

STDMA 알고리즘에서의 충돌 회피 방법에 관한 연구

김현재^o 김영호

부산대학교 전자계산학과
(dangdory^o, yhkim)^o@juno.cs.pusan.ac.kr

A Study of Collision Avoidance Methods For a STDMA Algorithm

Hyun-Jae Kim^o Young-Ho Kim
Dept. of Computer Science, Pusan National University

요 약

최근의 TDMA(Time Division Multiple Access) 알고리즘에 대한 발전 방향을 살펴보면 크게 두 가지로 요약할 수 있다. 먼저, 대용량의 데이터 - 멀티미디어 데이터 등 - 에 대한 활용이 많아짐에 따라 전송할 데이터를 적절하게 Scheduling하여 전송 효율을 증대시키는 접근 방향이 있으며, 또 다른 접근으로는 Time Slot에 대한 재사용성이나 Slot 할당 기법의 개선을 통하여 성능을 향상시키는 방법이 있다.

본 논문에서는 후자에 거론된 Time Slot에 대한 재사용성이나 Slot 할당 기법의 개선 방법 중의 하나인 STDMA(Self-organized TDMA)알고리즘에서, Slot 할당 시의 충돌 회피 방법을 고려하여 기존의 STDMA 알고리즘의 효율을 향상시키고자 한다.

현재 STDMA 알고리즘에서는 가용한 통신 범위 내에서의 Slot에 대한 할당 여부가 알고리즘 내에서 정의되고 있다. 따라서 부가적인 알고리즘의 추가가 없이 Slot할당 상황을 알 수 있으며, 이를 통하여 Slot 할당 단계에서 충돌 회피 방법을 추가하여 Conflict를 회피하도록 할 수 있다.

1. 서 론

최근의 TDMA(Time Division Multiple Access) 알고리즘에 대한 발전 방향을 살펴보면 크게 두 가지로 요약할 수 있다. 먼저, 대용량의 데이터 - 멀티미디어 데이터 등 - 에 대한 활용이 많아짐에 따라 전송할 데이터를 적절하게 Scheduling하여 전송 효율을 증대시키는 접근 방향이 있으며, 또 다른 접근으로는 Time Slot에 대한 재사용성이나 Slot 할당 기법의 개선을 통하여 성능을 향상시키는 방법이 있다.

본 논문에서는 TDMA 알고리즘이 유선 통신보다는 무선 통신에 주로 사용된다는 것에 중점을 두어, 전송된 메시지에 대한 충돌 검출을 통하여 전송 메시지에 대한 오류요소를 줄이는 접근방법 보다는 메시지의 전송시의 충돌을 회피할 수 있는 방법을 제시하고자 한다. 이에 상기한 개선 알고리즘 중에서 특히 Time Slot에 대한 재사용성에 중점을 두고 고안된 STDMA 알고리즘에 대한 충돌 회피 방법론을 구상, 이를 적용하여 현재 제시되어 있는 STDMA 알고리즘에서 충돌 회피 방법을 추가하여 효율을 향상시키고자 한다.

2. TDMA 알고리즘의 개선 방법론

현재 TDMA의 개선 방향으로 고안되어진 알고리즘은 다음과 같다.

2.1 ITDMA (Increment TDMA)

Time Slot에 대한 Offset 간격을 증가시키면서 할당한다. TDMA 알고리즘의 진입시의 다양한 Offset간격을 충족시킬 수 있으므로, TDMA 알고리즘으로의 진입 시에 시간 동기화를 맞추기 위하여 사용된다.

2.2 RATDMA (Random TDMA)

메시지의 전송 시에 초기 Time Slot을 충돌하지 않도록 설정하기 위하여 고안된 TDMA 알고리즘이다.

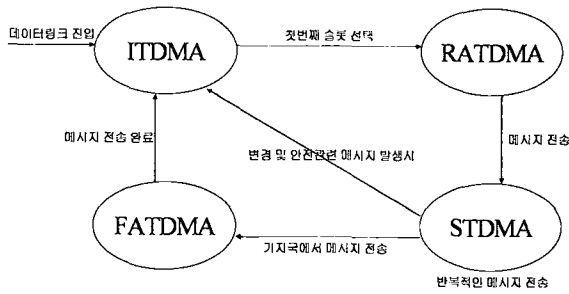
2.3 FATDMA (Fixed TDMA)

특정 Time Slot을 고정시켜 제어 메시지의 전송에 주로 사용되는 TDMA 알고리즘이다. 이동국과 기지국간의 제어 메시지 전송에 주로 사용되는 알고리즘이다.

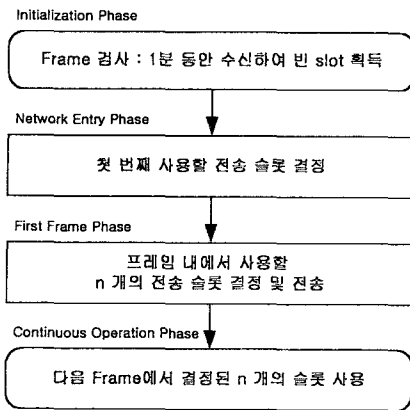
2.4 STDMA (Self-organized TDMA)

Time Slot을 스스로 할당하며, 사용이 끝난 Slot은 할당을 포기하여 다른 이동국에서 재사용할 수 있다. 각각의 이동국간의 메시지를 전송할 때 주로 사용되는 TDMA 알고리즘이다. 전송량이 비교적 적고 일정한 경우에 이를 사용하면 실제 Time 슬롯의 개수보다 많은 이동국을 소화할 수 있다.

각각의 TDMA 알고리즘에 대한 연관 관계는 [그림 1]과 같다.



[그림 1] TDMA 알고리즘간의 연관 관계
2.4.1 STDMA 알고리즘 수행 절차
STDMA 알고리즘의 수행 절차는 [그림 2]와 같다.



[그림 2] STDMA 알고리즘 수행 절차

3. 전송 충돌이 일어나는 경우

현재 STDMA 알고리즘에서는 가용한 통신 범위 내에서의 Slot에 대한 할당 여부가 알고리즘 내에서 정의되고 있다. 따라서 부가적인 알고리즘의 주가가 없이 Slot 할당 상황을 알 수 있으며, 이를 통하여 Slot 할당 단계에서 충돌 회피 방법을 추가하여 Conflict를 회피하도록 할 수 있다.

3.1 N대의 이동국의 슬롯 범위(SI)가 부분적 혹은 완전히 중첩될 경우

이 경우 이동국의 수가 많아질수록 전송 충돌의 발생 확률이 증가하며, 또한 상대적으로 이동국의 수가 많아지는 지역일수록 전송 충돌이 빈번해진다. 이동국이 선박일 경우 항만 지역이 이에 속하며 이동국이 비행기일 경우 공항 주변이 이에 속하게 된다. 따라서 이동국이 밀집하는 지역일수록 필연적으로 전송 충돌을 야기하게 된다.

3.2 전송슬롯수(RR)에 따른 Offset 값이 달라 NTS의 일부가 같은 슬롯을 설정할 경우

예를 들어, A 이동국의 전송 슬롯수가 30이며 B 이동국의 전송슬롯수가 30+n이라고 하고, C 이동국에서의 전송 메시지를 동시에 받았다고 하면 A와 B 이동국에서는 전송을 보내야 할 메시지를 다음 Time에 동시에 내보내게 된다. 이 경우 최초의 NTS 위치가 비록 다르다고 하더라도, 각각의 NTS 위치가 n만큼의 슬롯 차이를 두

고 있다면 다음에는 반드시 충돌하게 된다.

3.3 전송 충돌 확률

3.3.1 N대의 이동국의 슬롯 범위(SI)가 부분적으로 중첩된 경우 전송 충돌 확률

$$P(\text{Collision}) = \{ 1 / (SL - 3*SI) \} * (N - 1)!$$

예를 들어, 분당 Time Slot수가 2250개이고 전송해야 할 메시지가 슬롯 30개이며 이동국의 개수가 3개라고 하면,

$$P(\text{Collision}) = \{ 1 / (2250 - 3*15) \} * 2! = 9.07 * 10^{-4}$$

3.3.2 최악의 경우 2대의 이동국의 슬롯 범위(SI)가 완전히 겹치는 경우의 전송 충돌 확률

$$P(\text{Collision}) = P(\text{Overlap}) * P(\text{SameSlot})$$

$$P(\text{Overlap}) = 1 / (SL - SI)$$

$$P(\text{SameSlot}) = 1 / SI$$

4. 충돌회피 방법론

초기에 RR값만이 STDMA 알고리즘 구현을 위해 주어진다고 가정하고, 변화를 가능하게 하는 접근 단계를 설정해 보면 다음과 같다.

- ㉠ NSS를 확인하는 단계
- ㉡ 선택 범위(SI)를 계산하는 단계
- ㉢ 임의로 NTS를 선택하는 단계
- ㉣ RR을 이용하여 Offset 정보를 계산하는 단계

각각의 경우에 대한 충돌 회피 방법론은 다음과 같다.

4.1 일반적으로 회피할 수 있는 방법론이 ㉢ 단계에서 STDMA 알고리즘에 구현되어 있다. 즉, N개의 선택에서 한 순간에 AIS Message를 받았을 경우 초기에 선정되는 SI구간은 같다고 하더라도 이 내에서 NTS를 임의로 선정하게 된다. 단, 이 경우 임의로 선정되는 값이 같으면 충돌이 일어날 수 있다. 따라서 Random Number에 대한 도출 방법론이 필요하다.

4.2 ㉠단계에서 NSS를 중첩되지 않도록 확인한다면 회피할 수 있다. 단, 이 경우 부가적으로 NSS를 중첩되지 않도록 제어할 필요가 있다.

4.3 ㉡단계에서 전송 슬롯 수(RR)를 일정하게 하여 회피할 수 있다. 이 경우에는 최초의 NTS의 충돌을 피한다면 다음 NTS부터는 이론적으로 충돌이 발생하지 않는다. 단, 이 경우에는 예상할 수 있는 충분한 크기만큼의 슬롯을 고정하여 충돌을 회피하여야 하며, 필연적으로 한번에 전송되는 메시지는 일정수로 정해지게 된다.

4.4 ㉢단계에서 Offset에 변화를 주어 이 충돌을 회피할 수 있다. 이 경우 보편적으로 초기 NTS를 설정하는 알고리즘을 사용한다면 부가적인 Overhead를 감소할 수 있다. 단, 일정 시간 내에 반복하여 NTS 설정 알고리즘을 사용하므로 부가적인 계산에 소요되는 시간을 감소할 수 있도록 향후 이동국이나 기지국 시스템에서의 충분한 처리속도 증가가 필요하게 된다.

5. 충돌회피 방법에 대한 시뮬레이션 환경 및 결과

5.1 시뮬레이션 환경

OS는 Windows 2000을 기반으로 C로 작성되었으며, 임의로 두 개의 이동국을 설정하여 상호간에 메시지를 주고받는 프로그램을 구현하였다. 전송 슬롯수(RR)은 30

으로 설정하고, Offset에 대한 Random 변화를 주어 전송 충돌 회피 알고리즘이 추가된 STDMA의 슬롯 할당 실험을 수행하였다.

5.2 Slot 할당 실험 결과

[표 1]과 [표 2]에서, 26번째 Record의 여섯 번째 Gap 값을 보면 이를 Random Number를 부여함으로써 두 이동국의 전송 메시지 충돌이 사라짐을 알 수 있다.

다만, 상기한 바와 같이 이 경우에 Random Number를 부여하기 위해 부가적인 모듈이 추가되는 데, 이는 기존의 STDMA 알고리즘 수행 절차 중 First Frame Phase의 모듈을 그대로 사용함으로써 시스템의 부가되는 비용을 없애고 시스템의 부하를 줄일 수 있었다.

6. 결론 및 향후 계획

슬롯 할당 실험 결과에서 보듯, 기존의 STDMA 알고리즘에 대해 부가적인 알고리즘을 추가함으로써 전송 충돌을 미연에 회피할 수 있음을 보였다.

향후, 전술한 전송 충돌 회피 방법론에 대한 계속된 실험을 진행하여 개선된 STDMA 알고리즘을 도출할 것이다. 또한 모듈을 추가함으로써 발생된 전체적인 시스템 처리 시간의 지연 및 각각의 충돌 회피 방법론들에서의 Random Number의 발생의 중첩, 그리고 메시지가 일정한 수로 제한되는 것에 대한 연구 역시 계속할 것이다.

[표 1] 슬롯 할당 실험 결과 #1/2

1	Frame	NS	NTS	Offset	Timeout	Gap
2	0	47	48	71	6	-1
3	0	122	119	81	6	3
4	0	197	200	71	7	-3
5	0	272	271	69	8	1
6	0	347	340	80	6	7
7	0	422	420	71	5	2
8	0	497	491	73	8	6
9	0	572	564	15	5	8
10	0	647	639	77	6	8
11	0	722	716	73	4	6
12	0	797	789	86	5	8
13	0	872	875	74	7	-3
14	0	947	949	65	8	-2
15	0	1022	1014	87	8	8
16	0	1097	1101	64	8	-4
17	0	1172	1165	78	8	7
18	0	1247	1243	83	3	4
19	0	1322	1326	76	8	-4
20	0	1397	1402	63	4	-5
21	0	1472	1465	83	4	7
22	0	1547	1548	72	5	-1
23	0	1622	1620	69	4	2
24	0	1697	1689	86	5	-10
25	0	1772	1775	72	5	-3
26	0	1847	1847	68	3	0
27	0	1922	1915	80	4	7
28	0	1997	1995	75	5	2
29	0	2072	2070	73	8	2
30	0	2147	2143	75	4	4
31	0	2222	2218	0	4	4

[표 2] 슬롯 할당 실험 결과 #2/2

1	Frame	NS	NTS	Offset	Timeout	Gap
2	0	47	48	71	6	-1
3	0	122	119	81	6	3
4	0	197	200	71	7	-3
5	0	272	271	69	8	1
6	0	347	340	80	6	7
7	0	422	420	71	5	2
8	0	497	491	73	8	6
9	0	572	564	15	5	8
10	0	647	639	77	6	8
11	0	722	716	73	4	6
12	0	797	789	86	5	8
13	0	872	875	74	7	-3
14	0	947	949	65	8	-2
15	0	1022	1014	87	8	8
16	0	1097	1101	64	8	-4
17	0	1172	1165	78	8	7
18	0	1247	1243	83	3	4
19	0	1322	1326	76	8	-4
20	0	1397	1402	63	4	-5
21	0	1472	1465	83	4	7
22	0	1547	1548	72	5	-1
23	0	1622	1620	69	4	2
24	0	1697	1689	86	5	-10
25	0	1772	1775	72	5	-3
26	0	1847	1840	68	3	7
27	0	1922	1915	80	4	7
28	0	1997	1995	75	5	2
29	0	2072	2070	73	8	2
30	0	2147	2143	75	4	4
31	0	2222	2218	0	4	4

참고문헌

- [1] Rikard Kjellberg, Capacity and Throughput using a Self Organized Time Division Multiple Access VHF Data Link in Surveillance Applications, The Royal Institute of Technology, 1998.
- [2] Robert E. Boisvert, Issues Regarding the use of STDMA for ADS-B, Massachusetts institute of Technology, Lincoln Laboratory, 1996.
- [3] Meteor Communications Corporation, Technical Characteristics of a Shipborne Automatic Identification System using CS/TDMA Techniques in the VHF Mobile Band, Meteor Communications Corporation, 1997.
- [4] International Association of Light House Authorities, Technical Characteristics for a Shipborne Automatic Identification System using TDMA in the VHF Maritime Mobile Band, IALA, 1997.
- [5] Project Management Enterprises Inc., Strawman Loading Scenario for STDMA-based Services in the LA basin, PMEI, 1995.