

Analysis and Prediction of Electronic Commerce Growth Model

Hongzhan Chen, Jing Zheng

The College of Economics, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou Zhengjiang
Email: zhengjing@hdu.edu.cn

Received: Feb. 2nd, 2019; accepted: Feb. 14th, 2019; published: Feb. 21st, 2019

Abstract

Based on Chinese quarterly e-commerce transactions data in recent years, the quadratic, the exponential and the logistic growth models are fitted. Using MATLAB software, we plot the e-commerce growth data points as well as the forecast figure, and estimate the model parameters, goodness-of-fit statistics and model residual analysis. The analytic model of the fitting curve and forecast for the future scale of e-commerce data are given.

Keywords

Electronic Commerce, Logistic Growth Model, Residual Analysis

电子商务增长模型的分析预测

陈鸿展, 郑 静

杭州电子科技大学经济学院, 浙江 杭州
Email: zhengjing@hdu.edu.cn

收稿日期: 2019年2月2日; 录用日期: 2019年2月14日; 发布日期: 2019年2月21日

摘 要

本文利用二次、指数和阻滞增长三种增长模型对中国电子商务季度交易额数据进行拟合; 使用MATLAB软件绘制了电子商务增长数据点图以及预测图, 对模型参数, 拟合优度及模型的残差进行分析, 最后得出模型的拟合曲线以及对于未来电子商务规模数据的预测。

关键词

电子商务, 阻滞增长模型, 残差分析

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

电子商务是一种基于互联网平台的买卖双方直接在网上进行交易的商业模式。近些年电子商务的迅猛发展为消费者提供了购物的便利, 造就了淘宝天猫, 京东商城等电子商务巨头。文献[1]指出电子商务造就了一个复杂的生态系统, 衍生出了大量的产业, 许多公司集聚而来。不仅如此, 文献[2]中介绍了电子商务成为中国经济转型的重要风口, 是战略性新兴产业, 对国家发展的重要性不言而喻。但是经过了这么多年的发展, 电商交易规模急剧增长的情况下是否已经趋于饱和, 是否还有更强劲的动力等都是问题, 文献[3] [4]对电子商务的现状与未来做了一些报道; 但是基于数理模型研究论文极少。文献[5]通过灰色模型利用四年的年数据来预测未来跨境电商规模, 文中仅用几个点进行趋势预测, 显然时间越长偏差会越明显。所以建立一个比较有效的预测模型, 无论对消费者, 电商巨头, 行业研究, 还是国家未来的经济发展以及就业预计都将提供帮助。

模型方面, 文献[6]提出了随机 logistic 人口增长模型, 运用了低阶累积量函数的微分方程。文献[7] [8]也是利用 logistic 模型对人口增长进行应用预测和研究。文献[9]提出基于李雅普诺夫指数的状态反馈控制策略, 消除混沌 logistic 增长模型中的混沌轨道, 并给出控制条件。本文从数学角度选择三个模型对电子商务规模数据进行探讨分析并作出推断, 研究方法与结果具有一定的理论价值和实际意义。

2. 模型介绍

2.1. 二次函数增长模型

模型假设电子商务交易金额增长率是常数, 即单位时间内电子商务交易金额的增长量与当时的电子商务交易金额成正比。定义 $x(t)$ 为 t 时刻的电子商务交易金额, 可以得到

$$x(t) = at^2 + bt + c$$

2.2. 指数函数增长模型

模型假设今年电子商务交易额 x_0 , 年增长率 r , k 年后电子交易额为 $x_k = x_0(1+r)^k$ 。

且电子商务增长率 r 是常数(或单位时间内电子商务的增长量与当年的电子商务交易额成正比)。 $x(t)$ 为 t 时刻的电子商务交易额; 模型的表达式为 $x(t) = x_0 e^{rt}$ 。

2.3. 阻滞增长模型

根据前两个模型可以得到电子商务交易量数据的无穷增长的结论, 显然这有一定的不合理。而阻滞增长(logistic)模型考虑到了自然资源、环境条件等因素对电子商务交易金额的增长起着阻滞作用, 并且随着电子商务交易金额的增加, 阻滞作用会越来越大。所以有如下模型:

$$\frac{dx}{dt} = r \left(1 - \frac{x}{x_m} \right)^x, x(0) = x_0$$

这里参数 r 是该模型的内禀增长率, x_m 是自然资源和环境条件所能容纳的最大电子商务交易金额数据。当 $x = x_m$ 时, 电子商务交易金额不再增长, 即此时增长率为 0。对上述方程求解可以得到

$$x(t) = \frac{x_m}{1 + \left(\frac{x_m}{x(0)} - 1 \right) e^{-rt}}$$

3. 实证检验

3.1. 模型的描述统计

我们选取艾瑞网上摘录的 2010 年第一季度到 2016 年第四季度的电子商务交易数据(见表 1)共计 28 个进行实证分析。

Table 1. E-commerce transaction data in quarter from 2010 to 2016

表 1. 电子商务 2010 年~2016 年季度交易规模数据(万亿)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
第一季度	1	1.5	1.7	2.23	2.81	3.5	4.2
第二季度	1.1	1.5	1.93	2.39	3.07	3.8	4.6
第三季度	1.2	1.64	2.05	2.53	3.35	3.9	5.2
第四季度	1.4	1.8	2.39	2.57	3.87	4.9	6.2

利用二次模型, 指数模型和阻滞增长模型对上述数据的分析结果进行简单的汇总比较, 相关的模型统计量描述和方差分析结果如表 2 所示:

Table 2. Statistical description of models

表 2. 模型的统计描述

模型名称 models	模型统计量描述			检验方差分析		
	Multiple R	R square	Adjusted R square	Standard Error	F	Signif F
二次曲线	0.984	0.969	0.966	0.252	389.213	0.000
指数模型	0.992	0.984	0.983	0.064	1596.3	0.000
logistic 曲线	0.992	0.983	0.983	0.072	1525.528	0.000

从表 2 可以看出, 三个模型的拟合度(R^2 值)均达到了 0.9 以上, 而方差分析的 Signif F 值均明显小于 0.01, 因此这三个模型的拟合结果均具有统计上的意义。

三个模型的判定系数均接近于 1, 所反映的自变量与因变量的相关性较高, 模型的拟合程度较好。虽然三个模型的拟合程度均不相上下, 但是我们可以明显的发现逻辑曲线和指数曲线的标准误差项明显较小, 我们可以初步认为其更适用于电子商务规模的增长模型。

3.2. 三个模型的拟合结果描述

本文用数学软件对这三个模型曲线进行拟合, 相关参数数据描述如下。

二次模型: 因变量 y 对自变量时间 t , t^2 的非标准化回归系数分别为 0.023, 0.005, 对应的显著性检

验的 T 值分别为 0.949, 5.808; 显著性水平方面, 变量 t 的 $\text{sig} > 0.05$, 显著性水平不强; 而 t 的平方项的 $\text{sig} < 0.05$, 显著性水平较强。对应的二次曲线模型为: $y = 0.005t^2 + 0.023t + 1.156$

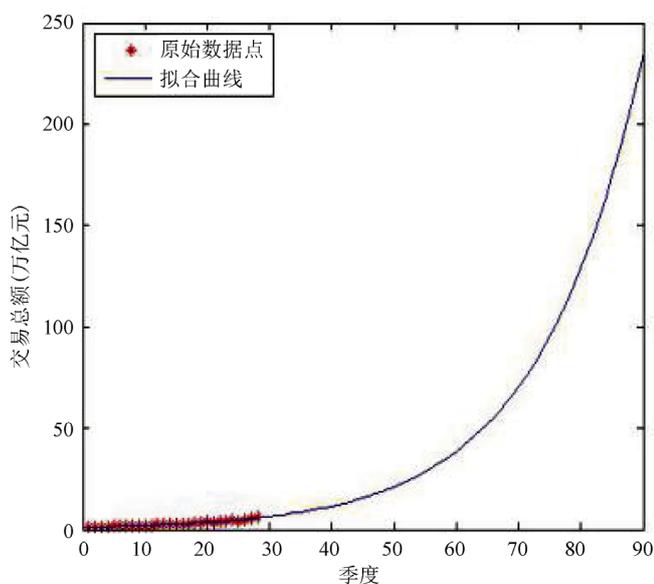
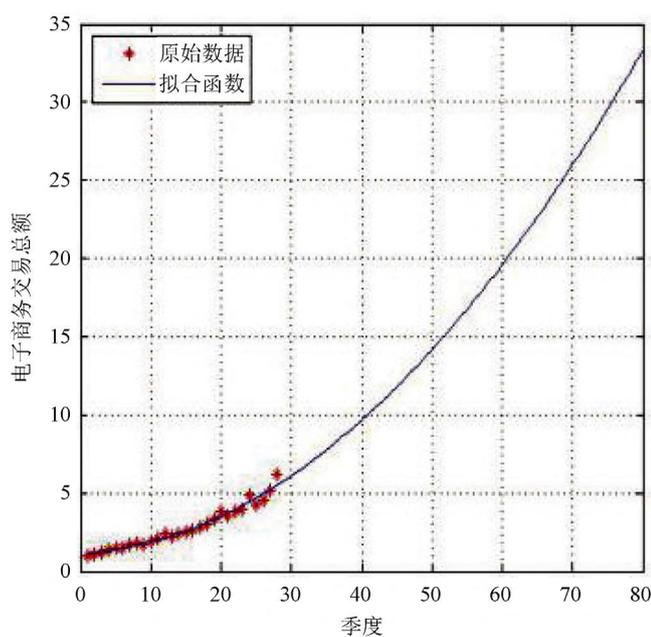
指数模型: 因变量 $\ln(y)$ 对自变量时间 t 的非标准化回归系数为 0.060, 对应的显著性检验的 T 值为 39.954, 回归系数的显著性水平 $\text{sig} T$ 值小于 0.05。

对应的指数回归方程为: $y = 1.038e^{0.06t}$

阻滞模型: 因变量 $\ln(1/y - 1/15.0)$ 对时间 t 的非标准化回归系数为 0.936, 对应的显著性检验的 T 值为 592.701, 回归系数的显著性水平 $\text{sig} T$ 值小于 0.05。

对应的 logistic 模型的回归方程是: $y = (1/31.6 + 0.891 * \exp(-0.066(t-1)))^{-1}$

3.3. 三条曲线的拟合曲线及预测图



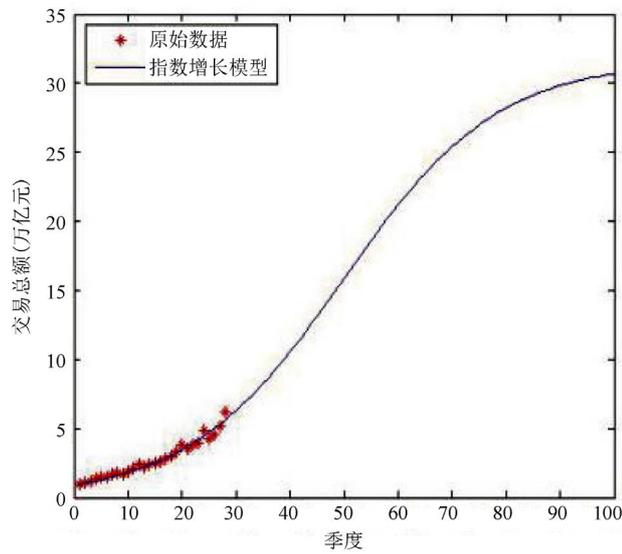


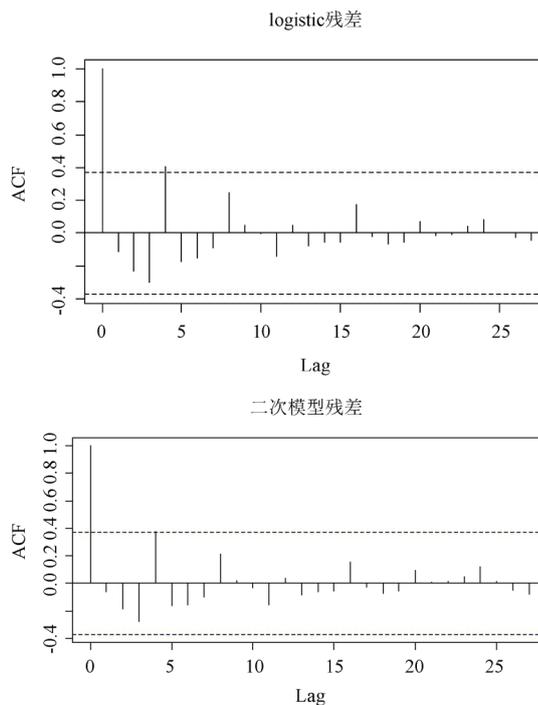
Figure 1. Raw data and fit curve
图 1. 原始数据与拟合曲线

上面的三张图是通过对三个模型进行拟合得到的实际效果图(见图 1), 可以看出对于已有的数据的拟合效果还算不错。但是第 1 张和第 2 张往后将呈现爆炸性的增长趋势显然不符合实际, 第 3 张就比较合理的预计再经过十年左右电子商务规模将渐趋于一个上限。

4. 模型的残差分析

4.1. 自相关分析检验残差的独立性

图 2 是对三个模型的残差项用 R 软件所做的自相关函数图(ACF)。



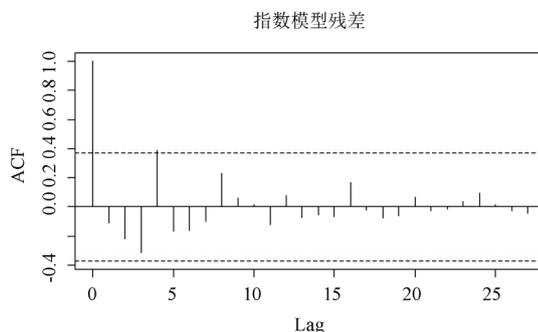


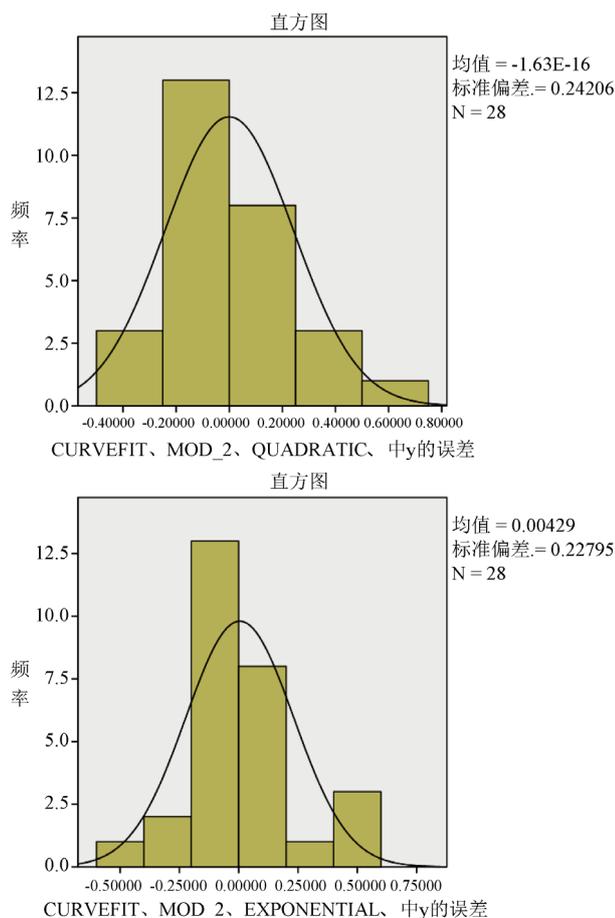
Figure 2. Residual autocorrelation coefficient

图 2. 残差自相关系数

从上面三个残差的自相关系数图可以看出, 样本长度为 28, 自相关系数服从以 0 为均值, $\frac{1}{\sqrt{n}}$ 为标准差的正态分布, 当自相关系数落在以区间 $(-\frac{1}{\sqrt{n}}, \frac{1}{\sqrt{n}})$ 为独立置信区间时, 我们就认为误差项是均值为 0 的独立同分布随机变量序列。从图中我们可以得出残差项存在独立性。

4.2. 残差的正态分布检验

图 3 分别是二次, 指数, 阻滞模型的残差的直方图。



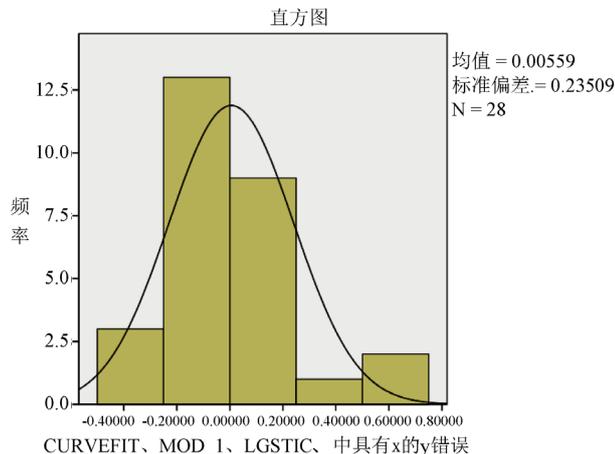


Figure 3. Histogram of residuals

图 3. 残差直方图

可以看出残差项近似的服从正态分布, 均值为零。由于电子商务正处于初始的加速上升阶段所以拟合效果均不错差异性不是很大。

4.3. 未来季度数据预测

Table 3. Quarterly Data Forecast in the future

表 3. 未来季度数据预测(万亿)

	二次模型	指数模型	阻滞模型
2017 年第二季度	6.346	6.280	6.811
2017 年第三季度	6.674	6.668	7.170
2017 年第四季度	7.012	7.080	7.543
2018 年第一季度	7.36	7.518	7.928
2018 年第二季度	7.718	7.983	8.327
2018 年第三季度	8.086	8.476	8.738
2018 年第四季度	8.464	9.001	9.161
2019 年第一季度	8.852	9.557	9.596
2019 年第二季度	9.25	10.148	10.043
2019 年第三季度	9.658	10.776	10.501
2019 年第四季度	10.076	11.442	10.968
2020 年第一季度	10.504	12.150	11.446
2020 年第二季度	10.942	12.901	11.932
2020 年第三季度	11.39	13.699	12.426
2020 年第四季度	11.848	14.546	12.927

5. 结束语

在模型的拟合结果中我们可以看出, 二次曲线和指数曲线模型拟合值与前期数据比较吻合, 这说明目前我国的电子商务正处于迅猛发展时期, 但考虑到环境因素等原因, 未来不可能一直持续这一趋势。当资源有限时, 电子商务交易总额的增长率将会随着基数的增大而减小, 由此我们认为电子商务交易额

的增长速度会缓慢下降, 即随着电商交易额的增加而降低, 存在着增长有限性的特征。阻滞增长模型, 更能描述电子商务的发展趋势, 对数据进行拟合, 结果可以看出阻滞增长模型拟合得到的数据客观的反映了电子商务增长规律, 与现有数据非常吻合, 并且对未来电商交易金额的预计(见表 3)也在我们的理想范围之内, 效果更为准确。

根据模型的拟合效果预测图也可以看出未来十年电商交易规模仍旧会有着较强的发展势头, 并将在未来五年内突破年交易量五十万亿大关。伴随着大量传统企业的转型升级和智能物流体系的建立, 电子商务的交易金额将牵动着国民生产总值的发展, 电商的地位将日益抬高, 政府对电商的支持度也是日益增加, 这表明电商在中国经济市场未来将占有相当大的份额, 未来将是中国经济强劲增长的非常重要的一环。我们不仅要看到电商以前辉煌的成就, 也要瞄准电商充满机遇的未来。

基金项目

国家社科基金 17BTJ023 资助。

参考文献

- [1] 刘江伟, 于立. 电子商务生态系统文献综述及评价[J]. 科技创新与生产力, 2017(9): 31-33.
- [2] 吴嘉伟. “互联网+”时代的电子商务[J]. 现代企业文化, 2017(21): 221.
- [3] 翟凤荣. 我国电子商务现状及展望[J]. 烟台大学学报哲学社会科学版, 2000, 13(4): 451-456.
- [4] 王丽莉. 我国电子商务现状及未来发展趋势[J]. 网络与信息, 2008(4): 30.
- [5] 资道根. 基于灰色 GM(1,1)模型的跨境电子商务发展前景预测分析[J]. 数学的实践与认识, 2015, 45(1): 96-105.
- [6] Matis, J.H. and Kiffe, T.R. (2004) On Stochastic Logistic Population Growth Models with Immigration and Multiple Births. *Theoretical Population Biology*, **65**, 89-104. <https://doi.org/10.1016/j.tpb.2003.08.003>
- [7] 黄润龙, 帅友良. 人口增长的 Logistic 模型及其应用研究[J]. 人口与社会, 2000, 16(3): 25-27.
- [8] 代涛, 徐学军, 黄显峰. 离散 Logistic 人口增长预测模型研究[J]. 三峡大学学报(自然科学版), 2010, 32(5): 102-105.
- [9] 魏金岭, 赵光宙. Logistic 人口增长模型的反馈控制研究[J]. 系统工程理论与实践, 1999, 19(11): 115-120.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2325-2251, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: sa@hanspub.org