬롯이 할당되어 있으면 안정된 동작이 가능한 이점도 있다. 각 국이 이용하는 슬롯을 스스로 결정할 수 있다면 능률 좋은 정보 전달이 가능하게 된다[3,8,9].

자율분산적인 것과 더불어 국의 이동에 유연한 채널 액세스방식으로서 예약형(reservation) ALOHA 프로토콜이 있고, 차량통신용 프로토콜로서 이것을 응용한 것이 제안되어 있다[1]. ALOHA방식은 알고리즘이 간단하여 실현이 쉽지만, 트래픽 증가에 의해서 처리량이 급격히 떨어지는 결점이 있다.

본 논문에서는 통신의 형태로써 SS부메랑(boomerang) 통신을 채용했다. SS부메랑 통신은 각 스테이션이 각각 하나의 확산부호가 있으면 임의의 스테이션과 통신이 가능한 획기적인 방법이다. 그림 2에 부메랑(boomerang)통신을 나타내었다.

그림 2는 전후를 달리는 차량 A와 차량 B 사이의 정보교환을 나타낸다. 여기서는 먼저 차량 B가 차량 A의 정보를 얻기 위해 자국의 PN부호 PNB를 차량 A를 향해 송신한다. 본 논문에서는 이것을 Request Transmission(TX)라고 한다. 차량 A가 이것에 자국의 정보 $D_a(t)$ 을 곱해서 돌려보낸다. 이것을 Reply Transmission(TR)라고 한다. 이 신호는 차량 A 정보를 차량 B 부호에 의해 스펙트럼 확산 변조한 것이므로 차량 B는 복조를 할 수 있다(RX). 결과적으로 차량간 통신이 가



PNb(t) : PN sequence of Vehicle B
Da(t) : data of Vehicle A

그림 2 SS 브메랑 통신

능하며 통신간 지연시간을 이용하여 차량 A와 차량 B 간의 거리를 측정할 수 있다.

4. 제안하는 동기화 알고리즘

이 장에서는 Ad-hoc 차량통신을 위한 자율분산 동기화 시스템을 제안하였으며, 자율적으로 이동하는 Ad-hoc 차량통신 동기 시스템 개선을 하였으며, 특히 차량 대수, 차량거리, 수신 전력이 시시각각 변화에 적용할 수 있도록 개선하여 기존의 동기 알고리즘을 고속화 하였다. 또한 네트워크에 새로 가입하는 신규 차량의 프로토콜을 제안하였다.

4.1 고정된 기존 네트워크와 Ad-hoc 차량통신

기존 연구된 모델은 기지국 수는 알고, 위치가 거의 변화하지 않은 데에 반해 Ad-hoc 차량통신 네트워크에서는 차량대수, 자국과 타국과의 거리, 수신 전력을 알 수 없고 네트워크 상황이 시시각각 변화한다. 이러한 것들을 고려해야만 한다. 그림 3은 제안한 알고리즘의 구현을 위한 네트워크 모델이다.

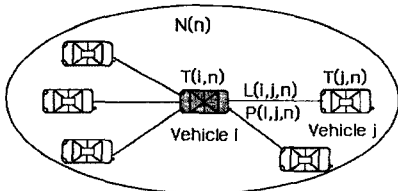


그림 3 Ad-hoc 차량통신 모델

4.2 프레임 동기화의 개선

수시로 네트워크 환경에 변화가 생기기 때문에 동기수렴을 가능하면 빠르게 실시하여야 한다. 동기수렴 속도를 빠르게 하기 위해서는 상대의 영향을 가능하면 받기 쉽게 할 필요가 있기 때문에 자국의 외부 동기 타이밍이 어느 위치에서 빠른지 늦은지를 나타내는 $\Delta T(i,n)$ 이 중요한 영향을 주게 하기 위해서 ϵ 을 크게 해야 한다. 그러나 네트워크가 동기수렴 상태에 있을 때, 신규가입 차량이 타이밍을 큰 폭으로 지연시켜 들어오면 타국의 타이밍 연장이 일어나므로 동기가 맞지 않아서 불안정 상태가 된다. 또한 무엇보다도 순간적으로 어느 차량이 동기 불일치가 일어나면 다른 차량이 타이밍을 잃어버리게 된다. 여기서 ϵ 에 아래와 같은 동작을 부여해야 한다.

- 동기수렴중에는 가능하면 타국의 영향을 많이 받게 된다($\epsilon=大$).
 - 동기수렴후 안정 상태에서는 가능하면 타국의 영향을 받지 않게 한다($\epsilon=小$).
- 이것을 실현하기 위한 간단한 방법은 과거 2회의 타

이밍 변화를 인지하여 그 변화에 대응해서 ϵ 을 변화시키면 된다. 또 $2 \cdot t_0$ 은 실제로는 두 차량간의 전파지연시간을 반영하는 것이므로, 이러한 요소들을 고려한 식은 아래와 같다.

$$\Delta T(i,n) = \frac{\sum_{j=1}^{N(n)} P(i,j,n) \Delta T(i,j,n)}{N(n) \sum_{j=1}^{N(n)} P(i,j,n)} \quad (6)$$

$$\Delta T_{(i,j,n)} = T_{(j,n)} - T_{(i,n)} + L_{(i,j,n)} \quad (7)$$

$$T_{(i,n+1)} = T_{(i,n)} + \epsilon \Delta T_{(i,n)} \quad (8)$$

$$\epsilon = \alpha |T_{(i,n-1)} - T_{(i,n-2)}| + \beta \quad (9)$$

여기서 $L_{(i,j,n)}$ 은 전파지연시간, $N(n)$ 은 차량 대수, 그리고 $P(i,j,n)$ 은 수신 전력이다.

4.3 신규가입을 위한 알고리즘

Ad-hoc 차량통신을 위해 다중화 방식을 고려할 필요가 있다. [1]에서 제안한 예약형(reservation) ALOHA가 적합하다. 더욱이 신규차량에 대해서 네트워크의 안정된 동기화에 영향을 주지 않고 네트워크에 가입할 수 있도록 제안한 알고리즘은 아래와 같으며, 프로토콜은 그림 4와 같다.

- ① 신규 차량이 네트워크를 발견
- ② 만약에 가입을 하려고 한다면 주위 차량 상태를 파악
- ③ 자국의 타이밍과 네트워크의 타이밍을 비교
- ④ 자국의 전파를 보내지 않으면서 타이밍을 계산하거나, 보정
 - 전파를 보내지 않기 때문에 네트워크에 영향을 주지 않음
- ⑤ 어느 정도 타이밍이 근사치가 되면 전파를 보낸다.
- ⑥ 네트워크에 있는 모든 참가국에 대한 각각의 타이밍을 계산

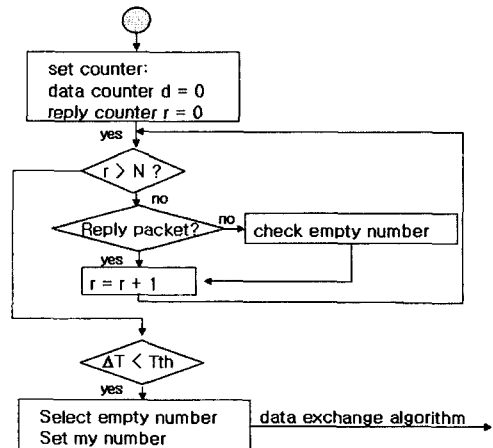


그림 4 신규 가입을 위한 프로토콜

네트워크의 프레임 타이밍과 자국의 프레임 타이밍 차이가 임계치 값보다 클 경우 가입국은 자신의 신호를 보내지 않는다. 그리고 가입국이 떠날 때에는 아래와 같은 절차를 따른다.

- 각 차량이 여러 프레임동안에 동기화를 하지 못했다면 무시하고 떠난다.
- 각 차량이 여러 프레임 후에 동기화를 하지 못했다면 슬롯을 "empty-slot"으로 설정한다.

여기서 기존 동기화 시스템과 비교했을 때 네트워크의 프레임 타이밍의 변화가 적게 일어난다.

4.4 SS 차간거리 측정방법을 이용한 동기 보정

제안 시스템의 문제점중 하나가 지연에 대한 타이밍 에러이다. 지연에 대한 타이밍 에러의 원인은 수신에서 언급한 것처럼 프레임 타이밍이 네트워크로부터 벗어나 가는 수치이다. 네트워크에서 떨어지는 것을 오프셋이라 한다. 그러나 네트워크에서는 다른 네트워크와의 조화, 고정된 기지국과 통신을 해야 하는 상황을 만들지 못한다. 따라서 각 차량은 다른 차량들의 전파지연시간을 파악할 수 있으므로 지연에 대한 타이밍 에러를 제거할 수 있다.

확산대역(Spread Spectrum)의 거리측정방식을 이용하여 전파지연시간을 측정한다. SS 부메랑(boomerang) 통신방식을 이용하여 차간거리를 측정할 수 있기 때문에 가능하다.

5. 성능 평가

성능평가를 위해 Ad-hoc 차량통신의 모델로서 고속도로 기반을 이용하였다. 고속도로의 차량분포는 포아송 분포, 차간거리는 지수분포를 따르는 것으로 알려져 있다[8]. 이외의 시뮬레이션 조건은 표 2와 같다. 또한, 본 논문에서는 신규차량이 네트워크 가입 시 자신의 전파를 보내지 않고, 자국 타이밍과 네트워크의 타이밍을 비교한 후 어느 정도 타이밍이 근사치가 되면, 전파를 보내면서 가입을 하기 때문에 지연을 고려하지 않았다.

표 2 시뮬레이션 조건

Path loss	r^{-2}
Number of vehicles	5[car]
Transmission range	200[m]
Fading	Rayleigh Fading
Modulation method	DPSK
Modulation frequency	1200[MHz]
Multiple access	R-ALOHA
Transmission rate	384[kbps]
l[slot]	200[bit]
l[frame]	15[slot]
Head spacing	80[m]
α, β	1.0

5.1 프레임 동기화 개선

그림 5는 기존 시스템의 알고리즘에 의한 동기 타이밍의 결과이고, 그림 6은 동기 수렴 속도를 고속화한 제안 시스템 알고리즘에 의한 동기 타이밍의 결과이다. 제안 시스템이 기존 시스템과 다른 점은 계산초기의 동기 수렴 속도가 개선되었다는 것이다. 초기시점에서의 수렴 속도의 개선에 의해 기존 시스템에서는 $\pm 0.1[\text{bit}]$ 이내에서 수렴되기까지 725회 계산 횟수가 필요하지만, 제안 시스템에서는 $\pm 0.1[\text{bit}]$ 이내에서 수렴되기까지 675회 계산 횟수로 감소하였다.

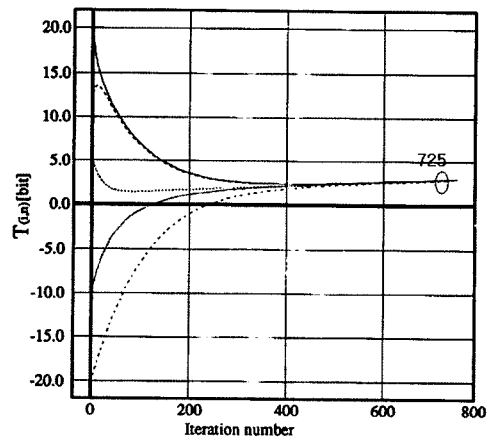


그림 5 기존 시스템 동기 수렴 결과

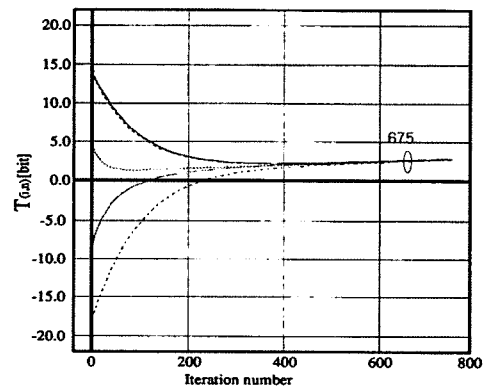


그림 6 제안 시스템 동기 수렴 결과

5.2 신규 가입 프로토콜

그림 7은 그림 6의 고속화 프로토콜을 적용하여 신규 가입 차량에 대한 기존 시스템의 알고리즘에 의한 동기 타이밍의 결과와 제안 시스템의 알고리즘에 의한 동기 타이밍의 결과를 보여준다. 이것은 4대 차량으로 동기 타이밍이 획득된 상태에서 안정된 네트워크에 신규 가입

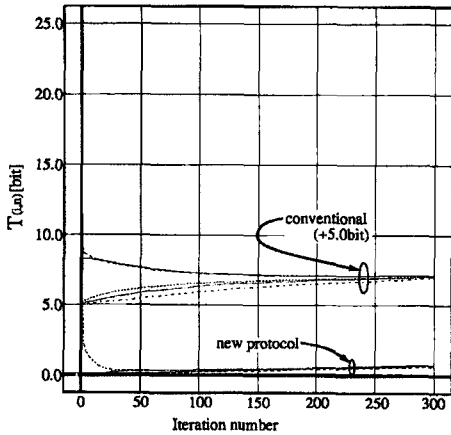


그림 7 신규 가입을 위한 프로토콜

차량이 20비트 시간차이로 들어 왔을 때를 가정하였다.

기존 시스템에서는 그 신규 가입 차량의 동기 간격을 전체로 확장을 시키므로 동기 상태가 차이가 나지만, 제안 시스템에서는 신규 가입 차량이 어느 정도 네트워크의 타이밍에 가까워지지 않은 한(± 1.0 [bit]) 신호를 보내지 않으므로 네트워크의 안정된 동기 상태를 손상시키는 일이 없다. 또한 수렴 속도도 제안 시스템이 70회 정도에서 안정되었는데, 기존 시스템은 안정상태가 300회 이상에서 계산횟수에서 도달되며 따라서 제안 시스템이 동기 수렴 속도가 빠르다는 것을 확인하였다.

4.3 SS 차간거리 측정방법 이용

Ad-hoc 차량 통신에서의 전파지연시간으로 인해 프레임 타이밍 에러가 더욱 증가하게 된다. 여기서 대역확산 차간거리 측정방식을 이용하여 운전자들이 각 차량에 대한 전파지연시간을 측정할 수 있으므로 프레임 타이밍 에러가 증가하는 문제를 해결할 수 있다.

그림 8은 기존 시스템과 대역확산을 이용한 전파지연

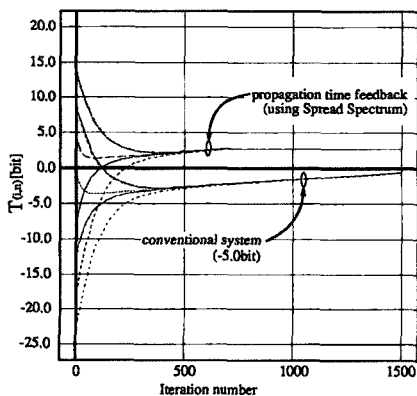


그림 8 대역확산에 의한 전파지연시간 보정

시간 보정을 하는 제안시스템에 대한 성능 결과이다. 여기서 변조방식은 DS-DPSK이고 대역확산 PN-Code 길이는 31[chip]이다.

5. 결론

본 논문에서는 Ad-hoc 차량통신 네트워크를 위해 자율분산 동기화 시스템을 제안하였다. 자율적으로 이동하는 Ad-hoc 차량통신 동기화 시스템을 제안하였으며, 특히 차량대수, 차량거리, 수신 전력에 시시각각 변화에 적용할 수 있도록 개선하여 기존의 동기화 알고리즘을 고속화하였다. 그리고 고속화 알고리즘을 이용하여 네트워크에 신규 가입하는 차량에 대한 동기 획득 프로토콜을 제안하여 잠음이나 제밍으로부터도 안정된 상태에서 동기 수렴이 가능하다는 것을 확인하였다. 또한 고속도로를 기반으로 프레임 타이밍 에러 개선을 위해 확산대역의 차간거리 측정 방식을 제안하여, 제안방식에 대해 성능을 평가하여 우수성을 검증하였다. 앞으로 보다 정확한 검증을 위해 신규가입 차량이 네트워크 가입을 위해 지연되는 시간에 대해서 연구할 예정이다.

참고 문헌

- [1] Young-an KIM, Choong seon Hong, "R-ALOHA Protocol for Inter-Vehicle Communication in Ad-hoc Network," Korea ITS Conference 2002, pp. 31-34, 2002.
- [2] Carlos H. Rentel, "Network Time Synchronization and Code-based Scheduling for Wireless Ad hoc Networks," Carleton University Doctor of Thesis, January 2006.
- [3] Z. Chen, A. Khokha, "Self Organization and Energy Efficient TDMA MAC Protocol by wake up for Wireless Sensor Networks," IEEE SECON 2004, pp. 210-207, 2004.
- [4] André Ebner, Lars Wischhof, and Hermann Rohling, "Aspects of Decentralized Time synchronization in Vehicular Ad hoc Networks," Proceeding of the 1st International Workshop on Intelligent. Transportation, Hamburg, Germany, Mar 2004.
- [5] H. Singh, S. Singh, "A MAC Protocol based on Adaptive Beacon Forming for Ad Hoc Networks," In Proceeding of the 14th IEEE Personal, Indoor and Mobile Radio Communication Conference, 2003.
- [6] Carlos H. Rentel and Thomas Kunz, "Network Synchronization in Wireless Ad Hoc Networks," Carleton Univ., Systems and Computer Engineering, Technical Report SCE-04-08, July 2004.
- [7] Takeshii Chishaki and Nobuako Inoue, "Engineering of Traffic Planning," Kyoritsu Syuppan, Japan, 1993.
- [8] Fangwei Tong and Yoshihiko Akaiwa, "Theoretical Analysis of Interbase-Station Synchronization Sys-

tems," IEEE Trans. on Comm., Vol.46, No.5, pp. 590-594, May 1998.

- [9] Yang, Qi Shi, Jianghong Xiao, Mingbo Chen, and Huihuang, "A Decentralized Slot Synchronization Algorithm for TDMA-Based Ad Hoc Networks," Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, WiCom 2007, pp. 1717-1721, 2007.



김 영 안

1988년 금오공과대학 전산공학과 졸업
1996년 Keio University, Department of Information and Computer Science (공학석사). 2001년~현재 경희대학교 컴퓨터공학과 박사과정. 관심분야는 무선 메쉬 네트워크, MAC Protocol, 차량통신 등



홍 충 선

1983년 경희대학교 전자공학과 졸업(학사). 1985년 경희대학교 전자공학과(공학석사). 1997년 Keio University, Department of Information and Computer Science(공학박사). 1988년~1999년 한국통신 통신망 연구소 수석연구원/ 네트워크 연구실장. 1999년~현재 경희대학교 전자정보학부 부교수
관심분야는 인터넷 서비스 및 망 관리 구조, 분산 컴포넌트 관리, IP 프로토콜, Sensor Networks, Network Security