

工单池处理异常流转工单的研究与应用

工单正常流转是根据工单状态按照既定顺序及时执行。国家电网公司客服中心95598业务工单在不同系统中流转时,由于网络故障、调用服务超时等原因,出现了不同系统中工单状态不一致、重复派发工单或操作时间延长等问题。目前各行业客服中心工单系统仅从开发和管理的角度进行处理,影响了工单处理效率。因此提出了工单池技术,将异常工单放入工单池,通过设置消息ID、发送表和任务引擎,自动完成异常工单从发送方到接收方的异步流转。通过实际应用,异常工单自动处理成功率达到100%,有效提升了响应客户请求、处理客户问题的效率和质量。

张才俊¹ 吴 勇² 李慧芹¹/1.国家电网公司客户服务中心 2.东软集团股份有限公司



张才俊/工程师

关键词/Keywords

工单池 ·
客服中心 ·
异常工单 ·
应用 ·

工单流转过程是从工单产生到结束整个生命周期的所有环节。其最大特点是工单在上一环节状态会影响下一环节的操作,各个环节根据工单当前状态来确立执行顺序,并按照既定顺序实现完整的流转过程^[1]。国家电网公司(简称国网)客服中心业务系统在集中受理客户故障报修、业务咨询、投诉、举报、意见、建议及表扬等业务时,工单在总部中心、省公司、地(市)及县公司间按照既定顺序进行流转。但有时由于网络延时、服务器响应不及时等原因,造成各级间工单状态的不一致、重复工单和座席人员等待时间过长等问题,严重影响了响应客户请求、处理客户问题的速度和服务质量。

目前,各个行业的客服中心仅建立了简单的工单系统^[1-3]。当工单流转出现故障或工单流转异常时,仅从系统开发和管理的角度进行改进^[4-5]。因此,国家电网公司在客服中心业务支持系统和省(市)营销系统各设立一个用于处理异

常工单的工单池;通过采用设置唯一消息ID、任务锁机制和发送锁表避免并发获取任务和重复获取任务;利用轮询发送表,不断访问目标系统,直至通信恢复正常,完成本次工单流转。有效解决在全国范围内和广域网下产生的工单状态不一致、工单重复及等待时间长等问题。

设计方案

1. 业务流程

如图1所示,在客服中心业务支持系统侧和省(市)公司营销业务系统侧分别设立工单池,当国网客户服务中心业务支持系统和省(市)营销系统之间发生网络故障或调用省(市)营销系统服务发生超时,则启用工单池的接收服务,由工单池代替业务支持系统或省(市)营销系统完成工单服务。

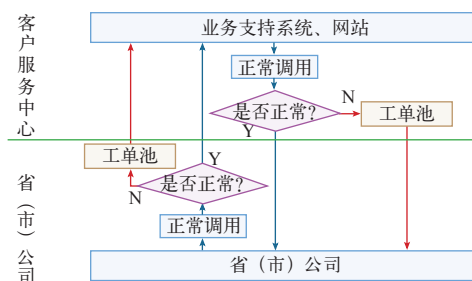


图1 业务流程图

2. 总体设计

如图2所示,工单池的设计采用异步处理逻辑实现客户服务中心与省(市)公司间的工单数据交互,在整个处理过程中分为三步完成一次调用业务:①发送方生成发送信息与工单池的消息交互;②工单池与接收方的消息交互;③工单池与发送方之间的响应交互。

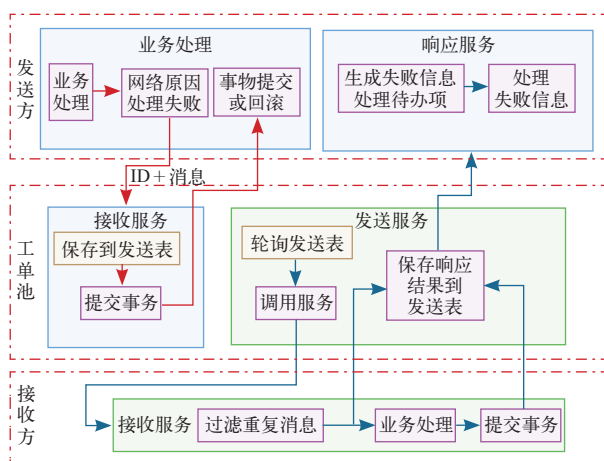


图2 工单池技术系统架构图

(1) 发送方生成发送信息与工单池的消息交互

1) 正常情况。发送方先确认工单标号是否在工单池中未被处理，如果没有则调用接收方服务，提交本地业务逻辑。

2) 接收方网络不通或处理超时。调用工单池接收服务，由工单池将消息保存至发送表。

3) 工单中其他节点曾经调用过工单池。如果在发送请求之前发现工单池中存在在本工单未处理完成的消息，则直接调用工单池接收服务。

(2) 工单池与接收方的消息交互

利用任务引擎对发送表进行轮询，按优先级和接收时间处理消息。不同工单的消息可并行处理，同一工单的多个消息按时间顺序处理。

工单池调用接收方服务，获取接收方返回的相应结果。如果返回结果是重复标识则将记录放回发送表中等待下次处理，否则工单池将反馈结果保存到发送表中。如果返回结果错误同时调用发送方的响应服务，由发送方生成错误处理待办工作项。

(3) 工单池与发送方之间的响应交互

1) 正常情况。接收到调用请求后。首先查询消息ID在数据库接收表中是否存在，如果存在参见说明，如果不存在立刻将消息ID保存到数据库接收表中，修改状态为处理中，表示已经在处理本条消息ID对应的请求。之后正常处理业务逻辑，处理完成后根据处理结果，若成功则修改状态为处理完成否则为处理失败，然后再返回给调用方。

2) 消息ID重复且状态为处理失败。在接收方处理处理请求时发现消息ID已经在数据库接收表中存在且状态为处理失败。说明这条消息可能是上次处理失败后重新修改发送的。那么修改状态为处理中，重新处理业务逻辑，处理完成后根据处理业务结果，若成功则修改状态为处理完成，否则为处理失败，然后再返回给调用方。

3) 消息ID重复且状态为处理完成。在接收方处理处理请求时发现消息ID已经在数据库接收表中存在且状态为处理完成。此时说明该消息ID对应的请求已经被成功处理过，直接返回成功的响应信息。

4) 消息ID重复且正在处理。在接收方处理处理请求时发现消息ID已经在数据库接收表中存在且状态为处理中。此时说明该消息ID对应的请求正在被处理。直接返回重复标识。

3. 应用功能

(1) 工单池配置管理

工单池配置管理模块主要配置发送方/接收方服务的相关信息及参数、配置优先级定义和配置工单积压时限等。

(2) 工单池消息管理

工单池消息管理是指对工单池消息处理过程中对接收方服务情况、工单积压情况进行查询，包括告警管理、消息管理、归档管理、发送引擎状态查询和非法消息查询等功能。

(3) 工单池统计分析

工单池运行统计模块的主要功能是从时间、省市和工单类型等维度工单数量报表，并支持报表明细数据的展现。

关键技术实现

工单池的关键技术应用在工单池转发环节，基于发送表的工作原理和任务引擎的工作原理，采用轮询发送表机制，保证及时发送消息。同时，采取了任务锁机制和发送锁表来避免并发获取任务和重复获取任务。任务按优先级获取后，将任务分配给工作线程，由工作线程完成任务的推进。发送表和发送锁表如图3所示。

发送表			
消息标识	<pi>	VA32	<M>
工单标识	VA32		
接收时间	TS		
报文内容	TXT		
优先级	I		

(a) 发送表

(b) 发送锁表

图3 发送表和发送锁表

1. 发送表工作原理

1) 发送表中不同工单消息,采用并行的方式进行发送。

2) 发送表中接收时间字段表示消息到达的顺序。

3) 不同类型的工单有不同的优先级,发送表中优先级表示此消息对应工单的优先级,发送消息时,除按接收时间排序外,优先级高的工单进行优先处理。

4) 发送锁表用于记录正在处理的工单标识,保证同一工单的消息按顺序处理,避免工单的重复使用。

2. 任务引擎工作原理

在工单池转发进行轮询发送表时,每个任务引擎包括1个分配任务线程和多个工作线程,如图4所示。

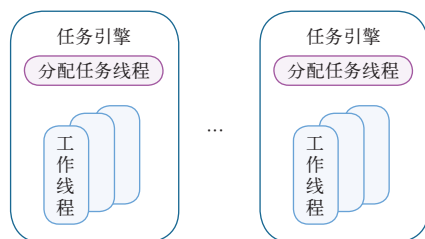


图4 工单池中任务引擎组成图

1) 分配任务线程是引擎的核心线程,负责周期从发送表中按一定规则取任务,并将任务放到队列中。线程池中运行的多个工作线程,从队列中取任务并进行运行。取任务的个数会根据空闲的任务运行器线程决定。

2) 引擎在运行时还将周期(可配)读取任务类型规则、任务分组规则,以在不重启的情况下改变它能运行的任务,达到分流负载的目的。

3) 任务在工作线程中运行时,整个过程都有监听和日志。通过配置添加自定义的监听器,添加个性化的提醒或处理。

4) 为任务配置异常重试信息,包括异常时是否重试、重试次数和重试时间间隔。通过调整次数和时间,以最大限度地保证任务成功运行。当负载过重时,启动多个引擎同时运行,均衡负载。

5) 集群中各节点通过同一个数据库进行通信,共同抓取任务并运行。各引擎取到任务后,在各自的线程池中并发运行。

6) 多个引擎在取任务时要进行并发控制,引擎要从数据库中取任务,要首先获取锁,获取成功后才能取任务。期间其他引擎不能取任务,直到锁被释放。

7) 为引擎配置类型、分组等规则,使其只运行某类任务或某个分组下的任务。

3. 轮询发送表-锁机制

如图5所示,分布式部署时多个任务引擎时,为防止同一个任务被多个引擎同时获取,引擎要先获得取任务的排他锁fetchLock才能取任务,取锁过程:

```
select lock_name from task_locks where lock_name = ? for update nowait
```

锁名称	任务锁
fetchLock	锁名称 VA32

图5 轮询发送表-锁机制

引擎获取锁后才能取任务,取任务后释放锁,这期间其他引擎都不能取任务。当某个引擎再取任务时,其他引擎的取任务操作将不做任何处理立即返回,并按策略休眠一定时间后再来取任务。Nowait保证引擎取任务冲突时能立即返回,从而减少连接的长时间占用。

4. 分配任务线程工作原理

首先,获取任务分配锁fetchLock;根据空闲线程数从发送表中获取不在发送锁表中的工单标识列表(DISTINCT),并按照优先级和接收时间排序;把工单标识列表插入到发送锁表中,同时设置锁定时间为当前时间;把工单标识列表交给工作线程处理;提交事务,释放任务分配锁。

5. 工作线程工作原理

根据工单标识按照接收时间排序从发送表中获取消息列表;循环消息列表,逐个完成发送消

息、变更状态及提交事务的处理工作；删除发送锁表中相关的工单标识记录。

6. 消息优先级处理机制

优先级是个整数，数值越大表示优先级越高；获取工单标识列表时首先按照优先级排序，再按照接收时间排序；为防止优先级低的消息总是得不到处理，引擎每隔10次轮询，就执行一次只按接收时间排序获取工单标识列表。

测试与运行结果

1. 压力测试

本测试采用黑盒测试（不针对代码进行测试）方法测试压力。通过利用自动化测试工具LoadRunner对工单池服务系统的抗压能力和系统潜在的bug进行性能测试。

1) 场景1查询待发送消息。设置初始并发请求数20；每30 s递增请求数20，至并发请求数100；保持最大请求持续5 min；每30 s递增减请求数20，至所有请求关闭。

2) 场景2查询待发送消息。设置初始并发请求数60；每30 s递增请求数60，至并发请求数300；保持最大请求持续5 min；每30 s递增减请求数60，至所有请求关闭。

3) 场景3接收工单信息。设置初始并发请求数20；每30 s递增请求数20，至并发请求数100；保持最大请求持续5 min；每30 s递增减请求数20，至所有请求关闭。

测试结果如下表所示。测试结果表明：三种场景平均响应时间短，请求成功率高达99.99%，CPU占用率低，占用内存资源很少，IO使用率仅

表 测试情况表

序号	场景	平均响应	平均请求	应用服务器			数据库服务器	
		时间/ms	成功率 (%)	CPU使用率 (%)	内存使用率	CPU使用率 (%)	内存使用率	I/O使用率/iops
1	场景1查询待发送消息	0.229	99.99	约5	变化甚微	约<1	变化甚微	变化甚微
2	场景2查询待发送消息	0.27	99.99	约6	变化甚微	约<1	变化甚微	变化甚微
3	场景3接收工单信息	0.544	99.99	约3	变化甚微	约1	变化甚微	约200

在接受工单信息重做日志切换时约为200 iops（省级电力营销系统的I/O使用率为2~4万范围），展现了良好的稳定性能。

2. 运行结果

自2014年3月21日~4月8日工单池运行正常，其中山西、天津、黑龙江、江苏、辽宁及重庆六省（市）共计接收咨询、投诉、举报和建议等异常业务工单1 268张，无重复工单，自动成功发送1 268张，发送成功率达100%。因此，通过工单池的应用，有效解决工单状态不一致、工单重复及等待时间长等问题，实现了自动、准确收发异常工单功能。

结束语

研究了工单池应用背景、整体架构及功能特点；结合实际项目的设计、开发和维护情况，详细阐述了工单池的设计原则和关键实现技术；展现了工单池在性能上的优越性以及测试与运行效果。通过工单池在国网客服中心的应用，有效解

决由于网络问题造成的工单状态不一致、工单重复等问题，保障了工单的顺利流转，为国家电网公司开展优质服务提供了强有力的技术支撑，对解决客服中心及其他类似系统的异常工单流转问题也有良好的借鉴意义。

参考文献

- [1] 闫枫. 基于工单的呼叫中心系统的研究及其应用[D]. 北京: 华北电力大学, 2008.
- [2] 翟飞. 工单管理系统的设计与实现[D]. 长春: 吉林大学, 2012.
- [3] 黄伟, 苏自峰, 俞雯静. 通过信息技术实现营业工单标准化管理[J]. 电力信息化, 2009(10).
- [4] 张洪. 电信企业故障工单管理系统设计与实现[D]. 成都: 电子科技大学, 2011.
- [5] 柳絮浩. 固网异常工单监控与管理[J]. 中国科技信息, 2013(9).

(收稿日期: 2014-11-12) EA