

令和2年度 東邦大学理学部情報科学科 卒業研究

Android アプリケーションにおける IPv4 アドレスのハードコーディングに関する調査と分析

学籍番号 5517044

小林 裕

金岡研究室

目次

1	はじめに	3
2	前提知識	4
2.1	Android	4
2.1.1	アプリケーション配布マーケット	4
2.1.2	アプリ開発の言語と開発環境	4
2.1.3	ライブラリ	4
2.1.4	APK	4
2.1.5	Smali ファイル	5
2.1.6	APK から Smali ファイルの変換	5
2.2	Internet Protocol	5
2.2.1	グローバル IP アドレス	6
2.2.2	プライベート IP アドレス	6
2.2.3	IPv4 アドレス枯渇問題	6
2.2.4	IPv6 Single Stack と IPv4 との共存技術	6
2.2.5	シェルスクリプト	7
2.2.6	ハードコーディング	7
3	関連研究	8
3.1	北口らによる調査	8
3.2	Durdagi らによる調査	8
3.3	Rosil らによる調査	8
3.4	加茂らによる調査	8
4	調査及び分析内容・手法	9
4.1	APK から Smali ファイルの変換プログラム	9
4.2	Smali ファイル内から IPv4 アドレスの探索プログラム	9
4.3	グローバル IP アドレスとプライベート IP アドレスの割合調査プログラム	11
4.4	Android アプリにおける IPv4 アドレスのハードコーディング状況の調査	12
4.5	グローバル IP アドレスとプライベート IP アドレスの割合調査	12
5	結果	13
5.1	Android アプリ内に IPv4 アドレスのハードコーディングがされているのか調査結果	13
5.2	グローバル IP アドレスとプライベート IP アドレスの割合調査結果	14
6	考察	15
6.1	Android アプリ内に IPv4 アドレスのハードコーディング調査の分析	15
6.2	IPv4 アドレスのハードコーディングにおける脅威	15
7	まとめ	16

1 はじめに

インターネット上に接続された機器同士がデータをやりとりする際、ネットワーク上で通信相手を間違わないよう、それぞれを唯一に特定するために割り当てられている識別子 Internet Protocol (以後 IP) アドレスが存在する。

現在 IP Version 4 (以後 IPv4) が広く利用されているが、インターネットの利用者が増え続けたことにより IPv4 アドレスが枯渇していることが問題になっている。

IPv4 アドレスは 32 ビットのビット長を持ち、約 43 億個のアドレスを表現することができる。この数はインターネット黎明期の頃は十分な大きさと考えられていたが、インターネットに接続される機器が増え続けたことにより、割当の限界を迎えつつある。そのためアドレス空間を IPv4 から大幅に拡張するなど対策が取られた IP Version 6 (以後 IPv6) の導入がされ、IPv4 から IPv6 への移行へと移行していくことになる。しかしながら、IPv4 アドレスと IPv6 アドレスの間には互換性がなく、相互通信を行うことが出来ないため IPv4 アドレスと IPv6 アドレスの混在環境が続き、いずれ混在する環境から IPv6 だけの環境 (IPv6 Single Stack 環境) へと移行していく。

モバイル環境においては、Apple の iPhone や iPad に提供されるアプリケーション (以後アプリ) では IPv6 に対応することが必須とされている [1]。一方、Android OS 上ではそういった要件は示されていない。すでに IPv6 Single Stack 環境からのアクセスにおいて、正しく動作しない Android アプリが複数発見されている。

過去 2012 年には IETF にて IPv6 Only Network についての情報共有がなされ [2]、2018 年には北口らによって OS 各種の IPv6 対応状況調査が行われ [3]、その後、加茂によって Android に焦点を当て v6 のみの環境で OS が稼働するか、マーケットが対応しているか、Android アプリが動くかという複数の視点で行われた [4]。その結果、古い OS での IPv6 未対応状況、マーケットの IPv6 未対応状況、アプリの大部分が IPv6 に対応していないことが分かった。しかし、Android アプリが未対応である原因についてはまだ調査がされていなかった。

Android アプリが IPv6 に対応していない原因を考えた場合、IPv4 と IPv6 の混在環境や IPv6 Single Stack 環境で動くように OS など是对応されているため、アプリ側で特定の IP バージョンが指定されていることから IPv6 Single Stack 環境で動かないことが 1 つの原因として考えられる。IP アドレスが IPv4 であることを前提として指定されていた場合、IPv6 Single Stack 環境ではそのアプリが動作しないだけでなく、利用者が悪意のある攻撃者によって Man in the middle (中間者攻撃) を受けるリスクも存在する。これらのことを考えると、IPv4 のハードコーディングは避けられるべきであると考えられる。

そこで本研究では、Android アプリを対象にアプリ内に IPv4 アドレスの指定がされているのか調査と分析を行っていく。

調査結果は、109251 個のアプリを対象に、IPv4 アドレスのハードコーディングが行われているか調査したところ、109251 個中 45305 個のアプリに IPv4 アドレスのハードコーディングが行われている事が分かった。更なる調査としてハードコーディングが行われている IPv4 アドレスの出現数を数えた結果、出現頻度が多い IPv4 アドレスは "10.0.0.172" のグローバル IP アドレスや "127.0.0.1"、"127.0.0.255" などのループバック IP アドレスを多く発見した。また、"2.5.*.*" のグローバル IP アドレスを多く発見した。本論文ではさらなる調査結果を元に、脅威や原因の考察をした。

本論文の構成は以下の通りである。第 2 章で本研究に関する技術についての解説を行い、第 3 章では関連研究について説明を行う。第 4 章では本研究の調査内容と手法を述べ、第 5 章で調査結果を述べる。第 6 章で考察し、最後に第 7 章で本研究のまとめを述べる。

2 前提知識

2.1 Android

Android とは Google 社によって開発された携帯汎用オペレーティングシステムである。スマートフォンやタブレット、時計、テレビなどに搭載されている。

2.1.1 アプリケーション配布マーケット

アプリケーション配布マーケット（以後アプリマーケット）とはアプリを提供するマーケットのことで、公式アプリマーケットは Google が提供する Google Play や Apple が提供する App Store がある。また、Android アプリに関してはサードパーティ製のアプリマーケットも存在する。マーケットからソフトウェアを入手しインストールするために、マーケットへのアクセス専用アプリが提供されている。Android では Google Play アプリが提供されており、多くの端末においてあらかじめインストールされている。

2.1.2 アプリ開発の言語と開発環境

Android アプリは Java、Kotlin、C/C++ といった言語で開発が可能である。開発環境として Android Studio が公式に提供されている。また、iOS アプリを開発する際は、Swift、Objective-C といった言語で開発が可能である。開発環境として Xcode が公式に提供されている。

2.1.3 ライブラリ

ライブラリとは、ある特定の機能をもったプログラムを他のプログラムから呼び出して利用できるように細分化し、それらをまとめて一つにしたものを呼ぶ。また、それ単体ではプログラムとして動作させることはできないものを呼ぶ。Android 開発においては、Google 社から提供されているライブラリやサードパーティライブラリが存在する。

2.1.4 APK

APK とは、Google 社によって開発された Android 専用ソフトウェアパッケージのことで、1つのファイルとして提供される。APK の入手方法は APK ストアからダウンロードする方法や、単体で公開されている APK ファイルをダウンロードする方法などが存在する。一般に APK ファイルの拡張子は”.apk”であり、内部の構造は zip ファイルと同様である。

APK ファイルに対して zip ファイルと同様の解凍処理を行い、得られる内部フォルダは以下のような構成になっている。（●はフォルダ、○はファイルを表す。）

```
└─● META-INF
  │   └─○ MANIFEST.MF
  │   └─○ *.SF
  │   └─○ *.RSA or -*.DSA
  └─● lib
  └─● res
```

```

└─● assets
└─○ AndroidManifest.xml
└─○ classes.dex
└─○ resources.arsc

```

2.1.5 Smali ファイル

Smali ファイルとは、APK に含まれるソースコードを Dalvik バイトコードとして表記したものであり、その情報は classes.dex に含まれている。

2.1.6 APK から Smali ファイルの変換

APK から Smali ファイルへの変換は、Apktool により行うことができる。Apktool は APK に含まれる全てのリソース・ソースコード・XML を展開しソースコードのみを Smali ファイルとして変換が可能である。これにより、ソースコード内に IPv4 アドレスのハードコーディングが行われているのか調査することが可能である。Apktool によるリソース・ソースコード・XML の展開で得られる内部フォルダは以下のような構成になっている。

```

└─● assets
└─● lib
└─● original
└─● res
└─● smali
└─● unknown
└─○ AndroidManifest.xml
└─○ apktool.yml

```

2.2 Internet Protocol

Internet Protocol (以後 IP と呼ぶ) とは、通信ネットワークを相互に接続し、データ通信をするための通信規約である。また、IP においてパケットを送受信する機器を判別するための番号を IP アドレスという。現在 IP は IPv4 と IPv6 が混在した状態にある。

IPv4 アドレスは 32 ビットで構成される世界で重複のないアドレスで、8 ビットごと 4 つに分けそれぞれを 10 進数で数値化しピリオドで区切った記述をする。例えば”192.168.255.255”のように表記される。一方、IPv6 アドレスは 128 ビットを 16 ビットごとに 8 つに分けそれぞれを 16 進数で数値化しコロンで区切った記述をする。例えば”2001:0DB8:0000:0000:0008:0800:200C:417A”のように表記される。IPv6 アドレス表記では連続する 0 は省略可能であるが、各フィールドに少なくとも 1 つの数値を含ませなければならない。また、16 ビットの 0 が複数連続している場合は”::”と何処でも省略することができるが、省略できるのは一カ所のみである。例えば”2001:0DB8:0000:0000:0008:0800:200C:417A”という IPv6 アドレスは”2001:DB8::8:800:200C:417A”と省略する。

IPv4 アドレスはネットワーク部とホスト部に別れて構成される。一方、IPv6 アドレスはサブネットプレフィックスとインターフェース ID に別れて構成される。IPv6 のサブネットプレフィッ

クスは、IPv4 のネットワーク部に該当し、IPv6 のインターフェース ID は、IPv4 のホスト部に該当する。サブネットフィックスは 64 ビットが標準的な値であるため、インターフェース ID も 64 ビットであることが一般的である。

IPv4 アドレスと IPv6 アドレスの大きな違いとしては、アドレスビット長が 32 ビットから 128 ビットと大幅に拡張している事が挙げられる。その他に、IPv4 ではヘッダチェックサムがあるが、TCP やアプリケーション側でエラーチェックを行なっているため IP レベルのエラーチェックは不要だとして、IPv6 ではヘッダチェックサムが削除された。また、品質制御利用のためのフローラベルが追加されるなどの違いがある。

IPv4 での通信の種類は、ユニキャスト、ブロードキャスト、マルチキャストの 3 種類だが、IPv6 ではブロードキャストがマルチキャストへと統合された。IPv4 でブロードキャストで行われていたものは、IPv6 ではマルチキャストを利用して行われている。一方、IPv6 での通信の種類は、ユニキャスト、マルチキャスト、エニーキャストの 3 種類となっている。

2.2.1 グローバル IP アドレス

グローバル IP アドレスはインターネットを利用するときに割り振られる IP アドレスである。

2.2.2 プライベート IP アドレス

プライベート IP アドレスはインターネットのようなグローバルなものではなく、社内 LAN など小規模なネットワークで使用される IP アドレスである。

2.2.3 IPv4 アドレス枯渇問題

現在 IPv4 が広く利用されているが、インターネットの利用者が増えたことにより IPv4 アドレスが枯渇していることが問題になっている。IPv4 アドレスは 32 ビットのビット長を持ち、約 43 億個のアドレスを表現することができる。この数はインターネット黎明期の頃は十分な大きさと考えられていたが、インターネットに接続される機器が増え続けたことにより、割り当ての限界を迎えつつある。そのためアドレス空間を IPv4 から大幅に拡張するなど対策のとられた IPv6 が導入され、IPv4 から IPv6 への移行が進んでいくと予想される。しかしながら、IPv4 と IPv6 の間には互換性がなく、相互通信を行うことができないため IPv4 と IPv6 の混在環境が続き、いずれ混在する環境から IPv6 だけの環境 (IPv6 Single Stack) へと移行していく。

2.2.4 IPv6 Single Stack と IPv4 との共存技術

IPv6 Single Stack とは IPv6 にのみ対応する環境を言う。IPv6 Single Stack 環境構築には IPv6 over IPv4 トンネリングを利用する。IPIP トンネリングとは IPv6 パケット全体を一つのデータとして扱い、そのデータの先頭に IPv4 ヘッダを付加しカプセル化することで IPv6 ネットワークから IPv4 ネットワークをトンネリングし、IPv6 通信を実現させる通信方法である。

IPv4/IPv6 共存環境には Dual Stack 環境や NAT64/DNS64 が存在する。Dual Stack は現在一般的に用いられている IPv4/IPv6 共存技術であり、単一の機器において IPv4 と IPv6 を同時に動作させる事ができる。IPv4 対応危機と通信を行う際には IPv4 を使用し、IPv6 対応機器と通信を行う際には IPv6 を使用する。一方 NAT64/DNS64 は IPv6 ネットワークから IPv4 ネットワーク

に接続する技術である。Dual Stack が IPv4 アドレスと IPv6 アドレスの両方を必要とするのに対し、NAT64/DNS64 は IPv6 アドレスのみを与え利用される技術である。そのため、Dual Stack が IPv4 アドレス枯渇問題対策として有効である。

Dual Stack 環境は、RA を動作させているルータマシンで DHCP サーバのソフトウェアをインストールし起動させプライベート IP アドレス等必要な設定を行い、NAT で IPv4 ネットワークアクセスする。NAT とはプライベート IPv4 アドレスとグローバル IPv4 アドレスの間でアドレス変換をする技術である。

2.2.5 シェルスクリプト

シェルスクリプトとは、複数の UNIX コマンドを一つのファイルに改行区切りで記述したものである。シェルスクリプトを作成し実行を行うと、ファイルに記載されているコマンドが上から順に実行される。

2.2.6 ハードコーディング

ソースコード上に直接書き込んでいけないものを直接ソースコード上に書き込んでしまうこと。

3 関連研究

3.1 北口らによる調査

北口らは、IPv6 対応状況の研究として OS の観点から調査を行なった。そこでは各種 OS における IPv6 実装状況の検証がされ、さらにネットワーク運用管理に与える影響について考察を行っていた。表 2 は各 OS における SLAAC で用いるインターフェース ID の生成手法、RA における RDNSS オプションの実装、DHCPv6 の実装及び IPv6 Single Stack 環境での検証結果を示している。ただし Microsoft 社のインターフェース ID の生成方法は確認できていない。

Android OS については、バージョン 4、5、6、7 を対象に調査が行われており、全てのバージョンで DHCPv6 に未対応であることと、バージョン 4 では IPv6 Single Stack 環境では動作しないことが示されている。また運用管理の課題としては、セキュリティインシデント時のトレーサビリティ困難性が挙げられている [3]。

3.2 Durdagi らによる調査

Durdagi らは IPv6 と IPv4 のセキュリティと脅威の比較調査を行なった。しかし、技術使用の視点からの指摘はされているが、運用の視点や混在環境での脅威といった視点では議論は行われていない [5]。

3.3 Rosil らによる調査

Rosli らは IPv6 環境の脅威に焦点をあて、セキュリティ対策の提案をした。しかし、技術使用の視点からの指摘はされているが、運用の視点や混在環境での脅威といった視点では議論は行われていない [6]。

3.4 加茂らによる調査

加茂らは Android に焦点を当て IPv6 Single Stack 環境で OS が稼働するか、マーケットが対応しているか、Android アプリが動くか複数の視点で行われた。しかし、Android アプリの未対応である原因については今後の課題とされていた [4]。

4 調査及び分析内容・手法

IPv4 アドレスのハードコーディングアプリ内があるのかを確認するために、APK を Smali ファイルに変換し Smali ファイル内に IPv4 アドレスのハードコーディングがあるのかを確認する。

4.1 APK から Smali ファイルの変換プログラム

Smali ファイルの取得は apktool を用いて apk ファイルの変換を行う。APK から Smali ファイルの変換を行うために以下のコマンドを行う。

コマンド内の \$APK_FILE はファイルの path を指定している。ここでは Smali ファイルへと変換を行いたいアプリの APK ファイルの path を入力する。また \$name\$OUTPUT_FOLDER も同様にフォルダの path を指定している。ここでは Smali などのファイルの出力先の path を入力する。

Listing 1: APK から Smali ファイルの変換のコマンド

```
1 apktool d $APK_FILE -o /ssd1/$name/$OUTPUT_FOLDER
```

今回は、多くの APK ファイルを調査する必要であるため、Listing1 のコマンドを複数回実行する必要がある。そのため、以上のコマンドをシェルスクリプトにまとめて実行することを推奨する。複数の APK をまとめて Smali ファイルの変換を行うためのシェルスクリプトを Listing2 に記載する。

スクリプト内にある /media/\$(name)/*.apk は変換したい APK の path を指定している。また、\$(basename \$(APK_FILE)apk) は変換する APK のファイル名を取得している。

Listing 2: 複数の APK から Smali ファイルの変換を行うシェルスクリプト

```
1 #!/bin/sh
2 name = "フォルダ"
3 APK_FILES = $(find /media/$(name)/*.apk)
4 for APK_FILE in $APK_FILES
5 do
6     echo $APK_FILE
7     OUTPUT_FOLDER=$(basename $(APK_FILE).apk)
8     apktool d $APK_FILE -o /ssd1/$name/$OUTPUT_FOLDER
9 done
```

シェルスクリプトを実行するためには Listing3 のコマンドを実行した。

./Smali1.sh は、Listing2 で書き込んだスクリプトファイル名である。

Listing 3: シェルスクリプトの実行方法

```
1 bash ./Smali1.sh
```

以上で APK を Smali ファイルに変換を行うことができる。

4.2 Smali ファイル内から IPv4 アドレスの探索プログラム

Smali ファイル内から IPv4 アドレスの探索を行うためのスクリプトを Python で作成した。作成したスクリプトを Listing4 に示す。Listing4 の 11 行目は IPv4 アドレスの正規表現を記述した。

Listing4 の 18 行目 glob モジュールを使うことで指定されたパターンに合うファイルパス名を取得している。また、Listing4 の 21 行目の open 関数を使い glob で指定したファイルパスのファイルを開いている。Listing4 の 26 行目から 31 行目で正規表現を用いて smali ファイル内に IPv4 アドレスのハードコーディングが行われているかを確認している。Listing4 の 38 行目から 39 行目で IPv4 アドレスのハードコーディングが見つかったファイルパスを result_path に記述している。

Listing 4: Smali ファイル内から IPv4 アドレスの探索を行うための Python スクリプト

```
1 import glob
2 import os
3 import pprint #結果を見やすくするためのモジュール
4 import sys
5 import pathlib
6 import re #正規表現のためのモジュール
7 import csv
8 import sys,os
9
10 def Find_IPv4(apk_file):
11     args = '(([1-9]?[0-9]|1[0-9]{2}|2[0-4][0-9]|25[0-5])\.
12         {3}([1-9]?[0-9]|1[0-9]{2}|2[0-4][0-9]|25[0-5]))'
13     count =0
14     result_path = "/ssd1/IP_result/IP_File/"+apk_file+".csv"
15     print("通過します")
16     path = "/ssd1/"+apk_file+"*/smali*/**/*.smali"
17     result = pathlib.Path(result_path)
18     result.touch()
19     smali_files = glob.glob(path,recursive = True)
20     pprint.pprint(args)
21     for file_path in smali_files:
22         with open(file_path,encoding="utf-8_sig") as f:
23             lines = f.readlines()
24             txtcount=0
25             for contents in lines:
26                 txtcount +=1
27                 match2 = re.search(r'\s'+args+r'\s',contents)
28                 match3 = re.search(r'^'+args+r'$',contents)
29                 match4 = re.search(r'"'+args+r'"',contents)
30                 match5 = re.search(r"\s"+args+r"$",contents)
31                 match6 = re.search(r"^"+args+r"\s",contents)
32                 match7 = re.search(r"'"+args+r"'",contents)
33                 contents = f.readline()
34                 if match2 or match3 or match4 or match5 or match6
35                     or match7:
36                     pprint.pprint(file_path)
37                     pan = [file_path,str(txtcount)]
38                     count += 1
39                     with open(result_path,"a", newline='') as
40                         n:
41                             writer = csv.writer(n,
42                                 lineterminator='\n')
```

```

39                                     writer.writerow(pan)
40                                     n.close
41                                     else:
42                                     continue
43                                     f.close
44                                     print("Smali内のIPv4探索を終了します")
45                                     return(result_path)

```

4.3 グローバル IP アドレスとプライベート IP アドレスの割合調査プログラム

ハードコーディングされた IPv4 アドレスの中でのグローバル IP アドレスとプライベート IP アドレスの出現割合を調査する Python スクリプトを作成した。

13 行目でプライベート IP アドレスの正規表現パターンを記述して、33 行目でマッチしなかったものをグローバル IP アドレスと判定している。

Listing 5: ハードコーディングされた IPv4 アドレスの中でのグローバル IP アドレスとプライベート IP アドレスの出現割合を調査する Python スクリプト

```

1 import csv
2 import pprint
3 import re
4 def Distinction(txt,IP_Address):
5     ip_list = []
6     ip_list2= []
7     #プライベートIPアドレス
8     file_list=[]
9     #グローバルIPアドレス
10    file_list2=[]
11    PrivateIPv4 =0
12    GlobalIPv4 = 0
13    args = ' (^127\..) | (^169\.254\..) | (^10\..) | (^172\.1[6-9]\..)
           | (^172\.2[0-9]\..) | (^172\.3[0-1]\..) | (^192\.168\..) '
14    with open(IP_Address,encoding="utf-8") as n:
15        ip_address = csv.reader(n)
16        for ip in ip_address:
17            ip_list.append([ip[0]])
18    n.close
19    with open(txt, encoding="utf-8") as f:
20        reader = csv.reader(f)
21        for row in reader:
22            file_name = row[0].split('/')[0]
23            a =row[2].strip(' ')
24            ip_name = a.strip()
25            ip_list2.append([file_name,ip_name])
26    f.close
27    for ip in ip_list:
28        for ans in ip_list2:
29            #同じIp_Addressならば通過できる
30            if ip[0] == ans[1]:

```

```

31         #print(file_list)
32         print(ans[0])
33         match = re.search(args,ans[1])
34         if match:
35             if ans[0] not in file_list:
36                 print("プライベートIPアドレスあったよ")
37                 PrivateIPv4+=1
38                 file_list.append(ans[0])
39         else:
40             if ans[0] not in file_list2:
41                 print("グローバルIPアドレス")
42                 GlobalIPv4+=1
43                 file_list2.append(ans[0])
44         return

```

4.4 Android アプリにおける IPv4 アドレスのハードコーディング状況の調査

Android アプリ内に IPv4 アドレスのハードコーディング調査のため、複数の APK を対象に Smali 化を行い Smali ファイル内に IP アドレスのハードコーディングが行われているのか調査した。調査方法として、Android アプリ調査に使う APK 群を AndroZoo からダウンロードを行なった。Listing2 のシェルスクリプトを使い APK ファイルを Smali ファイルに変換を行った。次に、変換を行なった Smali ファイルを Listing4 の Python スクリプトで IPv4 アドレスのハードコーディングの調査を行なった。

4.5 グローバル IP アドレスとプライベート IP アドレスの割合調査

グローバル IP アドレスのハードコーディングがある場合攻撃者によって中間者攻撃や DDoS 攻撃など悪用されるリスクが高まると考えられる。また、プライベート IP アドレスのハードコーディングがある考えられる理由として、誤って記述してしまった場合やテストコード用に記述したものなどが挙げられるが、プライベート IP アドレスの固定で指定するのは通常動作としては考えにくいためグローバル IP アドレスとプライベート IP アドレスの割合を調査した。調査方法として、Listing4 の Python スクリプトの結果を元に Listing5 の Python スクリプトを行なった。

5 結果

5.1 Android アプリ内に IPv4 アドレスのハードコーディングがされているのか調査結果

AndroZoo からダウンロードを行なったランダムな 109251 個のアプリを対象に調査を行なった結果、45305 個のアプリに IPv4 アドレスのハードコーディングがあり、全体の 41.4%に IPv4 アドレスのハードコーディングが行われている事が分かった。

表 1 に結果をまとめた。表 1 の中で一番出現の多い IPv4 アドレスは”10.0.0.172”で 35151 個のアプリで発見された。調査したアプリ数に対する出現の割合は 32.1%であった。2 番目に出現数の多い IPv4 アドレスは”127.0.0.1”で 29165 個のアプリで発見された。調査したアプリ数に対する出現の割合は 26.6%であった。その他に ”127.0.0.255” のループバックアドレスを発見したり、”2.5.*.*” といった IPv4 アドレスを多く発見した。

表 1: APK ファイルの中にハードコーディングされた IPv4 アドレスの中で出現頻度が高い IPv4 アドレス

IPv4 アドレス	アプリ数	アドレス区分け
10.0.0.172	35151	プライベート IP アドレス
127.0.0.1	29165	ループバック IP アドレス
10.0.0.200	20794	プライベート IP アドレス
0.0.0.0	14177	未使用アドレス
117.97.87.6	4503	グローバル IP アドレス
127.0.0.255	4202	ループバック IP アドレス
2.5.29.15	3718	グローバル IP アドレス
2.5.4.3	3197	グローバル IP アドレス
2.5.4.11	3190	グローバル IP アドレス
2.5.4.6	3188	グローバル IP アドレス
2.5.4.10	3187	グローバル IP アドレス
2.5.4.8	3186	グローバル IP アドレス
2.5.4.7	3183	グローバル IP アドレス
2.5.29.37	3065	グローバル IP アドレス
10.0.2.2	2878	プライベート IP アドレス
2.5.29.19	2876	グローバル IP アドレス
1.4.1.19	2762	グローバル IP アドレス
2.0.61.0	2758	グローバル IP アドレス
2.5.4.4	2360	グローバル IP アドレス
2.5.4.42	2354	グローバル IP アドレス

5.2 グローバル IP アドレスとプライベート IP アドレスの割合調査結果

調査したアプリ数とグローバル IP アドレスのハードコーディングが行われているアプリ数、プライベート IP アドレスのハードコーディングが行われているアプリ数との記載割合と IP アドレスのハードコーディングが行われているアプリとグローバル IP アドレスがあるアプリ数、プライベート IP アドレスのハードコーディングが行われているアプリ数との割合を表 2、表 3 でまとめた。表 2, 表 3 からプライベート IP アドレスのハードコーディングが行われているアプリの半分にグローバル IP アドレスのハードコーディングが行われている事が分かった。

表 2: 全 APK ファイルの中でグローバル IP アドレスとプライベート IP アドレスの出現割合

調査したアプリ数	グローバル IP アドレス 記載があるアプリ数	割合	プライベート IP アドレス 記載があるアプリ数	割合
109251	29074	26.6%	35151	29.7%

表 3: APK ファイルの中にハードコーディングされた IPv4 アドレスの中で、グローバル IP アドレスとプライベート IP アドレスの出現割合

IPv4 アドレスの記載が あるアプリ数	グローバル IP アドレス 記載があるアプリ数	割合	プライベート IP アドレス 記載があるアプリ数	割合
45305	29074	64.1%	35151	77.5%

6 考察

6.1 Android アプリ内に IPv4 アドレスのハードコーディング調査の分析

アプリの 44.1% に IP アドレスのハードコーディングが行われているアプリがあり、グローバル IP アドレスのハードコーディングが行われているアプリにはプライベート IP アドレスのハードコーディングが行われている可能性があると考えられる。IPv4 アドレスのハードコーディングが行われているアプリの半数に "127.0.0.1"、"127.0.0.255" などのループバックアドレスや "0.0.0.0" の未使用アドレスを表す IPv4 アドレスが使われていることが分かる。これは、アプリ上で何かしらの理由でローカルマシンにアクセスするためにハードコーディングが行われていると考えられる。また、表 1 の IPv4 アドレスの中で "2.5.*.*" が多く見られる。これはアプリ内で何処かのサーバーにアクセスを行うためにハードコーディングが行われていると考えられる。

6.2 IPv4 アドレスのハードコーディングにおける脅威

アプリ内に IPv4 アドレスのハードコーディングがされている場合、どのような脅威が存在するか考察する。まず、悪意ある者からのアプリ内にハードコーディングが行われている IP アドレスに向けて DDoS 攻撃が挙げられる。アプリ内に IPv4 アドレスのハードコーディングが行われている場合、悪意ある者がアプリ内にハードコーディングが行われている IP アドレスに向けて大量のパケット送り、攻撃対象の機能を停止させ、サービス提供をやめさせるなどの可能性がある。

また、悪意ある者からの中間者攻撃が挙げられる。悪意ある者が攻撃対象者と同じネットワークに入り込み、通信の中間に入ることによって攻撃対象者にバレずに情報を抜き取られてしまう可能性がある。例として、IPv6 Single Stack 環境において IPv4 アドレスハードコーディングアプリがあるとして、本来ならばネットワークが IPv4 アドレスに対応していないのでアプリが動作せずに終わるところが、悪意のある第 3 者がその環境の中で IPv4 の DHCP サーバ等を立て IPv4 アドレスハードコーディングアプリをインストールしたスマホに IPv4 アドレスがその悪意のある DHCP サーバから付与され、IPv4 ハードコーディングアプリが通信を始め悪意のある第 3 者が用意した DHCP サーバの情報によってその IPv4 通信を盗聴されたり横取りされてしまう可能性がある。

7 まとめ

本研究は Android アプリ内に IPv4 アドレスのハードコーディングが行われていた際に Android アプリが動作しない状態や悪意のある第 3 者によって DDos 攻撃や中間者攻撃などの受けるリスクを検討し、Smali ファイル内に IPv4 アドレスのハードコーディング調査の必要性を示した。次に、本研究の分析内容と手法を示したうえで、Android アプリ内に IPv4 アドレスのハードコーディング調査を行い結果を示した。今回、AndroZoo からダウンロードを行なったランダムな 109251 個を対象に調査を行なった内 45305 個に IPv4 アドレスのハードコーディングが行われており、全体の 41.4%に IPv4 アドレスのハードコーディングが行われていることが分かった。このことから、Android アプリ内に IPv4 アドレスのハードコーディングが行われていることが分かった。また、調査結果を元に Android アプリ内に IPv4 アドレスのハードコーディングにおける脅威を考え、悪意のある第 3 者によって DDoS 攻撃や中間者攻撃などの受けるリスクを述べた。

参考文献

- [1] SupportApple Developer, "Supporting Ipv6only Networks", 2016, <https://developer.apple.com/support/ipv6>
- [2] Jari Arkko, Ari Keranen, "Experiences from an IPv6-Only Network", 2012, [url-https://tools.ietf.org/html/rfc6586](https://tools.ietf.org/html/rfc6586)
- [3] 北口 善明, 近堂 徹, 鈴田 伊知郎, 小林 貴之, 前野 譲二, "クライアント OS の IPv6 実装検証から見たネットワーク運用における課題の考察", デジタルプラクティス, 2018
- [4] 加茂恵梨香 Android 環境の IPv6 対応の調査と分析
- [5] Emre Durdagi, Ali Buldu, "IPV4/IPV6 security and threat comparisons" Procedia Social and Behavioral Sciences 2 (2010) 5285–5291, 2010
- [6] Athirah Rosli, Wan Nor Ashiqin Wan Ali, Abidah Haji Mat Taib Faculty of Computer and Mathematical Sciences, Universiti Teknologi MARA, Perlis, Perlis, Malaysia "IPv6 Deployment: Security Risk Assessment Using i-SeRP System in Enterprise Network" 2012 IEEE Student Conference on Research and Development (SCORED), 2012