

互联网与养老服务产业协同发展研究

——基于耦合协调与灰色关联模型

王睿余

上海工程技术大学管理学院， 上海

收稿日期：2023年9月26日；录用日期：2023年12月4日；发布日期：2023年12月12日

摘要

中国正面临着日益增长的人口老龄化，但传统居家养老的作用日益弱化，养老需求与供给之间的矛盾日益突出，开放、平等、协同、共享的网络环境有望成为解决这一问题的有效途径。但是，在养老服务业和互联网产业之间，怎样才能更好地融合，推动产业发展方面，仍然存在着一大片的空白。鉴于此，本文基于产业协同发展的视角，对养老服务业与互联网产业的耦合机理做出分析，并对2016年到2020年养老服务业与互联网产业耦合动态发展水平做出定量测度评价，结果得出互联网产业和养老服务业耦合度总体呈现良好发展趋势。通过灰色关联模型探寻影响两业耦合协调度的因素，结果得出老年人互联网使用比例、国有资产对养老机构资金投入、信息技术服务收入对我国养老服务与互联网产业的协调发展水平具有较大影响。

关键词

互联网，养老服务，耦合协调，灰色关联

Research on the Synergistic Development of Internet and Elderly Service Industry

—Based on Coupled Coordination and Grey Correlation Model

Ruiyu Wang

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Sep. 26th, 2023; accepted: Dec. 4th, 2023; published: Dec. 12th, 2023

Abstract

China is facing a growing aging population, but the role of traditional home care is weakening, the

contradiction between the demand and supply of elderly care is becoming increasingly prominent, and an open, equal, collaborative and shared network environment is expected to be an effective way to solve this problem. However, there is still a large gap in terms of how to better integrate and promote the development of the industry between the senior care service industry and the Internet industry. In view of this, this paper is based on the perspective of industrial synergistic development, to make an analysis of the coupling mechanism between the elderly service industry and the Internet industry, and to make a quantitative evaluation of the dynamic development level of the coupling between the elderly service industry and the Internet industry from 2016 to 2020, and the results conclude that the coupling degree of the Internet industry and the elderly service industry shows a good development trend in general. Through the grey correlation model to explore the factors affecting the degree of coupling and coordination of the two industries, the results concluded that the proportion of elderly people's Internet use, the state-owned assets of the financial investment in senior care institutions, and information technology service income have a greater impact on the level of coordinated development of China's senior care services and Internet industry.

Keywords

Internet, Elderly Service, Coupling Coordination, Grey Association

Copyright © 2023 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

截至 2020 年末，全国 60 岁及 65 岁以上人口比例分别为 18.7% 和 13.5%，标志着我国步入中度老龄化社会[1]。随着我国老龄化进程的加速，中国的养老服务体系受到了前所未有的冲击，而家庭养老在中国的养老服务中所起的重要作用正在逐渐被弱化，因此，如何解决现有的养老服务供给与需求之间的矛盾，并进行相应的制度创新是亟待解决的问题。在人口老龄化持续深化的过程中，也是一个信息技术持续发展的阶段。互联网强调开放、平等、协作和共享，使交易场所发生了变化，交易时间得到了扩展，交易种类得到了丰富，交易速度得到了提高，中间环节得到了减少，互联网给社会的各个方面都带来了广泛而深远的影响[2]。2017 年 2 月 20 日，工信部、民政部和国家卫计委联合印发了《智慧健康养老产业发展行动计划(2017~2020)》，针对我国老年人在养老领域中存在的供需矛盾，探讨互联网与老年服务协同发展的新方向。

2. 文献综述

诸多学者对互联网与养老服务融合进行了研究。研究领域一类主要集中在供给侧发展研究、服务体系设计、产品研发设计、平台建设等方面。廖喜生等人[3]提出，可以通过运用新技术和智能终端，以线上和线下的结合为基础，构建老年人、家庭、社区和机构之间的新的互动机制。黄卫东等[4]提出居家智慧养老体系，使具备自理能力的老人居家养老时借助智慧平台和设备就能满足其医疗护理和社交等需求，减轻社会养老压力的同时也能保证养老质量。郭丽娜等[5]提出构建 O2O 模式的养老服务供需平台，实现养老服务真正的社会化和市场化。唐艺[6]认为，智能养老设备的用户群体以老人为主，因此，在智能养老设备中，应该更加关注其适老性，从数字服务内容，外观形态，人机交互界面等方面进行研究。

而另一类则在讨论目前研究互联网与养老服务融合的瓶颈问题。张丽雅和宋晓阳[7]认为目前我国养老服务信息化建设还面临着养老服务资源区域分布不均衡、高质量智慧养老服务收益覆盖面窄、养老服务信息化建设缺乏规范等问题。耿永志和王晓波[8]指出，“互联网+”养老模式在信息、成本、效率和资源配置上都有很大的优势，但也存在着投入大，回报周期长等缺点，在实践中存在着“投资异化”风险，同时还存在着网络使用障碍和市场融合度不高等问题。

目前研究大多注重供给侧的定性分析，而忽略了供给与需求的融合，更多的是从技术进步、信息技术赋能、产品和服务开发等方面来探讨。然而，对于如何将养老服务和互联网产业精准对接的机理，目前还存在着较大的空白。鉴于此，本文基于产业协同发展的视角，对养老服务业与互联网产业的耦合机理做出分析，并对2016年到2020年养老服务业与互联网产业耦合动态发展水平做出定量测度评价。通过灰色关联模型探寻影响两业耦合协调度的因素，希望能为提升我国养老服务与互联网产业的协调发展水平提供参考。

3. 研究方法设计

3.1. 互联网与养老服务业的融合机理

养老服务业与互联网产业的融合是具有双向促进、共同发展的特点[9]。由于近年来我国老龄化及空巢化问题愈发严重，传统的家庭养老难以满足老人的生活与精神需求，养老服务的需求远大于供给，供求之间产生严重失衡。而互联网可凭借快速信息处理及数据挖掘的技术优势，搭建养老服务信息交换平台，优化调配养老服务业资源配置，创新更多的服务项目，可以解决效率质量低下、同质化服务等诸多养老服务的痛点问题，改变我国养老服务供需失衡的窘境，升级养老服务的需求结构。养老服务则为互联网拓展了一个未来可期的发展应用领域，庞大的养老服务市场可为互联网产业提供丰厚的利润与效益。因此，互联网产业与养老服务业的融合可以使二者互惠互利、相得益彰。互联网与养老服务融合机制指的是，在共同的利益驱使下，两者利用各自优势，形成了相互交叉、相互渗透的关系。此外，国家也在大力支持“互联网+养老模式”，出台了一系列利好政策，互联网养老这一新业态的产生和发展也就顺理成章了。

3.2. 模型构建

3.2.1. 耦合协调度模型

耦合度是对两个及以上的系统相互关联程度的映射。协调度是系统之间发展过程的相互作用的协调程度。本文将互联网产业和养老服务产业作为研究系统，通过耦合协调模型，计算出两个系统之间的耦合度及协调度，其具体模型计算步骤如下[10]：

1) 数据标准化

为避免各指标数据之间量纲及大小不同的影响，标准化原始数据以达到统一量纲。通过在标准化数据加上0.001，消除标准化过程中部分运算结果无意义的影响。其中 X_{ij} 表示第*i*个指标在*j*年份的原始数值， X'_{ij} 表示第*i*个指标在*j*年份的标准化数值。

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_{ij})}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} + 0.001 \quad (1)$$

2) 熵值法求权重

式中， P_{ij} 为*j*年份指标*i*的贡献度； e_j 为*j*年份的熵值； d_j 为信息熵，由1与 e_j 的差值所得来； w_j 为指标权重，式(4)中*n*表示不同年份的个数，*m*表示指标个数；式(5) U_i 为养老服务业和互联网产业的综合

水平指数。

$$P_{ij} = X'_{ij} / \sum_{i=1}^n X'_{ij} \quad (2)$$

$$e_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n P_{ij} \cdot \ln P_{ij} \quad (3)$$

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j} \quad (4)$$

$$U_i = \sum_{j=1}^m W_j \cdot X'_{ij} \quad (5)$$

3) 计算耦合度

$$C = \frac{2\sqrt{U_1 + U_2}}{U_1 + U_2} \quad (6)$$

式中, C 为耦合度; U_1 为养老服务业综合水平指数, U_2 为互联网产业的综合水平指数。

4) 计算协调度

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (7)$$

$$T = \alpha U_1 + \beta U_2 \quad (8)$$

式中: D 为耦合协调度; T 为综合协调指数; α 为养老服务业贡献系数; β 为互联网产业贡献系数。由于互联网主要是服务于养老服务业, 养老服务业发展水平更为关键, 故 α 取值 0.6, β 取值 0.4。耦合协调水平评价划为 10 个类型(见表 1)。

Table 1. Coupling coordination evaluation table
表 1. 耦合协调评价表

耦合协调度	耦合协调发展类型	耦合协调度	耦合协调发展类型
0.00~0.09	极度弱型	0.50~0.59	偏强型
0.10~0.19	严重弱型	0.60~0.69	轻强型
0.20~0.29	中度弱型	0.70~0.79	较强型
0.30~0.39	轻度弱型	0.80~0.89	非常强型
0.40~0.49	偏弱型	0.90~1.00	极度强型

3.2.2. 灰色关联度模型

灰色关联度可分析多因素之间的变化态势以描述因素间关联程度。当两个因素数据经过灰色方法处理后动态变化趋势相似时, 则说明因素之间灰色关联度较大[11]。因此, 可以利用灰色关联法确定影响养老服务子系统和互联网子系统之间相互作用的主要驱动因素, 从而进一步明确两系统的耦合协调机制。

1) 求两指标间的关联系数

$$\delta_i(j) = \frac{\min_i \min_j |Z_i^X - Z_j^Y| + \rho \max_i \max_j |Z_i^X - Z_j^Y|}{|Z_i^X - Z_j^Y| + \rho \max_i \max_j |Z_i^X - Z_j^Y|} \quad (9)$$

式中： Z_i^X 为养老服务业标准化值， Z_j^Y 为互联网产业各个指标的标准化值 ρ 为分辨系数且取 0.5。

2) 求关联系数平均值

$$\gamma_{ij} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \delta_i(j) \quad (10)$$

式中： γ_{ij} 为关联度平均值。

3) 构成关联矩阵并求各指标平均关联度

$$\begin{cases} \gamma_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} & (i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n) \\ \gamma_i = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \gamma_{ij} & (i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n) \end{cases} \quad (11)$$

灰色关联可以划分以下四种类型，如表 2。

Table 2. Grey correlation evaluation table

表 2. 灰色关联评价表

灰色关联度	关联水平
0~0.35	低关联
0.35~0.65	中等关联
0.65~0.85	较高关联
0.85~1	高关联

4. 实证分析

本文选取 2016 年~2020 年《中国统计年鉴》《中国民政统计年鉴》《中国互联网络发展状况调查统计报告》中养老服务业和互联网产业相关统计数据进行分析。

4.1. 互联网与养老服务产业协同水平测度

本文主要参考王军等[12]、冯珍等[13]、郝丽等[14]、刘益平等[15]、董志学等[16]、黎星池等[17]的研究成果，将互联网产业系统按照网民普及率、互联网基础设施以及互联网产业绩效 3 个二级指标出发，分为 9 个三级指标；养老服务业系统从养老服务规模、养老服务覆盖率、养老服务福利支出 3 个二级指标出发，分为 8 个三级指标。构建的互联网产业与养老服务业耦合协调指标体系如表 3 所示。

通过公式(6)、(7)、(8)测算出 2016~2020 年互联网产业与养老服务业的耦合协调度，参照表 1 耦合协调评价量表，探究其协作交互、相互促进的程度。

如表 4 所示，我国 2016 年互联网综合指数 U_1 小于养老服务产业综合指数 U_2 ，此时属于互联网发展滞后型，这说明互联网对养老服务业的发展影响不大，互联网的发展水平与养老服务业的发展水平不匹配。但 2017 年出现扭转，从 2017~2019 年存在互联网综合指数 U_1 远远大于养老服务产业综合指数 U_2 ，即养老服务产业发展相对于互联网产业较为滞后，表明互联网发展速度大于养老服务业的发展速度。随着老龄化问题愈发严重，家庭功能的削弱与空巢化导致传统养老政策方针失效，国家开始鼓励互联网与养老相结合的模式，构建了一系列智能养老体系。因此，到 2020 年，互联网综合指数 U_1 小于养老服务

产业综合指数 U_2 。在 2016 年~2017 年, 互联网产业和养老服务业耦合度均小于 0.5, 耦合程度属于弱型; 从 2018 年开始, 随着互联网与养老融合呼声越来越高, 二产业之间耦合度大幅提高, 达到 0.7 以上的轻强型, 甚至在 2020 年达到了 0.96。这说明了近年来, 互联网产业和养老服务业耦合度总体呈现良好发展趋势。

Table 3. Evaluation index system of internet industry and elderly care service industry
表 3. 互联网产业与养老服务评价指标体系

系统层	区域层	指标	指标名称	权重
互联网产业	网民普及率	X_1	互联网普及率	0.117
		X_2	移动互联网用户	0.070
		X_3	互联网宽带接入用户	0.094
	互联网基础设施	X_4	域名数	0.172
		X_5	网页数	0.090
		X_6	IPv4 地址数	0.118
		X_7	互联网宽带接入端口	0.093
		X_8	移动互联网接入流量(万 GB)	0.132
养老服务产业	互联网产业绩效	X_9	信息技术服务收入	0.113
		Y_1	机构和设施	0.153
		Y_2	床位(万张)	0.153
		Y_3	职工人数	0.132
	养老服务规模	Y_4	照料人数(万人)	0.146
		Y_5	养老服务设施覆盖率	0.208
		Y_6	每千名老人拥有床位	0.061
		Y_7	福利补贴人数	0.075
	养老服务福利支出	Y_8	老年人福利支出	0.072

Table 4. Measurement table of the coupling and sustainable development
表 4. 耦合持续发展度量表

年份	互联网产业综合指数 U_1	养老服务产业综合指数 U_2	耦合协调度 D	耦合协调等级
2016	0.058	0.063	0.247	中度弱型
2017	0.354	0.081	0.385	轻度弱型
2018	0.860	0.502	0.789	轻强型
2019	0.755	0.433	0.736	轻强型
2020	0.883	0.980	0.969	极度强型

4.2. 互联网与养老服务产业协同影响因素探究

通过灰色关联度模型，进一步筛选出影响养老服务业与互联网产业耦合协调的主要驱动因素。选取上文所统计的 2016~2020 年互联网产业与养老服务业耦合度(Y)，并同时引入老年人互联网使用比例(X₁)、养老服务次数(X₂)、养老福利享受人数(X₃)、养老机构职工学历(X₄)、养老机构职工 35 岁以下职工数(X₅)、国有资产对养老机构资金投入(X₆)、宽带接入数量(X₇)、信息技术服务收入(X₈)作为对照数据(见表 5)。

Table 5. Grey correlation variable related data table

表 5. 灰色关联变量相关数据表

数据	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
Y (耦合度)	0.247	0.385	0.789	0.736	0.969
X ₁ (%)	3.7	5.2	6.6	8.4	10.3
X ₂ (人次)	2,066,590	2,704,161	2,213,253	21,834,243	40,601,858
X ₃ (万人)	23,086	24,090	24,949	25,388	26,402
X ₄ (人)	85,616	91,966	99,333	88,034	107,407
X ₅ (人)	81,374	82,955	86,782	83,931	97,663
X ₆ (亿元)	31.6	46.7	48.4	52.3	58.2
X ₇ (万元)	29720.7	34,854	40,738	44927.9	48,355
X ₈ (亿元)	26090.42	30603.71	37563.71	43580.34	52588.01

接下来通过公式(9)、(10)、(11)测算出各因素变量与互联网产业与养老服务业的耦合协调度之间的灰色关联度，得出表 6。

Table 6. Grey correlation degree table

表 6. 灰色关联度表

指标	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
灰色关联度	0.79	0.69	0.56	0.57	0.55	0.69	0.64	0.67

通过将各个因素与互联网产业和养老产业耦合度的灰色关联度进行排序，可以确定影响养老服务子系统和互联网子系统之间相互作用的主要驱动因素。灰色关联度排序越靠前，说明该因素影响互联网产业和养老产业耦合协调度的能力越强。根据表 5 关联度计算结果，由小及大的灰色关联度顺序为 X₅、X₄、X₇、X₃、X₂、X₈、X₆、X₁。由此，与互联网产业和养老产业耦合度由高到低排序为：老年人互联网使用比例、国有资产对养老机构资金投入、信息技术服务收入、养老服务次数、养老福利享受人数、宽带接入数量、养老机构职工学历、养老机构职工 35 岁以下职工数。其中老年人互联网使用比例、国有资产对养老机构资金投入、信息技术服务收入三个变量与互联网产业和养老产业耦合度关联度达到 0.65 以上，说明具有较高的关联。其余变量关联度均大于 0.5，与互联网产业和养老产业耦合度具有中等关联。

5. 研究结论

本文通过耦合协调模型，分析了我国 2016 年到 2020 年互联网与养老服务的融合发展趋势及其耦合

协调情况，明确两系统的耦合协调机制，并用灰色关联模型来探明不同变量对二者耦合程度的影响，得出了以下结论：

- 1) 2016 年~2017 年，互联网产业和养老服务业耦合度均小于 0.5，耦合程度属于弱型；从 2017 年开始，随着互联网与养老融合呼声越来越高，二产业之间耦合度大幅提高，达到 0.7 以上的轻强型，甚至在 2020 年达到了 0.96。这说明了近年来，互联网产业和养老服务业耦合度总体呈现良好发展趋势。
- 2) 其中老年人互联网使用比例、国有资产对养老机构资金投入、信息技术服务收入三个变量与互联网产业和养老产业耦合度关联度达到 0.65 以上，说明具有较高的关联。其余变量关联度均大于 0.5，与互联网产业和养老产业耦合度具有中等关联。因此，接下来可以通过其他数学模型，站在更加微观的视角，针对老年人互联网使用比例、国有资产对养老机构资金投入、信息技术服务收入三个方面如何促进互联网产业能与养老产业深度融合进行进一步的探究。

因此，政府还需要对老年人进行更深层次的调查，逐步提高他们对互联网的认可和接受能力。企业在云计算、物联网、大数据等技术的支持下，可以开发出更多实际符合老年人需要的产品技术，从而最大程度地解决更多老年人的养老问题，提高老年人的晚年生活质量。

参考文献

- [1] 杜鹏, 韩文婷. 互联网与老年生活: 挑战与机遇[J]. 人口研究, 2021, 45(3): 3-16.
- [2] 李海舰, 田跃新, 李文杰. 互联网思维与传统企业再造[J]. 中国工业经济, 2014(10): 135-146.
- [3] 廖喜生, 李扬萩, 李彦章. 基于产业链整合理论的智慧养老产业优化路径研究[J]. 中国软科学, 2019(4): 50-56.
- [4] 黄卫东, 耿瑜, 杨晶晶, 等. 积极老龄化视域下居家智慧养老服务体系建设[J]. 中国老年学杂志, 2023, 43(12): 3062-3065.
- [5] 郭丽娜, 郝勇, 吴瑞君. “互联网+养老服务”: O2O 模式的养老服务供需平台构建[J]. 电子政务, 2016(10): 17-24.
- [6] 唐艺. 人口老龄化视域下的老人身心需求研究与建议——基于 ERG 理论模型分析[J]. 南京艺术学院学报(美术与设计), 2020(3): 157-164.
- [7] 张丽雅, 宋晓阳. 信息技术在养老服务业中的应用与对策研究[J]. 科技管理研究, 2015, 35(5): 170-174.
- [8] 耿永志, 王晓波. “互联网+”养老服务模式: 机遇、困境与出路[J]. 深圳大学学报(人文社会科学版), 2017, 34(4): 109-114+122.
- [9] 曹献雨. 中国互联网与养老服务融合水平测度及提升路径研究[J]. 当代经济管理, 2019, 41(7): 73-80.
<https://doi.org/10.13253/j.cnki.ddjggl.2019.07.011>
- [10] 李元, 尹典, 王晓璐. 养老服务产业与区域经济发展的耦合协调分析[J]. 商业研究, 2020(7): 130-135.
<https://doi.org/10.13902/j.cnki.syyj.2020.07.015>
- [11] 刘思峰. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2017.
- [12] 王军, 刘珊杉. 养老服务业与金融业协同发展研究——来自中国省级层面的经验证据[J]. 河南科学, 2021, 39(11): 1834-1841.
- [13] 冯珍, 刘小红. 中国互联网与省域位势的时空耦合及驱动机制[J]. 统计学报, 2020, 1(6): 13-32.
<https://doi.org/10.19820/j.cnki.issn2096-7411.2020.06.002>
- [14] 郝丽, 闫超, 杨晓康. 基于 3C 要素的社区养老服务发展评价指标体系[J]. 中国老年学杂志, 2015, 35(24): 7281-7284.
- [15] 刘益平, 秦小丽. 我省养老服务机构服务效率的评价[J]. 统计与决策, 2020(9): 62-67.
- [16] 董志学. 基于互联网的产业耦合效能研究——以互联网与金融产业为例[J]. 暨南学报(哲学社会科学版), 2018, 40(4): 88-98.
- [17] 黎星池, 龚雪. 互联网与商贸流通业耦合协调发展研究——以贵州省为例[J]. 商业经济研究, 2019(3): 22-24.