Современная криптография

ХОТЯ ЗДЕСЬ СКОРЕЕ ПРО КРИПТОАНАЛИЗ

Типы шифрования

- Симметричное
- Асимметричное

Симметричное шифрование

- Ключ шифрования равен ключу расшифровки
- Самые древние виды шифрования относятся к этому типу
- Самые известные представители – AES, DES, RC4

Для секретного ключа K

Encrypt(M,K) = C

Decrypt(C,K) = M

Применения симметричного шифрования

- Быстрое шифрование данных
- Возможность потокового шифрования

Асимметричное шифрование

- Ключ шифрования НЕ равен ключу расшифровки
- Изобретен 40 лет назад
- Самые известные представители – RSA, ECC

Для секретной пары ключей K и K’

Encrypt(M,K) = C

Decrypt(C,K’) = M

K’!=K

Применения асимметричного шифрования

- Обмен ключами симметричного шифрования
- Проверка подлинности

Блочные шифры

- Шифруют блоками постоянного размера
- Все асимметричные шифры относятся к блочным
- Популярные симметричные – тоже (AES, DES)
- Идеальный блочный шифр являет собой шифр подстановки, заменяющий один блок текста на другой, причем взаимосвязь полностью задается ключом, однако восстановить по ней ключ невозможно

Потоковые шифры

- Генерируют ключевой поток
- Позволяют шифровать буквально по одному биту
- Шифрование часто совпадает с расшифровкой

Операция шифрования обычно выглядит как

???????? – ключевой поток

⊕ – XOR (побитовое сложение по модулю 2)

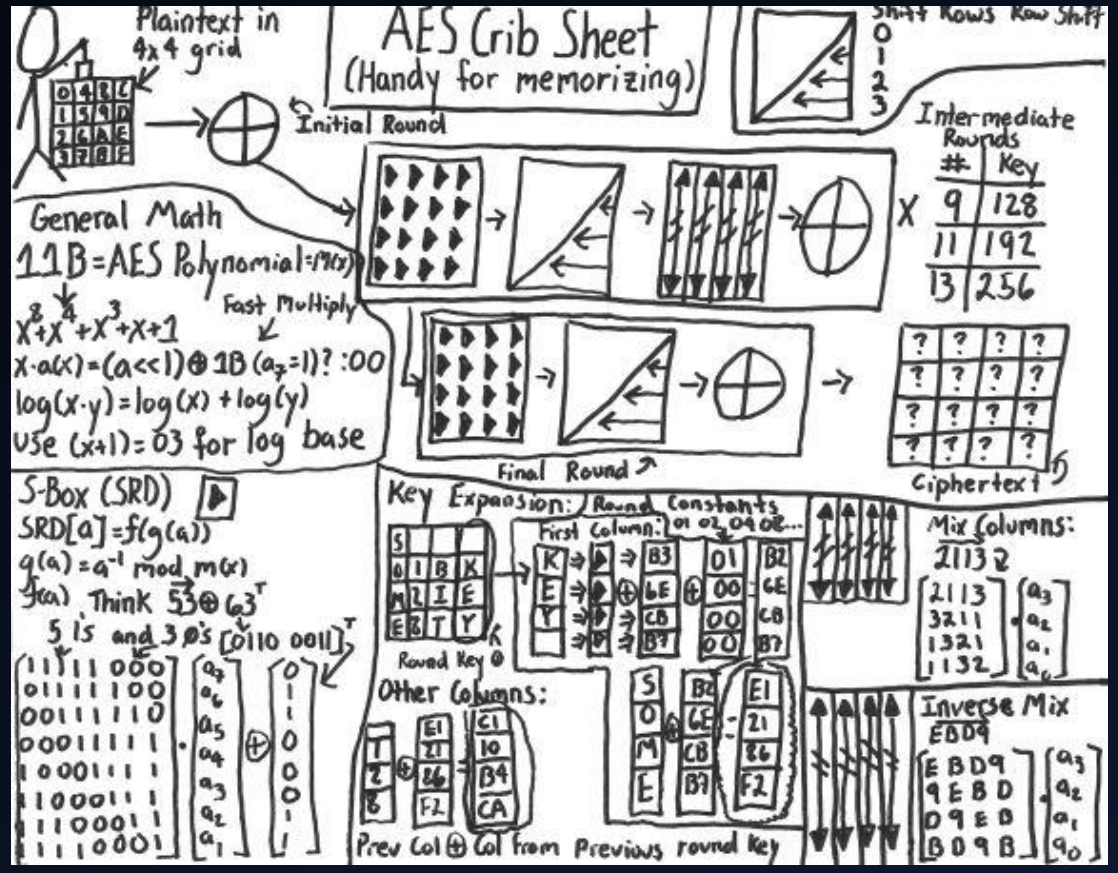
MESSAGE – исходное сообщение

_____

CIPHERTEXT – зашифрованное сообщение

AES, DES и компания

Какая-то аццкая муть, является предметом изучения математиков, можно наблюдать на NSUCRYPTO, например.



Режим связывания блоков

- Атаки, как правило, вообще можно осуществлять на любой блочный шифр, даже идеальный
- И главное, совершенно не нужно разбираться как оно работает
- Создан чтобы избежать поблочного анализа

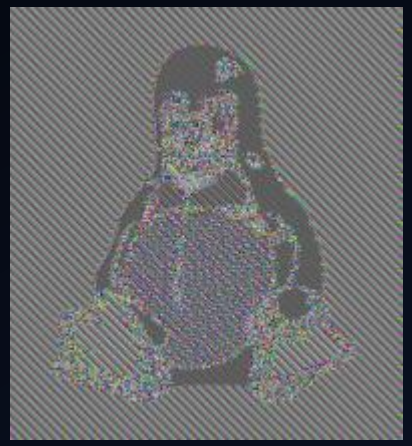
Очевидно, что для каждого блока X для таблицы подстановки S

S(X1) == S(X2) тогда и только тогда когда X1==X2

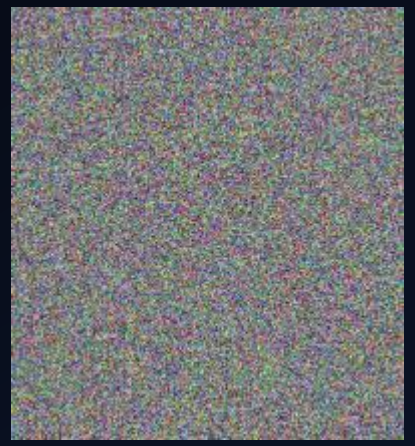
Это беда

Режим связывания блоков

PLAIN



ECB



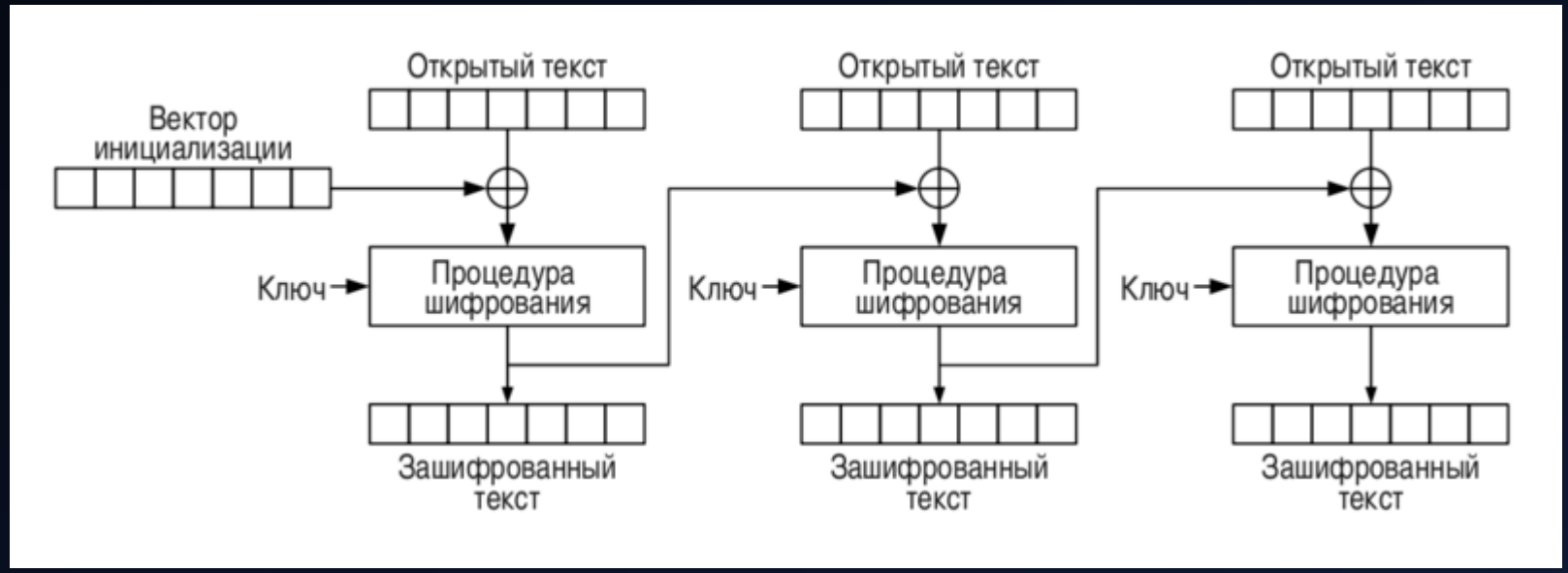
CBC

Режим связывания блоков

В режиме CBC для шифрования:

Шифроблок Ci = E(Pi ⊕ Ci-1), C0 = IV (случайный вектор инициализации)

Расшифровка Pi = Ci-1 ⊕ D(Ci)



Режим связывания блоков

Напрямую из процедуры расшифровки получаем

Если $P_i = C_{i-1} \oplus D(C_i)$ то заменяя C_{i-1} мы заменяем P_i

То есть если нам известен некоторый текст скрытый за шифрованием, мы можем создать ЛЮБОЙ текст такой же длины как $P_{evil} = C_{evil} \oplus D(C_i)$, $C_{evil} = P_i \oplus C_{i-1} \oplus EVILTEXT$

Вывод:

Симметричная криптография хреново подходит для проверки подлинности (еще бы)

RSA

- Няшка, все любят RSA
- Старый, но не бесполезный
- Опирается на задачу разложения числа на множители

Выглядит как $M^e = C\ (mod\ N), C^d = M\ (mod\ N)$

$$e * d = 1\ \big(mod\ \phi(N)\big)$$

ϕ – функция Эйлера, для N = p*q, p и q – простые имеет вид

$$\phi(N) = (p-1) * (q-1)$$

Как накосячить с модулем RSA

- Использовать небольшое N (привет NSUCRYPTO)
- Использовать N такое где |p-q| мало, тогда применяется алгоритм факторизации Ферма
- Использовать N где p-1 имеет малые делители (*гладкое)* – применяется p-1 метод Полларда
- Использовать N где p+1 имеет малые делители – метод p+1 Уильямса
- Слить информацию о части бит p или q – Coppersmith method или “factoring with a hint” в CrypTool

Как накосячить RSA (ещё)

- Использовать публичную экспоненту e = 3 (привет МНСК). Очевидно если $M^e = C$ то если M < $N^{1/3}$ то M = $\sqrt[3]{C}$
- Шифровать похожие сообщения одним ключом (т.е. |M1-M2| мало) - Franklin-Reiter related-message attack
- Шифровать одно и то же сообщение разными ключами. Если e меньше числа вариантов сообщения, то по китайской теореме об остатках по набору Ci и Ni можно восстановить M^e
  Как вы догадались, потом M = $\sqrt[e]{M^e}$

Как накосячить RSA (и ещё)

- Не проверять подлинность N при обмене ключами. Тогда можно осуществить атаку “человек посередине” подменив N своим и расшифровывая-зашифровывая данные прозрачно для двух собеседников. Но это в CTF уже экзотика.

Секундочку, но ведь RSA шифрует числа?

Ага, есть такое дело.

Чтобы перевести строку в число достаточно просто взять составляющие ее байты и посчитать их байтами числа.

В языке Python это делается как
int(‘stroka’.encode(‘hex’),16)

В обратную сторону
hex(num)[2:].replace(‘L’,’’).decode(‘hex’)

Полезные инструменты

- Python, без него здесь почти никак
- Libnum, позволяет выполнять разные математические операции, близкие к CTF. Или gmpy/gmpy2 (как более общее решение).
- Sagemath, для отчаянных. Обладает огромным списком возможностей, но странноват, большой и тормозит.
- Google + site:github.com для поиска готовых скриптов
- GIMP – позволяет открывать байты (расширение .data) как картинку, очень полезный инструмент для поверхностного анализа данных (энтропия “на глазок”)
- Xortool, позволяет выполнять операцию xor над файлами

Сервер с задачами

http://dmz.n0n3m4.ru/tasks

Вопросы? :|