

遥测实时图像处理显示系统设计与实现

卢长海, 石一鸣, 王殿勋

(中国人民解放军 91550 部队, 辽宁 大连 116023)

摘要: 在飞行试验中, 遥测图像由于其直观、实时显示目标飞行器的飞行状态画面, 可供各级指挥决策和技术人员分析查看, 在保障飞行试验安全性、高效性等方面发挥了重要作用。设计了一套地面遥测图像实时解码系统, 在完成关键遥测参数实时处理基础上, 通过多站遥测数据的实时拼接、实时分路等处理手段, 改善单一遥测地面站数据不完整带来图像画面丢失的问题, 保障了遥测关键参数实时处理和遥测图像的完整传输。

关键词: 遥测地面站; 遥测图像; 数据拼接; IRIG 标准 106

中图分类号: TJ06

文献标识码: A

DOI: 10.19358/j.issn.2096-5183.2020.07.010

引用格式: 卢长海, 石一鸣, 王殿勋. 遥测实时图像处理显示系统设计与实现[J]. 信息技术与网络安全, 2020, 39(7): 57-60.

Design and implementation of telemetry real-time image processing and display system

Lu Changhai, Shi Yiming, Wang Dianxun

(Unit 91550 of PLA, Dalian 116023, China)

Abstract: In flight test, telemetry image plays an important role in ensuring the safety and efficiency of flight test, due to its intuitive and real-time display of the flight status of the target aircraft, which can be analyzed and viewed by the command and decision-making and technical personnel at all levels. This paper designs a real-time decoding system of ground telemetry image, on the basis of real-time processing of key telemetry parameters, through real-time splicing and real-time branching of multi station telemetry data, this system improves the problem of image loss caused by incomplete data of single telemetry ground station, which ensures the real-time processing of key telemetry parameters and complete transmission of telemetry image.

Key words: telemetry ground station; telemetry image; data splicing; IRIG standard 106

0 引言

随着技术的发展, 遥测系统测量范围不仅只限于传统遥测参数的采集与传输, 图像数据的实时采集与传输也成为组成遥测数据的重要一环^[1]。通过飞行器上的图像采集系统, 将关键部位实时图像压缩处理后形成单独遥测数据流或插入其他遥测数据流, 与其他测量参数一起组成遥测数据帧, 经调制放大后微波信号发送至地面。通过遥测地面站接收、解调、图像解码后, 可以实时显示目标飞行器的飞行状态画面, 供各级指挥决策和技术人员分析查看, 在保障飞行试验安全性、高效性等方面发挥了重要作用。

1 视频遥测的编码

飞行器遥测图像处理单元作为遥测发射的一部分, 一般包括图像信号接入接口、遥测图像压缩单元、遥测采编单元、遥测发射机及发射天线等部分, 如图 1 所示。图像信号接入包括数字图像信号和模拟图像输入, 若为模拟图像需要首先进行数字化处理; 图像压缩单元完成数字化遥测图像的压缩编码和多路图像信号的合成; 遥测采编按照 GJB21.2A-1992 PCM 流标准, 完成单独 PCM 数据流或其他遥测参数混合编帧功能; 遥测发射机及发射天线完成遥测的射频调制、放大、无线电发射^[2]。

遥测图像传输首要解决的是图像压缩问题, 目

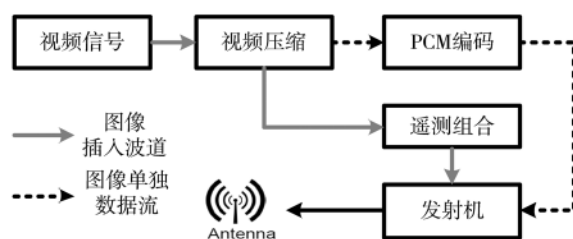


图1 飞行器视频遥测原理框图

前国内外视频压缩技术应用较多的是 MPEG 系列、JPEG 系列及 H.264 视频压缩标准,在实际的工程应用中, JPEG2000 和 H.264 压缩算法是比较适合的两压缩标准,其中 JPEG2000 克服了原有 JPEG 编码方式的不足,提高了压缩率和遥测传输质量^[3]。对于低分辨率和低传输码率 H.264 的帧内压缩效果比较好,对于 JPEG2000 而言,其是基于小波变换的图像压缩标准,它使用的小波变换和优化截取的嵌入式块编码(EBCOT)方式,在较大分辨率、较高码率的条件下性能更好。

常见的视频遥测有两种方式:一种是单独地遥测数据流,一般遥测码率较高,可达 8~10 Mb/s,重点是事后的数据分析。比如红外导引头的红外成像制导系统中红外图像数据,依靠红外成像系统生成数字图像,通过图像识别和匹配算法来实现目标的精确打击^[4]。还有一种常用方式是关键部位的图像监视,一般是应用多个图像摄像头,遥测图像占据

一定的遥测波道,需要实时处理系统进行分路处理,分路后图像通过硬件实时显示或通过软件事后显示。

2 地面传输解码设计

2.1 地面传输解码系统组成

地面传输解码系统主要由遥测地面接收站、IP 通信网络、数据服务器(主备)、实时处理终端和图像解码器等组成,如图 2 所示。为了完成测控保障任务,一般需要多个遥测地面站冗余或接力完成遥测接收任务,由于飞行器上天线安装位置、地面布站、级间分离及火焰干扰等因素,遥测数据可能部分丢失或部分跟踪段落误码较大,从而影响遥测数据质量和遥测图像的解码。为了改善单接收站的图像接收,在不影响实时性前提下,对多站遥测接收数据进行拼接数据融合处理,对其他需要快速处理的遥测参数拼接前直接实时处理。

2.2 处理过程

遥测地面站根据试验参数配置相应的遥测基带,完成遥测信息的接收。接收的遥测原始信息通过 IP 通信网送远端数据处理中心完成信息存储和分发,其中实时处理终端主要完成多站数据的拼接、融合处理以及关键参数的实时分发,遥测图像数据经分路后送图像解码器。具体各部分完成功能如下:

(1) 地面站的接收与发送

通过遥测地面站接收飞行器上发射的无线电

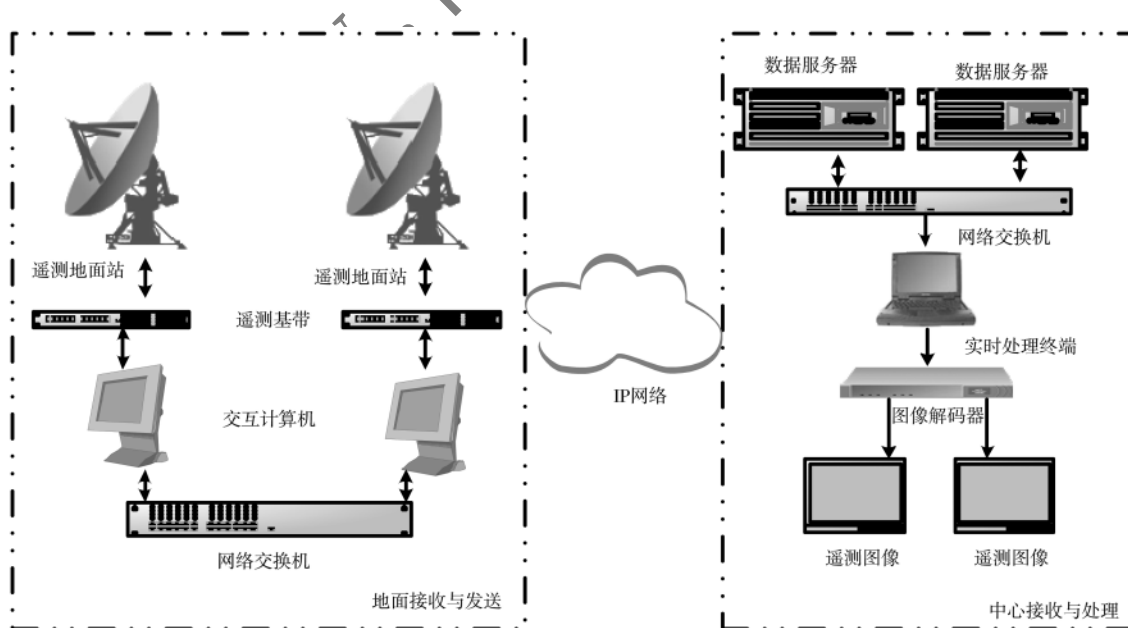


图2 遥测图像地面传输解码结构图

信号,经地面站天线馈线及信道送遥测基带解调恢复出 PCM 遥测数据流,同时基带存储接收到的原始遥测信息,经交互计算机把原始信息以组播方式发送至远端数据处理中心,对于高码率 UDP 数据包,超出了网络 MTU 长度,在传输过程中需分片和重组,实际应用中存在丢包现象。为此在高码率数据发送端预先将大包数据分割为满足 MTU 长度的小包数据传输,从而避免大包数据的丢包现象。

(2) 中心接收与处理

数据处理中心多台数据服务器对接收到的遥测原始信息进行存储和分发,数据服务器根据 UDP 所包含的分片信息重组数据,恢复出原始遥测数据包。若为密文数据还需实时处理为明文数据,在实时处理终端完成多站遥测原始信息的拼接、融合处理,拼接后的遥测信息按照遥测大纲配置图像所在子帧波道信息,分路出图像数据流,通过网络组播或单播发送至图像解码器。

(3) 图像数据实时解码

图像解码器实时网络接收处理终端送来的图像数据流,经过交织+RS 编码技术进行纠错处理,最后数据重组,恢复成标准数据结构,利用 H.264 解码器,对压缩图像数据进行解码,还原真实的图像数据,最后对图像进行插值放大,通过闭路电视系统送各级指挥席位。

2.3 软件实现

为兼顾多种型号任务的实时处理需求,实时处理功能模块要尽可能做到通用化,需采用模块化设计,使用统一的接口标准,方便系统功能扩展及二次开发^[5]。遥测实时处理终端除了包含遥测数据的收发模块、数据分路处理模块、关键参数模拟量和数字量处理以及量纲恢复模块外,还包括遥测数据的实时拼接处理,如图 3 所示。

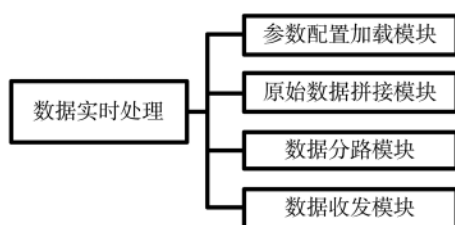


图 3 实时处理软件功能模块组成框图

实时处理终端配备数据分发子系统,可将处理前或者处理后的参数/数据块以点对点或者广播的

形式分发,将部分参数或整个 PCM 数据流分配给图像解码器。

参数配置主要有:(1)帧结构设置,包括子帧长、副帧长、子帧同步码和副帧同步码等信息;(2)分路图像信息,包括是否含子帧时间、子帧波道等信息;(3)网络收发,包括接收原码 IP 地址和端口号,组播/单播发送地址和端口号以及发送频率和数据包大小等信息。

多站数据的拼接融合是遥测图像信息分路前首先要完成的工作,各个地面站由同一时统中心授时,传输距离时差远小于帧周期,因此不存在帧模糊问题。又由于图像数据对时间精度不敏感,因此可以采用子帧计数方式来完成数据拼接,子帧计数是用遥测子帧波道中的某一波道来计数产生的数据字,为循环计数,通常分为高、低位或高、中、低位。一般以高、低位 0~255 循环计数,即十六进制的 00~FF 循环,低位满一个周期高位进一位。在一个全帧内,可根据帧计数相差为 1,判断是否丢帧,相差数量可以判断丢子帧数量。若遥测数据为加密信息,可由此验证解密是否正确。文献[6]首先完成各站数据的时差修正,根据各帧之间的时间间隔判断是否丢帧以及丢多少帧,后完成丢帧插补。

在实时处理过程中,一般就近选择两个地面站,采用该方法可完成图像信息的实时解码传输。在事后处理过程中,需要考虑的因素比较多,除了完成子帧时间修正外,还要考虑信息的修正,对数据进行检验、选段及加工处理。

图 4 所示为原始数据拼接示意图。

2.4 试验验证

该实时处理系统已经应用于多个型号飞行试验遥测图像监视,由于布站因素,若一个地面站受火焰干扰,造成遥测数据误码增大甚至丢失,影响图像质量,系统将触发拼接融合策略进行补充(替换),从而保证遥测图像稳定。系统运行以来,能实时查看各舱段的工作情况,特别是级间分离等关键动作的实时画面的提供,直观地掌握飞行器各个时序的工作状态,为保障型号试验的高效顺利进行发挥了重要作用。

3 从 IRIG106 标准看图像传输

遥测图像的实时传输是今后飞行试验的标准配置,受目前传输体制及频带资源的限制,目前图像质量还不是很,画面还不是很丰富。根据

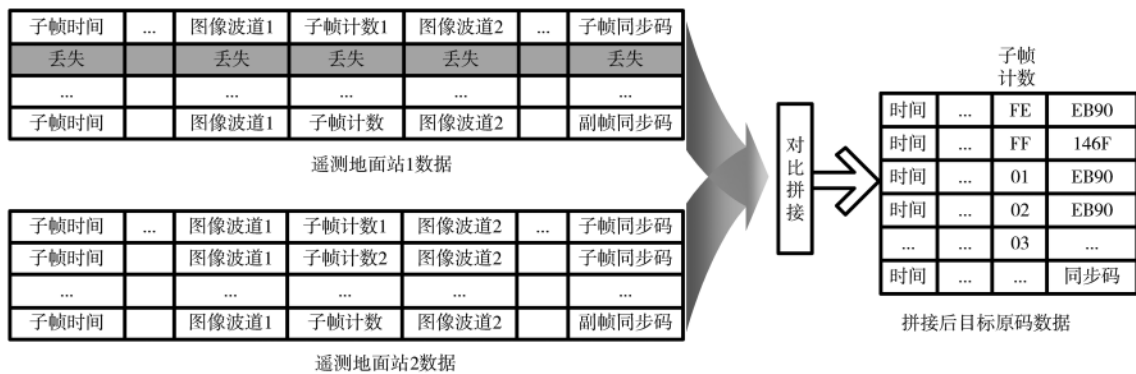


图 4 原始数据拼接示意图

IRIG106 标准,目前在标准第 7 章“下行链路数据包遥测”,定义了一种将其第 10 章数据包、TmNS (Telemetry Network Standard)数据包和以太网数据包融入 PCM 流的方法^[7],形成了多数据流(PCM+网络+视频)混合遥测解决方案。比如法国 Zodiac Aerospace 公司 MDR 数据记录器,符合标准第 10 章所制定的标准数据可以在进行存储的同时进行实时处理,也可以在任务结束后对数据进行事后处理,可以记录多种数据格式,以及进行模块化设计。目前多种模块支持视频/音频、模拟信号、数字量、总线和网络等数据的采集记录,视频及数据存储灵活性大大提高。

4 结束语

实时图像的获取在各类飞行试验中将发挥重要作用,随着关键舱段内外摄像头的增多以及高清图像的应用,视频信息将占用大量的频谱资源,遥测 PCM 数据流数据单向传输和点对点传输的局限性也越发明显。由于频率资源的进一步紧张,带宽利用率更高的 SOQPSK-TG、Multi-h CPM 体制也将陆续被推出,网络化遥测也具备了可实施的应用标准^[7-8],这些新技术的采用将显著提升遥测实时传输能力。

参考文献

[1] 李艳华,李凉海,谌明,等.现代航天遥测技术[M].北京:中国宇航出版社,2018.

[2] GJB5825-2006 靶场试验遥测图像传输要求[S].2006.

[3] 邢达波,李铁林,艾波.机载 LVDS 视频传输技术[J].中国科技信息,2015(10):23-24.

[4] 巫福胜,姚冉中.遥测数据中红外图像信号提取技术研究[J].信息通信,2016(4):28-29.

[5] 卢长海,张梦堃.某型遥测地面站实时处理系统设计与实现[J].信息技术与网络安全,2019,38(10):45-47.

[6] 张军,张潇潇,李圳峰.多站遥测数据精确拼接方法设计与实现[J].遥测遥控,2017,38(4):23-24.

[7] 李凉海.从 IRIG106 遥测标准看遥测新发展[J].遥测遥控,2017,38(1):1-4.

[8] 李宏伟,张华栋,山鹏.基于美军新版 IRIG106 标准的靶场遥测技术分析[J].飞航导弹,2013(8):54-57.

(收稿日期:2020-04-25)

作者简介:

卢长海(1977-),男,硕士,工程师,主要研究方向:遥测遥控。

(上接第 56 页)

Workshop on Chinese Language Processing, 2006: 162-165.

(收稿日期:2020-04-06)

作者简介:

吴习沫(1994-),女,硕士研究生,主要研究方向:

自然语言处理、机器学习。

朱广宇(1981-),男,硕士,高级工程师,主要研究方向:信息安全。

张雷(1985-),男,硕士,工程师,主要研究方向:社交网络、自然语言处理、工控安全。

版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《信息技术与网络安全》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《信息技术与网络安全》编辑部
中国电子信息产业集团有限公司第六研究所