



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113722013 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 30

(21) 申请号 202111061834.X

(22) 申请日 2021.09.10

(71) 申请人 中国西安卫星测控中心

地址 710043 陕西省西安市新城区咸宁东路462号

(72) 发明人 王超 王元 崔卫华 张智斌  
秦晓勇 许虎 于宁波 罗盛君  
高海南 马万静

(74) 专利代理机构 西安弘理专利事务所 61214  
代理人 涂秀清

(51) Int. Cl.  
G06F 9/445 (2018.01)  
G06F 9/50 (2006.01)  
G01S 19/01 (2010.01)

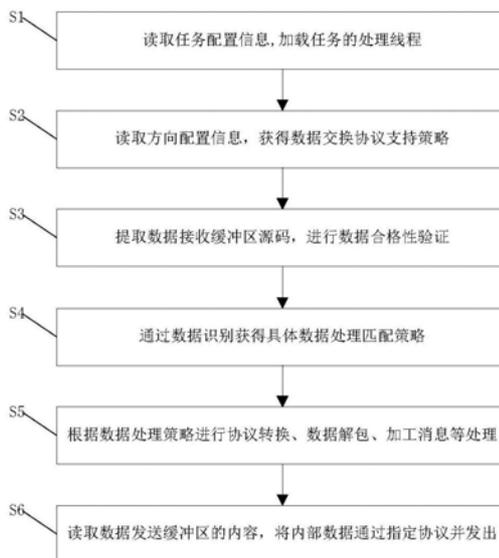
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

## (54) 发明名称

一种适用于北斗三号卫星测运控系统的数据交换方法

## (57) 摘要

本发明公开了一种适用于北斗三号卫星测运控系统的数据交换方法,包括以下步骤:步骤1,读取任务配置信息;步骤2,读取方向配置信息,创建与各方向的连接,建立数据接收及发送缓冲区;步骤3,提取数据接收缓冲区的源码数据,并对数据进行合格性检测;步骤4,依据数据处理匹配策略,对源码数据进行数据识别及规则匹配,得出源码数据的具体处理策略;步骤5,根据数据处理策略对数据进行协议转换、解包、加工消息处理,处理完后发送到数据发送缓冲区中;步骤6,读取数据发送缓冲区的内容,依据数据交换协议支持策略,将内部数据转换为指定协议并发出。本发明的技术实时性强、灵活性高、适应性好。



1. 一种适用于北斗三号卫星测运控系统的数据交换方法,其特征在于,具体按照如下步骤进行:

步骤1,读取任务配置信息,创建相应的任务线程,每个线程只接收处理当前任务的单任务消息;

步骤2,读取方向配置信息,获得与数据处理中心、地面站、中心内部其它应用系统的数据交换协议支持策略,创建与各方向的连接,建立数据接收及发送缓冲区;

步骤3,提取数据接收缓冲区的源码数据,并对数据源、目的、使用的协议、长度进行合格性检测;

步骤4,依据数据处理匹配策略,对源码数据进行数据识别及规则匹配,得出源码数据的具体处理策略;

步骤5,根据数据处理策略对数据进行协议转换、解包、加工消息处理,数据处理完后发送到数据发送缓冲区中;

步骤6,读取数据发送缓冲区的内容,依据数据交换协议支持策略,将内部数据转换为指定协议并发出。

2. 根据权利要求1所述的一种适用于北斗三号卫星测运控系统的数据交换方法,其特征在于,步骤1具体为,根据任务配置信息创建相应的任务线程:任务配置信息规定了任务名称、任务ID信息,通过加载任务列表加载各任务的处理线程。

3. 根据权利要求1所述的一种适用于北斗三号卫星测运控系统的数据交换方法,其特征在于,在步骤2中,数据交换协议支持策略的获取具体为:数据交换协议支持策略从应用层及传输层进行协议匹配,应用层协议支持包数据交换协议、统一数据格式协议和多帧统一数据格式协议;传输层协议包括TCP协议、UDP指定源组播协议、UDP指定源点播协议、UDP任意源通信协议,两层协议之间相互独立,按照在测运控任务的实际需求进行匹配重组,实现对多协议的支持。

4. 根据权利要求1所述的一种适用于北斗三号卫星测运控系统的数据交换方法,其特征在于,在步骤3中,源码数据的合格性检测具体为:对数据的初始筛选和过滤,对于不合格的数据进行抛弃,考虑到数据交互的频繁性,设定数据不合格次数阈值,当对同一方向同一数据不合格次数超出阈值给出错误提示。

5. 根据权利要求1所述的一种适用于北斗三号卫星测运控系统的数据交换方法,其特征在于,在步骤4中,源码数据从数据类型、数据来源、数据目的、是否存储、转发消息名称、转发行为六个维度进行描述与识别,通过数据识别后,依据数据处理匹配规则库,对数据进行匹配和处理。

6. 根据权利要求1所述的一种适用于北斗三号卫星测运控系统的数据交换方法,其特征在于,步骤5中,使用多帧统一数据格式协议的数据解包,具体流程为:

步骤5.1:先判断要解包的数据长度是都大于协议帧的帧头长,小于等于帧头长的不需要解包;

步骤5.2:判断偏移量是否已经到帧尾,到达帧尾则解包完成;

步骤5.3:根据偏移量获取子帧数据的长度;

步骤5.4:按照子帧长度及获取子帧的帧数据区;

步骤5.5:按照内部统一帧格式协议加工子帧,子帧帧头信息中的数据源以及数据目的

信息同解包前的全帧数据；

步骤5.6:将加工好的子帧放入发送至缓冲区,并进入步骤5.2。

## 一种适用于北斗三号卫星测运控系统的数据交换方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于航天测量与控制技术领域，提供了一种适用于北斗三号卫星测运控系统的数据交换方法。

### 背景技术

[0002] 北斗卫星作为我国自行研制的全球定位导航系统，是我国重要的空间基础设施，在国家和经济建设发展中具有重大意义。卫星从发射到在轨运行期间需要地面站与数据处理中心之间协同工作，共同完成卫星的跟踪测量、监视控制和信息交换。随着北斗卫星的不断发展，对地面测运控系统的需求日益增加，各测运控系统之间进行实时数据信息交换的要求日益复杂。测控数据信息具有传输协议多样、数据多源、数据结构多样等特点。如在进行目标测控过程中，不同的数据信息在传输时，可采用TCP、UDP任意源组播和UDP指定源组播等任一协议，应用层亦可采用包数据交换协议、统一数据格式协议和多帧统一数据格式协议等不同的数据协议；且同一目标由有多个地面站跟踪，会使得数据具有多源性；同时，在测运控任务中，需进行卫星编码遥测数据、测控数传的一体化下行数传数据、星间链路下行通信原始数据等多种数据结构的数据交换。各测运控在进行实时数据交换时，均要考虑这些问题。

[0003] 目前，国内学者针对航天测控数据交换模式或具体数据类型数据交换方法开展了广泛研究。文献[1]研究了现有的航天测控数据交换模式，文献[2]针对航天器遥测元数据信息交换进行了研究并实现了通用软件，文献[3]主要针对航天器遥测非实时数据信息交换进行了研究并设计了系统软件。现有数据交换方法在北斗三号卫星航天测运控系统数据交换实时性、适应性、灵活性等方面存在诸多不足。

[0004] 针对北斗三号卫星地面测运控系统之间信息交换强实时性，数据多源、协议种类多等需求，需要结合现有的北斗卫星测运控任务的实际，提出一种多协议自适应、可重组的数据交换方法。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种适用于北斗三号卫星测运控系统的数据交换方法，解决了现有航天测运控系统间数据交互过程中实时性要求高、协议种类多，数据多源，数据类型复杂的问题。

[0006] 本发明所采用的技术方案是，

[0007] 一种适用于北斗三号卫星测运控系统的数据交换方法，包括以下步骤：

[0008] 步骤1：读取任务配置信息，创建相应的任务线程，每个线程只接收处理当前任务的单任务消息；

[0009] 步骤2：读取方向配置信息，获得与数据处理中心、地面站、中心内部其它应用系统的数据交换协议支持策略，创建与各方向的连接，建立数据接收及发送缓冲区；其中，数据交换协议支持策略从应用层及传输层进行协议匹配，应用层协议支持包数据交换协议、统

一数据格式协议和多帧统一数据格式协议;传输层协议包括TCP协议、UDP指定源组播协议、UDP任意源点播协议、UDP点播通信协议,两层协议之间相互独立,按照实际需求进行匹配重组,实现对多协议的支持,其中,确定数据交换协议支持策略的元素定义;

[0010] 步骤3:提取数据接收缓冲区的源码数据,并对数据源、目的、使用的协议、长度等进行合格性检测;

[0011] 步骤4:依据数据处理匹配策略,对源码数据进行数据识别及规则匹配,得出源码数据的具体处理策略;

[0012] 其中,对源码的数据从数据类型、数据来源、数据目的、是否存储、转发消息名称、转发行为六个维度进行描述与识别。

[0013] 其中,数据处理匹配规则由规则名称<Name>、条件<CONDITION>、执行动作<Action>、规则状态<Active>、数据类型<BID>五个元素确定。条件元素采用了多个原子表达式组合的方式。条件元素中的每个原子表达式以左括号“(”开始,以右括号)”为结束,原子表达式间通过AND连接。每个原子表达式由操作域、操作符、操作数构成,操作域、操作符、操作数之间通过“.”分隔。原子表达式中操作域的集合为{UDF\_SID,UDF\_BID,UDF\_DID,UDF\_MID,UDF\_FLAG}用以操作数据源、数据类型、数据目的、代号、数据标志等信息;操作符的集合为{GE,GT,EQ,NE,LE,LT}分别代表小于等于、小于、等于、不等于、大于等于、大于六中操作;操作数规定为以0x开始的十六进制数。

[0014] 步骤5:根据数据处理策略对数据进行协议转换、解包、加工消息等处理;对于需要进行数据处理的数据均先将其转换为内部帧格式数据,方便后续解包,格式转换及协议加工。数据处理完后发送到数据发送缓冲区中。

[0015] 步骤6:读取数据发送缓冲区的内容,依据数据交换协议支持策略,将内部数据转换为指定协议并发出。

[0016] 本发明专利的有益效果是:一种适用于北斗三号卫星测运控系统的数据交换方法,实现了北斗卫星航天测运控系统之间及各测控系统内部的数据交互,降低了数据处理中心中其它应用程序的复杂度,适应于多种协议、多种数据类型、多个数据源的强实时性航天测控数据交换。与现有航天测控数据交互技术相比,该技术实时性强、灵活性高、适应性好。

## 附图说明

[0017] 图1是本发明一种适用于北斗三号卫星测运控系统的数据交换方法的流程图;

[0018] 图2是本发明一种适用于北斗三号卫星测运控系统的数据交换方法的协议支持策略工作流程图;

[0019] 图3是本发明一种适用于北斗三号卫星测运控系统的数据交换方法中数据交换协议支持策略元素定义图;

[0020] 图4是本发明一种适用于北斗三号卫星测运控系统的数据交换方法中方向配置信息示例图;

[0021] 图5是本发明一种适用于北斗三号卫星测运控系统的数据交换方法的数据处理过程匹配策略工作流程图;

[0022] 图6是本发明一种适用于北斗三号卫星测运控系统的数据交换方法的数据辨识元

素定义图；

[0023] 图7是本发明一种适用于北斗三号卫星测运控系统的交换方法的数据处理规则实例图；

[0024] 图8是本发明一种适用于北斗三号卫星测运控系统的交换方法中对多帧统一数据格式协议的数据进行解包的流程图

[0025] 图9是本发明一种适用于北斗三号卫星测运控系统的交换方法的消息加工流程图。

### 具体实施方式

[0026] 下面结合附图和具体实施方式,对本发明一种适用于北斗三号卫星测运控系统的交换方法进行进一步详细说明。

[0027] 如图1所示,本发明一种适用于北斗三号卫星测运控系统的交换方法,具体按照以下步骤实施:

[0028] 步骤1、读取任务配置信息,创建相应的任务线程,每个线程只接收处理当前任务的单任务消息;任务配置信息主要规定了任务名称、任务ID等信息,通过加载任务列表加载各任务的处理线程;

[0029] 步骤2、读取方向配置信息,获得与数据处理中心、地面站、中心内部其它应用系统的交换协议支持策略,创建与各方向的连接,建立数据接收及发送缓冲区;

[0030] 其中,交换协议支持策略从应用层及传输层进行协议匹配,应用层协议支持包数据交换协议、统一数据格式协议和多帧统一数据格式协议;传输层协议包括TCP协议、UDP指定源组播协议、UDP指定源点播协议、UDP任意源通信协议,两层协议之间相互独立,按照在测运控任务的实际需求进行匹配重组,实现对多协议的支持,参见图2。通过协议重组,可实现对包数据交换协议+TCP协议,包数据交换协议+UDP指定源组播协议等16种以上协议支持,图1中的其它协议可进行动态扩展。

[0031] 在北斗卫星测运控系统的任务中,由同一时间进行多方向、多协议的交换需求,故要对来自各网络方向的数据从传输层及网络层进行准确的识别。通过对测运控系统数据交互的需求分析,归纳总结出以方向ID号、数据接收协议、数据发送协议、数据接收地址、数据接收端口等元素的方向配置信息。依据加载的方向配置信息,协议支持策略进行协议的识别及处理,具体的识别元素组成及定义参见图3。

[0032] 需要说明的是,每个通信方向均通过唯一的ID标识,每个方向的守护进程都通过自己的ID编码来获取本方向的配置信息。根据不同的通信配置信息,建立与其它数据处理中心、地面站、测运控系统内部系统之间的网络连接,构建与之匹配的数据接收缓冲区,实时接收各方向发送的数据。

[0033] 参见图4,为一个方向的配置信息,通过该信息规定了在北斗三号卫星测运控任务中与某个数据中心方向进行数据交互时采用的协议支持策略,此策略支持UDP任意源组播+统一数据格式协议。其中,<NAME>BD1234</NAME>规定了数据中心方向名称为BD1234,<XID>0XFFEEDDCC</XID>规定了方向标识ID为0XFFEEDDCC,<TYPE>UDF</TYPE>规定了与该方向之间通过统一数据格式协议进行数据接收与发送,<RMULTICASTADDR>229.11.22.33</RMULTICASTADDR><RPORT>12345</RPORT>/规定了与该方向通过229.11.22.33组播地址及

端口12345接收使用UDP任意源组播协议的数据,通过<SMULTICASTADDR>229.11.22.33</SMULTICASTADDR><SPORT>54321</SPORT>规定了数据发送时通过229.11.22.33及端口54321采用UDP任意源组播协议发送数据。

[0034] 步骤3:提取数据接收缓冲区的源码数据,并对数据源、目的、使用的协议、长度等进行合格性检测;对源码数据的合格性检测是对数据的初始筛选和过滤,对于不合格的数据进行抛弃,考虑到数据交互的频繁性,设定数据不合格次数阈值,当对同一方向同一数据不合格次数超出阈值给出错误提示。

[0035] 步骤4:依据数据处理匹配策略,对源码数据进行数据识别及规则匹配,得出源码数据的具体处理策略;其中,对源码的数据从数据类型、数据来源、数据目的、是否存储、转发消息名称、转发行为六个维度进行描述与识别,通过数据识别后,依据数据处理匹配规则库,对数据进行匹配,并进行相关处理。数据处理匹配流程参见图5,其中数据识别的元素定义参见图6。

[0036] 多协议可重组数据交换方法中的数据处理匹配规则库由多条规则组成,每个任务使用自己的规则库,或者使用公共的规则库。通过规则库中的规则的组合规定指定数据类型、数据方向到指定方向的转发,从而实现数据交换方法的重组。北斗三号卫星测运控系统工作时,针对不同的数据有不同的数据转发及数据处要求。通过对数据处理规则的定义,可实现同时对数据的加工处理。所有的数据处理规则共同组成了数据处理匹配规则库,按照需求,对数据处理规则进行了归纳抽象,确定数据处理规则由规则名称<Name>、条件<CONDITION>、执行动作<Action>、规则状态<Active>、数据类型<BID>五个元素描述。

[0037] 参见图7,为数据处理规则库里的两条规则,为RULE-01为例,规则库中RULE-01为AAAA在2019年4月22日创建的条件为((UDF\_DID.EQ.0x11111111).AND.(UDF\_SID.EQ.0x22222222)),动作为(REDIRECT 0x33333333)的规则,通过此规则库可将来源为0x22222222方向,目的为0x11111111的数据转发到标识为0x33333333的方向上;RULE-02为AAAA在2019年4月23日创建,规定了将数据来源为0x11111111,目的为0x11111112的数据转发到0x33333333方向的规则。

[0038] 需要说明的是,数据处理匹配规则中的条件元素采用了多个原子表达式组合的方式。条件元素中的每个原子表达式以左括号“(”开始,以右括号)”为结束,原子表达式间通过AND连接。每个原子表达式由操作域、操作符、操作数构成,操作域、操作符、操作数之间通过“.”分隔。原子表达式中操作域的集合为{UDF\_SID,UDF\_BID,UDF\_DID,UDF\_MID,UDF\_FLAG}用以操作数据源、数据类型、数据目的、代号、数据标志等信息;操作符的集合为{GE,GT,EQ,NE,LE,LT}分别代表小于等于、小于、等于、不等于、大于等于、大于六中操作;操作数规定为以0x开始的十六进制数。

[0039] 例如:规则RULE-01中条件:(UDF\_DID.EQ.0x11111111).AND.(UDF\_SID.EQ.0x22222222)为原子表达式(UDF\_DID.EQ.0x11111111)与(UDF\_SID.EQ.0x22222222)的组合。原子表达式(UDF\_DID.EQ.0x11111111)的操作域为UDF\_DID,操作符为EQ,操作数为0x11111111,代表了数据目的=0x11111111的条件。

[0040] 步骤5:根据数据处理策略对数据进行协议转换、解包、加工消息等处理;对于需要进行数据处理的数据均先将其转换为内部帧格式数据,方便后续解包,格式转换及协议加工。数据处理完后发送到数据发送缓冲区中。

[0041] 需要说明的是,数据解包针对使用多帧统一数据格式协议的数据,解包流程参见图8,流程为:

[0042] (1) 按照多帧统一数据格式协议的定义,先判断要解包的数据长度是都大于协议帧的帧头长,小于等于帧头长的不需要解包;

[0043] (2) 判断偏移量是否已经到帧尾,到达帧尾则解包完成;

[0044] (3) 根据偏移量获取子帧数据的长度;

[0045] (4) 按照子帧长度及获取子帧的帧数据区;

[0046] (5) 按照内部统一帧格式协议加工子帧,子帧帧头信息中的数据源、数据目的等信息同解包前的全帧数据;

[0047] (6) 将加工好的子帧放入发送缓冲区,并进入步骤(2)。

[0048] 需要说明的是,对于需要进行消息加工的数据,处理流程参见图9。

[0049] 步骤6:读取数据发送缓冲区的内容,依据方向信息的规定及数据交换协议支持策略,将内部数据通过指定协议并发出。

[0050] 本发明一种适用于北斗三号卫星测运控系统的数据交换方法,通过对协议类型及数据交换过程进行细化及抽象处理,依据协议支持策略及数据处理过程匹配策略实现了对多协议可重组的支持,解决了现有航天测运控系统间数据交互过程中实时性要求高、协议种类多,数据多源,数据类型复杂等问题。该方法也可应用至其它星座卫星测运控系统的数据交换。

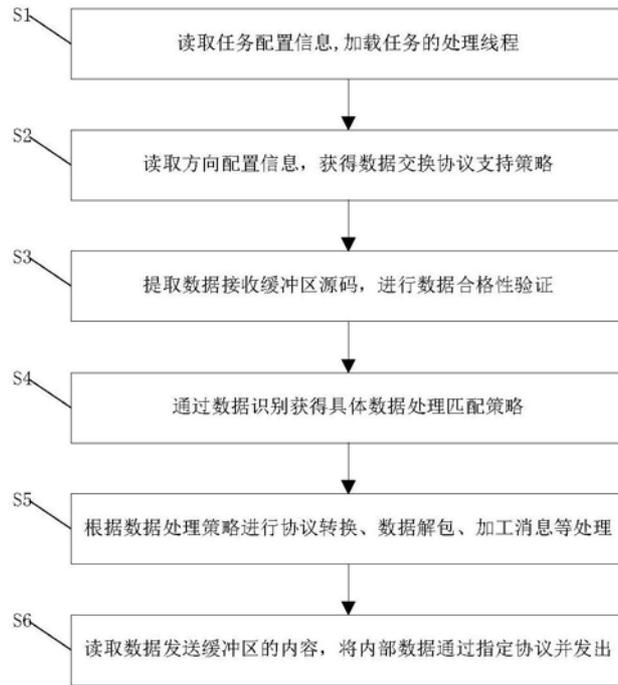


图1

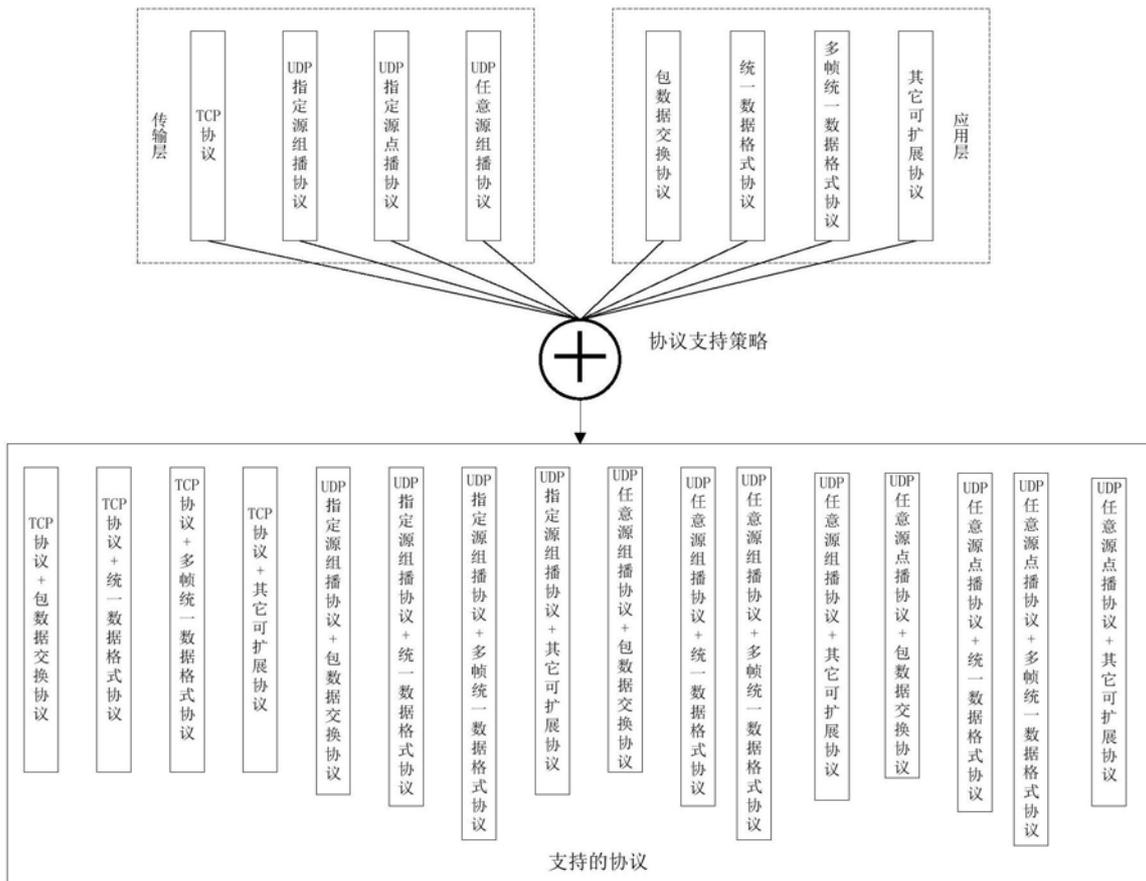


图2

字段	物理意义
ID	本方向中心内使用的ID
XID	本方向中心外使用的ID
ISIN	本方向是否为中心内方向
NAME	本方向名称
TYPE	本方向数据收发的类型与协议
RECV	是否接收该方向的数据
RINTERFACE	UDF或MUDF数据接收时绑定的网卡地址
RMULTICASTADDR	数据接收时的组播地址
RPORT	数据收组播端口
SEND	是否向该方向发送数据
SINTERFACE	UDF或MUDF数据发送时绑定的网卡地址
SMULTICASTADDR	数据发送时的组播地址
SPORT	数据发送时的绑定的端口号
SSMRECV	是否接收指定源组播
SSMR	指定源组播详细定义
TTL	数据发送的TTL值
DELAY	数据发送的DELAY值

图3

```

<MAP>
    <ID>0XFFFEEDCC<ID>
    <XID>0XFFFEEDCC<XID>
    <ISIN>FALSE<ISIN>
    <NAME>BD1234<NAME>//本方向名称
    <TYPE>UDF<TYPE>
    <RECV>TRUE<RECV>
    <RINTERFACE>1.23.456.7<RINTERFACE>
    <RMULTICASTADDR>229.11.22.33<RMULTICASTADDR>
    <RPORT>12345<RPORT>
    <SEND>TRUE<SEND>
    <SINTERFACE>1.23.456.7<SINTERFACE>
    <SMULTICASTADDR>229.11.22.33<SMULTICASTADDR>
    <SPORT>54321<SPORT>
    <SSMR>
        <MADDR>1.23.456.7<MADDR>
        <RPORT>10001<RPORT>
        <LINTERFACE>1.23.456.7<LINTERFACE>
        <RINTERFACE>2.23.456.7<RINTERFACE>
    <SSMR>
    <TTL>127<TTL>
    <DELAY>1<DELAY>
</MAP>
    
```

图4

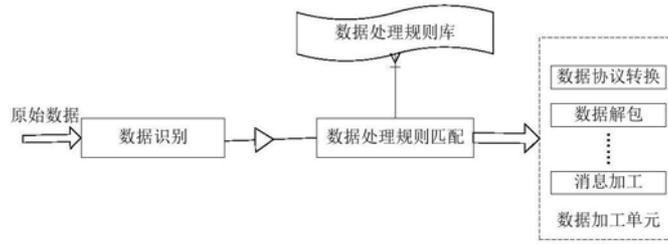


图5

字段标识	物理意义
BID	数据类型
SID	数据来源
DID	数据去向
SVF	存储标志
EXBID	排除当前BID类型的情况
EXSID	排除当前SID类型的情况
EXDID	排除当前DID类型的情况
EXMID	排除当前MID类型的情况
MSG	转发消息名称
DFT	默认行为标志
DUPLICATE	需要进行转发的UAC名称

图6

```
<RULE>+  
<NAME>RULE-01</NAME>+  
<CREATEDATE>2019-04-22</CREATEDATE>+  
<CREATOR>AAAA</CREATOR>+  
<CONDITION>((UDF_DID.EQ.0x11111111).+  
AND.(UDF_SID.EQ.0x22222222))</CONDITION>+  
<ACTION>(REDIRECT 0x33333333)</ACTION>+  
<ACTIVE>TRUE</ACTIVE>+  
</RULE>+  
<RULE>+  
<NAME>RULE-02</NAME>+  
<CREATEDATE>2019-04-23</CREATEDATE>+  
<CREATOR>AAAA</CREATOR>+  
<CONDITION>((UDF_DID.EQ.0x11111112)+  
.AND.(UDF_SID.EQ.11111111))</CONDITION>+  
<ACTION>(REDIRECT 0x33333333)</ACTION>+  
<ACTIVE>TRUE</ACTIVE>+  
</RULE>+
```

图7

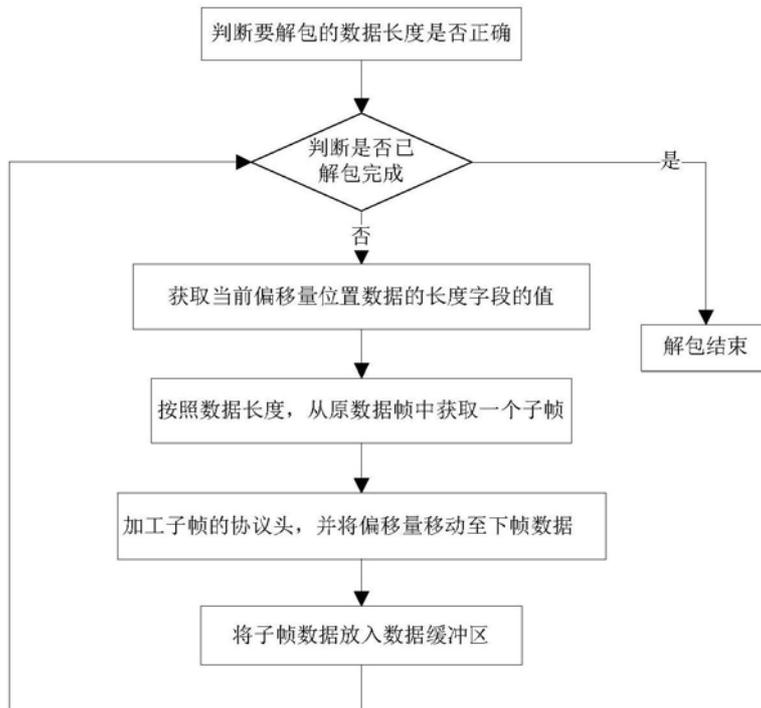


图8

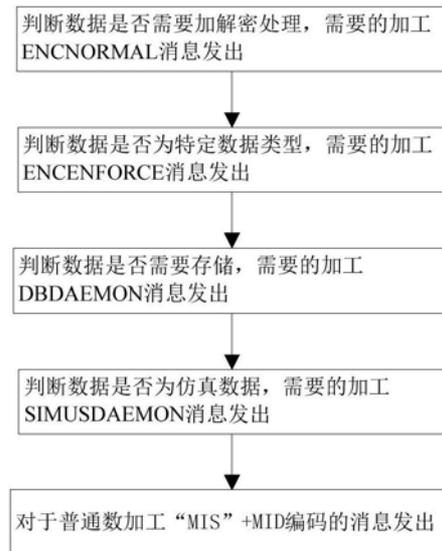


图9