장거리 무인기 트래픽 제어를 위한 802.11e EDCA 성능분석

조준우, 김재현 (아주대학교)

{cjw8945, jkim}@ajou.ac.kr

Performance Analysis of 802.11e EDCA for UAV Traffic Management Over Long Distance

Jun-Woo Cho and Jae-Hyun Kim (Ajou University)

요 약

본 논문에서는 장거리에 위치한 무인기의 트래픽 제어를 위해 802.11e 기반 enhanced distributed coordination access (EDCA) 파라미터를 조정하고 이에 대한 medium access control (MAC) 종단간 지연시간에 대한 성능분석을 수행한다. distributed coordination function (DCF)와 기존의 EDCA 파라미터와의 성능을 비교함으로써 제안한 방식이 장거리 통신에 더 효율적인 것을 확인할 수 있다.

Ⅰ. 서 론

무인기의 무선통신 기법에는 블루투스, 셀룰러시스템 및 무선랜 등이 활용되고 있다. 그중에서도 무선랜은 고속의 데이터 전송이 가능해 실시간으로 영상 전송이 가능하며, 셀룰러 시스템과는 달리 통신료가 발생하지 않기 때문에 무인기에 보편적으로 사용되고 있는 기법이다. 하지만 재난환경에서는 경우에 따라 장거리 통신을 수행해야 하는데 출력전력 제한 등의 문제로 통신반경이 짧아 재난지역 근처에서 조종을 수행해야 한다는 단점이 발생한다 [1]. 또한 여러 트래픽(제어, 영상, 음성 등)이 발생하는 무인기 통신에서는 단거리 통신반경에 근거한 carrier sensing multiple access (CSMA) 파라미터들로 인해 트래픽의 quality of service (QoS)가 보장되기 어렵다. 따라서 본 논문에서는 장거리에 위치한 무인기의 트래픽 제어를 위해 802.11e enhanced distributed coordination access (EDCA)의 파라미터를 조정하고, distributed coordination function (DCF) 방식과 기존의 EDCA 파라미터의 방식을 비교하여 medium access control (MAC) 종단간 지연시간에 대한 성능분석을 수행한다.

Ⅱ. EDCA 파라미터 조정

본 논문에서는 request to send (RTS) / clear to send (CTS) 통신 매커니즘을 활용하지 않고 데이터와 acknowledgement (ACK)만을 활용하여 gronund control station (GCS)와 무인기가 통신을 수행한다고 가정한다.

기존의 EDCA는 4가지 access category (AC)에 대해 서로 다른 Contention window (CW) size와 arbitration inter-frame space number (AIFSN), TxOP 값을 가진다. AC는 각각 Background, Best Effort, Video, Voice를 의미하지만 본 논문에서는 무인기의 운용 트래픽인 상태, 제어, 영상, 음성으로 매핑한다. aCWmin과 aCWmax는 각각 contention window의 최솟값과 최댓값을 의미하며 무선랜 표준에 따라 서로 다른 값을 가지게 된다. AIFSN은 무선랜의 QoS 보장을 위해 AC마다 차등 적용하여 트래픽의 QoS를 만족한다 [2].

제안하는 EDCA 파라미터는 전파지연 시간 및 트래픽의 크기를 고려하여 최소한의 트래픽 충돌을 제어한다. 이는 만약 두 개의 노드가 동시에 트래픽을 발생하는 경우 Contention window size가 작으면, 아무리 백오프 알고리즘을 수행하여도 트래픽이 충돌하기 때문이다.

표 1. 성능분석 파라미터

Distance	10 km		
Traffic	Telemetry: 2.24kbps / Telecommand: 2.24kbps / Video: 1Mbps		
Data rate	13 Mbps (QPSK, 1/2 coding)		
EDCA parameter [DCF / 802.11e EDCA / proposed]			
	Telecommand	Telemetry	Video
Backoff [CWmin CWMAX]	[15 1023] / [15 1023] / [15 31]	[15 1023] / [15 1023] / [15 31]	[15 1023] / [7 15] / [31 63]
AIFSN	2 / 3 / 2	2 / 7 / 3	2 / 2 / 5

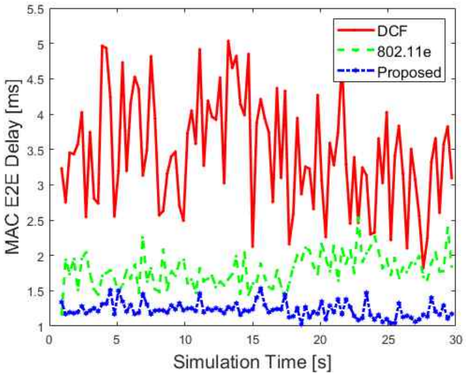

그림 1. MAC 종단 간 지연시간

Ⅲ. 시뮬레이션 결과

그림 1은 DCF와 기존 EDCA 파라미터 및 제안하는 EDCA 파라미터에 대한 MAC 종단 간 지연시간에 대한 결과이다. 성능분석 파라미터는 그림 1과 같으며, GCS에서 무인기로의 트래픽은 Telecommand, 무인기에서 GCS로는 Telemetry 및 영상 트래픽이 전송된다. 기존 EDCA 파라미터는 802.11n을 기준으로 작성된 것이며 제안하는 EDCA 파라미터는 전파지연 시간인 33us와 전송지연인 172us를 기준으로 선정된 값이다.

성능분석 결과 DCF에 비해 EDCA의 지연시간이 더 낮아진 것을 확인할 수 있다. 또한 제안하는 알고리즘이 기존 EDCA보다 더 낮은 지연시간이 걸리는 것을 확인할 수 있는데, 이는 Contention window size가 기존에 비해 줄어 들었기 때문이다. 또한 제안하는 EDCA 파라미터에서 확인할 수 있듯이 초기에는 트래픽이 동시에 발생되어 평균적인 지연시간이 높아진 반면, 18초 이후부터는 지연시간이 낮아지는 것을 확인할 수 있다.

Ⅳ. 결 론

본 논문에서는 장거리에 위치한 무인기의 트래픽 제어를 위해 802.11e 기반 EDCA 파라미터를 조정하고 DCF와 기존 EDCA 파라미터에 대한 성능 비교를 수행하였다.

참 고 문 헌

[1] 손성화 외, “드론 무선통신의 개요 및 이슈,” 한국통신학회 정보와 통신, vol.33, no.2, pp.93-99, 2016년 2월.

[2] W. Feng, “Performance analysis of IEEE 802.11e EDCA Wireless networks under finite load,” wireless network, vol 26, pp4431-4457, May 2020.