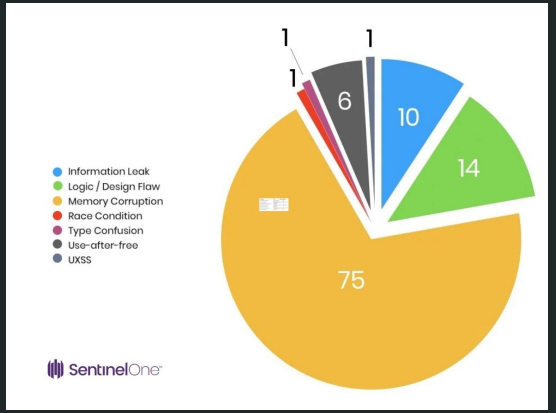
Как несколько ошибок могут предоставить полный доступ к чужому телефону: разбор на примере эксплойта FORCEDENTRY.

Раевский Григорий, P3221

Введение

- Наиболее популярный вид уязвимостей — манипулирование памятью
- FORCEDENTRY (CVE-2021-30860) от NSO GROUP
- Защитные техники: NX, ASLR, DEP, Sandboxing



Защитные техники

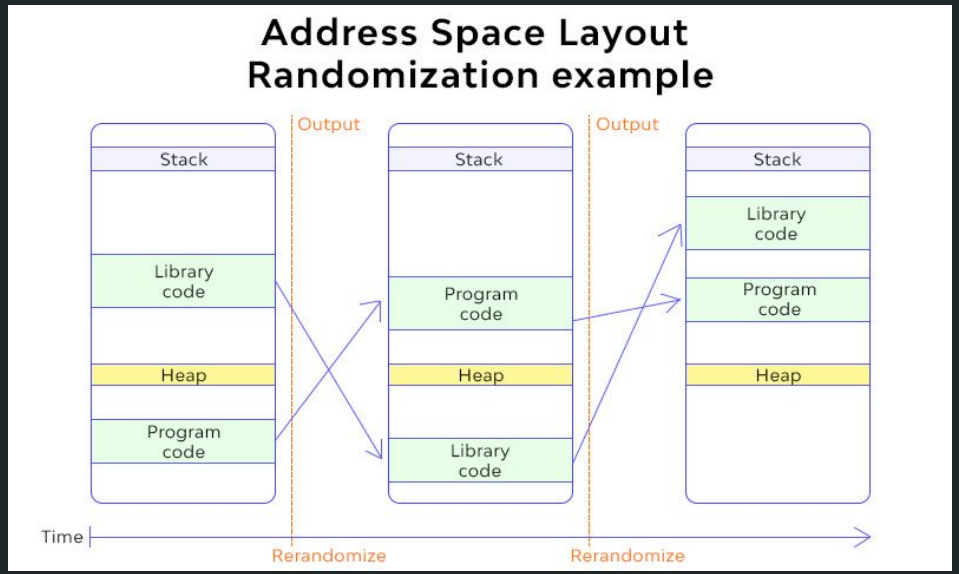
- NX - аппаратный механизм для разметки памяти
- ASLR - механизм рандомизации адресов памяти
- DEP - механизм разметки памяти
- Sandboxing - механизм изоляции процессов и модулей

NX и DEP

- NX (No execute) - аппаратное разделение кода на исполняемый и неисполняемый. Реализуется с помощью управляющего бита, который помечает область памяти. Обеспечивает хорошую защиту от выполнения произвольного кода.
- DEP (Data execution prevention) - схож с NX. Может быть аппаратным или программным. Обладает большей гибкостью, но меньшей безопасностью.

ASLR

ASLR (Adress Space Layout Randomization) - рандомизация адресов памяти. Защищает от атак, направленных на составление кода из различных кусков данных (гаджетов).



Техники эксплуатации. ROP и JOP

ROP (Return oriented programming)

- Набор гаджетов
- Обход NX, DEP
- Возврат в начало

JOP (Jump oriented programming)

- Эволюция ROP
- Jump вместо возврата
- Гибкость

Обзор уязвимости FORCEDENTRY

- Эксплойт работал на iOS 14
- Уязвимость исправлена в iOS 14.8
- Впервые обнаружен в марте 2021 канадской лабораторией CitizenLab
- Разработан израильской компанией NSO Group.
- Работает благодаря некорректной обработке PDF с кодировкой JBIG2

Небольшое отступление. JBIG2

JBIG2 - формат сжатия изображений, разработанный в 2000 году.

Обеспечивает эффективное сжатие текстовых документов.

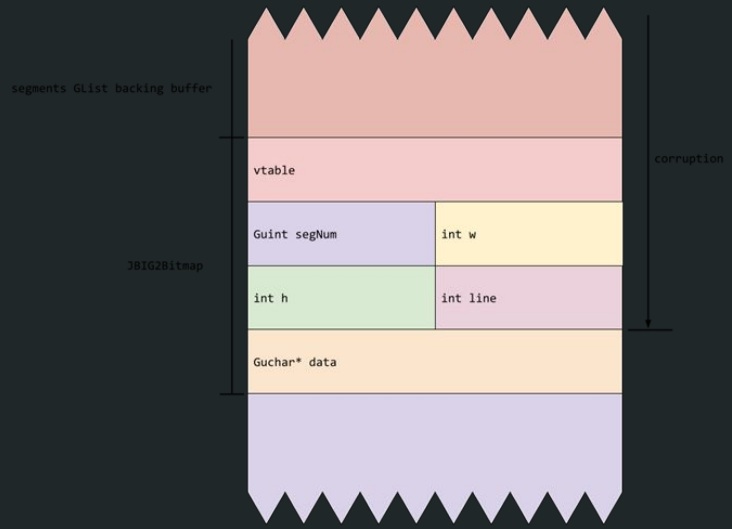
- Распознает символы, сохраняет 1 экземпляр каждого символа и запоминает расположение их на документе
- С помощью логических операторов сравнивает референтный символ и текущий, сохраняя различия. Это позволяет улучшить качество изображения
- В процессе сжатия страдает качество и возможны ошибки из-за перепутанных символов
- Состоит из сегментов, BitMap и SymbolDictionary

Код

Часть кода, в которой срабатывает переполнение:

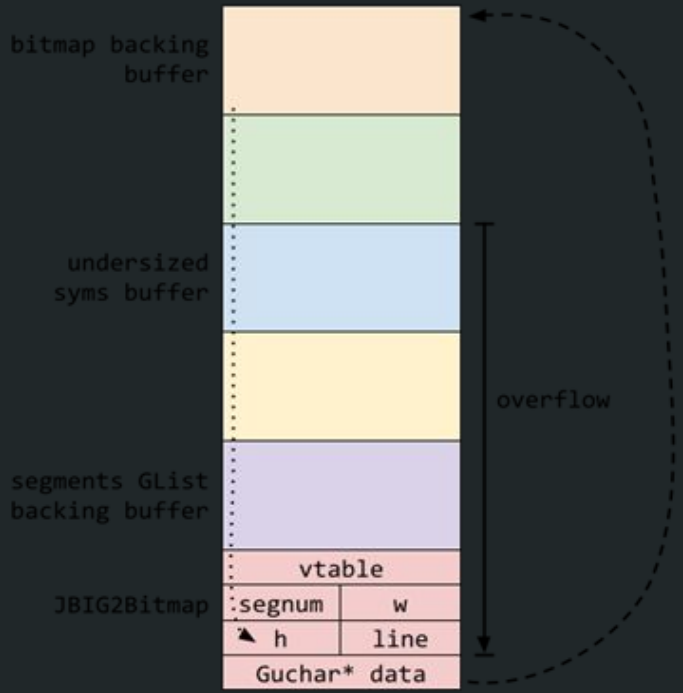
```
  Guint numSyms = 0; // - размер всех словарей
  for () {
    numSyms += ((JBIG2SymbolDict *)seg)->getSize();  // - получение общего размера всех словарей
  }
  syms = (JBIG2Bitmap **)gmallocn(numSyms, sizeof(JBIG2Bitmap *)); // - выделение памяти для массива указателей на Bitmap
  for () {
    syms[kk++] = symbolDict->getBitmap(k); // - запись Bitmap в выделенный буфер
```

Обработка BItMap



- JBIG2Bitmap - оболочки вокруг резервного буфера
- После перезаписи 3 указателей переполнение останавливается
- iOS - little-endiand => segNum и h получат большое значение
- Возможность читать и писать данные за пределами исходных границ

Ну как там с ~~деньгами~~ памятью?



Подбирая отступы в w и h можно писать данные в произвольное место буфера.

Возможность манипулировать памятью все еще ограничена, так как мы находимся в обработчике изображений.

А вот и логика

- Однопроходный парсер не дает возможности запуска скриптов
- JBIG2 поддерживает базовые логические операции
- Логические операторы + неограниченный доступ к памяти = наборы команд
- Из набора команд можно создать архитектуру
- Эту архитектуру можно запрограммировать для загрузки шпионского ПО

Методы эксплуатации

- FORCEDENTRY обходит NX, так как находится в памяти, которая считается безопасной
- Эксплойт получает доступ к управлению памятью, т. е. ASLR так же не способен обеспечить защиту
- Отсутствие защит и проверок в библиотеке для обработки изображений дают фактически неограниченные возможности злоумышленнику

Песочница

Sandbox (Песочница) - механизм защиты для запуска программ или модулей в контролируемой среде.

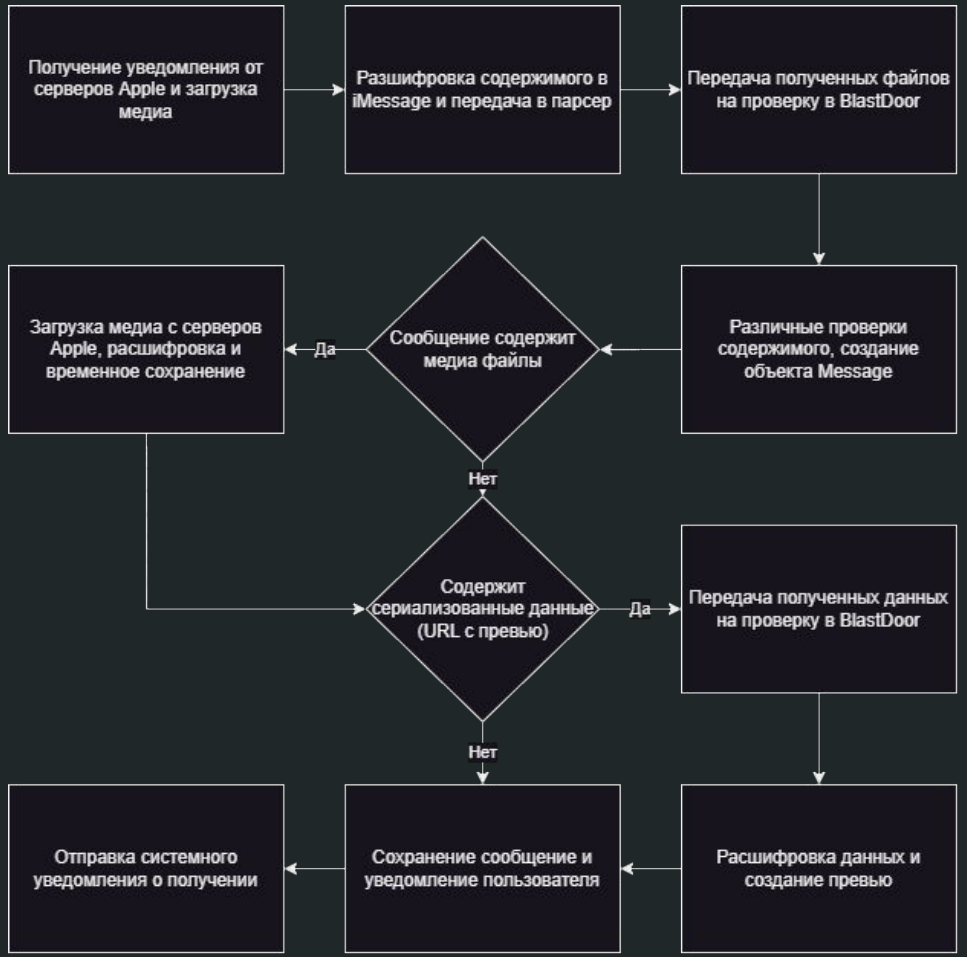
- Изоляция процессов
- Контроль доступа
- Ограничение прав

Улучшения защиты iOS 14

- Улучшение ASLR - теперь адрес для доступа к основным библиотекам обновляется после каждого запроса
- Crash Throttling - преднамеренное замедление работы приложений при их многократном краше
- BlastDoor - модуль, отвечающий за обработку данных в iMessage

BlastDoor

- Появился в iOS 14
- Создан на Swift
- Ограниченное число доступных модулей
- Серьезные ограничения к файловой системе



Побег из песочницы

Злоумышленник уже создал архитектуру внутри парсера, но основное шпионское ПО все еще не получено.

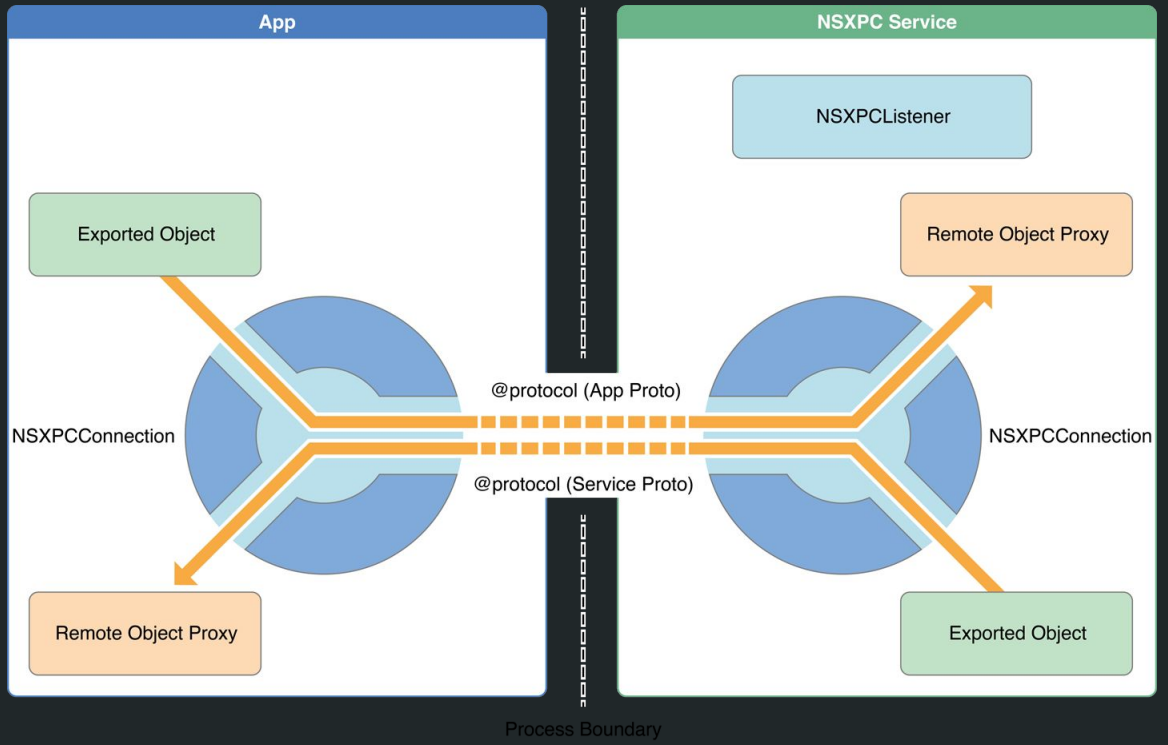
Для побега будут использоваться NSExpression и NSPredicate. Пейлоды будут эксплуатироваться в среде CommCenter, доступной благодаря NSXPC.

Заметание следов

Одно из созданных ранее NSFunctionExpression с помощью файловой системы находит и удаляет все полученные ранее .gif.

NSXPConnection

- Механизм RPC
- Для вызова объектов необходимы протоколы
- Для передачи доступные любые подклассы



Голос и PTRow

Через NSXPC передается два объекта: AVSpeechSynthesisVoice и PTSection:

1. Инициализация AVSpeechSynthesisVoice загружает различные библиотеки в CommCenter, в том числе и библиотеку для работы с PTSection и PTRow.
2. PTRow содержит предикат, причем во время десериализации не будет выполняться никаких проверок

Pegasus к нам приходит

- Создание URL для доступа к серверу
- Загрузка библиотек
- Параметризация URL
- Установление связи со шпионским сервером и получение информации от него

Заключение. Основные ошибки

- Недостаточная обработка входных данных
- Отсутствие защиты от переполнения
- Ошибки в архитектуре
- Обход ASLR
- Недостаточная изоляция