

SRM高维特征隐写分析原理与应用

原创

Jhon-ranble 于 2021-07-19 09:24:25 发布 1076 收藏 15

分类专栏: 隐写分析 文章标签: 信息安全

版权声明: 本文为博主原创文章, 遵循CC 4.0 BY-SA 版权协议, 转载请附上原文出处链接和本声明。

本文链接: https://blog.csdn.net/Jhon_ranble/article/details/118786616

版权



隐写分析 专栏收录该内容

1 篇文章 0 订阅

订阅专栏

一、SRM简介

SRM(Spatial Rich Model)为基于空域富模型的隐写分析方法,由Fridrich等人^[1]提出,主要用于空域编码图像的隐写分析,在基于传统的提取手工特征的方式中占据主流地位。SRM采用了多个子模型(sub-model)以提取更多类型的特征,使得能够更好地表征隐写对邻域像素多种相关性的破坏。所谓“子模型”,指的是图像经过特定的滤波后再提取相应特征,由于邻域相关性可以通过局部像素之间的预测误差表示,这里滤波一般指输出这种预测误差的操作,这类误差一般被称为残差(residuals)。

二、特征提取步骤

设 $X = (X_i) \in \{0, \dots, 255\}$ 表示灰度图像像素或彩色图像亮度域像素, SRM特征的提取一般分为以下几个步骤。

1、计算残差

通过以下公式计算残差

$$R = (R_i) \in \mathbb{R}$$

2、量化与截断

将以上实数残差 R 进行以下量化与截断。

$$R \leftarrow \left(\frac{R}{\tau} \right) \cdot T_{\text{sign}}(x),$$

3、统计共生矩阵(co-occurrence matrix)

SRM特征最终表现为在每个子模型下以上截断残差的4阶联合分布形式,即残差水平或垂直方向上4个连续样点

$d = (d_1, d_2, d_3, d_4) \in \tau \times \dots \times \tau$ 的联合分布概率估计。水平方向的估计为:

三、核心技术解析

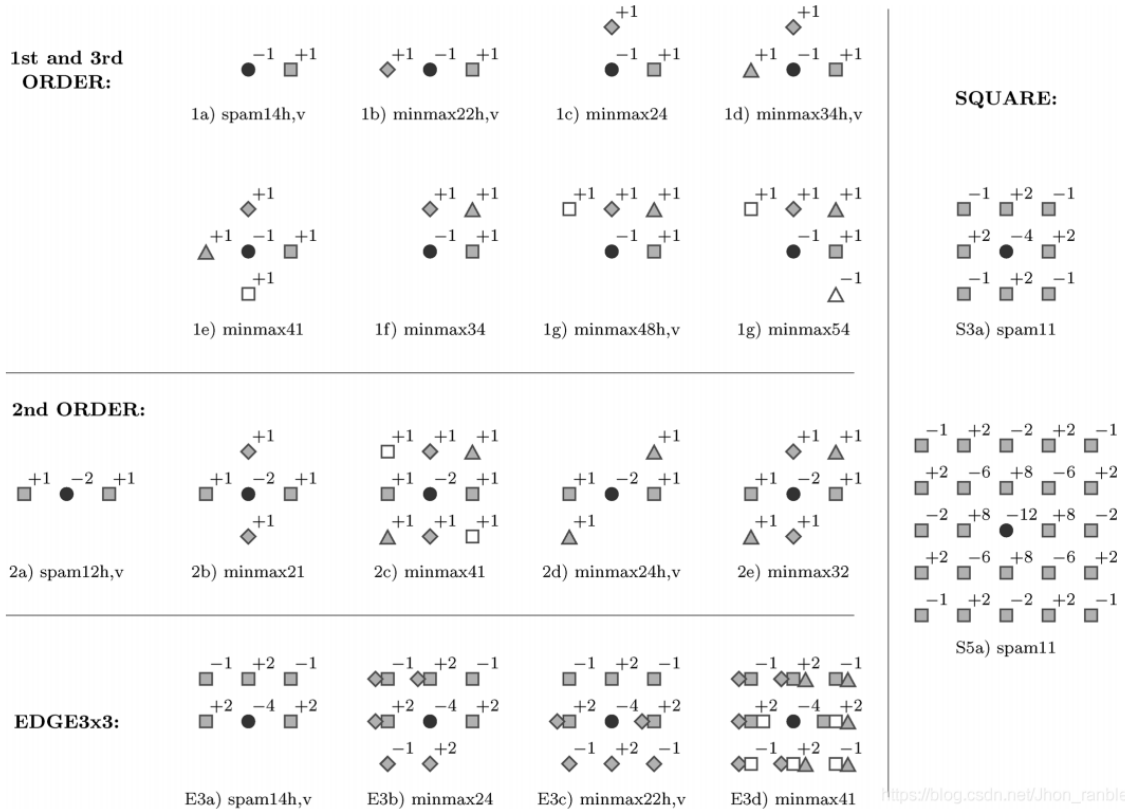


图1 SRM残差滤波核示意: 黑圆点为被预测点, 其他用于预测, 不同形状代表不同预测方法, 最大值与最小值在不同预测值之间选择; 3阶残差(3a)-(3h)未给出, 但不难基于公式

$$R = -X + 3X + X - ;$$

1、各种类型的残差计算

残差主要包括一阶、二阶、三阶、SQUARE、EDGE3×3、EDGE5×5共6类，每类残差中又分为线性滤波残差与非线性滤波残差；图1分别描绘了部分残差的计算方法。

线性残差计算：

- (1) 一阶残差：用一个相邻像素预测当前像素的误差，如图1中(1a)描述的残差是 $R = X - X$ 。
- (2) 二阶残差：用两个相邻像素预测当前像素的误差，如图1中(2a)描述的残差是 $R = X + X - 2X$ 。
- (3) 三阶残差：用三个相邻像素预测当前像素的误差，与二阶残差类似， $R = -X + 3X - 2X$ 。
- (4) SQUARE、EDGE3×3、EDGE5×5残差：在计算中使用了更多方向的邻域像素。其中，3×3和5×5的SQUARE核卷积为：

$$\begin{matrix} 2+1 \\ | \\ -42 \end{matrix}$$

2-1

非线性残差计算：通过求取两个或更多线性滤波残差的最大值或最小值得到的，“子类型名标识”中的滤波器数就是指数求极值前使用的线性滤波器数量，对应除黑圆点外不同形状点的数量。

2、残差的方向性与对称性

如果将图像旋转90°后，残差未发生变化，则认为其无方向性，否则认为有方向性。如果将图像旋转90°后，共生矩阵未发生变化，则称相应残差水平与垂直对称，无方向性残差具有这种对称性。

3、子类型残差命名与共生矩阵计数

子类型名为：

`name=ftime\f\m\scan`，其中，type为前面六大类残差下的子类型名，只有spam与minmax两种。f表示使用的线性滤波函数，即图1中单个子模型中除黑圆点外其它

由此，一阶残差由22个共生矩阵，每个对应一个类型的残差或子模型。其中图1的(1a)、(1c)、(1e)、(1f)、(1h)各2个，(1b)、(1d)、(1g)各4个；同理，三阶残差也有22个共生矩阵；二阶残差共有12个共生矩阵，图1的(2a)、(2b)、(2c)、(2e)各2个，(2d)有4个。SQUARE有2个共生矩阵，对应图1中的(S3a)、(S5a)；EDGE3×3和EDGE5×5均有10个共生矩阵，图1的(E3a)、(E3b)、(E3d)各2个，(E3c)有4个。因此，总共有22+12+22+2+10+10=78个共生矩阵。

4、共生矩阵对称性的利用

一般认为，负残差图像(按照均值轴线性向符号相反方向对称映射)的统计特性基本不变，即正负符号对称；图像信号在相反扫描方向上统计特性基本一致，即有扫描方向对称。因此，对spam子类型的4阶共生矩阵可以进行以下合并：

$$\leftarrow C + C$$

4、量化步长的确定

残差的阶 c 是被预测像素值的倍数，因此，量化步长 q 的选择与它相关。在论文中，考虑到用多个量化步长进一步丰富特征的表达能力，因此取 $q \in [c, 2c]$ 并满足

参考文献

[1]Fridrich J,Kodovsky J. Rich models for steganalysis of digital images. IEEE Transactions on Information Forensics and Security,2012,7(3):868-882.
 [2]http://dde.binghamton.edu/download/feature_extractors/
 [3]赵险峰,张宏.隐写学原理与技术[M].北京:科学出版社,2018:127-132.