

基于生物实体分布感知的 E-service workflow 突现研究^{*}

孙宏彬^{1,3} 丁永生^{1,2}

(东华大学信息科学与技术学院 上海 201620)¹ (数字化服装技术教育部工程研究中心 上海 201620)²
(长春工程学院电气信息学院 长春 130021)³

摘 要 基于生物网络平台,提出了一种 E-service workflow 突现方法。生物实体(具有免疫行为的移动 Agent)代理 E-service,构成一个自治的单元,通过分布感知确认服务关系,生物实体协商和演化完成了 E-service workflow 组合。采用服务相对质量的矩阵,准确地描述服务和工作流关系和 E-service 相对质量,最优 E-service workflow 组合的建立转化为带约束的最优化问题,并给出不带参数的罚函数动态演化算法解决方案。仿真表明,这种方法提高了适应性和性能。

关键词 生物实体, workflow, E-service, 约束优化

Study on the E-service Workflow Emergence Based on Distributed Awareness of the Bio-entities

SUN Hong-bin^{1,3} DING Yong-sheng^{1,2}

(College of Information Sciences and Technology, Donghua University, Shanghai 201620, China)¹

(Engineering Research Center of Digitized Textile, Ministry of Education, Shanghai 201620, China)²

(School of Electrical Engineering, Changchun Institute of Technology, Changchun 130021, China)³

Abstract A method of E-service process emergence is proposed based on the bio-network platform. The bio-entity, i. e. mobile agent with biological immune operation represents E-service and constitutes an autonomic unit, the relations of services are constructed by the awareness of the bio-entities, and the E-service workflow composition is achieved by the evolution and negotiation. Relation matrix coding that can express the relation of E-services, and QoS matrix coding express the relative QoS. The optimization of the E-service workflow composition is translated to constrained optimization problem. A new nonparametric penalty function for evolutionary optimization is introduced to solve the problem. The simulation results show the enhancement of the performance and adaptability.

Keywords Bio-entity, Workflow, E-service, Constrained optimization

1 引言

作为一种自描述、平台无关的计算元素, E-service 使用得到广泛关注。但 E-service 一般较为简单,其真正的潜力在于对动态 E-service workflow 的建立和组合。因为服务存在着大量的更新、移动等动态变化及行为交互,多数已有的研究并没有完全解决这个问题^[1]。语义,特别是本体的提出,为 E-service 的 workflow 的组合提供了一种新的思想。在语义服务的方式下,服务的发现、执行和合成不需要由人来完成,而是可以由 Agent 来按照用户提出的复杂任务要求自动实现 workflow^[2]。

E-service workflow 的组合问题主要涉及两个问题:一个是服务之间的关系确定,另一个是基于 QoS 服务选择。著名学者 Jorge Cardoso 提出了基于 QoS 的 E-Workflow 组合问题,并使用了 Path mining^[3]等方法解决这个问题。Yu and Lin^[4]提出了对 E-Workflow 组合可以转换为多维多选择的 0-1 背包问题。Zeng^[5]提出了全局路径方法,即通过全局的线性规划的方法解决优化问题。Ardagna and Pernici^[6]提出了混合的整数线性规划解决方法,分别考虑了局部和全局限定的问题。大量的研究使用了遗传算法解决这种优化问题。为防止陷入局部最优,提出了各种相关的改进算法,但这些算法通常采用的基于 QoS 的一维染色体编码和 GA 算法^[7,8]。对于复

杂的用户需求,特别是带有多条件选择、循环等状况的 E-service workflow 问题难于处理。这种算法问题在于带参数罚函数法的约束问题难于准确地确定参数,往往要通过大量的试验,只在解决特定问题上有优势。

突现是生物体在环境内的自主的分布演化结果,生物体会聚集成一个整体服务范畴,组合完成特定生物功能。借鉴这种机理,在以前的工作中,我们开发了生物网络平台^[9-12]。本文在平台的基础上提出了一种基于生物实体协商的服务 workflow 突现方法,它具有分布自感知和自适应性特点。生物实体(移动 Agent)具有消息匹配接口,用来代理 E-service,生物实体通过协商建立两个编码矩阵,即关系矩阵和服务质量矩阵。关系矩阵^[13]可以准确地描述各个服务之间和服务与 workflow 之间的关系。质量矩阵是对实体代理 E-service 质量的相对度量。在矩阵编码的基础上,最优 workflow 的突现可以描述为一种带约束的多属性优化问题,采用了非参数惩罚函数演化算法^[14,15]处理约束条件。仿真表明这种方法具有良好的性能。

2 E-service workflow 抽象模型

E-service 可以描述为一个有状态的动作序列,可以看作是一个米兰机单元^[16]:

$$B_i = (U, Y, Q, s_0, \delta_i, F_i, QC) \quad (1)$$

^{*} 本文受国家自然科学基金重点项目(60534020)、教育部新世纪优秀人才支持计划(NCET-04-415)、教育部科技创新工程重大项目培育资金项目(706024)、上海市国际科技合作基金项目(061307041)资助。孙宏彬 博士研究生,副教授,研究方向为网络智能自动化与网络智能计算;丁永生 博士,教授,博士生导师,研究方向为智能系统、网络智能、DNA 计算和生物网络结构。

其中, U 是一系列 E-service 的输入消息集合; Y 是一系列 E-service 的输出消息集合; Q 是一系列 E-service 的有限状态集, 其中状态表示 E-service 交互序列中的历史记录和条件判断记录; s_0 是起始状态; $\delta: Q \times U \times Y \times QC \rightarrow Q$ 是一个转移函数, 即给定状态根据输入输出匹配和条件, 自动机可以转移到另一个状态; $U \times Y$ 是字母表; $F_i \in Q$ 是一系列服务的接收有限状态集, 即用户能够与 E-service 结束交互的状态集; $QC: Q \times C$ 是一系列条件集合。

通过上面的描述, 可知 E-Service 的工作流是可以通过米兰机的演化构建的。在语义服务环境中, 用户的需求可以描述为具有输入和输出的粗粒度规划过程。E-service 工作流可以采用 OWL-S 本体语言描述, 服务的内容由 Service Profile 类功能属性和非功能属性两个部分组成, 分别实现功能和属性、质量参数的描述。OWL-S 的过程模型包括有 Sequence, Split, Split + Join, Choice, Unordered, If-Then-Else, Repeat-While 和 Repeat-Until 结构。这些过程可以转化为米兰机演化过程^[16]。E-service 的工作流实际上是一种基于消息会话的米兰机构建过程, 这个过程是完全封闭的(服务的工作流仍是一个米兰机), 可以通过消息会话完成更高层次的组合。

在抽象层次上, 考虑 Agent 的行为能力部分, 一个生物实体(移动 Agent)是一个活动的、自治的计算实体。在实现层次上, 可看作由内部数据、方法和知识组成的条件米兰机。生物实体可以代替 E-service 通过消息传递和其他实体通信, 完成自动机的演化过程, 突现用户的工作流服务需求。

3 基于生物实体的 E-service 工作流编码设计

3.1 生物实体

生物实体是生物网络平台中的最小组件^[5-8]。它是一种自治的移动 Agent(代理 E-service), 设计成为具有自组织、自进化的特征的免疫生物行为单元, 由属性、行为和功能组成(见图 1)。属性描述关于生物实体的信息, 包括全局标识、代理服务状态、能量、过程状态和突现所属标识。行为实现相关操作, 包括能量交换、生物操作(迁移、死亡、复制/再生等)、信息发布、数据接口操作。功能实现生物实体代理的服务运算, 包括与服务相关的处理操作。生物实体是网络应用中的最小组件, 是一个能量驱动的服务单元; 它可以接受服务请求消息, 通过消息匹配的方法完成演化构建。

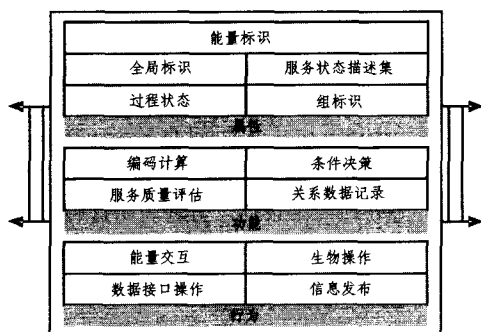


图1 生物实体结构

生物网络实体采用基于 RMI-IIOP 技术的生物网络通信架构^[17], 传送具有生物实体语义的 BNCL 语言的消息。重用 FIPA ACL 的部分通信动作(Request, Agree, Refuse, Not-Understand, Inform, Failure, Query-Ref, Query-If), 根据生物

网络中服务内容的需要, BNCL 定义了一些新的通信动作, 如 Defray(支付能量给一个提供服务的生物实体)、Advertise(向邻近的实体通报自己的服务数据、实体提供的信息等, 将实体加入到生存环境中)等。生物实体接收其他实体的输入、输出动作(即接收到的消息)。它在观察的基础上, 根据用户需求的描述, 可以自动协商, 建立之间关系描述, 并通过全局算法驱动其演化, 构造一个最优的工作流序列。

3.2 生物实体的自感知及编码设计

生物实体的自感知是实体对代理服务间关系的判定, 通过服务间关系的描述可以建立满足用户要求的 E-service 工作流的结构。E-service 工作流突现是多个服务在不同结构下的组合, 存在多个具有不同 QoS 属性的服务组合方案。为便于实体演化的进行, 这里提出生物实体的编码设计方式: 实体关系矩阵和质量矩阵(见图 2)。矩阵的描述通过实体的自感知协商完成。实体关系矩阵是通过任意实体间的匹配能力协商计算得到的。设两个实体代理的服务为 WS_1 和 WS_2 , 它们之间存在以下 4 种关系, 即顺序关系、分支关系、并行关系、循环关系。生物实体的服务匹配定义为代理的 E-service 匹配消息的能力, 表示为 $MS_{bio-entity}^{ss}$, 设 WS 为实体代理的 E-service, WM 为另一个实体服务的输出消息, 其匹配能力 $MS_{bio-entity}^{ss}(WM, WS)$ 的计算是由 WM 和 WS 的接口概念匹配度决定, 进一步表示为 $WM \Leftrightarrow WM(C_1, C_2, C_3, \dots, C_i)$ 和 $WS \Leftrightarrow WS(C'_1, C'_2, \dots, C'_j)$, 其中 C_i 和 C'_j 分别代表组成消息接口服务描述的相关概念。这里首先给出概念相似度^[18] $SM(C_1, C_2)$ 的计算公式:

$$SM(C_1, C_2) = \begin{cases} 1 & C_1 = C_2 \\ SM_{con}(C_1, C_2) & C_1 < C_2, C_1 > C_2 \\ 0 & C_1 \neq C_2 \end{cases} \quad (2)$$

$$SM_{con}(C_1, C_2) = \frac{\beta \times (L_1 + L_2)}{(Dis(C_1, C_2) + \beta) \times \max(|L_1 - L_2|, 1)}$$

其中, $Dis(C_1, C_2)$ 是在由 WordNet 和 HowNet 构建的概念层上的最小概念距离, 这里假设概念 C_1 在 L_1 层, C_2 在 L_2 层。 β 是一个常数, 在两个词的相似度为 0.5 时, 可以用来代表概念间的距离。

$C_1 = C_2$ 表示两个概念相等;

$C_1 > C_2$ 表示概念 C_1 包含概念 C_2 ;

$C_1 < C_2$ 表示概念 C_2 包含概念 C_1 ;

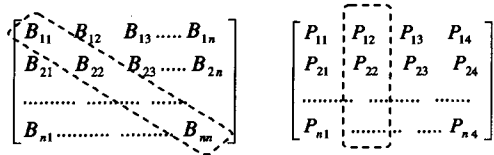
$C_1 \neq C_2$ 表示概念 C_2 和概念 C_1 无直接联系。

服务需求的匹配强度 $MS_{bio-entity}^{ss}$ 表示为

$$MS_{bio-entity}^{ss}(WM, WS) = \frac{1}{n} \left[\sum_{j=1}^n \max_{i=1}^m (SM(C_i, C'_j)) \right] \quad (3)$$

$$MS_{bio-entity}^{ss}(WM, WS) \in [0, 1]$$

系统设定一个阈值 λ , 当 $MS_{bio-entity}^{ss}(WM, WS) \geq \lambda$, 可确认实体间有直接前后匹配的关系, 可以得到服务之间的关系情况。结合用户的工作流描述, 实体关系矩阵编码(图 2)可以建立如下: 在实体关系矩阵中, 每列表示一个实体代表的 E-service, 通过特定的数值表示关系含义(表 1)。 B_i 代表工作流选中的所有任务, 矩阵主对角线上的位置表示服务位。 B_i 的取值可以表示该服务是否被选入工作流及当前状态, 也作为演化算法中的群体选择标识。 B_{ij} (其中 $i \neq j$) 表示任务 i 和服务 j 的关系, 不同取值描述服务间的关系及在工作流中的作用。实体关系矩阵编码可以描述模式结构的过程。在工作流关系确定后, 关系矩阵的数值在不发生工作重组时, 值不发生改变。

图2 生物实体关系(B_m)和服务质量关系(P_{n4})矩阵表1 关系矩阵编码(B_{ij})

B_m	取值含义	B_{ij}	取值含义
1	1 表示本次工作流中包含该服务	0	表示没有关系
0	0 表示本次工作流未包含该任务	1	直接前后关系
-1	-1 该任务处于正在调用状态	-2	表示非直接并行关系
		+2	表示直接并行关系
-2	-2 表示该任务处于无效状态	-3	表示非直接循环关系
		+3	表示直接循环关系
			描述特定复杂关系, 可以采用不同数量级数据叠加方式给出
-3	-3 表示选上的服务发生变化		

服务质量矩阵 P_{n4} (图2) 是对实体代理 E-service 质量的相对度量表示。服务数值差别较大, 在演化计算中应预处理。矩阵中的每一行代表一个服务, 行中的元素代表质量的 4 个属性。E-service 的质量定义为一个向量 $Q_{\text{Eo-entity}} = (Q_1 (\text{Latency}), Q_2 (\text{Cost}), Q_3 (\text{Availability}), Q_4 (\text{Trust}))$, 这里取的主要参数为服务时间 (Latency)、可靠性 (Availability)、费用 (Cost)、服务信任 (Trust)。通过合并候选服务的质量向量构成了一个质量矩阵 $Q_{\text{Eo-entity}} = (Q_{ij}; 1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq 4)$, 其中行向量 Q_i 代表服务 B_m 。通过 SAW^[5] 方法, 实体协商可以对服务质量进行相对化处理, 把决定服务质量的各项属性值转化为相对数值。由于 Latency, Cost 属于否定性属性, 所以使用公式(4)量化, 而 Availability, Trust 属于肯定性属性, 因此通过公式(5)量化。

$$P_{ij} = \begin{cases} \frac{Q_{ij}^{\max} - Q_{ij}}{Q_{ij}^{\max} - Q_{ij}^{\min}} & \text{if } Q_{ij}^{\max} - Q_{ij}^{\min} \neq 0 \\ 1 & \text{if } Q_{ij}^{\max} - Q_{ij}^{\min} = 0 \end{cases} \quad (4)$$

$$P_{ij} = \begin{cases} \frac{Q_{ij} - Q_{ij}^{\max}}{Q_{ij}^{\max} - Q_{ij}^{\min}} & \text{if } Q_{ij}^{\max} - Q_{ij}^{\min} \neq 0 \\ 1 & \text{if } Q_{ij}^{\max} - Q_{ij}^{\min} = 0 \end{cases} \quad (5)$$

$Q_{ij}^{\max} = \text{Max}(Q_{ij}), 1 \leq i \leq n, Q_{ij}^{\min} = \text{Min}(Q_{ij}), 1 \leq i \leq n$ 。通过质量的相对度量, 得到实体的服务质量矩阵。

4 E-service 工作流突现的算法

通过实体关系矩阵的定义, 可知主对角线上任务编码, 代表工作流服务的一个组合方案; 交叉、变异操作只对矩阵主对角线上的任务位进行操作。在每次交叉、变异操作后, 由于服务匹配关系, 实体会根据关系矩阵编码中的任务关系位来判断有效性, 同时对工作流服务质量进行重新计算。E-service 工作流的建立不仅满足匹配关系, 而且是在满足用户服务质量要求下的服务最优组合。下面给出 E-service 的工作流组合计算规则, 通过规则可以计算出过程模型的总体服务质量的数据: $Q_{\text{Eo-workflow}}^{\text{Global}} = (Q_{\text{Lat}}^{\text{Global}}, Q_{\text{Cost}}^{\text{Global}}, Q_{\text{Avail}}^{\text{Global}}, Q_{\text{Trust}}^{\text{Global}})$, 即 $Q_{\text{Eo-workflow}}^{\text{Global}}$ 是满足用户的 QoS 的最优组合。累加统计性能指标的计算方法见表 2, 最优服务工作构建的评价函数见公式(6)。

$$S_{\text{Eo-entity}} = \sum_{k=1}^4 (Q_k^{\text{Global}} * W_k) \quad (6)$$

$$g_j(x) > 0, 1 \leq j \leq q$$

$$h_j(x) > 0, q+1 \leq j \leq m$$

其中 $W_k \in [0, 1], \sum_{k=1}^4 W_k = 1, W_k$ 代表属性权重系数。用户服务请求中可以包含多个 QoS 的约束, x 为服务质量属性变量, $g_j(x)$ 为单独服务质量属性约束条件集, 这些约束相互之间是“与”的关系。 $h_j(x)$ 为多服务质量属性混合约束条件, 表示用户提出的全局 QoS 要求和几项属性运算满足特定的限制要求, 例如工作流的建立中 $\text{Trust} > 0.7, \text{Time} < 130, \text{cost} < 100$ 等。 Q_k^{Global} 表示 E-service 工作流的一个属性相对质量参数计算的数值。评价函数值越大, 说明工作流服务相对质量越高。

表2 E-service 工作流的 QoS 计算规则

	Sequence	Choice	Simple Loop	Dual Loop
$Q_{\text{Lat}}^{\text{Global}}$	$a_1 \cdot a_2$	$\text{Min}(a_i)$	$N \cdot a_0 \cdot \text{Min}(a_i)$	$N \cdot a_0 \cdot a'_0 \cdot \text{Min}(a_i)$
$Q_{\text{Cost}}^{\text{Global}}$	$l_1 + l_2$	$\text{Max}(l_i)$	$N \cdot l_0 + \text{Max}(l_i)$	$N \cdot (l_0 + l'_0) + \text{Max}(l_i)$
$Q_{\text{Avail}}^{\text{Global}}$	$c_1 + c_2$	$\text{Max}(c_i)$	$N \cdot (c_0) + \text{Max}(c_i)$	$N \cdot (c_0 + c'_0) + \text{Max}(c_i)$
$Q_{\text{Trust}}^{\text{Global}}$	$t_1 \cdot t_2$	$\text{Min}(t_i)$	$N \cdot a_0 \cdot \text{Min}(t_i)$	$N \cdot a_0 \cdot \text{Min}(t_i)$

显然, 此类问题是一种带约束型的多属性优化问题。求解这类问题时, 最常用算法是采用带参数罚函数的遗传算法^[7,8]。罚函数处理受限优化, 对该个体依其违反约束条件的程度由惩罚函数来进行惩罚, 以减小它被选择的概率。但是带参数罚函数算法的性能强烈依赖于惩罚参数的选取: 若参数过小, 则算法找到的解远离真正的最优解; 若参数过大, 则会引发计算的困难, 以及容易产生演化算法早熟收敛。

为了解决这个问题, 本文采用非参数惩罚函数算法, 通过优化目标函数和约束条件的两目标演化算法来处理约束条件。演化算法中设 $F(x)$ 为评价函数, 用下面定义的 $f_j(x)$ 构造罚函数, 取为个体 x 到可行区域的距离的函数。

$$F(x) = \begin{cases} f(x), & \text{如果 } x \text{ 为可行解} \\ \text{Max}\{a * f_{\min} + b * f_{\max}, f(x)\} - \sum_{j=1}^q f_j(x), & x \text{ 为不可行解} \end{cases} \quad (7)$$

$$f(x) = \sum_{k=1}^4 (Q_k^{\text{Global}} * W_k)$$

$$f_j(x) = \begin{cases} \text{Max}\{0, g_j(x)\}, & 1 \leq j \leq q \\ |h_j(x)|, & q+1 \leq j \leq m \end{cases}$$

$\sum_{j=1}^m f_j(x)$ 表示个体 x 违反约束的程度, 也表示个体 x 到可行区域的距离。其中 a, b 为当前群体中可行解和不可行解的百分比, $a+b=1, f_{\min}$ 为当前群体可行解的函数值中的最小值, $f_{\max}$ 为当前群体可行解的函数值中的最大值, 生物实体的协商和选择过程中, 利用前述混合编码及策略获得最优服务工作流。下面给出求解演化算法流程:

①根据用户需求, 按照工作流模式, 通过生物实体的语义匹配关系和质量关系, 建立实体关系矩阵和质量服务矩阵实体群体规模为 N , 置 $t=0$;

②使用 $n+1$ 个个体向量重组产生后代, 这 $n+1$ 个向量形成 R_n 中的一个单形。将单形以一定的比例扩张, 从扩张后的单形中随机地取一点即为一个后代, 以这种多父体单形杂交算子^[19]从第 t 代群体 $B(t)$ 中随机地选取 L 个个体;

③设 P_m 为变异概率, 个体 B 的第 i 个变量 B_i 变异为 $B'_i = B_i + N(0, \tau_i)$, 其中 $N(0, \tau_i)$ 为独立的随机高斯数, 均值为 0, 标准差为 τ_i , 将 τ_i 取 B_i 的变化范围的上下界的平均值, 产生个体集合 N ;

④由式(2)计算 $L(t)+N$ 中个体的适应值,从中选择适应值大前 λ 个个体组成下一代群体 $L(t+1)$;

⑤若满足条件,列出相应工作流和确定服务实体,实体协商结束,否则 $t=t+1$,转②。

5 仿真结果及性能分析

5.1 仿真设计

E-service 工作流的仿真是基于生物网络平台上进行的。生物网络是一个 Java 语言开发的软件仿真平台^[11,12]。我们生成了包含 200 个不同资源的多数据集,随机抽取了 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 个服务来评价方法的性能,每个服务计算 4 个 QoS 属性值,具体属性值在一定的取值范围内随机生成。为了简化问题,将生成的测试数据随机分配给生物实体,用来测试系统的工作流特性。仿真主要讨论这种方法的性能。本仿真试验采用了 Pentium 4 处理器的 (2.4 GHz 和 512 MB RAM) 计算机。实验设置具有 384 个 (24×16) 节点的网络结构,假设每个虚拟机的网络节点上都运行有仿真平台,网络平台上的资源相同。服务响应时间是服务质量评定的主要指标。仿真给出了生物实体和随机 Agent 的对比。为了进一步比较算法性能,设定工作流请求不变,采用如下的实体数据分配机制,随机生成矩阵算法的初始种群数据,并且保证用户工作流要求的个体存在并且数量相同;一维编码的算法采用标准遗传算法结构、相同的进化操作概率值、QoS 模型,个体选择采用轮盘赌法。

仿真实验分为三个。第一个是实体数量 N 为 40,生物实体和随机 Agent 的响应时间对比。第二个是编码方式不同,所有其它条件都相同进行对比实验。第三个是针对不同算法和不同实体数目(服务数目)的对比实验。分别收集统计了对比数据与算法运行数据。

5.2 结果及分析

由仿真结果可以看出(图 3),随机生物实体的响应时间较高,是由于其随机特性决定的,其参数大致为常量,趋势基本没有变化。生物实体的相应数据在最初数据较高,达到 460ms,在 20min 后,数据指标开始下降到 200 至 300 之间。这是因为生物实体在开始阶段要存储能量,进行迁移、变异和交叉操作生物操作,以完成突现服务。生物实体会迁移到相关资源附近,尽量减少能量的消耗,如果生物实体代理优质的服务,则会有较高的能量。随着时间的推移,生物实体会通过自感知建立响应的聚类关系,有利于生物实体很快响应提供服务。

图 4 是一维编码和矩阵编码的响应时间。从中可以看出,在实体任务数目比较小的时候,一维编码算法的响应时间比较短。随着任务数量的增加,矩阵编码方式响应时间增长速度较慢,在 40 个任务以后,时间明显低于一维编码方式。事实上,矩阵编码方式与一维编码相比扩大了搜索范围。矩阵编码的关系处理虽然占用部分处理时间,但关系矩阵的描述减少了无效组合,这种方式在多任务、复杂结构更具有优势。

图 5 给出了一维编码和矩阵编码的适应度数据,通过 20 个任务和 60 个任务的两种算法比较更体现出了矩阵编码及算法的优势。常规的一维编码 GA 算法在罚函数选取参数时比较复杂,适应度的计算上会存在陷入局部最优的问题。随着任务数量的增加,这种问题表现得更加明显。同时,从表 3 可以看出,矩阵演化算法具有更高的命中率。在 20 个任务时,两种方法成功率基本相同。在实体任务增加到 120 个的

过程中,这种差距逐步增大。从上面的数据分析可知,生物实体编码矩阵的建立可以准确地描述各个服务和工作流的关系,在关系建立的基础上,采用了演化算法处理约束条件,一定程度上解决了局部最优解的问题,取得了较好的效果。

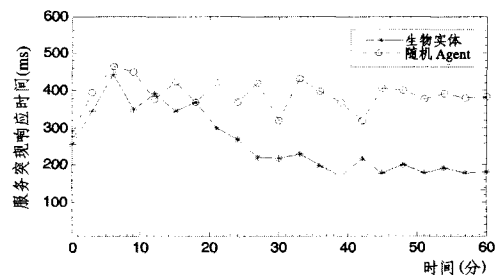


图 3 生物实体和随机 Agent 的 E-service 工作流突现响应时间比较(实体数量 $N=40$)

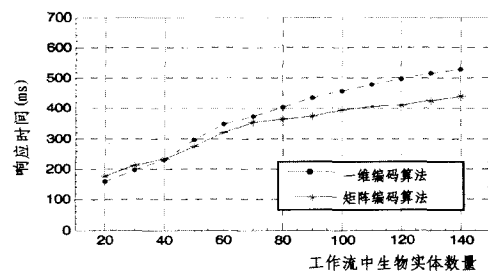


图 4 一维编码和矩阵编码的平均响应时间

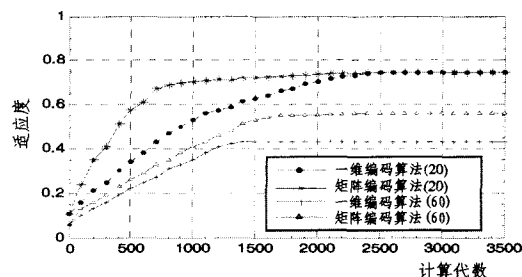


图 5 一维编码和矩阵编码的适应度

表 3 最优解成功率比较

工作流中实体数量	矩阵演化算法	一维编码算法
20	100	100
40	100	97.2
60	100	96.6
80	97.4	95.2
100	95.8	92.5
120	91.5	87.8

结束语 E-service 是一个正在迅速发展的研究领域,本文在生物网络的基础上,给出 E-service 工作流问题全局演化模型、生物实体代理 E-service,并通过关系和质量编码矩阵描述,结合 Agent、语义的有关原理,通过演化算法,使工作流的突现问题转化为实体之间的匹配和动态管理问题。这种方法解决了常规一维矩阵方法存在的问题。仿真的特性显示这种方法为工作流的动态组成提供一种新颖的研究途径和思路。其进一步的工作是扩充 E-service 编码的描述功能、完善智能算法设计、提高系统的实体匹配效率和并行计算效率,同时进一步加强系统的仿真设计,探讨其在 Internet 服务中的应用。

(下转第 125 页)

以上我们讨论了泛函网络神经元函数的构造与方法。实际上,虽然泛函网络对应的是泛函变换,函数变换的类型很多,但是表示的函数变换的泛函网络也很多,很难用一个统一的拓扑结构来描述。实际上,大多数泛函网络总可以视为 Banach 空间 E 上一个映射,在这个意义下,泛函网络可描述为:

定义 设 n 维和 m 维 Banach 空间 E 存在着函数变换 $F: E^n \rightarrow E^m$, 而 $X \in E^n$, 则泛函方程 $F = F(f_1, f_2, \dots, f_m)$ 。其中, $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, $f_1 = f_1(x_1, x_2, \dots, x_n)$, $f_2 = f_2(x_1, x_2, \dots, x_n)$, $\dots$, $f_m = f_m(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 为神经元函数。

实际上,该定义与式(1)是等价的。对于一些复杂的泛函方程,根据这个定义需要多次的函数变换的复合来完成来满足不同问题的需要。

结束语 文中基于 Banach 空间中偏序理论,分析了泛函网络神经元基函数的存在性,给出了泛函网络神经元基函数选取方法,对于完善泛函网络的基础理论具有重要的理论价值。有关基于 Banach 空间中偏序理论的泛函网络学习算法,将是我们进一步所做的工作。

参考文献

- [1] Castillo E. Functional Networks [J]. Neural Processing Letters, 1998, 7: 151-159
- [2] Castillo E, Gutierrez J M, Cobo A, et al. A minimax method for learning functional networks [J]. Neural Processing Letters, 2000, 11(1): 39-49
- [3] Castillo E, Cobo A, Gutierrez J M, et al. Functional Networks with Applications [M]. Kluwer Academic Publishers, 1999
- [4] Castillo E, Cobo A, Gutierrez J M. Working with differential, functional and difference equations using functional networks [J]. Appl. Math. Model, 1999, 23: 89-107
- [5] Zhou Yongquan, Jiao Licheng. Interpolation Mechanism of Functional Networks [J]. Lecture Notes in Computer Science, 2005, 3697: 45-51
- [6] Zhou Yongquan, Jiao Licheng. Approximate Factorization Learning Algorithm of Multivariate Polynomials Based on Functional Networks [J]. Journal of Information and Computational Science, 2005, 2(1): 205-210
- [7] Zhou Yongquan, He Dengxu, Nong Zheng. Application of Functional Network to Solving Classification Problems [J]. ENFOR-MATIKA, 2005, 7: 390-393
- [8] Zhou Yongquan, He Dexu, Jiao Licheng. A Neural Computation Structure for Solving Functional Equations with Functional Networks [J]. Journal of Information and Computational Science, 2005, 2(4): 835-842
- [9] 周永权, 焦李成. 层次泛函网络整体学习算法 [J]. 计算机学报, 2005, 28(8): 1277-1286
- [10] 周永权, 焦李成, 李陶深. 一种基于泛函网络的多项式 Euclidean 算法 [J]. 计算机科学, 2006, 33(9): 131-134
- [11] 周永权, 焦李成. 基于遗传规划实现泛函网络神经元函数类型优化 [J]. 计算机科学, 2007, 34(2): 7-9
- [12] 周永权, 赵斌, 焦李成. 一种复值泛函网络逼近理论及学习算法 [J]. 系统工程与电子技术, 2006, 28(8): 1244-1248
- [13] 周永权, 焦李成. 基于泛函网络的多维函数逼近理论及学习算法 [J]. 系统工程与电子技术, 2005, 27(5): 906-909
- [14] 刘希玉, 徐志敏. 基于泛函连接神经网络的概念设计与优化 [J]. 计算机科学, 2001, 31(12): 119-121
- [15] 崔明义, 张新祥, 苏白云等. 基于多输入泛函网络的构造和学习策略 [J]. 计算机科学, 2006, 33(10): 169-171

(上接第 114 页)

参考文献

- [1] Bultan T, Fu X, Hull R, et al. Conversation specification: A new approach to design and analysis of e-service composition WWW2003 [C]. Budapest, Hungary, 2003, 10: 403-410
- [2] Zhuge H. The Future Interconnection Environment [J]. IEEE Computer, 2005, 38(4): 27-33
- [3] Cardoso J, Lenic M. Web Process and Workflow Path Mining Using the Multimethod Approach [J]. International Journal of Business Intelligence and Data Mining (IJBIDM), 2006, 1(3): 304-328
- [4] Yu T, Lin K J. Service Selection Algorithms for Composing Complex Services with Multiple QoS Constraints [C] // Proc. of 3rd Int'l Conf. on Service Oriented Computing, 2005: 130-143
- [5] Zeng L Z, Benatallah B, Ngu A H H, et al. QoS-Aware Middleware for Web Services Composition [J]. IEEE Trans. Softw. Eng., 2004, 30(5): 311-327
- [6] Ardagna D, Pernici B. Global and Local QoS Guarantee in Web Service Selection [C] // Proc. Of Business Process Management Workshops, 2005: 32-46
- [7] Canfora G, Penta M Di, Esposito R, et al. A lightweight approach for QoS-aware service composition // Proceedings of the 2nd International Conference on Service Oriented Computing [C]. New York, USA, 2004: 36-47
- [8] Zhang L J, Li B, Chao T, et al. On demand Web services-based business process composition // IEEE International Conference on System, Man, and Cybernetics [C]. Washington, USA, 2003: 4057-4064
- [9] 丁永生, 任立红. 一种基于免疫突现计算的生物网络结构的设计 [J]. 控制与决策, 2003, 18(2): 185-189
- [10] Gao L, Ding Y S, Ying H. An Adaptive Social Network-Inspired Approach to Resource Discovery for the Complex Grid Systems. International Journal of Intelligent Systems [J], 2006, 35: 347-360
- [11] Gao L, Ding Y S, Ren L H. A novel ecological network-based computation platform as grid middleware system [J]. Int. J. Intelligent Systems, 2004, 19(10): 859-884
- [12] Sun H B, Ding Y S, Hao K R. Web service emergent system based on mechanism of bio-systemic intelligence [J]. Dynamics of continuous discrete and impulsive systems-series b-applications & algorithms, 2006, 13: 6-10
- [13] 张成文, 苏森, 陈俊亮. 基于遗传算法的 QoS 感知的 Web 服务选择 [J]. 计算机学报, 2006, 29(7): 1029-1037
- [14] 周育人, 李元香, 王勇, 等. Pareto 强度值进化算法求解约束优化问题 [J]. 软件学报, 2003, 14(7): 1243-1249
- [15] 王勇, 蔡自兴, 曾威, 等. 求解约束优化问题的一种新的进化算法 [J]. 中南大学学报, 2006, 37(1): 119-12
- [16] Berardi D, De Giacomo G, Lenzerini M, et al. Synthesis of under-specified composite e-services based on automated reasoning [C]. ICSOC'04, 2004: 105-114
- [17] Ding Y S, Gao L, Ruan D. Communication mechanisms in ecological network-based grid middleware for service emergence [J]. Information Sciences, 2007, 177(3): 722-733
- [18] Cardoso J, Sheth A. Semantic e-workflow composition [J]. Intelligent Information Systems, 2003, 21(3): 191-225
- [19] Shigeyoshi T, David E G. Simplex crossover and linkage identification: Single-stage evolution vs. multi-stage evolution [R]. Illinois Genetic Algorithm Laboratory, 2002