고정 메시지 형식에서 가변 메시지 형식으로 메시지 변환에 관한 사례 연구

황용일* · 김영길**
아주대학교

A Case Study on Message Conversion from Fixed Message Format to Variable Message Format

Yong-il Hwang* · Young-gil Kim**
Ajou University
E-mail : yi.hwang@samsung.com* ykkim@ajou.ac.kr**

요 약

본 논문에서는 다수의 표적정보를 전송할 때 메시지 전송 효율을 최대화하기 위하여 고정 메시지 형식의 메시지 송수신 규약인 Link-16 표준에서 항적 (Air Track) 메시지를 가변 메시지 형식인 VMF (Variable Message Format)으로 변환하고 이에 대한 신뢰도를 평가하여 보완함으로써 가변 메시지 형식의 장점인 메시지 크기를 최소화하는 메시지를 설계할 수 있는 방법에 대해 연구하였다.

ABSTRACT

In this paper, a study has been conducted on designing messages which provide minimization of the size by converting Air Track message which is Fixed Message Format, Link-16 Standard, to Variable Message Format (VMF) and assessing the Message Conversion Reliability in order to maximize message transmit efficiency during transmitting many track information.

키워드

Link-16, VMF, 고정 메시지 형식, 가변 메시지 형식, 메시지 변환, 신뢰도 평가

Ⅰ. 서 론

NCW 환경의 전장에서 전술데이터링크 체계를 통한 정보유통이 광범위하게 이루어지고 있다. 이러한 환경 속에서 해/공군은 고정 메시지 형식 (Fixed Message Format) 기반의 Link-11, ISDL (Inter-Site Data-link), Link-K, Link-16 등의 전술데이터링크 체계를 함정 및 항공기와 같은 플랫폼과 육상기지에 구축하여 운용하는 반면에, 지상군인 육군과 해병대는 기동간 전투수행에 따른 전투 지휘용 무전기를 통한 데이터통신 능력의 제한, 지상의 다양한 장애물로 인한 통신장애 등의 문제로 필요한 데이터를 최소화하여 전달하는 가변 메시지 형식 (Variable Message Format)을 전술데이터링크의 기본 형식으로 사용하고 있다.[1]

본 논문에서는, 기존 전술데이터링크 체계에서 사용하고 있는 Link-16 표준의 Air Track 메시지를 이용하여 VMF에서 정의하는 메시지의 Semantic 및 Syntax 룰을 적용한 가변 메시지 형식을 정의하고 신뢰성을 평가한 후 다시 보완하여 향후 무기체계에서 활용할 수 있는 가변 메시지 개발 사례를 제시한다.

본 논문의 본론 구성은 다음과 같다. 1장에서는 메시지 변환을 하기 위한 기준이 되는 고정 메시지 형식의 메시지를 살펴보고, 2장에서는 변환이 되는 가변 메시지 형식인 VMF에 대하여 살펴본다. 3장에서는 메시지 변환 규칙을 정의하고

4장에서 메시지를 변환 결과를 살펴본다. 5장에서는 메시지 변환에 대한 신뢰도를 평가하고, 마지막 6장에서는 평가 결과를 반영하여 가변 메시지 설계를 보완한다.

II. 본 론

1. 고정 메시지 형식의 Link-16 메시지 구조

모든 Link-16 메시지는 미 국방부에서 개발한 해군 및 공군 무기체계의 메시지 표준으로, 모든 메시지는 Initial-Word, Extension-Word, 그리고 Continuum-Word 들로 구성되며, 메시지 내부 필드 값 존재 유무와 상관없이 메시지에 포함되어 송수신 된다.[2][3]

그림 1은 고정 메시지 형식의 사례인 Link-16 표준의 J3.2 Air Track 메시지의 구조를 나타낸다.

```
J3.2 Air Track
  L J3.2I Initial Word
      L   [# Bits 2]WORD FORMAT
      L   [# Bits 5]LABEL, J-SERIES
      L   [# Bits 3]SUBLABEL, J-SERIES
      L   [# Bits 3]MESSAGE LENGTH INDICATOR
      L   [# Bits 1]EXERCISE INDICATOR
      L   [# Bits x]…
    J3.2E0 Extension Word
      L   [# Bits 2]WORD FORMAT
      L   [# Bits 2]SPARE
      L   [# Bits 21]LATITUDE, 0.0051 MINUTE
      L   [# Bits x]…
    J3.2C1 Continuum Word
      L   [# Bits 2]WORD FORMAT
      L   [# Bits 5]CONTINUATION WORD LABEL
      L   [# Bits 1]AIR SPECIFIC TYPE INDICATOR
      L   [# Bits x]…
```

그림 1 고정 메시지 형식 구조

J3.2 Air Track 메시지는 항공기와 같은 Air Track에 대한 정보를 표현한다. 예를 들면, 항공기 위치 (위도, 경도), 댓수, 종류 등 항공기 표적에 대한 상세 정보를 표현하는 메시지이다.

2. 가변 메시지 형식의 VMF 메시지 구조

VMF 메시지는 Link-16 메시지 표준을 기반으로 미 육군에서 개발한 통신 메시지 표준이다. VMF 메시지는 메시지 내부 필드 값 존재 유무에 따라 메시지를 조절하여 송수신 되며, 메시지의 가변성은 사용자가 직관적으로 식별할 수 있는 제어 필드 (Control Field)의 적용에서 나타난다. 제어 필드는 “존재 (Presence)”와 “반복 (Repeat)” 두 개의 종류가 있다. 존재 필드는 GPI (Group Present Indicator)와 FPI (Field Present Indicator)가 있으며, 반복 필드는 FRI (Field Recurrence Indicator)와 GRI (Group Recurrence Indicator)가 있다.[4][5]

그림 2는 가변 메시지 형식의 사례인 VMF 표준의 K05.1 Position Report 메시지의 구조를 나타낸다.

```
K05.1 Position Report
  L [# Bits 14]URN
    [# Bits 1]GPI
      L   [# Bits 16]ENEMY LONGITUDE
      L   [# Bits 16]ENEMY LATITUDE
    [# Bits 1]GPI
      L   [#   Bits 5]DAY OF MONTH
      L   [#   Bits 5]HOUR
      L   [#   Bits 6]MINUTE
      L   [# Bits 6]SECOND
    [#   Bits 1]GPI
      L   [#   Bits 1]FPI
            L   [#   Bits 11]AIR SPECIFIC TYPE
      L   [# Bits 1]FPI
            L   [#   Bits 11]MARINE SPECIFIC TYPE
      L   [#   Bits 1]FPI
            L   [#   Bits 11]GROUND SPECIFIC TYPE
      L   [# Bits x]…
```

그림 2 가변 메시지 형식 구조

K05.1 Position Report 메시지는 적군이나 아군 부대의 위치정보를 표현한다. 예를 들면, 전장에서 부대가 아군의 탐지원 (관측, 레이더 등)에 포착되었을 때 아군 부대인지, 적군 부대인지 판별하고 어떠한 종류의 전투부대 (Battle Unit) 인지를 표현하는 메시지이다.

3. 메시지 변환 규칙 정의

메시지 변환을 위해서 변환 대상 메시지간의 변환 규칙을 정리하면 다음과 같다.[6]

[규칙 1] "Link-16 메시지의 Initial-Word, Extension-Word 및 Continuum-Word 메시지는 VMF의 Group 및 GPI (Group Present Indicator)를 사용하여 하나의 VMF 메시지에서 가변적으로 사용하도록 한다."

[규칙 2] "메시지 내부 필드들의 필수 구성 요건을 검토하여 필수 (Mandatory)와 선택 (Optional)로 구분하여 FPI (Field Presence Indicator)를 사용하여 메시지 가변성를 적용한다."

[규칙 3] "변환 메시지 필드 매핑은 동일한 의미를 가진 필드들로 변환한다." 예를 들면, Link-16의 “Latitude” 필드는 VMF의 “Enemy Latitude” 필드로 변환한다.

[규칙 4] "변환하고자 하는 메시지 필드보다 변환되는 메시지 필드의 표현범위가 클 경우 추가적인 ‘0’ 비트들을 삽입한다." 예를 들면, 변환하는 필드가 7비트이고 변환대상 필드가 10비트일 경우 3비트를 필드 앞 부문에 추가한다.

4. 메시지 변환

메시지 변환 [규칙 1]~[규칙 4]를 적용한 메시지 변환 결과는 아래 표1과 같다.

변환 결과 [규칙 1]~[규칙 4]가 적용되어 메시지 필드 들이 변환되었지만 일부 메시지 필드들은 규칙 적용에 예외 사항이 발견 되었다.

표 1. 메시지 변환 결과

변환 대상 메시지(J3.2)				변환된 VMF 메시지			변환여부
메시지	DFI/DUI	DUI명	Bits	DFI/DUI	DUI명	Bits	(O, X)
J3.2I Initial Word	385/003	EXERCISE INDICATOR	1	385/003	EXERCISE INDICATOR	1	O(규칙3)
	839/001	PPLI TRACK NUMBER AND IDENTITY INDICATOR	1	-	-		X
	354/002	FORCE TELL INDICATOR	1	-	-		X
	355/002	EMERGENCY INDICATOR	1	-	-		X
	292/002	SPECIAL PROCESSING INDICATOR	1	-	-		X
	1604/001	SIMULATION INDICATOR	1	-	-		X
	769/002	TRACK NUMBER, REFERENCE	19	-	-		X
	386/013	STRENGTH	4	4029/011	NUMBER OF AIRCRAFT	4	O(규칙3)
	-	-	-	4014/002	FPI	1	O(규칙2)
	364/001	ALTITUDE SOURCE	2	364/001	ALTITUDE SOURCE	2	O(규칙3)
		…			…		
J3.2E0 Extension Word	-	-	-	4014/001	GPI	1	O(규칙1)
	281/014	LATITUDE, 0.0051 MINUTE	21	281/015	LATITUDE, 0.0013 MINUTE	23	O(규칙4)
	758/001	DISUSED	1	-	-	-	-
	756/001	SPARE	1	-	-	-	-
	282/014	LONGITUDE, 0.0051 MINUTE	22	282/015	LONGITUDE, 0.0013 MINUTE	24	O(규칙4)
		…					
...							

5. 메시지 변환 신뢰도 평가

변환된 메시지에 대한 신뢰도 분석을 위해 3종류의 관점을 고려한다.[7] 첫째는 문법 불일치 (Semantic Mismatch), 둘째는 정보 손실 (Loss of Information), 셋째는 필드 대체 (Field Replacement) 이다. 문법 불일치는 메시지 사용이 부정확한 것으로 의미가 같지 않은 필드로 변환하는 것이고, 정보 손실은 변환 대상 필드 중에서 매핑이 되지 않는 필드가 존재하는 것으로 변환 대상 필드가 기존 VMF 필드에 존재하지 않는 것이고, 필드 대체는 의미가 같은 필드로 변환하는 것이다.

표 2. 메시지 변환 신뢰도 평가 기준

레벨	사용례 부정확	필드 불일치	모든 필드 “미식별” 적용	정보 손실	기본값 적용
0	✓				
1		✓			
2			✓		
3				✓	✓
4				✓	
5					

신뢰도 레벨을 평가하기 위해 정보의 신뢰도에 대한 정도를 결정하는데 표 2가 사용된다.[7] 신뢰도 레벨은 0에서 5까지이고 변환된 메시지가 레벨 2를 초과할 경우 수용 가능한 것으로 판단한다. 여기에서 신뢰도 레벨 0는 메시지 사용례 불일치가 존재한다는 것이고, 레벨 1은 변환 필드에 실수가 있다는 것이고, 레벨 2는 변환 필드로부터 정보를 확보할 수 없다는 것이다. 레벨 3은 정보 손실이 있거나 필드 대체가 있다는 것이고 레벨 4는 정보 손실만 잇는 경우이다. 레벨 5는 정보 손실이나 필드대체가 없는 상태이다.

신뢰도 평가 기준에서 레벨 3에서 5까지는 변환 메시지가 수용 가능하며, 본 연구의 메시지 변환에 대한 평가 결과는 레벨 1에 적용되는 필드 불일치가 식별되었다.

6. 변환 메시지 보완

변환된 메시지가 수용 가능하도록 하기 위해서는 필드 불일치를 해소할 필요가 있으며, 이는 다음의 [규칙 5]를 정의하여 적용함으로써 해결 가능하다.

[규칙 5] "변환하고자 하는 메시지 필드가 VMF에 존재하지 않거나 표현 범위가 적을 경우 필드를 신규 생성한다."

메시지 변환 신뢰성 평가를 통하여 변환된 메시지의 불완전성을 확인하고 새로운 [규칙 5]를 적용하여 변환 메시지를 보완한 결과는 아래 표 3과 같다.

표 3. 메시지 변환 결과 보완

변환 대상 메시지(J3.2)				변환된 VMF 메시지			변환여부
메시지	DFI/DUI	DUI명	Bits	DFI/DUI	DUI명	Bits	(O,X)
J3.2I Initial Word	385/003	EXERCISE INDICATOR	1	385/003	EXERCISE INDICATOR	1	O(규칙3)
	839/001	PPLI TRACK NUMBER AND IDENTITY INDICATOR	1	839/001	PPLI TRACK NUMBER AND IDENTITY INDICATOR	1	O(규칙5)
	354/002	FORCE TELL INDICATOR	1	354/002	FORCE TELL INDICATOR	1	O(규칙5)
	355/002	EMERGENCY INDICATOR	1	355/002	EMERGENCY INDICATOR	1	O(규칙5)
	292/002	SPECIAL PROCESSING INDICATOR	1	292/002	SPECIAL PROCESSING INDICATOR	1	O(규칙5)
	1604/001	SIMULATION INDICATOR	1	1604/001	SIMULATION INDICATOR	1	O(규칙5)
	769/002	TRACK NUMBER, REFERENCE	19	769/002	TRACK NUMBER, REFERENCE	19	O(규칙5)
	386/013	STRENGTH	4	4029/011	NUMBER OF AIRCRAFT	4	O(규칙3)
	-	-	-	4014/002	FPI	1	O(규칙2)
	364/001	ALTITUDE SOURCE	2	364/001	ALTITUDE SOURCE	2	O(규칙3)
		…			…		
…							

[규칙 5]를 적용하여 최종적으로 수용 가능한 메시지로 변환하였다.

III. 결 론

본 연구에서는 열악한 통신환경 하에서 신뢰성 있고 NCW 구축에 적용할 수 있는 가변 메시지 형식을 도출하기 위하여 메시지 변환 규칙을 정하여 기존 고정 메시지 형식으로부터 메시지 변환을 통하여 메시지를 설계하고 신뢰성 평가를 통하여 메시지를 보완하여 최종적으로 수용 가능한 메시지를 설계하였다.

또한 기존 메시지 변환 규칙을 보완하는 추가 규칙을 도출하였으며, 이러한 메시지 변환 절차 및 규칙 등을 활용하여 효과적인 NCW 전장환경 구축에 기여할 것으로 기대한다.

참고문헌

[1] 윤형노/한국국방연구원, "주요국 지상 전술 데이터링크 운용 사례 및 시사점", 제1419호, 2012.7.16

[2] FM 6-24.8, "Introduction to Tactical Digital Information Link J and Quick Reference Guide"

[3] Tim Trudeau/ViaSAT, "Introduction to Link-16/MIDS LVT", MilCIS, 9-11 November, 2010

[4] Graham Priestnall/Synthesys Australasia Pty Ltd, "Tutoriall: 'Introduction to Variable Message Format (VMF)", MiLCIS 2010 Session 2.5a, November 10, 2010

[5] Tony Castle/SyntheSys, "Variable Message Format (VMF)", International Data Link Society, October 2007

[6] 김진규, 강성원, 안휘, 이지현, 김명철/한국과학기술원, 이우진/세종대학교, 임원기, 이노복/국방과학연구소, "전술정보 교환을 위한 VMF와 Link-16 메시지 간의 변환 기술"

[7] Jingyu Kim, Sungwon Kang/KAIST, Nohbok Lee/ADD, "Reliability Assessment of Translated VMF/Link-16 Messages"