

A Review of General Cyberspace

Xiaozhen Ye¹, Huansheng Ning^{1,2}, Boming Xia¹, Zhong Zhen¹, Yueliang Wan^{2,3}, Jiabo Xu¹

¹School of Computer & Communication Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing

²Beijing Engineering Technology Research Center of Network Space Data Analysis and Application, Beijing

³Run Technologies Co., LTD., Beijing

Email: ninghuansheng@ustb.edu.cn

Received: Apr. 20th, 2020; accepted: May 5th, 2020; published: May 12th, 2020

Abstract

With the characteristics of digitalization and virtualization, cyberspace provides a broader and more open space for human beings. On the one hand, through the ubiquitous connection with cyberspace, objects in the traditional physical, social, and thinking spaces (PST space) can be mapped into cyberspace, and have a new form of existence, namely Cyberization; on the other hand, while the cyberspace and PST space are integrated with each other, PST space is also constantly affected during such integration, known as “Cyber-enabled”. With the advancement of technology and the development of human society, human beings are gradually living in a hyperspace integrating traditional cyberspace and cyber-enabled physical, social, and thinking spaces, namely “general cyberspace”. Unprecedented changes have taken place in the process of human cognition, thinking, production and survival activities, which prompts traditional philosophy and science to face new challenges accordingly, deriving concepts of “cyber philosophy” and “cyber science”. Going with the current of general cyberspace, various emerging technologies have risen. In this paper, we start from the formation and development of the general cyberspace, and explore it through the discussion of cyber-philosophy, cyber-science, cyberization/cyber-enabled technologies. We also envision the survival and future of human beings in the general cyberspace.

Keywords

Cyberspace, Cyberization, Cyber-Enabled, Cyber Philosophy, Cyber Science, Cyber Technology

广义网络空间研究综述

叶晓贞¹, 宁焕生^{1,2}, 夏博明¹, 甄重¹, 万月亮^{2,3}, 徐加波¹

¹北京科技大学计算机与通信工程学院, 北京

²北京市网络空间数据分析与应用工程技术研究中心, 北京

³北京锐安科技有限公司, 北京

Email: ninghuansheng@ustb.edu.cn

摘要

凭借着数字化和虚拟化等特点，网络空间为人类提供了一个更广阔、开放、自由的活动空间。一方面，通过与网络空间的泛在连接，传统的物理、社会、思维空间(PST空间)中的对象可以映射到网络空间中，并有了新的形态和存在形式，即“赛博化(Cyberization)”；另一方面，网络空间与PST空间相互融合的同时，也不断影响和改造PST空间，我们称这一现象为“赛博使能(Cyber-enabled)”。伴随着技术的进步和人类社会的发展，人类正逐步生存于一个集传统网络空间与赛博使能的物理、社会、思维空间一体的超空间，即“广义网络空间”。人类的认知、思维、生产与生存方式发生了前所未有的变化，传统的哲学与科学开始面临新的挑战，并由此形成新的“赛博哲学”与“赛博科学”；各种新兴技术相继兴起和发展，并不断衍生出更多新的方法与实践。本文从广义网络空间的形成与发展现状出发，通过对赛博哲学、赛博科学，赛博化/赛博使能技术的探讨和综述，分别从哲学、科学和技术三个方面探索广义网络空间的内涵，以及人类在广义网络空间中的生存与未来。

关键词

网络空间，赛博空间，赛博化，赛博使能，赛博哲学，赛博科学，赛博技术

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

网络空间(也称之为“赛博空间”)自出现以来，便对人类的生活和人类社会带来了巨大影响，人类通过与网络空间的互联、交互而以各种方式活跃于网络空间中。可以说，网络空间逐渐成为一个超越了人类原有认知而又平行于传统的物理、社会、思维空间(简称 PST 空间)的新的生存空间。虽然目前对于“网络空间”的概念还并没有一个统一的定义，不同研究者、学者、机构等因各自的目的和需求也对“网络空间”的含义提出不同的观点，但总结而言，当代的“网络空间”主要表示为与计算机技术和全球性网络相关的术语，意指建立于各类基础设施、设备及软硬件基础上的一个抽象的、虚拟的、数字化的空间。因此，从狭义的角度来看，网络空间又可称为“数字空间”或“信息空间”。

网络空间的形成依赖于传统的物理、社会、思维空间，同时，计算机相关技术的不断发展，以及各类新兴技术，如信息-物理系统(CPS)、物联网、大数据、人工智能等的出现，也进一步推动了网络空间向传统 PST 空间的不断渗透。一方面，传统物理、社会与思维(physical, social, and thinking, PST)空间中的对象(包括人、物、活动、事件、环境等)，以及其关联的信息可以映像到网络空间中，以一种新的方式存在于网络空间中，并衍生出更多新的内容。另一方面，网络空间对传统 PST 空间的反向作用也对 PST 空间进行改造，特别是，通过与网络空间的连接，以及一些其他相关技术，PST 空间中的对象被赋予计算能力和通信能力，甚至是智能等。我们将种相互作用的过程分别称之为“赛博化(cyberization)”与“赛博使能(cyber-enabled)”。随着赛博化和赛博使能的演变，网络空间的影响范围不断扩大，影响力度不断加深，人类原有的认知、思维、生产和生存方式都发生了革命性的变化。而网络空间与 PST 空间形成了

广泛的连接和深度的融合，如今的“网络空间”可以说早已超越了单一的“数字空间”概念，逐渐成为一个涵盖了传统网络空间，以及传统物理、社会、思维空间的融合性空间，我们称之为“广义网络空间 (General Cyberspace)” [1]。

“广义网络空间”一词最早在文献[1]和《广义网络空间》[2]中提出，表示传统网络空间(简称网络空间)与网络空间影响下，即赛博化/赛博使能的物理、社会、思维空间的一个统一描述(如图 1 所示)。广义网络空间中，时空限制被打破，除了给人类社会带来了技术层面的飞跃外，人类的思维方式、科学认知、生存状态等都发生了变革，我们所认知的传统哲学与科学开始被重新审视，并有了更多新的内容。在推动人类社会和人类文明向前发展的同时，人类也面临着新的问题与挑战。不同学者、研究者立足于领域视角，纷纷开展相关探索与研究，虽有所收获，但所及有限。一方面，现有研究关注点相对分散，或针对性较强，难以形成体系；另一方面，网络空间多作为一个独立于其他空间的存在，从而忽略了网络空间与传统 PST 空间之间的联系与空间一体性。针对这些问题，宁焕生等[1]首先提出了“广义网络空间”概念，着重强调了网络空间对 PST 的深远影响，甚至改造，以及这种影响所导致的空间层面的深度融合。进一步，通过“存在”、“(存在间的)交互”、“应用与服务”三个代表性问题，分别从哲学、科学、技术的角度剖析广义网络空间的主要特点，并构建广义网络空间知识图谱。在此基础上，本文将进一步从赛博哲学、赛博科学、赛博化/赛博使能技术三个方面，探索广义网络空间的主要内涵、现状，及发展趋势。本文的主要贡献包括：

1) 深入研究广义网络空间时代下，赛博哲学、赛博科学相关概念、内涵，以及研究进展；探索赛博化/赛博使能技术的主要内容、特点和发展趋势。

2) 分别从哲学、科学、技术三个层面，剖析网络空间对传统物理、社会、思维空间所带来的影响和变革，以及广义网络空间中人类生存的现状和所面临的新问题和新思考。

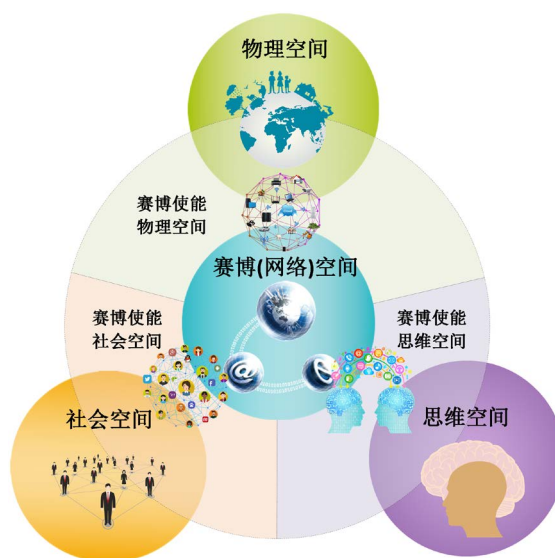


Figure 1. Conceptual structure of general cyberspace [1]

图 1. 广义网络空间概念图[1]

2. 赛博(网络)哲学

网络空间的出现为人类创造了一个全新的存在领域，其虚拟性和开放性的特点也为人们认识世界提供了新的视野。传统哲学无疑被赋予了更多新的内涵，而在此背景下，赛博(网络)哲学油然而生。同时，

随着网络空间在物理、社会、思维空间中的不断渗透，赛博哲学也在不断被扩展和延伸，广义网络空间的形成，在对传统哲学提出了新的挑战的同时，也为赛博哲学增添了更多新的内容与活力。

古希腊哲学家亚里士多德认为：“哲学起源于人们对事物或现象的好奇，这种好奇让人们意识到自己的无知，进而期望通过哲学思考来弥补无知”。赛博哲学的建立主要源于网络空间对传统哲学的冲击和挑战。网络空间对于现实世界，以及人类的存在方式所产生的影响使人们对世界进行新的哲学反思，而网络哲学则可以看做是人类反思的产物。哲学可以看做是“理论化、系统化的世界观；自然知识、社会知识、思维知识的抽象概括和总结；以及世界观和方法论的统一”[3]。因此，赛博哲学可以理解为以哲学的方式对网络时代下所出现的新的自然、社会和思维现象，以及网络空间对人类生存状态的全面变革进行思考、概括和总结，进而形成一种新的哲学范式和哲学体系[4][5]。

赛博哲学的核心主要包括两个，一是关于网络空间的“虚拟性”的思考，二是“以人为本”的关于人类在网络时代中的价值、生存和发展的研究。

首先是网络空间的“虚拟性”问题。何[5]认为，对网络空间的“虚拟性”本质的思考决定了网络时代下人类的态度和认知。因此，在一定意义上，对虚拟世界的本质认识属于赛博哲学最基本的问题，也是赛博哲学理论体系建立和形成的根源。同样地，吕等[4]认为，网络空间的“虚拟性”建立在其现实性的基础上，网络空间的这种双重属性也决定了虚实关系问题成为了赛博哲学最基本的问题，而一些其他哲学问题则只是虚实关系问题的延伸。此外，孙[6]指出，区别于传统哲学中以已经实现的可能性，即所谓的现实、实在、实存等作为唯一基础，网络空间的这种“虚拟性”使人类传统的对于“真”与“假”，“可能”与“不可能”的理解发生了变化，“虚拟”与“现实”之间的辩证也成为了赛博哲学的主要议题之一。一方面，网络空间的“虚拟性”开拓了人类认识世界的视角和思维方式，使许多未被选择的可能性得以展开，启迪人们进行更多的探索。另一方面，一些现实中的不可能在虚拟中成为了真实，这种虚拟的真实性和现实的真实性的相悖性在挑战传统哲学的同时，也为人类的生存增加了更多可能性。

此外，作为一门人文学科，哲学往往比较侧重于对人本身的价值和意义等内容的深入反思。一定意义上来说，赛博哲学的根本目的在于探索人类在网络时代下，或者说在广义网络空间中如何更好的生存。常[7]认为，追寻人类的自由与全面发展是赛博哲学的两个最终目标，因此，赛博哲学的研究对象不应只局限于“网络”自身，人作为参与的主体，人自身、人的创造活动(包括人的生存方式、行为准则、存在价值、未来发展等)，以及与人相关的网络化活动(如人与人、人与自然、人与社会、人与世界等)都将是赛博哲学所需要解决的重要议题。何等[5]指出，赛博哲学的主要目的是揭示虚拟社会和现实社会之间的矛盾，解释尼葛洛庞帝所谓的“数字化生存”的真正意义，并解决人类在网络空间中生存所遭遇的困难，从而实现人类在网络世界与现实世界中的共同生存。

广义网络空间时代下，网络空间不再是独立的个体，网络空间与现实空间(即 PST 空间)的相互连接和融合，使网络空间的“虚拟性”更深刻地渗透到现实世界中，而“虚拟”与“现实”之间的界限也变得更加模糊。相对应地，这种界限的模糊化也进一步挑战了传统赛博哲学中对“虚拟性”的思考以及虚实关系的辨析，也冲击了许多传统的哲学观念，如存在论、认识论、价值论、方法论等。以存在论为例，传统意义上的存在论主要关注于事物的实在性，我们可以将物理空间中的任意自然物作为是物质实在，社会空间中的社会关系是抽象实在，思维空间中的意识是精神实在。那么，对于网络空间中的“虚拟物”是否也可以视为另一种实在？此外，对于虚拟现实环境下的所呈现出的事物，其本质可以说是“虚拟的”，但人类通过感官仍然可以感知和感受到这个事物，从这个角度来看，这些虚拟的“现实”是否也属于实在的范畴？

另一方面，人类的生存环境不是单纯地从现实“移民”到网络空间，或者是在虚拟和现实之间不断

切换。与其说人类共存于网络世界和现实世界这两个世界，更确切地说，人类直接存在于一个糅合了虚拟和现实的超空间中，即广义网络空间。在技术快速发展的推动下，人类的生存面临着诸多冲击和挑战。为寻求人类更好的发展，关于赛博哲学的研究也呈现出多维的视角，各种哲学概念纷纷被提出，例如：计算机科学哲学[8][9][10]、信息哲学[11][12]、人工智能哲学[13][14]、大数据哲学等[15]。其中，对于机器(特别是计算机)的本质，以及人类与机器之间的区别和关系无疑成为了当代赛博哲学最主要的研究热点之一。在计算机诞生之初，人们就开始提出疑问：机器是否能够思考？或者说，从哲学意义的角度，机器是否可以视为和人类一样的“主体”？。随着技术的不断发展与创新，特别是人工智能等新兴技术的进步，机器开始拥有了与人类相媲美，甚至超越人类的智能。我们在叹服机器智能的强大，并享受机器智能为我们所带来的福泽时，也在面临着机器智能带给我们的威胁和问题。当机器开始有了自主意识、思维理性，甚至是情感时，我们又该如何对待机器？或者说机器又将如何对待人类？人类与机器的关系将变得日益微妙，而人与机器的共处也将成为未来人类生存的一个重要主题。

3. 赛博科学

科学，顾名思义，即“分科而学”。我们现在所说的科学通常是指将各种类型的知识划分类别、学科等分别进行研究，并逐渐形成完整的知识体系。科学是人类探索和研究事物变化规律的总称[16]。与哲学不同的是，科学往往更为强调其所预测的结果的具体性和可证伪性[17]。科学研究总是需要通过合适的科学方法来进行。传统的科学方法主要包括通过观察和实验来描述自然现象的经验性方法，以及基于数学模型和归纳的理论方法。计算机技术的出现和网络空间的形成，使人们在传统科学方法的基础上，还可以通过各种计算手段将自然界或人类社会中各类复杂的现象映射到网络空间中，并进行模拟与仿真[18]。相应地，一个新的科学体系，赛博科学(Cyber Science)也逐渐形成，而相关的科学研究方法也广泛应于人类生产、生活中。

赛博科学的概念最早于 20 世界 90 年代被提出。最初的赛博科学主要用来指代与计算机、网络、信息与通信等技术相关的领域发展、技术、应用和服务等[19][20]。正如 Nentwich [21][22][23]所归纳，“传统科学”的工作和研究往往不需要借助网络计算机，而赛博科学则是指由网络、计算机等信息通信技术的发展所形成的，网络空间中的所有学术和科学研究活动。例如，研究者们在线进行沟通交流、使用电子文档等等，在当时的背景下都能称为是赛博科学所涵盖的内容。然而，随着网络空间不断渗透到现实空间的方方面面，赛博科学的含义不再局限于上述内容，并已经突破了对网络空间自身特点和现象的研究。广义网络空间中，赛博科学更多地关注于网络空间影响下，传统物理、社会、思维空间中出现的各种新现象，并试图从这些现象中收集与网络空间有关的信息和知识，进而形成基于网络空间技术的科学而实用的研究方法[24]。换言之，如今的赛博科学的内涵已经包含了诸如网络空间科学和关于赛博化/赛博使能的 PST 空间的科学等许多方面的新内容，例如数据科学、赛博安全等。并且，随着赛博化/赛博使能的进程演变，赛博科学在不断丰富自身的同时，也促进着跨学科交叉科学突破其原有的界限[25]。

我们所说的赛博化的一个主要内容是信息化，即通过赛博技术的手段将现实世界的对象以数据的形式映射并存储到网络空间中。因此，一定意义上，数据可以看作是网络空间组成的主要单元元素。相对应地，数据科学也就成为了赛博科学的主要内容之一。传统的数据科学实际上可以看作是诸如统计学、数据库、分布式系统等学科的合并，旨在实现将大量的可用数据转化为对个人、组织乃至社会有用的信息，以挖掘其价值。近些年来，大数据、云计算、边缘计算等新兴技术的蓬勃发展使得获取大量高维而复杂的数据成为可能，而赛博使能的数据科学方法也愈发得到重视。赛博使能下的数据科学，已经成为了有别于传统自然科学和社会科学的新的科学，是研究和探索赛博空间中的数据潜在价值的理论、方法和技术。其中，数据挖掘便可以看作是广义网络空间背景下产生的一种以数据驱动为主的典型的赛博科

学方法,其主要目标是,实现从海量的数据中自动化或半自动化地挖掘出隐含的、普通方法所未能得到的具有潜在价值的信息[26]。随着可获取的数据量不断增大,以及人们对于从大数据中挖掘有效或有价值信息的需求的增加,数据挖掘技术已被广泛应用于各个领域,并为人们解决了许多难题,同时也推动了其他领域的发展。以医疗领域为例,Luster等[27]通过将数据挖掘技术应用于药物化学研究,在改善药物开发项目中的决策问题的同时,并试图从可用的数据中找出并揭示重要的关系和规律;Mandl等[28]结合数据挖掘与人工智能技术,基于病人的海量数据,为不同病人提供单独的个性化服务;谷歌的一项研究中,通过利用超过11000张视网膜眼底图片训练得到一种在检测糖尿病性视网膜病变方面优于临床医生的算法[29]。

此外,赛博安全(Cyber Security,也称网络安全)也被视为是赛博科学中一个核心内容。Ekstrom等[30]在其关于信息科学领域学科发展研究的调研中,将赛博安全视为赛博科学的一个重要方面,且论述了在赛博使能下,不仅各种传统计算机学科中越来越多地出现赛博安全相关的概念和内容,赛博安全甚至作为新的独立学科出现在了人们的视线中。早在2014年,习近平主席便发表了关于网络安全和信息化的重要论述,“没有网络安全就没有国家安全”。这一论述充分说明了在信息化、网络化时代背景下,赛博安全的重要性已经上升到了国家战略层面。广义网络空间中,人类在各个空间中的活动具有更加紧密的关系,赛博安全不单只限于网络空间中的安全(包括数据、信息等安全),而涵盖了物理、社会、思维空间安全的方方面面。

简言之,赛博科学可以概括为用来学习、探索、研究网络空间,以及赛博使能下 PST 空间的科学,也可以被看作是传统科学的某些方面赛博化/赛博使能后的产物。赛博科学作为一门交叉学科的科学,其范畴囊括了我们所熟知的数学、网络科学、计算机科学、信息科学等学科。然而目前有关赛博科学的研究和发展仍处于早期阶段,尚且缺乏完善、全面的理论体系和科学模型。也正因为此,全球的研究者们也正致力于推动赛博科学的发展。例如,自2015年以来至今,C-MRiC¹每一年都会举办 Cyber Science 会议,重点关注网络态势感知、社交媒体、网络安全和网络事件响应等方面的开拓性研究和创新,旨在构建学术界和工业界之间的桥梁并鼓励全球学者探讨有关赛博科学的研究。IEEE自2016年起也开始举办年度的 Cyber Science and Technology 会议,旨在探索如何高效结合 CP (cyber-physical)、CS (cyber-social)、CI (cyber-intelligent)和 CL (cyber-life)技术。

4. 赛博化/赛博使能技术

技术是关于该领域有效的科学(理论和研究方法)的全部,以及在该领域为实现目标而解决设计问题的规则的全部。科学与技术有着紧密联系,两者相互促进和转化。赛博化/赛博使能技术主要指将网络空间中分散的资源有机的结合起来,并对传统的物理、社会和思维空间进行改进,实现对实体、关系以至思维的构建与连接。可以说,赛博化/赛博使能技术是网络空间对人类社会改造的最直接体现。

赛博化/赛博使能技术的发展无疑赋予了传统技术新的能力,并给人类生活、生产等带来了新的变革、创新和改造。例如,物理空间中,智能驾驶、车联网等技术在为人们提供便利的同时,也彻底改变了传统的车辆驾驶模式和人类出行方式;智能物流、智能港口等技术使物品枢纽中心可以进行自我分析和决策,从而脱离人的管理;智能家居技术赋予传统家电智能,革新了人们的居家理念与生活方式。社会空间中,各类社交平台打破时空约束,为人际关系、人际交流等增添了更多可能性;各种预测和推荐系统,通过对用户信息的收集、关联对比、行为分析等,使得商家可以做到千人千面,实现精准高效的服务与推销。而这些技术的应用与实践,同时潜移默化地改变了人类的认知与思考方式,使思维空间呈现更显著的多元化,并衍生出许多新的思维与技术产物,如互联网思维[31](指在互联网时代背景下,企业需以

¹<https://www.c-mric.com/>.

新的网络消费和商业模式重新思考他们的价值模型、市场模型、盈利模型、运营模型等)、共享思维(如共享单车、共享充电宝、共享健身房等)、在线消费(如在线购物、在线娱乐等)、人工智能、仿生智能、类脑智能等。

接下来将以赛博使能的物理、社会、思维空间中的一些典型技术为例,探讨广义网络空间在技术层面上的革新。值得一提的是,由于空间的深度融合与一体性,各技术呈现和涉及的空间并不唯一。

4.1. 赛博使能的物理空间

赛博使能的物理空间主要伴随着信息-物理技术(CPS)、物联网(IoT)等赛博化/赛博使能技术的发展而形成。通过这些技术,网络空间和物理空间不断融合,物与物、物与人、人与人通过不同技术手段实现互联互通,从而形成了一种高效的信息交互方式。在赛博化/赛博使能技术的推动下,物理空间变得更加智能化。从一定角度来看,赛博使能的物理空间可以说是物联网技术在物理空间这一维度上的扩展和延伸的产物。以物联网为例,赛博化/赛博使能技术通常包括对象感知与识别、信息交互、应用与服务三个方面,如表1所示。

Table 1. The technology of cyber-enabled physical space

表 1. 赛博使能的物理空间的技术

类别	技术	
对象感知与识别	对象识别感知	传感器, 遥感。
	对象标识	RFID、生物特征识别、WSN
信息交互	有线通信	以太网、xDSL 和光纤等
	无线通信	ZigBee, Bluetooth, UWB 和 60 GHz 通信, 5G, WLAN, WiMAX 等
应用与服务	大数据、云计算	

对象感知与识别技术是物理空间与网络空间互相连接的桥梁,也是赛博使能的物理空间形成的基础。传感器技术、嵌入式技术、对象标识与解析技术等为此类问题提供了良好的技术支撑。其中,传感器技术主要通过相应的装置或器件,利用一些物理效应等将与物体相关的数据转化为数字信号[32],如红外、温湿度、压力传感器。因此,传感器技术是支撑物与物、物与网络连接,以及数据交换的关键技术。嵌入式技术旨在将计算机技术应用至硬件,以实现某些特定的应用功能。它将计算机软硬件技术、电路集成技术、电子应用技术融为一体,为赛博使能的网络空间提供了强大的技术支持,典型的应用如智能手机、智能可穿戴设备,智能家电等。传感器技术和嵌入式技术是物理对象感知的前提,而对象标识与解析技术则为对象识别提供了基础。根据识别的依据不同,对象标识与解析技术主要可分为两类:ID 标识&解析与 nID 标识&解析。前者主要基于物理对象的身份 ID,常见的如条形码技术、二维码技术、RFID(射频识别技术)等。后者则利用对象的物理或自然属性为识别/解析依据,典型的有雷达(位置)、生物特征标识&解析(如指纹、人脸、虹膜等)、WSN 技术等[33]。随着赛博使能的物理空间的范围不断扩大,数据量呈爆炸式增长,如何在感知到的海量数据中提取利用价值高的数据也受到诸多研究人员的关注,比如宁等人[34]将人的注意力机制应用到物联网感知技术当中,实现了对于海量数据的选择性感知。

信息交互的主要目的是实现物理对象与网络空间,以及对象之间的高效数据传输与交换。其中,网络通信技术是实现信息交换的基础,从有线通信技术,如以太网、xDSL 和光纤等通信技术,到无线通信中的短距离无线通信 ZigBee、Bluetooth、超宽带(Ultra Wide Band, UWB)、60 GHz 通信等,以及中长距离传输 3G、4G、WLAN、WiMAX 等技术和自组织网络系统都是无线通信技术不断发展的产物,并且随

着 5G 技术的发展和普及, 无线通信技术还将迸发出新的活力与价值。

最后, 通过应用与服务, 直接作用于用户, 相关技术主要包括: 公共中间件、信息服务开放平台、云计算等。中间件技术的目的是为了将各种服务进行统一的封装, 并提供其他应用使用, 通过数据过滤、数据聚合和数据传递等功能, 以满足应用与服务可以在复杂网络和资源异构环境下有效运行的需求。信息服务开放平台主要解决跨域、跨应用、跨行业、跨系统之间的信息协同、互相、互通等问题。云计算则是基于虚拟化技术, 实现计算资源的按需分配, 以及分布式计算。按照基础服务类型, 云计算可分为: IaaS (基础设施即服务)、PaaS (平台即服务)、SaaS (软件即服务) [35]。此外, 随着嵌入式设备的运算能力不断提升, 边缘计算逐渐得以发展, 并且凭借低成本、减少网络带宽和提升应用效率等诸多优点, 受到学术和工业领域的广泛关注[36]。

近年来, 随着物联网的越来越广泛应用, 物联网技术也有了长足的进步, 然而随着需求的不断扩大与提高, 也将面临越来越多的技术瓶颈, 例如, 如何实现高价值数据的高效收集与感知, 如何对物理对象进行统一的身份建模, 如何实现物理对象之间的如何高效通信等, 这些问题的解决对于赛博使能的物理空间的发展都至关重要。

4.2. 赛博使能的社会空间

与赛博使能的物理空间相似, 赛博使能的社会空间源于网络空间和社会空间的广泛连接与深度融合。然而不同的是, 物理空间主要关注于“事物”(即物理空间中的对象, 包括人和物)本身, 而社会空间更多地考虑“事物”的社会属性及相互关系(尤其是与人相关的属性与关系), 所以赛博使能的社会空间主要是收集社会空间中实体的属性, 关系和行为, 并对其加以理解和分析。因此, 为实现这样的功能与服务, 赛博化/赛博使能技术也更侧重于事物描述、关系建模、行为形式化, 以及从事物内在联系中挖掘更多有价值信息等方面, 如图 2 所示。

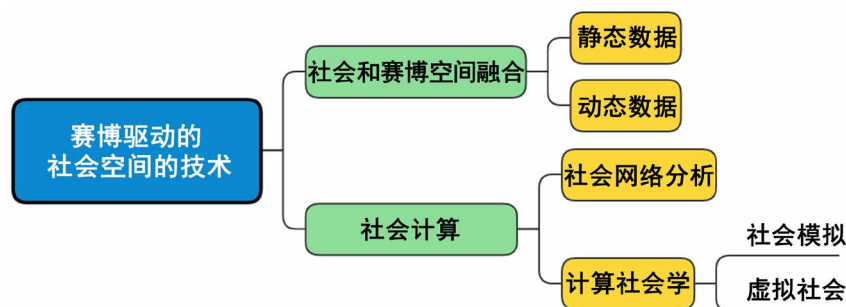


Figure 2. The technology of cyber-enabled social space

图 2. 赛博使能的社会空间的技术

根据数据的静态和动态之分, 对事物的描述也主要从这两个维度进行构建。其中, 静态数据指不会随时间推移而发生显著变化的属性信息, 如人的指纹、联系方式、外貌、行为特征等; 相反地, 动态数据则往往随时间而实时改变, 如人的各项生理信号。通过对于这些数据、信息、属性的描述, 进而构建相应的实体对象。因此, 如何有效、精准地获取人类的行为、活动相关信息, 实现多设备之间的通信与信息关联往往是该领域的一个重要内容。

事物描述为构建社会实体奠定了基础, 进一步, 通过社会计算等技术来进行实体的关系建模与行为形式化, 从而实现社会实体的关联及行为挖掘、理解与分析。具体内容主要包括社会网络分析(Social Network Analysis)和计算社会学(Computational Sociology)。社会网络分析指的是通过研究人类社会系统的

结构及交互模式的大型动态复杂网络,采用代理的模型、理论物理、图论等研究和分析方法,对社会实体进行分析[37]。计算社会学是社会学的一门分支,主要是通过使用演算方法来建立模型,进而分析和模拟社会现象,如社会模拟(Social Simulation)、虚拟社会(Artificial Society)。此外,计算社会学充分利用了数据挖掘技术,即通过数据驱动的方式,结合统计学、机器学习等方式对数据进行探索和发现。

赛博化/赛博使能技术在对于赛博使能的社会空间形成发挥了重要作用,并在各个领域得到广泛应用。例如,在社交领域中,通过社会网络分析、社交媒体挖掘和社区发现等方式[38],探索和分析社交平台所隐含的社会网络结构,并发现其中的子群,以对特定群体进行回归预测,如:利用协同过滤算法对用户的兴趣爱好等进行产品和话题的推荐;利用情感计算分析用户对事件和商品的观点态度,对社交平台以及用户的影响力进行分析。在行为活动方面,通过从传感器或智能设备等获取用户的位置、区域流量等信息,实现交通预测、拥堵预警、客流量评估等。可见,赛博化/赛博使能技术的广泛应用极大地推动了社会空间的发展和演化,不仅扩展了传统社会服务应用的范围,也提高了服务效率和应用性能。

大数据、数据挖掘、人工智能等技术的发展为我们更广泛、更深层地获取和挖掘社会数据、信息等提供了基础,然而由于社会空间以及社会数据的复杂性和多样性,我们仍然面临着部分数据难获取、相关数据相对独立等问题。例如在社会网络中,我们将每个用户视为一个节点,却往往忽略了节点之间的关系以及一些外部因素(如社会地位等)的影响,以致个体性的特征难以得到体现;而各个社会系统之间的相互独立,造成数据孤岛,尽管我们可以获取大量的数据和信息,但是却难以将其进行系统化,从而实现更精准的服务。此外,信息安全与隐私保护也是相关技术应用的一个关键问题。用户的各类数据,如位置和移动数据、社交媒体数据、个人医疗数据等都包含着许多敏感信息,如果处理不慎必将引发诸多隐私泄露的问题[39]。

4.3. 赛博使能的思维空间

相对应地,思维空间主要处理人类在思维方面的相关问题,这些问题通常都是人类对于“存在”和“空间”相关的大脑活动或观察的一种反应。一方面,人类的思想、思维、智慧,甚至情感等更具抽象化的内容可以被引入到网络空间中[40],并形成一种思维联网的局面,从而推动广义网络空间形成和发展。另一方面,通过借鉴生物体(尤其以人类为主)的思维和智慧等机制,利用计算机自身强大的计算能力,形成人工智能(包括类脑智能、仿生智能等),典型赛博化/赛博使能技术包括类脑计算、计算机博弈技术与专家系统、脑机接口等,如图3所示。

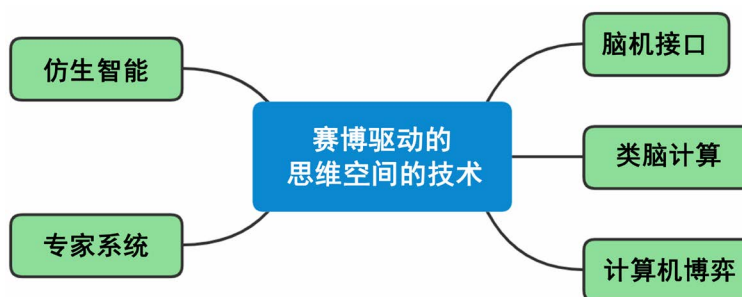


Figure 3. The technology of cyber-enabled thinking space

图3. 赛博使能的思维空间的技术

随着计算机算力的不断提升,加上各类算法和大数据的支持,目前,计算机在很多方面都远超前于人类,特别是计算速度和准确度等方面,但是在认知、理解等方面与人类相比依旧有比较大的差距,且通常需要大量的样本和人工输入知识,自适应能力存在显著不足。因此,人类试图通过研究并模拟人类寻求解决方案。随着医学、生物学等领域的不断进展,人类对于大脑、神经细胞等机体的运作机制有了更

深入的了解。受脑信息处理、神经机制等启发,类脑计算逐渐兴起并发展。例如,通过借鉴脑神经元之间的突触连接与信息处理方式,对神经网络进行抽象,建立模型,进而构建人工神经网络,用以解决大量传统方法难以处理和分析的问题[41]。近年来,在大数据、超级计算、大容量存储等技术的推动下,人工神经网络技术也发挥着越来越重要的作用,并为人类解决了许多难题。类脑智能也受到各国及各领域的广泛关注,欧美、日本、中国等多个国家相继开展类脑研究计划,许多企业、高校、组织机构(如谷歌、微软研究院、百度研究院)等也纷纷投入相关研究,并在类脑模型和信息处理方面都取得了很大的进展和突破,如谷歌大脑[42]、智能图像/音频/视频处理[43][44]、加拿大滑铁卢大学 Eliasmith 研究团队构建的虚拟大脑“Spaun”等[45][46]。

除了程序和算法的突破,类脑计算的在硬件和计算平台方面也发挥了重要的促进作用。特别地,类脑芯片基于对人脑神经突触传递结构的模拟,结合计算平台的运算特性和工作原理,用模拟神经元的方式来代替冯诺依曼体系架构,从而实现高性能和低功耗的计算系统。目前主流的类脑芯片包括 IBM 的 tureNorth、英特尔的 loihi、浙江大学的“达尔文”芯片、清华大学的“天机”芯片等。然而由于受技术和市场的限制,目前距离实现类脑芯片的大规模商业化量产和广泛应用还存在一定距离[47]。

计算机博弈是通过模仿人脑智能以及人类的思维方式,构建一种智能的博弈信息处理系统。例如 AlphaGo 和 Deep Blue 等系统,主要利用了博弈树搜索技术、并行计算、遗传算法、深度学习等优化算法,以实现更加智能的信息处理。除了应用于棋类,计算机博弈技术在无人驾驶、智能决策、日常生活、经济和军事等诸多领域都有发挥了重要作用[48]。与之相似的还有专家系统,该系统通过模拟专家决策过程,结合大量该领域专家水平的知识和经验,来处理现实中一些需要专家干涉处理和解决的问题和工作,被广泛应用于医疗、金融、石油、工业、气象、农业、地质等多个领域。

除了对人脑的模拟,一些自然界其他动植物的生活习性、行为规律等也常常被引入人工智能的设计中,即仿生智能。仿生智能指的是一些自然规则或自然现象的一种拟人化表现,如蜘蛛结网、蚁群合作搬运物品、植物的向阳性和吸水性等。通过对这些现象和规律进行形式化和建模,进而形成各种仿生算法,如蚁群优化算法、遗传算法、粒子群算法、蛙跳算法,以及生物成长理论等[2]。

脑机接口(Brain-Computer Interface, BCI)是实现生物脑与计算机交互的桥梁,通过对脑部活动信息的获取与分析,理解并利用这些信息,并实现生物脑与计算设备之间的信息交换与互动,其过程主要包括四个方面:脑电信号采集、信息处理、设备控制、信息反馈[49]。根据传感器和计算设备的部署方式,可以分为侵入式接口和非侵入式接口。由于侵入式接口对生物体会造成一定损伤,因此目前主要以非侵入式接口为主。脑机接口技术在各个领域都有重要的应用内,特别是生物、医疗领域,通过脑机接口技术,可以帮助残障人士实现听觉、视觉等感官的恢复(如人工耳蜗技术),以及辅助肌肉运动康复等。此外, Linxing 等人研发的名为 BrainNet 的脑机接口系统,实现了直接的与人脑之间的交流,并通过这一方式来合作解决指定任务[50]。

5. 总结与展望

网络空间的形成离不开传统的物理、社会、思维空间,其中,物理空间作为各种“承载”网络空间的基础设施的场所,社会空间支撑着网络空间的主要规则与法则来源,思维空间为网络空间注入更多生命力和创造力。然而,网络空间同时又是一个超越 PST 空间,或者说平行于 PST 空间的独立空间。随着网络空间自身的发展,以及网络空间对 PST 空间愈加“深入骨髓”的影响,网络空间的这种“独立性”变得更加模糊。相应地,空间之间的重叠与融合使得四个空间趋于一体,并形成了人类当前,以及未来较长时间的主要生存空间——广义网络空间。

广义网络空间中,人类的生存状态和生存方式相较于过去都有了颠覆性的改变。一方面,传统的哲

学与科学受到巨大的冲击,面对新的形势存在着诸多不足,更多新的理论、方法被不断挖掘和探究。另一方面,赛博技术的兴起为推动人类社会迈向一个新阶段奠定了基础,相应地,时代的演变又进一步为技术的发展添砖加瓦,而不断衍生和创新出更多新的赛博化/赛博使能技术。本文基于广义网络空间相关研究现状,分别从哲学、科学、技术三个维度对广义网络空间的基本内容与内涵展开进一步探索。在解释和剖析各种新概念及其内涵、研究进展等同时,深入探讨广义网络空间形成对人类生存所带来的改变与意义。

然而不可避免的是,随着技术和人类社会的不断发展,新的问题与挑战也将接踵而至。例如,哲学方面,除了对于机器/计算机、网络空间等本质上的思考外,其所带来的各种伦理、道德问题也是一个重要议题。一则,广义网络空间的形成改变了我们许多行为习惯、价值观念等,在改善我们的生产、生活的同时,也带来了一系列负面问题,如最直接的“赛博综合症”[51](即给人们造成的生理、心理方面的各类疾病)。这些负面影响无疑引发了我们更多新的哲学思考,而我们又将如何面对和解决这些问题也成为未来的主要研究热点之一。二则,我们憧憬着各种新技术的进步,但同时也在不断思考着我们对待新技术的态度,例如,对于未来那些具有高度智能,甚至情感的机器人,我们是否也要以正常人类看待和对待?特别是对于“他们”所做的一些违背人类意志的行为,又该如何合理处理?人机共存模式又将步入怎样的阶段?

科学方面,广义网络空间的形成一方面出现了许多难以用传统学科进行解释和理解的现象和规律,进而促进了许多新的学科的探寻和发展;另一方面,学科之间的交叉变得更加活跃,而这种交叉性在丰富科学内涵的同时,也一定程度上增加了探索的难度。人们对科学这一概念所囊括的内涵的理解,既表明了人类现阶段技术的发展水平,同时也包含了对未来一定阶段科学发展的向往和期待。随着5G时代的到来,赛博科学又将迎来怎样机遇?

技术方面,技术的发展往往是一个循环优化的过程,人们对现实的需要和对技术的需求推动着传统技术的进步和新兴技术的兴起,而进一步,技术自身的发展在满足了人们需要的同时又增生出更多更高的需求,而新的技术瓶颈与挑战也将随之而来。针对物联网未来的发展,宁等[34]提出了四个主要矛盾与技术瓶颈:1) 现实环境中爆炸性增长的数据与有限的感知、计算资源间的矛盾所带来的选择性感知问题;2) 不断增多的通信需求与有限的通信资源矛盾所带来的高效通信问题;3) 日益增长的多样化、个性化的服务需求与系统单一且有限的服务能力间的矛盾所带来的精准服务问题;4) 对象多样化身份与跨域、跨平台应用需求间的矛盾所带来的统一身份建模问题。此外,随着信息的更大范围且更深层次的使用,信息安全与隐私保护相关问题也将日趋严重,除了面临技术上的攻关,还存在一系列法律法规、政策、管理等方方面面的挑战。而这些都将成为未来广义网络空间中的亟需解决的问题以及主要研究方向。

参考文献

- [1] Ning, H., Ning, H., Ye, X., et al. (2018) General Cyberspace: Cyberspace and Cyber-enabled Spaces. *IEEE Internet of Things Journal*, 5, 1843. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2815535>
- [2] 宁焕生,朱涛. 广义网络空间[M]. 北京: 电子工业出版社, 2017.
- [3] 维基百科. 哲学[EB/OL]. <https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E5%93%B2%E5%AD%A6&oldid=54957892>, 2020-04-18.
- [4] 吕鹏慷,冯务中. 网络哲学基本问题论纲[J]. 思想理论教育导刊, 2007(4): 40-44.
- [5] 何保健. 网络哲学与哲学网络[J]. 泰山学院学报, 2005, 27(2): 15-17.
- [6] 孙梁. 赛博空间的科学哲学思考[J]. 山东农业大学学报(社会科学版), 2005, 7(1): 111-114.
- [7] 常晋芳. 网络哲学论纲[J]. 现代哲学, 2003(1): 40-47.
- [8] 熊哲宏. “计算机科学哲学”研究论纲[J]. 湖北文理学院学报, 2004, 25(4): 16-23.

- [9] 任晓明, 潘沁. 计算机科学哲学研究进展[J]. 哲学动态, 2008(4): 96-100.
- [10] 桂起权, 任晓明. 计算机科学哲学的核心理念[J]. 淮阴师范学院学报 (哲学社会科学版), 2010, 32(1): 13-19.
- [11] 邬焜. 信息哲学对哲学的根本变革[J]. 中国人民大学学报, 2016, 30(6): 128-135.
- [12] 高依旻, 张毅华, 余达淮. 信息本体探讨及其对哲学范畴的影响[J]. 新世纪图书馆, 2019(9): 23-27.
- [13] 孙伟平. 人工智能与人类命运的哲学思考[J]. 江海学刊, 2019(4): 34.
- [14] 任晓明. 人工智能哲学的跨学科研究和多维视角考察[J]. 学术研究, 2019(6): 14-21.
- [15] 高原, 崔增宝. 大数据哲学批判[J]. 商丘职业技术学院学报, 2019, 18(4): 6-11.
- [16] 百度百科. 科学[EB/OL]. <https://baike.baidu.com/historylist/%E7%A7%91%E5%AD%A6/10406>, 2020-04-18.
- [17] 维基百科. 科学[EB/OL]. <https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E7%A7%91%E5%AD%A6&oldid=56619080>, 2020-04-18.
- [18] Ma, J., Choo, K.K.R., Hsu, H., et al. (2016) Perspectives on Cyber Science and Technology for Cyberization and Cyber-Enabled Worlds. 2016 *IEEE 14th International Conference on Dependable, Autonomic and Secure Computing, 14th International Conference on Pervasive Intelligence and Computing, 2nd International Conference on Big Data Intelligence and Computing and Cyber Science and Technology Congress (DASC/PiCom/DataCom/CyberSciTech)*, 1-9. <https://doi.org/10.1109/DASC-PiCom-DataCom-CyberSciTec.2016.17>
- [19] Press, W.H. (1993) Cyberscience. *Nature*, **362**, 507. <https://doi.org/10.1038/362507a0>
- [20] Nentwich, M. (2006) Neue Kommunikationstechnologien und Wissenschaft: Veränderungspotentiale und Handlungsoptionen auf dem Weg zur Cyber-Wissenschaft. *Technik-und Wissenschaftssoziologie in Österreich: Stand und Perspektiven*, **8**, 185.
- [21] Nentwich, M. (2008) Cyberscience: The Age of Digitized Collaboration? <https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262151207.003.0003>
- [22] Nentwich, M. (1999) Cyberscience: Die Zukunft der Wissenschaft im Zeitalter der Informations-und Kommunikationstechnologien. <https://doi.org/10.14512/tatup.8.2.58>
- [23] Nentwich, M. (2004) Cyberscience, Methodology, and Research Substance. *Internet Research Annual: Selected Papers from the Association of Internet Researchers Conferences 2000-2002*, Peter Lang, 77.
- [24] Ning, H., Li, Q., Wei, D., et al. (2017) Cyberlogic Paves the Way from Cyber Philosophy to Cyber Science. *IEEE Internet of Things Journal*, **4**, 783-790. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2017.2666798>
- [25] Chowdhury, F.N. and Joyce, K. (2011) Pushing the Boundaries of Transdisciplinary Science through Cyber-Enabled Research. *American Journal of Preventive Medicine*, **40**, S103-S107. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2011.01.007>
- [26] Fayyad, U.M., Piatetsky-Shapiro, G., Smyth, P. and Uthurusamy, R. (1996) Advances in Knowledge Discovery and Data Mining. American Association for Artificial Intelligence.
- [27] Lusher, S.J., McGuire, R., van Schaik, R.C., et al. (2014) Data-Driven Medicinal Chemistry in the Era of Big Data. *Drug Discovery Today*, **19**, 859-868. <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2013.12.004>
- [28] Mandl, K.D. and Bourgeois, F.T. (2017) The Evolution of Patient Diagnosis: From Art to Digital Data-Driven Science. *The Journal of the American Medical Association*, **318**, 1859-1860. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.15028>
- [29] Gulshan, V., Peng, L., Coram, M., et al. (2016) Development and Validation of a Deep Learning Algorithm for Detection of Diabetic Retinopathy in Retinal Fundus Photographs. *The Journal of the American Medical Association*, **316**, 2402-2410. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.17216>
- [30] Ekstrom, J.J., Lunt, B.M., Parrish, A., et al. (2017) Information Technology as a Cyber Science. *Proceedings of the 18th Annual Conference on Information Technology Education*, Rochester, NY, October 4-7 2017, 33-37. <https://doi.org/10.1145/3125659.3125697>
- [31] Li, L., Liu, S. and Zhang, K. (2016) Frontier Exploration of Internet Thinking and Case Study. 2016 *International Conference on Logistics, Informatics and Service Sciences (LISS)*, Sydney, 24-27 July 2016, 1-6. <https://doi.org/10.1109/LISS.2016.7854402>
- [32] 孟勋. 物联网技术综述[J]. 中国科技信息, 2018(23): 46-47.
- [33] 宁焕生, 徐群玉. 全球物联网发展及中国物联网建设若干思考[J]. 电子学报, 2010, 38(11): 2590-2599.
- [34] Ning, H., Ye, X., Sada, A.B., et al. (2019) An Attention Mechanism Inspired Selective Sensing Framework for Physical-Cyber Mapping in Internet of Things. *IEEE Internet of Things Journal*, **6**, 9531-9544. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2019.2929552>
- [35] Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., et al. (2010) A View of Cloud Computing. *Communications of the ACM*, **53**, 50-58. <https://doi.org/10.1145/1721654.1721672>

- [36] Shi, W., Cao, J., Zhang, Q., *et al.* (2016) Edge Computing: Vision and Challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, **3**, 637-646. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2016.2579198>
- [37] Wasserman, S. and Faust, K. (1994) *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge University Press, Cambridge. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511815478>
- [38] Tang, L. and Liu, H. (2010) Community Detection and Mining in Social Media. *Synthesis Lectures on Data Mining and Knowledge Discovery*, **2**, 1-137. <https://doi.org/10.2200/S00298ED1V01Y201009DMK003>
- [39] 孟小峰, 李勇, 祝建华. 社会计算: 大数据时代的机遇与挑战[J]. 计算机研究与发展, 2013, 50(12): 2483-2491.
- [40] Ning, H.S. and Liu, H. (2015) Cyber-Physical-Social-Thinking Space Based Science and Technology Framework for the Internet of Things. *Science China Information Sciences*, **58**, 1-19. <https://doi.org/10.1007/s11432-014-5209-2>
- [41] Hinton, G.E., Osindero, S. and Teh, Y.W. (2006) A Fast Learning Algorithm for Deep Belief Nets. *Neural Computation*, **18**, 1527-1554. <https://doi.org/10.1162/neco.2006.18.7.1527>
- [42] Le, Q.V. (2013) Building High-Level Features Using Large Scale Unsupervised Learning. 2013 *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, Vancouver, May 26-30 2013, 8595-8598. <https://doi.org/10.1109/ICASSP.2013.6639343>
- [43] Russakovsky, O., Deng, J., Su, H., *et al.* (2015) ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge. *International Journal of Computer Vision*, **115**, 211-252. <https://doi.org/10.1007/s11263-015-0816-y>
- [44] Jaitly, N., Nguyen, P., Senior, A., *et al.* (2012) Application of Pretrained Deep Neural Networks to Large Vocabulary Speech Recognition.
- [45] Eliasmith, C., Stewart, T.C., Choo, X., *et al.* (2012) A Large-Scale Model of the Functioning Brain. *Science*, **338**, 1202-1205. <https://doi.org/10.1126/science.1225266>
- [46] Stewart, T.C. and Eliasmith, C. (2014) Large-Scale Synthesis of Functional Spiking Neural Circuits. *Proceedings of the IEEE*, **102**, 881-898. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2014.2306061>
- [47] 曾毅, 刘成林, 谭铁牛. 类脑智能研究的回顾与展望[J]. 计算机学报, 2016, 39(1): 212-222.
- [48] 王亚杰, 邱虹坤, 吴燕燕, 等. 计算机博弈的研究与发展[J]. 智能系统学报, 2016, 11(6): 788-798.
- [49] 孙瀚, 张雄, 张玉, 郭曼云. 基于脑电信号的脑机接口技术[J]. 安徽科技, 2015(4): 54-56.
- [50] Jiang, L., Stocco, A., Losey, D.M., *et al.* (2019) BrainNet: A Multi-Person Brain-to-Brain Interface for Direct Collaboration between Brains. *Scientific Reports*, **9**, 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41895-7>
- [51] Ning, H., Dhelim, S., Bouras, M.A., *et al.* (2018) Cyber-Syndrome and Its Formation, Classification, Recovery and Prevention. *IEEE Access*, **6**, 35501-35511. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2848286>