

文章编号:1001-9081(2009)09-2439-03

SOAP 在实时 Web 服务中的性能评估与改进

邓铁山^{1,2}, 王晓东^{1,2}, 赵向辉^{1,2}, 简小鹏³, 卢彦如⁴

(1. 中国科学院成都计算机应用研究所, 成都 610041; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049;
3. 中国石油塔里木油田分公司, 新疆 库尔勒 100049; 4. 河南中烟工业公司 郑州卷烟厂, 郑州 450016)
(dts8848@126.com)

摘要:简单对象访问协议(SOAP)具有可扩展性、灵活性及可描述性的特点,但是具备这些特点都是以牺牲性能为代价的。因此,通过实验,将 SOAP 与其他当前广泛应用的协议进行对比,得出 SOAP 的性能存在的不足以及应用在实时响应能力较高的 Web 服务中可能存在性能瓶颈。为了使 SOAP 在实时 Web 服务中使用,从 XML 文件的压缩方式、数据的编解码方式及数据的封装格式等方面进行了改进,实验得出改进后的 SOAP 更适合在实时 Web 服务中使用。

关键词:简单对象访问协议; Web 服务; 编码; 解码; 金融信息交换协议
中图分类号: TP393 **文献标志码:** A

Evaluation and improvement of SOAP performance for real-time Web service

DENG Tie-shan^{1,2}, WANG Xiao-dong^{1,2}, ZHAO Xiang-hui^{1,2}, JIAN Xiao-peng³, LU Yan-ru⁴

(1. Chengdu Institute of Computer Application, Chinese Academy of Sciences, Chengdu Sichuan 610041, China;
2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;
3. Petro China Tarim Oilfield Company, Korla Xinjiang 841000, China;
4. Zhengzhou Tobacco, China Tobacco Henan Industrial Corporation, Zhengzhou Henan 450016, China)

Abstract: Simple Object Access Protocol (SOAP) is characterized with extensibility, flexibility and descriptiveness; however, these characteristics are maintained at its performance. Therefore, the authors compared SOAP with other widely used protocols through experiments and found out the performance deficiency in SOAP and when being used in highly real-time Web service it may cause performance bottleneck. In order to make use of SOAP in real-time, the authors did an improvement in XML compression, data encoding and decoding, data encapsulation and so on. Experimental results show that the improved SOAP is more suitable for real-time Web services.

Key words: Simple Object Access Protocol (SOAP); Web service; encode; decode; Financial Information Exchange (FIX) protocol

0 引言

Web 2.0 是用以描述下一代 Web 应用的开发平台,近年来,随着计算机领域的推广,作为与 Web 2.0 密切相关的 Web service 技术在开发中越来越受到开发者的青睐。当前,很多大型的公司都把自己的核心业务功能通过 Web 服务的形式向公众提供,典型的有 Google 公司提供的基于其搜索引擎功能的 Web service; 中央气象局提供的获得天气信息的 Web service; 证券公司提供的获得实时交易数据的 Web service 等, Web 服务均能在不同的开发语言、开发环境中使用。简单对象访问协议(Simple Object Access Protocol, SOAP)是 Web service 的传输协议,文献[1]研究表明,由于 SOAP 自身的特点导致其在所传输数据的封装、编码、解码方面存在严重的性能问题,这些问题主要表现在将浮点数转化为相应的 ASCII 表示、将 ASCII 表示转化为相应的数据及从缓存中读写转化后的数据,这些过程占据了整个通信过程大概 90% 的时间。SOAP 是一个基于 XML 文本格式的协议,XML 虽然可读性比较好,但是比起以二进制实现的协议需要更多的带宽、更大的

存储能力和更强的处理能力^[2]。因此,对于要求实时性较高的 Web 服务,如股票交易的 Web 服务及提供搜索服务的 Web 服务,均不适合应用现有的 SOAP。本文将通过 SOAP 与金融信息交换协议(Financial Information Exchange, FIX)的性能对比,找出 SOAP 的不足,然后从 SOAP 的编解码方面进行改进,从而提高 SOAP 的整体性能,使其适用于实时响应能力要求较高的 Web 服务中。

1 SOAP 与 FIX 协议性能比较

1.1 SOAP 简介

SOAP 是一种轻量的、简单的、基于扩展的标记语言(eXtensible Markup Language, XML)的协议,SOAP 可以和现存的许多因特网协议和格式结合使用,包括超文本传输协议(Hyper Text Transfer Protocol, HTTP)、简单邮件传输协议(Simple Mail Transfer Protocol, SMTP)、多功能因特网邮件扩充服务(Multipurpose Internet Mail Extensions, MIME)等^[3],它还支持从消息系统到远程过程调用等大量的应用程序^[4], SOAP 消息的格式如下:

收稿日期:2009-03-14;修回日期:2009-04-23。 基金项目:四川省科技支撑计划项目(2008SZ0100)。

作者简介:邓铁山(1985-),男,江西九江人,硕士研究生,主要研究方向:计算机网络; 王晓东(1973-),男,四川成都人,副研究员,主要研究方向:计算机网络; 赵向辉(1982-),男,河南长葛人,博士研究生,CCF 会员,主要研究方向:机器学习、数据挖掘、模式识别; 简小鹏(1980-),男,新疆库尔勒人,工程师,主要研究方向:网络信息技术在石油工业中的应用; 卢彦如(1972-),女,河南郑州人,硕士研究生,主要研究方向:网络信息系统、烟草行业 CIMS 应用、软件工程。

```

SOAP 标头
< SOAP-ENV: Envelope
Attributes >
< SOAP-ENV: Body
Attributes >
</SOAP-ENV: Body >
</SOAP-ENV: Envelope >

```

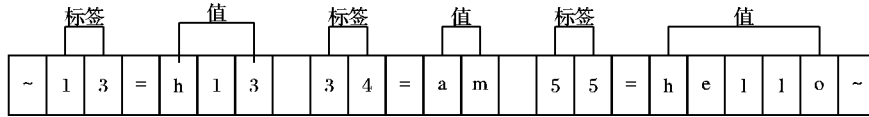


图 1 FIX 消息片断

1.3 实验设计与分析

本实验主要验证 SOAP 与 FIX 协议在对 Java 常用数据类型(浮点、字符串、Java 内部类型等)编解码时的性能差别。文献[6]详细阐述了表述相同信息时 SOAP 格式消息与 FIX 格式消息的大小比为 3.5 ~ 4.5:1^[6],所以只要网络带宽一定,通过网络传递两种协议消息的时间比是一定的,因此本实验主要测试两种协议的编解码时间。

基于上面所表述的原因,实验的客户端和服务端都设在同一台机器上,机器的硬件配置:CPU 为 Intel Core(TM)2 Duo T5750 2.00 GHz,内存为 2 GB。软件配置:Windows XP, JDK 6.0, Tomcat 5.5, myeclipse 6.0, XFire 插件。

测试 SOAP 消息的编解码时间主要是通过设计一个 Web 服务,然后在客户端访问 Web 服务,从而得到 SOAP 通信所需的时间。因为客户端及服务端在同一台机器上,因此网络传输的时间几乎可以忽略,剩下的就是 SOAP 消息的编码及解码时间。而测试 FIX 消息的编解码时间则主要通过文献[6]中介绍的方法,试验实现语言选用的是 Java。

如图 2 所示, FIX 协议和 SOAP 分别传输相同的数据得出的排除网络干扰后的编解码时间,这里传输的数据采用二维浮点数组,大小分别为 1 × 1、8 × 8、16 × 16、32 × 32、64 × 64、128 × 128、256 × 256 及 512 × 512。从图中可以很清楚地得知, FIX 协议在处理所传输信息的编解码方面比 SOAP 更快,而且随着传输数据量及数据类型个数的增大, SOAP 所需要的时间的增幅远远超过 FIX 协议。

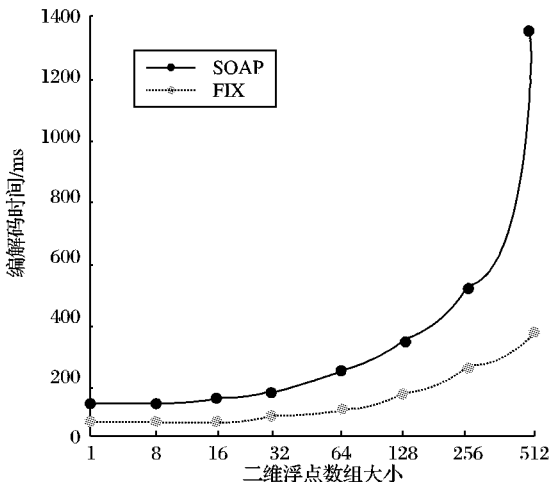


图 2 排除网络干扰的编解码时间

1.4 性能比较总结

SOAP 具备很多其他协议不具备的优点,但是这些优点都是以牺牲性能为代价的。对于实时响应能力要求较高的 Web 服务,比如说 Google 公司提供的基于搜索引擎功能的 Web 服务及证券公司提供的获得证券交易数据的 Web 服务,

1.2 FIX 协议简介

FIX 协议是适用于实时证券、金融电子交易开发的数据通信标准^[5]。FIX 消息和 SOAP 消息一样都是基于文本的, FIX 消息由一系列的标签-值对组成,标签-值对与标签-值对之间由一个特定的分隔符隔开,标签由数字字符构成而值可由其他类型混合而成,图 1 显示了一个 FIX 消息的片断。

是没法容忍我们上面得到的响应时间的,因此我们可以很容易得出结论:SOAP 在实时响应能力较高的 Web 服务中存在性能瓶颈,本文将就如何改进 SOAP 性能进行论述。

2 SOAP 的性能改进方法

2.1 语言选择

SOAP 主要应用于 Web 服务中,而当前能够实现 Web 服务的主流语言主要有 Java, Perl 等,这些语言均能实现 Web 服务的构建及发布,这里我们主要考虑 Java 和 Perl 中 SOAP 的性能问题。文献[7]通过实验比较了这两种程序语言在分布式环境中使用 SOAP 的性能^[7],实验表明,在建立通信连接方面 Perl 有 Java 无法比拟的优点,而在建立通信连接后需要对大量的数据进行处理,则 Java 应该是首选。所以对于程序开发者而言,可以根据所开发应用程序的实际需求选择相应的程序开发语言,这样能够大幅度地提高 SOAP 在通信过程中的性能。

2.2 结合其他应用层协议

SOAP 被设计成在 Web 上交换结构化的和固化的信息,它可以和现存的许多 Internet 协议和格式结合使用,包括 HTTP,SMTP,MIME 等,当前用得最多的是 SOAP 结合 HTTP 使用。此外,SOAP 还支持从消息系统到远程过程调用等大量的应用程序。

SMTP 和 MIME 是当前比较流行的传输带附件邮件的协议。标准的 SOAP 协议,也就是当前在 Web 服务中广泛使用的协议,表示 Web 服务中以 XML 格式表示的调用参数。由于 XML 的低效性,现在大家都普遍认同在调用 Web 服务时,如果以基于 XML 的 SOAP 协议传输大容量的数据将会承受严重的性能代价,因此,当前比较好的解决方式是结合 SMTP 或 MIME,将需要传输的大容量数据以邮件附件的形式在网上传输,这样可以在很大程度上提高 SOAP 的性能。典型的应用 MIME 协议并且带附件的 SOAP 消息的格式如下^[8]:

```

Content-Type: multipart/related
type = "text/xml"
start = "< main >"
boundary = "----- = Part_MIME"
...
----- = Part_MIME
Content-Type: text/xml; charset = UTF-8
Content-Transfer-Encoding: binary
Content-id = < main >
<?xml version = "1.0" encoding = "UTF-8"? >
< soapenv: Envelop ... >
...
< in0 href = "cid: attachment"/ >
...
</soapenv: Envelope >

```

```

----- = Part_MIME
Content-Type: application/octet-stream
Content-Transfer-Encoding: binary
Content-id = < attachment >
...

```

上面的格式我们很容易地看到整个格式分成了三个部分,每一部分以字符串“----- = Part_MIME”(相当于分隔符)分开,每一部分的 Content-Type 和 Content-Transfer-Encoding 表示该部分的类型和编码方式,Content-id 唯一代表了该部分,其他部分可以根据 Content-id 来调用。从格式中我们可以很容易的看到只需要在 SOAP 封装中引用附件部分的 Content-id,就可以调用附件内容,因此,在发送端可以通过 MIME 协议来传输附件部分的内容,在接收端可以根据 Content-id 来获得附件的内容。

2.3 数据编解码

数据编解码是 SOAP 通信中代价最高的一步操作,对 SOAP 消息进行区分编码是当前比较好的一种解决方案,SOAP 消息区分编码的主要思想^[9]:在发送 SOAP 请求的一端保存此次请求信息的一个拷贝,当下次从同一发送端调用同一 Web 服务时,保存的信息拷贝就可以当作新发送信息的一个模板,这样就会极大地降低从头开始编码的时间,如果发送的是完全相同的信息,将会把 SOAP 性能提高到 100%,如果发送的信息有所改变,仅仅是重用保存信息的结构也会提高 17% 的性能。运用区分编码时,SOAP 性能将随发送端保存信息的重用率的升高而提高。

当前有很多学者根据区分编码的思想,提出了效率更高的算法,典型的有偷盗算法^[10],该算法极大地缩短了 SOAP 在通信过程的编解码开销。

2.4 文本压缩

2.4.1 压缩方式概述

SOAP 是基于 XML 文档格式的协议,与前面介绍的拥有简单消息格式的 FIX 协议相比,当表示相同信息时,通过 SOAP 协议传输的数据量要比 FIX 协议大很多。因此,可以通过压缩 SOAP 中的 XML 文档内容来改进 SOAP 的性能。当前,可以用来对 XML 文档进行压缩的算法主要有 Gzip, XMill^[11], Millau 及 XDrill^[12]等,文献[11]研究表明 GZip 能够压缩原数据到其大小的 40% 左右、而 XMill 能够压缩到 50% 左右,虽然这两种压缩效果比较好,但是压缩与解压缩所花的处理器时间也相对较多,与没有压缩前的 SOAP 相比,没能提高多少性能。因此,要想通过压缩文档来大幅度提高 SOAP 性能,可以借助压缩算法 XDrill,它通过对 XML 文档树进行划分来挖掘文档内部以及文档间的冗余信息,得到了良好的压缩效果。尽管 XDrill 在压缩单个文档的性能上与 XMill 接近,但是对文档集合的压缩效果明显优于 XMill 压缩方法。同时,相比已有的 XML 压缩算法,XDrill 支持增量式存储,并可以降低更新操作的系统开销。本文下面将通过一个实验来测试 SOAP 改进前与改进后的性能,主要是对没有通过压缩技术改进的 SOAP(Pure-SOAP)、通过 XMill 压缩方式改进的 SOAP(XMill-SOAP)及通过 XDrill 压缩方式改进的 SOAP(XDrill-SOAP)进行性能测试。

2.4.2 实验设计

首先,在服务器端建立一个 Web service 工程,然后通过开发 Web 服务的插件 Axis,创建并且发布一个 Web 服务。Axis TCP Monitor 是一款专业的 SOAP 消息监听软件,它能够针对某个端口进行监听,接收该端口收到的所有 SOAP 消息,然后将该消息转发到本地网络服务器的端口(这里用的是 8080 端口),然后 Web 服务的执行结果会由 8080 端口传回到

TCP Monitor 所监听的端口。因此,对该监听软件进行一个小的改进:在客户端的 TCP Monitor,当其接收到 SOAP 消息时,对 SOAP 消息的内容通过相应的压缩算法进行压缩,然后传到服务器端对应的 TCP Monitor 中,服务器端的监听程序对接收到的 SOAP 消息进行相应的解压缩操作,再将 SOAP 消息传给 Web 服务。客户端一次 Web 请求的过程如图 3 所示。

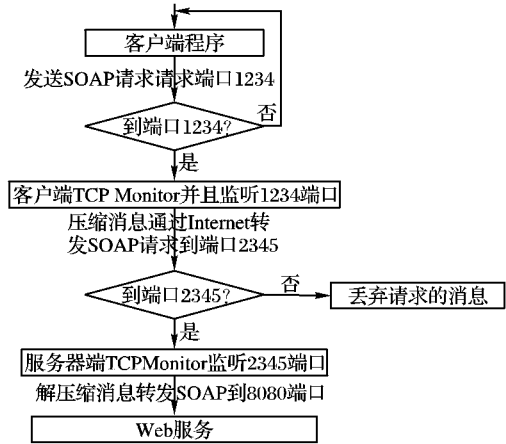


图 3 客户端的一次 Web 请求过程

2.4.3 实验结果与分析

在这个实验中,客户端与服务器同在 100 Mbps 的局域网内,具体测试 Pure-SOAP, XMill-SOAP 及 XDrill-SOAP 三种协议在传输不同数据块大小时的响应时间(从客户端发送请求到客户端收到服务器发来的响应消息为止的时间)。具体的测试结果如表 1 所示。

表 1 压缩前与压缩后协议响应时间对比

| 数据块大小/B | 协议 | | |
|---------|--------------|---------------|----------------|
| | Pure-SOAP/ms | XMill-SOAP/ms | XDrill-SOAP/ms |
| 33 | 68 | 56 | 48 |
| 3 254 | 172 | 147 | 91 |
| 16 242 | 375 | 287 | 196 |
| 32 467 | 1 453 | 925 | 587 |

从表 1 可以很明显地看出,对 SOAP 消息进行压缩处理可以提高 SOAP 的性能,压缩算法 XDrill 在对 XML 数据压缩方面有 XMill 无法比拟的优点。

2.4.4 XDrill-SOAP 与 FIX 协议比较

前面章节做了 Pure-SOAP 与 FIX 协议的性能比较,现在再来看看改进后的 SOAP 协议 XDrill-SOAP 与 FIX 协议的性能比较,这里借助表 1 用到的数据块及文中第 1 章介绍的测试 FIX 协议性能的程序,得到表 2。

表 2 FIX 协议与 XDrill-SOAP 响应时间对比

| 数据块大小/B | 协议 | |
|---------|-----------|----------------|
| | FIX 协议/ms | XDrill-SOAP/ms |
| 33 | 41 | 48 |
| 3 254 | 78 | 91 |
| 16 242 | 162 | 196 |
| 32 467 | 385 | 587 |

从表 2 中可以看出改进后的 SOAP 协议的性能已经很接近 FIX 协议。

3 结语

本文首先通过 SOAP 与 FIX 协议对比,说明 SOAP 性能的不足之处,结合实时 Web 服务的性能需求,分析出 SOAP 用 (下转第 2445 页)

的概率,系统设定插播广告时间和实际插播时间的误差,插播广告和用户视频播放两种情况下的内存利用率。

采用独立分配内存池技术的系统,要求为广告视频和用户视频分配独立的内存池。此时为广告视频分配内存 1.75 MB,为用户视频分配内存池 20 MB,即共分配内存 21.75 MB。系统实验后得到的数据如表 3 所示。

表 3 采用独立分配内存池技术的插播广告性能参数

| 参数 | 值 |
|-------------|--------|
| 插播广告次数 | 57 |
| 发生抖动概率 | 0.102 |
| 平均插播时间的误差 | 2.01 s |
| 播放广告时内存利用率 | 6.80% |
| 播放用户视频内存利用率 | 91.9% |

采用共享内存池共享技术为用户视频和广告视频开辟共同的 20 MB 大小的内存池,用该技术实现的系统做同样的实验得到的数据如表 4 所示。

表 4 采用动态共享内存池技术的插播广告性能参数

| 参数 | 值 |
|-------------|--------|
| 插播广告次数 | 57 |
| 发生抖动概率 | 0.07 |
| 平均插播时间的误差 | 1.39 s |
| 播放广告时内存利用率 | 15.3% |
| 播放用户视频内存利用率 | 97.81% |

通过上面的实验数据对比,又因为一般的广告视频远小于用户观看的视频,所以 2.3.1 节实现的动态共享内存池技术不仅能够有效地降低内存的消耗,而且显著提高视频播放时的内存利用率。因此利用表 2 所示的维护内存池的结构体能够在共享内存池中高效地读写不同类型视频数据,更流畅

地实现用户视频和广告视频的切换,即实现无缝插播。同时因为从缓冲文件和内存交换数据消耗时间非常小,远小于网络传输,也使得用户和广告视频的播放时间计算得更为精确,定时定点插入定长的指定类型的广告的效果更好。

4 结语

本文提出的 P2P 流媒体播放系统中插播广告的实现技术主要有三个特点:1)用户视频和广告视频之间的切换更流畅,更好地实现无缝插播;2)不增加系统运行时所消耗的内存的情况下能提高内存利用率;3)更精确地实现定时定点插入定长的指定类型的广告。

浙江兰创通信有限公司的 P2P 流媒体播放系统在运营中性能稳定,用户人数有明显增加。观看视频的用户和发布广告的公司反馈信息也说明,该技术能够流畅地实现广告视频插播,同时发布广告的公司客户量的增加也验证了该实现技术的正确性和拥有的商业价值。

参考文献:

- [1] 崔翔, 李小林, 赵善明. P2P 在流媒体技术中的应用[J]. 才智, 2008(05): 14-16.
- [2] 曹建清. 网络多媒体播放终端及其在大型连锁超市中的应用[J]. 商业现代化, 2007(17): 44-46.
- [3] 戴忠, 杨戈, 廖建新, 等. 基于自然数分段的流媒体主动预取算法[J]. 通信学报, 2008, 29(3): 99-103.
- [4] GAO WEN, HUO LONG-SHE, FU QIANG. Recent advances in peer-to-peer media streaming systems [J]. China Communications, 2006(11): 52-57.
- [5] 余翔涛, 殷丽华. 动态共享内存缓冲池技术[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2004, 36(3): 80-83.
- [6] 张文, 赵子铭, 杨天路, 等. P2P 网络技术原理与 C++ 开发案例[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2008.
- [7] EGGEN R, AHUJA S, ELLIOTT P, et al. Efficiency considerations between common Web applications using the SOAP protocol [C]// Proceedings of the 3rd IASTED International Conference. Innsbruck: [s. n.], 2004: 461-465.
- [8] YING YING, HUANG YAN, WALKER D W. A performance evaluation of using SOAP with attachments for E-science [C]// Proceedings of the UK E-Science All Hands Meeting. Nottingham: [s. n.], 2005: 796-03.
- [9] ABU-GHAZALEH N, LEWIS M J, GOVINDARAJU M. Differential serialization for optimized SOAP performance [C]// Proceedings of the 13th IEEE International Symposium on High Performance Distributed Computing. Honolulu, Hawaii: [s. n.], 2004: 185-192.
- [10] ABU-GHAZALEH N, LEWIS M J, GOVINDARAJU M. Performance of dynamically resizing message fields for differential serialization of SOAP messages [C]// Proceedings of the 6th IEEE International Symposium on Web Site Evolution. London: [s. n.], 2004: 71-80.
- [11] KANGASHARJU J, TARKOMA S, RAATIKAINEN K. Comparing SOAP performance for various encoding, protocols and connections [M]// Personal Wireless Communications. Berlin: Springer-Verlag, 2003: 397-406.
- [12] 耿志华, 王晓玲, 周傲英. XDrill: 基于文件差异的 XML 文档压缩算法[J]. 计算机研究与发展, 2007, 44(23): 379-385.

(上接第 2441 页)

于实时 Web 服务中可能存在性能瓶颈。然后结合 SOAP 的不足之处,介绍了四种改进 SOAP 性能的方式,重点介绍了 SOAP 消息通过压缩来改进性能的方式,实验证明这几种性能改进方式均能够在一定程度上提高 SOAP 的性能。这些实验存在的不足是:所有的实验都在网络带宽足够大的情况下进行,没有考虑到网络负载很大的情况下的实验结果。下一步我们将继续完善实验,将改进后的 SOAP 用于实时 Web 服务中进行性能测试。

参考文献:

- [1] NG A, GREENFIELD P, CHEN S. A study of the impact of compression and binary encoding on SOAP performance [C]// Proceedings of the 6th Australasian Workshop on Software and System Architectures. Brisbane: [s. n.], 2005: 46-56.
- [2] SEVERSON E, FIFE L. XML compression: Optimizing performance of XML applications [EB/OL]. [2009-01-15]. <http://www.flatironssolutions.com/LiteratureRetrieve.aspx?ID=29571>.
- [3] ENGLANDER R. Java and SOAP [M]. New York: O'Reilly & Associates Inc, 2002.
- [4] 张文斌, 陈恩红. 基于 SOAP 协议实现系统互联[J]. 计算机应用, 2002, 22(5): 54-55.
- [5] 邓少灵. 金融信息交换协议 FIX[J]. 计算机应用研究, 2002, 19(12): 8-9, 13.
- [6] KOHLHOFF C, STEELE R. Evaluating SOAP for high performance business application: Real-time trading systems [EB/OL]. [2009-