

基于参考网的 Web 服务组合模型

陈 红

(中国科学院 成都计算机应用研究所, 四川 成都 610041)

(chhong_33@hotmail.com)

摘 要:为了确保组合 Web 服务执行的可靠性,提出了基于 Reference nets 的 Web 服务组合方法。精确描述了 Web 服务的形式化语义,使用该方法对组合 Web 服务控制流的八种基本结构建立模型,并给出了建模步骤。结合应用实例使用 Renew2.0.1 建立组合服务模型并进行仿真,进一步验证了该方法的有效性。

关键词:Web 服务;参考网;Web 服务组合

中图分类号:TP393 **文献标识码:**A

Reference nets-based model for Web service composition

CHEN Hong

(Chengdu Institute of Computer Application, Chinese Academy of Sciences, Chengdu Sichuan 610041, China)

Abstract: In order to support the reliability of Web service composition, the modeling technique for Web service composition based on reference nets was proposed. And the formal semantics of service composition could be described accurately. With this technique, the models of eight basic constructs were built which were in the control flow of Web service composition. Besides, the modeling steps were given. The model of Web service composition was built and simulated using Renew 2.0.1 and the validity of this technique was verified furthermore.

Key words: Web services; reference nets; Web service composition

0 引言

Web 服务是分布式、可重复使用的应用程序组件,采用 SOAP、WSDL 和 UDDI 等基于 XML 的标准和协议来实现服务的发布、查找和绑定。由于现实中的应用一般都非常复杂,为了分散和简化应用逻辑,提高服务可重用性,而且单个 Web 服务不可能做得非常复杂,因此现实中复杂服务的应用需要组合多个简单的 Web 服务。Web 服务组合是指为了特定的业务目标将多个独立自治的 Web 服务(称为基本服务)按照其语义及逻辑关系“拼装”起来,以实现高层次的功能聚合(称为组合服务)。

目前 Web 服务组合的主要工具 BPEL4WS 并不提供形式化的建模与分析手段,而采用 PetriNet 为 Web 服务业务流建模可使模型更加直观,便于性能分析,确保组合 Web 服务控制流的可靠性。然而,采用一般 PetriNet 描述 Web 服务控制流的基本结构^[1]不能精确表达 Web 服务的消息通信等语义,而且容易造成控制流描述的粒度过大;面向对象 PetriNet 建模允许 PetriNet 实例作为托肯对象,对象之间通过消息传递集成到一起形成组合 Web 服务。本文提出了基于参考网(Reference nets)的组合 Web 服务建模,用 Reference nets 来描述 Web 服务控制流中的基本结构,克服了使用一般 PetriNet 建模存在的问题。Reference nets 本身是 Java 对象,基本服务可以作为 Reference nets 中的托肯,实现了跨平台性和面向对象建模;通过动态创建基本服务以及使用同步通道在基本服务之间通信,扩展了面向对象 PetriNet 的功能。

1 参考网

参考网是一种高级 Petri 网,并引入了网中网的概念。它允许动态创建网络实例,在一个系统网中可以包含多个对象网作为托肯,以及使用同步通道实现动态变迁的同步化,极大地丰富了着色 Petri 网的内容。同时参考网与 Java 语言集成,使用 Java 作为标记语言,还可以直接调用外部 Java 类的方法,便于表达复杂的判断和计算步骤。

在业务流程建模当中,通常需要对复杂业务协作之间的交互顺序进行建模,明确业务流程的控制流、数据流和信息交换。可以将复杂的业务协作定义为一个新的组合 Web 服务,根据特定的应用背景和需求对已有的基本服务进行合理的组合,提高了基本服务的重用性。参考网提供了强大的建模机制来表达系统的不同抽象层次。我们使用 RENEW2.0.1 仿真器来构建和执行 Web 服务参考网模型。

定义 1 Web 服务参考网。一个 Web 服务参考网是六元组 $WSN = (P, T, F, i, o, l)$, 其中:

- (1) $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$ 是库所(place)的有限集合;
- (2) $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ 是变迁(transition)的有限集合;
- (3) $F \subseteq (P \times T) \cup (T \times P)$ 是有向弧的集合(流关系);
- (4) i 是输入库所, $\cdot i = \{x \in P \cup T \mid (x, i) \in F\} = \emptyset$;
- (5) o 是输出库所, $o \cdot = \{x \in P \cup T \mid (o, x) \in F\} = \emptyset$;
- (6) $l: T \rightarrow A \cup \{s\}$ 是标记函数, A 代表操作集合, $s \notin A$ 代表同步通道标记。

在 Reference Nets 中,同步通道用于不同网络实例之间的信息交换。通道的调用具有方向性,可传递参数表达式,并且

隐藏了同步固有的复杂性,比消息传递表达模型的能力更强。

通道的调用方叫做向下链接(downlink),标记为 $net:channel(expr1,expr2,\dots)$;被调用方叫做向上链接(uplink),标记为: $channel(expr1,expr2,\dots)$ 。其中, net 代表被调用方所属的网络变量, $channel$ 代表通道名称,通道的参数表达式个数可以任意。

Web 服务的行为可以通过一个网络实例来描述,需要与其他 Web 服务交互时可动态创建一个该 Web 服务的网络实例变量,使用通道来同步通信,保持了基本服务的独立性。下面给出基于参考网的 Web 服务形式化定义。

定义 2 Web 服务。一个 Web 服务是元组 $WS = (NameS, Desc, Loc, URL, CS, WSN)$, 其中:

(1) $NameS$ 是 Web 服务的名称,每个 Web 服务具有唯一的标识符;

(2) $Desc$ 是 Web 服务的描述,摘自服务的提供者;

(3) Loc 是 Web 服务所在的服务器;

(4) URL 给出 Web 服务的引用地址;

(5) CS 是该 Web 服务的服务组件集合,如果 $CS = \{NameS\}$,那么 WS 就是一个基本服务;否则, WS 是一个组合 Web 服务;

(6) $WSN = (P, T, F, i, o, l)$ 是一个 Web 服务参考网,用于服务的动态行为建模。

每个 Web 服务都包含一个输入库所 i 和一个输出库所 o ,便于 Web 服务的组合和执行。

2 基于 Reference nets 的 Web 服务组合

为了避免组合 Web 服务执行过程中可能包含的错误,需要在组合 Web 服务投入使用之前对其分析以确保正确执行,通过仿真组合服务的行为还可对其优化。Web 服务的组合方式具有典型结构,构建这些典型结构可便于 Web 服务的组合,提高了组合服务执行的可靠性。下面使用 Reference nets 对 Web 服务组合的八种基本结构建立模型。

2.1 顺序 ($S1 \odot S2$)

顺序结构 $S1 \odot S2$ 表示服务 $S1$ 和 $S2$ 按照一定顺序执行,即 $S1$ 必须在 $S2$ 开始之前完成。一个服务的开始依赖于前项服务的输出结果时使用该结构,如图 2 所示,在变迁 $t1$ 中,服务 $S1$ 动态创建了服务 $S2$ 并使用通道向 $S2$ 传递参数,参数的个数可以任意。

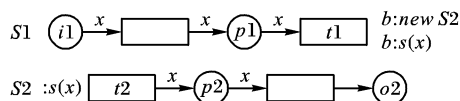


图 1 组合服务 $S1 \odot S2$

2.2 简单选择 ($S1 \oplus S2$)

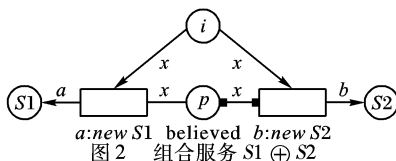


图 2 组合服务 $S1 \oplus S2$

简单选择结构 Web 服务组合 $S1 \oplus S2$ 表示只执行 $S1$ 和 $S2$ 当中的一个服务。例如,在线支付流程中,需要判断用户是否可信,如果该用户可信则支付操作继续,否则转入对不可信用户的操作。如图 2 所示,根据 i 中输入的用户资料,在库所 p 实现对服务的选择。用户可信执行服务 $S1$,用户不可信执行服

务 $S2$ 。

2.3 任意顺序 ($S1 \diamond S2$)

任意顺序结构 $S1 \diamond S2$ 不限制服务 $S1$ 、 $S2$ 执行的先后顺序,即可以按照 $S1 \rightarrow S2$ 的顺序执行,也可以按照 $S2 \rightarrow S1$ 的顺序执行。这种组合服务结构结合了顺序和简单选择结构,可使用这两种基本结构来构建该结构模型。模型图略。

2.4 迭代 (μS)

迭代操作 μS 使一个 Web 服务可以重复执行一定的次数,与 Web 服务的通信以及订购若干商品时经常用到此结构。如图 3 所示,在库所 i 中设定重复次数,在变迁 t 中动态创建需要重复执行的 Web 服务。

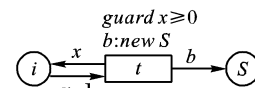


图 3 组合服务 μS

2.5 并行通信 ($S1 \parallel C S2$)

在并行通信 $S1 \parallel C S2$ 中, $S1$ 和 $S2$ 是并发执行的两个 Web 服务, C 代表 $S1$ 和 $S2$ 可能进行同步和信息交换的操作集合。如图 4 所示,标号 $S1$ 和 $S2$ 的图形部分表示 Web 服务 $S1$ 、 $S2$ 的执行流程,假定 $C = \{(t2, t5), (t6, t2)\}$ 。在变迁 t 中,通道 $s1$ 控制两个 Web 服务开始并发执行,通道 $s2$ 用于传递两个服务并行通信的最终结果;通道 $ch1$ 用于 $(t2, t5)$ 之间的信息传递,通道 $ch2$ 用于 $(t6, t2)$ 之间的信息传递。其中,通道的参数个数可以任意。

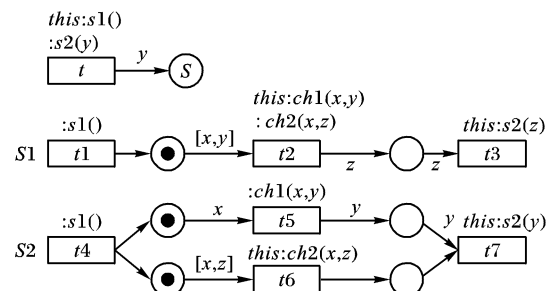


图 4 组合服务 $S1 \parallel C S2$

2.6 识别器结构 ($(S1 \mid S2) \leadsto S3$)

识别器 ($S1 \mid S2$) $\leadsto S3$ 表示 Web 服务 $S1$ 、 $S2$ 中只要有一个执行完毕,服务 $S3$ 即可开始执行,其他后完成的服务将被忽略。 $S1$ 和 $S2$ 是并发执行的两个服务,并且相互间没有通信。使用通道控制两个 Web 服务的并发执行,先执行完的服务被通道点燃,创建服务 $S3$ 。模型图略。

2.7 选择 ($[S1(p1, q1) : Sn(pn, qn)]$)

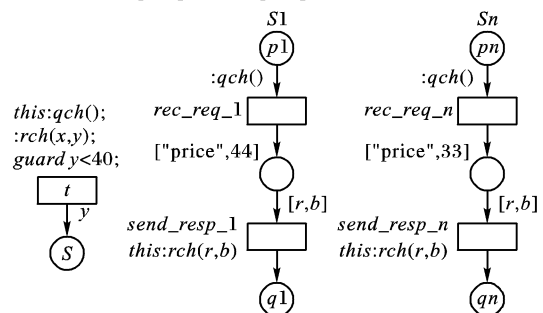


图 5 组合服务 $[S1(p1, q1) : Sn(pn, qn)]$

选择结构 $[S1(p1, q1) : Sn(pn, qn)]$ 表示从 n 个可用的 Web 服务中选择一个作为最佳服务提供者, $p1, \dots, pn$ 为进入的服务访问点, $q1, \dots, qn$ 为退出的服务访问点。现实中,为

了降低风险,服务请求者通常与多个服务提供者保持联系。这些服务提供者的可靠程度不同,对于相同产品收取的价格和提供的服务也可能有所不同。选择结构的主要实现过程为:首先组合服务通过进入的服务访问点向 n 个可用的 Web 服务发送请求,然后根据从退出的服务访问点中接收到的响应消息,按照一定的判别规则从中选择一个最佳服务提供者。如图 5 所示,为了简化模型,只截取了进入服务访问点到退出服务访问点之间的 Web 服务流程。在变迁 t 中,通道: $qch()$ 向可用的 n 个 Web 服务发送请求,通道: $rch(x,y)$ 接收从 n 个 Web 服务发来的响应消息,卫式 $guard\ y < 40$ 用于设定判别规则。通道的参数个数和卫式的设定可根据实际需求调整。

2.8 精化 (Ref($S1;a;S2$))

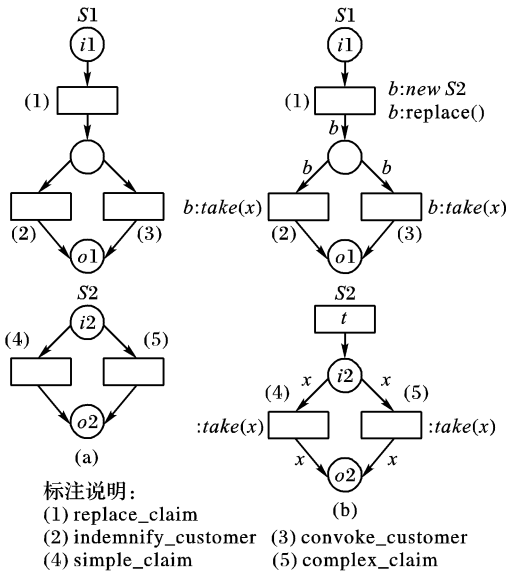


图 6 精化组合服务示例

精化结构 $Ref(S1;a;S2)$ 表示将服务 $S1$ 中标号为 a 的操作用非空服务 $S2$ 来替换,实现在一个 Web 服务当中引入补充的组件服务。在层次化建模当中,使用精化结构可将高层的抽象化形式转换为低层的具体形式。如图 6(a) 所示, $S1$ 和 $S2$ 为两个给定的 Web 服务,需要将 $S1$ 中标号为 $replace_claim$ 的操作用 $S2$ 来替换,图 6(b) 表示用 Referencenets 实现该替换过

程。在变迁 $replace_claim$ 中使用通道: $replace()$ 开始执行替换,通道: $take(x)$ 传递替换执行后的结果。

3 组合 Web 服务分析

3.1 建模步骤

基于 Reference nets 对 Web 服务建模,将基本服务组合成新的 Web 服务,以便分析和评价组合服务的业务流程,所需的建模步骤如下:

- (1) 根据定义 2 将一个 Web 服务转换成形式化描述;
- (2) 根据定义 1 将 Web 服务的形式化描述转换成参考网描述;
- (3) 按照组合服务的业务流程选择合适的基本组合结构,将基本服务组合在一起形成新的组合服务模型;
- (4) 分析和验证新的组合服务模型。

3.2 实例

使用前面定义的基本结构,介绍一个基于 Reference nets 建模的组合 Web 服务实例。

为了便于游客出行,向游客提供一个综合服务进行旅行预定,通过该综合服务游客可以直接向旅店预定房间,向航空公司预定所需机票。按照建模步骤,得到图 7 所示的组合 Web 服务,它由三个基本服务组成: Traveler 代表游客, SunHotel 代表阳光旅店, AirLine 是一个选择结构,代表航空公司。组合服务的开始,收到名叫 Sala 的游客的预定请求,他想预定阳光旅店的 Room101 房间,以及一张价格低于 700 元的机票。Traveler 服务开始执行,使用通道: $ResHT(x,y)$ 向 SunHotel 预定房间,通道: $qch()$ 触发机票的选择预定操作,预定房间和机票的两个服务是并发执行的。通信集合 $C1 = \{(sh, rh), (sdh, rdh)\}$, $C2 = \{(sa, rec_req_1), \dots, (sa, rec_req_n)\}$, 通道: $inform(x,y)$ 返回预定房间的结果, $ResAL$ 返回符合条件的机票信息, $end(x,y)$ 传递预定结果,最后在库所 TS 中形成最终的旅行预定单。在 RENEW2.0.1 中对该模型进行仿真,得到最后的预定单为:

["Room101", "Sala"]

["EathemAL", 633]

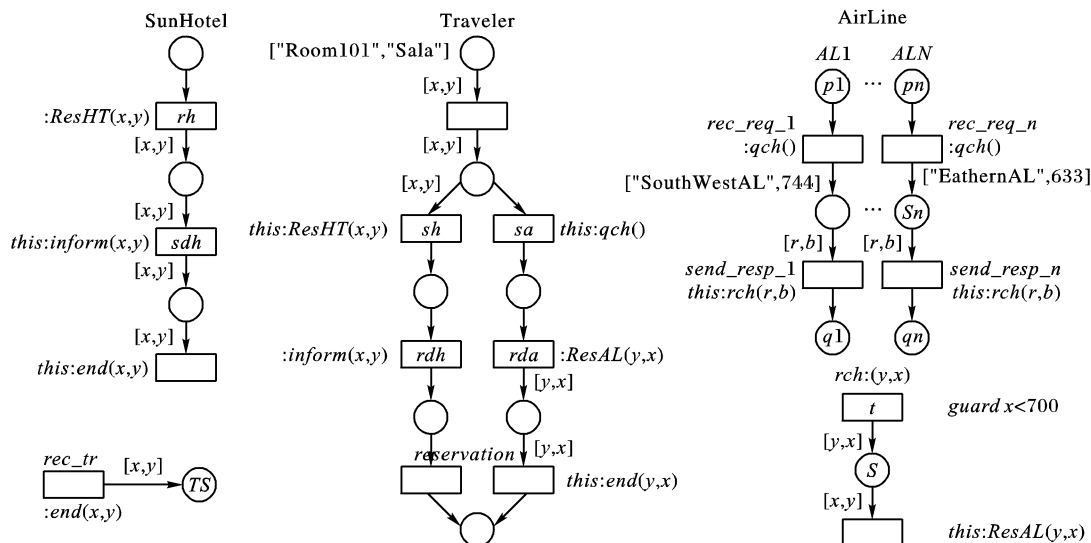


图 7 组合服务 ($SunHotel \parallel_{C1} Traveler$) $\parallel_{C2} [AL1(p1,q1):ALn(pn,qn)]$

低帧率情况解码时,抽取的部分码流中嵌入了相应时间合成层次所需的运动矢量,且这些运动矢量是独立的,不依赖于高帧率层的运动矢量,所以根据模式信息位就可以按照相应的模式进行运动补偿时间合成。

至于空间分级,编码时无需做任何特殊处理。低空间分辨率解码时,由于运动补偿时间合成将在具有相应的低空间分辨率的时间子带上进行,所以需要将该时间子带上的具有完全分辨率的运动矢量以 2 的某次幂为比例因子缩小。如果将这项工作放在视频服务器端进行,那么我们的编码方案就是完全的可伸缩编码方案了。

4 实验结果

为了测试本文提出的 5/3 MCTL 改进方案的性能,我们把它与 Haar MCTL 和 H.264/AVC 参考软件 JM 9.2 进行了对比。JM7.6 的 GOP 大小设为 16, GOP 结构设为:

IBBBPBBBPPBBPBBB

也就是说在两个相邻的 I 帧(或 P 帧)之间插入 3 个 B 帧。5/3 MCTL 和 Haar MCTL 都采用 4 级时间分解,1/4 像素精度的运动补偿。Haar MCTL 的 GOP 大小为 16, 5/3 MCTL 尽管没有 GOP,也可以认为隐式地存在大小为 16 的 GOP。两种 MCTL 方案除了时间滤波方法不同,其余方面都相同,包括使用 Daubechies 9/7 小波进行空间变换,采用 EZBC 编码器^[9]熵编码。

对 4 个有代表性的 CIF 格式的 YUV420 视频测试序列——Mobile、Stefan、Foreman 和 Coastguard 进行了对比实验。之所以选择这 4 个序列是因为它们具有十分不同的运动形式和纹理性质。所有的序列都是 300 帧,帧率为 30fps。图 5 显示了各个序列的率失真曲线,其中 PSNR 是所有帧 Y 分量的 PSNR 的平均值。MCTL 提供了 SNR 可伸缩性,可以从编码后的码流中直接抽取各种码率的码流进行解码;H.264/AVC 没有提供可伸缩性,必须设定码率和初始 QP 参数,进行多次编、解码。5/3 MCTL 与 Haar MCTL 相比,在所有码率上性能都有增益,中高码率的增益大约为 0.5dB ~ 0.7dB,低码率的增益也有 0.3dB ~ 0.5dB。与此对比,文献[4]直接用 5/3 滤波器替换 MC-EZBC 中的 Haar 滤波器的方案在低码率时性能不如 Haar MCTL,可见我们对运动矢量编码的优化取得了实际效果。5/3 MCTL 在中高码率时的性能除了由于 Foreman 的运动复杂有 1.1dB ~ 1.3dB 的差距外,可以与 H.264/AVC 相比较。但是,低码率情况下,5/3 MCTL 的性能仍然不如 H.264/AVC,主要是因为保证可伸缩性所需的额外数据在低码率时相对比例提高,这是为了换取可伸缩性而付出的代价。

(上接第 2825 页)

4 结语

提出了一种基于 Reference nets 的 Web 服务组合方法,精确描述了 Web 服务组合的形式化语义,并对 Web 服务组合的八种基本结构建模,最后对该方法进行了实例验证。实验结果证明,对于复杂的业务协作,该方法具有更强的表达能力,提高了 Web 服务组合的灵活性和通信的可靠性,便于分析和评价组合 Web 服务的执行流程。接下来的工作将集中研究组合服务模型的优化和性能评价指标。

参考文献:

- [1] HAMADI R, BENATALLAH B. A Petri Net-based Model for Web Service Composition [A]. Proceedings of Fourteenth Australasian

5 结语

本文将 5/3 提升小波变换成功应用于可伸缩视频编码,并特别注意了运动矢量的编码方法。5/3 MCTL 在中高码率的性能都非常优良,但是低码率情况下相对差一些,主要原因还在于运动矢量的处理,我们现在的处理方法还比较粗糙,有待于以后进一步细化。

致谢:非常感谢美国 Rensselaer Polytechnic Institute 的 Yongjun Wu 为作者提供了 MC-EZBC 的源程序!

参考文献:

- [1] OHM JR. Three-dimensional subband coding with motion compensation [J]. IEEE Transactions on Image Processing, 1994, 3(5): 559 - 571.
- [2] CHOI SJ, WOODS JW. Motion-compensated 3-D subband coding of video [J]. IEEE Transactions on Image Processing, 1999, 8(2): 155 - 167.
- [3] CHEN P. Fully scalable subband/wavelet coding [D]. PhD, Rensselaer Polytechnic Institute, 2003.
- [4] GOLWELKAR A, WOODS JW. Motion compensated temporal filtering using longer filters [Z]. Awaji: ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, MPEG2002/M9280, 2002.
- [5] SWELDENS W. The lifting scheme: A new philosophy in biorthogonal wavelet constructions [A]. Proceedings of SPIE on Wavelet Applications in Signal and Image Processing III [C]. San Diego: SPIE, 1995. 68 - 79.
- [6] DAUBECHIES I, SWELDENS W. Factoring wavelet transforms into lifting steps [J]. Journal of Fourier Analysis and Application, 1998, 4(3): 247 - 269.
- [7] LE GALL D, TABATABAI A. Sub-band coding of digital images using symmetric short kernel filters and arithmetic coding techniques [A]. IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing [C]. 1988, Vol 2: 761 - 764.
- [8] SECKER S, TAUBMAN D. Lifting-based invertible motion adaptive transform (LIMAT) framework for highly scalable video compression [J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2003, 12(12): 1530 - 1542.
- [9] HSIANG ST, WOODS JW. Embedded image coding using zeroblocks of subband/wavelet coefficients and context modeling [Z]. Geneva, Switzerland: MPEG - 4 Workshop and Exhibition at ISCAS 2000, 2000.
- [10] XU J, XIONG Z, LI S, et al. Three-dimensional embedded subband coding with optimized truncation (3D ESCOT) [J]. Applied and Computational Harmonic Analysis, 2001, 10(3): 290 - 315.

Database Conference(ADC2003) [C]. 2003.

- [2] MOLDT D, OFFERMANN S, ORTMANN J. A Proposal for Petri Net Based Web Service Application Modeling [A]. Lecture Notes in Computer Science [C]. Springer-Verlag, 2004.
- [3] CABAC L, KOHLER M. Relating Higher Order Reference Nets and Well-Formed Nets [A]. Fifth Workshop on Practical. Use of Coloured Petri Nets and the CPN Tools [C]. 2004.
- [4] Renew: the reference net workshop. Reference to the program, the source code and the documentation of the Renew simulator [EB/OL]. <http://www.renew.de/>, 2006.
- [5] SRIVASTAVA B, KOEHLER J. Web Service Composition-Current Solutions and Open Problems [A]. ICAPS 2003 Workshop on Planning for Web Services [C]. 2003. 28 - 35.