

基于搜索引擎的游戏推广策略

赵 慧, 于丽婷, 胡梦桦, 段林婧, 张佳怡, 都 琳, 白晓东

大连民族大学, 辽宁 大连

收稿日期: 2022年11月29日; 录用日期: 2022年12月19日; 发布日期: 2022年12月30日

摘 要

搜索引擎推广的目的就是通过在搜索引擎上展示产品信息, 以获得大量点击率, 从而达到流量转换, 从而实现低成本产品推广。本文主要以手机游戏《开心消消乐》作为研究对象, 进行相关性分析和协整检验, 研究该游戏的百度搜索指数与下载次数之间的影响关系。研究发现, 百度指数与游戏下载次数之间具有很大的正相关关系, 并且存在协整关系, 因此可以说明, 百度指数对游戏下载具有很大的影响。然后根据研究结果以及收集到的网站信息进行综合分析, 提出推广策略: 可以选择百度搜索、神马搜索、360搜索等浏览量较大的搜索引擎投放广告信息, 并结合游戏网站发布推文, 在综合交流平台进行互动, 以及发布游戏通关技巧视频, 标题要足够吸引, 满足用户需求, 比如说游戏通关技巧、游戏攻略等内容; 选择网络使用高峰期进行推广, 推广效果会更好。

关键词

时间序列, 百度指数, 相关分析, 协整检验, 推广策略

Game Promotion Strategy Based on Search Engine

Hui Zhao, Liting Yu, Menghua Hu, Linjing Duan, Jiayi Zhang, Lin Du, Xiaodong Bai

Dalian Minzu University, Dalian Liaoning

Received: Nov. 29th, 2022; accepted: Dec. 19th, 2022; published: Dec. 30th, 2022

Abstract

The purpose of search engine promotion is to obtain a large number of clicks by displaying product information on search engines, so as to achieve traffic conversion and achieve low-cost product promotion. This paper mainly takes the mobile game "Happy Xiaole" as the research object, conducts correlation analysis and cointegration test, and studies the relationship between Baidu search index and download times of the game. The research found that there is a great positive

correlation between Baidu Index and the number of game downloads, and there is a cointegration relationship, so it can be explained that Baidu Index has a great impact on game downloads. Then, based on the research results and the collected website information, a comprehensive analysis is made, and a promotion strategy is proposed: you can choose Baidu Search, Shenma Search, 360 Search and other search engines with a large number of views to put advertising information, and publish tweets in combination with game websites, interact on the comprehensive communication platform, and publish game clearance skills videos. The titles should be attractive enough to meet user needs, such as game clearance skills Game introduction and other contents; The promotion effect will be better if the network use peak period is selected for promotion.

Keywords

Time Series, Baidu Index, Correlation Analysis, Cointegration Test, Promotion Strategy

Copyright © 2022 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

搜索引擎广告是新兴的一种广告形式，“基于搜索引擎的产品推广”另一个含义就是在搜索引擎上进行产品推广活动。随着现代科技的飞速发展，网络信息传播更加快捷，与传统的传播媒体的广告相比，搜索引擎广告更加便捷、高效，现在是产品营销的主要途径之一[1]。搜索引擎营销渠道多样化，包括网站、社交网络平台、贴吧等，都可以作为搜索引擎的推广入口。由于搜索引擎广告的高效便捷等优点，这种推广方式非常受游戏制作商的欢迎。搜索引擎是作为网站推广的首要选择，许多品牌使用搜索引擎将其官方网站置于同行业竞争对手之前，以获得更多的点击和流量，从而实现低成本、高效率的产品推广。其中比较常见的游戏搜索引擎推广有：排名分析、流量监测和标题设计。排名分析指的是选择排名靠前的网站来发布信息进行产品推广；流量监测指的是通过监测不同网站的流量效果，对不同网站的流量效果进行调整推广渠道；标题设计指的是精准设计标题，通过有趣的标题，吸引用户点击，从而实现流量转换等，进一步提高游戏推广效率，实现低成本产品推广[2]。

刘佳霖[3]在研究中建立一个基于 ARIMA 模型和互联网搜索量正常顺序的市场需求预测模型；这项研究将通过中国国内市场对产品或服务的互联网搜索量特征，以及产品或服务的互联网搜索量特征与实际市场需求之间的关系，建立一个比较模型，可以比较与互联网搜索量不符合预测模型的与包含互联网搜索量的预测模型的预测精度，并解释了互联网搜索量在预测中的作用。顾华琴和樊琴[4]在研究中指出，关键词广告是网络广告中一种重要的广告形式。谷歌是世界上最大的搜索引擎，百度是中国最大的搜索引擎，它们在关键词广告搜索中起着重要的主导作用。在他们的研究中，通过对搜索引擎广告和关键词广告的分类和定位，提出了百度搜索引擎中关键词广告存在的问题、原因和对策。陈少芳和孟健[5]在研究中基于搜索引擎应用的现状，分析了搜索引擎在为网站做广告时的价值。并在文中总结和分析了企业在使用搜索引擎进行网站广告时存在的不足，并提出了一些建议。Todd Webber [6]在文章中研究了谷歌地图搜索，分析了地图搜索的营销机会，给出了借助谷歌地图进行公司营销的具体方法，并就如何丰富和改进公司搜索引擎的营销策略提出了很好的建议。Rakesh Chandra Balabantaray [7]在文章中对企业和人们该怎样选取最有效的网络搜索引擎进行评估分析，帮助他们的用户找到更多的相关网页。从各种搜索引擎上去年最热门的查询列表中收集了 20 个进行查询，并在此基础上对搜索引擎进行了评估。K. Kannan

和 S. Abilash [8]在这研究中,就哪些是适合信息检索的搜索引擎?哪个搜索引擎检索到更多相关信息?哪个搜索引擎涵盖更多信息?它们在性能上有何不同?有没有一个单一的 Web 搜索引擎在信息检索方面优于所有其他搜索引擎?进行了全面的评估了六个搜索引擎,即 Yahoo, Google, AltaVista, Lycos, Excite 和 Hotbot。研究还提出了一些适合信息检索的搜索引擎。

本文主要以手机游戏《开心消消乐》作为研究对象,进行相关性分析和协整检验,研究该游戏的百度搜索指数与下载次数之间的影响关系。研究发现,百度指数与游戏下载次数之间具有很大的正相关关系,并且存在协整关系,因此可以说明,百度指数对游戏下载具有很大的影响。然后根据研究结果以及收集到的网站信息进行综合分析,提出推广策略:可以选择百度搜索、神马搜索、360 搜索等浏览量较大的搜索引擎投放广告信息,并结合游戏网站发布推文,在综合交流平台进行互动,以及发布游戏通关技巧视频,标题要足够吸引,满足用户需求,比如说游戏通关技巧、游戏攻略等内容;选择网络使用高峰期进行推广,推广效果会更好。

2. 数据获取与预处理

百度搜索是统计关键词搜索量的工具,它为网民提供关注关键词搜索和不断变化的信息。百度指数以百度搜索用户的搜索量为基础,以关键词为统计对象,分析和计算百度在线搜索中每个关键词的加权搜索频率。根据数据来源的不同,搜索指数分为 PC 搜索指数和移动搜索指数。在本文的研究中,收集的百度指数数据为 PC 搜索与移动搜索指数的总和。

本论文分析所用到的数据均来源于百度指数(<https://index.baidu.com/>),数据选取时间为 2022.04.01~2022.04.30,时间跨度为 30 天,选取内容为以“开心消消乐”为关键词的每日搜索指数。通过百度指数搜索关键词“开心消消乐”得到 2022.04.01 至 2022.04.30 总共 30 天的数据,如图 1 所示,具体数值见表。



Figure 1. 30 day Baidu search index of Kaixin Xiaoxiaole

图 1. 开心消消乐 30 天百度搜索指数

此次研究对象《开心消消乐》的下载数据是 iOS 客户端的游戏下载数据。使用的数据查询网站是七麦数据(<https://www.qimai.cn>)。七麦数据已经深入市场多年,有着精准、全面的数据优势,持续性的输出数据报告和榜单,具有一定的可靠性。由于具体游戏下载数据难以得到,所以本次所收集的数据为部分数据,即 iOS 系统的 App Store 中《开心消消乐》的下载安装次数。下载数据见附表 1 所示。

3. 研究方法

1) 相关分析

a) 相关分析[9]的含义

相关性分析是指对两个或多个具有相关性的变量进行分析，以监测两个变量之间的相关性水平。只有当元素之间存在一定的相关性时，才能进行相关性分析。相关性并不等同于因果关系或简单的个性化。相关领域几乎涵盖了我们所看到的所有方面。不同领域的相关性定义也非常不同。相关性分析是分析客观事物之间关系的一种数量分析方法，对于理解和运用相关性分析来解释客观事物之间的关系非常重要。

b) Pearson 相关系数

相关系数可以准确地反映两个变量在数值方面的线性相关性。为了通过相关系数分析变量之间的线性关系，有必要计算样本相关系数 r 。在计算相关系数是，需要了解：相关系数 r 的取值范围为 $(-1, 1)$ ；当相关系数 r 大于 0 时，表示两个变量之间存在正的线性相关关系；当相关系数 r 小于 0 时，表示两个变量之间存在负的相关关系；当相关系数 r 等于 1 时，表示两个变量之间存在正相关关系；当相关系数 r 等于 -1 时，表示两个变量之间存在完全负相关关系；当相关系数 r 等于 0 时，表示两个变量之间不存在线性相关关系；当相关系数 $|r|$ 大于 0.8 时，表示两个变量之间有较强的线性相关关系；当相关系数 $|r|$ 小于 0.3 时，表示两个变量之间的线性相关关系较弱。

c) Pearson 简单相关系数

Pearson 简单相关系数用于衡量两个数值变量之间的线性相关性，在数学中可以定义为：

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

在上式中， n 表示样本量， x_i 和 y_i 分别是两个变量的变量值。可简化成

$$r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \bar{x}}{S_x} \right) \left(\frac{y_i - \bar{y}}{S_y} \right)$$

在上式中，说明简单相关系数 r 是 n 个由 x_i 和 y_i 分别标准化后的得到积的平均数。

Pearson 简单相关系数的检验统计量为 t 统计量，其在数学中可以定义为：

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

在上式中，可以说明， t 统计量是服从 $n-2$ 个自由度的 t 分布。

2) 协整检验

a) 定义

伪回归可能发生在非平稳序列之间，协整的重要性在于回归方程中表达的因果关系是否是成立的，以及是否是伪回归，即测试变量之间是否存在稳定的关系。因此，非平稳序列的因果关系检验可以认为是协整检验[10]。

二十世纪八十年代，Engle 和 Granger 等人提出了协整这个概念，在他们的研究中，他们强调两个或多个非平稳时间序列的线性组合可以是低阶单整或平稳的。虽然有些时间序列是非平稳的，但它们的线性组合是平稳的。如果平稳时间序列的线性组合是稳定的，那么这种组合可以在很大程度上反映变量之间长期稳定的比例关系，这种关系可以称为协整关系[11]。协整关系应该是两个线性增长量之间的稳定动

态均衡关系，或者也可以说是多个线性增长量的经济量相互影响与其自身演化之间的动态均衡关系。协整分析是一种基于时间序列向量自回归分析的建模方法和理论分析方法。

b) 检验步骤

步骤一：确定各个序列的单整阶数，并建立回归模型：

$$y_t = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 x_{1t} + \hat{\alpha}_2 x_{2t} + \cdots + \hat{\alpha}_n x_{nt} + \varepsilon_t$$

上式(2.4)中， $\hat{\alpha}_k (0 \leq k \leq n)$ 是普通最小二乘估计值。

步骤二：对回归残差序列 $\{\varepsilon_t\}$ 进行平稳性检验。

对回归残差平稳性进行检验通常使用单位根检验法，假设条件分别为：

原假设： $H_0: \varepsilon_t \sim I(k), k \geq 1 \leftrightarrow$ 备择假设 $H_1: \varepsilon_t \sim I(0)$

使用 ADF 协整分析判断残差序列是否稳定。如果残差序列是稳定的，则回归方程的建立是合理的；如果残差序列是不稳定的，说明回归方程的解释变量和被解释变量之间不存在长期稳定的均衡关系。即使参数的估计结果是理想的，这种[12]协整关系应该是两个线性增长量之间的稳定动态均衡关系，或者也可以说是多个线性增长量的经济量相互影响与其自身演化之间的动态均衡关系。协整分析是一种基于时间序列向量自回归分析的建模方法和理论分析方法。

4. 百度指数与游戏下载次数的相关性分析

通过软件 R 对获取的百度指数与游戏下载次数进行相关性分析，使用函数 `cor.test` 可得到百度指数与下载次数之间的相关系数 r ，运行过程以及运行结果如附录 2。

从结果可以得出，百度指数和下载次数的相关系数 r 达到 0.842，呈正相关关系，且具有较强的线性相关关系， p 值为远远小于 0.05，可表明两者之间显著相关。为了更加直观的表达两者之间的关系，接下来使用 `ggplot2` 绘制相关性散点图。如下图 2 所示：

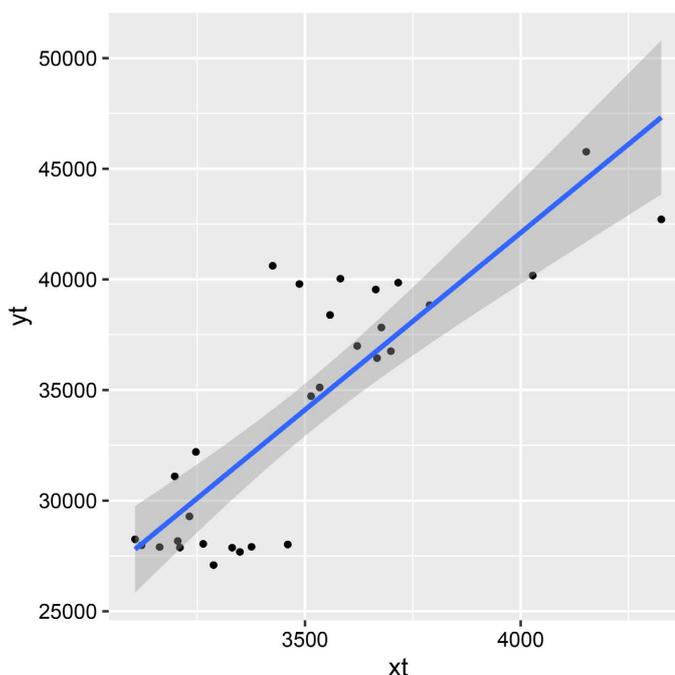


Figure 2. Scatter chart of Baidu index and downloads
图 2. 百度指数与下载次数相关性散点图

从上图 2 中, 可以明显看出百度指数与下载次数之间的相关性, 随着百度指数的增加, 下载次数呈上升趋势, 表明百度指数与下载次数之间呈正相关关系, 并且可以说明两者之间存在较大的线性相关关系。

5. 检验与建模

1) 协整检验

令百度指数与下载次数分别为序列 $\{x_i\} (i=1, 2, \dots, 30)$ 和 $\{y_i\} (i=1, 2, \dots, 30)$ 。通过运行 R 绘制百度指数与下载次数的时序图, 从下图 3 可见, 序列明显呈现出的一种非平稳的游走态势, 但是可以从图中可以看出他们的变化速度基本一致, 合理地怀疑这百度指数与下载次数两个序列之间是否存在一种内在的均衡关系。

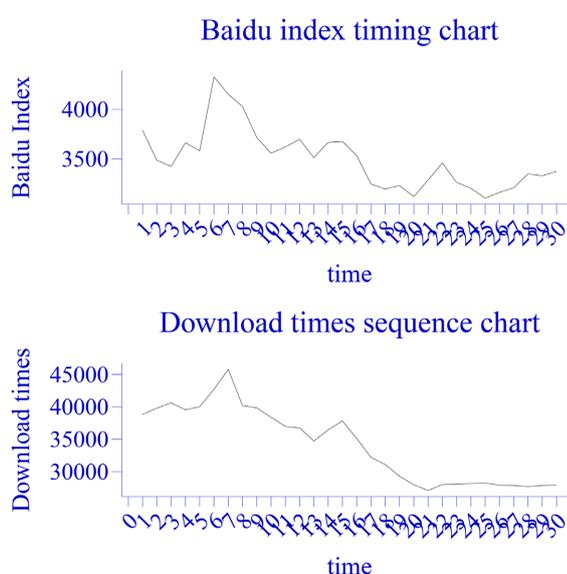


Figure 3. Baidu index and download times sequence diagram
图 3. 百度指数与下载次数的时序图

在数学研究中, 虽然有些序列是非平稳的, 但序列与序列之间会存在一种非常密切的长期平衡关系。具体表现为, 序列和序列的线性组合可以保持长期稳定的关系。这种现象称为协整。

假设 H_0 : 非平稳序列之间不存在协整关系; H_1 : 非平稳序列之间存在协整关系。

令百度指数与下载次数数的对数序列分别为 $\{\ln x_i\}$ 和 $\{\ln y_i\}$, 绘制时序图, 并进行 EG 检验, 对序列 $\{\ln x_i\}$ 和序列 $\{\ln y_i\}$ 分别作三种类型的 DF 单位根检验。

从图 4 可以看出, 百度指数的对数序列和下载次数数的对数序列 之间存在同变关系, 它们之间可能存在协整关系。

从检验结果中可以得到, 在显著水平为 0.05 时, p 值都大于 0.05, 可以认为百度指数的对数序列和下载次数数的对数序列均为非平稳序列, 与图 4 表现出的非平稳性质完全一致。接下来需对这两个非平稳序列进行 1 阶差分, 再次作单位根检验。

由运行结果表明, 两个序列的 1 阶差分序列都是有漂移项的平稳序列, 因此两个序列都是 1 阶单整序列。

构造回归模型, 运行得到结果, 估计百度指数的对数关于下载次数数的对数的回归方程, 估计的结果为:

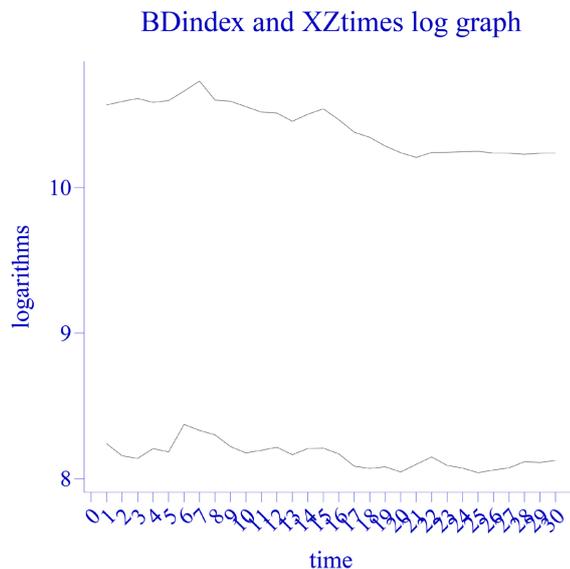


Figure 4. Time sequence diagram of logarithmic sequence of Baidu index and logarithmic sequence of download times
图 4. 百度指数的对数序列与下载次数的对数序列的时序图

$$\ln y_t = -3.375 + 1.692 \ln x_t + \varepsilon_t$$

最后，检验残差序列的平稳性，通过运行结果可以说明，残差序列为无漂移项的 1 阶自相关平稳序列，ADF 检验的 p 值为 0.0395。

综上所述，尽管百度指数的对数序列与下载次数的对数序列均为非平稳时间序列，但是百度指数与下载次数之间因为存在一种协整关系，所以可以通过建立回归模型：

$$\ln y_t = -3.375 + 1.692 \ln x_t + \varepsilon_t$$

来拟合百度指数与下载次数之间的长期均衡关系。

2) 误差修正模型

如果序列与序列之间存在协整关系，则说明它们之间存在长期的平衡关系，并且它们在某种干扰的作用下做相同的变量运动。然而，在短期内序列之间经常在干扰的作用下出现中断，这可能会导致不和谐和偏差，但这种偏差将在后期阶段得到纠正[13]。Hendry 和 Anderson 为了说明短期波动关系和序列间长期均衡的内在机制，他们在 1977 年提出了误差修正模型，简称为 ECM 模型。

首先提取残差，然后估计模型参数，得到误差修正模型：

$$\nabla x_{2t} = 0.40199 \nabla x_{1t} - 0.18571 ECM_{t-1} + \varepsilon_t$$

从误差修正模型可以看出，百度指数的当期波动对下载次数当期波动产生较大的影响，每增加 1 单位的对数百度指数，会增加 0.40199 单位的对数下载次数。上期误差 ECM_{t-1} 对下载次数影响较小，单位调整比例为 -0.18571，而且系数显著性检验显示该系数并不显著为 0。

6. 推广策略

1) 百度搜索引擎评分排序标准：

- ① 网站权重：网站的来源和年龄。年龄越大，网站的百度搜索信任度越高。
- ② 网站与内容相关联程度：如果网站内容与网站主题相关，则不会扣除相关分数，如果挂羊头卖狗

肉，这将严重影响用户体验，则会扣除相关分数。

③ 内容的实用性：如果内容对用户有价值，则加分，否则扣分。评价标准包括内容的原创性、内容的真实性、阅读量、传播的收集、用户的停留时间等。

④ 站内细节分化：尤其重要的是要优化站点的详细评估，包括 TDK 网站、专栏页面和内容页面的唯一性。

⑤ 网站自身结构：好的网站结构会使网站点击率变高。

2) 百度搜索引擎搜索

当用户通过百度搜索的搜索栏输入关键词时，会显示百度网站根据评级标准的顺序，但网站的顺序不会永久固定和更改。由于一些网站的权重较高，每个网站界面的初始得分较高，排名非常稳定。通过百度统计，查找各大搜索引擎浏览数据，查询的范围为 2022 年 4 月 1 日至 2022 年 4 月 30 日，浏览量排名前十的分别有百度、神马搜索、360 搜索、搜狗、头条、Google、夸克搜索、Bing、搜酷和搜搜，如图 5，其中百度的浏览量占比 69.14%，可以认为选择百度搜索引擎进行策略分析比较具有代表性。

在百度搜索主页输入关键词“开心消消乐”，第一个搜索界面可以得到十条网站链接和链接内容。网站按照网站类型可分为：游戏信息(百度百科)、游戏下载平台(游戏官方网站、百度游戏-乐玩、百度移动应用、2265 手游网)、视频(好看视频、哔哩哔哩、搜狐视频等)、综合交流平台(百度贴吧)、游戏网站(游戏狗、360 手机游戏)。其中，在《开心消消乐》的百度百科中可得到的信息主要是游戏的基本信息介绍，包括游戏背景、游戏规则、游戏道具等等；游戏下载平台类型的网站主要提供的是游戏下载链接和部分游戏介绍；视频网站发布的视频主要与游戏通关视频、通关技巧攻略相关；百度贴吧是以《开心消消乐》为讨论主体，玩家通过交流，讨论游戏的意见、玩法等等；游戏网站中基本是以《开心消消乐》的最新活动公告、游戏攻略以及技巧讲解视频为主。

各大搜索引擎浏览量饼状图

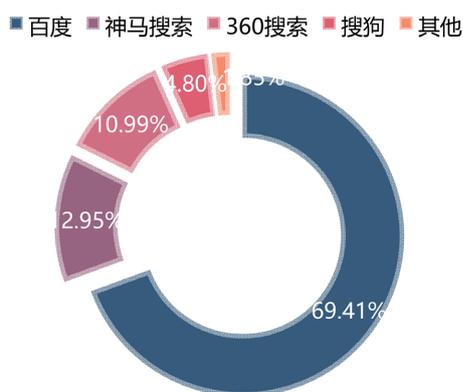


Figure 5. Pie chart and bar chart of browsing volume of major search engines

图 5. 各大搜索引擎浏览量饼状图和条形图

3) 标题设计

在百度搜索引擎的搜索结果中可以看到，与“开心消消乐”绑定的高频搜索相关词主要有玩法、过关、视频介绍、通关技巧、隐藏关、攻略等等，游戏玩家在搜索过程中，较为关注的是游戏的玩法、介绍以及攻略。

4) 推广时点

在百度统计平台收集得到百度搜索引擎在 2022 年 4 月 1 日至 4 月 7 日共七天的 24 小时浏览量，绘制折线图。从图 6 中可以看出，百度搜索引擎的浏览量分别在第 15 小时以及第 23 小时会出现小高峰，说明这两个时点的网络活跃度相对较高，发布广告所获取的浏览量更多，推广效果会更显著。

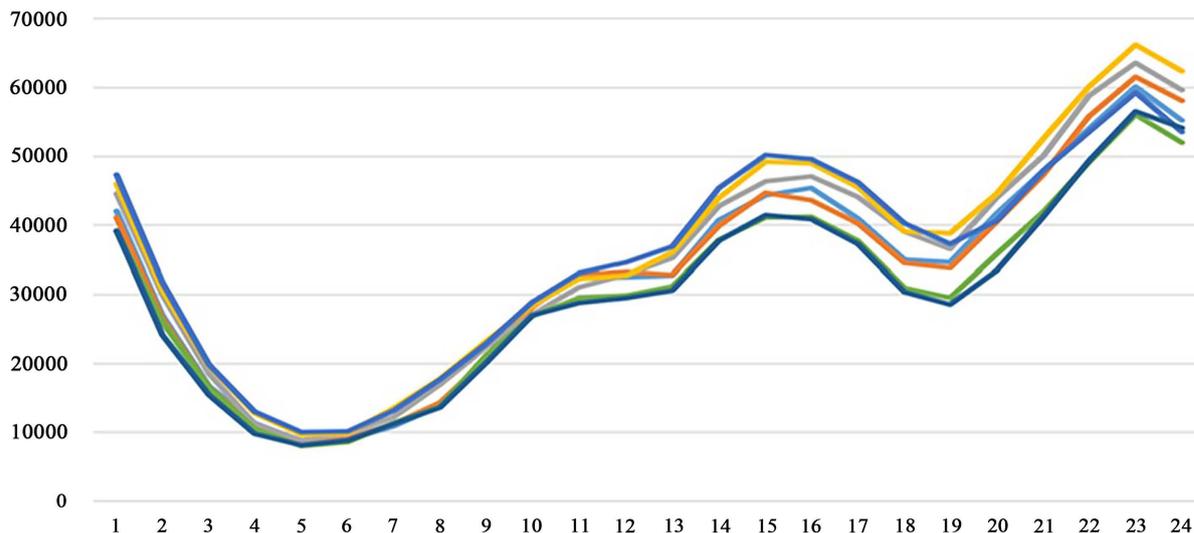


Figure 6. Daily views of Baidu search engine

图 6. 百度搜索引擎日浏览量

7. 结论

随着网络信息时代的快速发展，人们可以通过搜索获取大量数据，通过这些数据，开发商可以选取最优推广渠道，通过关键词抓取玩家的心理，对游戏市场的判断更加准确，实现高效率、低成本地推广游戏；玩家还可以通过搜索引擎的广告推广以及视频的推送最快速地获取游戏信息。本次针对百度指数与《开心消消乐》游戏在 iOS 系统下载次数的相关性分析以及协整检验，发现百度指数与下载次数之间存在较大的正相关关系，并且它们两者之间具有协整关系，在很大程度上可以说明网页搜索对游戏的下载有较大的影响。在对游戏进行推广时，需要注意以下几点：选取合适的推广平台，例如百度搜索、神马搜索等，结合游戏网站发布游戏推文，以及百度贴吧等综合交流平台发送相关讨论话题，在哔哩哔哩等视频平台发布游戏视频；标题要足够吸引，满足用户需求，比如说游戏通关技巧、游戏攻略等内容；选择合适的推广时间，例如网络高峰期。通过本次研究，发现不仅仅是搜索引擎推广对游戏的下载具有很大的影响，游戏短视频的发布对游戏的下载也产生了不小的影响。由于生活节奏加快，利用碎片化的时间接受新信息，也是一个发展趋势，所以简洁明了的信息会更易于接受。

研究的不足：

1) 收集的数据较单一，由于具体数据属于机密信息，获取真实的下载数据较难。且安卓系统手机应用商店繁多，部分类型手机存在游戏反复上架下架的情况，整合数据艰难。本次使用的数据是 iOS 系统中的游戏下载数据，会缺乏一定的准确性。

2) 在进行游戏推广策略分析时，存在比较主观的情况，有的结果更多的是来源于日常生活中的经验和收集到的数据的整合，可能会有遗漏的信息。此次研究的仅仅是基于百度搜索引擎的策略分析，内容较少，数据分析上不够完善。

未来改正：

- 1) 在选择研究数据时, 尽可能地选取官方较为准确的数据, 并且收集完善, 提高数据分析准确度。
- 2) 选取对比数据应当结合多个不同的研究对象进行分析, 提高模型的准确性。时间序列模型对短期经济预测的准确度较高, 所以从计量经济学真正的应用到生产中之后, 就一直在延续和发展中求完善[2]。

基金项目

校级大创项目资助(项目编号: 202212026398)。

参考文献

- [1] Sabuncu, I. (2019) Search Engine Advertising. Peter Lang GmbH Digital Marketing Applications, 53-64.
- [2] Singh, S.A., Shih, B.Y., Chen, C.Y., et al. (2021) Search Engine Optimization: A Review. *Asian Journal of Multidimensional Research*, **10**, 260-264. <https://doi.org/10.5958/2278-4853.2021.01206.4>
- [3] 刘佳霖. 引入互联网搜索量的市场需求预测模型研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京邮电大学, 2013.
- [4] 顾华琴, 樊琴. 关键词广告在不同搜索引擎中的比较研究——以 Google AdWords 和百度推广为例[J]. 现代营销(下旬刊), 2016(12): 200.
- [5] 陈少芳, 孟健. 搜索引擎在网站推广中的应用[J]. 电子商务, 2008(10): 78-80.
- [6] Webber, T., et al. (2009) Put Your Business on the Map with Google Maps. *Journal of Accountancy*, 7-8.
- [7] Balabantaray, R.C. (2017) Evaluation of Web Search Engine Based on Ranking of Results and Its Features. *International Journal of Information and Communication Technology*, **10**, 392-405. <https://doi.org/10.1504/IJICT.2017.084337>
- [8] Kannan, K. and Abilash, S. (2011) Information Searching Pattern of Web Search Engine: A Comparative Study. *Library Progress (International)*, **31**, 35-42.
- [9] 薛薇. 统计分析与 SPSS 的应用[M]. 第五版. 北京: 中国人民大学出版社, 2017: 209-217.
- [10] 白晓东. 应用时间序列[M]. 北京: 清华大学出版社, 2017: 204-215.
- [11] 胡丹丹. 基于非平稳时间序列模型的配对交易研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 华南理工大学, 2011.
- [12] Ventosa-Santaulària, D. (2008) Spurious Regression. *Journal of Probability and Statistics*, **2009**, Article ID: 802975. <https://doi.org/10.1155/2009/802975>
- [13] 方华. 固定资产投资中的问题及对策研究[J]. 江西社会科学, 1995(4): 76-77.

附录

附录 1

Table S1. Baidu index and downloads of Kaixin Xiaoxiaole in 30 days**附表 1.** 开心消消乐 30 天百度指数与下载次数

日期	百度指数	下载次数
2022/4/1	3789	38,837
2022/4/2	3487	39,790
2022/4/3	3425	40,612
2022/4/4	3664	39,542
2022/4/5	3582	40,032
2022/4/6	4326	42,708
2022/4/7	4152	45,768
2022/4/8	4028	40,175
2022/4/9	3716	39,849
2022/4/10	3558	38,388
2022/4/11	3621	36,989
2022/4/12	3699	36,755
2022/4/13	3514	34,721
2022/4/14	3667	36,441
2022/4/15	3677	37,825
2022/4/16	3534	35,115
2022/4/17	3247	32,203
2022/4/18	3198	31,097
2022/4/19	3232	29,287
2022/4/20	3121	27,982
2022/4/21	3288	27,088
2022/4/22	3460	28,019
2022/4/23	3264	28,047
2022/4/24	3205	28,176
2022/4/25	3106	28,253
2022/4/26	3163	27,901
2022/4/27	3210	27,879
2022/4/28	3349	27,682
2022/4/29	3331	27,874
2022/4/30	3376	27,913

附录 2：程序

```
install.packages("fUnitRoots")
library(fUnitRoots)
install.packages("ggplot2")
library(ggplot2)
data1<-read.csv("D:/桌面/百度指数与下载次数.csv",sep=";",header=T);
data2<-data1[,-c(2,4)];data2
yt<-data2[,3];
xt<-data2[,2];
df<-data.frame(x=xt,y=yt);df
cor.test(xt,yt,method="pearson")
ggplot(df,aes(x=xt,y=yt))+
geom_point(shape=20)+
scale_colour_brewer(palette = "Set1")+
geom_smooth(method="lm")
```

可以明显看出百度指数与下载次数之间的相关性，随着百度指数的增加，下载次数呈上升趋势，表明百度指数与下载次数之间呈正相关关系，并且可以说明两者之间存在较大的线性相关关系。

```
#百度指数与下载次数的时序图
```

```
plot(xt,type="l",xlab="Time",ylab="xi",main="百度指数")
plot(yt,type="l",xlab="Time",ylab="yi",main="下载次数")
```

```
df<-data.frame(x=xt,y=yt);df
```

```
xt1<-ts(log(df$x))
```

```
yt1<-ts(log(df$y))
```

```
plot.ts(cbind(xt1,yt1),plot.type="single",xlab="",ylab="",lwd=c(1,1.5),main="百度指数的对数序列与下载次数
的对数序列的时序图")
```

```
adfTest(xt,lag=1,type="nc")
```

```
adfTest(xt,lag=1,type="c") #模型中含有漂移项
```

```
adfTest(xt,lag=1,type="ct") #含有漂移项，含有时间趋势
```

```
adfTest(yt,lag=1,type="nc") #不含漂移项，不含时间趋势
```

```
adfTest(yt,lag=1,type="c")
```

```
adfTest(yt,lag=1,type="ct")
```

```
#p 值都大于 0.05，可以认为百度指数的对数序列和下载次数数的对数序列均为非平稳序列
```

```
dx<-diff(xt1)
```

```
for(i in 1:3)print(adfTest(dx,lag=i,type="c"))
```

```
dy<-diff(yt1)
```

```
for(i in 1:3)print(adfTest(dy,lag=i,type="c"))
```

```
#构造回归模型
```

```
moni<-lm(yt1~xt1);moni
#检验残差序列
for(i in 1:3)print(adfTest(moni$residuals,lag=i,type="nc"))
#修正误差模型
df<-data.frame(x=xt,y=yt);df
xt1<-ts(log(df$x))
yt1<-ts(log(df$y))
yt.fit<-lm(yt1~xt1)
ECM<-yt.fit$residuals[1:29]
xiuz.fit<-lm(diff(yt1)~0+diff(xt1)+ECM);xiuz.fit
summary(xiuz.fit)
```