



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108009859 A

(43)申请公布日 2018.05.08

(21)申请号 201711387258.1

(22)申请日 2017.12.20

(71)申请人 黑龙江省农业信息中心

地址 150036 黑龙江省哈尔滨市香坊区珠江路21号

(72)发明人 张树滨 李刚 韩春晖 唐庆春 杜宇 赵立欣

(74)专利代理机构 北京酷爱智慧知识产权代理有限公司 11514

代理人 安娜

(51)Int.Cl.

G06Q 30/02(2012.01)

G06Q 50/02(2012.01)

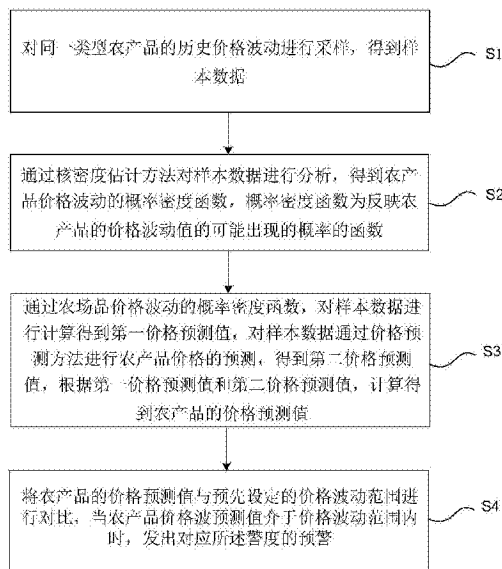
权利要求书4页 说明书11页 附图1页

(54)发明名称

农产品价格波动预警方法及设备

(57)摘要

本发明提供的农产品价格波动预警方法及设备,方法为:对同一类型农产品的历史价格波动进行采样,得到样本数据;通过核密度估计方法对样本数据进行分析,得到农产品价格波动的概率密度函数;通过农场品价格波动的概率密度函数,得到第一价格预测值,通过价格预测方法得到第二价格预测值,根据第一价格预测值和第二价格预测值,计算得到农产品的价格预测值;将农产品的价格预测值与预先设定的价格波动范围进行对比,当农产品价格波预测值介于价格波动范围内时,发出对应警度的预警。本发明根据农产品的历史价格样本数据,进行双重分析预测农场品价格预测值,可对农产品的价格波动进行准确预警,提高农产品价格波动分析的客观性。



1. 农产品价格波动预警方法,其特征在于,包括:

步骤S1,对同一类型农产品的历史价格波动进行采样,得到样本数据;

步骤S2,通过核密度估计方法对所述样本数据进行分析,得到农产品价格波动的概率密度函数,所述概率密度函数为反映所述农产品的价格波动值的可能出现的概率的函数;

步骤S3,通过所述农产品价格波动的概率密度函数,对所述样本数据进行计算得到第一价格预测值,对所述样本数据通过价格预测方法进行农产品价格的预测,得到第二价格预测值,根据所述第一价格预测值和所述第二价格预测值,计算得到农产品的价格预测值;

步骤S4,将所述农产品的价格预测值与预先设定的价格波动范围进行对比,当所述农产品价格波预测值介于所述价格波动范围内时,发出对应所述警度的预警。

2. 根据权利要求1所述的农产品价格波动预警方法,其特征在于,

所述步骤S2中,所述通过核密度估计方法对所述样本数据进行分析,得到农产品价格波动的概率密度函数,具体包括:

将高斯核函数作为所述核密度估计方法的核函数,对所述样本数据进行分析,得到概率密度函数;

对所述概率密度函数的窗宽进行选择,确定最优窗宽;所述最优窗宽为使利用所述概率密度函数相对于样本数据的偏差最小的窗宽;所述窗宽为所述概率密度函数的参数。

3. 根据权利要求1所述的农产品价格波动预警方法,其特征在于,

所述步骤S3,具体包括:

根据所述农产品价格波动的概率密度函数,对所述样本数据进行计算得到第一价格预测值;

从所述样本数据中选取M个价格预测样本,M至少为百数量级;

通过VMD变分模态分解将所述M个价格预测样本分解为k个具有不同振动频率特征的价格VM变分模态分量,其中,k为大于1的整数;

输入所述k个价格VM分量至经过萤火虫算法优化的SVM预测模型中进行预测,以预测到与所述k个价格VM分量对应的k个VM分量预测值;

将所述k个VM分量预测值线性叠加,得到第二价格预测值;

将所述第一价格预测值与所述第二价格预测值进行平均值计算,得到农产品的价格预测值。

4. 根据权利要求3所述的农产品价格波动预警方法,其特征在于,

所述通过VMD变分模态分解将所述M个价格预测样本分解为k个具有不同振动频率特征的价格VM变分模态分量,包括:

步骤S31,初始化 $\{\hat{u}_k^1\}$ , $\{\omega_k^1\}$ , $\{\hat{\lambda}^1\}$ 和n,其中, $\{\hat{u}_k^1\}$ 为 $\{u_k^1\}$ 所对应的傅里叶转换, $\{\hat{\lambda}^1\}$ 所对应的傅里叶转换, $\{\omega_k^1\}$ 为初始化后中心频率, $u_k$ 表示模态函数, $\lambda$ 为拉格朗日乘法算子,n代表迭代次数;

步骤S32,根据如下公式更新模态函数 $u_k$ :

$$\hat{u}_k^{n+1}(\omega) = \frac{\hat{f}(\omega) - \sum_{i \neq k} \hat{u}_i(\omega) + \frac{\hat{\lambda}(\omega)}{2}}{1 + 2\alpha(\omega - \omega_k)^2}$$

以及根据如下公式更新中心频率  $\omega_k$ :

$$\omega_k^{n+1} = \frac{\int_0^{\infty} \omega |\hat{y}_k^{n+1}(\omega)|^2 d\omega}{\int_0^{\infty} |\hat{y}_k^{n+1}(\omega)|^2 d\omega}$$

其中,  $\hat{u}_k^{n+1}(\omega)$  为当前剩余量  $\hat{f}(\omega) - \sum_{i \neq k} \hat{u}_i(\omega)$  的维纳滤波,  $\omega_k^{n+1}$  为当前模态函数功率谱的重心,  $\hat{f}(\omega)$ ,  $\hat{u}_i(\omega)$ ,  $\hat{\lambda}(\omega)$ ,  $\hat{u}_k^{n+1}(\omega)$  对应为  $f(t)$ ,  $u_i(t)$ ,  $\lambda(t)$ ,  $u_k^{n+1}(t)$  的傅里叶变换,  $f(t)$  为所述价格预测样本,  $u_i(t)$ , 为第  $i$  个模态函数,  $\lambda(t)$  表示拉格朗日乘法算子,  $u_k^{n+1}(t)$  为  $u_k$  经过  $n+1$  次迭代后的值,  $1 \leq i \leq k$ ;

步骤S33, 根据如下公式更新  $\lambda$ :

$$\hat{\lambda}^{n+1}(\omega) \leftarrow \hat{\lambda}^n(\omega) + \tau \left[ \hat{f}(\omega) - \sum_1^k \hat{u}_k^{n+1}(\omega) \right]$$

其中,  $\hat{\lambda}^n(\omega)$  为  $\lambda(\omega)$  经过  $n$  次迭代后的傅里叶转换,  $\tau$  为更新系数;

步骤S34, 若  $\sum_1^k \left\| \hat{u}_k^{n+1} - \hat{u}_k^n \right\|_2^2 / \left\| \hat{u}_k^{n+1} \right\| < \epsilon$ , 则停止迭代, 并将  $u_k$  的输出作为  $k$  个价格VM分量, 否则返回步骤S32。

5. 根据权利要求1所述的农产品价格波动预警方法, 其特征在于,

所述警度的预警根据所述价格波动范围划分为四个预警等级, 分别为第一等级预警, 第二等级预警, 第三等级预警和第四等级预警, 所述四个预警等级的等级由第一等级预警至第四等级预警依次升高。

6. 一种计算机设备, 包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序, 其特征在于, 所述处理器执行所述程序时实现以下步骤:

步骤S1, 对同一类型农产品的历史价格波动进行采样, 得到样本数据;

步骤S2, 通过核密度估计方法对所述样本数据进行分析, 得到农产品价格波动的概率密度函数, 所述概率密度函数为反映所述农产品的价格波动值的可能出现的概率的函数;

步骤S3, 通过所述农场品价格波动的概率密度函数, 对所述样本数据进行计算得到第一价格预测值, 对所述样本数据通过价格预测方法进行农产品价格的预测, 得到第二价格预测值, 根据所述第一价格预测值和所述第二价格预测值, 计算得到农产品的价格预测值;

步骤S4, 将所述农产品的价格预测值与预先设定的价格波动范围进行对比, 当所述农产品价格波预测值介于所述价格波动范围内时, 发出对应所述警度的预警。

7. 根据权利要求6所述的计算机设备, 其特征在于, 所述处理器执行所述程序时还实现以下步骤:

所述通过核密度估计方法对所述样本数据进行分析, 得到农产品价格波动的概率密度函数, 具体包括:

将高斯核函数作为所述核密度估计方法的核函数, 对所述样本数据进行分析, 得到概率密度函数;

对所述概率密度函数的窗宽进行选择, 确定最优窗宽; 所述最优窗宽为使利用所述概率密度函数相对于样本数据的偏差最小的窗宽; 所述窗宽为所述概率密度函数的参数。

8. 根据权利要求6所述的计算机设备,其特征在于,所述处理器执行所述程序时还实现以下步骤:

根据所述农场品价格波动的概率密度函数,对所述样本数据进行计算得到第一价格预测值;

从所述样本数据中选取M个价格预测样本,M至少为百数量级;

通过VMD变分模态分解将所述M个价格预测样本分解为k个具有不同振动频率特征的价格VM变分模态分量,其中,k为大于1的整数;

输入所述k个价格VM分量至经过萤火虫算法优化的SVM预测模型中进行预测,以预测到与所述k个价格VM分量对应的k个VM分量预测值;

将所述k个VM分量预测值线性叠加,得到第二价格预测值;

将所述第一价格预测值与所述第二价格预测值进行平均值计算,得到农产品的价格预测值。

9. 根据权利要求6所述的计算机设备,其特征在于,所述处理器执行所述程序时还实现以下步骤:

所述通过VMD变分模态分解将所述M个价格预测样本分解为k个具有不同振动频率特征的价格VM变分模态分量,包括:

步骤S31,初始化 $\{\hat{u}_k^1\}$ , $\{\omega_k^1\}$ , $\{\hat{\lambda}^1\}$ 和n,其中, $\{\hat{u}_k^1\}$ 为 $\{u_k\}$ 所对应的傅里叶转换, $\{\hat{\lambda}^1\}$ 所对应的傅里叶转换, $\{\omega_k^1\}$ 为初始化后中心频率, $u_k$ 表示模态函数, $\lambda$ 为拉格朗日乘法算子,n代表迭代次数;

步骤S32,根据如下公式更新模态函数 $u_k$ :

$$\hat{u}_k^{n+1}(\omega) = \frac{\hat{f}(\omega) - \sum_{i \neq k} \hat{u}_i(\omega) + \frac{\hat{\lambda}(\omega)}{2}}{1 + 2\alpha(\omega - \omega_k)^2}$$

以及根据如下公式更新中心频率 $\omega_k$ :

$$\omega_k^{n+1} = \frac{\int_0^\infty \omega |\hat{y}_k^{n+1}(\omega)|^2 d\omega}{\int_0^\infty |\hat{y}_k^{n+1}(\omega)|^2 d\omega}$$

其中, $\hat{u}_k^{n+1}(\omega)$ 为当前剩余量 $\hat{f}(\omega) - \sum_{i \neq k} \hat{u}_i(\omega)$ 的维纳滤波, $\omega_k^{n+1}$ 为当前模态函数功率谱的重心, $\hat{f}(\omega)$ , $\hat{u}_i(\omega)$ , $\hat{\lambda}(\omega)$ , $\hat{u}_k^{n+1}(\omega)$ 对应为 $f(t)$ , $u_i(t)$ , $\lambda(t)$ , $u_k^{n+1}(t)$ 的傅里叶转换, $f(t)$ 为所述价格预测样本, $u_i(t)$ ,为第i个模态函数, $\lambda(t)$ 表示拉格朗日乘法算子, $u_k^{n+1}(t)$ 为 $u_k$ 经过n+1次迭代后的值, $1 \leq i \leq k$ ;

步骤S33,根据如下公式更新 $\lambda$ :

$$\hat{\lambda}^{n+1}(\omega) \leftarrow \hat{\lambda}^n(\omega) + \tau \left[ \hat{f}(\omega) - \sum_{i=1}^k \hat{u}_i^{n+1}(\omega) \right]$$

其中, $\hat{\lambda}^n(\omega)$ 为 $\lambda(\omega)$ 经过n次迭代后的傅里叶转换, $\tau$ 为更新系数;

步骤S34,若 $\sum_1^k \|\hat{u}_k^{n+1} - \hat{u}_k^n\|_2^2 / \|\hat{u}_k^{n+1}\| < e$ ,则停止迭代,并将 $u_k$ 的输出作为k个价格VM分量,否则返回步骤S32。

10.一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,该程序被处理器执行时实现以下步骤:

步骤S1,对同一类型农产品的历史价格波动进行采样,得到样本数据;

步骤S2,通过核密度估计方法对所述样本数据进行分析,得到农产品价格波动的概率密度函数,所述概率密度函数为反映所述农产品的价格波动值的可能出现的概率的函数;

步骤S3,通过所述农产品价格波动的概率密度函数,对所述样本数据进行计算得到第一价格预测值,对所述样本数据通过价格预测方法进行农产品价格的预测,得到第二价格预测值,根据所述第一价格预测值和所述第二价格预测值,计算得到农产品的价格预测值;

步骤S4,将所述农产品的价格预测值与预先设定的价格波动范围进行对比,当所述农产品价格波预测值介于所述价格波动范围内时,发出对应所述警度的预警。

## 农产品价格波动预警方法及设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及农产品数据处理领域,尤其涉及农产品价格波动预警方法及设备领域。

### 背景技术

[0002] 现有技术中,通过供求之间的平衡来确定产品的价格。正如所熟知的一样,需求曲线是在其市场上的产品数量价格逐渐地下降,供应曲线是在其市场上的产品数量价格逐渐地上升。两条曲线之间的交点是供求之间的平衡点,根据这个点确定产品的市场价格。可以通过计算机系统分析市场经济中的诸如市场价格之类的时间序列数据以及可以预测未来的趋势。各种预测和策略在内的各种因素,确定产品价格的方式千变万化。精确且有效地预测一直在改变的产品价格,并发布关于指示反常的价格波动的预测结果的警告,是必须针对的紧要问题。在开放市场中的各种产品的市场价格总是在波动,在全球的范围内甚至每一秒都在波动。这种产品价格预测的准确度不仅仅影响一群经销商的利润,而且可能影响一个地区、国家、甚至全球社区的社会稳定性。为此,在开放市场中精确且有效地预测一直在改变的产品价格,并发布关于指示反常的价格波动的预测结果的警告,是必须针对的紧要问题。

[0003] 农产品价格直接影响农产品的生产及流通,对农产品价格进行科学预测,对规避农产品自身市场风险以及促进农业结构调整及可持续发展具有重要的现实意义。近年来,我国农产品价格受国家政策、市场供求、生产成本、自然气候以及突发事件等多种因素的影响,呈现出高噪声、非平稳、非线性等特征,不仅导致我国大豆产业面临的价格风险日益增加,而且增加了大豆价格预测的难度。目前,预测农产品价格的方法有:回归分析法、时间序列法、灰色预测法、模糊理论法、神经网络预测法等,以上单一预测方法对于非平稳、非线性时间序列仍旧难以取得令人满意的预测结果。农产品的价格受生产空间布局的影响,也受产品消费时间分布的影响,还受市场信号及政策效应滞后的影响,这导致农产品的价格波动是较为复杂的变化过程。目前国内外对农产品的价格波动进行分析的手段多为直接通过专家进行判断。然而通过专家判断的手段往往受限于专家的经验丰富程度,并且分析结果较为主观。

[0004] 因此,现有技术中的缺陷是,对于农产品价格的预测采用人工干预的方式,是价格预测结果不够准确,进而不能给出准确及时的预警。

### 发明内容

[0005] 针对上述技术问题,本发明提供一种农产品价格波动预警方法及设备,采根据农产品的历史价格样本数据,进行双重分析预测农产品价格预测值,可对农产品的价格波动进行准确预警,提高农产品价格波动分析的客观性。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明提供的技术方案是:

[0007] 第一方面,本发明提供一种农产品价格波动预警方法,包括:

[0008] 步骤S1,对同一类型农产品的历史价格波动进行采样,得到样本数据;

[0009] 步骤S2,通过核密度估计方法对所述样本数据进行分析,得到农产品价格波动的概率密度函数,所述概率密度函数为反映所述农产品的价格波动值的可能出现的概率的函数;

[0010] 步骤S3,通过所述农场品价格波动的概率密度函数,对所述样本数据进行计算得到第一价格预测值,对所述样本数据通过价格预测方法进行农产品价格的预测,得到第二价格预测值,根据所述第一价格预测值和所述第二价格预测值,计算得到农产品的价格预测值;

[0011] 步骤S4,将所述农产品的价格预测值与预先设定的价格波动范围进行对比,当所述农产品价格波预测值介于所述价格波动范围内时,发出对应所述警度的预警。

[0012] 本发明提供一种农产品价格波动预警方法,其技术方案为:对同一类型农产品的历史价格波动进行采样,得到样本数据;通过核密度估计方法对所述样本数据进行分析,得到农产品价格波动的概率密度函数,所述概率密度函数为反映所述农产品的价格波动值的可能出现的概率的函数;通过所述农场品价格波动的概率密度函数,对所述样本数据进行计算得到第一价格预测值,对所述样本数据通过价格预测方法进行农产品价格的预测,得到第二价格预测值,根据所述第一价格预测值和所述第二价格预测值,计算得到农产品的价格预测值;将所述农产品的价格预测值与预先设定的价格波动范围进行对比,当所述农产品价格波预测值介于所述价格波动范围内时,发出对应所述警度的预警。

[0013] 本发明提供的一种农产品价格波动预警方法,根据农产品的历史价格样本数据,进行双重分析预测农场品价格预测值,可对农产品的价格波动进行准确预警,提高农产品价格波动分析的客观性。

[0014] 进一步地,所述步骤S2中,所述通过核密度估计方法对所述样本数据进行分析,得到农产品价格波动的概率密度函数,具体包括:

[0015] 将高斯核函数作为所述核密度估计方法的核函数,对所述样本数据进行分析,得到概率密度函数;

[0016] 对所述概率密度函数的窗宽进行选择,确定最优窗宽;所述最优窗宽为使利用所述概率密度函数相对于样本数据的偏差最小的窗宽;所述窗宽为所述概率密度函数的参数。

[0017] 进一步地,所述步骤S3,具体包括:

[0018] 根据所述农场品价格波动的概率密度函数,对所述样本数据进行计算得到第一价格预测值;

[0019] 从所述样本数据中选取M个价格预测样本,M至少为百数量级;

[0020] 通过VMD变分模态分解将所述M个价格预测样本分解为k个具有不同振动频率特征的价格VM变分模态分量,其中,k为大于1的整数;

[0021] 输入所述k个价格VM分量至经过萤火虫算法优化的SVM预测模型中进行预测,以预测到与所述k个价格VM分量对应的k个VM分量预测值;

[0022] 将所述k个VM分量预测值线性叠加,得到第二价格预测值;

[0023] 将所述第一价格预测值与所述第二价格预测值进行平均值计算,得到农产品的价格预测值。

[0024] 进一步地,所述通过VMD变分模态分解将所述M个价格预测样本分解为k个具有不同振动频率特征的价格VM变分模态分量,包括:

[0025] 步骤S31,初始化 $\{\hat{u}_k^1\}$ ,  $\{\omega_k^1\}$ ,  $\{\hat{\lambda}\}$ 和n,其中, $\{\hat{u}_k^1\}$ 为 $\{u_k^1\}$ 所对应的傅里叶转换, $\{\hat{\lambda}\}$ 所对应的傅里叶转换, $\{\omega_k^1\}$ 为初始化后中心频率, $u_k$ 表示模态函数, $\lambda$ 为拉格朗日乘法算子,n代表迭代次数;

[0026] 步骤S32,根据如下公式更新模态函数 $u_k$ :

$$[0027] \quad \hat{u}_k^{n+1}(\omega) = \frac{\hat{f}(\omega) - \sum_{i \neq k} \hat{u}_i(\omega) + \frac{\hat{\lambda}(\omega)}{2}}{1 + 2\alpha(\omega - \omega_k)^2}$$

[0028] 以及根据如下公式更新中心频率 $\omega_k$ :

$$[0029] \quad \omega_k^{n+1} = \frac{\int_0^\infty \omega |\hat{y}_k^{n+1}(\omega)|^2 d\omega}{\int_0^\infty |\hat{y}_k^{n+1}(\omega)|^2 d\omega}$$

[0030] 其中, $\hat{u}_k^{n+1}(\omega)$ 为当前剩余量 $\hat{f}(\omega) - \sum_{i \neq k} \hat{u}_i(\omega)$ 的维纳滤波, $\omega_k^{n+1}$ 为当前模态函数功率谱的重心, $\hat{f}(\omega)$ ,  $\hat{u}_i(\omega)$ ,  $\hat{\lambda}(\omega)$ ,  $\hat{u}_k^{n+1}(\omega)$ 对应为 $f(t)$ ,  $u_i(t)$ ,  $\lambda(t)$ ,  $u_k^{n+1}(t)$ 的傅里叶转换, $f(t)$ 为所述价格预测样本, $u_i(t)$ ,为第i个模态函数, $\lambda(t)$ 表示拉格朗日乘法算子, $u_k^{n+1}(t)$ 为 $u_k$ 经过n+1次迭代后的值, $1 \leq i \leq k$ ;

[0031] 步骤S33,根据如下公式更新 $\lambda$ :

$$[0032] \quad \hat{\lambda}^{n+1}(\omega) \leftarrow \hat{\lambda}^n(\omega) + \tau \left[ \hat{f}(\omega) - \sum_{i=1}^k \hat{u}_i^{n+1}(\omega) \right]$$

[0033] 其中, $\hat{\lambda}^n(\omega)$ 为 $\lambda(\omega)$ 经过n次迭代后的傅里叶转换, $\tau$ 为更新系数;

[0034] 步骤S34,若 $\sum_{i=1}^k \|\hat{u}_i^{n+1} - \hat{u}_i^n\|_2^2 / \|\hat{u}_k^{n+1}\| < e$ ,则停止迭代,并将 $u_k$ 的输出作为k个价格VM分量,否则返回步骤S32。

[0035] 进一步地,所述警度的预警根据所述价格波动范围划分为四个预警等级,分别为第一等级预警,第二等级预警,第三等级预警和第四等级预警,所述四个预警等级的等级由第一等级预警至第四等级预警依次升高。

[0036] 第二方面,本发明提供一种计算机设备,包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述程序时实现以下步骤:

[0037] 步骤S1,对同一类型农产品的历史价格波动进行采样,得到样本数据;

[0038] 步骤S2,通过核密度估计方法对所述样本数据进行分析,得到农产品价格波动的概率密度函数,所述概率密度函数为反映所述农产品的价格波动值的可能出现的概率的函数;

[0039] 步骤S3,通过所述农场品价格波动的概率密度函数,对所述样本数据进行计算得到第一价格预测值,对所述样本数据通过价格预测方法进行农产品价格的预测,得到第二价格预测值,根据所述第一价格预测值和所述第二价格预测值,计算得到农产品的价格预

测值；

[0040] 步骤S4,将所述农产品的价格预测值与预先设定的价格波动范围进行对比,当所述农产品价格波预测值介于所述价格波动范围内时,发出对应所述警度的预警。

[0041] 进一步地,所述处理器执行所述程序时还实现以下步骤:

[0042] 所述通过核密度估计方法对所述样本数据进行分析,得到农产品价格波动的概率密度函数,具体包括:

[0043] 将高斯核函数作为所述核密度估计方法的核函数,对所述样本数据进行分析,得到概率密度函数;

[0044] 对所述概率密度函数的窗宽进行选择,确定最优窗宽;所述最优窗宽为使利用所述概率密度函数相对于样本数据的偏差最小的窗宽;所述窗宽为所述概率密度函数的参数。

[0045] 进一步地,所述处理器执行所述程序时还实现以下步骤:

[0046] 根据所述农场品价格波动的概率密度函数,对所述样本数据进行计算得到第一价格预测值;

[0047] 从所述样本数据中选取M个价格预测样本,M至少为百数量级;

[0048] 通过VMD变分模态分解将所述M个价格预测样本分解为k个具有不同振动频率特征的价格VM变分模态分量,其中,k为大于1的整数;

[0049] 输入所述k个价格VM分量至经过萤火虫算法优化的SVM预测模型中进行预测,以预测到与所述k个价格VM分量对应的k个VM分量预测值;

[0050] 将所述k个VM分量预测值线性叠加,得到第二价格预测值;

[0051] 将所述第一价格预测值与所述第二价格预测值进行平均值计算,得到农产品的价格预测值。

[0052] 进一步地,所述处理器执行所述程序时还实现以下步骤:

[0053] 所述通过VMD变分模态分解将所述M个价格预测样本分解为k个具有不同振动频率特征的价格VM变分模态分量,包括:

[0054] 步骤S31,初始化  $\{\hat{u}_k^1\}$ ,  $\{\omega_k^1\}$ ,  $\{\hat{\lambda}\}$  和n,其中,  $\{\hat{u}_k^1\}$  为  $\{u_k^1\}$  所对应的傅里叶转换,  $\{\hat{\lambda}\}$  所对应的傅里叶转换,  $\{\omega_k^1\}$  为初始化后中心频率,  $u_k$  表示模态函数,  $\lambda$  为拉格朗日乘法算子,n代表迭代次数;

[0055] 步骤S32,根据如下公式更新模态函数  $u_k$ :

$$[0056] \quad \hat{u}_k^{n+1}(\omega) = \frac{\hat{f}(\omega) - \sum_{i \neq k} \hat{u}_i(\omega) + \frac{\hat{\lambda}(\omega)}{2}}{1 + 2\alpha(\omega - \omega_k)^2}$$

[0057] 以及根据如下公式更新中心频率  $\omega_k$ :

$$[0058] \quad \omega_k^{n+1} = \frac{\int_0^\infty \omega |\hat{y}_k^{n+1}(\omega)|^2 d\omega}{\int_0^\infty |\hat{y}_k^{n+1}(\omega)|^2 d\omega}$$

[0059] 其中,  $\hat{u}_k^{n+1}(\omega)$  为当前剩余量  $\hat{f}(\omega) - \sum_{i \neq k} \hat{u}_i(\omega)$  的维纳滤波,  $\omega_k^{n+1}$  为当前模态函数功率

谱的重心,  $\hat{f}(\omega)$ ,  $\hat{u}_i(\omega)$ ,  $\hat{\lambda}(\omega)$ ,  $\hat{u}_k^{n+1}(\omega)$  对应为  $f(t)$ ,  $\hat{u}_i(t)$ ,  $\lambda(t)$ ,  $u_k^{n+1}(t)$  的傅里叶转换,  $f(t)$  为所述价格预测样本,  $u_i(t)$ , 为第  $i$  个模态函数,  $\lambda(t)$  表示拉格朗日乘法算子,  $u_k^{n+1}(t)$  为  $u_k$  经过  $n+1$  次迭代后的值,  $1 \leq i \leq k$ ;

[0060] 步骤S33, 根据如下公式更新  $\lambda$ :

$$[0061] \quad \hat{\lambda}^{n+1}(\omega) \leftarrow \hat{\lambda}^n(\omega) + \tau \left[ \hat{f}(\omega) - \sum_1^k \hat{u}_k^{n+1}(\omega) \right]$$

[0062] 其中,  $\hat{\lambda}^n(\omega)$  为  $\lambda(\omega)$  经过  $n$  次迭代后的傅里叶转换,  $\tau$  为更新系数;

[0063] 步骤S34, 若  $\sum_1^k \left\| \hat{u}_k^{n+1} - \hat{u}_k^n \right\|_2^2 / \left\| \hat{u}_k^{n+1} \right\| < e$ , 则停止迭代, 并将  $u_k$  的输出作为  $k$  个价格VM分量, 否则返回步骤S32。

[0064] 第三方面, 本发明提供一种计算机可读存储介质, 其上存储有计算机程序, 该程序被处理器执行时实现以下步骤:

[0065] 步骤S1, 对同一类型农产品的历史价格波动进行采样, 得到样本数据;

[0066] 步骤S2, 通过核密度估计方法对所述样本数据进行分析, 得到农产品价格波动的概率密度函数, 所述概率密度函数为反映所述农产品的价格波动值的可能出现的概率的函数;

[0067] 步骤S3, 通过所述农产品价格波动的概率密度函数, 对所述样本数据进行计算得到第一价格预测值, 对所述样本数据通过价格预测方法进行农产品价格的预测, 得到第二价格预测值, 根据所述第一价格预测值和所述第二价格预测值, 计算得到农产品的价格预测值;

[0068] 步骤S4, 将所述农产品的价格预测值与预先设定的价格波动范围进行对比, 当所述农产品价格波预测值介于所述价格波动范围内时, 发出对应所述警度的预警。

## 附图说明

[0069] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案, 下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。

[0070] 图1示出了本发明实施例所提供的一种农产品价格波动预警方法的流程图。

## 具体实施方式

[0071] 下面将结合附图对本发明技术方案的实施例进行详细的描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案, 因此只是作为示例, 而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0072] 实施例一

[0073] 第一方面, 图1示出了本发明实施例所提供的一种农产品价格波动预警方法的流程图; 如图1所示, 本实施例提供的一种农产品价格波动预警方法, 包括:

[0074] 步骤S1, 对同一类型农产品的历史价格波动进行采样, 得到样本数据;

[0075] 步骤S2, 通过核密度估计方法对所述样本数据进行分析, 得到农产品价格波动的概率密度函数, 所述概率密度函数为反映所述农产品的价格波动值的可能出现的概率的函

数；

[0076] 步骤S3,通过所述农场品价格波动的概率密度函数,对所述样本数据进行计算得到第一价格预测值,对所述样本数据通过价格预测方法进行农产品价格的预测,得到第二价格预测值,根据所述第一价格预测值和所述第二价格预测值,计算得到农产品的价格预测值；

[0077] 步骤S4,将所述农产品的价格预测值与预先设定的价格波动范围进行对比,当所述农产品价格波预测值介于所述价格波动范围内时,发出对应所述警度的预警。

[0078] 本发明提供一种农产品价格波动预警方法,其技术方案为:对同一类型农产品的历史价格波动进行采样,得到样本数据;通过核密度估计方法对所述样本数据进行分析,得到农产品价格波动的概率密度函数,所述概率密度函数为反映所述农产品的价格波动值的可能出现的概率的函数;通过所述农场品价格波动的概率密度函数,对所述样本数据进行计算得到第一价格预测值,对所述样本数据通过价格预测方法进行农产品价格的预测,得到第二价格预测值,根据所述第一价格预测值和所述第二价格预测值,计算得到农产品的价格预测值;将所述农产品的价格预测值与预先设定的价格波动范围进行对比,当所述农产品价格波预测值介于所述价格波动范围内时,发出对应所述警度的预警。

[0079] 本发明提供的一种农产品价格波动预警方法,根据农产品的历史价格样本数据,进行双重分析预测农场品价格预测值,可对农产品的价格波动进行准确预警,提高农产品价格波动分析的客观性。

[0080] 基于上述农产品价格预警方法,可处理市场经济中的有关农产品时间序列数据价格,以便预测价格数据中的波动而且更进一步可根据反常波动的预测结果发布警告。也可用于预测在由多个经销商组成的交易市场中的一直改变价格波动情况,根据价格弹性预测交易价格,并在其中按照市场不稳定性整个市场中的卖价和买价达到平衡来预测平衡价格。

[0081] 另外,由于本发明的方法是按区域和农产品种类进行分析的,可以适用于各种农产品的价格预警,具有普遍适用性和针对性,在提高方法的应用范围的同时能够提高准确度。并且本发明的方法基于历史数据,通过客观分析得到,相对于现有的直接通过专家进行判断的手段,提高了农产品价格波动分析的客观性。

[0082] 可选地,所述步骤S2中,所述通过核密度估计方法对所述样本数据进行分析,得到农产品价格波动的概率密度函数,具体包括:

[0083] 将高斯核函数作为所述核密度估计方法的核函数,对所述样本数据进行分析,得到概率密度函数;

[0084] 所述概率密度函数表示为:

$$[0085] \hat{f}_h(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{X_i - x}{h}\right)$$

[0086] 其中, $\hat{f}_h(x)$ 为概率密度函数,n为所述样本数据的数量,i为样本数据的序号; $X_i$ 为第i个样本数据,K(x)为核函数,x为所述概率密度函数的变量,h为窗宽。

[0087] 本实施例中选用高斯核函数作为核函数,则所述核函数K(x)为:

$$[0088] \quad K(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$$

[0089] 根据核密度估计方法所得到的概率密度函数的偏差和误差随着窗宽h的变化朝着不同的方向变化,窗宽h过大时会使得估计曲线过平滑,窗宽h过小时会使得估计曲线欠平滑,因此所述概率密度函数对窗宽h的选择比较敏感。

[0090] 对所述概率密度函数的窗宽进行选择,确定最优窗宽;所述最优窗宽为使利用所述概率密度函数相对于样本数据的偏差最小的窗宽;所述窗宽为所述概率密度函数的参数。

[0091] 优选地,为了使概率密度函数更接近真实函数,本实施例采用均方误差(MSE, Mean Squared Error)准则来选择窗宽,从而使概率密度函数更接近真实函数f(x)。所述均方误差准则要求均方误差最小。均方误差的计算公式为:

$$\begin{aligned}
 [0092] \quad MSE &= E[\hat{f}_h(x) - f(x)]^2 \\
 &= E[\hat{f}_h(x)]^2 - [E\hat{f}_h(x)]^2 + [E(\hat{f}_h(x)) - f(x)]^2 \\
 &= Var\{\hat{f}_h(x)\} + [Bias\{\hat{f}_h(x)\}]^2 \\
 &= o(h^4) + o\left(\frac{1}{nh}\right)
 \end{aligned}$$

[0093] 其中,  $Var\{\hat{f}_h(x)\}$  表示概率密度函数  $\hat{f}_h(x)$  的方差,  $Bias\{\hat{f}_h(x)\}$  表示概率密度函数相对真实函数f(x)的偏差。 $E[\hat{f}_h(x)]^2$  为  $[\hat{f}_h(x)]^2$  的期望,  $E[\hat{f}_h(x)]$  为  $[\hat{f}_h(x)]$  的期望。 $o(h^4)$  为  $h^4$  的无穷小量,  $o\left(\frac{1}{nh}\right)$  为  $\frac{1}{nh}$  的无穷小量。

[0094] 优选地,在计算窗宽时,本实施例中采用最小二乘交叉验证法计算最优窗宽。该最小二乘交叉验证法不需要对所述概率密度函数做任何假设,直接从实际数据出发即可得到最优窗宽。该最小二乘交叉验证法使所述概率密度函数的积分平方差(ISE, Integrated square error)最小时的窗宽为最优窗宽。即:

$$[0095] \quad h_{opt} = \arg \min_h ISE$$

[0096] 其中,  $\arg \min_h ISE$  表示当所述积分平方差最小时的窗宽,  $h_{opt}$  为最优窗宽;

$$[0097] \quad \text{则 } h_{opt} = \arg \min_h \frac{1}{n^2 h} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n K * K\left(\frac{X_i - X_j}{h}\right) - \frac{2}{n(n-1)h} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n K\left(\frac{X_i - X_j}{h}\right)$$

[0098] 其中,  $X_j$  为第j个样本数据。

[0099] 通过上述方法确定出窗宽后即可确定所述概率密度函数。

[0100] 可选地,所述步骤S3,具体包括:

[0101] 根据所述农场品价格波动的概率密度函数,对所述样本数据进行计算得到第一价格预测值;

[0102] 从所述样本数据中选取M个价格预测样本,M至少为百数量级;

[0103] 通过VMD变分模态分解将所述M个价格预测样本分解为k个具有不同振动频率特征

的价格VM变分模态分量,其中,k为大于1的整数;

[0104] 输入所述k个价格VM分量至经过萤火虫算法优化的SVM预测模型中进行预测,以预测到与所述k个价格VM分量对应的k个VM分量预测值;

[0105] 将所述k个VM分量预测值线性叠加,得到第二价格预测值;

[0106] 将所述第一价格预测值与所述第二价格预测值进行平均值计算,得到农产品的价格预测值。

[0107] 其中,M个价格预测样本具体为:预设时间段内连续的M个价格预测样本。

[0108] 其中,不同振动频率特征指的是在单位时间内振动次数不同。比如,分解为10个价格VM分量。10个价格VM分量在单位时间内具有不同的振动次数。

[0109] 需要说明的是,各个价格VM分量的模态均为具有中心频率的有限带宽,使每个模态的带宽估计之和最小。

[0110] 可选地,所述通过VMD变分模态分解将所述M个价格预测样本分解为k个具有不同振动频率特征的价格VM变分模态分量,包括:

[0111] 步骤S31,初始化 $\{\hat{u}_k^1\}$ , $\{\omega_k^1\}$ , $\{\hat{\lambda}\}$ 和n,其中, $\{\hat{u}_k^1\}$ 为 $\{u_k^1\}$ 所对应的傅里叶转换, $\{\hat{\lambda}\}$ 所对应的傅里叶转换, $\{\omega_k^1\}$ 为初始化后中心频率, $u_k$ 表示模态函数, $\lambda$ 为拉格朗日乘法算子,n代表迭代次数;

[0112] 步骤S32,根据如下公式更新模态函数 $u_k$ :

$$[0113] \quad \hat{u}_k^{n+1}(\omega) = \frac{\hat{f}(\omega) - \sum_{i \neq k} \hat{u}_i(\omega) + \frac{\hat{\lambda}(\omega)}{2}}{1 + 2\alpha(\omega - \omega_k)^2}$$

[0114] 以及根据如下公式更新中心频率 $\omega_k$ :

$$[0115] \quad \omega_k^{n+1} = \frac{\int_0^\infty \omega |\hat{y}_k^{n+1}(\omega)|^2 d\omega}{\int_0^\infty |\hat{y}_k^{n+1}(\omega)|^2 d\omega}$$

[0116] 其中, $\hat{u}_k^{n+1}(\omega)$ 为当前剩余量 $\hat{f}(\omega) - \sum_{i \neq k} \hat{u}_i(\omega)$ 的维纳滤波, $\omega_k^{n+1}$ 为当前模态函数功率谱的重心, $\hat{f}(\omega)$ , $\hat{u}_i(\omega)$ , $\hat{\lambda}(\omega)$ , $\hat{u}_k^{n+1}(\omega)$ 对应为 $f(t)$ , $u_i(t)$ , $\lambda(t)$ , $u_k^{n+1}(t)$ 的傅里叶转换, $f(t)$ 为所述价格预测样本, $u_i(t)$ ,为第i个模态函数, $\lambda(t)$ 表示拉格朗日乘法算子, $u_k^{n+1}(t)$ 为 $u_k$ 经过n+1次迭代后的值, $1 \leq i \leq k$ ;

[0117] 步骤S33,根据如下公式更新 $\lambda$ :

$$[0118] \quad \hat{\lambda}^{n+1}(\omega) \leftarrow \hat{\lambda}^n(\omega) + \tau \left[ \hat{f}(\omega) - \sum_1^k \hat{u}_k^{n+1}(\omega) \right]$$

[0119] 其中, $\hat{\lambda}^n(\omega)$ 为 $\lambda(\omega)$ 经过n次迭代后的傅里叶转换, $\tau$ 为更新系数;

[0120] 步骤S34,若 $\sum_1^k \|\hat{u}_k^{n+1} - \hat{u}_k^n\|_2^2 / \|\hat{u}_k^{n+1}\| < e$ ,则停止迭代,并将 $u_k$ 的输出作为k个价格VM分量,否则返回步骤S32。

[0121] 优选地,在所述输入所述k个价格VM分量至经过萤火虫算法优化的SVM预测模型中

进行预测之前,所述方法还包括:基于所述萤火虫算法优化所述SVM预测模型的惩罚系数和核参数。

[0122] 具体地,所述基于所述萤火虫算法优化所述SVM预测模型的惩罚系数和核参数,包括如下步骤:

[0123] 步骤B1:初始化荧光素挥发系数 $\rho$ 、荧光素增强因子 $\gamma$ 、感知范围 $r_s$ 、邻域变化率 $\beta$ 、邻居阈值 $n_l$ 和移动步长 $s$ ,随机初始化每个萤火虫的位置;

[0124] 步骤B2:基于所述价格预测样本与所述SVM预测模型对所述价格预测样本的拟合值之间误差计算各个萤火虫的适应度值,并基于各个萤火虫的适应度值更新全局最优值;

[0125] 具体地,适应度函数为:

$$[0126] \quad f(x_i(t)) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y_i^*)^2;$$

[0127] 其中, $y_i$ 为训练样本的实际值, $y_i^*$ 为训练样本的预测值,在本实施例中, $n$ 为训练样本的数量,对种群中的每个萤火虫按适应度函数计算在第 $t$ 代、位置 $x_i(t)$ 处的适应度值。之后基于各个萤火虫的适应度值确定第 $t$ 代的最优解,将第 $t$ 代的最优解更新为全局最优解。

[0128] 步骤B3:基于如下公式确定各个萤火虫的决策范围内的萤火虫个数:

$$[0129] \quad N_i^t = \{j: \|x_j(t) - x_i(t)\| < r_d^i; l_i(t) < l_j(t)\},$$

[0130] 其中, $r_d^i(t)$ 为第 $t$ 次迭代后第 $i$ 只萤火虫的决策范围, $x_j(t) - x_i(t)$ 为第 $t$ 次迭代后,第 $j$ 只萤火虫与第 $i$ 只萤火虫之间的距离, $l_i(t)$ 为在第 $t$ 次迭代后第 $i$ 只萤火虫的荧光素值, $l_j(t)$ 为在第 $t$ 次迭代中第 $j$ 只萤火虫的荧光素值;

[0131] 步骤B4:基于如下公式更新各个萤火虫的荧光素:

$$[0132] \quad l_i(t) = (1-\rho) l_i(t-1) + \gamma f(x_i(t)),$$

[0133] 其中, $l_i(t)$ 为第 $t$ 次迭代后第 $i$ 只萤火虫的荧光素值, $l_i(t-1)$ 为第 $t$ 次迭代前第 $i$ 只萤火虫的荧光素值, $\rho \in (0, 1)$ 为与荧光素挥发有关的常数, $\gamma$ 为表示荧光素更新率的常数, $f(x_i(t))$ 为第 $i$ 只萤火虫的适应度值;

[0134] 步骤B5:基于如下公式更新各个萤火虫的位置:

$$[0135] \quad x_i(t+1) = x_i(t) + s \left( \frac{x_j(t) - x_i(t)}{\|x_j(t) - x_i(t)\|} \right),$$

[0136] 其中, $s$ 为移动步长, $x_j(t) - x_i(t)$ 为第 $j$ 只萤火虫与第 $i$ 只萤火虫之间距离;

[0137] 步骤B6:根据第 $i$ 只萤火虫的邻居密度,对第 $i$ 只萤火虫的决策范围进行更新:

$$[0138] \quad r_d^i(t+1) = \min \left\{ r_s, \max \left\{ 0, r_d^i(t) + \beta (n_l - |N_i(t)|) \right\} \right\}$$

[0139] 其中, $r_d^i(t+1)$ 为 $t+1$ 代第 $i$ 只萤火虫的决策范围, $r_s$ 为第 $i$ 只萤火虫的感知范围, $\beta$ 为邻域变化率, $n_l$ 为邻居阈值;

[0140] 步骤B7:若满足终止条件,输出全局最优值为所述SVM预测模型最优的惩罚系数及核参数,否则返回步骤B2。

[0141] 优选地,所述警度的预警根据所述价格波动范围划分为四个预警等级,分别为第一等级预警,第二等级预警,第三等级预警和第四等级预警,所述四个预警等级的等级由第一等级预警至第四等级预警依次升高。

[0142] 其中第一等级预警表示价格波动微高、第二等级预警表示价格波动偏高、第三等级预警表示价格波动过高、第四等级预警表示价格波动极高。当农产品价格波动值处在预先设定的价格波动范围时,则对应进行等级预警。

[0143] 第二方面,本发明提供一种计算机设备,包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述程序时实现以下步骤:

[0144] 步骤S1,对同一类型农产品的历史价格波动进行采样,得到样本数据;

[0145] 步骤S2,通过核密度估计方法对所述样本数据进行分析,得到农产品价格波动的概率密度函数,所述概率密度函数为反映所述农产品的价格波动值的可能出现的概率的函数;

[0146] 步骤S3,通过所述农产品价格波动的概率密度函数,对所述样本数据进行计算得到第一价格预测值,对所述样本数据通过价格预测方法进行农产品价格的预测,得到第二价格预测值,根据所述第一价格预测值和所述第二价格预测值,计算得到农产品的价格预测值;

[0147] 步骤S4,将所述农产品的价格预测值与预先设定的价格波动范围进行对比,当所述农产品价格波预测值介于所述价格波动范围内时,发出对应所述警度的预警。

[0148] 可选地,所述处理器执行所述程序时还实现以下步骤:

[0149] 所述通过核密度估计方法对所述样本数据进行分析,得到农产品价格波动的概率密度函数,具体包括:

[0150] 将高斯核函数作为所述核密度估计方法的核函数,对所述样本数据进行分析,得到概率密度函数;

[0151] 对所述概率密度函数的窗宽进行选择,确定最优窗宽;所述最优窗宽为使利用所述概率密度函数相对于样本数据的偏差最小的窗宽;所述窗宽为所述概率密度函数的参数。

[0152] 可选地,所述处理器执行所述程序时还实现以下步骤:

[0153] 根据所述农产品价格波动的概率密度函数,对所述样本数据进行计算得到第一价格预测值;

[0154] 从所述样本数据中选取M个价格预测样本,M至少为百数量级;

[0155] 通过VMD变分模态分解将所述M个价格预测样本分解为k个具有不同振动频率特征的价格VM变分模态分量,其中,k为大于1的整数;

[0156] 输入所述k个价格VM分量至经过萤火虫算法优化的SVM预测模型中进行预测,以预测到与所述k个价格VM分量对应的k个VM分量预测值;

[0157] 将所述k个VM分量预测值线性叠加,得到第二价格预测值;

[0158] 将所述第一价格预测值与所述第二价格预测值进行平均值计算,得到农产品的价格预测值。

[0159] 可选地,所述处理器执行所述程序时还实现以下步骤:

[0160] 所述通过VMD变分模态分解将所述M个价格预测样本分解为k个具有不同振动频率特征的价格VM变分模态分量,包括:

[0161] 步骤S31,初始化 $\{\hat{u}_k^1\}$ , $\{\omega_k^1\}$ , $\{\lambda\}$ 和n,其中, $\{\hat{u}_k^1\}$ 为 $\{u_k^1\}$ 所对应的傅里叶转换, $\{\lambda\}$ 所对应的傅里叶转换, $\{\omega_k^1\}$ 为初始化后中心频率, $u_k$ 表示模态函数, $\lambda$ 为拉格朗日乘法算

子, n代表迭代次数;

[0162] 步骤S32, 根据如下公式更新模态函数 $u_k$ :

$$[0163] \quad \hat{u}_k^{n+1}(\omega) = \frac{\hat{f}(\omega) - \sum_{i \neq k} \hat{u}_i(\omega) + \frac{\hat{\lambda}(\omega)}{2}}{1 + 2\alpha(\omega - \omega_k)^2}$$

[0164] 以及根据如下公式更新中心频率 $\omega_k$ :

$$[0165] \quad \omega_k^{n+1} = \frac{\int_0^\infty \omega |\hat{y}_k^{n+1}(\omega)|^2 d\omega}{\int_0^\infty |\hat{y}_k^{n+1}(\omega)|^2 d\omega}$$

[0166] 其中,  $\hat{u}_k^{n+1}(\omega)$ 为当前剩余量 $\hat{f}(\omega) - \sum_{i \neq k} \hat{u}_i(\omega)$ 的维纳滤波,  $\omega_k^{n+1}$ 为当前模态函数功率谱的重心,  $\hat{f}(\omega)$ ,  $\hat{u}_i(\omega)$ ,  $\hat{\lambda}(\omega)$ ,  $\hat{u}_k^{n+1}(\omega)$ 对应为 $f(t)$ ,  $u_i(t)$ ,  $\lambda(t)$ ,  $u_k^{n+1}(t)$ 的傅里叶转换,  $f(t)$ 为所述价格预测样本,  $u_i(t)$ , 为第 $i$ 个模态函数,  $\lambda(t)$ 表示拉格朗日乘法算子,  $u_k^{n+1}(t)$ 为 $u_k$ 经过 $n+1$ 次迭代后的值,  $1 \leq i \leq k$ ;

[0167] 步骤S33, 根据如下公式更新 $\lambda$ :

$$[0168] \quad \hat{\lambda}^{n+1}(\omega) \leftarrow \hat{\lambda}^n(\omega) + \tau \left[ \hat{f}(\omega) - \sum_{i=1}^k \hat{u}_i^{n+1}(\omega) \right]$$

[0169] 其中,  $\hat{\lambda}^n(\omega)$ 为 $\lambda(\omega)$ 经过 $n$ 次迭代后的傅里叶转换,  $\tau$ 为更新系数;

[0170] 步骤S34, 若 $\sum_{i=1}^k \left\| \hat{u}_i^{n+1} - \hat{u}_i^n \right\|_2 / \left\| \hat{u}_i^{n+1} \right\| < e$ , 则停止迭代, 并将 $u_k$ 的输出作为 $k$ 个价格VM分量, 否则返回步骤S32。

[0171] 第三方面, 本发明提供一种计算机可读存储介质, 其上存储有计算机程序, 该程序被处理器执行时实现以下步骤:

[0172] 步骤S1, 对同一类型农产品的历史价格波动进行采样, 得到样本数据;

[0173] 步骤S2, 通过核密度估计方法对所述样本数据进行分析, 得到农产品价格波动的概率密度函数, 所述概率密度函数为反映所述农产品的价格波动值的可能出现的概率的函数;

[0174] 步骤S3, 通过所述农产品价格波动的概率密度函数, 对所述样本数据进行计算得到第一价格预测值, 对所述样本数据通过价格预测方法进行农产品价格的预测, 得到第二价格预测值, 根据所述第一价格预测值和所述第二价格预测值, 计算得到农产品的价格预测值;

[0175] 步骤S4, 将所述农产品的价格预测值与预先设定的价格波动范围进行对比, 当所述农产品价格波预测值介于所述价格波动范围内时, 发出对应所述警度的预警。

[0176] 最后应说明的是: 以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案, 而非对其限制; 尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明, 本领域的普通技术人员应当理解: 其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改, 或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换; 而这些修改或者替换, 并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围, 其均应涵盖在本发明的权利要求和说明书的范围当中。

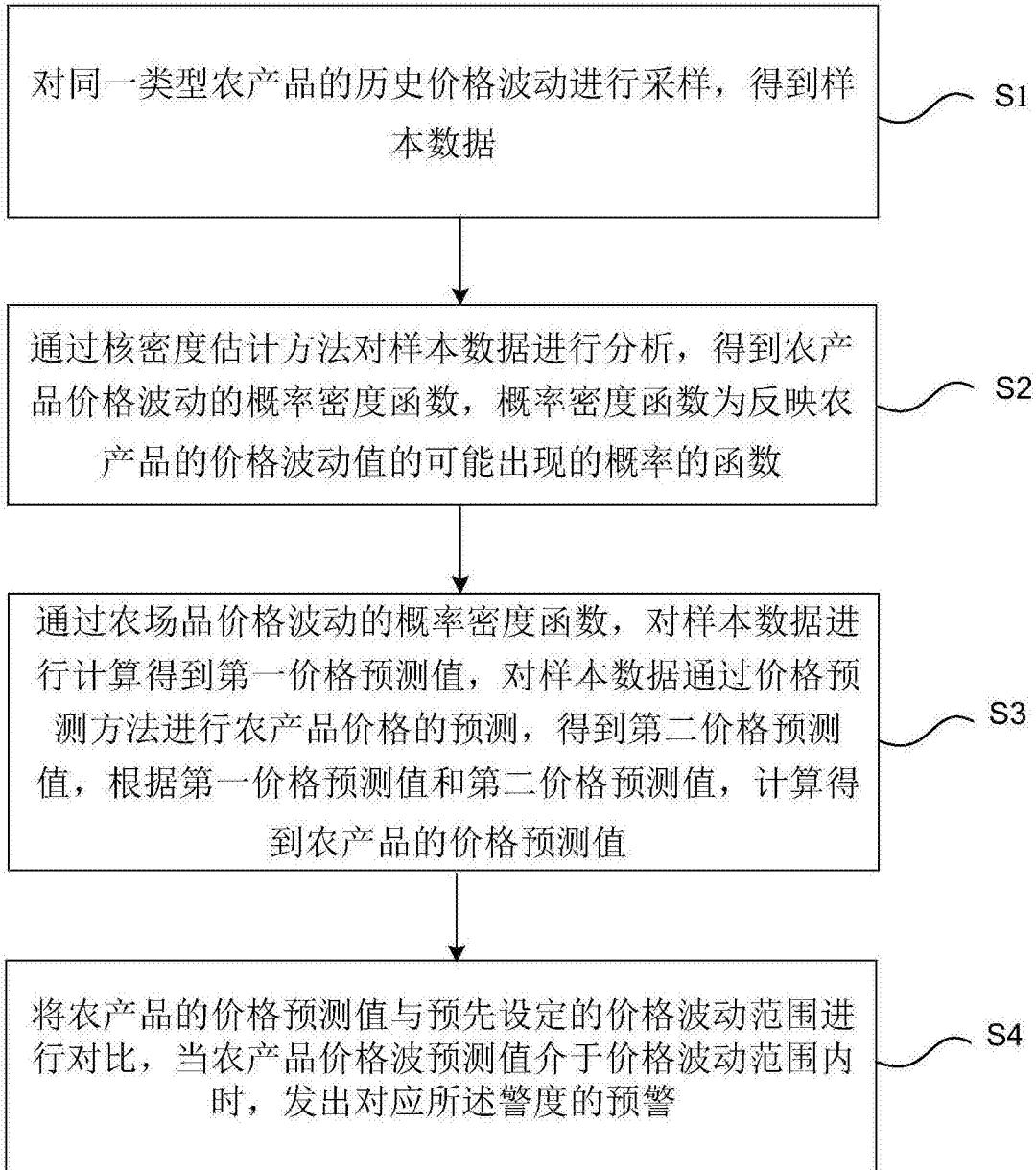


图1