

仪器研制与开发

互联网服务标识解析映射缓存机制设计

李世强 王 霞 高增亮

(工业互联网创新中心(上海)有限公司, 上海浦东新区 201306)

摘 要 针对互联网服务标识解析映射缓存机制, 本文首先对缓存基础功能缓存存储结构、缓存替换等进行设计, 然后对缓存执行的注册、解注、查询、等进行详细设计, 最后通过搭建互联网服务标识解析映射原型, 对设计进行验证。结果表明, 提出的设计方案在互联网服务标识解析映射缓存系统中可实现应用, 且具有较短的时延, 验证了设计的可行性。

关键词 服务标识; 解析映射系统; 缓存机制

Design of Internet Service Identification Parsing mapping cache mechanism

Li Shiqiang; Wang Xia; Gao Zengliang

(Industrial Internet Innovation Center (Shanghai) Co., Ltd. Pudong New Area, Shanghai 201306, China)

Abstract Aiming at the cache mechanism of Internet service identity resolution mapping, this paper first designs the cache basic functions, cache storage structure, cache replacement and cache update strategy, and then designs the four processes of cache execution, including registration, annotation, query and update. Finally, the design is verified and implemented by building the prototype of Internet service identity resolution mapping. The application of the design scheme in the Internet service identity resolution mapping cache system verifies the feasibility of the design.

Key words service identification; resolution mapping system; caching mechanism

随着互联网的广泛应用, 网络设备的压力日益增大。为减小用户请求对网络设备的压力, 互联网服务标识解析映射的缓存尤为重要。在现有的系统中, 虽已实现了从服务标识到接入标识的映射, 但仍然存在一些问题, 比如由于用户的需求过大导致服务器负载过大, 出现网络拥堵的情况等。为此, 本文设计提出一套完整的缓存机制以完善该缓存系统。通过对系统的整体架构、服务标识注册、解注缓存进行了设计, 搭建了一个互联网服务标识解析映射原型系统, 并完成了对各模块的测试。

1 服务标识解析映射系统整体架构设计

服务标识解析映射系统包括缓存系统和解析映射系统, 因此对该系统整体架构的设计需要对缓存存储结构、缓存替换、缓存更新以及对缓存和解析两个系统的交互流程进行设计。缓存系统结构如图 1 所示。

收稿日期: 2020-7-23

基金项目: 本文系“上海市工业互联网研发与转化功能型平台”项目资金资助(项目编号: ZN2016020106)。

作者简介: 李世强(1984—), 男, 汉族, 陕西省榆林市, 本科, 高级工程师, 研究方向: 工业互联网领域标识解析、工业互联网平台、大数据分析等技术和系统开发。

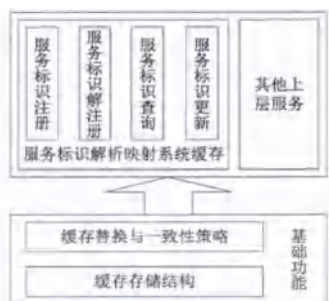


图1 缓存系统结构

Figure 1 cache system structure

为实现缓存存储速度最优化,将缓存数据存放于内存空间中是新型互联网存储数据的一种常见方法。但由于内存空间有限,因此对存储结构进行优化设计以减少内存冗余是十分必要的。此外,如果内存空间达到阈值,而新的数据需要进入,那么系统就会对数据进行选择和更新,因此需要对系统的缓存替换、更新进行设计。

缓存系统和解析映射系统每时每刻都需要进行信息和数据的交互,但由于其操作流程十分复杂,因此为保证系统稳定运行,必须对系统交互流程进行严格设计。

1.1 缓存存储结构

数据存储一般根据数据大小对应的 slab 寻找空闲的 chunk 存储。由于这种存储方式在查询数据时需要对数据进行逐一搜索,为了使搜索流程更为简便,以 Key-Value 的形式为所有数据建立了一张哈希表,具体如图 2 所示。

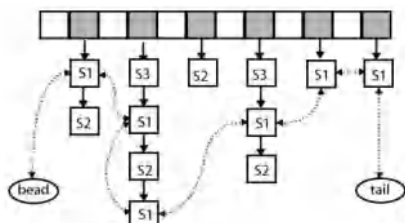


图2 哈希表

Figure 2 Hash Table

设 SID 的哈希值为 key 值,对应的映射信息为 value 值。由于哈希方法分类方式很多,本文以 key 的哈希值后 16 位和哈希掩码对数据进行分类,并将哈希值后 16 位相同键值对的数据放入 2^{16} 个不同的哈希表桶中。由于哈希表在数据搜索中仅作为查找索引的数据结构,因此表上的每个数据都同时存在于两

个链表中。如上图从 head 到 tail 的数据同属于一个 slab, 它们在实际内存存储中的位置在同一条 chunk 上。哈希表中,由于数据的哈希值后 16 位键值对和哈希掩码有所差异,因此可按一定标准将它们分布于不同的哈希桶中。新的数据进入系统,则会根据已定的哈希算法进入不同的哈希桶并位于最末位。如果需要查找数据,可根据数据 key 值相同而 value 值不同的特性,可以利用哈希算法找到对应的链表,通过对比链表中数据的 value 值快速找到该数据。

1.2 缓存替换策略

缓存替换策略即当系统内存达到阈值时,新数据进入存储空间需按一定策略对已有的数据进行缓存或删除。在缓存技术中,缓存替换策略具有重要的意义。在互联网服务标识解析过程中,由于每一个进入系统的数据都会形成缓存,因此它的数据变化范围较大且具有很高的访问频率。为更好的了解缓存替换策略,采用 LRU 替换算法对缓存替换策略进行研究。LRU 替换算法主要原理是删除替换最近最少使用的数据,其删除和查找数据的详细步骤如下:

向缓存池加入新数据 E, 此时缓存池达到阈值,如继续加入数据 F, 那么根据 LRU 算法,数据 A 将被删除。

当需要在缓存池中查找数据 C 时, C 成为最近使用过的数据,因此它排位会从链表的第三位转变为首位。

此时如果继续向缓存池加入数据 G, 那么 B 将成为最久未使用过的数据而被删除。G 也将加入到链表的首位。具体流程如图 3 所示。

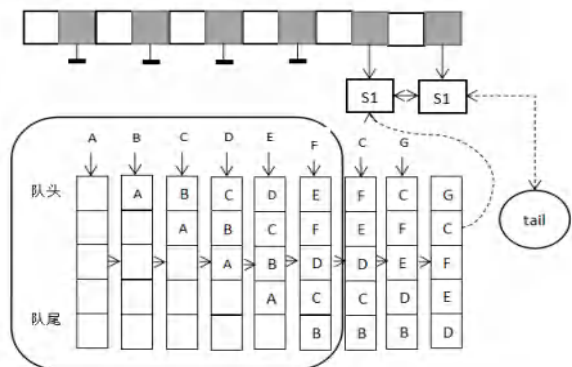


图3 LRU 算法流程

Figure 3 LRU algorithm flow

1.3 缓存一致性

过期的缓存映射信息会使用户在发送访问请求时,将请求发送到错误的目标。因此清除过期的映射缓存,对保证缓存一致性十分重要。现代映射缓存系统中,考虑到要节约数据消息和无效机制等产生的开销,系统大多采用租约机制满足缓存一致性的要求。因此,在本研究中,借助租约机制,在客户端与服务器之间建立一个缓存约定,在这个缓存约定中,用户通过客户端发送的请求是有效且不用查询机制进行验证的;当用户通过客户端发送的请求超过约定时间后,请求会被发送到服务器等待相应,客户端也会再为该请求更新一个租约时间。

2 缓存执行设计

服务标识解析映射系统中,服务标识的注册与解注是系统的重要组成部分,它可以不通过映射系统就能实现资源提供者对已注册信息的管理,因此进行详细的优化设计。

2.1 服务标识注册与解注流程

2.2.1 服务标识注册流程

当资源提供者提出注册请求时,请求被发送到缓存写入,并通过管理服务器回复资源提供者缓存写入情况。接着,管理服务器将注册请求信息发送到映射服务器,映射服务器将收到的注册请求写入数据库并回复管理服务器确认注册情况。确认注册请求后,映射服务器就注册的信息向缓存发送租约授权请求,缓存确认租约授权。最后,管理服务器发送确认注册信息给资源提供者,当资源提供者点击确认后,整个注册流程得以完成。服务标识的具体注册流程如图 4 所示。

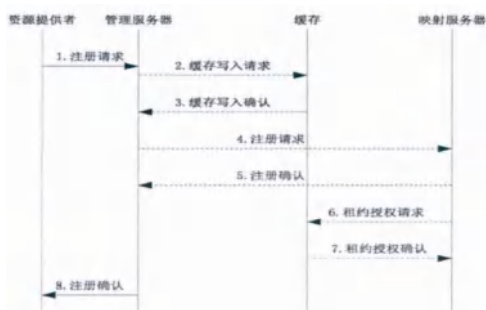


图 4 资源提供者服务标识注册流程

Fig. 4 service identification registration process

2.2.2 服务标识解注流程

服务标识解注即资源提供者为止某一信息的服务向管理服务器发送解注册请求的过程。当资源提供者发送解注请求时,管理服务器转发解注请求到映射服务器。映射服务器接到解注请求后,向缓存发送租约解除请求并等待缓存确认租约解除。缓存确认租约解除后,映射服务器向缓存请求删除缓存信息,缓存将缓存信息删除后反馈于映射服务器。最后,映射服务器向管理服务器发送解注确认,管理服务器向资源提供者发送解注确认,资源提供者确认解注后才完成整个解注流程。

2.3 服务标识查询设计

在服务标识解析映射系统中,资源使用者通过服务标识查询对信息进行查找。当资源使用者需要查询缓存信息时,缓存中的信息决定了查询请求能否被发送到映射服务器。当需要查询资源时,资源使用者将查询请求发送到管理服务器并等待确认。缓存在确认缓存读取后,向映射服务器发送缓存验证请求并等待映射服务器等待缓存验证确认。映射服务器将确认缓存验证信息看反馈给缓存,然后缓存向管理服务器发送缓存读取确认。若在缓存中未能查询到该数据,管理服务器将会发送请求到映射服务器。接着,映射服务器将查询确认信息发送至管理服务器,并向缓存发送租约授权消息等待租约确认。缓存向映射服务器回复租约确认信息,同时管理服务器向资源使用者发送查询确认。

2.4 服务标识更新缓存设计

服务标识更新指资源提供者向已经注册到映射服务标识的信息申请修改,其在服务标识解析映射系统中是十分重要的部分。本研究提出的服务标识更新缓存流程为:当资源提供者向管理服务器发送更新请求后,管理服务器将收到的请求转发给映射服务器并等待更新完成,映射服务器接收到确认信息对数据进行修改,并回复给缓存租约更新消息。随后,缓存会回复映射服务器租约更新确认信息并产生一个新的租约时间。最后,映射服务器将更新确认信息发送至管理服务器,管理服务器转发更新确认信息给资源提供者等待确认。

3 系统实现

3.1 缓存读取子模块

缓存读取子模块在缓存系统中的应用十分广泛,无论是在服务标识注册与解注中,还是在服务标识的查询和更新中,都需要多次调用该模块,因此该模块是整个缓存系统中一个重要的功能模块。在服务标识注册、解注、查询和更新时都需要多次调用该模块。具体执行流程如图 5 所示。

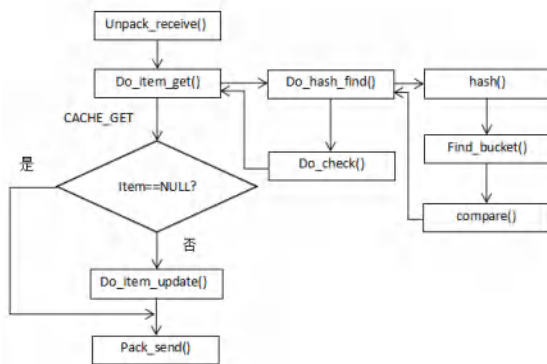


图 5 缓存读取子模块执行流程

Fig.5 cache read submodule execution flow

3.2 缓存写入子模块

在系统的服务标识的注册和查询等过程中,需要多次调用缓存写入子模块。具体执行过程如图 6 所示。

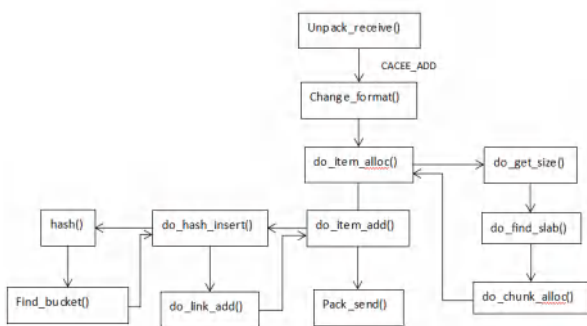


图 6 缓存写入子模块执行流程

Fig. 6 cache write submodule execution flow

3.3 租约维护子模块

租约维护模块是映射服务器模块中的一个子模块,所有的租约操作包括租约授权、解除和更新都由映射服务器发起。该模块的执行流程如图 7 所示:

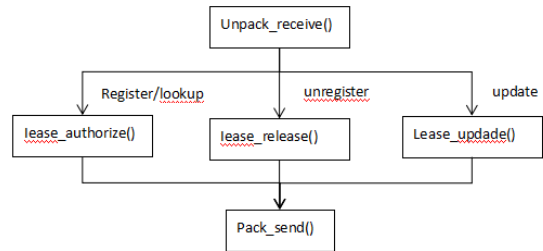


图 7 租约维护子模块执行流程图

Fig.7 lease maintenance submodule execution flowchart

4 测试与分析

4.1 测试环境搭建

互联网服务标识解析映射系统主要包括资源提供者、资源使用者、管理服务器、映射服务器。因此,搭建的测试环境如图 8 所示。

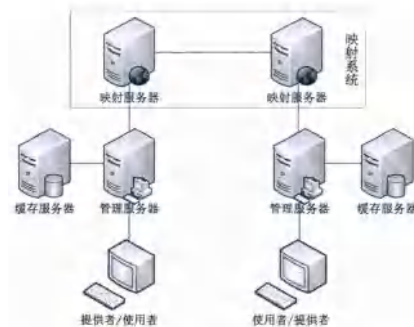


图 8 互联网服务标识解析映射系统的缓存机制测试环境

Figure 8 Internet service identity parsing mapping system caching mechanism test environment

4.2 服务标识注册功能测试

服务标识注册功能的缓存模块与映射服务器模块都可各自写入用户的注册信息,两者属于同等地位。当管理服务器收到用户注册信息时,会分别将信息发送给缓存和映射服务器。缓存和映射服务器收到信息后完成各自写入。缓存模块的注册执行结果和映射服务器的注册执行结果分别如图 9 和图 10 所示。

```

len:19
Name-type:Cache-ADD
len:29
Name-type:1j2s314t5y617p/v1c/tankwar/v1
len:9
Name-type:42-83-8-1
len:7
Name-type:Default
len:6
Name-type:abcdef
len:7
Name-type:Default
ret - 2
  
```

图 9 缓存模块注册执行结果

Figure 9 CACHING module registration execution result

```
show tables ok.  
sid-info table found  
insert aid-info table  
db add finished. sid:1j2s314t5y617p/v1c/tankwar/v1  
register succeed! success state:DB-OK
```

图 10 映射服务器模块注册执行结果

Figure 10 map server module registration execution result

4.3 查询功能测试

本文采用了三台服务器对映射服务器查询功能的测试,得到查询耗费的时间,具体查询时延统计如图 11 所示。

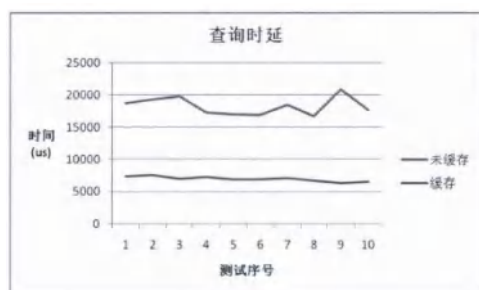


图 11 查询时延

Fig.11 query delay

由图可知,加入缓存机制的查询时延普遍较低且稳定在 5000-10000us 之间,而未加入缓存机制的查询时延波动较大,集中在 15000-20000us 之间。

5 结语

互联网服务标识解析映射缓存机制关系到信息的写入速度和读取速度,因此对互联网服务标识解析映射缓存机制的设计研究有助于完善的互联网服务标识解析映射系统。本文重点阐述了互联网服务标识

解析映射系统缓存存储结构、缓存替换策略、缓存一致性策略的设计与实现过程,并对互联网服务标识解析映射系统的服务标识注册与解注缓存进行设计。最后,本文通过搭建互联网服务标识解析映射原型系统,完成了对各模块的测试。测试结果表明,本文对互联网标识解析映射机制的设计达到了预期目标,该设计切实有效。

参考资料

- [1] 费海平,林荣来.基于标识解析的中小型企业供应链新模式应用[J].信息通信技术与政策,2020(06):55-61.
- [2] 冯博昊,周华春.移动边缘计算场景下网络服务灵活适配的解决方案[J].电信科学,2019,35(03):18-24.
- [3] 孙鹏,史天运.铁路物联网标识解析体系研究[J].中国铁路,2019(06):59-65.
- [4] 马永敬,刘明周,文勃,等.物联网环境下机械产品装配过程多源信息感知与交互标准[J].中国机械工程,2016,27(23):3176-3183.
- [5] 罗志勇,王青青,王晴.无线传感器网络标识解析的系统设计[J].计算机工程与科学,2014,36(01):51-56.
- [6] 蔡玥.标识网络映射封装机制的研究与设计[D].北京交通大学,2019.
- [7] 费海平,林荣来.基于标识解析的中小型企业供应链新模式应用[J].信息通信技术与政策,2020(06):55-61.
- [8] 冯博昊,周华春.移动边缘计算场景下网络服务灵活适配的解决方案[J].电信科学,2019,35(03):18-24.
- [9] 孙鹏,史天运.铁路物联网标识解析体系研究[J].中国铁路,2019(06):59-65.
- [10] 马永敬,刘明周,文勃,等.物联网环境下机械产品装配过程多源信息感知与交互标准[J].中国机械工程,2016,27(23):3176-3183.