

ASTERIX 协议数据解码及分析软件开发

邓晓

中国民用航空西南地区空中交通管理局重庆分局

DOI:10.32629/acair.v4i1.19374

[摘要] 在民航地面监视设备的维护过程中,ASTERIX协议数据的解析在监视数据异常排查中起着至关重要的作用,因此本文设计并实现了一个可界面交互、用于批量处理和协助分析的ASTERIX协议解码软件。本文根据ASTERIX协议的数据块结构特征,设计了按顺序读取数据项并处理多目标、混合数据类型的解析思路,并针对固定长度、a+、1+a*n等不同数据长度类型,实现了基于缓存机制的完整读取方案,并解决了五种不同情况下的字节反转问题;最后,设计了数据导入、多类型数据解码、列表显示及筛选查询等功能模块。有效提高了航空监视数据的处理效率和分析便捷性,满足了空管自动化系统原始数据报文分析的实际应用需求。

[关键词] ASTERIX; 监视数据; 数据分析; 解码; 字节反转

中图分类号: C37 **文献标识码:** A

The Development of Asterix Protocol Data Decoding and Analysis Software

Xiao Deng

Chongqing Sub-bureau of Southwest Regional Air Traffic Management Bureau CAAC

[Abstract] In the maintenance of civil aviation ground surveillance equipment, the parsing of ASTERIX protocol data plays a crucial role in anomaly detection and troubleshooting. This paper presents an ASTERIX protocol decoding software designed for interface interaction, batch processing, and analytical support. Based on the data block structure characteristics of the ASTERIX protocol, we developed a sequential data reading approach capable of handling multi-objective and mixed data types. For various data length formats including fixed-length, a+, and 1+a*n, we implemented a comprehensive caching-based reading mechanism while resolving byte reversal issues across five scenarios. The software architecture incorporates functional modules for data import, multi-format decoding, list display, and query filtering. These enhancements significantly improve processing efficiency and analytical convenience for aviation surveillance data, effectively meeting the practical requirements of automated air traffic control system data packet analysis.

[Key words] ASTERIX; surveillance data; data analysis; decoding; byte reversal

引言

ASTERIX协议是欧洲航空安全组织(Eurocontrol)定义的监视数据交换标准,用于统一航空监视信息的传输格式,不同的地面监视数据源采用不同的数据类型。在进行数据分析和异常解析时,常面临大量数据的筛选和低效率手动解码的问题,因此针对以上数据类型,设计开发一个可界面交互、用来批量处理和协助分析的解码软件。

1 ASTERIX协议结构概述及数据解码思路设计

ASTERIX协议结构中:CAT为数据类型,决定了该条数据内容的监视源类型,通过CAT信息,即可确定应查询的UAP(Universal Access Protocol)表;LEN为数据长度,即后续总字节长度;FSPEC为字段定义,与相应数据类型的UAP表对照查看,获取数据

项的映射规则,根据表中各数据项和字节长度,可读取出Items of the record中具体携带的信息内容。

根据ASTERIX协议的数据块结构特征,可以按顺序读取各数据项内容。但一条数据中包含一个或多个目标,因此在进行一轮record读取后,可以将已获取数据的长度和LEN总长度做对比,如果已获取的数据长度小于LEN总长度,那么后续还存在目标信息,则需要再读取新的FESPEC和record。

而实际监视源在跨越正北输出数据时,一条数据中可能同时存在目标报和服务报,也就是同时存在两种数据类型,因此在进行下一轮record读取时,还要考虑后续的数据是目标信息还是变化为服务报,此时可通过判断第一个字节是否为CAT类型,因此,可初步设计出分解数据块的步骤思路如图1所示。

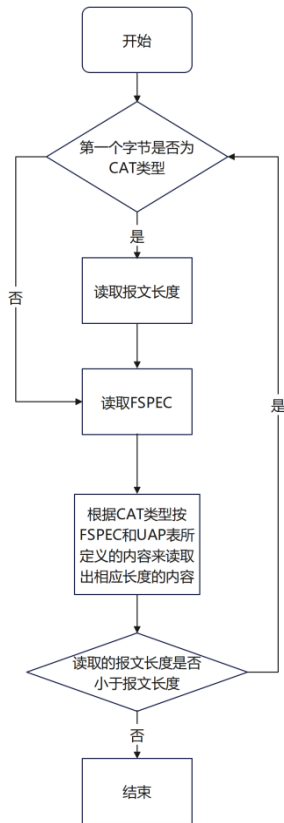


图1 ASTERIX解析思路

2 数据项可变长度及字节反转情况分析和解决方法

ASTERIX数据项长度包括固定长度、an、1+a*n这几种类型, 固定长度的数据项可直接根据UAP表定义的字节长度进行读取, 可变长度数据项则需要根据最低位FX是否为1或REP重复字段定义来确定是否存在扩展位, 为实现可变长度数据项的完整读取, 需先生成一个存储空间对已读取的数据进行缓存, 当全部数据都读取出来后, 释放数据组的占用空间, 再整体进行解析处理。

而ASTERIX数据块的定义决定了数据传输的顺序, 但在计算机给定的存储空间中, 数据是按照从低位字节到高位字节进行保存的, 因此在按照字节长度将各数据项分解出来后, 要根据五种不同的情况, 选择是否要进行字节反转, 再进行解码:

(1) 固定长度的单字节的数据项。如一个字节CAT类型, 其内容不受存储顺序的影响, 直接根据解码方式解析即可获取信息。

(2) 固定长度的多字节的数据项。如两个字节的LEN长度, 传输的高1个字节在存储时会变成低位, 传输的低1个字节在存储时会变成高位, 因此在解析前需要将两个字节进行顺序反转, 这样才能读取到正确的信息。

如CAT048中四个字节极坐标位置信息(Measured Position in Polar Co-ordinates)如图2所示, 传输的高2个字节是距离, 存储时会变成低2个字节; 低2个字节是方位, 存储时会变成高2个字节。且2个字节本身的顺序也将反过来, 因此在读取八个

字节数据后, 如果直接按照读取的顺序按照最小单位进行换算, 则无法获得正确的距离方位信息, 因此要先对数据进行整体反转, 再进行计算。

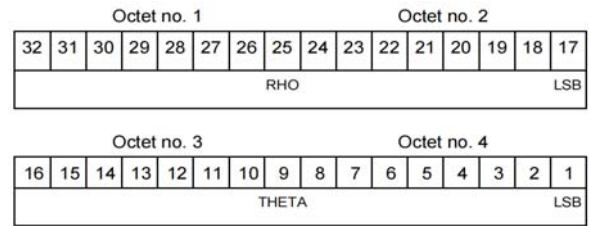


图2 极坐标位置信息

(3) 可变长度1+1+类型的数据项。如CAT048中的目标报告描述(Target Report Descriptor)如图3所示, 在传输时首先会传第一个字节, 然后根据末端的FX位, 决定是否在扩展信息再进行下一个字节的传输, 因此这种类型不论是否存在扩展位, 都是以一个字节为单位进行传输的, 数据传输的顺序和保存的顺序是一致的, 再解码时不需要进行反转。

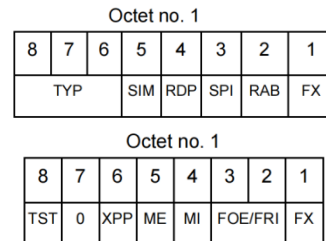


图3 目标报告描述

(4) 可变长度a+类型的数据项。如CAT062中3+各字节的组合航迹号(Composed Track Number)如图4所示, 每3个字节末端存在一个FX位, 决定是否在扩展的3个字节, 因此会按照3个字节为一个数据单位来进行传输和存储, 因此在数据读取时, 按照3个字节为单位分别进行反转和解码, 即可获取数据内容。

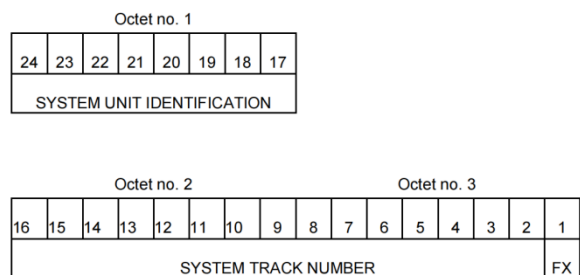


图4 组合航迹号

(5) 可变长度1+a*n类型的数据项。如CAT048中1+8*n个字节的S模式MB字段数据(Mode S MB Data)如图5所示, 该类型的数据项包含REP字段, 该字段是传输的最高字节, 其定义了MB、BDS1、BDS2字段的重复次数。在数据读取时, 首先将只有一个字节的REP读取出来, 再根据重复次数以八个字节为单位, 读取后续的数据内容, 并分别进行反转和解码。

3 解码软件实现和交互界面设计

根据ASTERIX解析思路, 首先搭建出基础框架, 采用Qt6(Qt

Creator) 框架的CMake构建系统, 通过模块化配置实现C++业务逻辑与QML用户界面的集成: 根据各数据类型的UAP表, 将数据项名称和字节长度在qt项目头文件中进行定义, 同时在与之对应的业务逻辑类文件中, 实现对数据的读取和解码, 最终在qml文件中对界面和交互动作进行显示和设计。

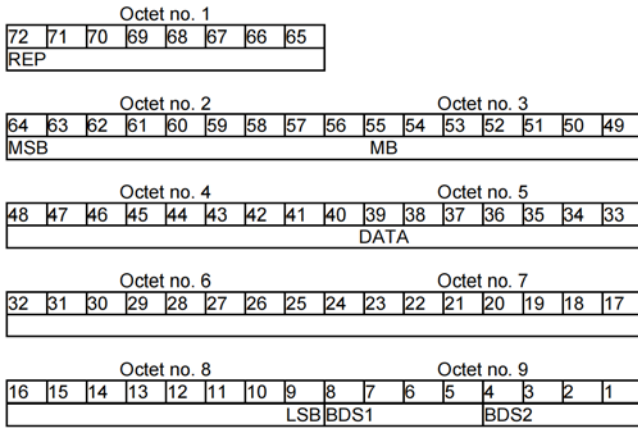


图5 S模式MB字段数据

ASTERIX协议数据在进行信号异常分析时, 常用于假目标、代码跳变、同步串扰等情况, 并且根据重庆空管分局实际应用场景中, 会以空管自动化系统的原始数据报文作为数据分析来源。因此在用户界面中, 首先要实现文件导入和初步处理的功能: 读取文本类型文件的每一行原始数据, 过滤无用的信息内容, 将时间戳进行格式转换方便查看与显示, 并与原始报文数据组合成新的数据组进行缓存。

然后再根据数据类型, 将原始报文转换成BYTE数据, 分别调用不同的业务逻辑类文件进行数据项解码与整合, 最终传递给qml界面中, 以列表的形式显示各目标及其他信息。由于不同数据类型所传递的数据内容有所差异, 因此在显示时为了方便查看分析, 将常用数据: CAT类型、时间、二次代码、方位距离、高度、24位地址码等分列显示, 而原始数据和完整信息则集中显示在右侧文本中, 如图6所示。同时为了方便查询和筛选, 在上方按钮中集成了站点筛选(监视源), 各项数据信息精确过滤, 列显示过滤的功能。



图6 数据解码软件界面展示

4 总结

本文根据ASTERIX协议数据的特征结构, 通过缓存技术解决固定长度、a+、1+a.n等多种数据项长度类型的统一处理问题; 根据五种不同数据存储情况设计的针对性字节反转策略, 有效解决数据传输顺序与计算机存储顺序不一致的问题, 设计出数据解码软件, 采用C++业务逻辑与QML用户界面分离的模块化架构, 实现了高效的数据解析与可视化展示。

【参考文献】

[1] ICAO. (2018). Manual on ASTERIX Data Categories (Doc 9876). Montreal: International Civil Aviation Organization.
 [2] Zhang, L., Wang, H., & Chen, Y. (2019). Asterix Data Decoding for Next-Generation Air Traffic Surveillance. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 55(3): 1234-1245.
 [3] 冯超. ASTERIX协议数据解析算法研究与实现[J]. 现代导航, 2021, 12(06): 444-448
 [4] 张伟, 刘强. ASTERIXCAT240雷达数据格式解析技术研究[J]. 雷达科学与技术, 2020, 18(04): 441-446.
 [5] 陈海兵. Qt编写GUI程序[J]. C++图形用户界面编程技术课程论文, 2017.

作者简介:

邓骁(1997--), 女, 四川省三台县人, 本科, 工程师, 研究方向: 空中交通管理通信、监视。