

Aleksandra Boniewicz

ANALIZA ŚLEDZCA URZĄDZEŃ MOBILNYCH

TEORIA I PRAKTYKA



Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiegokolwiek postaci jest zabronione. Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną, a także kopiowanie książki na nośniku filmowym, magnetycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji.

Wszystkie znaki występujące w tekście są zastrzeżonymi znakami firmowymi bądź towarowymi ich właścicieli.

Autor oraz wydawca dołożyli wszelkich starań, by zawarte w tej książce informacje były kompletne i rzetelne. Nie biorą jednak żadnej odpowiedzialności ani za ich wykorzystanie, ani za związane z tym ewentualne naruszenie praw patentowych lub autorskich. Autor oraz wydawca nie ponoszą również żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

Redaktor prowadzący: Szymon Sz wajger, Małgorzata Kulik

Projekt okładki: Studio Gravite/Olsztyn
Obarek, Pokoński, Pazdrijowski, Zaprucki

Materiały graficzne na okładce zostały wykorzystane za zgodą Shutterstock.

Helion S.A.
ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice
tel. 32 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl
WWW: <https://helion.pl> (księgarnia internetowa, katalog książek)

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

ISBN: 978-83-8322-425-1
Copyright © Helion S.A. 2023

Printed in Poland.

- [Kup książkę](#)
- [Poleć książkę](#)
- [Oceń książkę](#)

- [Księgarnia internetowa](#)
- [Lubię to! » Nasza społeczność](#)

Spis treści

ROZDZIAŁ 1.	Wprowadzenie	7
1.1.	Wstęp	7
1.2.	O czym jest ta książka	10
ROZDZIAŁ 2.	Budowa urządzeń mobilnych	12
2.1.	Przegląd technologii w urządzeniach mobilnych	12
2.2.	Architektura urządzenia mobilnego	20
2.2.1.	Płyta i procesor	22
2.2.2.	Rodzaje pamięci wewnętrznej w urządzeniach mobilnych	24
2.3.	Mobilne systemy operacyjne	25
2.3.1.	Systemy plików	28
2.4.	Aplikacje	30
ROZDZIAŁ 3.	Prawne aspekty w analizie danych	31
3.1.	Wprowadzenie	31
3.2.	Informatyka śledcza	31
3.3.	Wyzwania	39
3.4.	Proces analizy danych	41
3.5.	Dane dostępne na urządzeniach mobilnych	44
3.6.	Metody pozyskiwania danych	45
3.6.1.	Pozyskiwanie danych z pamięci wewnętrznej urządzeń	46
ROZDZIAŁ 4.	Android	49
4.1.	Opis systemu	49
4.1.1.	Architektura systemu	53
4.1.2.	System plików	57
4.1.3.	Start systemu	61
4.1.4.	Bezpieczeństwo systemu	64
4.1.5.	Aplikacje systemu Android	69
4.2.	Narzędzia przydatne w pozyskiwaniu danych	73
4.2.1.	Logiczne pobieranie danych	80
4.2.2.	Fizyczne pobranie danych	89
4.2.3.	Pobieranie danych „na żywo”	95
4.2.4.	Próba obejścia zabezpieczeń na urządzeniu	95
4.3.	Pozyskiwanie danych w praktyce	103
4.3.1.	Przygotowanie narzędzi	103
4.3.2.	Urządzenia z rodziny Google’a	114
4.3.3.	Urządzenia z rodziny Motoroli	121
4.3.4.	Urządzenia z rodziny Huawei	133
4.3.5.	Urządzenia z rodziny HTC	140
4.3.6.	Urządzenia z rodziny Samsunga	149
4.3.7.	Urządzenia z rodziny Xiaomi	160

4.3.8. Urządzenia z rodziny Asusa	168
4.3.9. Urządzenia z rodziny Nokii	172
4.3.10. Metody wykorzystania uzyskanych danych	179
4.4. Podsumowanie	186
ROZDZIAŁ 5. Windows Phone	188
5.1. Opis systemu	191
5.1.1. Architektura systemu	191
5.1.2. System plików	192
5.1.3. Start systemu	194
5.1.4. Bezpieczeństwo systemu	196
5.1.5. Aplikacje systemu Windows	198
5.2. Narzędzia przydatne do pozyskiwania danych	198
5.2.1. Windows Phone 7	202
5.2.2. Windows Phone 8 oraz Mobile 10	203
5.2.3. Próba obejścia zabezpieczeń	205
5.3. Pozyskiwanie danych w praktyce	206
5.3.1. Przygotowanie narzędzi	206
5.3.2. Urządzenia z rodziny Lumii	206
5.3.3. Metody korzystania z danych	215
5.4. Podsumowanie	221
ROZDZIAŁ 6. iOS	224
6.1. Opis systemu	224
6.1.1. Architektura systemu	229
6.1.2. System plików	232
6.1.3. Start systemu	236
6.1.4. Bezpieczeństwo systemu	238
6.1.5. Aplikacje systemu iOS	240
6.2. Narzędzia przydatne w pozyskiwaniu danych	244
6.2.1. Na żywo	246
6.2.2. Logiczne	249
6.2.3. Fizyczne	251
6.2.4. Próba obejścia zabezpieczeń użytkownika	252
6.3. Pozyskiwanie danych w praktyce	254
6.3.1. Przygotowanie narzędzi	254
6.3.2. Urządzenia z rodziny iPhone'ów	258
6.3.3. Analiza danych	279
6.4. Podsumowanie	291
Per aspera ad astra	293
Na koniec...	295
Dodatek	297
1. Wykaz użytych skrótowców	297
2. Słownik użytych terminów	302
Bibliografia	305

4.3. Pozyskiwanie danych w praktyce

4.3.1. Przygotowanie narzędzi

Do pracy z urządzeniami mobilnymi będzie potrzebna stacja robocza, do której można podpiąć urządzenie. Może to być komputer stacjonarny lub laptop. Na stacji tej może być zainstalowany jeden z trzech dostępnych systemów operacyjnych: Windows, Linux lub macOS. W zależności od systemu operacyjnego użytego na komputerze trzeba będzie zainstalować inne narzędzia. Do wyboru są zarówno narzędzia komercyjne, jak i darmowe. Nie zawsze oprogramowanie do pobierania czy analizy danych jest dostępne dla każdej wersji systemu operacyjnego, dlatego wybór stacji roboczej w dużej mierze będzie zdeterminowany narzędziami, które są w posiadaniu osoby przeprowadzającej analizę. Również rozmaite urządzenia mobilne będą wymagały zainstalowania dodatkowych narzędzi do pracy z nimi. Zostaną one omówione w podrozdziałach opisujących urządzenia wybranego producenta.

Niezależnie od systemu operacyjnego podstawowym narzędziem pracy jest *Android Software Development Kit*²⁷ (SDK), który oferuje wersje instalacyjne na wszystkie trzy systemy operacyjne. Dodatkowo narzędzie to zawiera w pakiecie komponent *Platform Tools*, który oferuje polecenia takie jak `adb` i `fastboot`.

Stacja robocza z systemem Windows

Obecnie dostępną i najbardziej popularną wersją systemu jest Windows 10, choć powoli wkracza na rynek wersja jedenasta. Większość nowych urządzeń mobilnych współpracuje z wersją dziesiątą. Problemy mogą pojawić się jedynie w przypadku starszych urządzeń pracujących z pierwszymi wersjami systemu Android. Wtedy można spróbować podłączyć urządzenie do stacji roboczej z niższą wersją Windowsa. Do pracy przydadzą się następujące aplikacje:

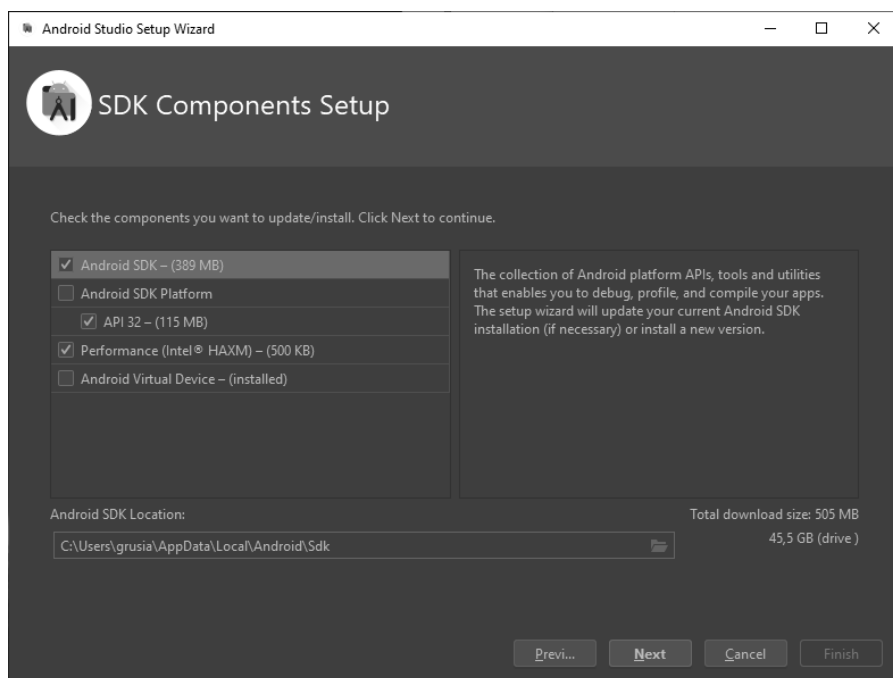
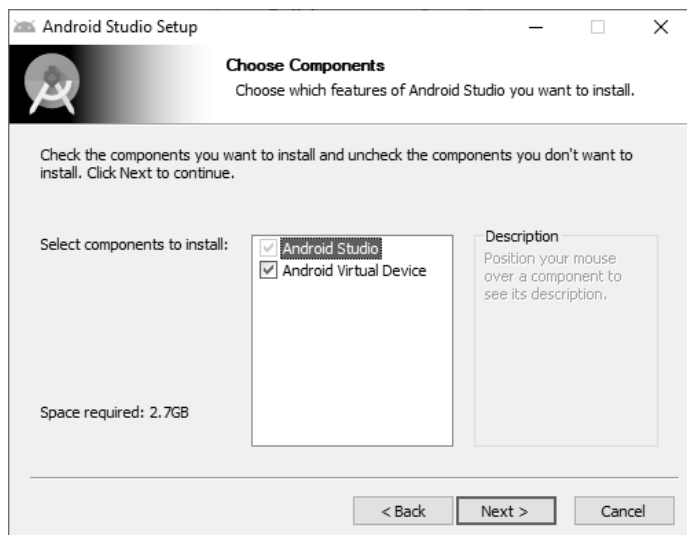
1. SDK

W przypadku systemu operacyjnego Windows 10 (lub starszego) należy pobrać plik instalacyjny SDK ze strony i go uruchomić. Nastąpi proces instalacji Android Studio. Pojawi się okno jak na rysunku 4.21.

Istnieje też możliwość instalacji wirtualnego urządzenia mobilnego, na którym można testować zachowanie różnych aplikacji oraz sposób przechowywania przez nie danych. Po instalacji należy uruchomić *Android Studio* w celu doinstalowania potrzebnych narzędzi (rysunek 4.22).

²⁷ <https://developer.android.com/studio>.

RYSUNEK 4.21.
Instalacja Android
Studio w systemie
Windows



RYSUNEK 4.22. Android Studio — instalacja Platform Tools w systemie Windows

Wybór pierwszej opcji pozwoli na zainstalowanie zestawu narzędzi *SDK Platform-Tools*. Narzędzia te dostępne będą w oddzielnym katalogu:

LISTING 4.18. Pliki dostępne po zainstalowaniu SDK-Platform-Tools

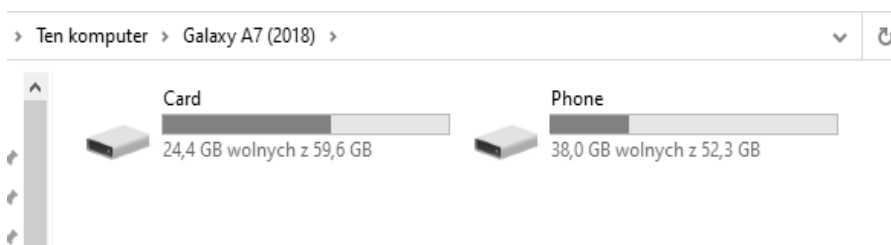
```
C:\User\username\AppData\local\Android\Sdk\platform-tools> dir
```

```
09.03.2022 13:12 <DIR> .
09.03.2022 13:12 <DIR> ..
09.03.2022 13:12      5 977 600 adb.exe
09.03.2022 13:12      97 792 AdbWinApi.dll
09.03.2022 13:12      62 976 AdbWinUsbApi.dll
09.03.2022 13:12     243 200 dmtracedump.exe
09.03.2022 13:12     441 344 etc1tool.exe
09.03.2022 13:12     1 648 640 fastboot.exe
09.03.2022 13:12      44 032 hprof-conv.exe
09.03.2022 13:12     231 594 libwinpthread-1.dll
09.03.2022 13:12     501 248 make_f2fs.exe
09.03.2022 13:12     501 248 make_f2fs_casefold.exe
09.03.2022 13:12        1 157 mke2fs.conf
09.03.2022 13:12     764 928 mke2fs.exe
09.03.2022 13:12      2 846 110 NOTICE.txt
09.03.2022 13:12        37 source.properties
09.03.2022 13:12     1 216 512 sqlite3.exe
09.03.2022 13:12 <DIR> systrace
          15 File(s)      14 578 418 bytes
           3 Dir(s)     46 196 928 512 bytes free
```

2. Sterowniki

Aby móc pracować z urządzeniami, należy zainstalować również odpowiednie sterowniki zależne od producenta urządzenia. Z reguły dostępne są one na stronie producenta. Dzięki temu urządzenie będzie widoczne w komputerze jako zewnętrzny dysk, ale też będzie można łączyć się z nim za pomocą poleceń `adb` i `fastboot`.

Po podłączeniu urządzenia będzie ono widoczne jako dysk zewnętrzny (rysunek 4.23).



RYСУNEK 4.23. Telefon widoczny jako dysk zewnętrzny po podłączeniu do komputera

3. Aplikacja Odin

W przypadku urządzeń mobilnych firmy Samsung, aby używać trybu *fastboot* i móc wgrywać obrazy na wybrane partycje, należy skorzystać z darmowego programu *Odin*. W urządzeniach Samsunga nie jest obsługiwany protokół *fastboot*.

4. 7Zip

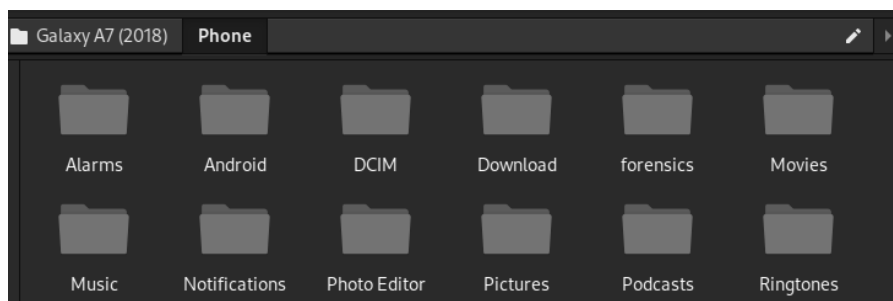
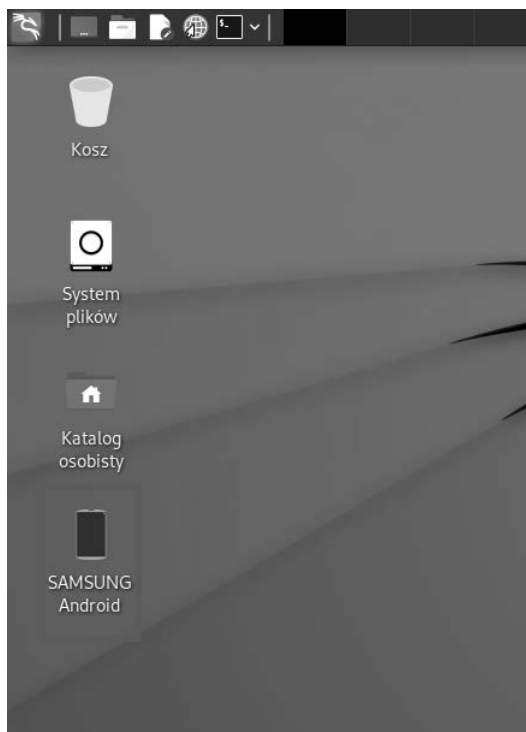
Bardzo przydatne narzędzie do rozpakowywania archiwów, w tym również plików obrazów, czy pobranych kopii danych z urządzeń.

Stacja robocza z systemem Linux

Obecnie jest dużo różnych dystrybucji systemu Linux, jednak najbardziej polecaną jest ta przeznaczona do pracy śledczej. Przykładem może być Kali Linux. Zawiera preinstalowane narzędzia, które pozwolą na analizę pobranych danych. Na systemach z rodziny Linuksa nie trzeba instalować żadnych sterowników, gdyż urządzenie jest wykrywane przez system od razu po podłączeniu. Zostanie ono zamontowane i będzie widoczne jako nowy nośnik danych (rysunki 4.24 i 4.25).

RYSUNEK 4.24.

Telefon firmy Samsung widoczny po podłączeniu w systemie Linux



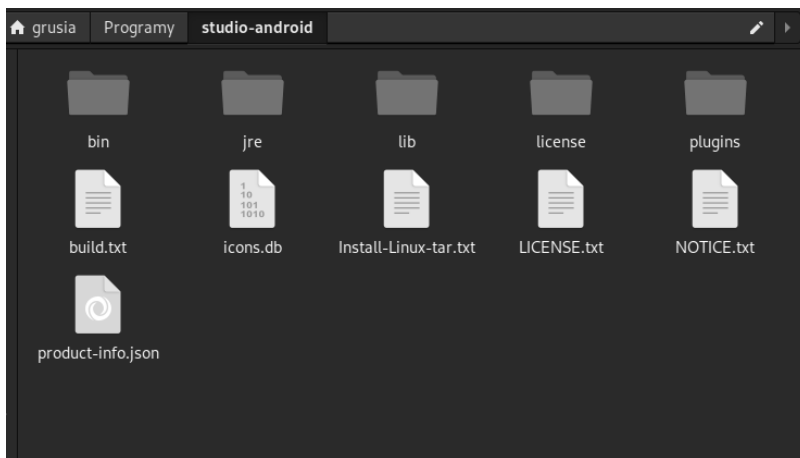
RYSUNEK 4.25. Dane dostępne z podłączonego telefonu w systemie Linux

Do pracy przydadzą się następujące narzędzia:

1. SDK

W tym celu należy ściągnąć odpowiedni plik i go rozpakować. Następnie należy uruchomić skrypt dostępny w katalogu *bin* (rysunek 4.26).

```
cd Programy/studio-android/bin
./studio.sh
```



RYСУNEK 4.26. Plik instalacyjny programu Android Studio w systemie Linux

Gdy narzędzie zostanie uruchomione pierwszy raz, zainstalowane zostaną dodatkowe narzędzia, czyli *Platform-tools* (rysunki 4.27, 4.28 oraz 4.29).

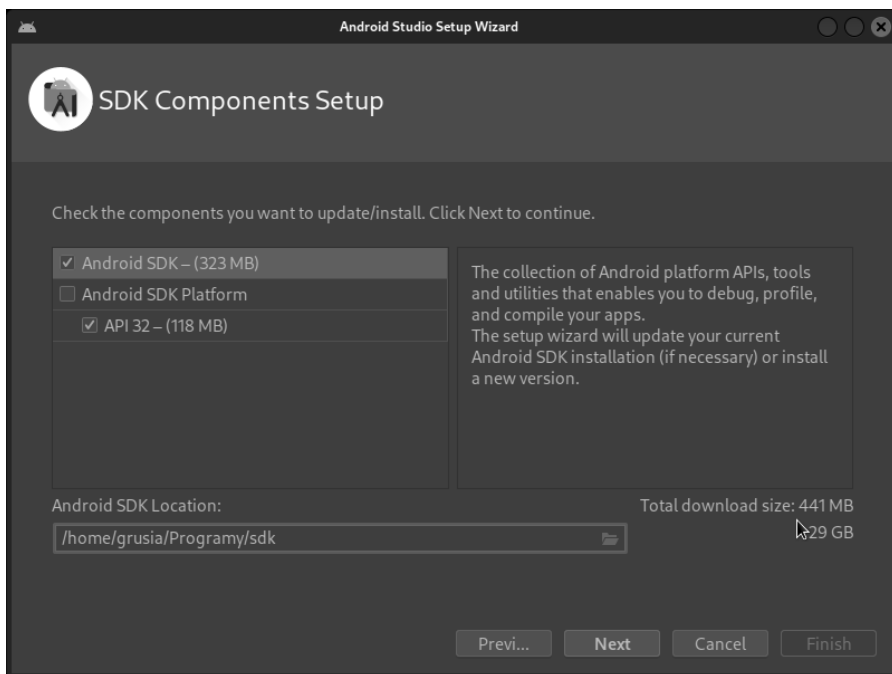
2. adb i fastboot

Aby móc korzystać z programów adb i fastboot, nie trzeba koniecznie instalować platformy SDK. Można pobrać te programy, używając menedżera pakietów:

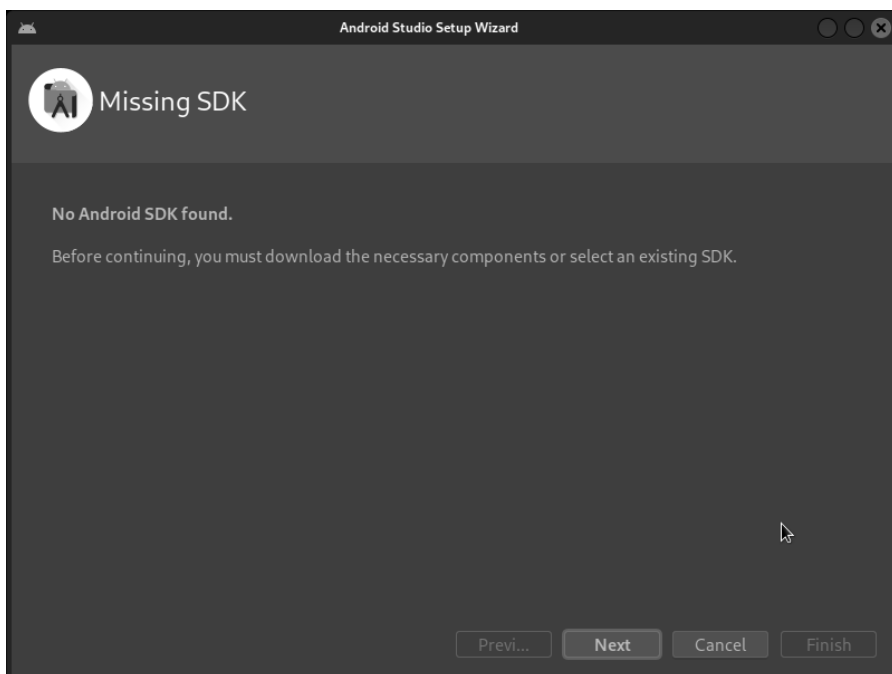
```
apt-get install adb
apt-get install fastboot
```

LISTING 4.19. Instalacja pakietu adb w systemie Kali Linux

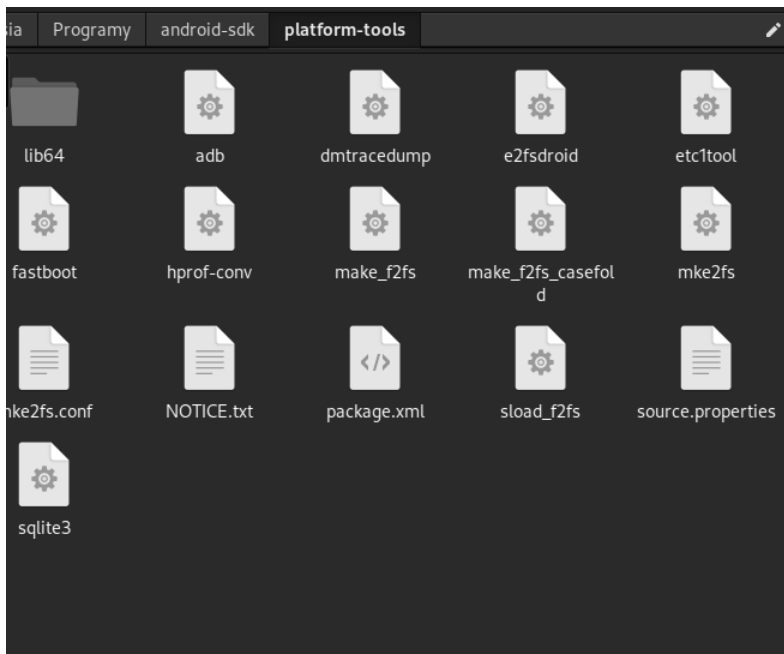
```
user@linux% sudo apt-get install adb
Czytanie list pakietów... Gotowe
Budowanie drzewa zależności... Gotowe
Odczyt informacji o stanie... Gotowe
Zostaną zainstalowane następujące NOWE pakiety:
  adb
0 aktualizowanych, 1 nowo instalowanych, 0 usuwanych i 844 nieaktualizowanych.
Konieczne pobranie 0 B/599 kB archiwów.
Po tej operacji zostanie dodatkowo użyte 1795 kB miejsca na dysku.
Wybieranie wcześniej niewybranego pakietu adb.
(Odczytywanie bazy danych ... 311176 plików i katalogów obecnie zainstalowanych.)
Przygotowywanie do rozpakowania pakietu .../adb_1%3a29.0.6-6_amd64.deb ...
Rozpakowywanie pakietu adb (1:29.0.6-6) ...
Konfigurowanie pakietu adb (1:29.0.6-6) ...
Przetwarzanie wyzwalaczy pakietu man-db (2.9.4-4)...
Przetwarzanie wyzwalaczy pakietu kali-menu (2021.4.2)...
```



RYSUNEK 4.27. Instalacja Android Studio w systemie Linux



RYSUNEK 4.28. Brak możliwości uruchomienia Android Studio



RYСУNEK 4.29. Pliki narzędzia Platform-Tools w systemie Linux

LISTING 4.20. Instalacja pakietu fastboot w systemie Kali Linux

```
user@linux% sudo apt-get install fastboot
Czytanie list pakietów... Gotowe
Budowanie drzewa zależności... Gotowe
Odczyt informacji o stanie... Gotowe
Sugerowane pakiety:
  android-sdk-platform-tools
Zostaną zainstalowane następujące NOWE pakiety:
  fastboot
0 aktualizowanych, 1 nowo instalowanych, 0 usuwanych i 844 nieaktualizowanych.
Konieczne pobranie 0 B/381 kB archiwów.
Po tej operacji zostanie dodatkowo użyte 1115 kB miejsca na dysku.
Wybieranie wcześniej niewybranego pakietu fastboot.
(Odczytywanie bazy danych ... 311178 plików i katalogów obecnie zainstalowanych.)
Przygotowywanie do rozpakowania pakietu .../fastboot_1%3a29.0.6-6_amd64.deb ...
Rozpakowywanie pakietu fastboot (1:29.0.6-6) ...
Konfigurowanie pakietu fastboot (1:29.0.6-6) ...
Przetwarzanie wyzwalaczy pakietu kali-menu (2021.4.2)...
Przetwarzanie wyzwalaczy pakietu man-db (2.9.4-4)...
```

Zgodnie z sugestią podaną na listingu 4.20 zamiast oddzielnie instalować pakiety adb i fastboot, można zainstalować cały pakiet android-sdk-platform-tools, korzystając z polecenia apt-get.

3. JODin

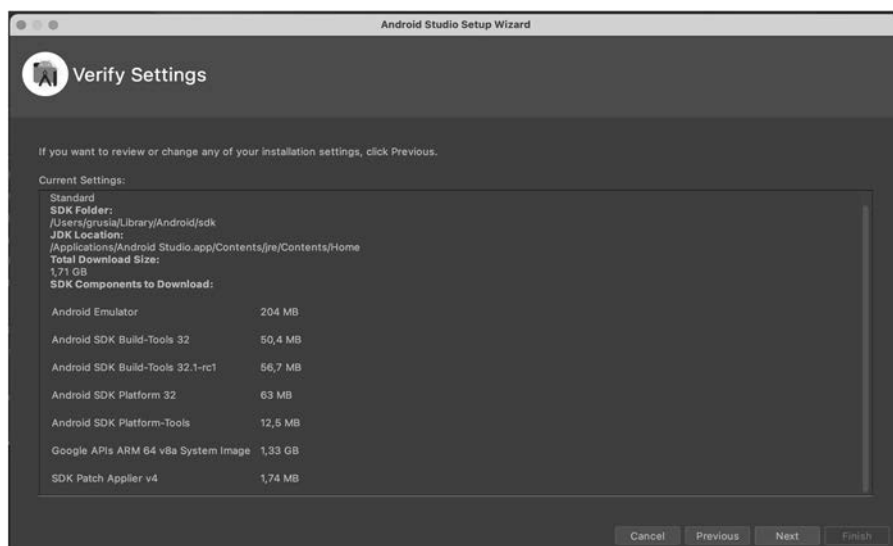
W przypadku komputerów z systemami Linux i macOS można pobrać odpowiednik programu Odin napisany w języku programowania Java o nazwie JODin.

Program ten też powinien uruchomić się w systemie Windows. Warunkiem działania aplikacji jest zainstalowana Java na wszystkich tych systemach. Jodin opiera się na otwartoźródłowym, wieloplatformowym narzędziu **Heimdall**²⁸, utworzonym właśnie na potrzeby wgrywania firmowego oprogramowania na urządzenia firmy Samsung. Heimdall to narzędzie, którego komendy wykonywane są z linii poleceń.

Stacja robocza z systemem macOS

1. SDK

Należy pobrać ze strony plik przeznaczony na dany model komputera i uruchomić go. Podczas instalacji można wybrać opcję standardową, która doinstaluje również potrzebne narzędzia *Platform-Tools* (rysunek 4.30).



RYSUNEK 4.30. Instalacja Android Studio w systemie macOS

LISTING 4.21. Pliki Platform-Tools w systemie macOS

```
user@macbook % pwd
/Users/user/Library/Android/sdk/platform-tools
user@macbook % ls
NOTICE.txt  hprof-conf  package.xml
adb         lib64       sload-f2fs
dmtracedump make_f2fs   source.properties
e2fsdroid  make_f2fs_casefold  sqlite3
etc1tool   mke2fs
fastboot   mke2fs.conf
```

²⁸ <https://glassechidna.com.au/heimdall/>.

Po podłączeniu urządzenia można korzystać z zainstalowanych funkcji. Standardowo podpięcie urządzenia do komputera MacBook wymaga wyrażenia zgody na urządzeniu, aby można było używać opcji *Debugowanie USB*.

LISTING 4.22. Użycie polecenia adb na komputerze z systemem macOS

```
user@MacBook-Pro platform-tools % ./adb devices
* daemon not running; starting now at tcp:5037
* daemon started successfully
```

```
List of devices attached
b49d124 device
```

```
user@MacBook-Pro platform-tools % ./adb shell
lavender:/ $ su
lavender:/ #
```

```
user@MacBook-Pro platform-tools % ./adb reboot bootloader
```

LISTING 4.23. Dostęp do urządzenia mobilnego protokołem fastboot na komputerze z systemem macOS

```
user@MacBook-Pro platform-tools % ./fastboot devices
b49d124 fastboot
```

2. Aplikacje do pobierania danych użytkownika

Ponieważ Android nie jest kompatybilny z systemem macOS, po podłączeniu urządzenia poprzez USB nie jest ono widoczne jako oddzielny dysk zewnętrzny. Aby móc pobierać dane z niego bezpośrednio, nie za pomocą pakietu adb, należy zainstalować dodatkowe aplikacje. Dostępne są dwie:

- Android File Transfer²⁹ — aplikacja bezpłatna.
- MacDroid³⁰ — aplikacja płatna z siedmiodniową wersją testową.

Po pobraniu aplikacji i zainstalowaniu można podłączyć urządzenie poprzez USB do komputera. Zostanie wówczas wyświetlona zawartość urządzenia (rysunek 4.31).

Po zainstalowaniu aplikacji MacDroid i podłączeniu urządzenia staje się ono w niej widoczne (rysunek 4.32, rysunek 4.33).

3. Jodin

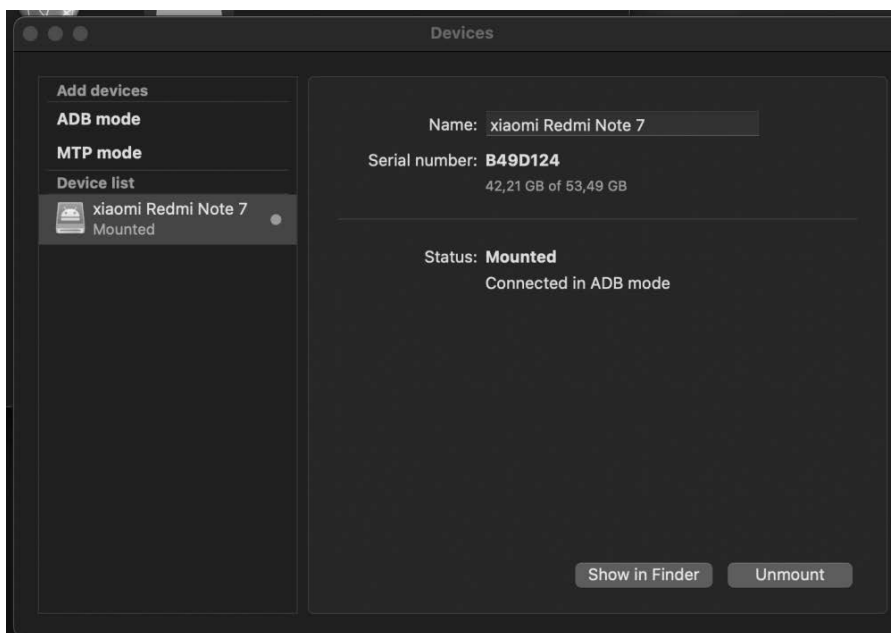
Podobnie jak w przypadku systemu Linux, w celu pracy z urządzeniami firmy Samsung należy pobrać odpowiednią wersję aplikacji Jodin.

²⁹ <https://www.android.com/filetransfer/>.

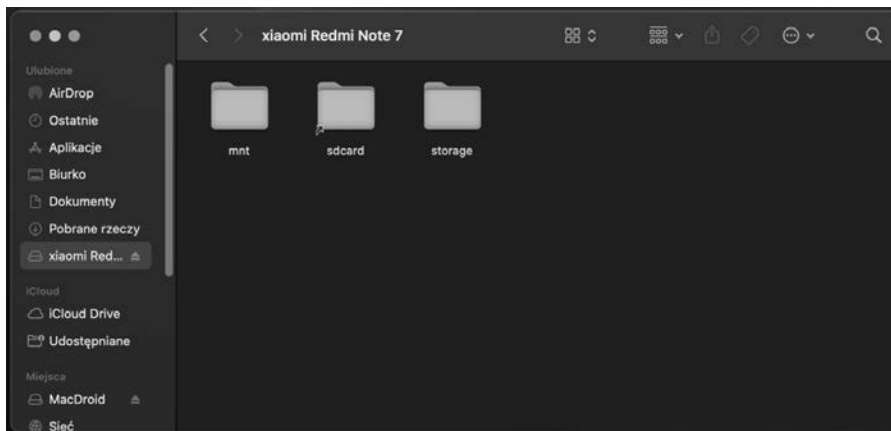
³⁰ <https://www.macdroid.app/>.



RYSUNEK 4.31. Aplikacja Android File Transfer



RYSUNEK 4.32. Aplikacja MacDroid



RYSUANEK 4.33. Dane dostępne w aplikacji Finder po zamontowaniu urządzenia w aplikacji MacDroid

Pozostałe przydatne narzędzia, które mogą zostać wykorzystane na urządzeniu mobilnym:

1. Aplikacja Magisk

Ta aplikacja pozwala na uzyskanie uprawnień administratora, gdy urządzenie jest uruchomione w trybie normalnym. Umożliwia przygotowanie odpowiednio zmodyfikowanego obrazu urządzenia.

2. BusyBox

Jest to program, który zawiera zbiór powszechnie używanych poleceń systemu Linux.

3. Oprogramowanie firmowe urządzenia

Jeśli posiada się plik *boot.img* wyodrębniony z oprogramowania firmowego, można samemu przygotować nowy plik obrazu i wgrać go na urządzenie. Potrzebna tu będzie jednak specjalistyczna wiedza z zakresu systemów operacyjnych. W internecie dostępne są skrypty, które potrafią zdekompilować plik *boot.img* i wyodrębnić z niego jądro oraz ramdysk systemu, a następnie po zmianach ponownie utworzyć plik obrazu³¹.

4. Niestandardowy tryb odzyskiwania danych — *recovery*

Jeśli nie uda się wyodrębnić pliku *boot.img* z oprogramowania firmowego, można poszukać zmodyfikowanego pliku obrazu *recovery* dla urządzenia. Obraz ten jest uruchamiany w trybie odzyskiwania danych. Często pliki te są przygotowywane przez społeczność informatyczną, która opracowuje je hobbystycznie i umieszcza w internecie. Po wgraniu pliku *boot.img* na urządzenie przy użyciu polecenia `fastboot` można uzyskać pełen dostęp do urządzenia i wykonać fizyczną kopię danych.

³¹ <https://github.com/aksalj/abootimg>.

PROGRAM PARTNERSKI

— GRUPY HELION —

- 
1. ZAREJESTRUJ SIĘ
 2. PREZENTUJ KSIĄŻKI
 3. ZBIERAJ PROWIZJĘ

Zmień swoją stronę WWW w działający bankomat!

Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!

<http://program-partnerski.helion.pl>

GRUPA
Helion

ANALIZA ŚLEDZCA URZĄDZEŃ MOBILNYCH

TEORIA I PRAKTYKA

Jeśli myślisz, że dane w Twoim smartfonie są bezpieczne, prawdopodobnie się mylisz. I to bardzo!

Popularność urządzeń mobilnych z roku na rok rośnie. Nic dziwnego – nowoczesny telefon komórkowy można zabrać ze sobą wszędzie i skorzystać z niego praktycznie w każdej sytuacji, w zastępstwie komputera stacjonarnego czy laptopa. To także sprawia, że na swoich smartfonach gromadzimy coraz więcej danych, często osobistych, jak zdjęcia, filmy, hasła czy karty płatnicze. Mogą się one stać łakomym kąskiem dla osoby postronnej, której zamiarem jest wykorzystać je w nieuprawniony sposób. Ponadto urządzenia te bywają używane w działalności przestępczej. Pozostawione w nich ślady często okazują się przydatne podczas orzekania o winie podejrzanego.

Jak hakerzy włamują się do naszych urządzeń mobilnych? Z jakiego oprogramowania i z jakich metod w tym celu korzystają? Jakie słabe punkty ma system operacyjny Android, a jakie iOS? Czy i w jaki sposób możemy skuteczniej zabezpieczać nasze dane? Czym się zajmuje informatyka śledcza i na jakich przepisach prawa bazuje? To tylko kilka z licznych pytań, na które stara się kompleksowo odpowiedzieć autorka tego podręcznika. Do kogo jest on skierowany? Do każdego, kto korzysta na co dzień ze smartfona. Każdy z nas bowiem powinien się uzbroić w podstawową wiedzę dotyczącą zasad bezpiecznego użytkowania urządzeń mobilnych.

Helion 	KOD KORZYŚCI Sięgnij po więcej! ▶ 
 helion.pl	ISBN 978-83-8322-425-1
 HELION SA ul. Kościuszki 1c 44-100 Gliwice tel.: 32 230 98 63 helion@helion.pl	 9 788383 224251
Cena: 69,00 zł	