

다중 통신 인터페이스를 보유한 전술데이터링크 시스템의 표적정보 위치오차를 최소화하기 위한 시간 관리 방법에 관한 연구

지승배, 천재영, 정민규

국방과학연구소

seungbae@add.re.kr

An study for time management how to minimize position error in tactical information in the tactical datalink system having multi-communication interfaces

Seungbae Jee, Jaeyoung Cheon, Mingyu Jung

ADD(Agency for Defense Development)

요약

본 논문에서는 다중 통신 인터페이스를 보유한 전술데이터링크 호스트 시스템에서 중계 시 발생할 수 있는 표적의 위치오차에 대해서 살펴보고, 시스템 내부와 외부로 송수신되는 표적 메시지에 관한 시각 및 위치를 처리함에 있어서 위치 오류를 최소화할 수 있는 효과적인 방안에 대해서 살펴보고자 한다.

I. 서론

전술정보를 교환하기 위한 전술데이터링크 시스템은 호스트 시스템과 통신장비로 이루어진다. Fig. 1.에서처럼 다중의 통신장비를 운용하는 호스트 시스템은 통신 장비와 연결하기 위한 통신 인터페이스 처리부, 군사표준문서(MIL-STD, STANAG)에 정의된 전술메시지를 처리하는 전술자료처리부, 운용자 전시를 담당하는 전술상황전시부로 구성된다.

유선/무선/위성 통신 환경은 대역폭/통달거리/전송시간 등이 차이가 나며, 특히 무선 통신환경은 500km~1000km의 통달 거리를 고려할 때 매우 제한된 수십kbps~수백kbps의 통신 속도 밖에는 제공할 수 없으며, 이 대역폭 또한 전체 가입자가 공유하여 사용하기 때문에 실제 개별 노드의 송신 대역폭은 수kbps~수십kbps 밖에 제공받지 못한다. 반면 유선/위성 통신구간은 개별 노드가 수십~수백Mbps의 대역폭을 제공받을 수 있다. 본 논문에서는 유선/무선/위성 통신을 보유한 전술데이터링크 호스트 시스템에서 표적 메시지가 수신 처리될 때 발생할 수 있는 위치오차를 최소화하기 위하여 시스템 내부처리와 외부 인터페이스 처리에 효율적인 시간 및 위치 관리 방안을 제안하고자 한다.

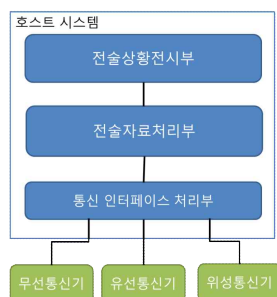


Fig. 1. 다중 통신 인터페이스 전술데이터링크 호스트 시스템 구조

II. 본론

1. 표적 정보의 특징

레이더에서 획득한 표적은 운동정보(위치, 속도, 고도)와 부가 정보(피아식별, 종류 등)을 표준메시지 형태로 인코딩 후 메시지 크기를 최소화(70bits ~ 210bits)하여 트랙 메시지로 송수신하게 된다. 이러한 트랙 메시지의 주요 특징은 다음과 같다.

- ① 위치정보(위도/경도/고도)를 갖는다.
- ② 속도정보(속력/방향) 갖는다.
- ③ 주기성(12s~수십초)을 갖는다.

표적 정보중에서 가장 중요한 위치정보는 속도(수십km/h~수천 km/h, 방향)이 존재하기 때문에 레이더 획득 후 처리 및 전파 지연 시간에 따른 위치 보정을 해주지 않으면 최초 획득한 표적의 위치와 현재 위치와의 오차가 발생하게 된다. 예를 들어, 전투기나 탄도탄의 경우 1초의 차이에도 수~수십km의 오차가 발생한다.

따라서 이러한 시간 경과에 따른 위치오차 문제를 해결하기 위해 주로 사용하는 방법은 표적 메시지 송신 시 헤더에 시각 정보를 포함하여 보내고, 수신 측에서는 현재 시각과의 차이를 반영한 보외법(extrapolation)을 사용하여 현재 시각에서의 위치를 추정하는 것이다.

- $P_x(T=t_1) = P_x(T=t_0) + V_x * T(t_1-t_0)$
 - $P_y(T=t_1) = P_y(T=t_0) + V_y * T(t_1-t_0)$
- P_x : X축 위치, P_y : Y축 위치,
 V_x : x방향 속력, V_y : y방향 속력
 t_0 : 레이더 표적 획득 시각, t_1 : 수신측 현재시각

하지만 무선 통신 환경에서 개별 송신 노드는 매우 제한된 대역

폭(수kbps~수십kbps)만 할당받기 때문에 시각 정보 송신을 위한 오버헤드(20%~30%)는 사용자 데이터 송신량을 감소시키게 된다. 따라서 이러한 오버헤드를 감소시키기 위하여 표적 메시지 송신 시 헤더에 시각 정보를 포함시키지 않고, 레이더에서 획득한 시각에서의 위치로부터 송신 시점에서의 시각에 따른 위치로 보외법(extrapolation)을 적용하여 송신하게 된다.

이러한 다중 통신환경을 보유한 전술데이터링크 운용 사이트들은 Fig. 2.와 같이 여러 단계의 중계를 통해서 전송 정보를 교환하게 되는데, 이때 중계를 담당하는 호스트 시스템이 송/수신 과정에서 통신 인터페이스에 따라 시간정보 및 위치정보에 대한 처리를 올바르게 해주지 않으면, 최초 레이더에서 획득한 표적의 위치 정보(호스트1)와 최종 송신(호스트4)되는 표적의 위치정보 오차가 크게 발생하게 되어 시스템 운용이나 작전 운용에 문제가 발생하게 된다. (이중항적 전신, 표적 위치 오차로 타격 실패 등)



Fig. 2. 다중 통신 환경의 전술데이터링크 시스템의 운용 예시

2. 표적 정보처리를 위한 시간관리 방안

이러한 다중 통신 인터페이스 환경에서의 위치 오차를 최소화 하기 위한 시간관리 방안으로 먼저 다중 통신 인터페이스에 해당하는 외부 인터페이스 처리를 살펴보고자 한다.

외부 인터페이스는 무선통신과 유선/위성통신 환경으로 특징을 구별할 수 있으며, 무선통신환경은 표적메시지에 시각정보를 헤더에 포함하여 송수신하지 않으며, 유선/위성 통신환경은 표적 메시지에 시각정보를 포함하여 송수신한다는 특징이 있다.

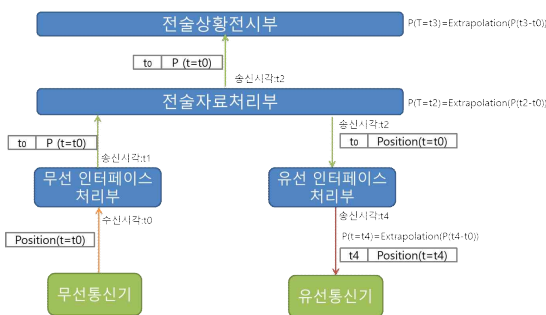


Fig. 3. 무선 인터페이스 수신, 유선/위성 인터페이스 송신 처리

Fig.3.에서와 같이 무선 통신 환경에서 $T=t_0$ 에 수신한 표적 메시지의 위치정보 $P(T=t_0)$ 는 호스트 시스템 내부로 공유될 때 표적 메시지에 $T=t_0$ 의 시각 정보를 추가하여 $[T=t_0, P(T=t_0)]$ 의 세트가 공유되게 된다. 이 표적 메시지는 내부처리 전술자료처리부, 전술상황전시부로 전달되는 동안 $[T=t_0, P(T=t_0)]$ 형태로 동일하게 전달된다. 마지막으로 메시지 처리를 거쳐 유선/위성 통신인터페이스로 송신되될 때 통신인터페이스 처리부는 표적 메시지에 시각정보 헤더를 추가하여 현재 시각 $T=t_4$ 와 그에 맞

는 $P(T=t_4)$ 의 위치를 보외법으로 재계산하여 $[T=t_4, P(T=t_4)]$ 의 형태로 송신하게 된다.

$$P(T=t_4) = P(T=t_0) + V * T(t_4-t_0)$$

다음으로 호스트 시스템 내부 처리에 대해서 살펴보고자 한다. 무선/유선/위성 통신인터페이스 처리부에서 수신한 메시지 $[T=t_0, P(T=t_0)]$ 은 $T=t_1$ 에 $[T=t_0, P(T=t_0)]$ 메시지 형태 그대로 전술자료처리부로 전달된다. 이때 전술자료처리부는 $T=t_2$ 시점에 전술데이터링크 표준 처리규칙 따라 표적 메시지를 처리(비교일치, 보고권한, 데이터 융합 등)하기 위해서 $P(T=t_2)$ 을 사용한다. 따라서 다음 단계인 표적 메시지를 전술상황전시부와 중계 인터페이스로 전달하는 과정에서 $[T=t_2, P(T=t_2)]$ 이라는 표적 메시지가 전달하는 것이 일반적인 시스템 처리이지만, 전술데이터링크처리부는 시각과 위치 정보를 자신이 수신한 $[T=t_0, P(T=t_0)]$ 메시지로 전술상황전시부로 전달한다. 그 이유는 보외법을 적용할 때 마다 표적 메시지에 할당된 bit 수 한계(resolution)에 의한 계산 위치오차가 발생하고, 프로그래밍 변수 할당에 의한 계산 오차도 발생하기 때문이다. 따라서 시스템 내부에서 표적 메시지를 공유할때는 항상 $[T=t_0, P(T=t_0)]$ 의 형태를 유지하여 다른 처리부로 전달하고, 전술상황전시부에서는 처리하는 현재 시각 $T=t_2$ 에 맞추어 현재의 위치를 보외법으로 추정하여 $P(T=t_2)$ 를 사용한다. 마지막으로 송신하는 통신 인터페이스에서는 송신 시 현재 시각인 $T=t_4$ 를 고려하여 $P(T=t_4-t_0)$ 의 위치만큼 보외법이 적용된 위치로 변경하여 송신한다. 따라서 표적 메시지가 하나의 노드를 중계하여 전달될 때 한번의 보외법만 적용됨으로써 위치정보 bit와 변수할당에 의한 계산에서 발생할 수 있는 위치 오차를 최소한으로 유지하며 표적 메시지를 공유할 수 있게 된다.

III. 결론

본 발명에서는 다중 통신 인터페이스를 보유한 전술데이터링크 호스트 시스템에서 시스템 내부와 외부로 송수신되는 표적 메시지에 관한 시각 및 위치를 처리하는 방법을 제안함으로써, 레이더에서 획득한 표적의 현재 위치 추정 시 발생할 수 있는 오차를 최소화 할 수 있는 방법을 제공한다. 특히 Fig.2.와 같이 다중 중계를 수행하는 경우 수신/송신이 반복됨에 따라 중계 노드에서 시각/위치정보에 대한 오류를 누적시키기 때문에 제안된 방법을 이용하여 효율적인 표적 메시지 중계가 가능하도록해야 한다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 2024년 정부지원 재원으로 수행된 연구결과임

참고 문헌

- [1] MIL-STD-6016
- [2] MIL-STD-3011
- [3] Understanding Link-16