

知识创新视角下的软件产业园区演化发展分析

黄晓卫

(河海大学 商学院,江苏 南京 210098)

摘要:从软件产业知识型特征出发,提出软件产业园区本质上是一个知识创新系统,产业集群、空间和创
新网络构成了软件产业园区知识创新系统的3维特征,嵌入在区域和全球知识创新系统下的3个特征的演
化,构成了整个园区演化发展的主要动力,主导其最终向知识创新区域演化和发展的路径。进而,从软
件产业知识系统的非均质出发,分析了软件产业园区进入集群阶段后的群落化和虚拟化的高阶演化形态,
并提出了发展软件产业园区的对策建议。

关键词:产业集群;软件产业园区;知识创新系统;群落化;虚拟化

DOI: 10.3969/j.issn.1001-7348.2011.23.020

中图分类号: F426.67

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2011)23-0082-05

0 引言

自人类进入信息社会和知识经济时代起,软件产业就成为推动区域和社会发展的重要产业。实践中,软件产业园区逐渐成为各国发展软件产业的重要载体,美国硅谷和印度班加罗尔等地区的成功更加促进了全球软件产业及园区的发展。软件产业园区与传统产业或其它高科技产业园区一样,均是以产业集群为园区产业发展的组织形态,但软件产业集群与传统产业集群或其它高科技产业集群有着重要区别,其竞争优势和发展动力主要来源于知识创新而非共享的空间土地或其它资源要素。本文从软件产业知识创新机理出发,系统分析了软件产业园区的演化特征和路径,对软件产业园区及其集群可持续发展的建设实践具有重要指导意义。

1 软件产业园区的知识创新系统分析

软件产业园区以软件产业集群为产业组织形态,是软件产业集群的空间载体和空间利益实现的形态。软件产业园区的形成和发展为软件企业提供了更为频繁的信息交流和互动空间,促进了软件企业之间、个体之间“面对面”的交流,从而使软件产业或相关产业的各种隐性知识得以通过思想、经验、信息在园区范围内流动、碰撞、激荡,进而被园区内企业和个体所吸收、消化、创新,并进一步通过知识创新循环和知识溢出来提

高园区内软件公共知识的总量和质量,不断促进园区内企业的技术创新和知识创新。从软件产业的知识型特征来看,软件产业园区是一个以知识创新为核心的“聚集经济空间”,具有地理上的接近性和文化、历史、社会心理状态相近的特性。园区内软件企业从初始的地理集中到逐步形成软件企业间的分工、协作和竞争关系,企业之间关系的逐步形成和互动,加深和推动了软件产业集群的产生,并逐渐扩散至大学、研究机构、中介服务机构(包括技术扩散代理机构、职业培训机构、行业协会、风险资本投资机构及其它金融机构)和地方政府等其它主体,形成了一个互相联结、互相影响的网络结构系统,此系统在不断与外部环境的交互作用及系统的自组织作用下,形成了具有持续创新势能的知识创新系统(见图1)。

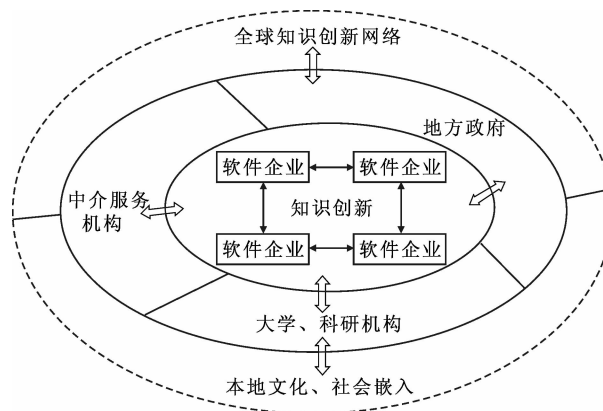


图1 软件产业园区知识创新网络系统模型

收稿日期:2011-09-27

基金项目:国家软科学项目(2010GXS5B140);江苏省哲学社会科学基金项目(08EYD028)

作者简介:黄晓卫(1975—),男,湖北京山人,河海大学商学院技术经济与管理专业博士研究生,研究方向为技术创新与区域经济。

盖文启(2002)认为,“区域创新系统是区域创新网络与区域创新环境有效叠加的系统”^[1]。软件产业园区内各知识创新主体以独立个体或法人为单元,在园区市场关系中构成的层次性网络和全球知识网络与本地的文化、社会环境实现关联与连接。软件产业园区的知识创新系统能提升网络中各创新节点的知识水平和创新能力,形成知识学习和知识创新的成长路径。

显然,软件产业园区知识创新系统包含了产业集群、空间和创新网络 3 维特征(见图 2),嵌入在区域和全球知识创新系统下的 3 个特征的演化构成了整个园区演化和发展的主要动力,并主导其最终向知识创新区域演化和发展的路径。

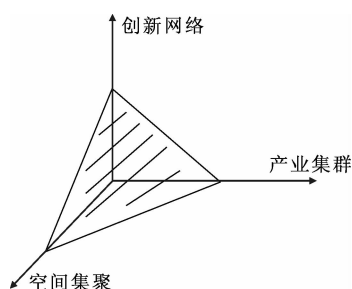


图 2 软件产业园区 3 维特征结构

2 软件产业园区演化的一般性框架分析: 集群、空间和网络

2.1 集群维度: 集中—集聚—集群

软件产业园区产业集群的形成和演化,是一个与其它产业集群一样具有历时性特征的、包含“集中—集聚—集群”的逐步演进过程,是一个从“他组织”到“自组织”的演化过程。作为创新性集群,知识创新系统的成长和发展推动了软件产业集群的形成和演化(见表 1)。

表 1 软件产业园区产业集群演化的 3 个阶段

阶段	演化特征	演化动力
集中	企业地理上集中,彼此间关联关系弱,未有效形成合作与产业链关系,园区文化根植性和社会网络嵌入性弱	政策扶持与基础设施共享带来的低成本区位优势
集聚	企业数量和规模增长,互动逐步增加,竞争与合作关系初步显现,产业关联性增强,企业与园区服务系统间逐步形成网络关系	软件产业技术知识的共享及园区的信息、人才、资本、中介服务机构等体系建设带来的竞争优势
集群	企业间互动频繁,竞合关系强烈,产业关联紧密;根植性和社会资本网络增强,知识溢出共享效应明显,区域知识创新系统形成	园区知识创新网络系统形成带来的创新优势

在软件产业园区形成之初,优惠政策或相关资源的共享优势是吸引企业入驻园区的主要原因;当园区企业数量和规模不断增加时,各主体间的互动和产业关联逐步增强,产业信息、人才、资本及知识的共享优势开始显现,园区从企业集中过渡到集聚状态;随着本

地根植性和社会资本网络的加强,知识溢出效应加剧,园区知识创新网络系统形成,基于知识学习和知识创新的创新竞争优势形成,从而促进了软件产业从集聚发展到创新集群阶段。显然,对全球众多软件产业园区而言,形成之初更多是通过政府建设园区的方式来吸引企业入驻并实现软件企业集中,只有当因集中而逐步形成知识共享并最终形成可自我生长演化的园区知识创新系统时,软件产业集群才能形成。软件技术更新换代迅速,单纯依靠资源共享和产业关联优势无法持久维持其发展,唯有不断通过知识创新来促进其核心能力成长和收益水平的提高,才能不断推进软件产业园区创新集群的可持续成长和良性演化。

2.2 空间维度: 新产业区—知识创新型区域

新产业区理论是在传统区位聚集经济理论和马歇尔产业区理论基础上产生的,它在外部经济和规模报酬递增区域经济原理的基础之上,分析了区域合作创新网络、集体学习机制和社会、文化环境等的影响,提出了新产业区是一种以地方企业集群为特征的区域,采取弹性专业化生产方式的中小企业在一定地域范围内聚集,并形成密集的合作网络,根植于当地不断创新的社会文化环境^[2]。Hwang 和 Hoo(2000)及王缉慈(2001)对新产业区的演化进行了详细分析。他们认为,在特定产业空间的形成初期,地理邻近带来的资源共享等经济因素起主要作用;随着企业间的产业关联逐步增强,分工、竞争与合作逐步显现,企业间、企业与区域管理机构及其它辅助机构间的互动逐步增强,合作网络逐渐形成,本地的社会、文化、制度等嵌入程度和根植性得以强化,从而促进了区域内知识和创新的进行,区域竞争优势超越了单纯的区位优势上升到集群创新竞争优势阶段。

作为知识型产业,基于知识创新的动态竞争优势是软件企业和园区获得根本性竞争优势的源泉,知识创新性区域是软件产业园区发展和演化的方向。地理邻近、根植性和组织邻近、网络联结、竞争与协作有利于集体学习,能够促进隐性知识在园区内的流动和共享。但新产业区能否演进至知识创新型区域,有赖于园区企业的自主创新(见图 3)。软件企业若能通过集体学习强化吸收能力,则开发、利用、保持这种集体学习能力能形成良性的知识创新,构成园区长期发展的根本竞争优势;若满足于惯例学习或模仿创新陷入路径依赖,则园区的演化将停滞不前或退化。知识创新型区域的形成意味着区域内形成有效促进知识流动和知识吸收及自主创新的网络系统,集体学习机制广泛建立,学习主体的合作能够互动并蓬勃开展,组织制度为知识创新创造良好的条件和环境,并保持其动态的发展。

2.3 网络维度: 资源共享网络—竞争与协作网络—知识创新网络

软件产业园区的产业网络扩大和联结了企业间的

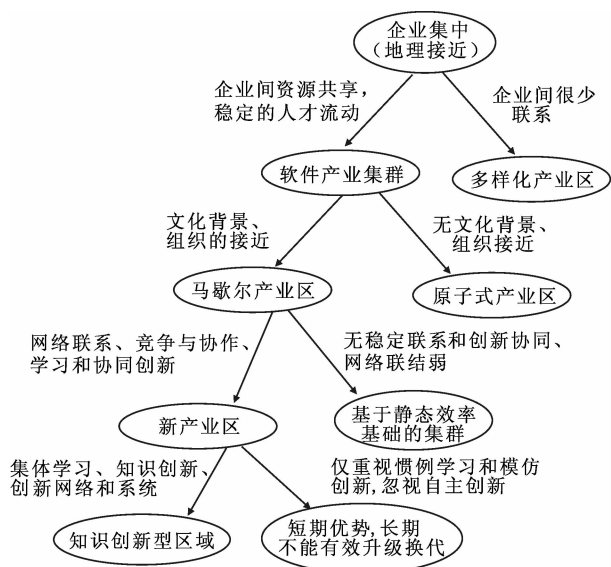


图3 软件产业园区的演化路径和方向

表2 软件产业园区不同成长阶段的网络特征

成长阶段	形成和发展初级阶段	稳步发展阶段	成熟阶段
网络性质	资源共享网络	竞争与协作网络	知识创新网络
网络规模和范围	小	中	大
网络强度	弱	强	很强,但也动态分化
网络稳定性	弱	强	很强,但也动态分化
网络关系	园区网络	本地网络为主,外部网络为辅	本地网络、全球网络、 模块化网络相互交错、互相耦合

合作网络、知识流动、知识共享、知识创新成为园区的主流。知识创新网络推动了软件园区自主创新的开展,推动了软件园区的路径跃迁和代际演化^[3]。

3 软件产业园区的高阶演化形态之一:群落化演化

3.1 软件产业园区产业集群群落的形成

软件产业知识技术系统发展呈现进化树或系统树的特征(见图4)。从进化角度来看,软件经历了从“01机器码程序—汇编语言或高级语言程序—高级语言或第4代开发工具开发的软件系统”的演进过程,未来还将继续发展下去。从系统角度来看,首先出现的是最古老的机器码程序,接着是语言工具,然后在语言工具基础上出现了操作系统和应用程序^[4]。

从软件进化树或系统树可以看出,所有的软件基础知识均来源于机器码和计算机程序语言,软件最基本的结构单元是机器码或计算机语言。随着软件产品的逐渐丰富和发展,功能、结构和应用等也日趋多样,逐步出现了操作系统、支撑软件和应用软件等软件系统的进化分异。操作系统是实现计算机等硬件设备的系统管理,中间件是实现系统软件和应用软件层面的对接与融合,应用软件面向用户,功能的不同决定了不同软件系统具有差异化的知识体系。在同一软件系统内部具有共同的知识体系特征,如操作系统都包括

专业化分工,有利于信息的传递和知识的学习,能够降低园区软件产业集群内部的协调成本,提高园区主体的生产效率、创新能力和对动态变化环境的适应能力,促进软件企业的成长和软件产业集群的演进发展。企业网络的演化是与企业所处的组织环境、制度环境、竞争环境相互依赖、同时进行的协同演化过程(Koza和Lesin,1998)。软件产业园区企业网络的演化与软件产业园区的发展阶段是互相匹配、相互影响的过程(见表2)。

在技术和市场竞争不确定性更趋强烈的情况下,软件产业园区网络规模和强度的增强有利于软件企业从网络中吸纳外部资源,通过网络来实现合作。如战略联盟、联合开发等,从而为技术创新提供坚实的基础。网络规模的扩大又进一步扩大了知识溢出的范围和程度,网络关系的逐渐增强为社会资本、文化的深层次园区根植性提供了土壤和动力。而知识溢出、社会资本网络和文化根植性又反过来强化了软件园区企业间的非正式合作和知识共享,以知识创新为目的的各类

处理机管理、存储管理、设备管理、文件管理和进程管理。借助生态学概念,操作系统、支撑软件和应用软件是不同的种群,共同构成了软件产业园区的集群系统。同时,不同种群内部又包括多类亚种群。比如,操作系统包括UNIX系列、WINDOWS系列和LINUX系列等;支撑软件包括软件开发工具、软件评测工具、界面工具、转换工具、软件管理工具、语言处理程序、数据库系统和网络管理系统等;应用软件是亚种群分化最多的。随着软件产业园区内软件企业和软件产品的更加丰富和多样化发展,逐渐形成了包含软件系统树上各种软件产品的产品簇,从而形成了一个包含各类软件产品、软件知识在内的多种群共存的软件产业生态群落。

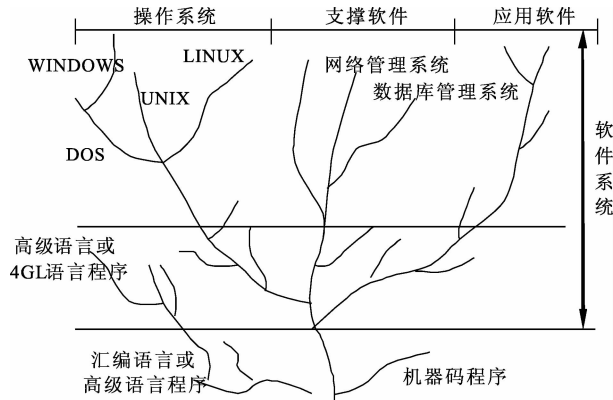


图4 软件系统树或进化树

3.2 软件产业集群群落的演化

从进化树的纵向层次来看,进化树根部的计算机语言是操作系统、支撑软件和应用软件等软件系统的技术基础,计算机语言的更新换代直接影响着软件系统的进化发展。从进化树的横向层次来看,支撑软件、应用软件的开发生建立在操作系统的平台上,操作系统的升级和分枝进化拉动了应用软件和支撑软件的知识创新和进化;支撑软件的创新也带动和优化了应用软件的创新^[5]。软件产业这种独特的“舞龙”效应(龙头变化必将带动龙身和龙尾的变化)使软件产业集群群落在集群、空间和网络关系方面朝着更为复杂的系统演化。

软件产业种群群落内软件共性技术知识的共享、各专有知识的共存以及产品开发过程中因模块化调用而产生的知识嵌套、联结、移植和整合等,构成了具有强烈知识关联的知识创新系统。在空间上,整个软件产业园区成为一个具备强烈知识关联的创新型空间,使各产业种群内部和种群间的本地社会关系网络嵌入程度更强,区域知识溢出和创新行为更加明显^[6]。从空间知识形态的分布密度来看,软件产业园区将逐渐出现围绕不同知识系统方向的组团式种群分布。从创新网络上来看,既存在种群内的竞争与合作网络,也存在种群间的以知识共享、嵌套整合及主导技术标准竞争等为主的复杂网络关系。

知识资源不同于传统资源,对知识的消费并不减少其数量或规模,反而随着各主体知识共享和创新的加强增加了整个系统的知识规模。因此,软件产业园区知识创新系统虽然也包括了知识的竞争性、共生性、寄生性等生物相似的特性,但从总体上来看,软件技术系统的进化规律将促进软件产业园区产业种群间及各种群内部呈现出以某一种群或部分占据核心知识链环节的大型企业为核心的知识创新生态共生性和合作竞争性的格局。群落间或内部的共生性和合作稳定性对集群群落的演化方产生有决定作用。我们借用自然生态系统中常用的 Logistic 模型来分析软件产业集群演化的稳定性^[7]。

假定 N_1 和 N_2 为某软件产业种群内的两家企业,两企业间既存在着市场的竞争关系又存在着知识创新上的共享与合作关系,其经济效益的 Logistic 方程分别为:

$$\begin{aligned} \frac{dN_1}{dt} &= r_1 N_1 \left(1 - \frac{N_1}{k_1} + \theta_1 \frac{N_2}{k_2} \right) \\ \frac{dN_2}{dt} &= r_2 N_2 \left(1 - \frac{N_2}{k_2} + \theta_2 \frac{N_1}{k_1} \right) \end{aligned}$$

这里 θ_1 表示企业 N_2 对企业 N_1 知识创新的贡献率, θ_2 表示企业 N_1 对企业 N_2 的知识创新贡献率, $\theta_1 > 0, \theta_2 > 0$ 。两个企业实现稳定共存状态时, $\frac{dN_1}{dt} = 0 = \frac{dN_2}{dt}$, 从而可得到稳定平衡点为 $\left(\frac{k_1(1+\theta_1)}{1-\theta_1\theta_2}, \frac{k_2(1+\theta_2)}{1-\theta_1\theta_2} \right)$ 。显然,如果两个企业能够在

知识创新上实现共生和合作,则对群内企业知识创新的贡献是正值,每个企业从中获得的创新能力提升进而带来的经济效益比独立经营状态下要大,这样达到的一种稳态有利于实现群内企业间的知识分工与合作,激发知识创新动力,进一步提升软件产业园区内整体的知识创新系统能力。

软件产业种群间的知识共生和合作创新有利于促进对方的创新能力和规模扩张。我们利用 May(1976)提出的两种群共生的数学模型来分析两软件产业种群知识创新合作的互利关系:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= r_1 x \left(1 - \frac{x}{K_1 + \alpha y} \right) \\ \frac{dy}{dt} &= r_2 y \left(1 - \frac{y}{K_2 + \beta x} \right) \end{aligned}$$

这里, K_1 和 K_2 表示两软件产业种群原来的知识创新能力或规模,由于两种群 X 和 Y 的知识创新系统存在着共生和合作关系,使得两种群的知识创新能力或规模分别由原来的 K_1 和 K_2 增加到 $K_1 + \alpha y$ 和 $K_2 + \beta x$ 。由此可见,软件产业园区产业集群的群落化发展及其发生的知识共生、共享、嵌套、整合等关联性合作不仅对种群也对企业的创新能力具有较高的正面影响,能提升园区的整体竞争力,有利于软件产业园区的可持续及良性化发展。

4 软件产业园区的高阶演化形态之二: 虚拟化演化

4.1 虚拟软件产业集群的形成

虚拟集群是基于网络的、以现代信息和通信技术为主要交流手段、以合作创新与协同发展为目的,和内容能够相互关联的企业与组织在虚拟空间的集聚。软件技术创新模式与创新网络的发展,软件产业模块化的网络发展,地理集群或园区的空间规模扩张都体现了这种发展方向。

4.1.1 软件产业价值链创新的全球化发展推动了虚拟园区的形成

全球软件产业已形成互相联系、互相影响的产业分工结构和区域布局结构。美、欧及俄罗斯、以色列等国家因其强大的研发能力和技术基础,在系统软件、支撑软件、嵌入式软件等产品领域占据主要地位,提供的软件产品具有更高的技术门槛和更高的附加价值,而爱尔兰、印度及中国等国家在软件的本地化、软件外包和部分应用软件领域发展迅速,并逐步向软件产业链高端环节追赶^[8]。软件产业链的全球化发展和布局促进了软件产业知识创新系统的扩展和虚拟化。在创新系统中,异质性是组织学习或创新的前提条件,扩大化、国际化的创新网络中存在着较多异质性的观点和思想,成为创新网络竞争优势的新来源。软件产业虚拟园区的发展,可以有效整合全球软件产业知识创新的资源和能力,实现本地软件产业知识系统与全

球知识系统的对接与交流,推动本地软件产业集群沿着全球软件产业价值链的方向往上提升。

4.1.2 软件产业技术的标准化和模块化推动了虚拟园区或集群的产生

全球软件产业知识系统呈现出典型的技术标准化规律,由于受创新资源、创新能力和市场竞争力的限制,系统软件和支撑软件往往被少数发达国家的几家企业所垄断,“舞龙”效应又促使它们成为应用软件的标准化技术平台。标准化技术平台推动了软件产业的模块化深度发展,网络化组织实际上就是一种虚拟化、模块化的组织(翁君弈,2002)^[9]。在虚拟化的创新网络中,各软件企业将自己独特的产品或服务通过技术平台的一致关联性集成到集群网络。正是这种以技术标准作为共同目标和联系机制的虚拟化网络的出现,促进了市场的开放性和兼容性,出现了多个以技术标准为主导的合作创新网络(Pelkmans,2001)。广泛的、跨区域的软件技术标准合作网络的出现,加快了地理集群从单一的封闭地方系统发展为区域的、乃至全球的开放合作网络,直接推动了虚拟集群的产生。

4.2 虚拟软件产业园区是地理园区或集群自身动态演化和创新的结果

虚拟园区或虚拟集群是地理园区或地理集群边界的扩大与突破,并规避和化解了地理园区或地理集群发展中创新“锁定”的风险。传统的基于资源共享的产业集群扩张会遇到空间拥挤负外部性,而对软件产业这个知识型产业而言,知识创新具有“无节制的虹吸效应”,更有利于近距离对知识进行观察、分析、鉴别和吸收,更容易引起模仿创新和自主创新行为,从而更加促进知识创新并吸引更多知识主体和创新机构来加入园区或建立知识关联关系。软件产业园区知识创新外溢幅度、规模和地域的深化,使得软件产业园区知识创新生态群落能超越园区,在更广阔的地域内进行演化。不同空间距离的软件园区可通过园区间的创新网络来共享软件产业的通用知识,各园区所特有的专有知识也能通过不断创新来实现从专有知识到通用知识的转换进而实现共享。软件程序的高编码程度及网络通信技术的发展,强化了这种分散空间上的知识创新合作。空间上分散的软件园区间通过建立知识创新网络平台和产业关联网络平台,实现了知识系统的扩散和创新循环,构成了多个实体软件园区基于知识联合而形成的虚拟软件园区,其本质上是一个虚拟的知识创新网络平台。虚拟园区有利于整合各个园区的创新资源,实现分布式创新,同时又可通过共享网络平台来实现软件产业知识的跨园区流动、扩散和共享,有利于规避园区形成相对封闭而稳定的关系网络,无法有效获得区域外的知识与技术扩散,导致技术升级路径被锁定,丧失创新能力的风险^[10]。

5 软件产业园区演化发展的对策建议

软件产业园区本质上是一个知识创新系统,集群、

空间和创新网络是园区知识创新系统的3维特征,随着园区知识创新系统的形成和发展,软件产业园区逐步从集中发展到集聚再到产业集群。软件技术进化系统决定了软件产业集群的群落化演化,Logistics生态演化模型表明,各集群内或集群间加强知识共享和创新合作的必要性与重要意义。软件产业全球化、技术标准化和模块化发展推动了虚拟软件产业集群的出现,从空间上表现为软件园区的规模扩张和虚拟园区或虚拟知识创新系统的出现。全文构造和分析了基于知识创新的软件产业园区的“集中—集聚—集群—群落—虚拟集群”的演化路径。知识创新是软件产业园区核心能力和动态竞争优势的基本来源,加强软件产业园区知识创新系统的形成和发展,是促进软件产业园区演化发展的根本途径。具体措施上,应鼓励企业家的创业与创新精神,引进新企业,推动园区企业规模的扩张;深化分工与协作,促进集体学习机制和知识创新网络的形成;培育龙头企业的自主知识创新能力和水平,强化园区或产业种群内“核心企业—中小企业”的知识创新合作网络关系,提升园区的知识创新能力和知识转移效应;强化知识创新生态群落建设,大力建设公共知识创新平台、园区知识中介体系及各种虚拟研发联盟、知识联盟、虚拟知识城、虚拟大学城、虚拟研究院、虚拟孵化器虚拟知识创新平台,构建官、产、学、研的知识创新转化与协作网络,形成开放式的合作创新局面,促进知识创新系统的网络化发展,突破园区空间地理上的局限,从而形成水平高、范围广、程度深的软件产业公共知识系统,提升区域软件产业主体的知识创新能力。

参考文献:

- [1] 盖文启. 创新网络—区域经济发展新思维[M]. 北京: 北京大学出版社, 2002: 56-60.
- [2] 刘乃全. 产业集聚论[M]. 上海: 上海人民出版社, 2009: 4-5.
- [3] 宋胜洲. 基于知识的演化经济学—对基于理性的主流经济学的挑战[M]. 上海: 上海人民出版社, 2008: 114-130.
- [4] 张尧学, 史美林. 计算机操作系统教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000: 14-50.
- [5] 张凯. 软件演化过程与进化论[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008: 12.
- [6] 黄凯南. 现代演化经济学基础理论研究[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2010: 4.
- [7] 程胜. 基于LOGISTIC模型产业集群演化稳定性研究[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2007(5): 37-40.
- [8] 王洪波. 软件产业技术创新模式的研究[J]. 科技情报开发与经济, 2009(9): 145.
- [9] 石芝玲, 和金生. 基于知识形态的软件产业集群知识溢出研究[J]. 科技管理研究, 2009(9): 363.
- [10] 秋玮飞, 朱顺林. 基于虚拟软件园的软件产业集群机制与模式研究[J]. 企业活力, 2010(3): 10.

(责任编辑:王敬敏)