现代密码学

第二十四讲 分组密码的工作模式1

信息与软件工程学院

为什么需要工作模式？

- 分组密码的工作模式是：根据不同的数据格式和安全性要求，以一个具体的分组密码算法为基础构造一个分组密码系统的方法
- 分组密码的工作模式应当力求简单，有效和易于实现
- 需要采用适当的工作模式来隐蔽明文的统计特性、数据的格式等
- 降低删除、重放、插入和伪造成功的机会

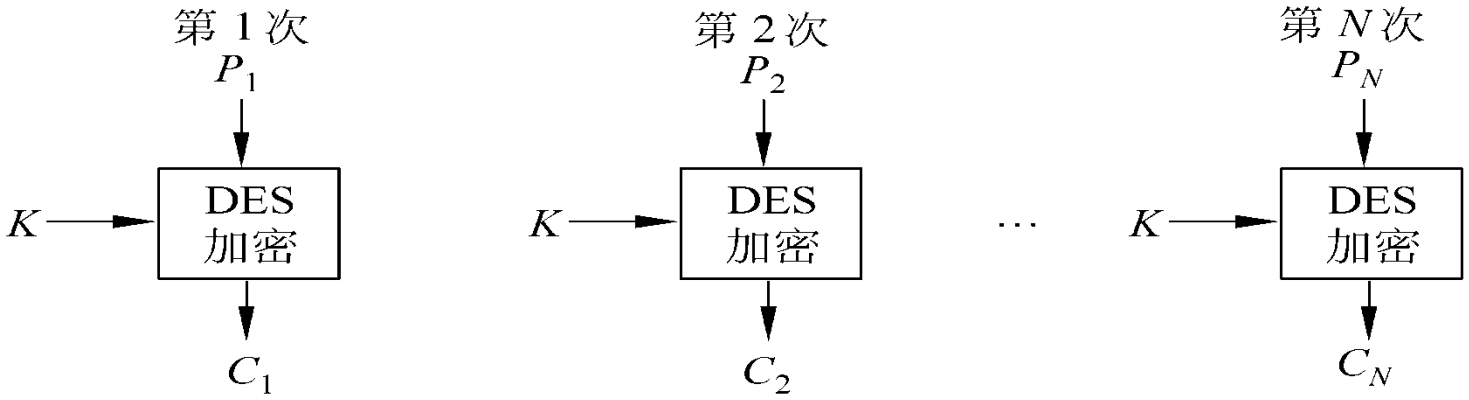
分组密码的主要工作模式

1. 电码本(ECB)模式
2. 密码分组链接(CBC)模式
3. 密码反馈(CFB)模式
4. 输出反馈(OFB)模式
5. 计数器模式

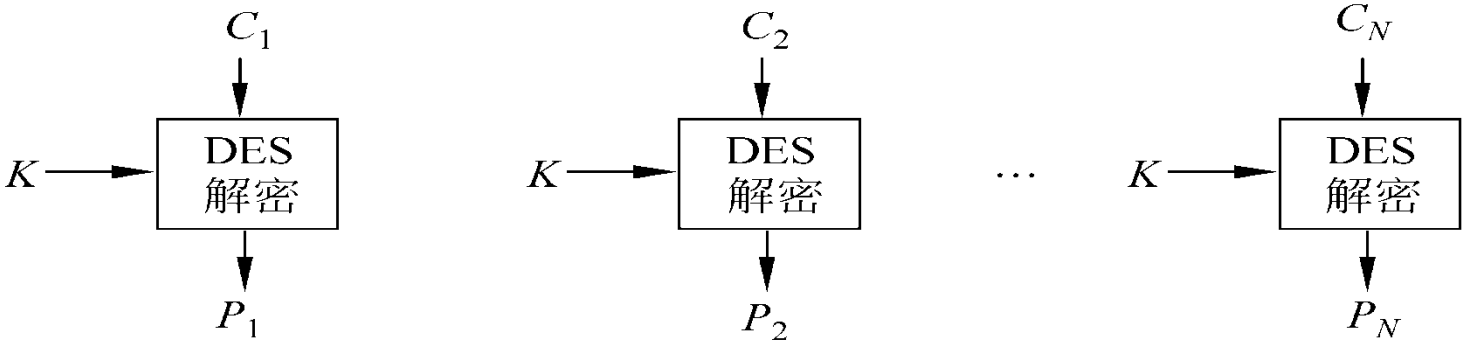
第二十四讲 分组密码的工作模式1

- 电码本(ECB)模式
- 密码分组链接(CBC)模式

电码本ECB（Electronic Code Book）模式



(a) 加密



(b) 解密

ECB模式的优、缺点

- 优点：
  （1）实现简单;
  （2）不同明文分组的加密可并行实施，尤其是硬件实现时速度很快
- 缺点：
  （1）相同明文分组对应相同密文分组
  （2）不能隐蔽明文分组的统计规律和结构规律,不能抵抗替换攻击
- 应用：
  （1）用于随机数的加密保护
  （2）用于单分组明文的加密

电码本模式缺陷的例子

- 例: 假设银行A和银行B之间的资金转帐系统所使用报文模式如下：

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
时间标记	发送银行		接收银行	储户姓名 1						储户帐号 1		存款金额

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
时间标记	发送银行		接收银行	储户姓名 2						储户帐号 2		存款金额

- 敌手C通过截收从A到B的加密消息，只要将第5至第12分组替换为自己的姓名和帐号相对应的密文，即可将别人的存款存入自己的帐号。

第二十四讲 分组密码的工作模式1

- 电码本(ECB)模式
- 密码分组链接(CBC)模式

密码分组链接CBC（Cipher Block Chaining）模式

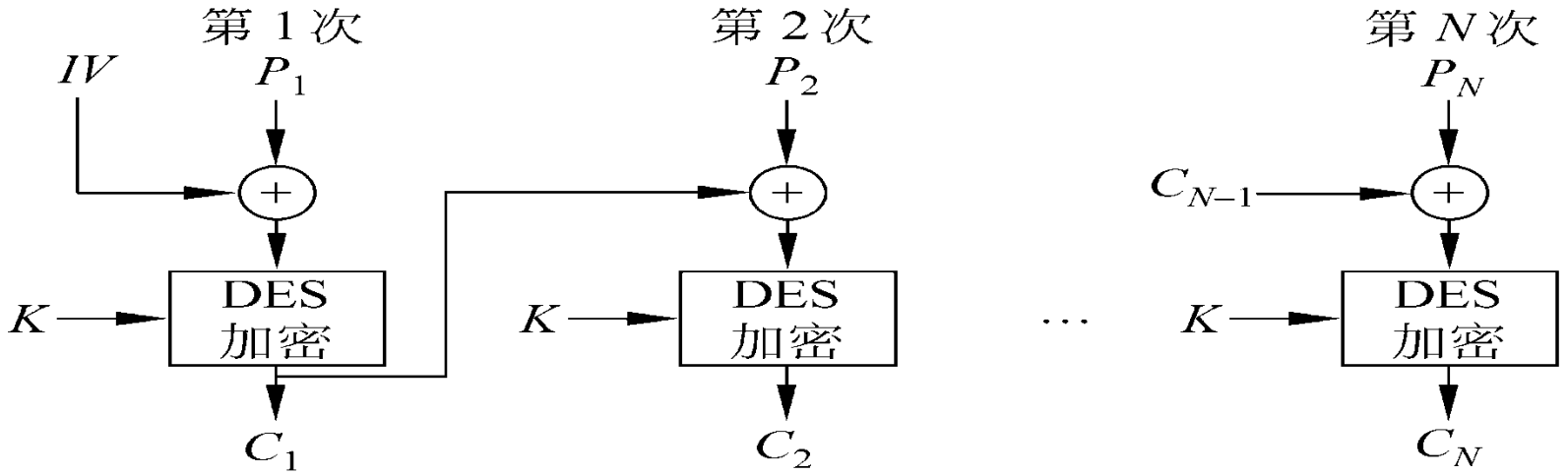
- 这种模式先将明文分组与上一次的密文块进行按比特异或，然后再进行加密处理。这种模式必须选择一个初始向量c_0=IV，用于加密第一块明文。
- 加密过程为

$$c_i = E_k(m_i \oplus c_{i-1})$$

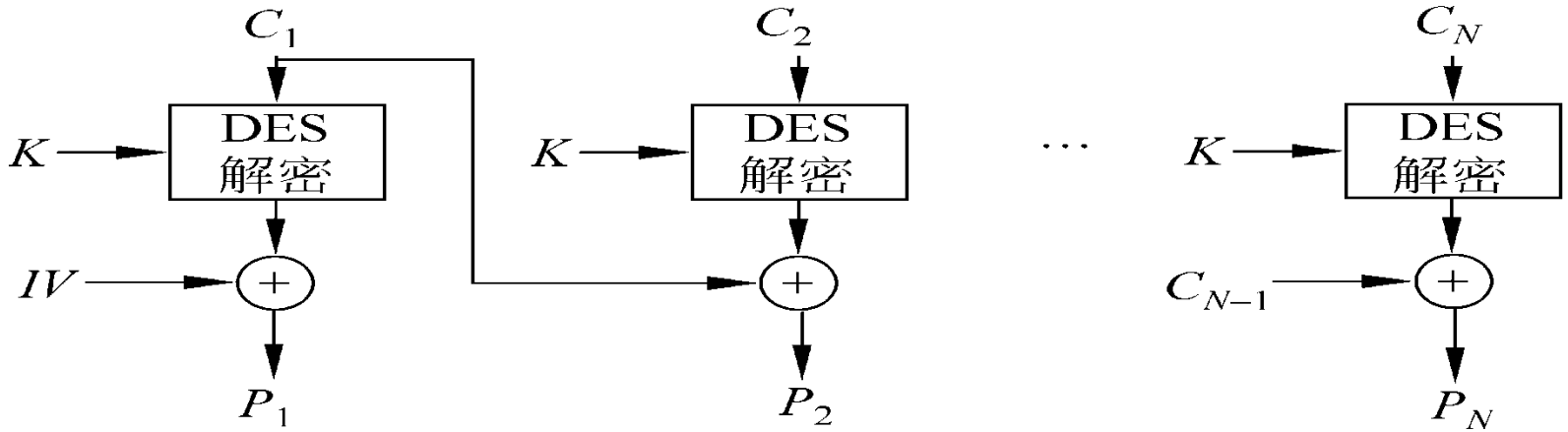
- 解密过程为

$$m_i = D_k(c_i) \oplus c_{i-1}$$

密码分组链接CBC（Cipher Block Chaining）模式



(a) 加密



(b) 解密

CBC模式的特点

1. 明文块的统计特性得到了隐蔽
   - 由于在CBC模式中，各密文块不仅与当前明文块有关，而且还与以前的明文块及初始化向量有关，从而使明文的统计规律在密文中得到了较好的隐藏
2. 具有有限的(两步)错误传播特性
   - 一个密文块的错误将导致两个密文块不能正确解密
3. 具有自同步功能
   - 密文出现丢块和错块不影响后续密文块的解密.若从第t块起密文块正确，则第t+1个明文块就能正确求出

利用CBC模式实现报文的完整性认证

- 目的:检查文件在(直接或加密)传输和存储中是否遭到有意或无意的篡改.
- 关键技术:

  (1) 文件的制造者和检验者共享一个密钥

  (2) 文件的明文必须具有检验者预先知道的冗余度

  (3) 文件的制造者用共享密钥对具有约定冗余度的明文用**CBC**模式加密

  (4) 文件的检验者用共享密钥对密文解密，并检验约定冗余度是否正确

报文完整性认证的具体实现技术

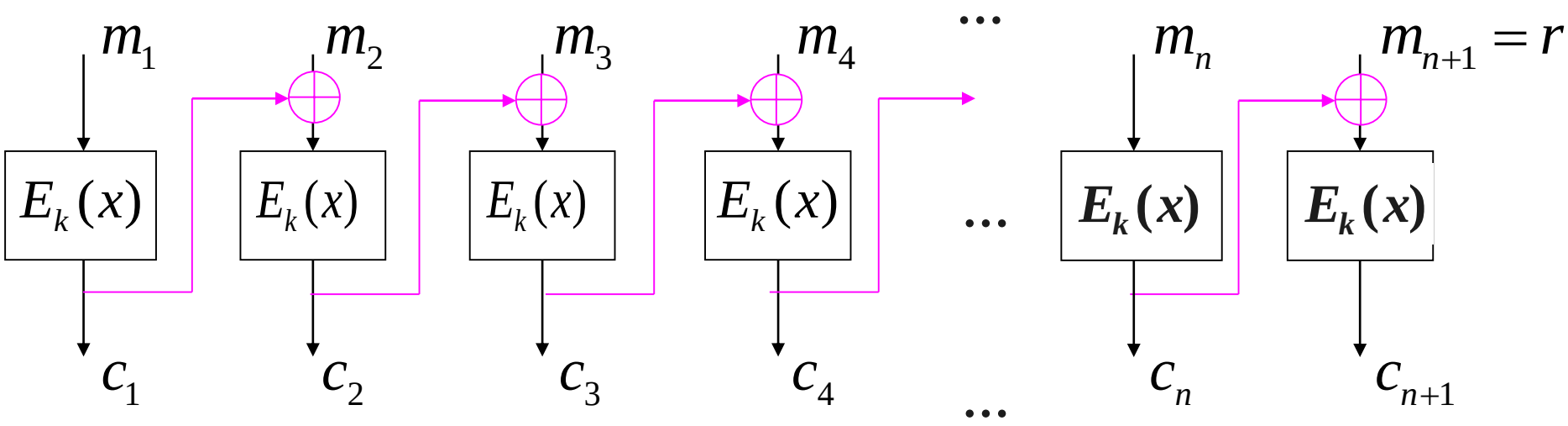
- (1) 文件的制造者和检验者共享一个密钥；
- (2) 利用文件的明文**m**产生一个奇偶校验码**r**的分组；
- (3) 采用分组密码的**CBC**模式，对附带校验码的已扩充的明文**(m, r)**进行加密，得到的最后一个密文分组就是认证码

认证码生成

n个分组明文$m=(m_1,\cdots,m_n)$，校验码为

$$r=m_{n+1}=m_1\oplus\cdots\oplus m_n$$

C_{n+1}为认证码。

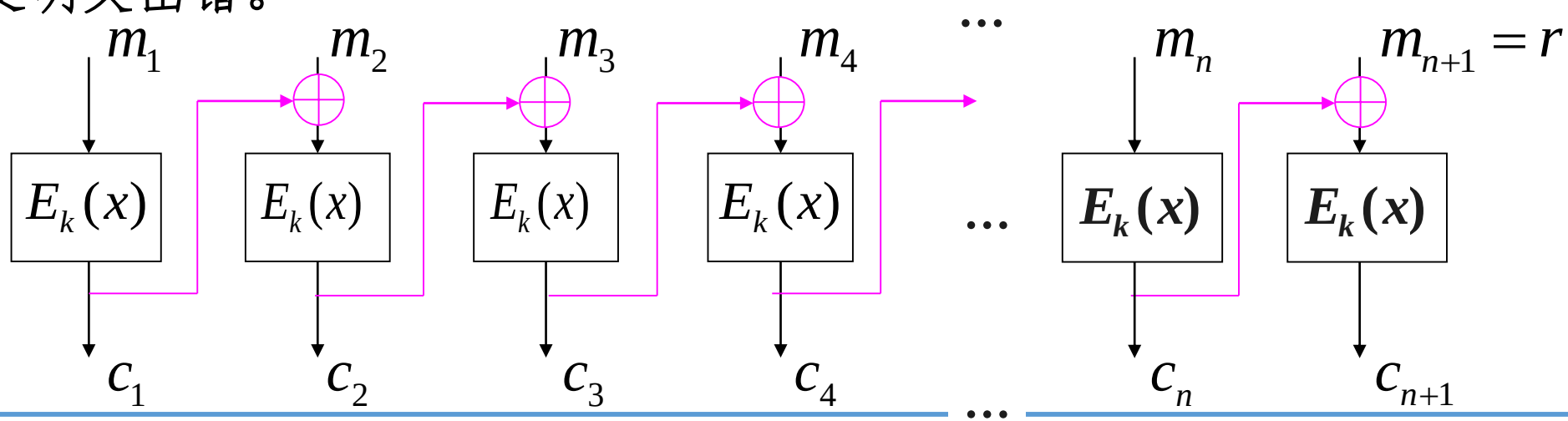


(1) 仅需对明文认证,而不需加密时,传送明文m和认证码C_{n+1}，此时也可仅保留C_{n+1}的 t 个比特作为认证码;

(2) 既需对明文认证,又需要加密时,传送密文C和认证码C_{n+1}

认证码检验

- （1）仅需对明文认证而不需加密时,此时验证者仅收到明文m和认证码C_{n+1}，他需要：
- **Step1** 产生明文m的校验码 $r = m_{n+1} = m_1 \oplus \cdots \oplus m_n$
- **Step2** 利用共享密钥使用CBC模式对(m,r)加密，将得到的最后一个密文分组与接收到的认证码C_{n+1}比较，二者一致时判定接收的明文无错；二者不一致时判定明文出错。



感 谢 聆 听!

xynie@uestc.edu.cn