

論文

J. of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences 45(5), 429-436(2017)

DOI:https://doi.org/10.5139/JKSAS.2017.45.5.429

ISSN 1225-1348(print), 2287-6871(online)

주파수 효율적 재전송 기반 원격측정 성능 향상

박청운*, 박효섭

Telemetry Performance Enhancement
Based on Spectral Efficient Retransmission

Chung-woon Park* and Hyo Sub Park

Agency for Defense Development

ABSTRACT

Since the telemetry performance using the time-delayed data dissipates the wireless channel resources, we propose the spectral efficient retransmission scheme in this paper. In the proposed scheme, the telemetry data is retransmitted based on triggered memory to improve the spectral efficiency. The proposed scheme minimizes the error caused by multipath fading, antenna pattern as well as the error caused by the flight events. In the flight simulation data, we show the proposed scheme improves the telemetry performance based on spectral efficient retransmission.

초 록

본 논문은 기존의 시간 지연 데이터를 이용한 원격 측정 방법에서 생기는 무선 채널 비효율성을 증대시키기 위하여 주파수 효율적 재전송 방법을 제시하였다. 제시된 방법은 트리거 기반 메모리를 사용하여 주파수 효율적으로 데이터를 재전송한다. 이는 원격측정 데이터를 수신하는 과정에서 다중경로페이딩이나 송신 안테나 패턴에 의해 영향 받는 통신 환경 뿐 아니라 원격 측정 데이터를 송신하는 과정에서 이벤트에 의해 송신 환경에서 생기는 오류 데이터를 최소화한다. 비행시험 결과 데이터에서 주파수 효율적 재전송 데이터를 이용하여 원격측정의 성능 향상을 입증한다.

Key Words : Spectral Efficiency(주파수 효율성), Telemetry(원격측정장치), Triggered based Memory(트리거 기반 메모리)

1. 서 론

유도무기분야의 원격측정시스템은 비행체의 내부 상태 및 비행정보를 지상으로 전송하는 역할을 담당하게 된다. 원격측정시스템을 통해 획득된 데이터는 비행시험 및 임무 수행의 성공 여

부를 결정할 뿐 아니라 다양한 센서 및 비행 데이터를 바탕으로 향후 시뮬레이션에 활용된다. 특히 최근 무인항공기 분야를 비롯하여 다양한 유도무기분야에서 영상 자료 획득 및 향후 복잡한 비행체 설계를 위한 실험 데이터 확보 목적으로 원격측정 데이터 전송율의 요구가 급격히 증

† Received : November 28, 2016 Revised : April 26, 2017 Accepted : April 30, 2017

* Corresponding author, E-mail : kp225@add.re.kr

대되고 무선 효율적인 데이터 전송이 요구되고 있다[1][2].

원격측정시스템은 전통적으로 데이터를 전송하기 위해 주파수 분할 방식 (FDM, Frequency Division Multiplexing)과 시분할 방식 (TDM, Time Division Multiplexing)을 사용한다. 주파수 분할 방식의 경우 한정적인 파라미터 개수에 고정되는 문제점이 있어 이미지 촬영이나 위성 통신 릴레이 등을 위해 시분할 방식이 오랫동안 사용되었다. 이후 기술의 발전에 따라 유도무기분야 고해상도 이미지 및 동영상 전송, 대용량 데이터 전송 등을 위해 RS-422/485 및 MIL-STD-1553B 네트워크 기반의 데이터를 전송하기 위해 PCM/FM 방식의 변조 방식 등 효율적인 변조 및 전송방식을 확장하는 형태로 변화되었다.

일반적으로 원활한 통신링크 확보를 위해 비행체 안테나와 지상국 안테나 사이에 시선 상 위치(LOS, Line-of-Sight)가 확보되어야 하지만, 이는 비행체의 비행 도중의 자세 및 안테나 위치, 여러 가지 비행 이벤트 등에 따라 변경된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 여러 개의 안테나를 공간적으로 떨어지게 위치하여 공간적 다양성(Spatial Diversity)를 확보하는 노력을 하고 있으며, 무선 통신의 링크 마진 확보를 위해 시스템의 신호 대 잡음비를 향상시키는 채널 코딩 기법을 적용하고 있다[4].

유도무기 분야에서는 비행시험과 같이 다양한 기동을 수행하는 경우에는 송신안테나 패턴의 널링(null) 영향과 다중 경로에 의한 페이딩(fading) 형상에 의해 신호 대 잡음비가 급격히 작아지는 구간이 발생함으로 통신오류를 배제하기 위해 기존의 오류수정 코딩 방식 적용하기에는 적당하지 않다. 이러한 오류 발생에 대해서 오류 프레임의 발생을 수신 단에서 알려주고 송신 단에서 재전송하는 방법을 일반적으로 사용하지만 원격측정 분야에서는 채널 정보 피드백이 현실적으로 불가능하다[5][6].

이러한 문제를 해결하기 위해 논문 [3]에서는 비행시험에서 실시간 프레임과 일정시간 지연된 프레임을 동시에 전송하고 수신된 원격측정 데이터들을 재구성하고 병합하여 무선 통신 환경 불량에 의해 발생되어지는 데이터 오류프레임을 최소화하기 위한 연구를 수행하였다. 그러나 이러한 방법은 동일한 데이터를 시간지연 후 중복하여 보내기 때문에 무선 채널을 낭비하게 되어 주파수 효율성을 저하되게 된다. 한편 앞서 언급한 바와 같이 기존 수신 계측 시스템의 경우 단방향

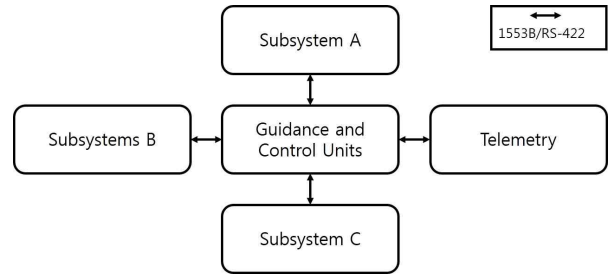


Fig. 1. System Configuration

으로 구축되어 채널 정보 피드백이 어렵기 때문에 원격측정 송신 단에서 오류 프레임을 효과적으로 재전송하는 방법이 요구된다.

본 논문에서는 기존의 시간지연 데이터를 이용한 원격 측정 방법의 주파수 효율성을 증대하기 위하여 주파수 효율적 재전송 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 예측 기반의 트리거 모델을 이용하여 오류가 발생할 가능성이 높은 시점의 데이터를 비행 이벤트에 따라 미사용 되는 무선 채널 영역에 할당하여 재전송하여 오류 발생을 줄이게 된다. 우리는 비행 시험 결과를 통하여 연구 결과의 실효성을 입증하였다.

II. 본 론

2.1 시스템 구성

유도무기분야에서 비행체의 원격측정 데이터를 송신하기 위한 비행체 내부의 시스템 구성은 Fig. 1과 같다. 원격 측정장치는 각 부체계로부터 비행 시험 중에 센서의 계측 결과와 상태 및 정보를 아날로그 형태로 데이터를 획득하거나 Fig. 1에서 보듯이 부체계의 상태 및 정보를 RS-422/ MIL-STD-1553B 등의 디지털 통신 인터페이스를 통해 유도조종장치에 통해 전송받게 된다.

원격측정장치는 각각의 신호에 맞게 아날로그-디지털 변환(A/D converter)를 통해 무선 링크를 통하여 지상의 원격수신소로 PCM(Pulse Code Modulation) 형태로 원격측정프레임을 구성하여 전송하는 역할을 한다.

한편, 유도조종장치는 비행체를 목표지점 또는 목표 방향으로 효과적이며 정확하게 안정하게 비행할 수 있도록 설계된 유도조종알고리즘을 구현한 장치로서 거대한 시스템의 경우 부체계로부터 데이터 획득만을 목적으로 하는 데이터 획득 장치와 분리되는 경우도 있으나 본 논문에서 유도조종장치가 비행자료를 수집하여 원격측정장치로 내부 통신(RS422/MIL-STD-1553B)을 통해서 전송

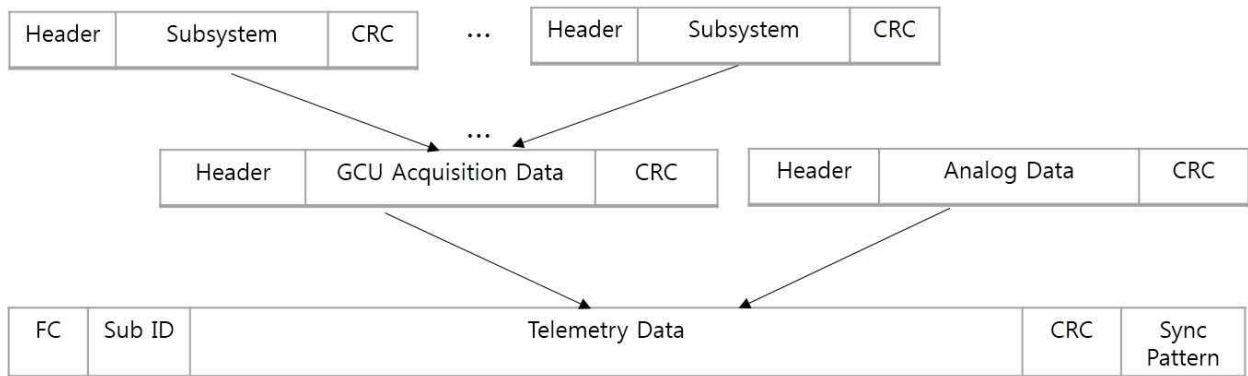


Fig. 2. Telemetry Data Frame



Fig. 3. Time Delayed Telemetry Data Frame

하게 되는 경우를 고려하였다.

Figure 3와 같이 원격 측정장치프레임 구성을 살펴보면, 유도조종장치는 각 부체계에서 통신 프로토콜에 받은 디지털 데이터를 유도조종장치 획득데이터 프레임을 구성하여 원격측정장치에 내부 통신 프로토콜을 통해서 전송하며, 원격 측정장치는 이 데이터와 부체계의 각종 센서를 통해서 직접 획득하는 아날로그 데이터를 병합하여 내부 PCM 엔코더를 통해 시분할 방식으로 각각의 정보를 할당하게 된다. 원격측정데이터 프레임에는 무선 통신 및 복원을 위한 동기 패턴, 프레임 번호, 서브프레임 ID, 에러검사 채널 등이 더해져서 frame format을 구성하여 무선 통신으로 지상으로 보내게 된다.

2.2 제안한 방법

2.2.1 기존의 방법

논문 [3]에서는 다수 사이트 운용에서 획득한 데이터가 시간적으로 중복되지 않을 경우, 시간적으로 중복된 데이터가 모두 통신 오류 프레임을 갖는 경우와 다수의 사이트 운영이 불가능한 경우에 대하여 오류 데이터를 최소화할 방법으로 시간 지연 데이터 전송 방법을 제시하였다.

이 방법은 원격측정장치의 직렬데이터를 형성하기 위한 직렬변환 앞에 일정 지연시간 T 데이터 전송부를 형성하여 시간 지연 데이터와 실시간 데이터를 병합하여 직렬 프레임을 구성하여 전송한다.

그러나 이러한 방법은 동일한 실시간 프레임을 시간 지연하여 원격측정 데이터 프레임을 구성하기 때문에 최소 두 배의 무선채널을 원격측

정데이터를 위해 할당하여 사용하게 된다. 그러나 데이터 전송 시 대부분의 구간이 안정적인 데이터 확보가 가능하기에 무선 채널을 사용함에 있어 비효율적이다. 또한 무선 채널 특성은 비행 시험 환경에 따라 상이하지만 보통 랜덤프로세스를 따르기 때문에 시간지연 데이터를 통해서 오류를 최소화하기 어렵다.

2.2.2 주파수 효율적 재전송 방법

본 논문에서는 원격측정데이터를 형성하는 과정에서 유도조종장치로부터 획득하는 데이터에 초점을 두었다. 유도조종장치는 비행 중 각 부체계로부터 상태 및 정보를 디지털 통신 인터페이스를 통해서 전송 받아, 원격측정 데이터 프레임을 구성하게 된다. 그러나 비행시험 중 데이터를 살펴보면 비행시험 중 이벤트에 따라서 유효하지 않은 데이터가 생기게 된다. 우리는 이러한 비행 이벤트에 따라 미사용 되는 무선 채널 영역에 재전송을 위한 데이터를 반복적으로 할당함으로써 오류 발생을 줄일 수 있게 된다.

한편, 비행체가 회전하거나 자세가 급변하는 특정 이벤트가 발생하는 경우 여러 개의 안테나를 공간적으로 떨어지게 하는 다양성 방법을 사용하더라도 오류 발생이 생기게 된다. 따라서 우리는 이러한 이벤트, 즉 오류가 발생할 가능성이 높은 시점의 데이터를 선정하여 안정적인 데이터 확보와 재전송을 위한 시간을 줄이고 주파수 효율성을 높일 수 있도록 하였다. 제안한 방법은 미사용 되는 무선 채널 영역에 재전송 데이터를 전송하는데, 무선 채널의 다중 경로 페이딩 등의 특성을 고려하여 마진을 두어 전송하도록 하였다. 제안된 방법을 자세히 살펴보면 다음과 같다.

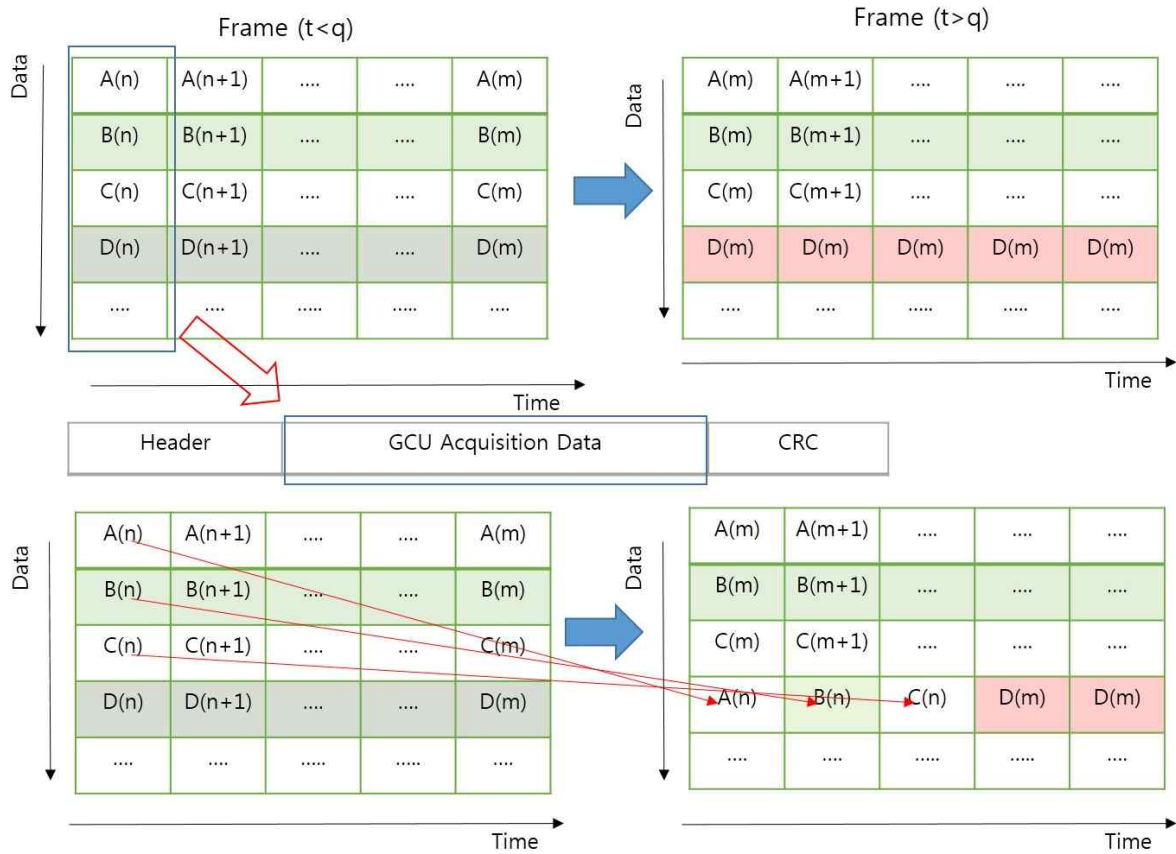


Fig. 4. Proposed Scheme

Figure 5에서 보듯이 유도조종장치 획득데이터 프레임에서 각각의 부체계는 유도조종장치에 내부 디지털 인터페이스 (RS422/MIL-STD-1553B)를 통해 원격측정장치를 통해서 획득하고자 하는 데이터를 시점 n 에서, $A(n)$, $B(n)$, ..., 의 형태로 유도조종장치에 전송한다. 유도조종장치는 이러한 데이터를 바탕으로 유도조종장치 획득데이터를 구성하게 된다. 그러나 특정 시점 q 가 지나게 되면 ($t > q$) 부체계 중 D와 같이 유도조종장치에 유효한 데이터를 전송하지 않는 부체계가 생기게 된다. 이러한 부체계 항목을 위한 무선 채널 항목은 고정적으로 할당되는 경우 비행이 종료되는 시점까지 유효하지 않은 데이터, 즉, 미사용 되는 채널로 생각할 수 있기 때문에 재전송을 위한 채널로 가변적으로 할당할 수 있다. 따라서 특정 이벤트에 의해서 시점 n 에서 오류가 발생하는 경우, 제안된 방법은 시점 n 에서 저장된 측정 항목 데이터를 미사용 채널 D에 할당하여 전송하게 되는 것이다.

한편, 재전송하는 데이터는 오류가 발생할 가능성이 높은 구간으로 비행체가 자세가 급변하게 되는 비행이벤트 경우, 즉, 무선 채널 환경이 급

격하게 저하되는 경우를 선정하여야 한다. 제안된 방법은 이것을 트리거 기반 메모리 방식으로 구현하였다.

유도조종장치 내부의 탑재컴퓨터는 보통 Fig. 5에서 보는 것과 같이 유도조종알고리즘 계산과 주변 부체계와 인터페이스를 위해 CPU, 메모리, FPGA, 버퍼 등으로 구성된다. 유도조종장치는 이러한 탑재 컴퓨터를 바탕으로 유도조종알고리즘을 계산할 뿐 아니라 비행자료를 수집하여 원격측정장치로 내부 디지털 인터페이스를 통해서 전송하게 되는데, 이 중에서 메모리 영역 중 실제 메모리에 해당하는 영역은 탑재 프로그램을 저장하는 용도로 사용되는 공간과 프로그램의 변수 등의 저장 공간으로 사용되는 공간 등으로 나뉘지게 된다. 제안된 방법은 이 메모리 공간 중 점점을 위한 공간 등의 여유 메모리에 재전송을 위한 데이터를 저장하도록 하였다. 저장된 데이터는 다음 식 (1)과 같이 트리거 기반 메모리는 동작하게 된다.

$$\begin{aligned} & \Pr(event) > s, \text{ then Trigger} \\ & \text{Memorize the data until } \Pr(event) < s \end{aligned} \tag{1}$$

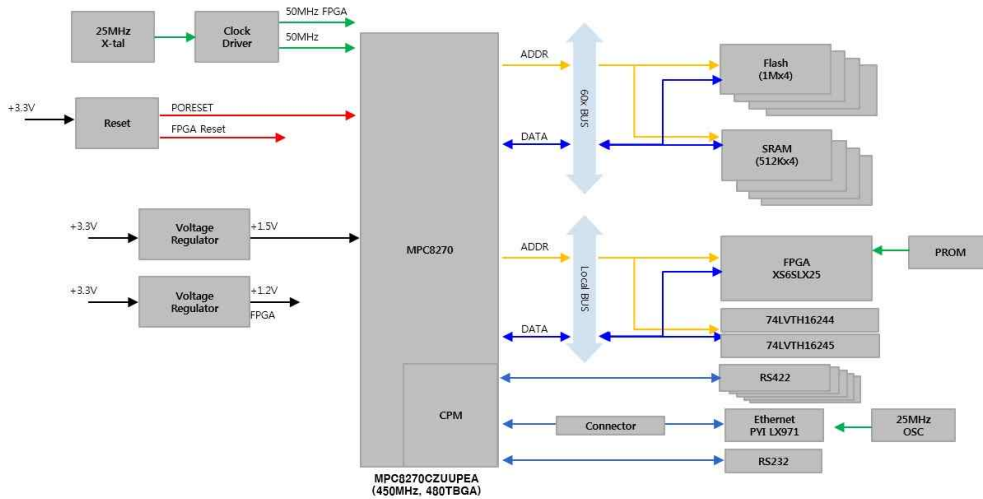


Fig. 5. Embedded Computer

여기서 이벤트는 무선 채널 환경이 원격측정 항목에 오류가 발생할 정도로 저하되거나 특정 이벤트가 발생하는 시점을 의미한다. 이러한 이벤트는 바람 조건과 같은 기후와 비행체의 초기 각속도, 자세각의 외란 등에 의해서 변동 되게 된다. 따라서 우리는 이러한 이벤트를 위한 예측 모델을 개발하여 비행시험에 적용하였다. 따라서 이벤트에 해당하는 시점을 예측하여 시간 데이터를 저장하여 향후 미사용 채널에 할당하게 된다.

재전송에 필요한 시간은 미사용 채널에 따라 다음과 같이 달라진다.

$$r_t = \frac{e_t \times n}{m} \quad (2)$$

재전송에 필요 시간 r_t 은 이벤트에 의해서 저장되는 시간 e_t 와 원격측정항목 n 과 미사용 채널 m 으로 계산된다. 따라서 제안된 방법은 전체 채널 항목을 특정 이벤트 시점이 발생하는 경우를 예측하여 짧은 시간을 트리거하여 메모리에 저장한 후 미사용 채널이 생기는 시점 이후에 저장된 항목을 할당하여 안정적인 데이터 전송이 이뤄지도록 하는 것이다. 재전송에 필요 시간 r_t 는 비행체의 비행시간에 비해 작기 때문에 우리는 성공적인 수신을 위해서는 반복적으로 데이터를 보내 오류를 최소화 할 수 있다.

제안된 알고리즘의 주파수 효율성 $BE_{proposed}$ 과 기존 재전송 알고리즘의 주파수 효율성은 다음과 같다.

$$BE_{proposed} \approx 2 \times BE_{Retransmission} \quad (3)$$

2.2.3 재전송 데이터 수집 프로그램 구현

트리거를 기준으로 재전송 데이터의 시작시간

을 t_0 , 데이터의 종료시간을 t_f , 데이터 산출의 주기를 P 라고 하면 수집해야할 재전송 데이터의 개수 N 은 다음과 같다.

$$N = \frac{t_f - t_0}{P} \quad (4)$$

각 주기마다 나올 수 있는 데이터가 총 m 종류가 있다면 각 주기 당 패킷은 p_1, p_2, \dots, p_m 과 같이 나타낼 수 있다. 따라서 재전송 데이터 수집을 위하여 요구되는 총 메모리 양 M 은 다음과 같다.

$$M = \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^m p_i \quad (5)$$

본 논문에서 다룬 비행체의 경우 M 의 최대 크기가 메인 메모리(RAM)의 크기보다 작았으므로 M 의 최대 크기만큼 static 메모리를 미리 할당해 놓고 이곳에 재전송 데이터를 수집하는 방식을 취하였다.

데이터 수집 시작 트리거가 작동하면 프로그램은 데이터 수집 시작 모드로 전환되고 데이터 수집 개수를 카운트 한다. 각 주기마다 생성되는 p_1, p_2, \dots, p_m 을 순서대로 버퍼에 기록하고 현재까지 기록된 오프셋(Offset)을 갱신한다. 현재까지 기록된 주기 $n \leq N$ 을 카운트하여 $n = N$ 이 되는 시점에 재전송 데이터 수집 프로그램의 작동을 종료한다.

2.2.4 재전송 데이터 전송 프로그램 구현

저장해둔 재전송 데이터 전송프로그램은 총 전송 용량 M 과 데이터 전송에 할당 할 수 있는 대역폭 B 를 고려하여 총 Q 개의 패킷에 걸쳐 전송하게 된다. 각 패킷을 전송하는데 소요되는 시

간이 s 라면, 재전송 데이터 전송프로그램을 한번 완전히 보내는 시간 S 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$S = sQ = s \frac{M}{B} \quad (6)$$

S 시간에 맞춰 보내기 위한 패킷들은 시간에 따라 정량적으로 나타낼 수 있다. 그 중 임의의 q 번째 패킷이 어떤 메모리 영역을 복사하여야 하는가를 지정해야 한다. 대역폭 B 를 위해 할당된 패킷 내 메모리 바이트 영역을 a_1, a_2, \dots, a_f 라 했을 때 각 영역이 갖고 있어야 할 M 내의 번지수는 $a_i = M[(B \times (q-1)) + i]$ 로 표현할 수 있다. 이때 a_1, a_2, \dots, a_f 를 메모리 연속적으로 할당하면 이러한 기능 구현을 쉽게 하는 것이 가능하다.

실제 구현은 5ms당 160byte의 패킷이 송출되고 4개의 패킷이 반드시 순서와 짝을 이루어야 하는 경우에 대하여 만들어졌다. 할당된 채널은

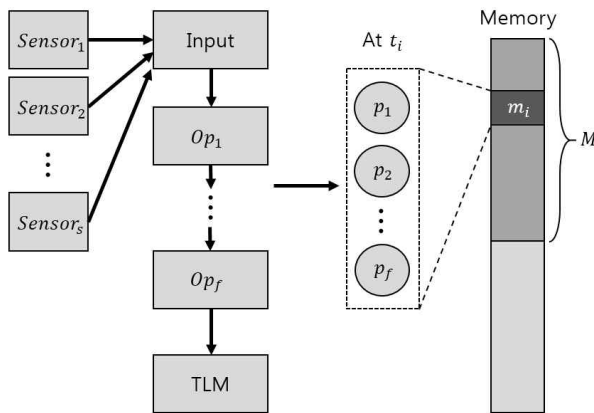


Fig. 6. Memory Allocation for Retransmission

4개의 패킷당 8byte였으며, 이는 결과적으로 640 byte 패킷에 대해 32byte의 대역폭이 할당 된 것과 같다. $M = 32000$ 이었기 때문에 식 (6)에 의해 $S = 20$ 초가 되도록 구현 되었다. 재전송 데이터의 전송이 끝나면 같은 할당 채널에 데이터를 반복해서 전송하여 여러 번의 전송 된 데이터 중 정상적인 데이터를 취사선택할 수 있도록 했다. 이를 통해 데이터의 정합성과 신뢰성을 향상시킬 수 있었다.

2.2.5 재전송 데이터 재구축 프로그램 구현

원격측정장치를 통해 전송된 데이터로부터 재전송 데이터를 재구축하기 위해서는 재전송 데이터 전송 시점 t_s 를 알아야 한다. t_s 는 곧 재전송 데이터 수집 트리거가 작동된 시점이다. 이는 원격 측정장치를 통해 같이 전송된 센서 데이터를 통해 트리거가 발동되는 방식과 동일한 방식으로

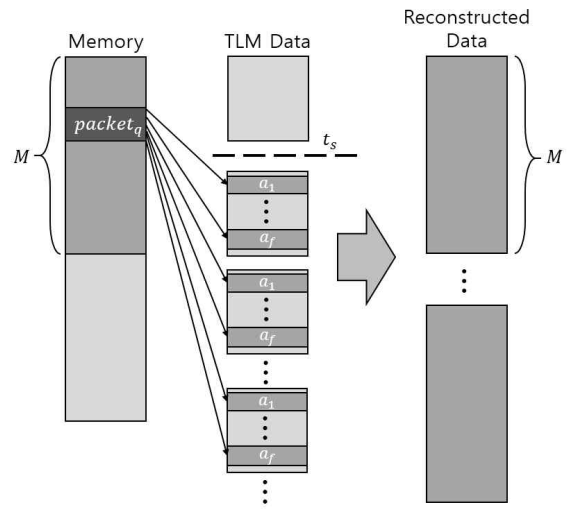


Fig. 7. Retransmission and Reconstruction

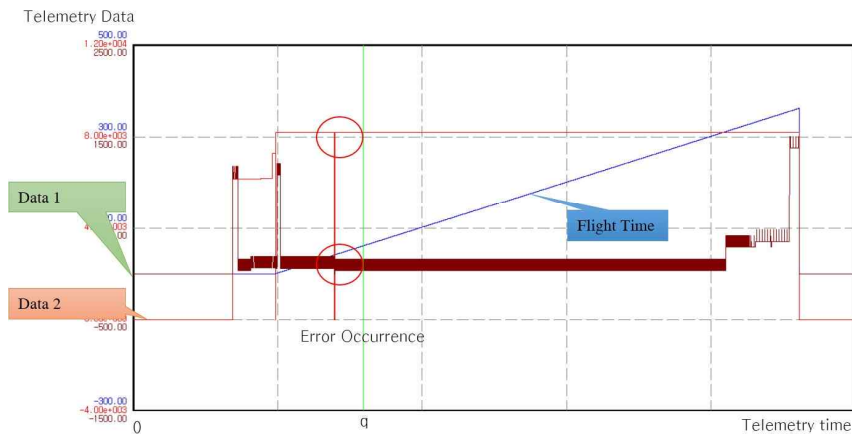


Fig. 8. Telemetry Data ith Error (Red Circles)

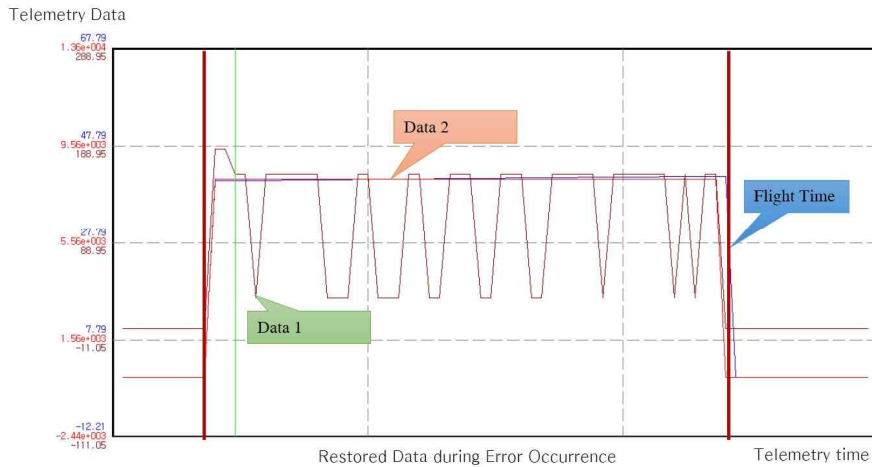


Fig. 9. Telemetry Data with Reconstruction (Retransmission)

계산하여 나타낼 수도 있고, 특정 이산시점을 정해 그 시점에서부터 복구할 수도 있다. 본 논문에서는 이산신호 D 가 나온 시점으로부터 15초를 기준점으로 하여 시간 지연 데이터를 원격 측정 데이터로부터 재구축할 수 있도록 설계 및 구현하였다.

재전송 데이터 재구축 프로그램은 Python 3로 구현하였다. Python 스크립트에 원격측정 데이터 파일을 입력하면 데이터의 헤더를 제거한 후 이산신호 D 를 찾는다. 선정의 된 a_1, a_2, \dots, a_f 에서부터 패킷의 부분정보를 차례대로 모아 재전송 데이터를 재구축 한다. M 만큼의 재구축이 끝나면 그 다음 데이터를 접근하여 재구축 과정을 반복한다. 원격전송 데이터 마지막 부분에 데이터의 수가 부족하면 이 부분은 생략한다. 재구축한 데이터는 분석 프로그램 형식에 맞게 헤더 및 부가 정보를 삽입하여 결과물을 정의된 이름으로 산출한다.

2.3 성능 입증

우리는 제안된 방법의 성능을 평가하기 위하여 실제 비행시험을 통해 검증하였다. Fig. 8은 비행시험으로 획득한 데이터 중 비행체의 특정 이벤트에 의해서 원격측정 프레임에서 에러가 발생한 그래프이다. 원격측정장치는 비행 전반에 걸쳐 안정적으로 수신하였으나 비행체가 자세가 급변하게 되는 비행이벤트 시점에서 무선 채널 환경이 급격하게 저하되어 수신 오류가 발생하게 되었다. 손실된 데이터는 일부 구간이라 생각되어 사소하게 생각될 수 있으나, 실제 이벤트가 설계 의도대로 적절한 시점에서 이벤트 발생이 이루어졌는지, 이벤트 시점에서 부체계와 적절한

인터페이스를 이루어졌는지 등을 검증하기 위해서는 이벤트 시점에서 원격측정 데이터가 중요해지게 된다. 측정항목은 이산입출력의 신호로 이벤트 발생시점을 측정하게 된다.

제안된 방법은 문제가 생기는 특정 이벤트에 해당하는 데이터를 저장하기 위해 이벤트가 발생하는 구간을 기후 모델과 초기 자세 외란을 기반으로 한 예측모델을 바탕으로 유도조종장치 내에 메모리에 저장토록 하였다. 부체계 D 의 경우 특정 시점 이후로는 제어가 더 이상 필요하지 않아 제어 정보와 피드백 정보 등의 유효한 데이터를 유도조종장치에 전송하지 않는다. 따라서 우리는 이 부체계 D 에 해당하는 항목에 유효하지 않는 데이터를 전송하는 시점부터 ($t > q$) 저장된 데이터를 할당하였다.

Figure 9은 제안한 방법으로 원격측정항목 수신 오류가 발생하는 특정 이벤트 시점에서 원격측정 항목 전체를 저장하여 복원된 데이터 그래프이다. 제안된 방법은 원격측정장치의 수신 오류가 생기는 특정 이벤트 구간에서도 안정적으로 데이터를 송신하여 정상적으로 수신하도록 하였다. 또한 마진을 두고 하나 이상 반복적으로 전송함으로써 송신 오류에 안정적으로 데이터를 전송하였다. 우리는 비행 시험 데이터를 통해 제안된 방법이 주파수 효율적으로 중요 데이터를 재전송함으로써 원격측정장치의 성능을 향상함을 검증하였다.

2.4 향후 연구

본 논문에서 연구하고 구현한 기능은 성공적으로 그 실효성을 입증했다. 이는 하나 이상 반복되어 송출하는 시간 지연데이터 중 적어도 하나가 정상적인, 즉 오류가 없는 데이터가 수신된

다는 가정을 바탕으로 한다. 그러나 이보다 가혹한 환경 하에서 실험을 하거나 예상치 못한 원격 측정장치 상의 문제로 인해 재전송 데이터가 모두, 일부 손상된 상태로 오는 상황 역시 고려할 수 있다. 이러한 경우 일부 손상된 여러 재전송 데이터로부터 정상적인 부분과 손상된 부분을 서로 분리한 후 정상적인 부분들만을 모아 복구할 필요성이 생긴다. 이러한 문제를 해결할 수 있는 방법엔 여러 가지가 있을 수 있다.

한 가지 방법은 원격측정 프레임의 CRC와는 별도로 시간지연 데이터를 위한 정합성 확인용 항목을 시간지연 데이터의 일부로 삽입하는 것이다. 그 형태는 CRC와 같이 오류의 존재 유무를 확인하는 것이 될 수도 있고, 더 나아가 오류 정정 코드를 삽입하여 오류를 상당 수정하는 것이 가능하도록 하게 할 수도 있다. 이를 이용하면 모든 원격측정 데이터 중 시간 지연 데이터가 많은 시간지연 데이터를 복구하는 것이 가능하다.

다른 한 가지 방법은 데이터 압축을 이용하는 것이다. 전송되는 데이터의 총량이 작으면 작을수록 원격 측정 데이터 손상이 일어났을 때 데이터 손상이 일어난 부분과 시간 지연데이터에 할당된 부분이 겹칠 확률이 줄어든다. 허프만 코드와 같이 데이터 손실 없이 압축할 수 있는 알고리즘을 사용하면 효율적이면서 더 안전한 주파수 효율적 재전송 데이터 전송이 가능할 것으로 보인다.

III. 결 론

원격측정장치를 통해서 획득된 데이터는 비행 시험의 성공 및 임무 수행의 성공 여부를 결정한다. 또한 다양한 센서의 발전으로 향후 설계를 통해 개발되는 비행체를 위한 데이터를 제공한다. 따라서 비행시험을 통해서 설계의 적절성을 검증하는 것을 중요하다. 그러나 여러 환경적인 요소에 의해서 원격 측정 프레임에 오류가 발생하게 되는데 본 논문에서는 기존의 시간지연 데이터를 이용한 원격 측정 방법의 주파수 효율성을 증대하기 위하여 주파수 효율적 재전송 방법

을 제안하였다. 제안된 방법은 예측 기반의 트리거 모델을 이용하여 오류가 발생할 가능성이 높은 시점의 데이터를 탑재 컴퓨터의 메모리 영역에 저장해두었다가 특정 비행 이벤트에 따라 유효한 데이터 측정이 필요 없어진 미사용 무선 채널 영역에 할당하여 재전송함으로써 오류 발생을 줄이게 된다. 우리는 실제 비행 시험 적용 결과를 바탕으로 연구 결과의 실효성을 입증하였다.

현재 원격 측정기술은 계속 발전하고 있으며, 급성장하고 있는 무인기시장 등의 유도무기 분야에서 원격측정 기술 향상을 위한 노력이 계속적으로 요구될 것이다.

References

- 1) M. S. Araujo, et al, "Control and Status of Telemetric Network Systems," ITC, 2012
- 2) A. Berdugo and J. Hildin, "A System Approach To a Network Centric Airborne Data Acquisition System," ITC, 2006
- 3) K.-R. Koh, S.-B. Lee and W.-W. Kim. "Telemetry Performance Enhancement Using the Time-delayed Data," Journal of the Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, Vol. 39, No. 2, Feb. 2011, pp.170~177.
- 4) D. Tse. et al, "Fundamentals of Wireless Communication," Cambridge, Cambridge University press, 2005
- 5) J.-N. Kim. et al, "Technical Trend of Telemetry System for Aerospace Industry," Current Industrial and Technological Trends in Aerospace, Vol. 12, No. 1, pp.157~168.
- 6) C.-H. Hwang. et al, "A Study on Telemetry Frame Optimization Using Variable Word Length Algorithm," 2015 KFAS Conference, pp.2020~2023.
- 7) G. van Rossum, Python tutorial, Technical Report CS-R9526, Centrum voor Wiskunde en Informatica (CWI). Amsterdam, May 1995