Как STACKLEAK улучшает безопасность ядра Linux

Александр Попов

Positive Technologies

Кто я

- Александр Попов
- Разработчик ядра Linux с 2012 года
- Исследователь информационной безопасности в

План доклада

- Миссия Kernel Self Protection Project
- Обзор STACKLEAK с упоминанием grsecurity/PaX
- Мои цель и тактика
- STACKLEAK как функция безопасности:
  - Какие уязвимости закрывает
  - Механизмы защиты
  - Влияние на производительность
- Текущее состояние работы:
  - Что сделано за год, что предстоит сделать
  - Опыт общения в сообществе разработчиков ядра Linux
  - Извлеченные уроки

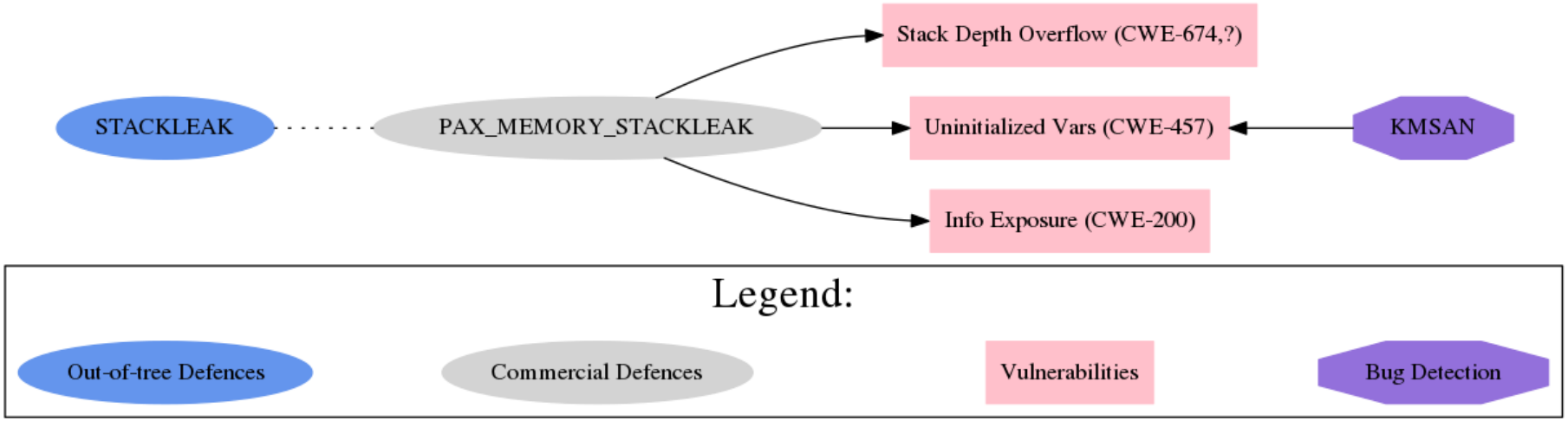
Kernel Self Protection Project

- Безопасность - это больше, чем исправление ошибок
- Ядро Linux должно безопасно отрабатывать в ошибочной ситуации
- Цель: устранение классов уязвимостей и методов их эксплуатации
- Полезные ссылки:
  - KSPP wiki: http://kernsec.org/wiki/index.php/Kernel_Self_Protection_Project
  - Обзор KSPP (Kees Cook): https://outflux.net/slides/2017/lss/kspp.pdf

Linux Kernel Defence Map

https://github.com/a13xp0p0v/linux-kernel-defence-map

Место STACKLEAK в общей картине



Обзор STACKLEAK

- Замечательная функция безопасности ядра Linux
- Разработана PaX Team
- `PAX_MEMORY_STACKLEAK` в grsecurity/PaX патче
- Однако, grsecurity/PaX патч теперь закрыт для сообщества
- Последняя публичная версия для ядра 4.9 (04.2017)

Моя цель

Привнести STACKLEAK в ванильное ядро Linux

Моя тактика

- Выделить STACKLEAK из grsecurity/PaX патча

```
wc -l ../grsecurity-3.1-4.9.24-201704252333.patch
225976 ../grsecurity-3.1-4.9.24-201704252333.patch
```

- Тщательно изучить код и сформировать патч
- Отправить в LKML, получить обратную связь, улучшить, повторить
- /* Так повторяю уже год */

STACKLEAK: свойства безопасности

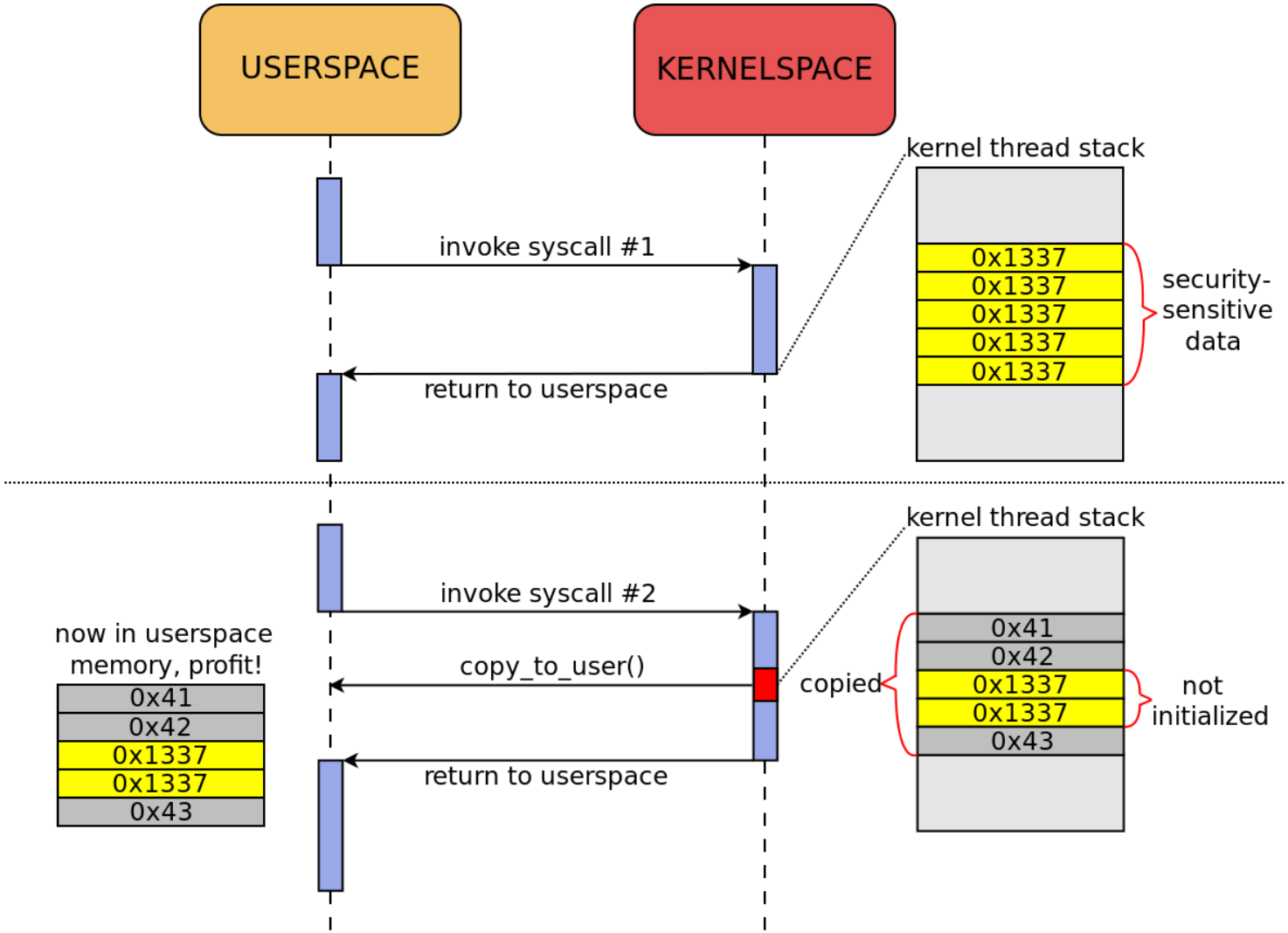
Кратко о свойствах безопасности,

предоставляемых STACKLEAK

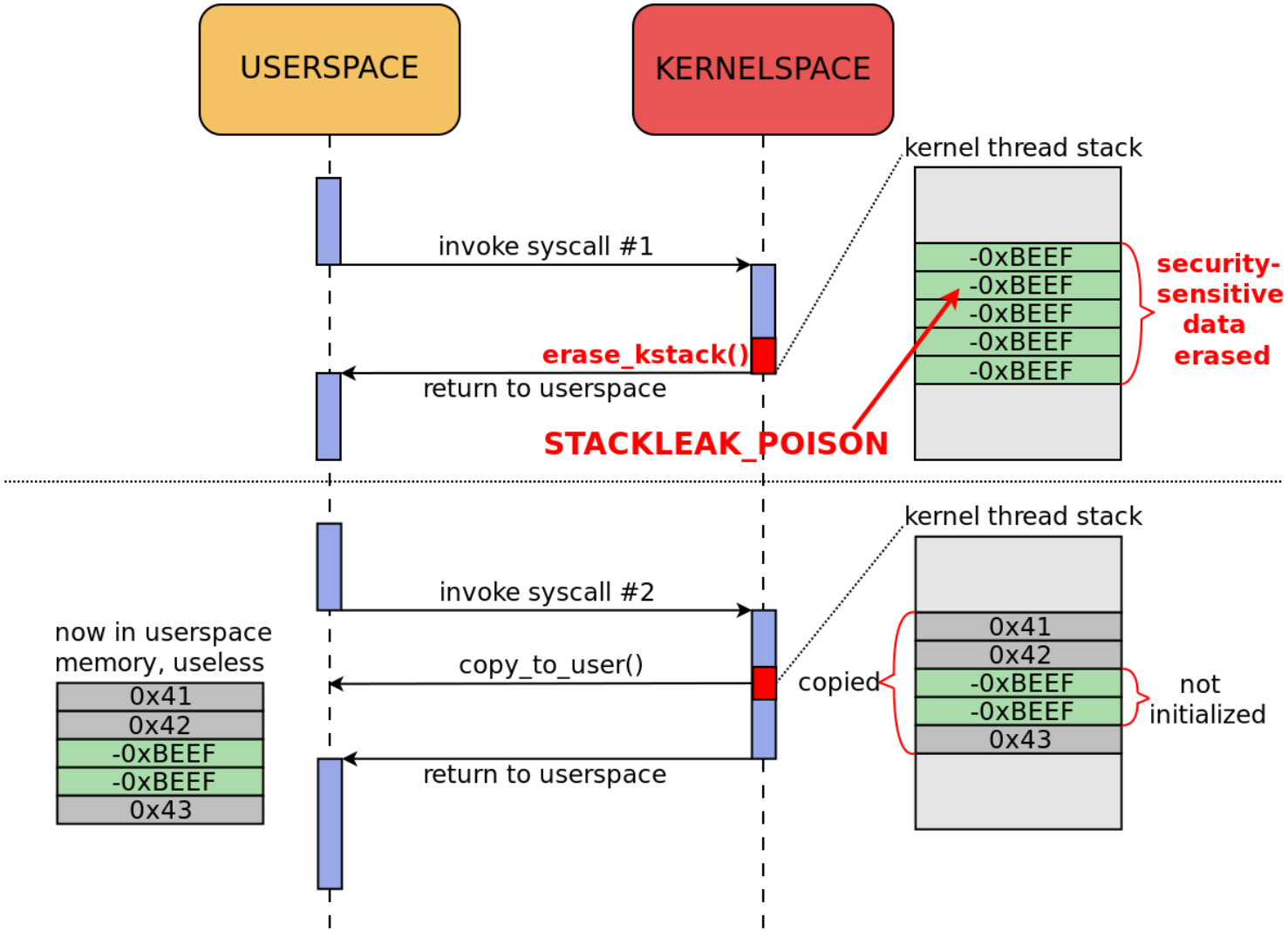
STACKLEAK: свойство безопасности №1

- Очищает стек ядра в конце системного вызова
- Сокращает полезную информацию, которую могут выдать некоторые* утечки из ядерного стека в пользовательское пространство

Пример утечки информации из стека ядра



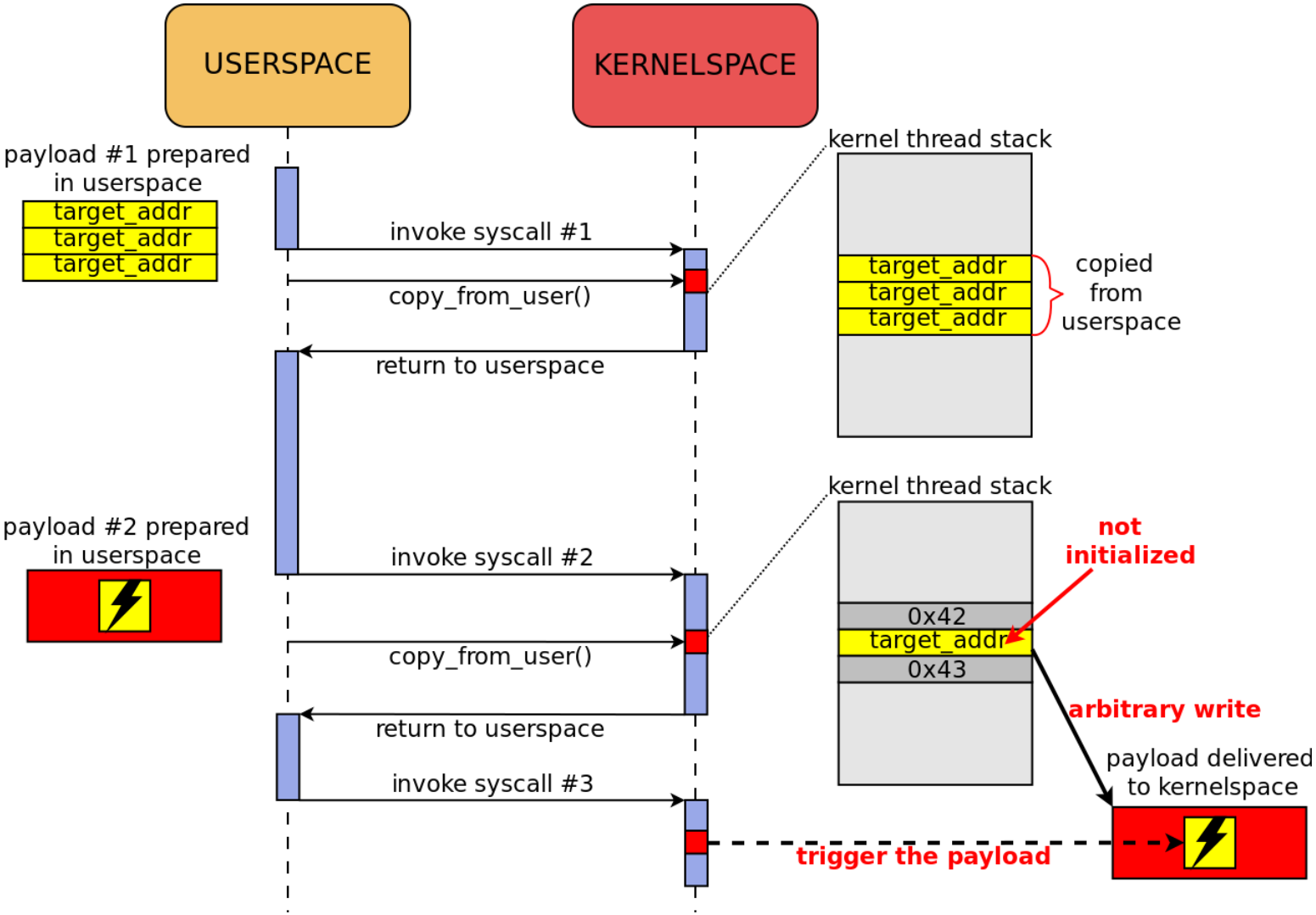
Блокирование таких утечек информации



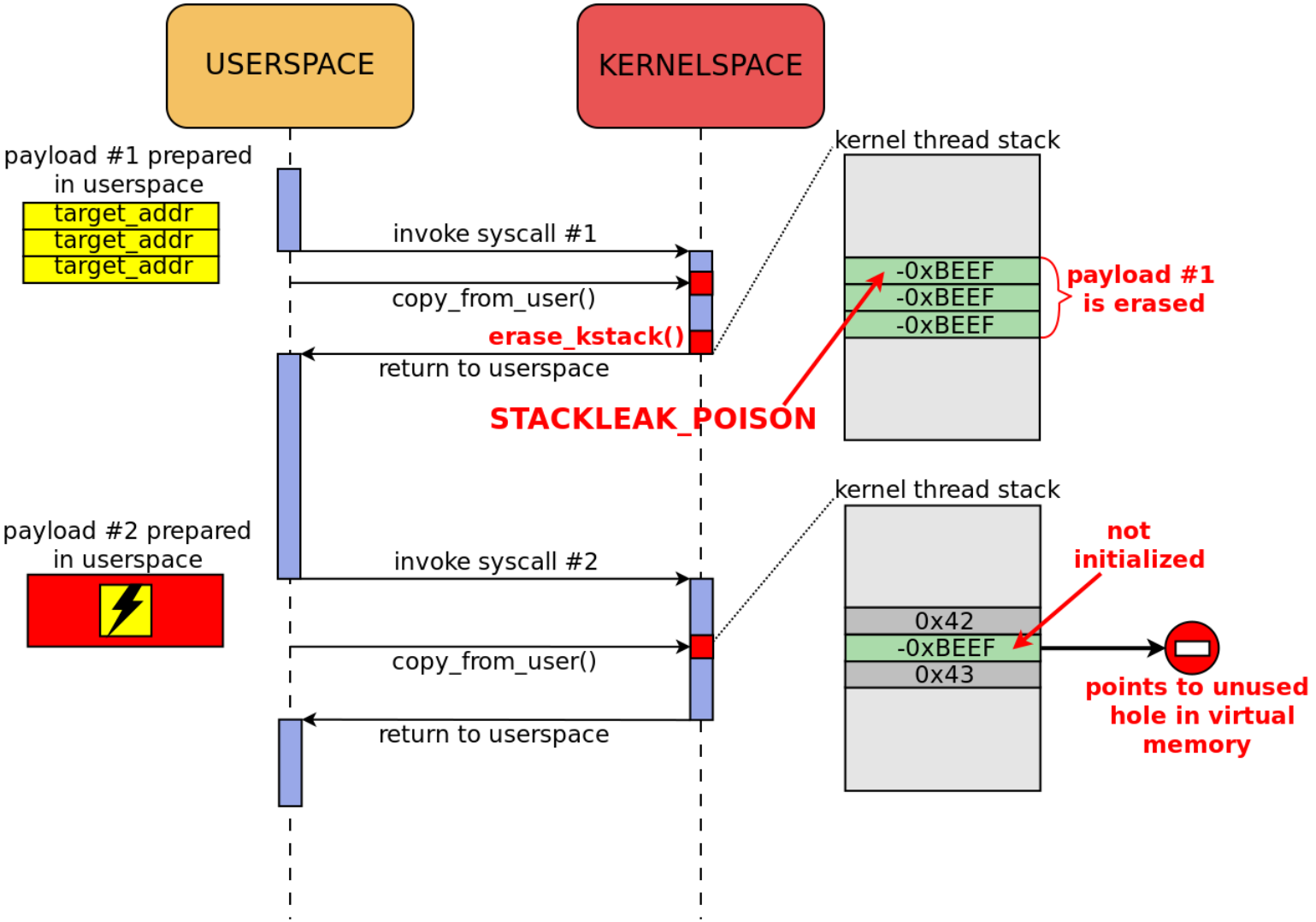
STACKLEAK: свойство безопасности №2

- Блокирует некоторые* атаки на неинициализированные переменные в стеке ядра
- Примеры: эксплуатация CVE-2010-2963, CVE-2017-17712
- См. отличную статью Кейса Кука (Kees Cook): https://outflux.net/blog/archives/2010/10/19/cve-2010-2963-v4l-compat-exploit/

Атака на неинициализированную переменную в стеке



Блокирование атак такого типа



STACKLEAK: свойство безопасности №3

Предоставляет динамические средства обнаружения переполнения стека ядра “в глубину” (kernel stack depth overflow)

Взаимное влияние механизмов безопасности

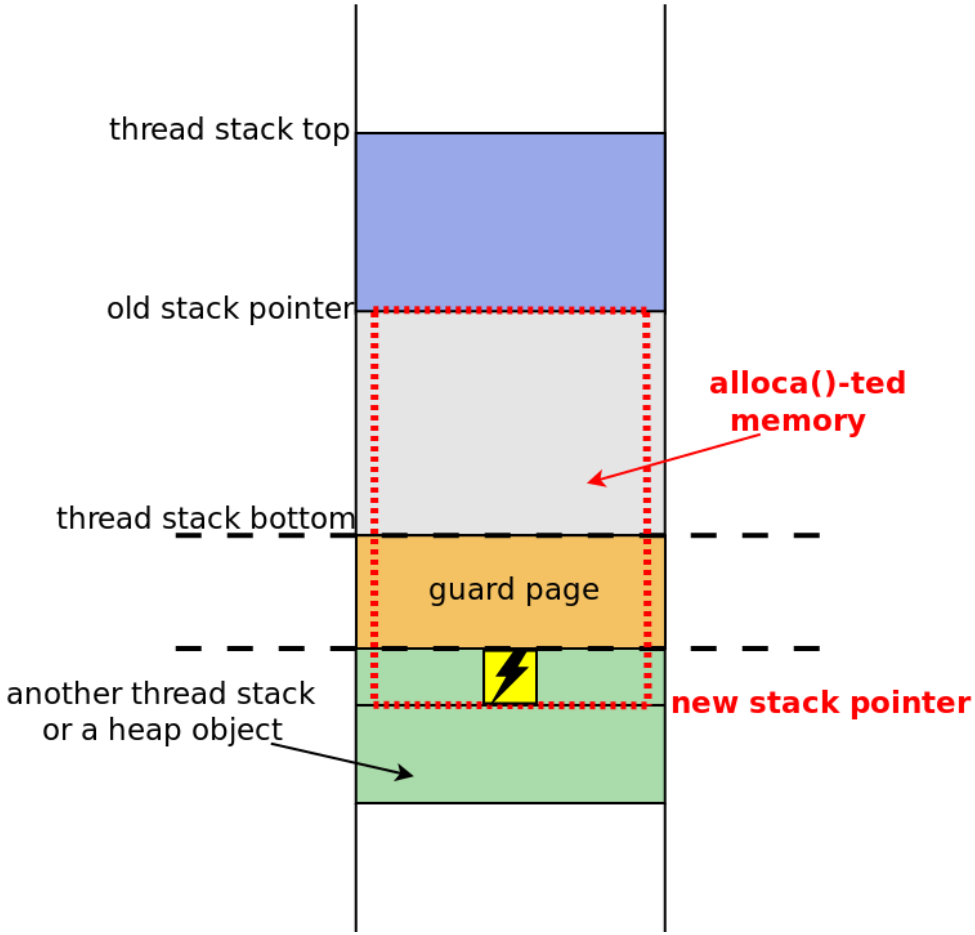
В ванильном ядре (Linux kernel mainline) STACKLEAK эффективен против переполнения стека “в глубину” только **в сочетании** с:

- `CONFIG_THREAD_INFO_IN_TASK`
- `CONFIG_VMAP_STACK` (оба внедрены Andy Lutomirski)

Виктор Васнецов, Богатыри (1898)

Атака Stack Clash на ядерный стек

Идея: Gael Delalleau: "Large memory management vulnerabilities" (2005)
И еще раз: "The Stack Clash", Qualys Research Team (2017)



STACKLEAK: защита от Stack Clash

- Статья о STACKLEAK и Stack Clash в блоге grsecurity: https://grsecurity.net/an_ancient_kernel_hole_is_not_closed.php
- Данный код исполняется перед каждым вызовом `alloca`:

```
    if (alloca_size >= stack_left) {
#if !defined(CONFIG_VMAP_STACK) && defined(CONFIG_SCHED_STACK_END_CHECK)
        panic("alloca over the kernel stack boundary\n");
#else
        BUG();
#endif
    }
```

Здорово! А сколько это стоит? (1)

Краткий тест производительности на x86_64
Оборудование: Intel Core i7-4770, 16 GB RAM
Тест №1, привлекательный: сборка ядра Linux с Ubuntu config

```
time make -j9
```

```
Result on 4.11-rc8:

    real 32m14.893s
    user 237m30.886s
    sys 11m12.273s

Result on 4.11-rc8+stackleak:

    real 32m26.881s (+0.62%)
    user 238m38.926s (+0.48%)
    sys 11m36.426s (+3.59%)
```

Здорово! А сколько это стоит? (2)

Краткий тест производительности на x86_64

Оборудование: Intel Core i7-4770, 16 GB RAM

Тест №2, непривлекательный:

```
hackbench -s 4096 -l 2000 -g 15 -f 25 -P
```

```
Average on 4.11-rc8: 8.71s

Average on 4.11-rc8+stackleak: 9.08s (+4.29%)
```

Здорово! А сколько это стоит? (3)

Выводы

1. Влияние STACKLEAK на производительность системы зависит от типа нагрузки
2. Оценивайте производительность STACKLEAK для планируемой нагрузки перед промышленной эксплуатацией

Текущее состояние

Серия патчей v12 (16.05.2018) для x86_64 и x86_32

http://www.openwall.com/lists/kernel-hardening/2018/05/16/1

23 файла изменены, 949 строк добавлено, 19 удалено

Патчи:

1. gcc-plugins: Clean up the cgraph_create_edge* macros
2. x86/entry: Add STACKLEAK erasing the kernel stack at the end of syscalls
3. gcc-plugins: Add STACKLEAK plugin for tracking the kernel stack
4. lkdtm: Add a test for STACKLEAK (разработано вместе с Tycho Andersen)
5. fs/proc: Show STACKLEAK metrics in the /proc file system
6. doc: self-protection: Add information about STACKLEAK feature

Уроки работы в сообществе

Расскажу несколько историй...

Уроки работы в сообществе

Василий Перов, Охотники на привале (1871)

Уроки работы в сообществе

- Начинай с объяснения цели работы
- Выдавай результаты чаще
- «Да, Брэд, ты абсолютно прав»
- Перечитывай их письма не менее 8 раз
- А свои ответы (до отправки) - не менее 16 раз
- Держи удар (Линус не церемонится)
- Постепенно расширяй список получателей
- Будь гибким и при этом настойчивым

В заключение

- Мы сообщество разработчиков и пользователей GNU/Linux
- Давайте заниматься безопасностью нашей любимой ОС! Это очень интересно!

Спасибо! Вопросы?

alex.popov@linux.com
@a13xp0p0v