한국ITS학회논문지
제4권, 제2호 (2005년 8월)
pp.23~31

RF-DSRC 링크초기접속 모델링 및 분석

Modeling and Analysis of Link Initialization Access of RF-DSRC

이 민 희* 곽 수 진** 정 종 인* 이 상 선***
(Min-Heui Lee) (Su-Jin Kwag) (Jong-In Jung) (Sang-Sun Lee)

요 약

고속으로 이동하는 차량에 대한 정보수집 및 제공 등의 서비스를 구현해야 하는 지능형 교통시스템(ITS : Intelligent Transportation System)은 단거리전용 무선통신(RF-DSRC : Radio Frequency Dedicated Short Range Communication)과 같은 특수목적의 통신시스템이 필수적이다. RF-DSRC를 사용하기 위해서는 먼저 차량 탑재장치(OBE : On-Board Equipment)는 슬롯화된 알로하방식에 의해 할당된 접속요구슬롯(ACTS : Activation Slot)내의 접속요구채널(ACTC : Activation Channel)을 이용하여 링크초기접속 요구를 한다. 링크초기접속은 통신 시스템의 성능을 결정하는 중요한 요소임에도 불구하고, 링크초기접속에 대한 수학적 모델링 연구는 미흡한 상태이다. 본 논문에서는 RF-DSRC에 대한 링크초기접속에 관한 수학적 모델링을 제시하고, 모델링의 성능을 분석하기 위한 제시된 부하(G)를 RF-DSRC의 특성에 맞게 정의하여 링크초기접속 확률을 계산하였다.

Abstract

ITS(Intelligent Transportation System) implementing information collection services and information support services for cars of moving fast needs a communication system of special aim such as RF-DSRC(Radio Frequency Dedicated Short Range Communication). Before RSE(Road Side Equipment) and OBE(On-Board Equipment) will be able to communicate RF-DSRC, OBE first have to request Link Initialization Access using ACTC(Activation Channel) in allocated ACTS(Activation Slot) by Slotted ALOHA. Even though Link Initialization Access is a important element to decide performance of communication system, optimal mathematic modeling study of Link Initialization Access which is adapted RF-DSRC characteristics is not enough. So, in this paper, we propose mathematical modeling about Link Initialization Access of RF-DSRC. And then we computed Link Initialization Access probability defining offer load(G) which is adapted RF-DSRC characteristics for analyzing performance of modeling.

Key Words : ITS, DSRC, Link Initialization Access, Slotted ALOHA, Offered load

* 회 원 : 한양대학교 전자통신컴퓨터공학과 석사과정
** 회 원 : 한양대학교 전자통신전파공학과 박사과정
*** 회 원 : 한양대학교 전자전기컴퓨터공학부 교수
† 논문접수일 : 2005년 4월 7일
† 본 연구는 대학 IT연구센터(제주대학교 텔레매틱스 요소기술 연구센터) 육성, 지원 사업의 연구결과로 수행하였습니다.

Ⅰ. 서 론

교통량의 증가에 따른 교통 혼잡, 환경오염, 국가경쟁력 손실 등의 문제가 발생하고 있으며 이러한 문제해결을 위한 ITS 연구가 세계 각국에서 이루어지고 있다. ITS는 도로, 차량, 신호시스템 등 기본 교통체계의 구성요소에 첨단 정보통신기술을 접목함으로써 교통시설의 기반구조에 대해 지능화와 첨단화를 꾀하고자하는 차세대 교통체계로 정의되고, 첨단교통관리시스템(ATMS : Advanced Traffic Management System), 첨단교통정보시스템(ATIS : Advanced Traveler Information System), 첨단대중교통시스템(APTS : Advanced Public Transportation System), 첨단화물운송시스템(CVO : Commercial Vehicle Operations), 첨단도로 및 차량시스템(AVHS : Advanced Vehicle and Highway System) 등의 ITS서비스로 분류된다.

고속으로 이동하는 차량에 ITS서비스를 제공하기 위해서는 ITS전용 무선통신이 요구되어진다. ITS전용 무선통신 중에 RF-DSRC는 OSI(Open System Interconnection)계층모델 중 물리계층, 데이터링크계층 및 응용계층만으로 구성된다. 특히 데이터링크계층은 노변장치(RSE : Road Side Equipment)가 자신의 통신영역을 통과하는 OBE들에게 슬롯을 할당해 주고 이를 이용하여 RSE와 OBE간의 원활한 통신을 가능하게 한다. RSE는 먼저 ACTS 슬롯을 할당한다. 통신을 하기 위해서 OBE는 슬롯화된 알로하방식으로 할당된 ACTS내의 ACTC에 접근하고 이를 이용하여 링크초기접속 요구를 한다[1-5].

슬롯화된 알로하방식의 연구는 이미 많이 진행되어져왔다[1,4,6]. 알로하방식에 따른 링크초기접속의 분석은 보다 더 RF-DSRC에 적합한 특성을 고려해야 하지만 아직까지도 RF-DSRC 특성에 따른 링크초기접속에 최적화된 수학적 모델링 연구는 미흡하다. 본 논문에서 RF-DSRC에 적합한 링크초기접속 모델링은 슬롯화된 알로하방식의 제시된 부하(G)와 링크초기접속 확률을 새롭게 정의한다[6].

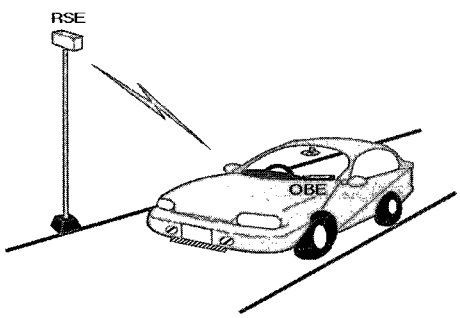
Ⅱ. RF-DSRC 프로토콜

1. RF-DSRC 개요

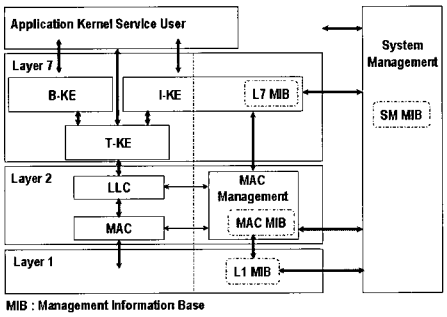
RF-DSRC는 ITS서비스를 위한 전용무선통신이며, RSE와 OBE간 양방향 단거리전용 무선통신이다[5]. <그림 1>은 RF-DSRC 개념도이다.

RF-DSRC 통신영역의 셀은 10m와 100m이고 항상 LOS(Line of Sight)가 유지되는 특성을 가진다[7]. 또한 <그림 2>와 같이 물리계층, 데이터링크계층 및 응용계층만으로 이루어진 단순한 프로토콜 구조를 가진다.

물리계층은 ITS서비스를 위한 RF-DSRC 시스템의 물리계층 규격을 기술한다. <표 1>와 같이 5.8 GHz대역의 반송주파수에서 채널당 대역폭은 10 MHz 간격이고 ASK(Amplitude Shift Keying)변조방식에 1 Mbps의 고속 통신을 지원한다. 그리고



<그림 1> RF-DSRC 개념도
<Fig. 1> RF-DSRC concept



<그림 2> RF-DSRC 계층모델[8]
<Fig. 2> Model of RF-DSRC Layer[8]

<표 1> RF-DSRC의 물리계층 규격
<Table. 1> Specification of RF-DSRC physical layer

항 목	내 용
반송파 주파수	5.8 GHz 대역
채널당 대역폭	10 MHz
데이터 전송속도	1.024 Mbps
변조	ASK
데이터 부호화	맨체스터코드
비트 오류율(BER)	10^{-5}이내

맨체스터코드(Manchester Code)로 데이터가 부호화되고, 10^{-5} 이내의 비트 오류율을 가진다.

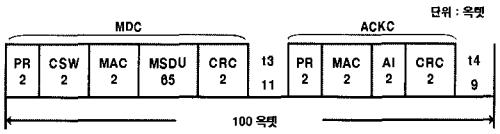
데이터링크계층은 MAC부계층과 LLC부계층으로 나누어진다. MAC부계층은 LLC부계층 바로 아래에 위치하여 물리적 매체의 사용을 제어하는 기능을 한다. RSE는 주-종(Master-Slave)관계에 따라 전체 통신을 제어한다. MAC처리절차는 데이터 단위의 분리와 결합, 에러점검 및 물리매체의 사용권한 등이 포함된다. LLC부계층은 하나 또는 그 이상 논리링크의 논리링크제어를 수행한다. 논리링크제어는 전송을 위한 명령 프로토콜 데이터 유닛(PDU : Protocol Data Unit)을 생성하고 수신된 명령 PDU와 응답 PDU를 해석하는 기능을 가진다. 이러한 고유기능은 PDU의 송수신을 시작, 데이터의 논리적인 흐름을 제어, 수신된 명령 PDU을 해석하고 적절한 응답 PDU을 생성, LLC부계층 내에서 오류제어 및 복원 등을 하게 된다.

응용계층은 운영과 관련된 상대응용과 응용데이터전송을 가능하게 하는 서비스를 제공한다. 이것은 무선접속과 응용다중화, 단편화(Fragmentation), 연결에 있어 무선접속 및 통신절차상의 전송구문을 규정한다. 초기화절차를 통해 응용계층은 통신프로파일 처리를 포함한 DSRC 관리를 지원한다.

2. RF-DSRC MAC 프로토콜

MAC부계층의 프레임형식은 <그림 3>과 같다. 프레임은 시간 축 상에서 100옥텟의 슬롯들로 구성되고, 프레임의 길이는 매 프레임 주기마다 RSE에 의해 슬롯이 최소 2개에서 최대 9개까지로 결정된다. 슬롯은 데이터의 성격에 따라 프레임제어슬롯(FCMS : Frame Control Message Slot), 메시지데이터슬롯(MDS : Message Data Slot), 접속요구슬롯(ACTS : Activation Slot)으로 나누어진다.

<그림 3> 프레임 형식
<Fig. 3> Frame format



<그림 4> MDS의 세부구조
<Fig. 4> Specific format of MDS

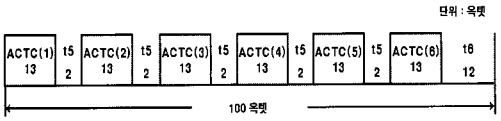
FCMS는 반드시 프레임의 맨 앞부분에 위치하며 하향링크(RSE → OBE) 전용으로 사용하고, 통신프로파일과 슬롯할당정보를 제공한다.

MDS는 FCMS 또는 다른 MDS 뒤에 위치하여 상향 또는 하향링크로 사용할 수 있다. 이 슬롯은 RSE와 OBE사이의 메시지 데이터 교환을 위하여 사용한다. 한 개의 프레임에는 최대 8개의 MDS를 포함할 수 있고, MDS의 구조는 <그림 4>와 같다.

MDS의 구조는 메시지데이터채널(MDC : Message Data Channel)과 수신확인신호전송채널(ACKC : ACK Channel)로 이루어진다. MDC는 데이터 전송을 위하여 사용된다. ACKC는 수신측에서 MDC가 정확하게 수신되었는지의 여부를 송신측에 알리기 위하여 사용된다. ACKC의 전후에 채널보호구간 t3와 t4가 삽입된다.

ACTS는 상향링크(OBE → RSE)전용으로 사용된다. 1개의 프레임에는 최대 8개의 ACTS를 할당할 수 있고, 1개의 ACTS에는 6개의 ACTC가 있다. 각 ACTC 사이에는 채널보호구간 t5와 마지막 ACTC 뒤에는 채널보호구간 t6이 설정된다. ACTS의 구조는 <그림 5>와 같다.

링크초기접속 과정은 <그림 6>와 같은 절차를



<그림 5> ACTS의 세부구조
<Fig. 5> Specific format of ACTS

<그림 6> 링크초기접속 과정
<Fig. 6> Link Initialization Access process

가진다. RF-DSRC 통신영역에 진입하는 차량의 OBE는 RSE에서 통신프로파일과 슬롯할당정보가 포함된 FCMS를 수신하고 링크초기접속을 위해서 ACTS내의 ACTC를 임의로 선택한다. OBE가 ACTC에 접근하는 방식은 슬롯화된 알로하방식이다. 링크초기접속이 성공적으로 이루어진 후 RSE와 OBE는 초기화를 위해 각각 할당된 MDS로 노변장치서비스정보(BST : Beacon Service Table)와 차량장치서비스정보(VST : Vehicle Service Table)를 송수신한다. 이와 같은 통신과정이 성공적으로 이루어지면 초기화과정은 종료된다.

Ⅲ. 링크초기접속 모델링

다중접속제어프로토콜은 여러 사용자들이 동일한 통신매체를 효율적으로 공유하기 위해 필요한 접속제어로써 궁극적으로 채널의 유효용량을 어떻게 각 사용자들에 할당할 것인가를 관장한다. 여러 다중접속제어프로토콜 중에 알로하방식은 시분할 구간으로 분할된 슬롯의 경계에서 전송이 가능한지의 여부에 따라 순수 알로하방식과 슬롯화된 알로하방식으로 구분된다[1]. RF-DSRC는 예약을 기본으로 하는 동기식 시분할 다중접속방법을 채택하며, 예약은 슬롯화된 알로하 접속방식을 사용한다.

슬롯화된 알로하방식의 제시된 부하(G)를 RF-DSRC에 적합한 G로 새롭게 정의한다. RF-DSRC에 적합한 G는 관찰시간동안 할당된 ACTS내 ACTC에 링크초기접속 요구할 때 할당된 ACTC에 모든 OBE가 접근하는 비율이다. RF-DSRC에 적합한 G의 파라미터는 관찰시간(1개의 ACTS구간으로 할당된 경우 : 0.8msec)인 T, OBE수인 n, 관찰시간동안 OBE n에서 전송되는 데이터 패킷수(r_n = 1)인 r_n, 하나의 ACTC 구간의 시간(ACTC구간 : 0.104msec)인 τ_n로 정의된다. 그리고 RF-DSRC에 적합한 G는 식(1)와 같이 정의한다[10]. 링크초기접속을 요구할 때 ACTS가 포함된 FCMS를 받은 OBE는 경쟁에 의해 ACTS내의 ACTC를 통해 링크초기접속요구를 하기 때문에 T시간동안에 OBE가 할당된 ACTS내의 ACTC에 접근할 기회는 한 번 주어진다. 만약 OBE가 링크초기접속에 실패할 경우 재전송 대기시간(Back off time)이 지난 후 다시 링크초기접속을 요구한다[5].

$$G=\sum_{1}^{n}\frac{\tau_n}{T}\cdot r_n \tag{1}$$

링크초기접속 확률의 파라미터는 다음과 같이 정의한다. 여러 OBE가 한 ACTC에 접근하여 충돌할 때 전송이 실패하는 경우의 수와 충돌 없이 성공할 경우의 수를 nN_r로 정의한다. nN_r은 보스-아인슈타인 통계(Bose-Einstein statistics)라고 하는 중복조합을 이용하고 식(2)로 유도된다[9]. 본 논문에서 링크초기접속의 통신범위는 최소 통신영역의 10m로 설정했기 때문에 ITS서비스 제공을 위한 차량의 OBE의 수는 2대에서 8대까지로 가정하고, 좁은 영역에서 차량의 수가 적기 때문에 ACTS의 수는 1개에서 2개로 가정하여 할당한다. 한 차선의 경우 3 ~ 3.6m이고 최소 통신영역은 10m이기 때문에 차량은 최대 8대가 통신 할 수 있다. 그래서 n은 ACTS의 수이고 $1\leq n\leq 2$의 범위를 가진다. r은 통신영역의 전체 OBE가 아닌 링크초기접속을 시도하려는 OBE의 수이고 $2\leq r\leq 8$의 범위를 가진다.

$$nN_r = {}_nH_r \tag{2}$$

식(3)의 ${}_nT_c$는 n개의 ACTS가 할당될 때 OBE r대중에서 OBE가 c대만 성공할 경우의 수이다. ${}_nT_c$

에서의 n은 단지 ACTS를 구분한다. ${}_nT_{c-1}$은 OBE r대중에서 링크초기접속 시 충돌과 충돌이 없는 경우의 수를 제외한 존재할 수 없는 상황에 따른 경우의 수이다.

$$nN_r = (\sum_{c=0}^{r} {}_nT_c) - {}_nT_{c-1} \quad (3)$$

하지만 1개의 ACTS가 할당될 때 식(3)에서의 OBE가 $7 \le r \le 8$인 범위 내에는 예외적으로 다른 수식이 필요하다. 1개의 ACTS에서는 6개의 ACTC만 할당되기 때문에 무조건 충돌이 발생하여 $7 \le r \le 8$ 범위의 OBE는 OBE 6개 모두 성공할 링크초기접속 성공확률을 가지지 못한다. 그래서 RF-DSRC의 특성에 의해 식(4)와 식(5)의 유도가 필요하고, 각각의 식(4)와 식(5)는 n=1, r=7와 n=1, r=8를 가진다.

$$nN_r = (\sum_{c=0}^{r} {}_nT_c) - {}_nT_{c-1} - {}_nT_c \quad (4)$$

$$nN_r = (\sum_{c=0}^{r} {}_nT_c) - {}_nT_{c-2} - {}_nT_{c-1} - {}_nT_c \quad (5)$$

${}_cP_r$는 n개의 ACTS내에 r개인 OBE중에서 c개인 OBE만이 성공할 확률이다. 식(6)과 같이 각각의 OBE에 따른 성공확률로서 RF-DSRC 특성에 적합한 링크초기접속 확률의 수학적 모델링 수식으로 유도한다.

$${}_cP_r = \frac{{}_nT_c}{nN_r} \quad (6)$$

링크초기접속 모델링은 RF-DSRC 특성에 적합한 G와 슬롯화된 알로하방식에 따른 링크초기접속 확률의 수학적 모델링을 통해 이루어진다.

Ⅳ. 링크초기접속 모델링 시뮬레이션

시뮬레이션의 가정은 다음과 같이 설정한다. 통신영역에 차량내의 OBE가 링크초기접속을 요구한다. 그리고 통신영역에 있는 모든 OBE가 통신링크 접속을 시도하는 것은 아니며 처음 링크초기접속을 요구하거나 재전송대기시간이 지난 후 다시 링크초기접속을 요구하는 OBE로 정한다.

<표 2> RF-DSRC에 적합한 G
<Table. 2> G adapted by RF-DSRC

		링크초기접근 할 OBE수						
		2	3	4	5	6	7	8
ACTS수	1	0.26	0.39	0.52	0.65	0.78	0.91	1.04
	2	0.13	0.195	0.26	0.325	0.39	0.455	0.52

RF-DSRC에 적합한 G로부터 유도된 수식을 이용하여 시뮬레이션을 수행한다. 우선 식(1)로부터 유도된 수식에 의해 <표 2>와 같이 G를 구할 수 있다.

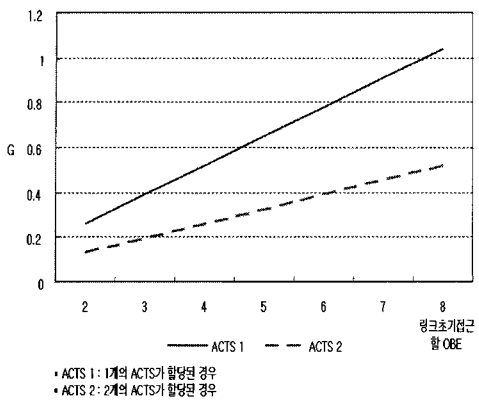
<그림 7>은 G에서 보는 봐와 같이 ACTS 수의 증가에 따라 부하가 줄어들고 링크초기접속 할 OBE 수가 많아지면 부하가 늘어난다. 링크초기접속 할 OBE 수와 G는 비례한다.

식(6)인 링크초기접속 확률의 수학적 모델링 수식으로 시뮬레이션 결과를 분석한다.

통신영역에 2대의 OBE가 있는 경우 링크초기접속 확률은 1개 또는 2개의 ACTS에서 OBE 0~2대 각각의 성공확률은 <그림 8>와 같은 결과로 나타난다. 통신영역에 2대의 OBE가 링크초기접속을 시도한다면 2개의 ACTS가 할당되어진 것이 더 높은 링크초기접속 성공확률을 가진다.

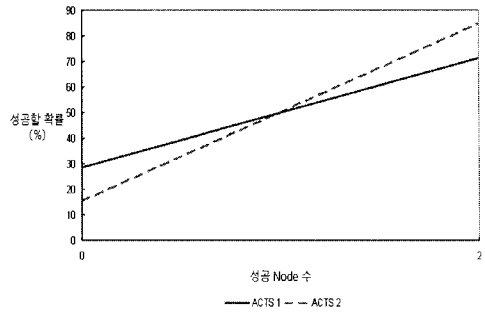
통신영역에 3대의 OBE가 있는 경우 링크초기접속 확률은 1개 또는 2개의 ACTS에서 OBE 0~3대 각각의 성공확률은 <그림 9>와 같은 결과로 나타난다. 통신영역에 3대의 OBE가 링크초기접속을 시도한다면 3대중 1대의 OBE가 링크초기접속에 성공할 확률이 더 높은 것은 1개의 ACTS를 할당한 경우이다. 하지만 3대의 OBE가 모두 성공할 확률이 더 높은 것은 2개의 ACTS를 할당한 것이다.

통신영역에 4대의 OBE가 있는 경우 링크초기접속 확률은 1개 또는 2개의 ACTS에서 OBE 0~4대 각각의 성공확률은 <그림 10>와 같은 결과로 나타난다. 통신영역에 4대의 OBE가 링크초기접속을 한다면 4대중 2대의 OBE가 링크초기접속에 성공할 확률은 1개의 ACTS 또는 2개의 ACTS가 할당될 때 비슷한 특성을 가진다.



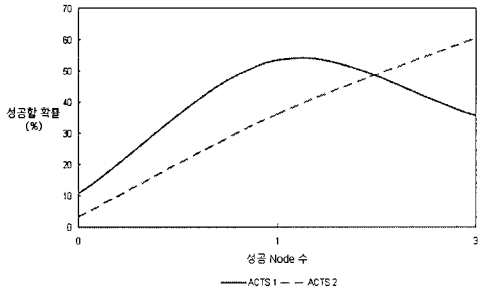
<그림 7> 시뮬레이션 G

<Fig. 7> Simulation G



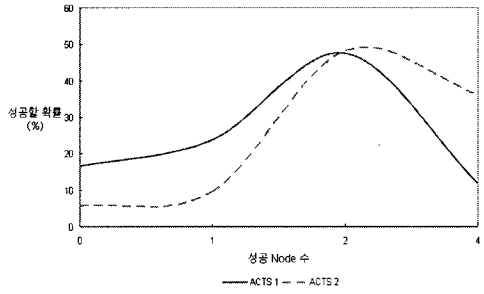
<그림 8> ACTS1와 ACTS2에서 OBE 2대중 OBE 0~2대가 성공할 확률 비교

<Fig. 8> Compared with successful probability within from zero to two OBEs between two OBEs of ACTS1 and ACTS2



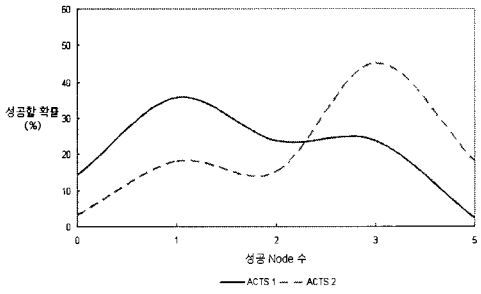
<그림 9> ACTS1와 ACTS2에서 OBE 3대중 OBE 0~3대가 성공할 확률 비교

<Fig. 9> Compared with successful probability within from zero to three OBEs among three OBEs of ACTS1 and ACTS2



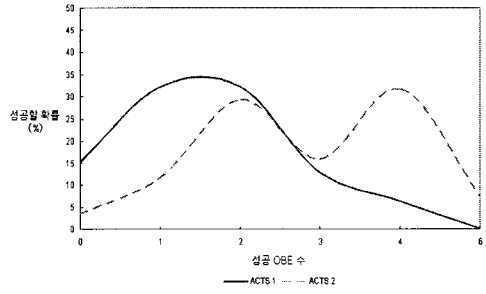
<그림 10> ACTS1와 ACTS2에서 OBE 4대중 OBE 0~4대가 성공할 확률 비교

<Fig. 10> Compared with successful probability within from zero to four OBEs among four OBEs of ACTS1 and ACTS2



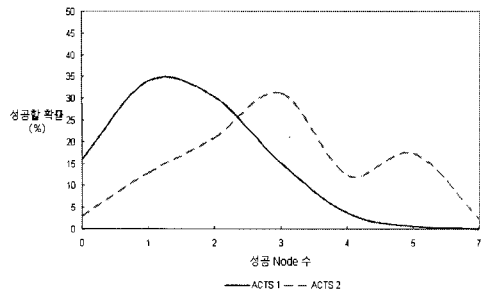
<그림 11> ACTS1와 ACTS2에서 OBE 5대중 OBE 0~5대가 성공할 확률 비교

<Fig. 11> Compared with successful probability within from zero to five OBEs among five OBEs of ACTS1 and ACTS2



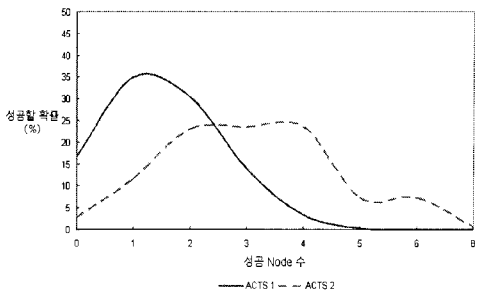
<그림 12> ACTS1와 ACTS2에서 OBE 6대중 OBE 0~6대가 성공할 확률 비교

<Fig. 12> Compared with successful probability within from zero to six OBEs among six OBEs of ACTS1 and ACTS2



<그림 13> ACTS1와 ACTS2에서 OBE 7대중 OBE 0~7대가 성공할 확률 비교

<Fig. 13> Compared with successful probability within from zero to seven OBEs among seven OBEs of ACTS1 and ACTS2



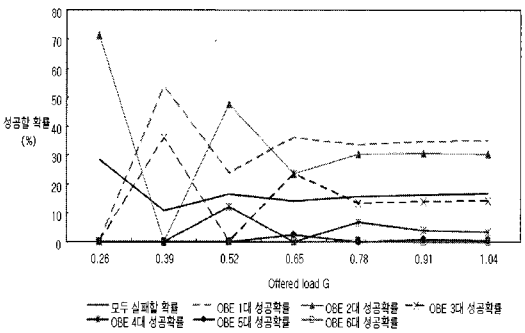
<그림 14> ACTS1와 ACTS2에서 OBE 8대중 OBE 0~8대가 성공할 확률 비교

<Fig. 14> Compared with successful probability within from zero to eight OBEs among eight OBEs of ACTS1 and ACTS2

통신영역에 5~7대의 OBE가 있는 경우 링크초기접속 확률은 1개 또는 2개의 ACTS에서 OBE 0~7대 각각의 성공확률은 <그림 11>, <그림 12>, <그림 13>와 같은 결과로 나타난다. 통신영역에 5~7대의 OBE가 링크초기접속을 한다면 5~7대중 적은수의 OBE가 링크초기접속에 성공할 확률이 더 높은 것은 1개의 ACTS를 할당한 것이다. 하지만 5~7대중 많은 수의 OBE가 링크초기접속에 성공할 확률이 더 높은 것은 2개의 ACTS를 할당한 것이다. 예외적으로 OBE가 7대일 때 1개의 ACTS가 할당된 경우 RF-DSRC 특성에 따라 6대와 7대의 OBE가 모두 성공할 확률은 존재하지 않는다.

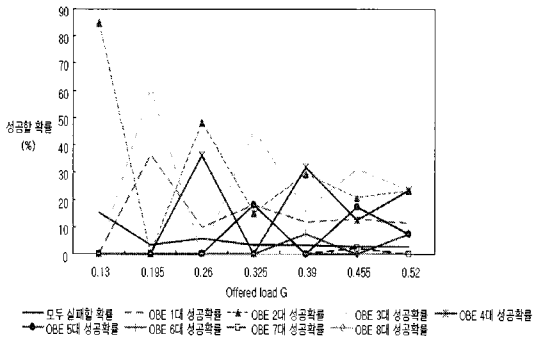
통신영역에 8대의 OBE가 있는 경우 링크초기접속확률은 1개 또는 2개의 ACTS에서 OBE 0~8대 각각의 성공확률은 <그림 14>와 같은 결과로 나타난다. 2개의 ACTS를 할당한 경우 통신영역에 8대의 OBE가 링크초기접속을 시도한다면 8대중 2~4대의 OBE가 링크초기접속에 성공할 확률은 비슷하다. 1개의 ACTS가 할당된 경우 6대와 8대의 OBE가 모두 성공할 확률은 존재하지 않는다.

G에 따라 각각의 OBE가 성공할 확률에 대해 시뮬레이션을 수행한 결과를 분석한다. <그림 15>와 같이 1개의 ACTS를 할당한 경우 모든 G에서 1대와 2대의 OBE만이 충돌 없이 성공할 확률이



<그림 15> 할당된 1개의 ACTS에서 G에 따른 각각의 OBE가 성공할 확률 비교

<Fig. 15> Compared with successful probability about each OBE of the one allocated ACTS according to G



<그림 16> 할당된 2개의 ACTS에서 G에 따른 각각의 OBE가 성공할 확률 비교

<Fig. 16> Compared with successful probability about each OBE of the two allocated ACTSs according to G

평균적으로 가장 높다.

<그림 16>와 같이 2개의 ACTS를 할당한 경우 모든 G에서 2대와 3대의 OBE만이 충돌 없이 성공할 확률이 평균적으로 가장 높다.

V. 결 론

본 논문에서는 링크초기접속을 위한 RF-DSRC의 MAC프로토콜 분석을 통하여 RF-DSRC에 적합하도록 G와 링크초기접속 확률의 수학적 모델링을 정의하고 이를 통하여 ACTS 할당과 G에 관한 시뮬레이션 결과를 분석하였다. 1개의 ACTS를 할당한 경우 모든 G에서 1대와 2대의 OBE만이 충돌 없이 성공할 확률이 평균적으로 가장 높다. 그리고 2개의 ACTS를 할당한 경우 모든 G에서 2대와 3대의 OBE만이 충돌 없이 성공할 확률이 평균적으로 가장 높다. 모든 G에서 충돌하여 모두 실패할 확률은 1개의 ACTS를 할당한 것보다 2개의 ACTS를 할당한 것이 낮기 때문에 초기접속요구 확률이 높은 특성을 가지고 있다. 통신영역에 5대에서 8대까지의 OBE가 있을 때 1개의 ACTS가 할당된 경우 적은수의 OBE가 링크초기접속에 성공할 확률이 더 높다. 또한 2개의 ACTS가 할당된 경우 많은 수의 OBE가 링크초기접속에 성공할 확률이 더 높다. 이러한 RF-DSRC 특성에 적합한 링크초기접속 모델링을 통하여 몇 대의 OBE가 통신영역에 있을 때 ACTS수에 따라 OBE가 링크초기접속에 성공할 것인가를 쉽게 알 수 있는 방법으로써 제시된다.

본 논문에서 서비스의 범위는 RF-DSRC의 최소 통신영역인 10m로 가정하였기 때문에 ACTS와 OBE 수가 제한된다. 하지만 향후에는 ATMS, ATIS, APTS, CVO, AVHS 등의 다양한 ITS서비스에 적합한 ACTS 할당방안뿐만 아니라 OBE의 수를 추가하는 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] 정영욱, 정재승, 박성진, 임춘식, 오현서, 이병섭, "5.8GHz 단거리 전용 통신(DSRC) 시스템", *한국통신학회논문지*, Vol.25, No.8A, pp.1186~1197, Aug. 2000.

[2] 이성룡, 최경일, 이회상, 김윤배, "DSRC 기반 지능형 교통 시스템의 통신망 구조 연구", *대한산업공학회/한국경영과학회*, 춘계공동학술대회 논문집, Session 0B3.1, pp.197~200, Apr. 2000.

[3] 최광주, 김동형, 김수경, 배태웅, 현영균, 이병헌, "DSRC를 이용한 무선인터넷서비스", *한국통신학회지*, 제 18권, 제 8호, pp.65~74, 2001.

[4] 박정수, 조동호, 오종택, 이병태, "단거리전용 통신에서 반송파 감지기법을 이용한 개선된 링크접근 방식", *한국통신학회논문지*, Vol.24, No.10A, pp.1453~1461, Oct. 1999.

[5] TTA Std TTAS.KO-06.0025, "5.8GHz 대역 노변기지국과 차량 단말기간 근거리전용 무선통신 표준", Oct. 2000.

[6] L. Kleinrock and Simon S. Lam, "Packet-Switching in a Slotted Satellite Channel", *National Computer Conference*, AFIPS, pp. 703~710, 1973.

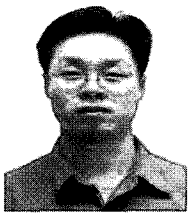
[7] 정재승, 이병섭, 오현서, 임춘식, "DSRC(Dedicated Short Range Communication) Physical Layer 성능 분석", *한국전자파학회 논문지*, 제 11권, 제 2호, pp.286~293, Feb. 2000.

[8] ARIB STD-T75, "Dedicated Short Range Communication System", Sep. 2001.

[9] 이태극, *기초확률론*, 경문사, p32, 2000.

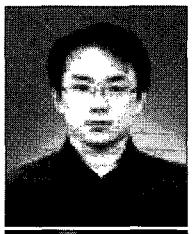
[10] 이근호, 한호현, 강병권, 조영빈, *RFID Handbook*, 영진닷컴, p.206, 2004.

〈저자소개〉



이 민 희 (Lee, Min-Heui)
1996년 3월~2003년 8월 : 목원대학교 학사
2003년 9월~현재 한양대학교 전자통신컴퓨터공학과 석사과정

곽 수 진 (Kwag, Su-Jin)
1999년 8월 : 인제대학교 전자공학과 학사
2002년 2월 : 한양대학교 전파공학과 석사
2005년 2월~현재 한양대학교 전자통신전파공학과 박사과정



정 종 인 (Jung, Jong-In)
2001년 3월~2005년 2월 : 수원대학교 학사
2005년 3월~현재 한양대학교 전자통신컴퓨터공학과 석사과정

이 상 선 (Lee, Sang-Sun)
1978년 2월 : 한양대학교 전자공학과 학사
1983년 23월 : 한양대학교 전자공학과 석사
1990년 8월 : University of Florida 전기공학과 박사
1991년 4월~1991년 11월 : 생산기술연구원 선임연구원겸 조교수
1991년 11월~1993년 02월 : 전자부품종합기술 연구소 선임연구원
1993년 03월~현재 한양대학교 전자전기컴퓨터공학부 교수