

## 一、实验原理

- 1.1 STDM嵌入
- 1.2 水印解码
- 1.3 理论性能计算
- 1.4 高斯噪声添加

## 二、实验目的

## 三、结论和分析

- 3.1 实验结果
- 3.2 错误率曲线绘制
  - 3.2.1 步长为4, std变化时:
  - 3.2.2 std为2, 步长变化时:
  - 3.2.3 std为4, 步长变化时:
- 3.3 实验结论

# 一、实验原理

## 1.1 STDM嵌入

基于扩展变换的抖动调制（STDM），也称为量化投影技术，因为STDM是对投影的量化。该技术具有扩频技术将信息嵌入在多个宿主数据中来提高系统性能和量化技术通过抑制宿主干扰提高系统性能的双重特点，本质上来说还是量化技术。

水印的嵌入规则可以写作：

$$s_i = x_i + [q_b(\bar{x}) - \bar{x}]w_i, \text{ 其中 } i = 1, 2, \dots$$

其中： $x_i$ 表示宿主作品， $s_i$ 表示加入水印后的作品。

该嵌入规则实际上是用扩频嵌入规则表示的，而嵌入强度是由量化技术决定的。

## 1.2 水印解码

由于STDM本质上是一个量化水印技术，所以可以使用量化水印的解码方法，即：

$$\begin{cases} |q_0(\bar{Y}) - \bar{Y}| < |q_1(\bar{Y}) - \bar{Y}|, \text{ 则 } b' = 0 \\ |q_0(\bar{Y}) - \bar{Y}| > |q_1(\bar{Y}) - \bar{Y}|, \text{ 则 } b' = 1 \end{cases}$$

## 1.3 理论性能计算

理论错误率的计算公式为：

$$p_e = \sum_{m=-\infty}^{\infty} Q\left[\frac{\sqrt{N}(m\Delta + \Delta/4)}{\sigma_V}\right] - Q\left[\frac{\sqrt{N}(m\Delta + 3\Delta/4)}{\sigma_V}\right]$$

其中Q()函数可以从互补误差函数变换得到：

$$\operatorname{erfc}(x) = 1 - \operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^{+\infty} \exp(-t^2) dt$$

$$Q(x) = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}(x/\sqrt{2})$$

$\Delta$ 为嵌入步长， $\sigma_V$ 为数组V的方差。

## 1.4 高斯噪声添加

要添加高斯噪声，即对宿主信号的每个值加上符合高斯分布的随机数。获得高斯随机数在第一次实验中就已完成，这里采用的是梅森扭转器法。

```
void STDM::addGaussAttack(double std,double s[],double v[]) {  
    //在数组v里生成NUM个高斯随机数  
    GaussGen(v, std);  
    //将噪声添加到嵌入后的宿主信号中  
    for (int i = 0; i < NUM; i++) {  
        y[i] = s[i] + v[i]; //嵌入后加噪声  
    }  
}
```

## 二、实验目的

利用Monte-Carlo仿真比较实验的实际错误率和理论错误率，从而验证STDM算法的性能。

## 三、结论和分析

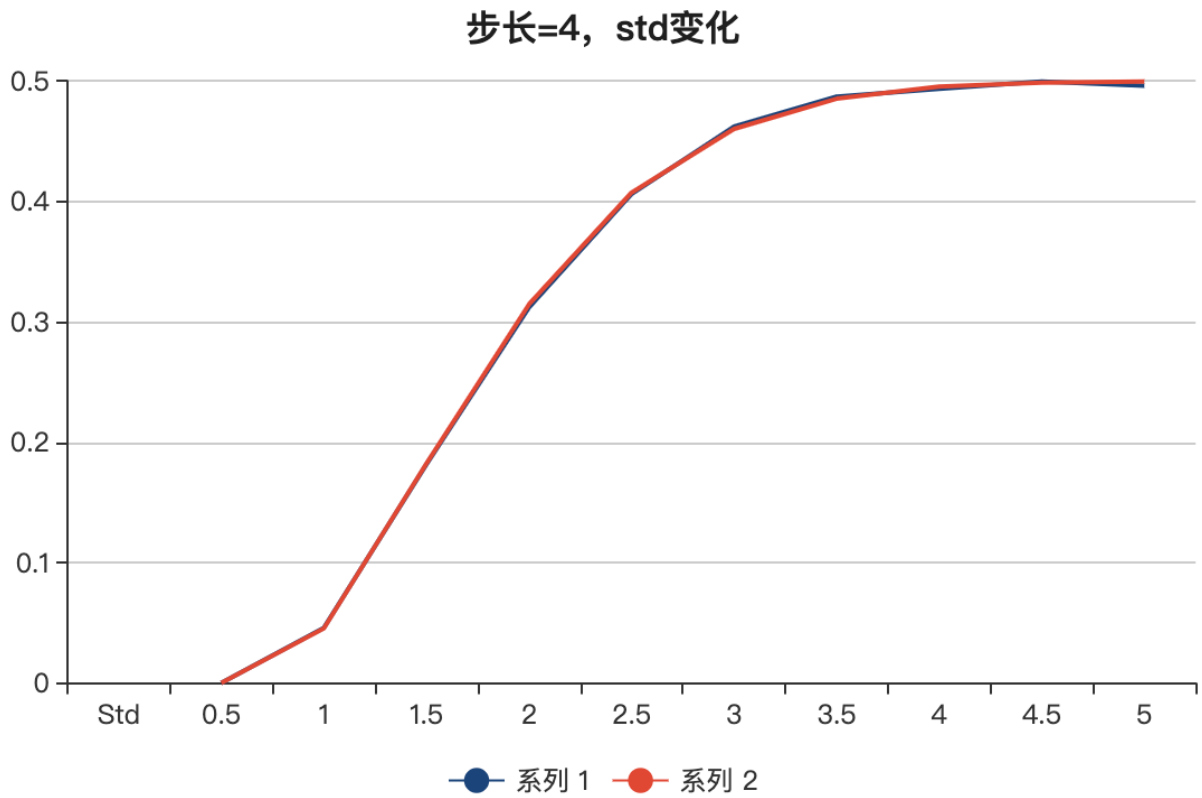
### 3.1 实验结果

```

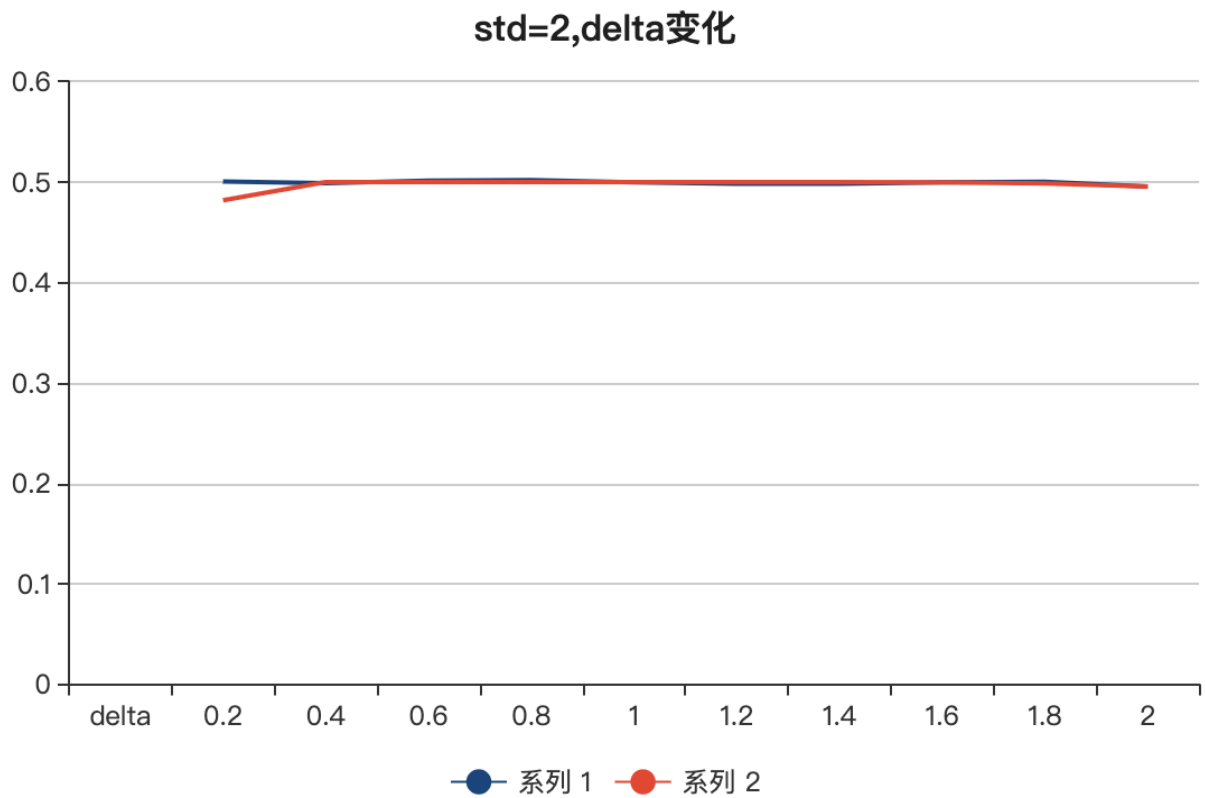
当步长为4, STD为0.5时, 实验错误率为: 5e-05; 理论错误率为: 6.33425e-05
当步长为4, STD为1时, 实验错误率为: 0.04595; 理论错误率为: 0.0455003
当步长为4, STD为1.5时, 实验错误率为: 0.18164; 理论错误率为: 0.182359
当步长为4, STD为2时, 实验错误率为: 0.31195; 理论错误率为: 0.314611
当步长为4, STD为2.5时, 实验错误率为: 0.40624; 理论错误率为: 0.407379
当步长为4, STD为3时, 实验错误率为: 0.46227; 理论错误率为: 0.46034
当步长为4, STD为3.5时, 实验错误率为: 0.48715; 理论错误率为: 0.485445
当步长为4, STD为4时, 实验错误率为: 0.49361; 理论错误率为: 0.495422
当步长为4, STD为4.5时, 实验错误率为: 0.49978; 理论错误率为: 0.498766
当步长为4, STD为5时, 实验错误率为: 0.49611; 理论错误率为: 0.499715
当std为2, 嵌入步长为 0.2时, 实验错误率为: 0.50063; 理论错误率为: 0.481789
当std为2, 嵌入步长为 0.4时, 实验错误率为: 0.49893; 理论错误率为: 0.499983
当std为2, 嵌入步长为 0.6时, 实验错误率为: 0.50134; 理论错误率为: 0.5
当std为2, 嵌入步长为 0.8时, 实验错误率为: 0.50187; 理论错误率为: 0.5
当std为2, 嵌入步长为 1时, 实验错误率为: 0.49977; 理论错误率为: 0.5
当std为2, 嵌入步长为 1.2时, 实验错误率为: 0.49841; 理论错误率为: 0.499999
当std为2, 嵌入步长为 1.4时, 实验错误率为: 0.49816; 理论错误率为: 0.499973
当std为2, 嵌入步长为 1.6时, 实验错误率为: 0.49979; 理论错误率为: 0.499715
当std为2, 嵌入步长为 1.8时, 实验错误率为: 0.50103; 理论错误率为: 0.498561
当std为2, 嵌入步长为 2时, 实验错误率为: 0.4955; 理论错误率为: 0.495422
当std为4, 嵌入步长为 0.2时, 实验错误率为: 0.498; 理论错误率为: 0.352915
当std为4, 嵌入步长为 0.4时, 实验错误率为: 0.50306; 理论错误率为: 0.481789
当std为4, 嵌入步长为 0.6时, 实验错误率为: 0.49942; 理论错误率为: 0.49911
当std为4, 嵌入步长为 0.8时, 实验错误率为: 0.49916; 理论错误率为: 0.499983
当std为4, 嵌入步长为 1时, 实验错误率为: 0.49958; 理论错误率为: 0.5
当std为4, 嵌入步长为 1.2时, 实验错误率为: 0.499; 理论错误率为: 0.5
当std为4, 嵌入步长为 1.4时, 实验错误率为: 0.49897; 理论错误率为: 0.5
当std为4, 嵌入步长为 1.6时, 实验错误率为: 0.49986; 理论错误率为: 0.5
当std为4, 嵌入步长为 1.8时, 实验错误率为: 0.50532; 理论错误率为: 0.5
当std为4, 嵌入步长为 2时, 实验错误率为: 0.49664; 理论错误率为: 0.5
Program ended with exit code: 0
```

### 3.2 错误率曲线绘制

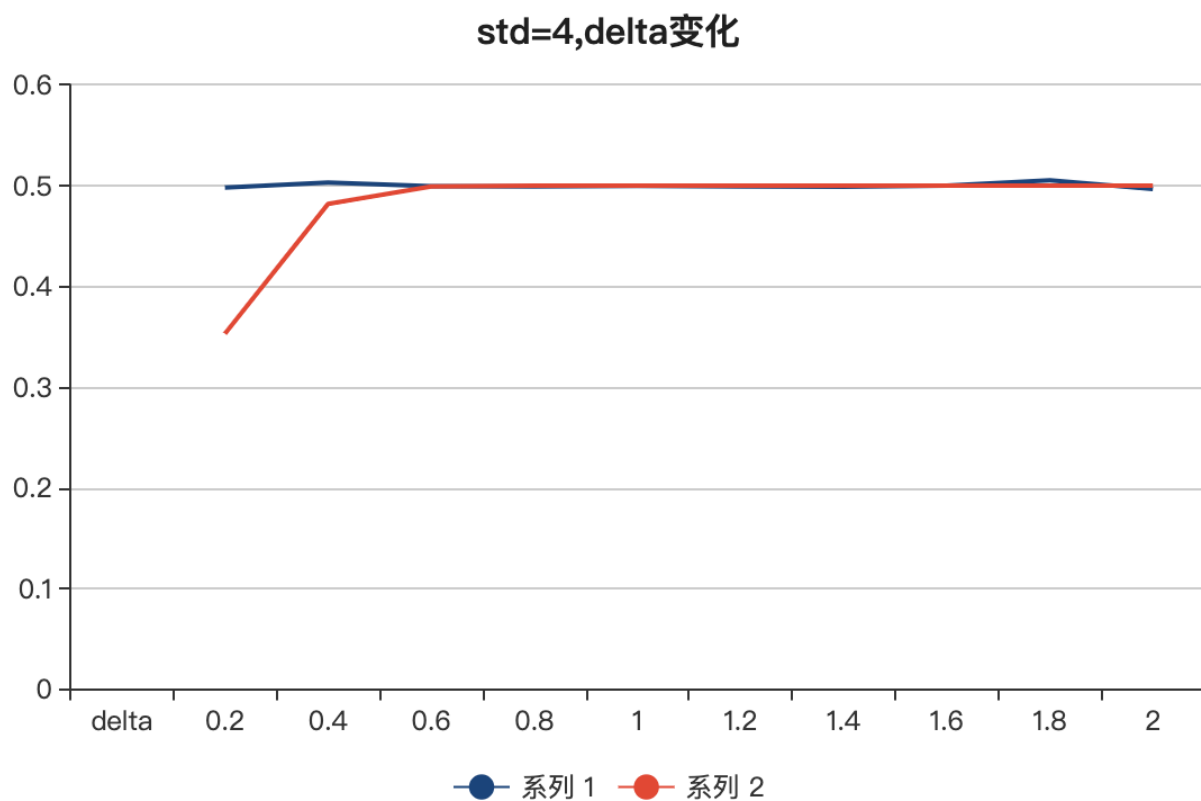
#### 3.2.1 步长为4, std变化时:



### 3.2.2 std为2, 步长变化时:



### 3.2.3 std为4，步长变化时：



## 3.3 实验结论

当嵌入步长不变，std变化时，理论错误率和实验错误率没有较大误差；

当std不变，嵌入步长变化时，二者的误差随着嵌入步长的增加而减小。