

虚拟服务价值网的 建模与动态整合

荀娟琼 李学伟 著



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

虚拟服务价值网的 建模与动态整合

苟娟琼 李学伟 著

北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

服务导向的社会经济系统中,基于信息技术的商业模式和服务创新活动大量涌现,学术界正在探寻系统的理论方法的解释和引导服务创新。本书以正在兴起的服务科学及其热点问题,即如何基于信息技术重构服务系统为主线,从服务在不同领域的丰富内涵中挖掘服务系统的内在和外在特征,从社会经济系统演变和集成的角度研究服务系统的分解、建模和整合问题。本书通过理论和实践研究,对服务科学与现代服务业进行了解析,提出虚拟服务价值网的概念,基于本体论、符号学和服务计算等领域的理论方法,建立虚拟服务价值网的服务建模和动态整合的理论和方法,并在服务供应链、交通信息服务领域进行了实证研究。

本书理论结合实践,取材新颖、内容丰富,可作为服务科学、信息系统等专业研究生、本科生的参考书,也可供相关专业人员参考。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

虚拟服务价值网的建模与动态整合 / 苟娟琼, 李学伟著. — 北京: 北京交通大学出版社, 2010. 6

ISBN 978 - 7 - 5121 - 0101 - 2

I. ① 虚… II. ① 苟… ② 李… III. ① 虚拟技术 - 研究 IV. ① TP391.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 072645 号

责任编辑: 韩素华

出版发行: 北京交通大学出版社

电话: 010 - 51686414

北京市海淀区高粱桥斜街 44 号

邮编: 100044

印 刷 者:

经 销: 全国新华书店

开 本: 185 × 260 印张: 12.5 字数: 312 千字

版 次: 2010 年 6 月第 1 版 2010 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5121 - 0101 - 2/TP · 588

印 数: 1 ~ 500 册 定价: 34.00 元

本书如有质量问题, 请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评, 我们表示欢迎和感谢。

投诉电话: 010 - 51686043, 51686008; 传真: 010 - 62225406; E-mail: press@bjtu. edu. cn。

前 言

管理与技术的融合与互动是信息系统学科最基本，也是最难解决的问题。服务经济和以 SOA（Service Oriented Architecture，面向服务的结构）为核心的服务计算技术的发展，以及多变的经济环境，催生了服务科学、管理与工程（简称服务科学）学科的诞生，对这一问题提出了新的要求和新的思想方法，即如何构建由客户服务价值驱动的、具有松散耦合结构特征和动态整合功能特征的服务系统，并借助信息技术寻求服务创新。

本书分析了基于 IT 的经济管理系统的元素、结构、整合等演进特征，提出虚拟服务价值网的概念，用以代表具有面向服务特征的数字化服务系统将研究视角从传统的以功能为导向的系统耦合转向以系统结构为导向的系统解析，以本体及语义 SOA 理论方法为核心，研究虚拟价值网的分解与合成，基于本体论、企业建模、符号学和服务计算等领域的思想方法，提出虚拟服务价值网的服务建模方法，研究了基于服务组件的网络同构与动态整合方法。本书主要研究内容包括以下方面。

（1）提出基于 IT 的社会经济系统演进阶段模型。基于经济管理和信息技术领域的研究成果，从系统科学角度研究基于 IT 的面向服务经济管理系统的演化特征，对比分析社会经济系统和信息系统在互动发展过程中系统的元素、结构、整合和演进等特征，在总结其系统相似性的基础上，提出基于 IT 的社会经济系统演进阶段模型。

（2）提出虚拟服务价值网的概念，并解析了网络的需求和结构特征。虚拟服务价值网由客户及为客户提供服务的相互合作和竞争的组织群动态整合而成，具有高度灵活性和适应性的价值网。通过研究个性化服务的需求特点、信息技术及其所带来的虚拟信息世界的作用，社会经济系统的整合本质与动态整合需求，本书将虚拟服务价值网进一步分解为生产和服务两个子系统，以及物流网、组织网和信息网 3 个网络，提出在系统分解之上不断重构的动态整合观。

（3）提出基于本体的服务建模和服务组件设计方法。针对虚拟服务价值网所具有的较强的动态性和虚拟性等特征，本书分析对比了传统企业建模、服务建模和本体建模领域的应用。在分析虚拟服务价值网中技术系统、组织管理和服务的关系基础上，重点研究了本体建模中的层次性设计，提出了以技术链为基础，以服务为导向的、基于多层次本体集成的服务系统建模方法论，并分析了相关的技术方法。

（4）提出基于网络同构的虚拟服务价值网的动态整合技术方法。针对虚拟服务价值网的构造和发展过程中的系统再造与整合，设计了系统的网络同构化结构。提出系统动态整合的策略、方法及集成化管理，分析了不同的集成化管理与服务创新的方式，以及网络结构的分析方法。研究了基于语义 SOA 的信息网动态整合技术方法，包括集成管理器、流程整合服务器的内部结构和实现技术，以及如何借助信息网实现其他网络的集成化管理。

（5）在基本理论研究的基础上，在产业供应链和交通信息服务领域进行分析和实证研究，提出了面向服务的供应链动态整合模型。以联泰成衣供应链为例，通过面向服务的联泰成衣供应链的整合策略与网络结构分析，集成化管理与动态整合的模拟，验证了基于服

务组件的面向服务供应链整合策略。从建立面向公众的数字化交通服务系统的角度，研究交通信息服务系统的动态整合问题。在交通信息服务及其动态整合需求的基础上，分析交通服务系统的特征，建立交通信息服务本体，以及基于 SSOA 的动态整合系统。验证了不同领域虚拟服务价值网的形成，以及服务建模和动态整合的理论方法。

对于刚刚建立、还处于思想和框架阶段的服务科学学科，针对技术系统的结构和方法向服务系统扩展这一服务科学的核心问题，以及如何通过服务系统的结构创新推动系统功能创新，建立并实现现代服务业的创新，本书探索了一条通向实践的道路。更重要的是，通过这个研究和实践的过程，将许多问题浮现出来，使后续的研究变得更加清晰和明确。

编 者
2010 年 5 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 问题提出	1
1.2 国内外研究动态	4
1.3 主要研究内容和方法	11
第 2 章 相关理论和方法	18
2.1 服务科学的内涵	18
2.2 本体及其应用	24
2.3 从企业建模到服务建模	33
第 3 章 基于 IT 的社会经济系统特征与演化分析	48
3.1 经济管理领域的系统分析	48
3.2 信息系统领域的系统分析	53
3.3 管理与技术互动集成的系统演进	63
3.4 本章小结	65
第 4 章 虚拟服务价值网的内涵与特征	66
4.1 虚拟服务价值网的提出	66
4.2 个性化服务与服务系统解析	68
4.3 两个世界中的三网分离与协同模型	79
4.4 虚拟服务价值网动态整合的内涵与模型	87
4.5 本章小结	91
第 5 章 基于多层次本体集成的服务建模	92
5.1 基于本体的服务建模方法论	92
5.2 面向服务的多层次本体构建	103
5.3 本体集成与服务组件设计	110
5.4 本章小结	114
第 6 章 虚拟服务价值网的网络同构与动态整合	116
6.1 基于服务组件的网络同构	116
6.2 虚拟服务价值网动态整合方法	122
6.3 基于语义 SOA 的信息网服务动态整合	131
6.4 本章小结	138
第 7 章 面向服务的供应链及其动态整合	140
7.1 面向服务供应链的内涵与结构	140
7.2 实证：联泰成衣供应链的动态整合	148
7.3 本章小结	159

第 8 章 基于 SSOA 的城市交通信息服务动态整合	160
8.1 城市交通信息服务动态整合的内涵与需求	160
8.2 城市交通信息服务本体构建与集成	166
8.3 基于 SSOA 的动态整合系统的设计与实现	174
8.4 本章小结	182
第 9 章 结束语	183
参考文献	186

第1章 绪 论

1.1 问题提出

1.1.1 研究背景

信息技术应用带来的机遇与挑战，技术推动下社会经济系统的发展与变革，一系列实践中产生的现象和问题，推动了信息系统和服务科学学科的诞生和发展。服务经济与整合时代的到来，现代服务业的发展，使得技术系统、经济管理系统的整合，以及二者之间的整合变得广泛而复杂。

1. 信息系统领域的老问题：管理与技术融合中的制约性

管理与技术的融合与互动一直是信息系统领域的热点和难点，是信息系统社会技术学派的核心问题^[61]，信息系统专业的诞生，就是为了研究当管理和技术融合时所产生的现象^[39]。在信息技术广泛应用于社会经济系统的进程中，信息技术从最初的用于提高企业运作效率的工具转变成社会经济系统演变的驱动者（driver）和使能者（enabler），同时，催生了数字化社会经济系统，涌现出许多传统系统中所不具有的特征，如大量的新的管理和商务模式的出现，产生新的经济现象和组织模式。虽然从理论上尚未对这种系统变化给出明确的定义和界定的标准，但是工业界和学术界正在从理论和实践领域研究这种变化。信息系统领域的权威杂志 *ACM of Communication* 在 2005 年发行一期“数字化社会(Digital Society)”专刊^[1]，从各个行业分析信息技术所带来的巨大变革。与此同时，社会经济系统及其环境的动态变化日益增强，技术在成为社会发展使动器的同时，也是社会经济系统灵活性的最大制约因素。

另一方面，在信息技术应用于商业系统的发展历史中，传统社会经济系统运行中有形和无形的规则阻碍了 IT 应用系统价值的发挥，Davenport^[94]在 1995 年的哈佛商业评论上就当时企业应用集成信息系统所出现的各类问题，以“Put your enterprise into enterprise systems”（将企业置于企业系统之中）为题，研究企业应用信息系统时组织、管理所应进行的变革。然而，时至今日，ERP 实施方法论日趋成熟，这些问题并未减少，艾利·高德拉特在《仍然不足够》一书中指出：信息技术绝对能够为企业带来大幅改善，只不过光有信息技术仍然不够，在信息技术应用过程中，社会经济系统的固有结构、模式制约了信息技术价值的发挥。

在传统研究中，信息系统与社会经济系统作为两个相对独立的子系统被研究。信息系统领域的学者从解决方案的角度研究如何帮助管理者借助 IT 应对社会经济系统中的各种挑战，从而获取竞争优势。经济管理领域学者将信息技术作为一种技术要素，研究将其加入社会经济系统的过程中后对不同领域带来的各种变化，并从管理学、经济学等角度分析其原因。这些研究中，通常存在一种假设，社会经济系统和信息系统的相对独立和相对稳

定, 二者的影响作用是交替发生的。

今天, 信息技术已广泛渗透于社会经济系统之中, 数字社会经济系统在技术发展和社会竞争的合力下快速发展和变化, 其所带来的影响从社会经济系统的数字化量变演变为数字社会经济系统的质变, 从功能的变化演化为结构的变化。社会经济系统与 IT 应用系统之间的问题从功能需求问题转变为在系统快速变化下的结构制约问题, 二者间的互动从交替影响转变为同时相互作用。从系统科学角度而言, 管理与技术的问题已经转变为两个系统(信息系统与社会经济系统)整合演变的过程。

2. 服务科学领域的新问题: 面向服务的社会经济系统的再造

全球范围内服务经济的增长, 大量基于信息技术的服务创新模式的产生引起了工业界和学术界的巨大兴趣, 如何从理论上解释这些现象, 研究基于信息技术的现代服务业的结构及创新机制, 推动基于产品的制造业向服务型企业的转型, 通过服务创新为服务提供者 and 客户创造价值, 成为服务科学这个新兴学科的主要研究目标。

自 IBM 公司于 2004 年首次提出服务科学, 服务科学的研究从工业界向学术界快速扩展, *Communications of the ACM* 在 2006 年第 7 期为此而开辟专刊, 以美国为代表的许多国家的著名大学通过多学科交叉与多院系协作开设了相关专业, 并已取得部分研究成果。虽然至今对于该学科尚未有明确的定义, 众多学者对该学科的定位及其研究内容在观点和视角上有所不同, 但其中的关键词汇都是相似的, 即包括服务业/现代服务业、服务计算及服务创新等。

综合不同学者的观点, 本书认为服务科学的核心思想和研究目标在于, 如何将信息技术领域在以服务计算为核心的技术架构和思想及其所带来的创新价值扩展到社会经济系统, 如何创造和交付可重复利用的资产, 使服务更容易被复制并得到更有效地实施, 如何使社会经济系统和信息系统的架构更加吻合, 真正解决业务系统和 IT 系统之间的鸿沟。服务科学力图从服务的角度去观察和解析社会经济系统, 借助新的信息技术框架重新理解和设计经济管理系统的结构, 通过创新而不是优化来发展现代服务业。

面对复杂多变的外部环境, 以客户服务价值为驱动, 构造社会经济系统的 SOA (Service Oriented Architecture, 面向服务的架构) 结构, 提高基于信息技术的经济管理系统, 或者说数字化服务系统的灵活性和适应性, 是 SSME (Service Science, Management and Engineering, 服务科学、管理和工程) 的重点研究问题之一, 从系统科学角度在信息系统和经济管理系统两个领域建立一致的概念、系统结构和运行机制是研究的核心焦点。

3. 科研实践中的理论问题: 面向服务的系统动态整合

笔者通过参与多项涉及信息资源和服务整合的课题研究, 如北京城轨系统综合信息利用平台分析与设计、高速铁路基础资料库设计与开发研究、供应链整合网络的协同模型研究及基于多种交通方式耦合的城市交通出行信息服务集成平台等, 将这些课题的最初目标主要集中在技术领域的信息资源集成。与传统的以面向运营和管理为主的信息系统和信息资源集成的研究不同, 这些集成更加注重面向最终客户的集成。

上述研究成果目前多数仍处于实验室研究阶段, 但随着研究的深入, 将技术层面理想的信息服务集成方案与实际的社会经济系统融合的时候, 出现了一些问题: ① 在构建大范围信息服务集成中, 需要信息服务、物流设施服务及服务组织之间具有良好的映射, 以保证服务的共建、共享与服务合成, 这从根本上要求重新理解和设计服务系统, 传统的企业

建模等方法无法解决系统的灵活性和映射性；② 有效、高效的信息服务动态集成必须依靠服务系统的动态集成，信息服务的集成进一步推动服务系统的重构，在二者的互动过程中实现服务创新，还需要从系统结构上提供信息服务集成平台与服务系统的集成方法；③ 随着集成范围的扩大和动态集成需求的增加，由于集成单元独立而松散，信息服务的搜索、匹配及合成难度增大，基于语义的集成已经被广泛采用；与此同时，由于服务系统动态性的增强，系统规模的增大，系统的动态集成需要更高的智能性，信息服务集成中的基于语义的管理也应扩展到服务系统的动态整合。

面向消费者提供动态集成的服务流程是研究服务系统及信息服务集成的根本目标，服务系统通常是跨组织的，现有研究在提供信息服务动态集成解决方案过程中，信息服务需要来自不同的服务组织，其设计原则和标准难于控制，理想的设计方案无法获得现实组织的支持；此外，信息服务的大范围松散耦合结构与服务系统中的物流/服务设施网络和组织网络在结构上的难以匹配和映射，将直接限制信息服务动态集成的实现，无法实现服务系统真正的动态集成。在服务系统内各层次间建立良好的映射和集成关系，通过信息服务的动态集成协调和辅助其他层次的动态服务集成，是数字化服务系统动态集成的核心问题。

本书针对构建具有动态集成能力的数字化服务系统的上述问题，以服务视角透视基于SOA架构的数字化服务系统的外部特征和内部运作机理，提出虚拟服务价值网的概念，将数字服务系统的动态集成问题转化为虚拟服务价值网中物流网、信息网和组织网之间及各子网内部的动态集成问题，研究虚拟服务价值网的结构功能特征和系统建模方法，以及基于语义的系统集成框架和服务流程合成方法。

1.1.2 选题意义

本书以系统结构为导向研究面向服务的数字化经济系统的内部机理，建立服务建模、网络同构和动态整合的理论方法，其研究意义如下。

(1) 从整合和服务的角度研究基于信息技术的服务系统（数字化服务系统）的内部特征和演化过程，有助于从系统内部分析在社会经济系统面向服务的数字化进程中，经济管理系统和信息系统的内部变化特征，更深入地理解和分析管理与技术融合中信息技术的作用机理，为解决如何将服务架构从技术领域扩展到业务领略，重构服务系统这一服务科学领域的核心问题提供了一种思路和方法。

(2) 网络化和组件化是信息系统和经济管理系统的发展趋势，基于本体的服务建模和基于网络同构的动态整合理论方法，为数字化服务系统的分解与合成提供了理论方法。构建由客户服务价值驱动的，具有松散耦合结构特征和动态整合运行特征的数字化服务系统，可以有效地提高数字化服务系统的灵活性和适应性，解决管理与技术融合中的制约性，并为组织的服务整合与创新提供方法论的指导及新的技术方法。

(3) 本书的理论研究及在传统产业和服务业相关领域的应用和实证研究，为目前大量出现的服务整合实践，如各类平台建设、信息资源整合及供应链整合等相关领域问题提供了新的理论方法，对服务科学所关注的现代服务业的构建具有参考价值。

1.2 国内外研究动态

1.2.1 基于 IT 的社会经济系统演化

从技术应用、数字社会到服务系统，信息系统和服务科学两个学科最核心的问题就在于信息技术作用下社会经济系统的演化特征与运行机理。

1. 信息技术/信息系统及其作用机理的研究

自科斯开启企业研究的黑箱以来，关于企业组织成长、变革及演化等理论层出不穷。从企业演化的角度^[180]，这些理论分为企业演化理论、企业能力理论、企业文化理论、企业基因相关理论及长寿企业研究等。这些理论从不同视角研究了组织网的变化及其原因。在这些理论中，信息技术从最初的支撑地位已经变为不可或缺甚至是主导地位，创造了许多新的商业模式、管理理念和经济理论。

信息技术的商业应用主要从企业开始，信息技术在组织中的应用形成了信息系统。在基于专业分工的企业组织金字塔中，信息系统为不同的人提供业务、管理和决策信息，更多地表现为管理工具。波特的价值链理论中，信息被看作增值过程中的一个支持因素。随着信息技术应用的深入，信息技术的影响日益广泛，不仅成为大量学者的研究课题，也被其他领域学者和普通公众所关注，《世界是平的》与《长尾理论》等畅销书都通过大量的事实指出了信息技术在社会经济系统中的价值及引起的变化。

关于信息技术的价值悖论及信息技术的作用机理研究由来已久，有学者^[169]指出，信息技术对组织管理的作用在于通过改变组织的协调机制来影响组织运作，并就未来组织的管理方式提出一种基于信息流协调的组织和谐管理思路。IT 价值的获取及对于组织的影响是一个长期过程，许多学者从经济学的角度，将 IT 的价值划分为直接经济效益和间接经济效益并给出了各种效益评估的模型。

经济管理领域学者的研究主要从信息技术在不同领域所带来的各种变化的表象开始，然后从管理学、经济学等角度分析信息技术的作用机理。Laudon^[61]对这些研究进行了分析，主要包括：经济学领域，从微观经济理论研究信息替代成本上升的劳动力后的经济规律，从交易成本理论研究信息减少交易成本的特征及影响，从代理理论研究信息技术如何减少管理成本及影响；管理领域，从决策和控制理论研究组织结构变化，从社会学理论指出信息在转变组织的作用上不具有独立的力量，从后工业理论指出组织更平坦、决策更分散，从组织文化理论指出信息技术的应用既可以威胁也可以支持文化，从组织政治理论研究 IS 对关键资源——信息的接触影响。

Internet 技术发展应用之后，信息技术展示了获得竞争优势的新领域，价值链包括信息的创造和利用。“虚拟价值链”和“数字资产”对企业的能力提供了较宽的经济规模，把客户的知识转换到了新的产品和服务中。Jeferey F.Rayport 和 John J.Sviokla 于 1995 年提出了开发虚拟价值链的观点^[46]，强调传统的价值链只是把信息看作是价值增值的辅助部分，而并非价值的本身所在。他们指出：当今每个企业都在两个世界中竞争，一个是管理者可以看到、触摸到的由资源组成的物质世界，称之为市场场所（market place）；另一个则是由信息所组成的虚拟世界，称之为市场空间（market space）。虚拟价值链与传统价值链是相互

并行的两条价值链，前者存在于物质世界，后者存在于信息世界。

在虚拟价值链的模型中，更多关注的是企业在信息构成的虚拟空间中的竞争。在这一空间中，企业所有的价值活动都与信息有关，并可表示为一个统一的虚拟价值链，通过价值活动和信息的互动结合来获取虚拟空间的竞争优势。与信息结合的方式和紧密程度决定了企业所能获得竞争优势的强弱。

虚拟服务价值网的提出很大一部分是对电子商务创新模式的分析和总结，其意义在于将信息的作用与价值从企业内的管理活动扩展到企业间的交易活动，揭示了在这个过程中，由信息技术所支撑的虚拟世界的发展和壮大，经济社会由物质世界向虚拟世界扩展的趋势。自此，以电子商务为代表的大量创新模式不断涌现，其速度远超过学者的研究速度，引起各行各业的关注。

总之，数字/数字化一词的重要意义在于强调了在信息技术的应用过程中，社会经济系统的本质变化。数字社会研究，重点关注在信息技术应用过程中，数字化社会经济系统从功能的转变到结构转变的规律。

2. 服务科学与服务系统的研究

服务科学至今尚未有明确的定义，但其研究实践工作已经广泛地开展起来，其研究者主要来自服务管理和服务计算两个领域，其发展可以从两个角度追述，如图 1-1 所示。

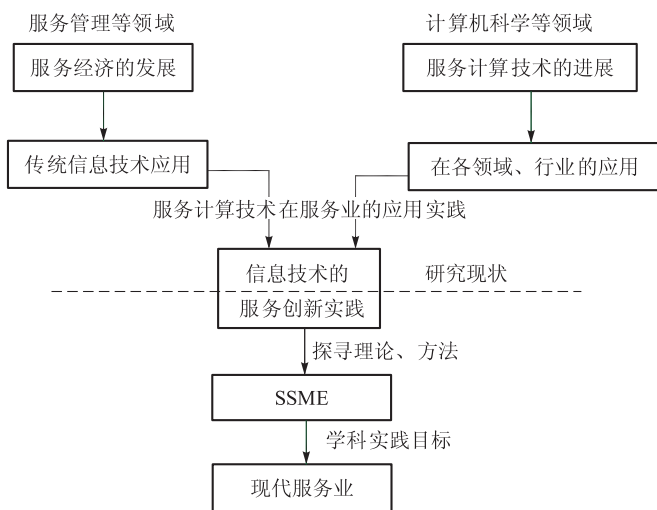


图 1-1 SSME 学科的诞生与研究目标示意图

其一是服务业的发展及信息技术对其影响。服务业已经成为世界各国经济的重要部分，随着电子商务的发展及应用领域的拓广，更多的服务业依靠信息技术得以发展和创新，并带来社会经济系统的变化，这一现象受到政府、企业及学术界的关注。其二，以 SOA 为核心的分布计算技术的发展，使得信息系统的架构及开发方式发生了巨大的变化，系统结构的松散耦合使得系统灵活性得以提高，服务封装与可重用使得系统开发效率得以提高，使得信息系统可以根据业务需求快速地变化，一方面解决了业务变化受制于信息系统结构的问题，另一方面，其思想方法也为社会经济系统带来创新的源泉。

服务科学的教育和研究必须依靠多学科交叉与多院系协作，如芬兰赫尔辛基理工大学的知识密集型服务的全球采购，清华大学基于 SOA 和语义 Web 的电子政务平台等^[49]。芬

兰赫尔辛基理工大学^[77]以“职业能力”为导向,强调服务研究支撑教育,力图构建新的理论和方法,将相关知识整合到服务科学中。服务科学最初的研究者主要来自技术领域,随着管理、经济等学科的研究人员加入,近几年得到一些研究成果。

建立面向服务的业务系统是服务科学的核心问题^[74,98],这里的业务系统不再局限于企业管理系统,而是众多学者所称的服务系统^[98]或服务生态系统^[54,55,63,66,80]。服务系统是一个动态配置资源(人、技术、组织和共享信息)交互的复杂系统,并通过服务在提供者和消费者之间创造和传递价值,信息技术的应用使得交互更加复杂,系统特征更加难以描述和预测。在现实中,表现为大量依靠信息技术,面向最终客户,通过整合各类服务而快速发展的现代服务业^[98]。

服务生态系统的本质是将业务系统分解为一组较小的、自制的业务组件,以组件化可插拔的方式,与企业内外类似的其他组件协作^[63]。借用生态系统最直接的用意是表明:在服务生态系统中,由足够的有机的服务组件组成的系统机体,能够在适应外部环境的过程中自然地成长,并变得越来越多样和协调。

服务科学是一个尚在争论中的学科,因此,对于其研究对象,服务系统的研究还比较少见。剑桥大学在其最新的服务科学白皮书^[98]中,将服务系统的理解列为5个研究主题中的第一项,指出应当将服务系统和价值创造建立为基本概念,它们应成为服务科学的起点。服务系统的研究包括:建立服务系统的语言和分类学;建立并使用系统结构;理解服务提供中数据的角色、来源和使用。

服务系统的复杂性,需要一个整合的方法。理解服务系统的关键不是研究服务的某一个方面,而是将服务看作相互交互元素组成的系统。必须承认,各类服务系统之间存在着差异,而且在不断变化,但需求最基本的原理至关重要。不同学科之间的隔离阻碍了对于服务系统的理解,服务科学不仅需要专家解决不同领域的复杂性,更需要多学科共同合作,回答以下问题:① 服务系统的结构是什么?② 如何理解服务系统通过组合小的积木块来应对变化?③ 结构和积木块如何帮助我们理解服务系统的起源、生命周期和持续能力?④ 如何优化服务系统以共同创造价值?⑤ 为什么服务系统内和系统间的交互会带来特殊的结果?

1.2.2 服务系统的分解与建模

1. 系统分解:系统结构的一致性与差异性

信息系统领域的基本任务之一就是建模,或称系统开发,就是在信息技术平台上建立社会经济系统的信息处理系统的模型。最初的过程建模和数据建模主要从功能角度完成经济管理活动中的信息处理,系统由输入、处理及输出的功能模块组成。此后,企业建模领域通过多视图对经济管理系统进行建模,很长一段时间,业务流程主宰企业内外运作模型,成为建模的重点。

从软件技术领域的发展而言,随着软件规模的增大及软件维护费用的增高,需要构建一个易于维护和扩展的高度灵活的系统,此外,大量系统建设所带来的系统集成需求,以及社会经济系统的多变性,更需要在异构平台上建立松散耦合,具有跨平台整合的技术体系,面向对象技术、组件技术及服务计算技术就是在这样的需求背景下快速发展起来的。

对经济管理领域而言,在当今环境复杂多变、科学技术迅速发展的情况下,组织中的

各种关系都变得更加复杂和不确定,这就要求组织形态必须与其所处环境的动态特性相匹配^[133]。从价值链到价值网^[180]、从网络组织到企业基因^[9]等理论,无不反映了经济管理系统在应对外部快速变化中所需求的系统内部的灵活性和适应性变化。

信息技术和经济管理两个领域的研究表明,信息系统和经济管理系统都具有明显的网络化、组件化趋势。从价值链到价值网、从网络组织到企业基因等理论^[180],无不反映了经济管理系统在应对外部快速变化中所需求的系统内部的灵活性和适应性变化,将一个企业分解为业务组件有利于理解业务设计及更细致地分析其运作模式^[73]。服务科学的重要问题之一,就是创造和交付可重复利用的资产,使服务更容易被复制并得到更有效地实施。组件化设计成为提供软件系统适应性的基本方法,服务计算领域将组件的概念进一步发展为您服务,认为服务的概念及面向服务的系统模式可以为两个领域搭建融合的桥梁^[18,66],通过灵活、高效、易管控的IT实施,协助企业转变成为服务化的企业。有学者通过多项案例分析,验证面向服务的企业结构建模的概念和技术,认为业务流程、应用系统和技术框架可以用同一个“服务”概念进行建模^[73]。

但也有学者指出,“组件”、“组件化”、“服务”等词汇的过度泛滥使用,以及一些管理研究者和IT产业之外的管理决策者给出一些模模糊糊的推断,面向服务被打上了错误的印记,二者之间有着难以逾越的鸿沟,其根本原因就在于在IT领域所遵循的服务分解的原理和方法与企业或行业业务运作所用的分解方法并不一致,业务运作分解中所采用的业务边界与IT中截然不同^[54]。

IBM公司研究认为面向服务的结构跨越从业务架构到IT实现的整个过程/频谱^[54],业务端的业务服务通常是大粒度、非形式化说明的,而另一端的IT服务却是小粒度、准确说明的。有学者指出,从IT实现的角度定义服务难以包含一些业务本体中的重要概念,比如,必须满足的契约规则等^[54];信息系统的工作环境是基于对角色、职责、依赖、社会结构、组织实体、目标、任务和资源等的理解,而信息系统本身通常被认为是一组(软件)单元、实体(如客体、代理)、数据结构及接口的集合,信息系统传统上经历了一种起到阻碍作用的错误匹配^[73]。

综上所述,服务科学用服务系统描述现代服务业构建过程中业务系统所表现出的动态性和虚拟性特征,为此服务建模必须能够反映出建模对象的新特征,需要更好地在IT和业务两个领域需求一致的系统分解方法,解决服务组件边界、粒度、社会因素等差距,并保持系统动态性和适应性。在系统适应外部服务需求的动态变化中,业务级的抽象和系统分解要比技术系统困难得多^[63],实现业务系统和信息系统的一致性,并以此提升业务系统,更是服务建模的难点问题^[54,66,83]。

2. 本体在建模领域的应用

业务流程已经统治企业内外运作模型很多年了^[18,80,41],传统企业建模是功能/业务流程驱动式,国际上已经提出了很多结构化的、面向功能的企业建模,但它们越来越明显暴露出不稳定、不连续等弱点^[54,132],这在很大程度上限制了企业的业务创新^[41]。

随着SOA作为技术主流架构和平台地位的确定,应用建模和企业建模领域都在研究如何在建模过程中反映SOA的架构特征,并将其称为服务建模,现有服务建模研究多以企业为建模对象。剑桥大学在其最新的服务科学白皮书^[68]中,将服务系统的建模列为5个研究主题之一。

服务建模通过系统分解构建服务组件,但由于缺乏系统分解的依据和方法,现有的软

件工程和企业建模领域的方法论^[66]，多以企业现有功能和业务流程的实现过程为参考，一些服务建模中的服务地图或服务矩阵，多是通过长期反复的分析设计所获得的对于系统分解的“最佳实践”，在某种程度上已经固定了系统的结构设计。此外，服务系统的动态性还表现在系统范围、服务需求的不确定性，其功能和流程更是难以描述。因此，必须寻找一种可以从系统本质特征进行系统分解的方法，而非从外部功能的实现过程推断系统的内部组成和结构。

在解决上述问题中，众多学者从不同角度将本体论引入建模领域^[4,27,41,72,97,132]，认为本体方法可以更好地在业务和技术层面开发服务^[4]。J.Gordijn 认为本体不再局限于相对稳定领域的内容的静态描述，而应发展为更广泛的科学方法，比如基于本体的动态自组织能力^[41]。在这一思想指导下，J.Gordijn 及其研究团队自 2001 年以来，针对电子商务中的业务建模（E-business modelling），提出一系列基于本体的建模方法和工具，从战略、业务和系统等不同层次，进行电子商务集成的理论和实践研究。

现有服务建模方法从不同视角对系统功能和结构进行分解与形式化描述，通过研究组成元素之间的关系和系统新的架构，为系统的合成提供了基础。但是，这些方法多是面向企业内部管理，且在技术和业务领域的概念差异较大。J.Gordijn 等人的 E-Services 研究^[41]与本研究在研究目标和方法上有很大的相似性，具有很好的借鉴性，但其研究主要针对电子商务领域，其 IT 服务与业务服务的相似度更高，而且原有企业边界不打破，服务的粒度较大，研究重点是在已有大量组件的基础上进行选择、合成等。

目前本体工程的思想虽然已经被接受，但是并没有出现得到广泛认可的通用的方法论。已经开发出的一些方法论也是诞生在具体的本体开发项目之中，为具体的项目实践服务。将本体论引入企业和服务建模，目的在于借助以存在论为核心的本体，通过了解这个领域的知识来研究系统的本质。但多数仍旧以企业管理系统和业务流程为对象进行分析，与服务建模对象——服务系统有着本质的区别。因此，本体构建对象不同，本体的构建和集成方法也存在着巨大差异。

1.2.3 面向服务的动态整合

服务科学所研究的服务系统，是基于信息技术的，信息/知识密集型的（information/knowledge-intensive）社会经济系统。以 IBM 为代表的服务计算领域学者多数是信息技术和信息系统专家，他们对于服务系统及其整合的理解，首先是来自技术领域的实践和研究，并在此过程中发现技术和管理两个领域的密切关系，于是力图将技术领域的方法借鉴到社会经济系统及服务系统整体的研究中。

1. 基于 SSOA 的信息系统领域的动态整合

技术层面的信息系统集成主要是解决信息系统建设中存在的异构问题，传统上多以数据集成和共享为主，通过 API 或中间件等技术实现两个或多个系统的连接，技术方法复杂，资源利用率低，不断增加的大量硬连接造成系统的灵活性降低。目前技术领域的研究和实践取得了大量的成果，包括^[145]系统异构——操作系统与硬件的异构、语法异构——不同的语言和数据表示、结构异构——不同的数据模型和语义异构，词语和概念在不同的上下文有不同的含义（自然语言的非形式化）。

以面向服务的体系结构（Service Oriented Architecture, SOA）为核心的服务计算技术

提供了松散耦合的系统结构及异构网络平台的互操作技术,成为解决异构问题的主流技术。作为一种重要的系统结构和运作模式,面向服务包含两层含义:对外研究现代服务经济时代经济管理系统的特征,即面向客户的服务系统;对内是一种系统结构和运作模式,由独立自主的服务组件以服务关系动态整合而成,具有高度的业务敏捷性,即可以灵活调整系统以适应快速发生变化的业务竞争^[61]。

以本体(Ontology)为代表的语义技术与 SOA 技术的结合,进一步有效解决了语义异构问题,并被应用于 ITS 的集成中^[30]。基于知识、语义/语用的信息服务集成是 SOA 架构用于信息系统整合的最新研究进展。

语义网是一种能理解人类语言的智能网络,使用本体(Ontology)建模的网络语言来描述网络文件中的术语的明确含义和它们之间的关系,以表示共同认可,可共享的知识。作为下一代 Web 技术支撑的平台,语义网逐渐将 Internet 变成一个巨大的全球化知识库,通过标准的语义规范,支持信息语义化、智能搜索引擎和智能推理。

SSOA(Semantic SOA)是语义网技术同 SOA 体系架构的结合。在 SOA 体系结构中,采用语义网技术表示数据的含义可以明确地被计算机程序理解,这种语义互操作性可确保服务使用者和提供者通过一致、灵活的方式交换数据。语义互操作性逐步成为 SOA 中的一个重要体系结构特性,Paik 等结合语义 Web 服务来完善供应链中 DS 代理搜索的自动性^[75],Preist 等提出了基于语义网的供应链业务自动整合方案^[79],这些研究都是 SSOA 的应用与发展。刘科成进一步在语义技术上加入了语用,并应用于需求的分解与合成两个阶段,进一步提高服务合成的智能及自动化能力,该研究正在进行之中。

最近几年,基于语义的 Web 服务发现已成为语义 Web 服务领域内十分活跃的研究课题。目前,关于语义 Web 服务方面的国际会议有很多,最具代表性的国际会议有 ISWC(International Semantic Web Conference,自 2002 年每年召开一届),ICSC(IEEE International Conference on Services Computing,首届会议于 2003 年在美国拉斯韦加斯召开,每年一届)等。这些会议重点讨论 Web 服务及语义 Web 服务发展中的热点问题。目前来说有几个主要的提供语义标注的框架模型:OWL-S、WSMO、METEOR-S 和 SWSF。

国内对于语义 Web 的研究虽然刚起步,但是也吸引了越来越多的高校和科研机构研究人员的注意,如中国科学院计算技术研究所开发的自动组合 Web 服务的多 Agent 系统 AWSC-Agents,系统利用扩展了用户偏好语义描述的 OWL-S 及状态演算来进行 Web 服务的组合,同时借助了 Agent 技术,使得服务合成在一定程度上具有主动性、自治性、推理性和社会性。但该系统在安全性和服务匹配方面仍存在一些不足之处^[148]。语义 Web 与 Web 服务的结合推动了 Web 服务领域向更高层次发展,掀起了一股新的研究热潮。研究者在上述规范的基础上研究了动态组合、事务支持等方面来提高服务组合的效率和准确度。从目前已经涌现出来的各种 Web 服务组合模型及具体的实现方案来看,Web 服务组合技术仍然没有达到企业所期待的成熟度,距离 Web 服务组合的普及应用尚有一段距离。

总的来说,当前对服务整合的研究主要分三大方向:第一个方向是定义能够实现服务表述、调用机制和服务组合的语言;第二个方向是寻找能够实现自动服务组合的机制、思想及算法;第三个方向是构建适合进行服务组合的架构。

2. 服务系统的动态整合

从系统论角度看,整合是构造系统的一种理念,同时又是解决复杂系统问题、提升系

统整体功能的一种方法。整合是一个应用非常广泛的词汇，从技术领域到管理领域，学者研究了不同领域的整合理论和方法，对整合系统的结构、机理和整合实现机制进行了研究。信息系统整合需求表面看是因为存在大量的信息孤岛，但内在原因仍然是企业内和企业间的业务整合需求的快速增长，从面向信息、面向流程到面向服务，既是一种技术需求，更是一种业务需求，是整合时代的需求。

随着客户价值、价值链等管理理念的形成和发展，企业进入“整合时代”^[68]，比如，面向客户价值的供应链整合、电子商务及其技术推动的贸易整合。整合成为全球化时代的特征，今天这样一个因信息技术而紧密、方便的互联世界中，全球市场、劳动力、产品和服务都可以被整个世界共享，一切都有可能以最有效率和最低成本的方式实现，世界各地的人们可以通过因特网轻松实现自己的社会分工^[177]。整合不再是战术层面的技术问题，“应用整合是一种战略方法，……它将为企业提供明确的战略优势，使企业可以利用遗留系统，在实时的、事件驱动的环境中进行经营管理”。

在整合的需求推动和组件化的支持下，经济管理系统的内外运作模型正在发生变化，业务流程统治的时代正在远去。一个复杂的企业或组织可能会有许多目标，明确的去管理每一个目标是浪费时间并且最终可能毫无效果^[55]。当确定新的目标或者修改已经存在的目标时，只需稍微改变或者不改变服务组件，就可以实现这些目标。对于系统的更改，多数情形下，只有受影响的服务组件需要修改、删除或者创新。技术领域把这种模式比作乐高或环球嘉年华，由此给组织带来3个好处：灵活性、资产的复用及以客户为核心。

最重要的是，上述一切的实现，都依赖于信息技术的支撑，信息技术所提供的整合平台正在分担着更多的责任，成为数字化社会的基本特征。整合作用利用信息技术平台，以及信息的横向和纵向协调机制来整合组织各部分的信息，有学者^[77]指出：信息技术为我们提供了一个虚拟的环境，它必须与物理环境携手，这二者对于服务科学非常关键，它们能够将技术与组织的理解合并在一起，能够将识别企业的困境及可以有效解决问题的工具组合在一起。

在上述问题的求解中，SOA 的松散耦合及动态整合的特征为研究提供了新的思路，SOA 的研究源于技术领域，但技术与管理的日益密切的关联需求使得学术界和工业界都更加关注从管理和企业建模一级发展基于 SOA 的服务生态系统，一种面向服务的运作模式并成为服务科学的重要内容。服务科学是关于整合、优化和持续的^[68]提供整合的动力、方法和技能，也提出了许多新的问题，具体如下。

服务系统可以分为“前台”和“后台”，“前台”的作用是提供客户交互，问题是：当存在多种用户联系渠道和接触点的时候，如何保证客户的满意度？“后台”重点在于运作效率：如何通过高技能的员工、改善的业务流程和强有力的伙伴和供应商关系（服务网络）提高生产力？服务绩效同时依赖于前台和后台：“用户的声音”（用户需求）和“流程的声音”（提供者的能力）如何匹配以达到最好的效果？现代社会的变革提出了新的问题，优秀的服务意味着全球资源的使用，如何在全球资源的机会和传统规范的约束中寻找平衡？日益增强的竞争意味着服务的领导力不再持久：如何激发、实现和维持服务创新？服务的增长需要一种能力，能够快速创造可定义的、可重复的、可升级的和唯一的市场成功：如何使有希望的服务能够在收入和利润上得以扩展？最重要的是，企业希望知道：如何在无缝集成方式中运作？并非只有服务企业需要考虑这些问题，制造业在面向服务的旅程中，