

# 基于社会网络的可信 Web 服务选择研究

吴菊华 程小燕 曹 强 莫 赞  
(广东工业大学管理学院 广州 510520)

**摘 要** Web 服务技术使开放环境中的大规模应用得到不断发展,服务提供商提供了不计其数的具有相同或类似功能的 Web 服务,如何选择适合的尤其是可信的 Web 服务是个难题。目前大多数服务选择机制都设计固定的因素集作为选择标准,但是在处理一些未知的 Web 服务时,难以满足用户的多样性需求。基于此,从社会网络的视角综合考虑了服务提供商网络 and 用户网络两个方面,提出了可信服务选择框架,对服务提供商采用模糊综合评价法来确定其综合评价值,基于用户声望评价来确定单个 Web 服务的可信度。用户依据服务质量(Quality of Service, QoS)需求、得到的 QoS 数据、服务提供商的综合评价和 Web 服务的可信度进行 Web 服务的选择。

**关键词** 信任, 社会网络, 模糊综合评价法, Web 服务选择

中图分类号 TP391 文献标识码 A DOI 10.11896/j.issn.1002-137X.2016.1.032

## Trustworthy Web Service Selection Based on Social Network

WU Ju-hua CHENG Xiao-yan CAO Qiang MO Zan

(School of Management, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510520, China)

**Abstract** The technique of Web services enables the development of large-scale applications in open environments. The increasing number of Web service providers have produced numerous Web services providing the same or similar functionality, and this necessitates the use of tools and techniques to search Web services available over the Web. However, the majority of selection mechanisms are designed to use a fixed set of indicators as the selection criteria, so when dealing with unknown Web services, they are unable to adapt to the diverse demands of users. In this paper, considering the service provider's network and the service consumer's network, from the perspective of social network, we proposed a trustworthy service selection framework. The synthetic value of service provider was identified by fuzzy synthetic evaluation method and the reliability of Web services was calculated upon user ratings. User makes selection decision with demands of QoS, QoS data, the synthetic evaluation of service provider and the reliability of Web services.

**Keywords** Trust, Social network, Fuzzy synthetic evaluation method, Web service selection

## 1 引言

开放的网络使 Web 服务构成一个不断增长、动态变化的服务空间,如何从成千上万的 Web 服务中快速定位、选择和调用自己所需的可信服务成为既有前途又复杂的问题。目前 Web 服务的主要研究可以分为两个趋势:一是如何通过用户的需求描述来寻找 Web 服务;二是如何使用 QoS 属性区分具有相似功能的 Web 服务<sup>[1]</sup>,即 Web 服务发现和选择问题。

可信的 Web 服务选择是用户十分重视的问题<sup>[2]</sup>。目前 QoS 信息通常是由服务提供商给出,但是可信度应当被看作用户对服务主观测评及其 QoS 评测的平均值<sup>[3]</sup>。在服务选择方面,客户具有一定的偏好,服务选择方法应该能够反映用

户的主观感受,同时主观感受是可交换和可比较的,QoS 也应进行动态监测和追踪<sup>[4]</sup>。

目前的 Web 服务技术没有足够支持 QoS 或者其他 Web 服务的非功能性方面,服务选择机制仍依赖于服务提供商发布的 QoS 信息或者其他服务消费者方面收集的资料,因此存在服务提供商发布的信息的可靠性不能被证实和消费者方面收集的资料十分有限等问题。社会网络可以作为记录和展现其他网络节点信任关系的资源库,因此利用社会网络来获取终端用户体验和学习集体用户体验,进行服务质量评价,提高 Web 服务可信度是一个有前景的方案<sup>[5,6]</sup>。基于此,提出了基于社会网络的可信 Web 服务选择框架结构,可以从服务提供商和用户两方面获取与 Web 服务相关的信息,综合地进行 Web 服务的选择。

到稿日期:2014-11-04 返修日期:2015-03-21 本文受国家自然科学基金项目:复杂系统视角下人才集聚对经济增长的作用机理与贡献测度研究(71301030),广东省现代科技服务产品超市建设重点项目:肇庆高端产业科技服务智慧超市(2013B040100008),广东省高校人文社科项目:基于社会网络视角的区域集群供应链(11WYXM022),广东省海洋经济创新发展区域示范专项:深水网箱养殖产业工程技术研发公共服务平台(GD2013-D01-001)资助。

吴菊华(1974-),女,博士,副教授,主要研究方向为 Web service、信息管理;程小燕(1990-),女,硕士生,主要研究方向为 Web service、社交网络;曹 强(1990-),男,硕士生,主要研究方向为云服务、Web service;莫 赞(1962-),男,博士,教授,主要研究方向为信息系统、企业信息化建设。

## 2 可信 Web 服务选择研究现状

目前用于解决用户选择可信 Web 服务的方法有 3 种: 1) 基于用户与服务直接历史经验的方法; 2) 可信的第三方提供的社会信任方法; 3) 综合多项技术的混合方法。以下对它们具体进行阐述。

### 2.1 历史经验

这类方法是指服务消费者根据使用服务的直接经验进行 Web 服务的选择<sup>[3]</sup>, 其基本原理是根据服务或服务提供商的性能水平计算信任的评级, 该评级通过多次交互保证其准确性和一致性。服务消费者会因为服务良好的历史经验而信任一个服务。该方法在开放的系统中并不适用, 因为在服务未使用之前无法确定一个服务是否可信。

### 2.2 社会信任方法

社会信任方法是指依据用户的评价计算社会信任, 并根据信任进行 Web 服务的选择。这种方法需要服务消费者不仅作为用户, 还需作为一个评论者, 持续评价服务和提供商的性能<sup>[7]</sup>。社会信任方法包含 3 种: 声望评价 (Reputation)、推荐系统 (Recommendation) 和查询系统 (Referrals)。

声望 (Reputation) 可以看作是一个实体的特征<sup>[8]</sup>, 代表了一个社区中成员对实体的集体评价。声望系统负责收集用户的集体评价, 并计算实体的总体全局声望分数, 用户根据这个分数就可以判断是否选择一个服务, 典型的应用如亚马逊、淘宝等。声望系统是个人对声望或他人直接经验的主观信任, 存在的问题是如何使用户对一些未知的过去经验建立信任, 同时还将面临刷信誉或恶性竞争等问题。

推荐系统旨在预测用户的需求和兴趣, 对用户还未浏览的项作出评估推荐。Kautz 等人<sup>[9]</sup>提出了基于社会信息过滤的个性化推荐系统, Abderrahmane 等<sup>[10]</sup>提出了一个用户与服务之间的交互图来进行服务发现和选择的动态推荐, 朱锐等<sup>[11]</sup>提出一种基于偏好推荐的服务选择方法。推荐系统对在电子商务网站上购买产品具有很好的应用效果, 但用于 Web 服务选择本身就具有局限性, 因为它是根据目前服务组合过程状态动态地推荐服务, 即确定哪一个服务有可能在目前选中服务之后出现, 所以它干预了服务选择过程。

查询系统是一种基于虚拟社区和软件代理的分布式方法。虚拟社区是一个成员集, 这些成员可以是人、企业或其他组织, 成员互相提供服务和推荐。软件代理帮助成员管理交互信息。代理代表不同的成员并帮助成员评价他人提供的服务和推荐, 维护联系清单, 确定最终的联系目标。这样, 代理即可帮助成员找到最有用和可靠的相关方。

### 2.3 混合方法

混合方法是在已有信任方法基础上的进一步探索, 旨在通过结合不同的方法改进单个方法的弱点, 进而改进 Web 服务总体评价的准确度。Vu 等<sup>[12]</sup>和 Huynh 等<sup>[13]</sup>在一个框架中结合信任和声望方法评估 Web 服务的质量, Shahab 等<sup>[14]</sup>提出了基于 Web 2.0 的 Web 服务组合框架, Sabater 和 Sierra<sup>[15]</sup>提出了一个结合代理的直接经验和提供商的社会声望模型。这些方法的结合一定程度上改善了单个模型的缺点, 但是都没有提供完整的解决方案。

针对可信 Web 服务选择的现状, Web 服务可信度的自动评估仍然是一个大挑战。已有方法存在一定的局限性, 例如

现有信任的计算是基于用户与服务的直接经验或者可信方的直接经验, 其基本原理是先体验再分享经验, 而在没有人首先调用未知服务时, 服务在调用之前难以确定其可信度, 因此针对这方面还有待于进一步研究。社会网络作为 Web 2.0 的趋势, 是记录和展现其他网络节点信任关系的资源库, 尤其对于未知服务的评价可从多个可信社会网络中获取有效信息, 得到网络的结构知识和整体感知, 目前对个人的社会关系作为相关的信息源的关注较少。社会网络领域的同质性原则说明了“相似性族类连接”的重要性, 人们更易受到具有相似兴趣的人、专家和亲密朋友的观点和建议的影响, 通过用户与亲近的人分享使用经验, 获取个人网络连接的信息, 由此推理出一些个人的偏好等更多的用户属性。网络中的相似性是由成员的相互影响和交互形成的, 因此基于个人用户的社会网络开发一个社会推荐系统是合理可行的。

## 3 可信 Web 服务选择框架

结合社会网络的应用发展趋势和文献<sup>[14, 16]</sup>关于 Web 服务选择的论述, 本文提出了可信 Web 服务选择框架。框架以 Web 服务体系结构为基础, 从服务提供商社会网络和用户社会网络两个方面共同计算 Web 服务的可信度, 针对那些存在的未知服务, 可以从服务提供商的视角进行衡量。框架结构如图 1 所示。

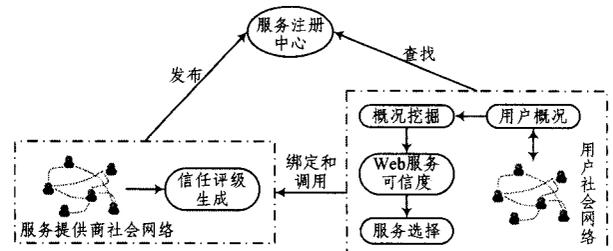


图 1 可信服务选择框架

在所给框架的基础上, Web 服务选择的基本流程为:

1) 服务提供商发布 Web 服务到 UDDI, 其中发布的信息包括 WSDL 信息、功能信息和 QoS 数据。基于服务提供商所在社会网络的度中心性对提供商进行衡量, 结合模糊综合评价法确定服务提供商的综合可信度, 具体计算见 3.2 节。

2) 注册中心收到 Web 服务信息。

3) 服务消费者基于自身的功能性需求发现 Web 服务, 依据 QoS 需求、得到的 QoS 数据、Web 服务的可信度和服务提供商的综合评价, 确定单个 Web 服务的总体信任值, 进行 Web 服务的选择。其中, 概况挖掘是通过概况组件管理用户概况信息并收集存储用户信息, 挖掘用户概况内容以建立用户的社会网络。最终通过用户声望评价的平均值获取单个服务的综合可信度来衡量用户角度的服务可信度。Web 服务的可信度的计算基于用户声望评价, 详见 3.1 节。服务选择是依据用户自身需求和获得的服务总体信任值来选择服务并产生满足用户需求的计划。

4) 在确定所选 Web 服务之后, 执行 Web 服务。

5) 服务消费者对所执行的 Web 服务进行评级并回传到所在的社会网络, 增强评级信任度。

### 3.1 基于用户的声望评价

(1) 用户概况

利用用户个人信息分析和获取用户过去的经验已经成为

预测用户模型的可靠方法。用户概况由两部分组成:1)基本个人信息,包括显示与社会网络连接的部分;2)用户与服务过去的经验。

第一部分即 FOAF(Friend Of A Friend)本体,在这里可以获取用户间的信任关系。信任声明值从 0 到 1,关于对个人发布的信任声明,0 意味着完全不相信,1 意味着绝对相信。

第二部分积累用户服务(即评级)经验。评级反映了用户对所用服务的总体满意度。同样地,我们只考虑了数值评级  $[0,1]$  范围。

### (2) Web 服务的可信度

在人类社会,信任取决于诸多因素,在决定是否相信某个个体的时候,我们都会受到与该个体或其朋友交互的过去经验及对该个体行为观点的影响。在本研究中,Web 服务可信度采用了 Kuter & Golbeck<sup>[17]</sup> 的形式。Web 服务可信度被定义为 Web 服务的 QoS 特征的用户评级函数。如果  $w$  代表一个 Web 服务,那么组合用户  $u$  对服务  $w$  的评级用  $\rho_u(w)$  表示,令  $U$  为社会网络中全部对服务  $w$  评级的个人集合。因此,从用户  $c$  的角度,服务  $w$  的可信度可以计算如下:

$$t_c(w) = \frac{\sum_{u \in U} \rho_u(w) \text{trust}(c, u)}{|U|} \quad (1)$$

式中,  $t_c(w)$  表示用户  $c$  对服务  $w$  的声望评价,  $\text{trust}(c, u)$  表示组合用户  $c$  对个人  $u$  的信任。最终服务  $w$  的可信度  $t(w)$  是集合  $U$  中全部用户声望评价的平均值:

$$t(w) = \frac{\sum_{u \in U} t_u(w)}{|U|} \quad (2)$$

### 3.2 服务提供商的综合评价

社会网络分析注重关系结构的研究,从泛泛之交到亲密关系。中心性很好地给出了一个节点社会权力的指标,也是整个网络集中化的标准。目前 Web 服务在用户使用服务之前,必须确定 Web 服务是可信的,因此就有必要考虑服务提供商的信任等级。信任等级通常是由服务提供商所处社会网络的度中心性来进行衡量。当某服务提供商相邻的或直接联系的服务提供商较多时,其中心度就较大。

$$C_D(s_k) = \sum_{i=0}^n a(s_i, s_k) \quad (3)$$

其中,当  $s_i$  与  $s_k$  具有直线连接时,  $a(s_i, s_k) = 1$ , 否则  $a(s_i, s_k) = 0$ 。同样地,它是一个明确的  $s_k$  活动集中程度的指标。

在计算度中心性的同时,需要一个信任的阈值,当任意服务低于这个阈值时,该提供商提供的服务将不会被使用。初始的阈值设置为 0,即该服务提供商在其社会网络中的度中心性为 0。一个服务提供商或者服务提供商组织没有连接到社会网络上任意节点时将会从解决方案中被去除,因为这些服务是不可信的。解决方案中的提供商可以按照提供商中心度的大小进行排列分级。

结合服务提供商的度中心性,考虑到服务提供商网络中的各服务提供商所处的不同情境,本文采用 S. Wang 等<sup>[18]</sup> 的模糊综合评价法计算服务提供商的可信度,步骤如下:

首先,设置服务提供商的综合评价指标,本文研究中,考虑了来自服务提供商的网络度中心性、服务质量、信誉和品牌效应。此时,指标集  $U = \{u_1, u_2, u_3, u_4\} = \{\text{网络度中心性, 服务质量, 信誉, 品牌效应}\}$ 。

然后,确定评价集  $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\} = \{\text{低, 中低, 中, 中高, 高}\}$ , 同时建立单因素评价矩阵  $R$  为:

$$R = \begin{Bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{15} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{41} & \cdots & r_{45} \end{Bmatrix} \quad (4)$$

其中,  $r_{ij} (0 \leq r_{ij} \leq 1, i = 1, \dots, 4, j = 1, \dots, 5)$  表示所提供的服务队评价集  $V$  的隶属度。

其次,设置评价指标的权重  $W_1 = \{w_{11}, w_{12}, w_{13}, w_{14}\}$ , 其中  $\sum_{i=1}^4 w_{1i} = 1, 0 \leq w_{1i} \leq 1$ , 权重  $W_1$  表明了决策制定者对多指标的不同信任度评价,使用模糊综合评价模型进行评价,获得如下评价集:

$$B = W \circ R = \{b_{11}, b_{12}, b_{13}, b_{14}, b_{15}\} \quad (5)$$

其中,“ $\circ$ ”为模糊变换。

最后,使用模糊方法获得精确评价值  $E$ :

$$E = B \cdot S \quad (6)$$

其中,“ $\cdot$ ”表示解模糊,  $S$  是模糊子集。

这样,就可以得到服务提供商的综合评价值  $W$ 。

### 3.3 权重分配

按照以上步骤,用户将得到用户网络服务的可信度及服务提供商的综合评价值,给这两位维度的值分配一定的权重,确定最终服务的总体信任值。基于以上结果,二者权重的分配具体由用户或领域专家直接给出,也可以在 Web 服务运行过程中,结合相关可信方的知识,采用机器学习的方法进行自动计算和自动调整<sup>[19]</sup>。

在进行 Web 服务选择时,经常需要做出总体性能和 QoS 评价,以保证所选择的服务总体最优,一般采用对其用户网络和服务提供商网络的度量数据进行加权平均的方法来计算:

$$S_w = w_1 t_w + w_2 W \quad (7)$$

其中,  $S_w$  表示被评价 Web 服务的总体信任值,也是最终用户进行服务选择的标准;  $t_w$  为用户网络得到的服务可信度;  $W$  为服务提供商的综合评价值;  $w_1, w_2$  表示对应的权重,且  $w_1, w_2 \in [0, 1], w_1 + w_2 = 1$ 。

### 3.4 Web 服务的选择

服务消费者基于自身的功能性需求发现 Web 服务,依据 Web 服务的总体信任值进行 Web 服务的选择。根据 Web 服务是否已被调用将 Web 服务分为两类。

1) 对于未被调用过的 Web 服务,用户网络无法提供相关信息,服务提供商网络中提供商的综合评价可以给用户在服务选择时带来推荐服务,即选择具有最高综合评价值的服务提供商所提供的服务;

2) 针对用户网络中已有用户调用过的服务,用户可以从提供商网络 and 用户网络都获得有用信息,依据用户自身需求综合考虑服务提供商的综合评价和 Web 服务的可信度得到的 Web 服务总体信任值进行 Web 服务的选择。

综上所述,基于所提出的框架,服务消费者在进行 Web 服务选择时会得到来自提供商网络 and 用户网络的双重信息:在处理未被调用的 Web 服务时,服务提供商网络提供了很大的 Web 服务可信度支持;对于已有用户调用过的服务,服务提供商网络 and 用户网络均为用户决策提供支持。

**结束语** 本文回顾了可信 Web 服务选择的研究现状,在相关研究的基础上从社会网络视角提出了可信 Web 服务选择框架,同时考虑了用户社会网络 and 服务提供商社会网络,丰富了 Web 服务选择的流程。Web 服务的可信度通过服务提供商的综合评价 and 用户社会网络中的个人评级及用户间关系

进行衡量,其中服务提供商的综合评价分别通过网络度中心性、服务质量、信誉、品牌效应4个指标进行衡量,用户通过网络中的服务评级函数确定单个Web服务的可信度,最后通过权重分配确定服务最终的总体信任值。用户网络和服务提供商网络的结合研究将给用户的服务选择提供可信结果,这种结果包含了社会网络中的集体智慧。下一步需要进行的工作是使用现实世界的数据集分析所提出框架的效率和预测准确性,测试服务选择结果的质量。

### 参考文献

- [1] Maamar Z, Faci N, Badr Y, et al. Towards a framework for weaving social networks principles into web services discovery[C]// Proceedings of the International Conference on Web Intelligence, Mining and Semantics. ACM, 2011; 1-8
- [2] Zhang Yu, Chen Hua-jun, Jiang Xiao-hong, et al. A survey of trust management for e-commerce systems[J]. Acta Electronica Sinica, 2008, 36(10); 2011-2020 (in Chinese)  
张宇, 陈华钧, 姜晓红, 等. 电子商务系统信任管理研究综述[J]. 电子学报, 2008, 36(10); 2011-2020
- [3] Zeng L, Benatallah B, Dumas M, et al. Quality driven Web services composition[C]// Proceedings of the 12th international conference on World Wide Web. ACM, 2003; 411-421
- [4] Hang C-W, Kalia A K, Singh M P. Behind the curtain; service selection via trust in composite services[C]// 2012 IEEE 19th International Conference on Web Services (ICWS). IEEE, 2012; 9-16
- [5] Leitner P, Michlmayr A, Rosenberg F, et al. Selecting Web Services based on past user experiences[C]// Services Computing Conference, 2009 (APSCC 2009), IEEE Asia-Pacific. IEEE, 2009; 205-212
- [6] Cai S, Zou Y, Xie B, et al. Mining the Web of trust for Web services selection[C]// IEEE International Conference on Web Services, 2008 (ICWS'08). IEEE, 2008; 809-810
- [7] Dragoni N. A survey on trust-based Web service provision approaches[C]// 2010 Third International Conference on Dependability (DEPEND). IEEE, 2010; 83-91
- [8] Wang Y, Vassileva J. A review on trust and reputation for web service selection[C]// 27th International Conference on Distributed Computing Systems Workshops, 2007 (ICDCSW'07). IEEE, 2007
- [9] Kautz H, Selman B, Shah M. Referral Web: combining social networks and collaborative filtering [J]. Communications of the ACM, 1997, 40(3); 63-65
- [10] Maaradji A, Hacid H, Daigremont J, et al. Towards a social network based approach for services composition[C]// 2010 IEEE International Conference on Communications (ICC). IEEE, 2010; 1-5
- [11] Zhu Rui, Wang Huai-min, Feng Da-wei. Trustworthy services selection based on preference recommendation [J]. Journal of Software, 2011, 22(5); 852-864 (in Chinese)  
朱锐, 王怀民, 冯大为. 基于偏好推荐的可信服务选择 [J]. 软件学报, 2011, 22(5); 852-864
- [12] Vu L-H, Hauswirth M, Aberer K. QoS-based service selection and ranking with trust and reputation management [M]// On the Move to Meaningful Internet Systems 2005; CoopIS, DOA, and ODBASE. Springer, 2005; 466-483
- [13] Huynh T D, Jennings N R, Shadbolt N R. An integrated trust and reputation model for open multi-agent systems [J]. Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, 2006, 13(2); 119-154
- [14] Mokarizadeh S, Dokoochaki N, Matskin M, et al. Trust and privacy enabled service composition using social experience [M]// Software Services for e-World. 2010; 226-236
- [15] Sabater J, Sierra C. Regret: A reputation model for gregarious societies[C]// Fourth Workshop on Deception Fraud and Trust in Agent Societies. 2001; 61-69
- [16] Bansal S K, Bansal A, Blake M B. Trust-based dynamic Web service composition using social network analysis[C]// Business Applications of Social Network Analysis (BASNA), 2010; 1-8
- [17] Kuter U, Golbeck J. Semantic web service composition in social environments[C]// Proceedings of the 8th International Semantic Web Conference. Springer-Verlag, 2009
- [18] Wang S, Sun Q, Yang F. Quality of service measure approach of Web service for service selection [J]. Software, IET, 2012, 6(2); 148-154
- [19] Yang Wen-jun, Li Juan-zi, Wang Ke-hong. Domain-adaptive service evaluation model [J]. Chinese Journal of Computers, 2005, 28(4); 514-523 (in Chinese)  
杨文军, 李涓子, 王克宏. 领域自适应的 Web 服务评价模型 [J]. 计算机学报, 2005, 28(4); 514-523

(上接第 106 页)

- [7] Achanta R. Salient Region Detection and Segmentation[C]// International Conference on Computer Vision Systems (ICVS'08). Vol. 5008, Springer Lecture Notes in Computer Science, 2008; 66-75
- [8] Zhu W, Liang S, Wei Y, et al. Saliency Optimization from Robust Background Detection[C]// IEEE Conference on Computer Vision & Pattern Recognition. IEEE, 2014; 2814 - 2821
- [9] Hou X, Zhang L. Saliency Detection: A Spectral Residual Approach[C]// IEEE Conference on Computer Vision & Pattern Recognition IEEE Computer Society. IEEE, 2007; 1-8
- [10] Guo C, Ma Q, Zhang L. Spatio-temporal saliency detection using phase spectrum of quaternion fourier transform[C] // Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2008; 1-8
- [11] Achanta R, Hemami S, Estrada F, et al. Frequency-tuned salient region detection[C]// IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2009 (CVPR 2009). IEEE, 2009; 1597-1604
- [12] Cheng M, Zhang G, Mitra N J, et al. Global Contrast Based Salient Region Detection[C]// CVPR. 2011; 409-416
- [13] Goferman S, Zelnik-Manor L, Tal A. Context-aware saliency detection[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2012, 34(10); 1915-1926
- [14] Koffka K. Principles of Gestalt Psychology [J]. A Harbinger Book, 1963(3); 527-531
- [15] Liu T, Yuan Z, Sun J, et al. Learning to detect a salient object [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2011, 33(2); 353-367
- [16] Harel J, Koch C, Perona P. Graph-based visual saliency [C]// Advances in Neural Information Processing Systems. 2006; 545-552