

doi: 10.11835/j.issn.1000-582X.2023.042

经济周期的有序样本最优分割算法及实证研究

张强劲

(云南民族大学管理学院, 昆明 650500)

摘要: 经济周期的阶段划分属于聚类问题中特殊的类型, 需要对有序的时间序列样本进行分割, 而经济周期的有序阶段划分则是研究经济周期相关问题的基础工作。文中构建以国内生产总值(gross domestic product, GDP)和居民消费价格指数(consumer price index, CPI)为基础数据的经济发展指标向量, 提出针对经济周期阶段划分的有序样本最优分割算法, 并分别选取美国 1948 年第三季度至 2008 年第二季度和日本 1971 年第三季度至 2008 年第二季度的数据为样本, 动态分析算法的精度趋势和最优分割效果, 为经济周期的阶段划分提供一种高效、简洁的算法。

关键词: 有序样本; 最优分割; 算法; 经济周期; 经济发展指标向量

中图分类号: F224.3

文献标志码: A

文章编号: 1000-582X(2024)07-140-09

Optimal segmentation algorithm and empirical research for ordered samples in economic cycles

ZHANG Qiangjin

(School of Management, Yunnan Minzu University, Kunming 650500, P. R. China)

Abstract: Clustering often plays a foundational role in solving practical problems. The partitioning of economic cycles into stages represents a specialized clustering challenge, requiring the segmentation of sequential time series samples. The orderly division of economic cycle stages is fundamental to studying problems related to economic fluctuations. This paper presents an economic development indicator vector based on data from the gross domestic product(GDP)and consumer price index of residents(CPI). It introduces an optimal segmentation algorithm for ordered samples to partition economic cycle stages and analyzes the algorithm's accuracy trend and optimal segmentation effect using sample data from the 3rd quarter of 1948 to the 2nd quarter of 2008 of the United States, and from the 3rd quarter of 1971 to the 2nd quarter of 2008 of Japan. The study offers an efficient and concise algorithm for delineating economic cycle stages.

Keywords: ordered samples; optimal segmentation; algorithm; economic cycles; economic development indicator vector

在经济社会及科学技术的研究中需要对多指标对象进行分类, 把性质相近的对象聚为一类, 针对分类对象的不同特征, 聚类的方法各异。李珍萍等^[1]在研究共同配送选址路径优化算法中, 采用基于遗传算法带容

收稿日期: 2023-10-10 网络出版日期: 2024-01-03

基金项目: 国家自然科学基金项目(71963037); 云南省哲学社会科学创新团队(2023CX05)。

Supported by National Natural Science Foundation of China (71963037), and Yunnan Provincial Philosophy and Social Science Innovation Team (2023CX05).

作者简介: 张强劲(1977—), 男, 副教授, 博士后, 主要从事运筹学、最优化算法研究, (E-mail)3177922623@qq.com。

量限制的 k-means 聚类方法对客户进行划分。Wang 等^[2]在研究物流配送时,提出基于三步客户聚类的方法来解决具有时间窗口的两级定位路线问题。刘丽华^[3]提出增量多模态的文本聚类方法,应用于档案管理中的文本数据管理。赵建军等^[4]采用峰值聚类方法研究社区划分问题。欧阳艳敏等^[5]构建自适应最优分割模型,划分重大突发公共卫生事件风险预警区间。张强劲^[6]采用门槛模型对组织冗余在时间序列上影响企业创新效率的效果进行分段。符璐等^[7]构造 F 统计量对有序样本分类,研究环境空气治理效应。石建辉^[8]提出基于遗传算法的有序样本聚类方法,将其应用于对股价序列的聚类。李红等^[9]采用符号数据模糊聚类法,对金融服务业的发展进行阶段划分。魏浩等^[10]采用一维有序样本最优分割法对国际贸易商品进行分类。张敬等^[11]利用多维样本有序聚类方法辅助时间切片,分析领域主题演化路径。张柳等^[12]采用主题聚类图谱建模,将微博用户主题划分为不同的聚类群体。在一般的系统聚类和动态聚类中,算法不考虑研究对象的顺序,只考虑 2 个样本之间的距离。在一些问题的研究中,观察到的样本是有序的,该顺序对样本属性有重要意义。因此,在此类数据的聚类分析中,不但要考虑样本间的距离属性,同时要考虑样本间的顺序属性,即对有序样本的分类。在研究时间序列上经济走势的周期性时,需要对经济发展阶段进行分段,就属于对时间序列的有序样本分类。

李稻葵指出,市场经济变化多端,唯一不变的就是其变化的周期性^[13]。Caundeo^[14]基于美国 33 个行业数据构建模型,研究了经济周期波动与生产行业和生产部门成本之间的关系。Jannsen 等^[15]研究了经济周期与经济政策周期之间的关联机制。Chionis 等^[16]研究了欧盟国家经济周期的同步性。Beck^[17]研究了推动欧盟国家经济周期同步性的重要因素。Servén 等^[18]研究了全球经济周期的同步性。Mejía-Reyes 等^[19]研究了墨西哥各州经济周期的协同运动。Shrawan 等^[20]研究了印度技术密集型贸易与经济周期的同步性。Begenau 等^[21]研究了经济周期内的企业融资问题。Dangl 等^[22]研究了经济周期内的企业投资问题。周泽将等^[23]研究了经济周期与金融风险防范。Fidrmuc 等^[24]借助荟萃分析技术研究了中国与其他国家经济周期的相关性。姚曦等^[25]研究了经济周期在技术进步影响劳动力市场过程中的作用。Ramey 等^[26]研究了美国经济周期轮换中政府财政支出乘数的变动。付一婷等^[27]研究了我国经济周期与财政政策周期和货币政策周期的时变关联机制。刘金全等^[28]运用时变参数向量自回归模型,测度我国经济周期和财政政策周期之间的时变交互影响。陈诗一等^[29]定量研究我国财政支出乘数与经济周期的关系。Halling 等^[30]研究了经济周期对最优财务杠杆的影响效应。连玉君等^[31]研究了我国 A 股上市公司资本结构的同群效应与经济周期的关系。

在所有经济周期的相关理论和实践中,经济周期的判断与识别是必不可少的研究内容,对时间序列上经济发展的有序样本进行分段则是非常基础和关键的工作。笔者选取经济发展中的核心指标:国内生产总值(gross domestic product, GDP)和居民消费价格指数(consumer price index, CPI),作为衡量经济增长和通货膨胀的基础指标,构建经济发展指标向量,提出对经济周期发展阶段进行划分的有序样本最优分割算法。并以美国和日本在较长期间的经济发展时间序列样本进行实证研究,为经济周期的划分提供一种方便、有效的算法。

1 经济周期的有序样本最优分割递推算法

经济周期在不同的时间段,表现出明显的团聚特征,因此,进行经济周期划分须考虑样本的时间顺序。一般的聚类分析方法将各个样本平等看待,任意 2 个不同时空样本都可能分到一类。但实际经济数据随年段时间不同而出现不同的变化规律,需要对样本在不打乱数据序列顺序的前提下进行分类研究,即需要按时间先后顺序把全部样本分成若干段,因此,笔者引入有序样本最优分割算法。

设有序样本为 $(X_1, X_2, \dots, X_n)^T$, 其中每个样本均为 m 维向量,即 m 个属性因子(指标)。原始数据资料矩阵为

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

第 1 步,指标正规化。

为消除不同指标量纲不同造成的数值级别差异,对样本数据作正规化处理,将矩阵 \mathbf{X} 中的元素 x_{ij} 变换为 $z_{ij} \in [0,1]$,有

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_{1 \leq i \leq n} \{x_{ij}\}}{\max_{1 \leq i \leq n} \{x_{ij}\} - \min_{1 \leq i \leq n} \{x_{ij}\}}, \quad (i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m), \quad (2)$$

式中, $\max_{1 \leq i \leq n} \{x_{ij}\}$ 和 $\min_{1 \leq i \leq n} \{x_{ij}\}$ 分别为 n 个有序样本中 j 属性因子的最大值和最小值。得到正规化矩阵

$$\mathbf{Z} = (z_1, z_2, \dots, z_n)^T. \quad (3)$$

式中, $z_i = (z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{im})$, $i = 1, 2, \dots, n$ 。若有序样本的指标数值均是相同量纲的测度,则可略去第1步,直接执行第2步。

第2步,计算有序类的直径。

若把 n 个有序样本分成 k 类,可能的分类法有 C_{n-1}^{k-1} 种,设某种分类法 $p(k,n)$ 为 $\{z_{i_1}, z_{i_1+1}, \dots, z_{i_2-1}\}, \{z_{i_2}, z_{i_2+1}, \dots, z_{i_3-1}\}, \dots, \{z_{i_k}, z_{i_k+1}, \dots, z_n\}$, 其中 $1 = i_1 < i_2 < \dots < i_k \leq n$ 。选取 $j \geq i$, 用类 $\{z_i, z_{i+1}, \dots, z_j\}$ 的 h 指标 $\{z_{ih}, z_{i+1,h}, \dots, z_{jh}\}$ 的离差平方和测度该类 h 指标的直径

$$D_h(i,j) = \sum_{a=i}^j (z_{ah} - \bar{z}_{ij})^2, \quad (4)$$

式中, $\bar{z}_{ij} = \frac{\sum_{a=i}^j z_{ah}}{j-i+1}$, $h = 1, 2, \dots, m$ 。

加总 m 个指标的直径,计算类 $\{z_i, z_{i+1}, \dots, z_j\}$ 直径为

$$D(i,j) = \sum_{h=1}^m D_h(i,j). \quad (5)$$

$D(i,j)$ 数值越小,则类中样本越集中。

第3步,计算有序分类的误差函数。

定义有序分类 $p(k,n)$ 的误差函数为全部有序类直径总和:

$$e[p(k,n)] = \sum_{j=1}^k D(i_j, i_{j+1} - 1). \quad (6)$$

当 n 和 k 固定时, $e[p(k,n)]$ 越小,表示类内的离差平方和越小,分类越合理。假定使误差函数达到最小的分法是 $p_0(k,n)$, 此时误差函数值为 $e[p_0(k,n)]$ 。

第4步,通过递推公式计算 $e[p_0(k,n)]$ 。

当 $k=2$ 时,要找出一个分界线使全部样本分成2类,而 $p_0(2,n)$ 是所有可能的分界线中使误差函数达到最小的分法。有

$$e[p_0(2,n)] = \min_{2 \leq j \leq n} \{D(1, j-1) + D(j, n)\}, \quad (7)$$

进而,通过以下计算,递推 n 个有序样本分成 k 类的最优分法:

$$e[p_0(k,n)] = \min_{k \leq j \leq n} \{e[p_0(k-1, j-1)] + D(j, n)\}. \quad (8)$$

其中,将 n 个有序样本分成 k 类的最优分法,看成 $j-1$ 个样本分成 $k-1$ 类的最优分法再与最后 $(n-j+1)$ 个样本形成的第 k 类合并而成。 j 由 k 一直增加到 n , 从中可选择一个最优的 j , 从而形成 n 个样本的最优分法。

第5步,聚类。

由上可知,采用最优分割算法首先要计算 $D(i,j)$, 然后分别计算 $e[p_0(2,q)], e[p_0(3,q)], \dots, e[p_0(k,q)]$, ($q = k, k+1, \dots, n$), 再进行分类。设 j_k 为最后一个类的第一个样本号, 则:

$$e[p_0(k,n)] = e[p_0(k-1, j_k-1)] + D(j_k, n), \quad (9)$$

$$e[p_0(k-1, j_k-1)] = e[p_0(k-2, j_{k-1}-1)] + D(j_{k-1}, j_k-1). \quad (10)$$

依次类推,分别找出 $j_{k-1}, j_{k-2}, \dots, j_2, j_1 = 1$ 。从而得到有序样本最优分类:

$$\begin{cases} G_1 = \{j_1, j_1 + 1, \dots, j_2 - 1\}, \\ G_2 = \{j_2, j_2 + 1, \dots, j_3 - 1\}, \\ \dots\dots \\ G_k = \{j_k, j_k + 1, \dots, n\}. \end{cases} \quad (11)$$

第 6 步,应用有序样本最优分割算法划分经济周期阶段。

美国国民经济研究所(NBER)对经济周期提出 2 种类型的定义,分别是“古典型经济周期”与“增长型周期”。增长型周期的波动现象比古典型周期常见得多,而且增长型周期与通货膨胀的关系更为密切,如果增长速度超过了长期的增长率,则通货膨胀会上升,而增长速度低于长期的增长率,则通货膨胀会下降。现在 NBER 正式的做法是只确认经济周期的高点和低点,也就是经济周期的波峰和波谷,而将 GDP 连续 2 个季度的负增长作为经济进入衰退的重要标志。因此,在经济周期的识别中,反映经济产出的指标 GDP 和反映通货膨胀的指标 CPI 的增速,以及它们的差分,可作为经济周期阶段划分的属性指标^[32]。构建经济发展指标向量

$$z_i = (GDP_i, CPI_i, dGDP_i, dCPI_i, d^2GDP_i, d^2CPI_i), \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (12)$$

其中, GDP_i 和 CPI_i 为第 i 季度 GDP 和 CPI 的增速, $dGDP_i$ 和 $dCPI_i$ 为第 i 季度 GDP 和 CPI 增速与上一季度增速的差分, d^2GDP_i 和 d^2CPI_i 为第 i 季度 GDP 和 CPI 增速与上 2 个季度增速的差分, n 为有序样本容量。由于经济发展指标向量 z_i 中有序样本的指标数值均是百分比的同量纲测度,于是将有序样本最优分割算法,直接应用于经济发展指标向量的时间序列数据构成的矩阵 $Z = (z_1, z_2, \dots, z_i, \dots, z_n)^T$, 即可对一国或地区在某一时间段上的经济周期进行分段。

2 经济周期有序样本最优分割算法的美国、日本实证算例

分别以美国和日本的时间序列数据为样本,进行经济周期的阶段划分。鉴于不同国家经济发展的区域特征和数据的获取,选取美国 1948 年第三季度至 2008 年第二季度共计 60 年的 240 个季度、日本 1971 年第三季度至 2008 年第二季度共计 37 年的 148 个季度的 GDP 和 CPI 样本数据。

2.1 样本数据分析

选取反映一国经济增长与通胀走势的经济发展指标六维向量 z_i 的各分量季度数据,在时间年度后标出的 A、B、C、D 分别表示该年的第一、第二、第三、第四季度。美国 1948C~2008B、日本 1971C~2008B 经济发展指标向量各分量的有序样本走势如图 1 和图 2 所示。

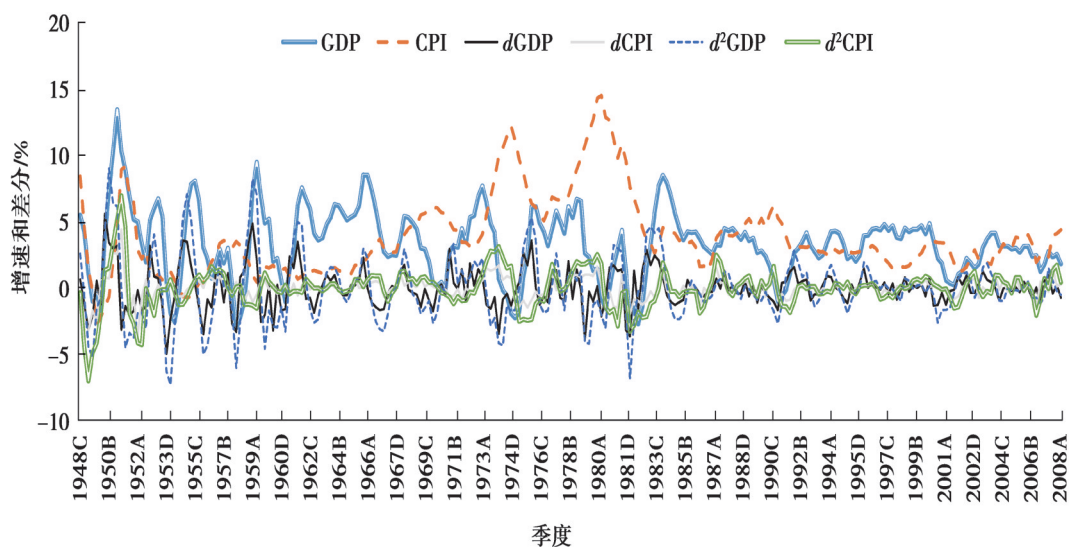


图 1 美国经济发展指标向量走势(1948C~2008B)

Fig. 1 The trend of the vector of economic development indicators in America (1948C~2008B)

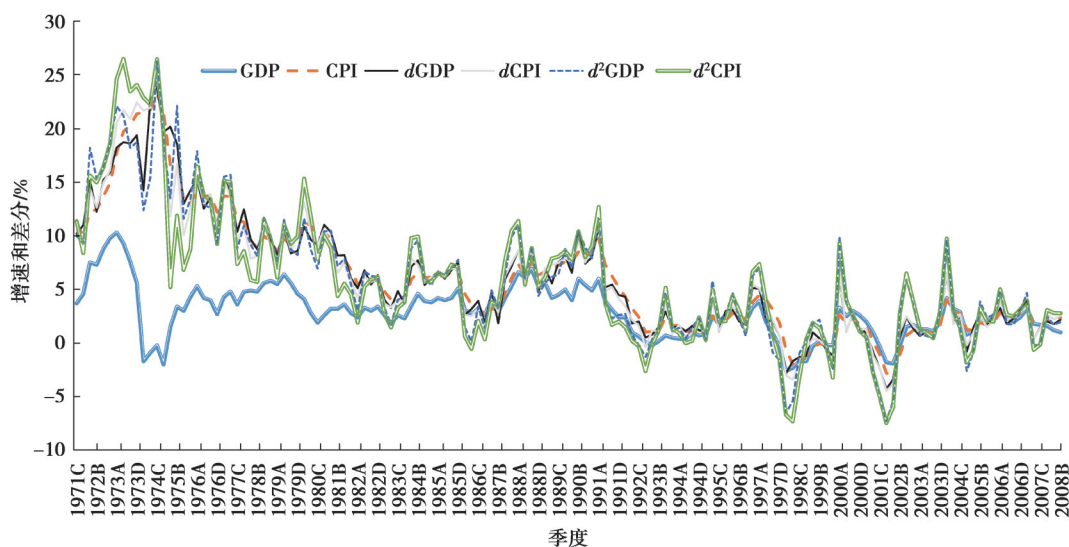


图2 日本经济发展指标向量走势(1971C~2008B)

Fig. 2 The trend of the vector of economic development indicators in Japan (1971C~2008B)

从美国 1948C~2008B 的 240 个季度、日本 1971C~2008B 的 148 个季度时间序列的经济增长与通胀走势图看,展现出 2 个明显的特征:①GDP 和 CPI 的增长以及 GDP 和 CPI 较上一季度、上 2 个季度的增速变化 6 个指标数据具有明显的簇团现象。②6 个指标走势具有周期特性。美国经济增长走势,大致出现了 20~30 个波峰;日本经济增长走势,大致出现了 10~15 个波峰。比较日本和美国可直观地看出:日本经济增长和通货膨胀的差分值波动较激烈,其调整频次相对较高。

2.2 美国、日本经济周期的有序样本最优分割精度趋势分析

基于美国 1948C~2008B、日本 1971C~2008B 的季度经济增长和通货膨胀走势数据,采用经济周期的有序样本最优分割递推算法,对两国分别进行经济周期分段。为观察算法执行中判断经济周期的精确性,分别计算:①将 n 个有序样本数据分成 k 类 ($2 \leq k < n$) 的最优误差函数值 e ;② $k+1$ 类与 k 类的最优误差函数值差分 d_e ;③单位类最优误差函数值 e/k ;④单位类最优误差函数值差分 d_e/k 。美国 1948C~2008B 的 240 个季度 ($k = 2, 3, \dots, 80$) 和日本 1971C~2008B 的 148 个季度 ($k = 2, 3, \dots, 60$) 的有序样本最优分割精度趋势如图 3 所示。

从图 3(a) 看出,随着分类数不断增加,美国的最优误差函数值及单位类最优误差函数值急速下降,分别从分 2 类的 6 029 和 3 014.5 下降至分 80 类的 530 和 6.6,表明在美国的有序样本分割中,分类越密,有序类直径总和越小,也就是类中聚集度越高;最优误差函数值差分和单位类最优误差函数值差分均为负值,在前几个分类中,差分值有一定的震荡性,随着分类增加,细分展现明显的趋势一致性,二者的差分值从 -869.6 和 -289.9 收缩至 -9.7 和 -0.12。

从图 3(b) 看出,随着分类数不断增加,日本的最优误差函数值及单位类最优误差函数值急速下降,分别从分 2 类的 3 656.8 和 1 828.4,下降至分 60 类的 196.2 和 3.27,下降的速度快于美国,表现出更明显的分类越密,有序类直径总和越小,类中聚集度越高的特征;日本的最优误差函数值差分和单位类最优误差函数值差分均为负值,在前几个分类中,差分值出现的震荡性较美国缓和,随着分类增加,细分展现明显的趋势一致性,二者的差分值从 -465.1 和 -155.0 收缩至 -5.22 和 -0.087,收缩速度较美国快。

美国、日本经济周期的有序样本最优分割结果趋势图表明该算法从客观数据出发,可以较精确地把握经济周期分段,从中寻找经济周期轮换的可能时点。

2.3 美国、日本经济周期的有序样本最优分割时段分析

1948C~2008B 的 240 个季度间,美国经济增长和通货膨胀走势大致出现了 20~30 个波峰,将此期间的 240 个有序样本最优分割成 40~60 个期间段,对于分析美国经济周期具有一定的合理性。将这 240 个季度,依次

记 1948C、1948D、1949A、...、2008B 为 1、2、3、...、240,采用有序样本最优分割算法将 240 个季度分成 40~60 个类的经济期间段,如图 4 所示。

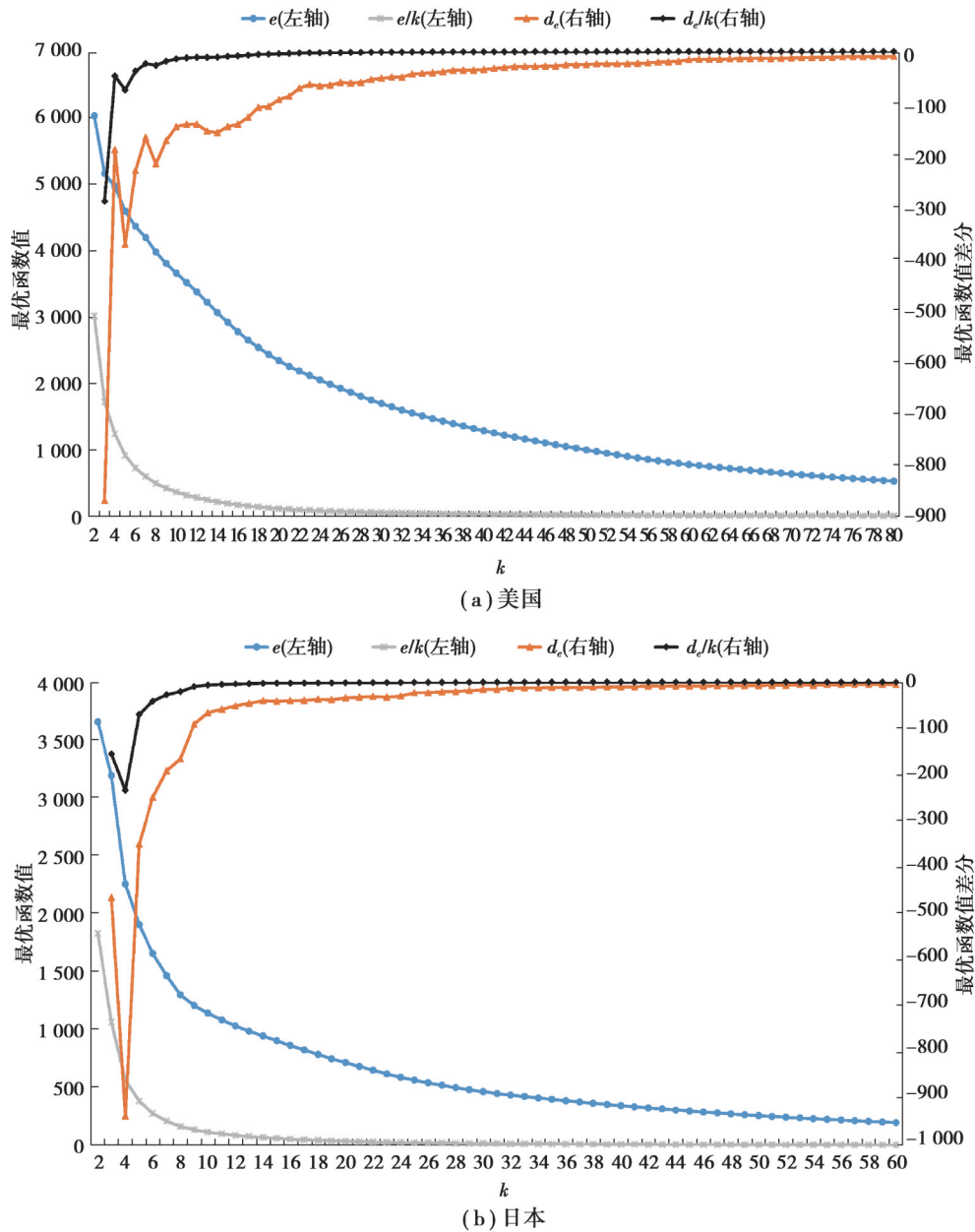


图 3 美国、日本经济周期的有序样本最优分割精度趋势图

Fig. 3 Optimal segmentation accuracy trend for ordered samples of economic cycles in America and Japan

从美国 60 年间经济周期最优分割结果图可看出,第 55 个季度对应的 1961 年 4 季度之前,分割时段较密,大约 2~4 个季度为一段;之后至第 72 个季度对应的 1966 年 2 季度前后,出现 1 年半左右小幅震荡的经济平稳期;大约至第 144 个季度对应的 1984 年 2 季度约 18 年的时间中,大致 1~2 年分为一段;之后至第 168 个季度对应的 1990 年 2 季度附近,经历 6 年左右的经济平稳期;之后 18 年左右的的时间中,以大时段的相对平稳为主要特征,在大时段中蕴含着幅度不大的几个 1 年左右的经济涨(落)期。

1971~2008 年 148 个季度日本经济增长和通货膨胀走势大致出现了 10~15 个波峰,采用有序样本最优分割算法将 148 个季度分割成 20~30 个类的经济期间段,如图 5 所示。

从日本 37 年间经济周期最优分割结果图可看出,第 18 个季度对应的 1975 年 4 季度之前,分割时段较密,除 1972 年一年左右的一个增长时段外,大致 1~2 个季度为一段;之后至第 42 个季度对应的 1981 年 4 季度前

后,大致1~2年为一段;到第64个季度对应的1987年2季度前后,出现5年左右小幅震荡的经济平稳期;大约至第103个季度对应的1997年1季度10年左右的时间中,大致2~3年分为一段;之后至第126个季度对应的2002年4季度附近,大致1年左右为一段;之后6年左右的时间中,以大时段的相对平稳为主要特征。

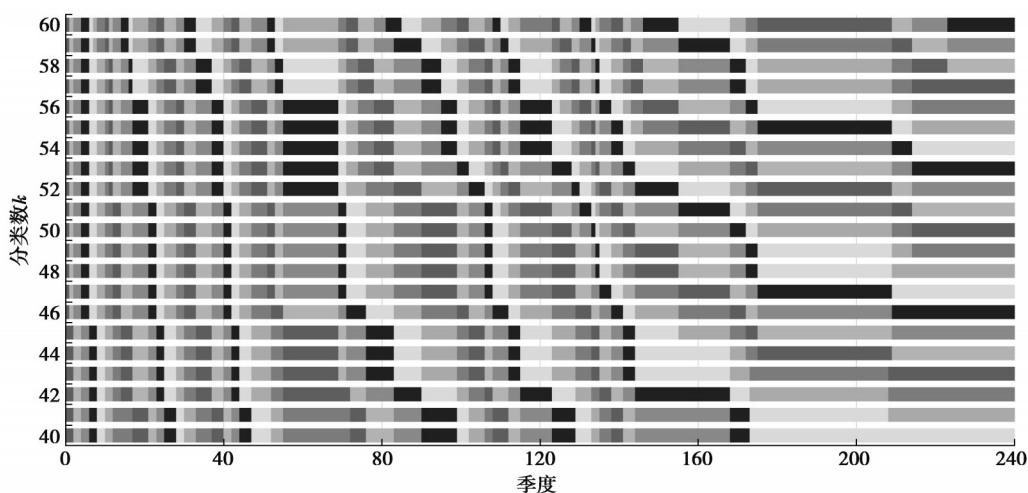


图4 美国经济周期的有序样本最优分割结果(40~60类)

Fig. 4 Optimal segmentation results of ordered samples in America economic cycles (40~60 categories)

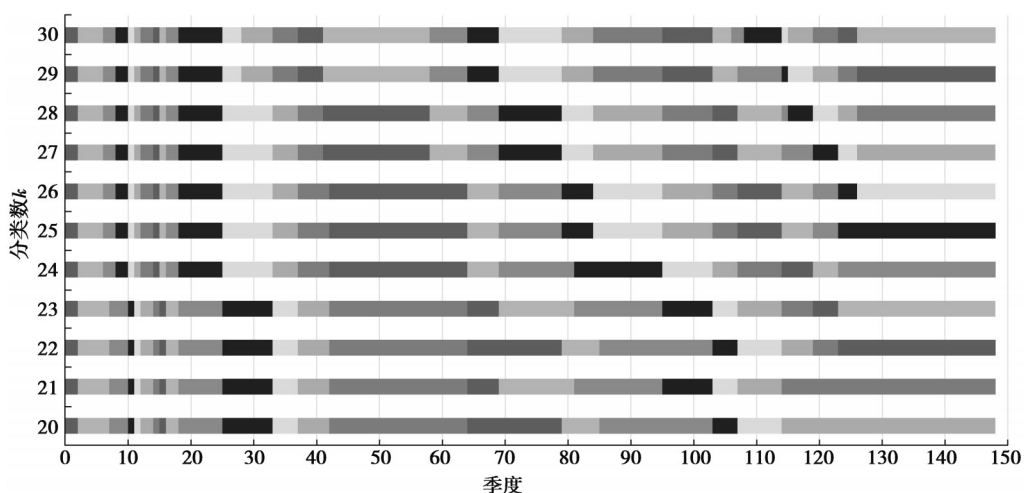


图5 日本经济周期的有序样本最优分割结果(20~30类)

Fig. 5 Optimal segmentation results of ordered samples in Japan economic cycles (20 to 30 categories)

从美国与日本的经济周期分段结果的比较看出,两国的经济发展阶段划分存在一致性,比如上世纪80年代双方都是大致1~2年分为一段;也有一定的发展阶段滞后期,比如在上世纪70年代前后经济发展的调整中,日本所表现的经济相对较密阶段与美国存在一定的滞后期。总体上,美、日两国经济发展的阶段性时期以一致性为主要特征。

3 结束语

针对经济周期阶段划分的有序性,构建以GDP和CPI为基础数据的六维经济发展指标向量,提出有序样本最优分割递推算法,对美国20世纪中叶和日本20世纪70年代以来长期季度样本数据进行分段。对美、日两国的有序样本最优分割精度趋势分析表明:分类越密,类中聚集度越高;分类数增加,细分的趋势一致性越明显。从美、日两国有序样本最优分割时段分析看,两国的经济发展阶段以时期一致性为主要特征,只有极少数的阶段存在一定的时期滞后性。该算法从客观数据出发,可以较精确地把握经济周期分段,从中寻找经济周期轮换的可能时点。根据经济周期理论,可基于中国经济增长、通货膨胀和变化数据,采用有序样本

最优分割技术对中国经济周期进行划分,进一步研究在经济周期的不同阶段,投资资本市场的资产配置问题,对市场的监管者和投资者均具有参考价值。

参考文献

- [1] 李珍萍, 赵雨薇, 张煜炜. 共同配送选址-路径优化模型与算法[J]. 重庆大学学报, 2020, 43(1): 28-43.
Li Z P, Zhao Y W, Zhang Y W. Optimization model and algorithm of location-routing for joint distribution[J]. Journal of Chongqing University, 2020, 43(1): 28-43.(in Chinese)
- [2] Wang Y, Assogba K, Liu Y, et al. Two-echelon location-routing optimization with time windows based on customer clustering [J]. Expert Systems with Applications, 2018, 104: 244-260.
- [3] 刘丽华. 档案管理中文本数据的增量多模态聚类方法[J]. 重庆大学学报, 2022, 45(5): 147-156.
Liu L H. Incremental multi-modal clustering methods for text data in archives administration[J]. Journal of Chongqing University, 2022, 45(5): 147-156.(in Chinese)
- [4] 赵建军, 汪清, 由磊, 等. 基于信息传递和峰值聚类的自适应社区发现算法[J]. 重庆大学学报, 2018, 41(11): 76-83.
Zhao J J, Wang Q, You L, et al. An adaptive community detection method based on information transfer and density peaks[J]. Journal of Chongqing University, 2018, 41(11): 76-83.(in Chinese)
- [5] 欧阳艳敏, 王长峰, 刘柳, 等. 基于改进自适应最优分割法的风险预警区间模型研究: 针对重大突发公共卫生事件[J]. 中国管理科学, 2022, 30(11): 196-206.
Ouyang Y M, Wang C F, Liu L, et al. Study on the risk early warning interval model based on improved adaptive optimal partition method – large-scale public health emergency[J]. Chinese Journal of Management Science, 2022, 30(11): 196-206.(in Chinese)
- [6] 张强劲. 组织冗余对企业创新效率的门槛效应研究——来自高端制造企业的证据[J]. 云南民族大学学报(哲学社会科学版), 2022, 39(6): 153-157.
Zhang Q J. Threshold effects of organizational slack on the innovation-related efficiency of enterprises—evidence from high-end manufacturing enterprises[J]. Journal of Yunnan Minzu University (Philosophy and Social Sciences Edition), 2022, 39(6): 153-157.(in Chinese)
- [7] 符璐, 吕王勇, 甘茂林. 成都市环境空气治理效应评价——基于有序样本聚类与分类检验模型[J]. 统计与信息论坛, 2015, 30(12): 79-83.
Fu L, Lv W Y, Gan M L. Evaluation of Chengdu environment air management effect: based on the clustering and classification analysis on ordinal samples [J]. Statistics & Information Forum, 2015, 30(12): 79-83. (in Chinese)
- [8] 石建辉. 基于遗传算法的有序样本聚类及其应用[J]. 统计与决策, 2010(23): 19-21.
Shi J H. Ordered sample clustering based on genetic algorithm and its application[J]. Statistics & Decision, 2010(23): 19-21.(in Chinese)
- [9] 李红, 孙秋碧. 我国金融服务产业集聚演化研究[J]. 统计与决策, 2013(13): 123-126.
Li H, Sun Q B. Research on the agglomeration evolution of China's financial services industry[J]. Statistics & Decision, 2013 (13): 123-126.(in Chinese)
- [10] 魏浩, 李晓庆. 中国进口贸易的技术结构及其影响因素研究[J]. 世界经济, 2015, 38(8): 56-79.
Wei H, Li X Q. Study on the technical structure of China's import trade and its influencing factors[J]. The Journal of World Economy, 2015, 38(8): 56-79.(in Chinese)
- [11] 张敬, 朱相丽. 基于多源数据的领域主题演化路径分析[J]. 图书情报工作, 2023, 67(14): 94-108.
Zhang J, Zhu X L. Analysis of domain topic evolution path based on multi-source data[J]. Library and Information Service, 2023, 67(14): 94-108.(in Chinese)
- [12] 张柳, 王晰巍, 黄博, 等. 基于LDA模型的新冠肺炎疫情微博用户主题聚类图谱及主题传播路径研究[J]. 情报学报, 2021, 40(3): 234-244.
Zhang L, Wang X W, Huang B, et al. Research on the topic clustering graph and the transmission path of micro-blogging users amid COVID-19 based on the LDA model[J]. Journal of the China Society for Scientific and Technical Information, 2021, 40 (3): 234-244.(in Chinese)
- [13] 拉斯·特维德. 逃不开的经济周期: 历史、理论与投资现实[M]. 董裕平译. 北京: 中信出版社, 2012.
Tvede L. Business cycles: history, theory and investment reality [M]. Dong Y P, trans. Beijing: China CITIC Press, 2012.

(in Chinese)

- [14] Caunedo J. Aggregate fluctuations and the industry structure of the US economy[J]. *European Economic Review*, 2020, 129: 1-22.
- [15] Jannsen N, Potjagailo G, Woltersa M H. Monetary policy during financial crises: is the transmission mechanism impaired [J]. *Journal of Central Banking*, 2019, 15(4): 81-126.
- [16] Chionis D, Mitropoulos F, Sarantidis A. Business cycles and macroeconomic asymmetries: new evidence from Eurozone and European countries [J]. *International Journal of Finance and Economics*, 2021, 26(4): 5977-5996.
- [17] Beck K. What drives business cycle synchronization? BMA results from the European Union[J]. *Baltic Journal of Economics*, 2019, 19(2): 248-275.
- [18] Servén L, Abate G D. Adding space to the international business cycle[J]. *Journal of Macroeconomics*, 2020, 65(9): 1-23.
- [19] Mejía-Reyes P, Díaz-Carreño M Á, Aroca P. Mexican states' business cycles co-movement over the period 2000-2014: a panel data model estimation[J]. *Growth and Change*, 2019, 50(4): 1532-1567.
- [20] Shrawan A, Dubey A. Technology intensive trade and business cycle synchronisation: evidence from a panel threshold regression model for India[J]. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 2021, 30(6): 906-929.
- [21] Begenau J, Salomao J. Firm financing over the business cycle [J]. *The Review of Financial Studies*, 2019, 32(4): 1235-1274.
- [22] Dangl T, Wu Y C. Corporate investment over the business cycle [J]. *Review of Finance*, 2016, 20(1): 337-371.
- [23] 周泽将, 汪帅, 王彪华. 经济周期与金融风险防范——基于股价崩盘视角的分析[J]. *财经研究*, 2021, 47(6): 108-123.
Zhou Z J, Wang S, Wang B H. Economic cycle and financial risk prevention: an analysis from the perspective of stock price crash risk [J]. *Journal of Finance and Economics*, 2021, 47(6): 108-123. (in Chinese)
- [24] Fidrmuc J, Korhonen I. Meta-analysis of Chinese business cycle correlation[J]. *Pacific Economic Review*, 2018, 23(3): 385-410.
- [25] 姚曦, 续继. 技术进步、经济周期与制造业岗位丢失[J]. *世界经济*, 2022, 45(5): 81-112.
Yao X, Xu J. Technological progress, economic cycle and manufacturing job loss[J]. *The Journal of World Economy*, 2022, 45(5): 81-112. (in Chinese)
- [26] Ramey V A, Zubairy S. Government spending multipliers in good times and in bad: evidence from US historical data [J]. *Journal of Political Economy*, 2018, 126(2): 850-901.
- [27] 付一婷, 陈志宏, 孙玉祥. 经济周期、财政政策周期和货币政策周期的时变关联机制研究[J]. *金融发展研究*, 2023(2): 3-15.
Fu Y T, Chen Z H, Sun Y X. A study on the time-varying correlation mechanism of economic cycle, fiscal policy cycle and monetary policy cycle[J]. *Journal of Financial Development Research*, 2023(2): 3-15. (in Chinese)
- [28] 刘金全, 陈润东. 经济周期和财政政策周期交互视角下的乘数效应研究: 基于全国层面和省级层面的分析[J]. *财经研究*, 2022, 48(3): 109-123.
Liu J Q, Chen R D. Research on the multiplier effect from the perspective of interaction between business cycle and fiscal cycle: based on the analysis at the national and provincial levels[J]. *Journal of Finance and Economics*, 2022, 48(3): 109-123. (in Chinese)
- [29] 陈诗一, 陈登科. 经济周期视角下的中国财政支出乘数研究[J]. *中国社会科学*, 2019(8): 111-129, 206.
Chen S Y, Chen D K. A study of China's fiscal expenditure multiplier in the light of economic cycles[J]. *Social Sciences in China*, 2019(8): 111-129, 206. (in Chinese)
- [30] Halling M, Yu J, Zechner J. Leverage dynamics over the business cycle[J]. *Journal of Financial Economics*, 2016, 122(1): 21-41.
- [31] 连玉君, 彭镇, 蔡菁, 等. 经济周期下资本结构同群效应研究[J]. *会计研究*, 2020, 11: 85-97.
Lian Y J, Peng Z, Cai J, et al. Peer effect of capital structure in business cycle [J]. *Accounting Research*, 2020, 11: 85-97. (in Chinese)
- [32] 张强劲, 陈忠华. 基于GRNN算法的潜在产出与产出缺口估算模型[J]. *重庆大学学报*, 2016, 39(6): 148-154.
Zhang Q J, Chen Z H. Potential output and output gap model based on GRNN algorithm[J]. *Journal of Chongqing University*, 2016, 39(6): 148-154. (in Chinese)

(编辑 吕建斌)