

# A-SMGCS에 전달되는 항공기 및 차량의 감시정보 도출을 위한 레이더 데이터 분석

정영호\*, 구영일, 정세진  
필링크

## 초 록

본 논문에서는 레이더로부터 수신한 공항으로의 접근 항공기 또는 공항 이동지역 내 항공기 및 차량에 대한 감시 데이터를 선별하고, 선별된 데이터를 ASTERIX 표준에 따라 분석하는 방법에 대해 기술한다.

## 1. 서론

A-SMGCS에서 대상 항공기 및 차량을 현재 위치에서 목적지까지 최적의 경로를 제공하고, 정확한 안내 및 통제를 하기 위해서는 해당 항공기 및 차량에 대한 정확한 감시가 우선시 되어야 한다.

공항에 접근하는 항공기 또는 공항 내 이동지역의 항공기 및 차량에 대한 감시 데이터는 공항에 설치된 레이더와 통신하여 수집할 수 있고, 수집된 데이터는 raw data 형식으로 수신된다.

이렇게 수신한 데이터는 각 레이더에 해당하는 송신 포맷으로 분석되고, A-SMGCS에서 사용가능한 형태로 변환된다.

각각의 레이더는 통신 규격이 모두 상이하므로 수신한 레이더 데이터는 반드시 해당 포맷으로 정확히 분석되어야 한다. 올바르게 분석되지 않은 정보는 잘못된 경로제공 및 안내를 통해 자칫 큰 사고로 이어질 수 있다. 제한구역 침범이나, 장애물 혹은 이동체간 충돌과 같은 사고가 발생하지 않기 위해서는 이동체 감시정보 도출에 있어 충분한 검토와 시험이 선행되어야 할 것이다.

본 논문에서는 레이더 데이터를 ASTERIX 표준에 의해 분석하는 방법에 대해 소개하고, 데이터 분석 중 발생할 수 있는 문제점에 대해 기술하고자 한다.

## 2. 본론

본 장에서는 ASTERIX에 대한 간략한 소개와 레이더 데이터를 ASTERIX 표준에 맞게 분석하는 방법에 대해 소개한다.

### 2.1 ASTERIX 소개

ASTERIX는 “All Purpose STructured Eurocontrol SuRveillance Information EXchange”의 약어로 OSI(Open Systems Interconnection) 참조 모델(국제 표준화기구(ISO) 7498 표준)에 의해 정의되는 Presentation and Application layer(표현계층과 응용계층)와 관련된 EUROCONTROL 표준이다. 데이터의 전송 및 교환을 위해 개발된 데이터 정의 및 어셈블리 작업을 담당하는 레이더 감시 데이터 전송 표준 프로토콜이라고 할 수 있다.

CAT	Description	Data Source	Part
CAT000	Time Synchronisation Messages (providing efficient time stamping when composite traffic pictures are exchanged between processing systems)	Reserved for MADAP	-
CAT001	Monoradar Data Target Reports, from a Radar Surveillance System to an SDPS (links and tracks from PSRs, SSRs, MSSRs, excluding Mode S and ground surveillance)	Replaced by CAT048	2a
CAT002	Monoradar Service Messages (status, North marker, sector crossing messages)	Replaced by CAT034	2b
⋮			
CAT010	Monosensor Surface Movement Data	Surface Movement Radar	7
CAT011	Advanced-SMGCS Data	SMGCS System	8
⋮			
CAT019	MLT System Status Messages	Multilateration Ground Station	18
CAT020	MLT Messages	Multilateration Ground Station	14
CAT021	ADS-B Messages	ADS-B Ground Station	12
CAT022	TIS-B Management Messages	ADS-B Ground Station	13
CAT023	CNS/ATM Ground Station Service Messages	ADS-B Ground Station	16
⋮			
CAT034	Next version of Category 002	PSR Radar SSR Radar M-SSR Radar Mode-S Station	2b
CAT048	Next version of Category 001	PSR Radar SSR Radar M-SSR Radar Mode-S Station	4
⋮			

Fig 1. ASTERIX Category

ASTERIX 표준은 레이더의 종류에 따라 여러 Category로 나누어지는데, 아래 Table 1.은 레이더에 해당하는 ASTERIX Category를 보여주고, Fig 1은 각 카테고리별로 간략한 설명을 보여준다.[1][3][4]

Table 1. ASTERIX Category

Radar	Category
SSR	cat001, cat034, cat048
ADS-B	cat021, cat022, cat023
MLAT	cat019, cat020

2.1 데이터 분석

데이터는 아래 Fig 2와 같이 이진데이터 형태로 수집된다.

```

0000 01 00 5e 01 01 01 50 3d e5 1e a5 4c 08 00 45 00 ..\..P=...L..E.
0010 00 6a 9c 5c 00 00 63 11 18 18 c0 02 02 0a e0 01 .j.\..c. ....
0020 01 01 1b 58 4e 87 00 56 fe 44 30 00 3e ff ff 02 ...XN..V .DO.>..
0030 93 19 37 8d 56 a0 32 63 20 8c 0e d9 04 d8 60 02 ..7.V.2c ..
0040 be 49 d0 a9 3c b1 13 2a 08 20 02 00 00 00 00 ..I.<.* ..
0050 00 05 40 00 09 c6 00 3f f8 00 60 02 2b 12 12 11 ..@...? ..+..
0060 8e 07 7c 7a 0c 40 20 e0 22 00 10 f4 93 19 02 37 ..|z.@. ....7
0070 8d 67 28 94 00 20 20 00 .gC..
    
```

Fig 2. SSR 레이더 샘플 데이터

위와 같은 이진데이터에서 A-SMGCS에서 필요로 하는 이동체 정보를 추출하는 방법에 대해 기술하도록 한다.

2.1.1 메시지 구조

2.1.1.1 DATA BLOCK

ASTERIX 데이터는 아래 Fig 3과 같은 블록 구조를 가진다.

- 1) CAT : 송신 데이터 카테고리를 나타낸다. ( ex) cat-010, cat019, cat020 ...)
- 2) LEN : DATA BLOCK 길이를 나타낸다. (CAT+LEN+RECORD-1 +...+ RECORD-K)
- 3) RECORD : 동일한 카테고리의 데이터를 하나 이상 포함하고 있으며 이동체 감시 데이터가 포함되어 있다.



Fig 3. DATA BLOCK filed

2.1.1.2 RECORD

RECORD는 아래 Fig 4와 같은 구조를 가진다.

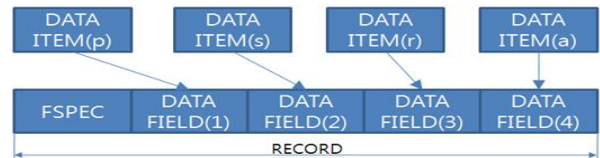


Fig 4. RECORD filed

- 1) FSPEC : 데이터 필드가 어떤 순서로 위치하는지 알려주며, 필요하다면 확장도 가능하다. 전체 데이터 항목에서 전송되는 항목이 무엇인지 알려주고, 그 항목들이 어떤 순서로 위치하는지를 알려준다.
- 2) DATA FIELD : 오직 하나의 DATA ITEM이 위치한다.

2.1.1.3 FSPEC

FSPEC(Specification) 필드는 아래 Fig 5.와 같은 구조를 가진다.

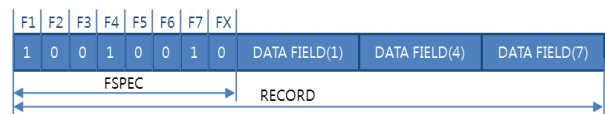


Fig 5. FSPEC filed

FSPEC은 위의 그림처럼 8bit로 구성되고 각 bit들은 0과 1의 값을 가진다. DATA ITEM은 FSPEC bit가 1로 설정된 레코드로만 구성된다. 예를 들어, 위와 같이 F1, F4, F7의 bit값이 '1' 값을 가지므로 DATA FILED(1), DATA FILED(4), DATA FILED(7)이 FSPEC 이후에 위치하게 된다.

2.1.1.4 DATA FIELD

아래 Fig 6는 ASTERIX-cat048의 필드 참조 번호, 데이터 항목 및 데이터의 간략한 설명, 그리고 데이터 길이를 나타낸다.

UAP(User Application Profile)는 전송되는 메시지 종류 및 순서를 나타낸다.

Fig 6.의 네 번째 열은 형식과 각 항목의 길이를 제공한다. 단독으로 쓰이는 숫자는 고정 길이 데이터 항목의 octet 수를 나타내고, 1+는 필요에 따라 해당 octet 뒤로 N-octet 확장되는 1-octet길이만큼의 가변 길이 데이터 항목을 나타낸다.[2]

FRN	Data Item	Data Item Description	Length in Octets
1	I048/010	Data Source Identifier	2
2	I048/140	Time-of-Day	3
3	I048/020	Target Report Descriptor	1+
4	I048/040	Measured Position in Slant Polar Coordinates	4
5	I048/070	Mode-3/A Code in Octal Representation	2
6	I048/090	Flight Level in Binary Representation	2
7	I048/130	Radar Plot Characteristics	1+1+
FX	n.a.	Field Extension Indicator	n.a.
8	I048/220	Aircraft Address	3
9	I048/240	Aircraft Identification	6
10	I048/250	Mode S MB Data	1+8'n
11	I048/161	Track Number	2
12	I048/042	Calculated Position in Cartesian Coordinates	4
13	I048/200	Calculated Track Velocity in Polar Representation	4
14	I048/170	Track Status	1+
FX	n.a.	Field Extension Indicator	n.a.
15	I048/210	Track Quality	4
16	I048/030	Warning/Error Conditions	1+
17	I048/080	Mode-3/A Code Confidence Indicator	2
18	I048/100	Mode-C Code and Confidence Indicator	4
19	I048/110	Height Measured by 3D Radar	2
20	I048/120	Radial Doppler Speed	1+
21	I048/230	Communications / ACAS Capability and Flight Status	2
FX	n.a.	Field Extension Indicator	n.a.
22	I048/260	ACAS Resolution Advisory Report	7
23	I048/55	Mode-1 Code in Octal Representation	1
24	I048/50	Mode-2 Code in Octal Representation	2
25	I048/65	Mode-1 Code Confidence Indicator	1
26	I048/60	Mode-2 Code Confidence Indicator	2
27	SP-Data Item	Special Purpose Field	1+1+
28	RE-Data Item	Reserved Expansion Field	1+1+
FX	n.a.	Field Extension Indicator	n.a.

Fig 6. ASTERIX Category 048 UAP

2.1.2 데이터 항목 분석

2.1.2.1 Category-048 분석

레이더 샘플 데이터를 Category-048로 분석해 볼 것이다.

위에서 보여준 “Fig 2. SSR 레이더 샘플 데이터”를 분석해보기로 한다.

보여지는 이진데이터는 가독성을 위해 왼쪽에는 16진수로, 오른쪽에는 ASCII 코드(문자)로 표현되었다.

아래 Fig 7과 같이 선택된 부분을 분석하였다.

```

0000 01 00 5e 01 01 01 50 3d e5 1e a5 4c 08 00 45 00 ..^...P= ...L...E.
0010 00 6a 9c 5c 00 00 63 11 18 18 c0 02 02 0a e0 01 .j.\..C. ....
0020 01 01 1b 58 4e 87 00 56 fe 44 80 00 3e ff ff 02 ...XN.V.D0.>
0030 93 19 37 88 56 a0 32 63 20 8c 0e d9 04 d8 60 02 ...V.ZC ....
0040 b8 49 d0 a9 3c b1 13 2a 08 20 02 00 00 00 00 ..I.<.*? ....
0050 00 05 40 00 09 c6 00 3f f8 00 60 02 2b 12 12 11 ..@...? ..+...
0060 8e 07 7c 7a 0c 40 20 e0 22 00 10 f4 93 19 02 37 ..z.@ .....7
0070 8d 67 28 94 00 20 20 00                .g(..
    
```

Fig 7. SSR 레이더 샘플 데이터

- ① CAT = 30 => category 048
- ② LEN = 3E => length : 62 bytes
- ③ FSPEC = FF = 1111 1111 =>

DATA FIELD(1) = I010/010  
 DATA FIELD(2) = I010/140  
 DATA FIELD(3) = I010/020  
 DATA FIELD(4) = I010/040  
 DATA FIELD(5) = I010/070  
 DATA FIELD(6) = I010/090  
 DATA FIELD(7) = I010/130  
 DATA FIELD(8) = FX

FX가 1이므로 FSPEC 확장된다.

1st extent FSPEC = FF = 1111 1111 =>

DATA FIELD(1) = I010/220  
 DATA FIELD(2) = I010/240  
 DATA FIELD(3) = I010/250  
 DATA FIELD(4) = I010/161  
 DATA FIELD(5) = I010/042  
 DATA FIELD(6) = I010/200  
 DATA FIELD(7) = I010/170  
 DATA FIELD(8) = FX

FX가 1이므로 FSPEC 확장된다.

2nd extent FSPEC = 02 = 0000 0010 =>

DATA FIELD(7) = I010/230

FX가 0이므로 더 이상 FSPEC은 확장하지 않는다.

FSPEC / DATA ITEM(1)은 아래 Fig 8과 같은 구조를 가지므로, 이후 데이터의 2 octets 만큼 데이터를 읽어오면,

FSPEC / DATA ITEM(1)의  
*SAC=0x93(147), SIC=0x19(25)* 이다.

Octet no. 1								Octet no. 2							
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
SAC = 00								SIC							
bits-16/9 (SAC)								System Area Code fixed to zero							
bits-8/1 (SIC)								System Identification Code							

Fig 8. Category-048 Data Source Identifier

FSPEC / DATA ITEM(2)는 아래 Fig 9와 같은 구조를 가지므로, 이후 데이터의 3 octets 만큼 데이터를 읽어오면,

FSPEC / DATA ITEM(2)의  
*Time-of-Day = 37 8D 56(3640662)* 이다.  
 LSB가 1/128 이므로 3640662  $\approx$  28442sec 이다. 즉, 3640662는 7시 54분 2초를 나타낸다.

Octet no. 1												Octet no. 2							
24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9				
Time-of-Day																			
Octet no. 3																			
8	7	6	5	4	3	2	1												
LSB																			
bits-24/1 (Time-of-Day)								Acceptable Range of values: $0 \leq \text{Time-of-Day} \leq 24 \text{ hrs}$ $= 2^{-7} \text{ seconds} = 1/128 \text{ seconds}$											
bit-1 (LSB)																			

Fig 9. Category-048 Time of Day

FSPEC / DATA ITEM(3)는 아래 Fig 10과 같은 구조를 가지므로, 이후 데이터의 1 octet만큼 데이터를 읽어오면,

FSPEC / DATA ITEM(3)는 A0 이므로  
 TYP=101(Single Mode S Roll-Call)  
 DCR=0  
 CHN=0  
 GBS=0  
 CRT=0  
 FX=0  
 이다.

FX가 0이므로 더 이상 Data Item은 확장하지 않는다.

Octet no. 1							
8	7	6	5	4	3	2	1
TYP		SIM		RDP	SPI	RAB	FX

bits-8/6 (TYP)	= 000	No detection
	= 001	Single PSR detection
	= 010	Single SSR detection
	= 011	SSR + PSR detection
	= 100	Single ModeS All-Call
	= 101	Single ModeS Roll-Call
	= 110	ModeS All-Call + PSR
	= 111	ModeS Roll-Call +PSR
bit-5 (SIM)	= 0	Actual target report
	= 1	Simulated target report
bit-4 (RDP)	= 0	Report from RDP Chain 1
	= 1	Report from RDP Chain 2
bit-3 (SPI)	= 0	Absence of SPI
	= 1	Special Position Identification
bit-2 (RAB)	= 0	Report from aircraft transponder
	= 1	Report from field monitor (fixed transponder)
bit-1 (FX)	= 0	End of Data Item
	= 1	Extension into first extent

Fig 10. Category-020 Target Report Descriptor

위와 같은 방식대로 분석을 계속 진행하면 대상 이동체에 대한 정보를 획득할 수 있다.

공항에서 실제로 사용하는 데이터 포맷은 ASTERIX 표준을 온전히 따르지 않을 수 있다. 예를 들어, 인천공항의 ASDE 레이더 시스템은 ASTERIX-Category010을 Modify하여 사용하고 있고, 김포공항의 ASDE-X 레이더 시스템도 ASTERIX 표준을 정확히 따르지 않는다.

실제 전송된 데이터 포맷(공항 레이더 데이터 전송 포맷)과 분석을 위한 참조 포맷(ASTERIX 표준 포맷)이 상이할 경우 올바른 분석이 이루어지지 않을 것이다.

A-SMGCS에서 필요로 하는 이동체의 위치, 고도, 속도, 크기, 항공기 식별정보 등을 정확하게 도출하기 위해서는 각 공항의 레이더 시스템 ICD(Interface Control Document)에서 정의한 규격을 따라 분석이 이루어져야 할 것이다.

### 3. 결 론

수집된 레이더 데이터를 ASTERIX 표준으로 분석하고 이동체 감시 정보를 도출하는 방법에 대해 알아보았다.

각 공항의 레이더 시스템은 반드시 ASTERIX 표준을 따른다고 보장할 수 없다. 따라서 비-표준(modify 포함하여)을 사용하는 시스템은 반드시 해당 ICD에서 정의한 규격을 통해 분석이 이루어져야 한다. 잘못된 분석으로 인해 야기되는 위험성에 대해 위에서 언급하였듯이 레이더와 인터페이스 하는 시스템은 반드시 규격문서를 면밀히 검토하고, 샘플데이터를 수집하여 충분한 테스트를 하여야 한다. 철저한 실증테스트를 거친 후 시스템이 도입되어야 할 것이다.

### 후 기

본 연구는 국토교통부 항공안전기술개발사업 연구비지원(15ATRP-C069188-03)에 의해 수행되었습니다.

### 참고문헌

- [1] EUROCONTROL WebSite. (<http://www.eurocontrol.int>)
- [2] June 2011. Eurocontrol Standard SUR.ET1.ST05.2000-STD-04-01. Transmission of Monoradar Target Reports.
- [3] 1992. Eurocontrol Standard 000-1-92. Directives for the Uniform Drafting and Presentation of Eurocontrol Standard Document.
- [4] December 2001. Eurocontrol Standard SUR.ET1.ST05.2000-STD-01-01. All Purpose Structured Eurocontrol Surveillance Information Exchange - ASTERIX. Edition 1.28, Working Draft.