



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103035061 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 31

(21) 申请号 201210376658. 3

US 8064102 B1, 2011. 11. 22,

(22) 申请日 2012. 09. 29

CN 101553761 A, 2009. 10. 07,

WO 2007105890 A1, 2007. 09. 20,

(73) 专利权人 广州广电运通金融电子股份有限公司

审查员 余家莹

地址 510000 广东省广州市萝岗区科学城科林路9号

(72) 发明人 梁添才 余元超 王卫锋 王晓亮

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 曹志霞

(51) Int. Cl.

G07D 7/20 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2008159615 A1, 2008. 07. 03,

CN 1669046 A, 2005. 09. 14,

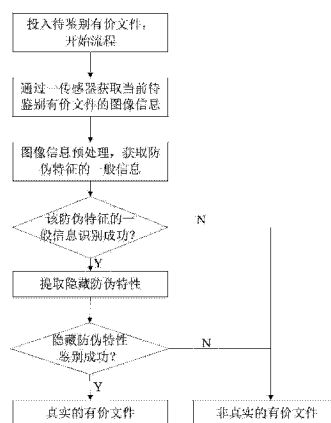
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

有价值文件防伪特征生成方法及其鉴别方法和装置

(57) 摘要

本发明涉及一种有价值文件防伪特征生成方法,利用防伪特征信息冗余来隐藏防伪特征精确信息,在该处理方式下,有价值文件防伪特征在人的感知上几乎没有变化,但金融自助设备中的有价值文件鉴别装置却能有效的从传感器所获取的信号中提取出隐藏的防伪特征精确信息,并实施定量检测与鉴别,从而有效的鉴别有价值文件的真伪。也就是说,通过给有价值文件加载新的便于机器识别的防伪特征,以及给金融自助设备配置相应的有价值文件鉴别装置,使得金融自助设备能够读取有价值文件的该便于机器识别的防伪特征,提高了金融自助设备对有价值文件的鉴别精度。本发明还提供该有价值文件的鉴别方法。



1. 一种有价文件防伪特征生成方法,包括:

步骤一,通过一传感器扫描有价文件上一原有防伪特征 M ,获得 M_1 , M_1 由人感知敏感的部分信息 M_{10} 和人感知不敏感的部分信息 M_{11} 组成,设 M_2 是当前传感器获取不到的该防伪特征 M 的精确的防伪特性信息, M_2 由人感知敏感的部分信息 M_{20} 和人感知不敏感的部分信息 M_{21} 组成;

步骤二,对 M_1 和 M_2 分别实施一种可逆变换 T ,分别实现对 M_1 和 M_2 人感知敏感部分和人感知不敏感部分的分离:

$$T(M_1) = [M_{10}, M_{11}],$$

$$T(M_2) = [M_{20}, M_{21}];$$

步骤三,重新组织信号模式 $M_0 = [M_{10}, M_{20}]$,并对 M_0 实施可逆变换 T 的逆变换, $T'(M_0) = T'(M_{10}, M_{20})$;以及

步骤四,将该 $T'(M_0)$ 加载于该有价文件上,生成防伪特征。

2. 如权利要求 1 所述的有价文件防伪特征生成方法,其特征在于,该可逆变换 T 为小波变换。

3. 如权利要求 2 所述的有价文件防伪特征生成方法,其特征在于:

步骤一中 M 为光变油墨面额数字的图像, M_1 为有价文件正对人眼时人眼观察到的该光变油墨面额数字的图像在空间域中的像素矩阵 $f_1(x, y)$, M_2 为有价文件倾斜一定角度时人眼观察到的该光变油墨面额数字的图像在空间域中的像素矩阵 $f_2(x, y)$;

步骤二中,通过小波变换 W 对空间域像素矩阵进行频域变换:

$$W[f_1] = R_1,$$

$$W[f_2] = R_2;$$

其中 $R_1 = \begin{bmatrix} H_1 H_1 & H_1 L_1 \\ H_1 L_1 & L_1 L_1 \end{bmatrix}$, $R_2 = \begin{bmatrix} H_2 H_2 & H_2 L_2 \\ H_2 L_2 & L_2 L_2 \end{bmatrix}$, R_1 和 R_2 分别表示 $f_1(x, y)$ 和 $f_2(x, y)$ 经

过小波变换后得到的频率域系数矩阵,在 R_1 中 $H_1 H_1$ 表示最高频系数,在 R_2 中 $L_2 L_2$ 表示最低频系数;

步骤三中,用 R_2 中的 $L_2 L_2$ 替换 R_1 中的 $H_1 H_1$,得到

$$R_1' = \begin{bmatrix} L_2 L_2 & H_1 L_1 \\ H_1 L_1 & L_1 L_1 \end{bmatrix} \quad (\text{式 1})$$

且,利用小波变换 W 的逆变换 M 对 R_1' 实施变换:

$$M_R = M(R_1') = M \left(\begin{bmatrix} L_2 L_2 & H_1 L_1 \\ H_1 L_1 & L_1 L_1 \end{bmatrix} \right),$$

实现将频率域的小波系数矩阵 R_1' 反变换回空间域的像素矩阵 M_R ;

步骤四中,将该空间域的像素矩阵 M_R 加载到有价文件上。

4. 一种有价文件鉴别方法,包括:

步骤一,投入待鉴别有价文件,开始流程;

步骤二,通过一传感器获取当前待鉴别有价文件的图像信息;

步骤三,图像信息预处理,获取防伪特征的一般信息;

步骤四,将该防伪特征的一般信息与存储在存储单元的标准数据进行模板匹配识别,如果模板匹配成功,则进行步骤五,如果模板匹配识别失败,则判定当前待鉴别有价文件为非法有价文件;

步骤五,提取隐藏防伪特性,在频率域对防伪特征实施准确鉴别,令 $f_3(x, y)$ 表示防伪特征区域数字图像在空间域的像素矩阵,对 $f_3(x, y)$ 进行与防伪特征生成过程中相同的小波变换,令 $W[f_3] = R_3$,

$$\text{设 } R_3 = \begin{bmatrix} H_3H_3 & H_3L_3 \\ H_3L_3 & L_3L_3 \end{bmatrix} \quad (\text{式 } 2)$$

根据权利要求 3 所述的有价文件防伪特征生成方法,式 2 中的系数矩阵 H_3H_3 包含的系数与式 1 中的系数矩阵 L_2L_2 包含的系数存在强相似性,将 H_3H_3 包含的系数记为一维数据序列:

$$h = [h_1, h_2, \dots, h_n];$$

将 L_2L_2 包含的系数记为一维数据序列:

$$l = [l_1, l_2, \dots, l_n];$$

采用相似性判定准则,检测数据序列 $h = [h_1, h_2, \dots, h_n]$ 与 $l = [l_1, l_2, \dots, l_n]$ 的相似性 K_1 ,如果 K_1 大于预定阈值 K ,则当前有价文件鉴别为真;否则当前有价文件判定为假,拒收。

5. 如权利要求 4 所述的有价文件鉴别方法,其特征在于,步骤五中采用的相似性判定准则为相关系数法。

6. 如权利要求 4 所述的有价文件鉴别方法,其特征在于,步骤五中预定阈值 K 小于 1 且大于等于 0.8。

有价文件防伪特征生成方法及其鉴别方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及有价文件防伪技术,尤其涉及有价文件防伪特征的生成以及该有价文件的鉴别方法和鉴别装置。

背景技术

[0002] 随着社会经济的高速发展,货币发行流通量剧增,社会对货币自动处理设备的需求剧增,货币自动处理设备在诸如银行、货币清分中心、货币押运机构、超级商场、大型加油站、零售购物中心等领域和行业得到广泛的应用。

[0003] 然而,钞票等有价文件的防伪特征主要是从方便人的分辨和鉴别的角度来设计的。例如钞票防伪特征依据人的感觉器官的知觉能力范围来设计,包括触觉、视觉、听觉等。而多数钞票的防伪设计方案中,没有考虑如何让机器设备方便读取钞票防伪特征的问题。

[0004] 现有的基于人的感知的有价文件识别鉴伪方法如果从信号处理的角度来看,只利用了信号中人能感知到的那部分内容,所利用到的内容只是占据了整个信号的小部分,其余大部分的信号内容都被当做“冗余”而忽视掉了。同时,因为钞票防伪特征不是针对机器读取而专门设计,货币自动处理设备中的有价文件识别系统在鉴别钞票的真实属性时,货币自助处理设备传感器在扫描待鉴别有价文件时,获取到的仅仅是可用于实施有价文件识别的信息,比如光学传感器在扫描某币种 100 元面额纸币上变光油墨面额数字时,传感器获取的图像数据是无法反映变光油墨面额数字的变光特性这一防伪特征的,因此对该币种 100 元面额纸币上变光油墨面额数字的处理仅仅停留在识别的层面,无法实现鉴伪的效果。

[0005] 随着犯罪分子制造假钞技术的不断提高,拼接钞、变造币已达到相当高的仿真程度,甚至达到“以假乱真”的程度,导致社会假钞泛滥,给货币自动处理行业带来巨大的挑战,影响了社会的经济秩序,严重威胁国家金融安全。如果钞票的防伪特征不能被机器有效利用,对钞票防伪特征只停留在识别而做不到精确鉴伪层面,对于各式各样的假钞,现有的金融自助设备必将非常被动,国家金融秩序和社会和谐稳定必将面临严峻挑战。

[0006] 现有钞票鉴伪技术存在如下缺陷:金融自助设备无法读取钞票上的防伪特征的本质防伪特性,没有充分利用钞票的鉴伪信息,因此鉴伪能力不足。

发明内容

[0007] 本发明的目的之一在于提供一种有价文件防伪特征生成方法,使得金融自助设备能够读取有价文件的该防伪特征,提高金融自助设备对有价文件的鉴别能力。

[0008] 本发明另一目的在于提供一种有价文件鉴别方法,便于金融自助设备读取有价文件的本质性防伪特征,提高该金融自助设备的有价文件鉴别性能。

[0009] 本发明再一目的在于提供一种有价文件鉴别装置,其应用于金融自助设备中,使得该金融自助设备能读取有价文件防伪特征的本质性防伪特性,提高该金融自助设备的有价文件鉴伪性能。

[0010] 该有价文件防伪特征生成方法,包括:步骤一,通过一传感器扫描有价文件上一原

有防伪特征 M , 获得 M_1 , M_1 由人感知敏感的部分信息 M_{10} 和人感知不敏感的部分信息 M_{11} 组成, 设 M_2 是当前传感器获取不到的该防伪特征 M 的精确的防伪特性信息, M_2 由人感知敏感的部分信息 M_{20} 和人感知不敏感的部分信息 M_{21} 组成; 步骤二, 对 M_1 和 M_2 分别实施一种可逆变换 T , 分别实现对 M_1 和 M_2 人感知敏感部分和人感知不敏感部分的分离: $T(M_1)=[M_{10}, M_{11}]$, $T(M_2)=[M_{20}, M_{21}]$; 步骤三, 重新组织信号模式 $M_0=[M_{10}, M_{20}]$, 并对 M_0 实施可逆变换 T 的逆变换, $T'(M_0)=T'(M_{10}, M_{20})$; 以及步骤四, 将该 $T'(M_0)$ 加载于该有价文件上, 生成防伪特征。

[0011] 优选的, 该可逆变换 T 为小波变换。

[0012] 优选的, 步骤一中 M 为光变油墨面额数字的图像, M_1 为有价文件正对人眼时人眼观察到的该光变油墨面额数字的图像在空间域中的像素矩阵 $f_1(x, y)$, M_2 为有价文件倾斜一定角度时人眼观察到的该光变油墨面额数字的图像在空间域中的像素矩阵 $f_2(x, y)$; 步骤二中, 通过小波变换 W 对空间域像素矩阵进行频域变换: $W[f_1]=R_1$, $W[f_2]=R_2$; 其中

$R_1 = \begin{bmatrix} H_1H_1 & H_1L_1 \\ H_1L_1 & L_1L_1 \end{bmatrix}$, $R_2 = \begin{bmatrix} H_2H_2 & H_2L_2 \\ H_2L_2 & L_2L_2 \end{bmatrix}$, R_1 和 R_2 分别表示 $f_1(x, y)$ 和 $f_2(x, y)$ 经过小波变换后得到的频率域系数矩阵, 在 R_1 中 H_1H_1 表示最高频系数, 在 R_2 中 L_2L_2 表示最低频系数; 步骤三中, 用 R_2 中的 L_2L_2 替换 R_1 中的 H_1H_1 , 得到

$$[0013] \quad R_1' = \begin{bmatrix} L_2L_2 & H_1L_1 \\ H_1L_1 & L_1L_1 \end{bmatrix} \quad (\text{式 } 1)$$

[0014] 且, 利用小波变换 W 的逆变换 M 对 R_1' 实施变换: $M_R = M(R_1') = M \left(\begin{bmatrix} L_2L_2 & H_1L_1 \\ H_1L_1 & L_1L_1 \end{bmatrix} \right)$,

实现将频率域的小波系数矩阵 R_1' 反变换回空间域的像素矩阵 M_R ; 以及步骤四中, 将该空间域的像素矩阵 M_R 加载到有价文件上。

[0015] 本发明提供的该有价文件鉴别方法, 包括: 步骤一, 投入待鉴别有价文件, 开始流程; 步骤二, 通过一传感器获取当前待鉴别有价文件的图像信息; 步骤三, 图像信息预处理, 获取防伪特征的一般信息; 步骤四, 将该防伪特征的一般信息与存储在存储单元的标准数据进行模板匹配识别, 如果模板匹配成功, 则进行步骤五, 如果模板匹配识别失败, 则判定当前待鉴别有价文件为非法有价文件; 以及步骤五, 提取隐藏防伪特性, 在频率域对防伪特征实施准确鉴别, 令 $f_3(x, y)$ 表示防伪特征区域数字图像在空间域的像素矩阵, 对 $f_3(x, y)$ 进行与防伪特征生成过程中相同的小波变换, 令 $W[f_3]=R_3$,

$$[0016] \quad \text{设 } R_3 = \begin{bmatrix} H_3H_3 & H_3L_3 \\ H_3L_3 & L_3L_3 \end{bmatrix} \quad (\text{式 } 2)$$

[0017] 根据有价文件防伪特征生成方法, 式 2 中的系数矩阵 H_3H_3 包含的系数与式 1 中的系数矩阵 L_2L_2 包含的系数存在强相似性, 将 H_3H_3 包含的系数记为一维数据序列: $h = [h_1, h_2, \dots, h_n]$; 将 L_2L_2 包含的系数记为一维数据序列: $l = [l_1, l_2, \dots, l_n]$; 采用相似性判定准则, 检测数据序列 $h = [h_1, h_2, \dots, h_n]$ 与 $l = [l_1, l_2, \dots, l_n]$ 的相似性 K_1 , 如果 K_1 大于预定阈值 K , 则当前有价文件鉴别为真; 否则当前有价文件判定为假, 拒收。

[0018] 优选的, 步骤五中采用的相似性判定准则为相关系数法。

[0019] 优选的, 步骤五中预定阈值 K 小于 1 且大于等于 0.8。

[0020] 本发明还提供一种有价文件鉴别装置, 包括: 传感器, 用于获取待鉴别有价文件的

图像信息；信号预处理单元，对图像信息进行预处理，获取防伪特征的一般信息，为提取隐藏信息和精确鉴别作准备；存储单元，存储鉴别有价文件所需防伪特征的一般信息和隐藏信息的数据；隐藏信息获取单元，对预处理后的信息实施变换，提取隐藏信息；以及鉴别单元：将隐藏信息和一般信息分别与标准数据进行比较，输出鉴别结果。

[0021] 本发明提出一种利用防伪特征信息冗余来隐藏防伪特征精确信息的处理方式，在该处理方式下，有价文件防伪特征在人的感知上几乎没有变化，但金融自助设备中的有价文件鉴别装置却能有效的从传感器所获取的信号中提取出隐藏的防伪特征精确信息，并实施定量检测与鉴别，从而有效的鉴别有价文件的真伪。也就是说，通过给有价文件加载新的便于机器识别的防伪特征，以及给金融自助设备配置相应的有价文件鉴别装置，使得金融自助设备能够读取有价文件的该便于机器识别的防伪特征，提高了金融自助设备对有价文件的鉴别精度。

附图说明

- [0022] 图 1 为某币种 100 元面额纸币的图像信息；
- [0023] 图 2 为该币种 100 元面额纸币的光变油墨面额数字的垂直观察图，呈绿色；
- [0024] 图 3 为该币种 100 元面额纸币的光变油墨面额数字的倾斜观察图，呈浅青色；
- [0025] 图 4 为本发明实施例中提供的光变油墨面额数字防伪特征；
- [0026] 图 5 为加载了图 4 中光变油墨面额数字防伪特征的该币种 100 元面额纸币；
- [0027] 图 6 是本发明实施例提供的有价文件鉴别装置的系统结构图；
- [0028] 图 7 是本发明实施例提供的有价文件鉴别方法的流程图；
- [0029] 图 8 是本发明实施例中光学传感器采集到的图像；
- [0030] 图 9 是本发明实施例中有价文件的有效图像置于坐标系中的状态；
- [0031] 图 10 是本发明实施例中的光变油墨面额数字防伪特征在有价文件上的具体位置信息；以及
- [0032] 图 11 是本发明实施例中对防伪特征进行匹配识别的示意图。

具体实施方式

[0033] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0034] 本实施例以某币种 100 元面额纸币，如图 1 所示，为识别对象，以该币种 100 元面额纸币的光变油墨面额数字防伪特征，如图 2 所示，为处理对象，说明本发明的具体实施方式。

[0035] 第一部分，有价文件防伪特征生成方法。

[0036] 图 2 中的防伪特征是该币种 100 元面额纸币上光变油墨面额数字的垂直视图，呈绿色。将其倾斜时，会发生变光现象，观察结果呈浅青色，如图 3 所示。

[0037] 按照原有的该币种 100 元面额纸币印刷制造方式，在现有的钞票处理设备传感器配置情况下，机器上无法对光变油墨面额数字的这一光变特性进行精确的检测和鉴别。为

为了让钞票识别系统在进行钞票识别时能精确的检测和鉴别光变油墨面额数字的这一光变特性,设光学传感器采集到的光变油墨面额数字的图像(如图 2)在空间域中的像素矩阵为 $f_1(x, y)$,而将钞票倾斜一定角度,观察到的光变面额数字的图像(如图 3)在空间域的像素矩阵为 $f_2(x, y)$,对其进行如下处理:

[0038] ①实施频域变换

[0039] 将图 2 和图 3 由空间域的表述变换到频率域的表述,本实施方式中优选小波变换 W 对图 2 和图 3 的空间域像素矩阵进行频域变换。

[0040] 设

[0041] $W[f_1] = R_1$;

[0042] $W[f_2] = R_2$;

[0043] 其中 $R_1 = \begin{bmatrix} H_1H_1 & H_1L_1 \\ H_1L_1 & L_1L_1 \end{bmatrix}$, $R_2 = \begin{bmatrix} H_2H_2 & H_2L_2 \\ H_2L_2 & L_2L_2 \end{bmatrix}$ 分别表示图 2 和图 3 的空间域像素矩阵经过小波变换后得到的频率域系数矩阵。在 R_1 中 H_1H_1 表示最高频系数,在 R_2 中 L_2L_2 表示最低频系数。根据小波变换的性质可知,图 2 的能量主要集中于低频 L_1L_1 部分,图 3 的能量主要集中于低频 L_2L_2 部分。

[0044] ②隐藏处理,生成新的防伪特征

[0045] 用 R_2 中的 L_2L_2 替换 R_1 中的 H_1H_1 ,得到

[0046] $R_1' = \begin{bmatrix} L_2L_2 & H_1L_1 \\ H_1L_1 & L_1L_1 \end{bmatrix}$ (式 1)

[0047] 利用小波变换 W 的逆变换 M 对 R_1' 实施变换:

[0048] $M_R = M(R_1') = M\left(\begin{bmatrix} L_2L_2 & H_1L_1 \\ H_1L_1 & L_1L_1 \end{bmatrix}\right)$,

[0049] 实现将频率域的小波系数矩阵 R_1' 反变换回空间域的像素矩阵 M_R 。从人肉眼的观察角度,空间域图像 M_R 如图 4 所示与图像 2 基本没有差别,图 4 即是新生成的防伪特征模式。

[0050] ③新防伪特征加载,将图 4 加载到该币种 100 元面额纸币上,如图 5 所示。上述方法生成的有价文件的该防伪特征,便于金融自助设备读取,使得金融自助设备对有价文件的鉴别能力提高。

[0051] 第二部分,有价文件鉴别方法。

[0052] 如图 7 所示,本实施例提供的有价文件鉴别方法具体的操作流程如下:

[0053] (1) 投入待鉴别有价文件,开始流程;

[0054] (2) 通过一传感器获取当前待鉴别有价文件的图像信息,如图 8 所示;

[0055] (3) 信号预处理,利用现有图像切割技术,将当前有价文件的有效区域从背景区域中切割出来,以当前介质图像左下顶点为坐标原点,左边缘所在直线方向为纵坐标方向,下边缘所在直线方向为横坐标方向,并将当前介质的图像置于坐标系 XOY ,如图 9 所示,获取防伪特征的一般信息。

[0056] (4) 如图 10 中的蓝色线条框出区域为防伪特征区域,在空间域,选择当前介质的防伪特征的一般信息,与存储在存储单元的标准数据进行模板匹配识别,如图 11 所示,如果模板匹配识别失败,则判定当前待识别的介质为非法有价文件,否则执行如下步骤:

[0057] (5) 提取隐藏防伪特性,在频率域对防伪特征实施准确鉴别。令 $f_3(x, y)$ 表示图 10 中的特征区域数字图像在空间域的像素矩阵,对 $f_3(x, y)$ 进行与防伪特征生成过程中相同的小波变换,令 $W[f_3] = R_3$ 。

$$[0058] \quad \text{设 } R_3 = \begin{bmatrix} H_3 H_3 & H_3 L_3 \\ H_3 L_3 & L_3 L_3 \end{bmatrix} \text{ (式 2)}$$

[0059] 根据对防伪特征生成过程的知识可知,对于真实的该币种 100 元面额纸币,式 2 中的系数矩阵 $H_3 H_3$ 包含的系数与式 1 中的系数矩阵 $L_2 L_2$ 包含的系数应该存在很强的相似性。不妨将 $H_3 H_3$ 包含的系数记为一维数据序列:

$$[0060] \quad h = [h_1, h_2, \dots, h_n];$$

[0061] 将 $L_2 L_2$ 包含的系数记为一维数据序列:

$$[0062] \quad l = [l_1, l_2, \dots, l_n];$$

[0063] 选择一种相似性判定准则,例如相关系数法,检测数据序列 $h = [h_1, h_2, \dots, h_n]$ 和 $l = [l_1, l_2, \dots, l_n]$ 的相似性 K_1 ,如果二者相似性 K_1 大于设定阈值 K (本发明中优选 $K=0.8$),则防伪特征鉴别成功,当前投入介质鉴别为真;否则当前投入介质判定为假,拒收。

[0064] 在本实施方式中,重新构造了防伪特征并加载于有价文件之上,在有价文件实时鉴伪识别的过程中,从频域对防伪特征的防伪特性实施精确检测,达到对有价文件的准确鉴伪识别。

[0065] 第三部分有价文件鉴别装置

[0066] 本实施例提供的有价文件鉴别装置系统结构图如图 6 所示,包括:传感器:用于获取待识别介质的防伪特征信息;信号预处理单元:对防伪特征信息进行预处理,获取防伪特征的一般信息,为提取隐藏信息和鉴伪做准备;存储单元:存储识别介质所需防伪特征一般信息和隐藏信息的标准数据;隐藏信息获取单元:对预处理后的信息实施变换,提取隐藏信息;鉴伪单元:将隐藏信息和一般信息分别标准数据进行比较,输出鉴别结果。

[0067] 给金融自助设备配置上述有价文件鉴别装置,使得金融自助设备能够读取有价文件的该便于机器识别的防伪特征,提高了金融自助设备对有价文件的鉴别精度。

[0068] 惟以上所述仅为本发明的较佳实施例,非意欲局限本发明的专利保护范围,故举凡运用本发明说明书及图式内容所为的等效变化,均同理皆包含于本发明的权利保护范围内,合予陈明。

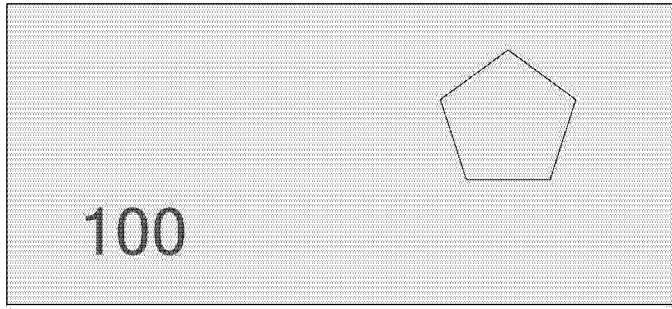


图 1



图 2

图 3

图 4

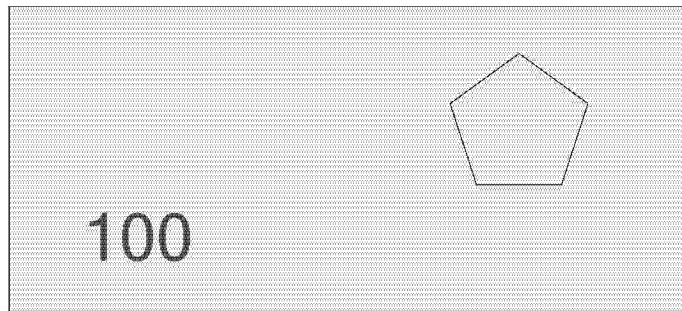


图 5

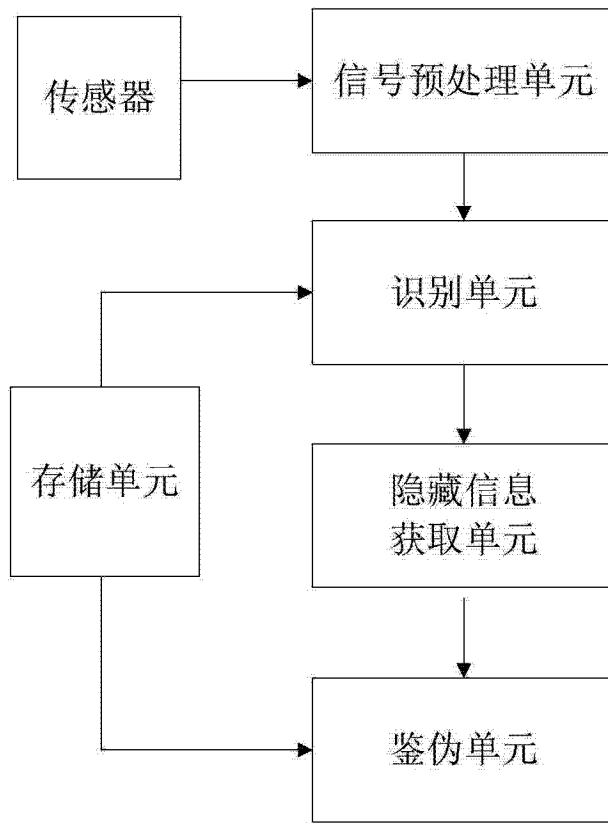


图 6

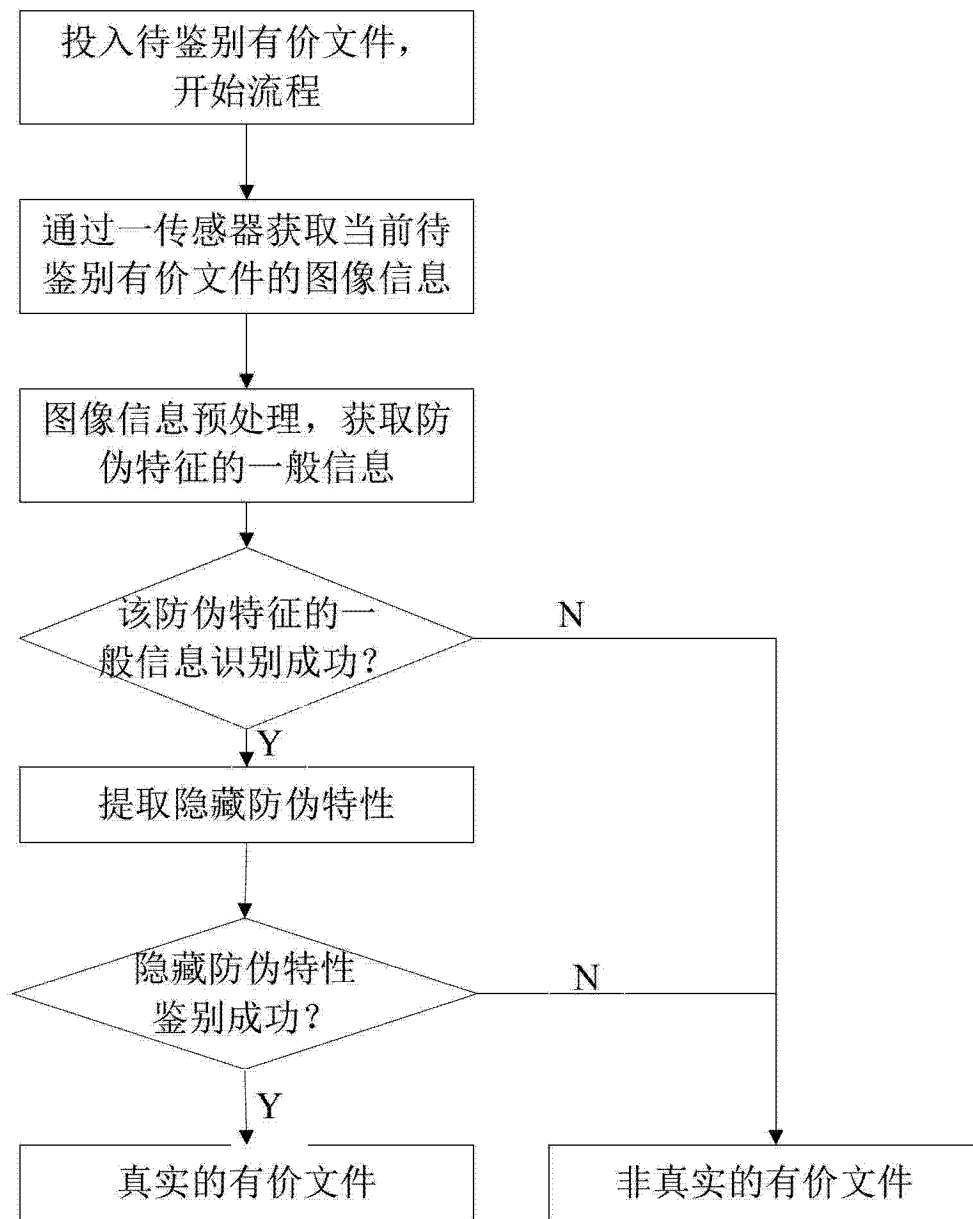


图 7

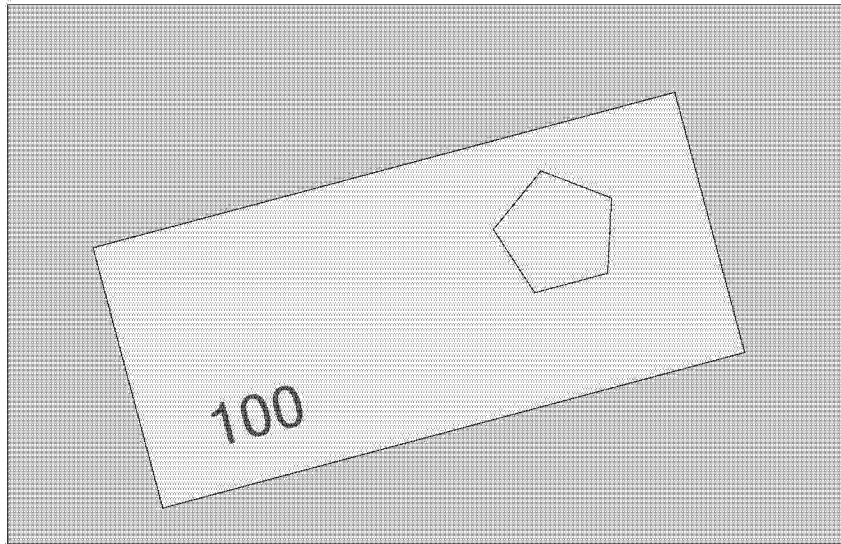


图 8

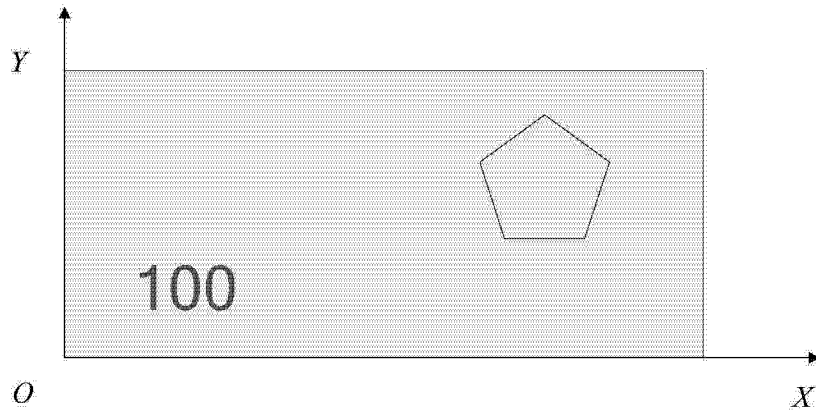


图 9

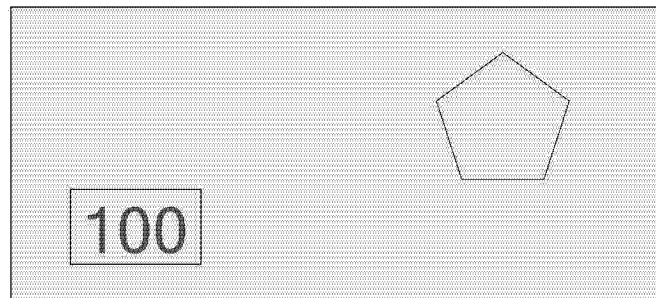


图 10

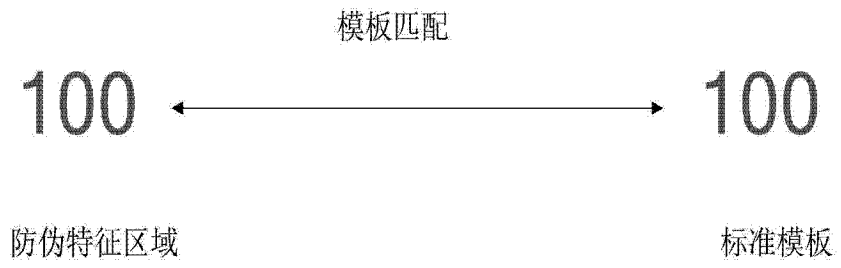


图 11