گزارشِ تحقیق درباره‌ی SSL Pinning و نحوه‌ی دور زدنِ آن

تهیه و تنظیم: مبین خیری

شماره دانشجویی: 994421017

استاد راهنما: دکتر میرسامان تاجبخش

چکیده:

در گزارشِ پیش‌رو قصد داریم با نحوه‌ی عملکردِ SSL Pinning آشنا شده و راهکارهایی را در خصوصِ دور زدنِ آن ارائه کنیم. این گزارش به کمکِ منابعِ پرشمارِ موجود در سطحِ اینترنت تهیه و تدوین شده که لیستی از مهم‌ترینِ این مراجع، در انتهای گزارش گنجانده شده است.

SSL Pinningچیست؟

هنگامی که برنامه ها و اپلیکیشن های موبایل با یک سرویس دهنده ارتباط برقرار می کنند، معمولا از SSL برای محافظت از اطلاعات در حال انتقال در شبکه در برابر استراق سمع، کپی برداری و دستکاری غیر مجاز استفاده می کنند .به طور پیش فرض، اجرای SSL مورد استفاده در برنامه های موبایل به این صورت خواهد بود که این برنامه ها برای حصول اطمینان از جعلی نبودن trusted) بودن یا نبودن) یک سرور، گواهینامه آن را در همان ابتدا با گواهینامه های پیش فرض موجود در سیستم عامل گوشی مقایسه می کنند که اصطلاحا محل ذخیره ی این گواهینامه ها Trust Store نامیده می شود. این Trust Store فهرستی از گواهینامه هایی است که به همراه سیستم عامل به صورت پیش فرض عرضه می گردد.

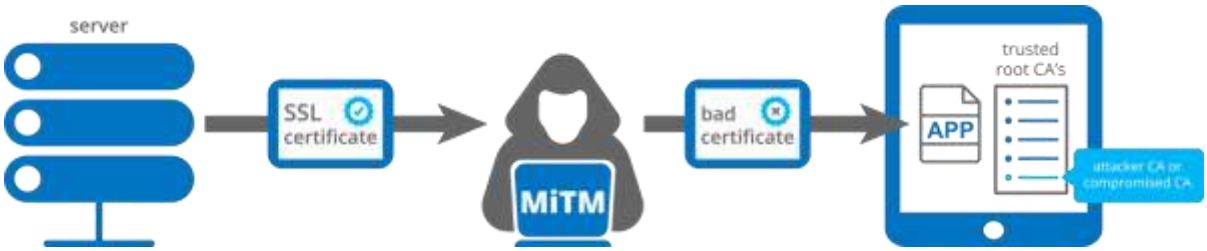
با این حال، با استفاده ازSSL Pinning ، تنظیمات اپلیکیشن به صورتی خواهد بود که به غیر از تعداد محدودی از گواهینامه های از پیش تعریف شده، باقی آن ها را رد کند. هر زمان که اپلیکیشن به یک سرور متصل شود، گواهی سرور را با گواهی های پین شده مقایسه می کند. فقط تنها زمانی که آنها مطابقت داشته باشند، سرور مورد اعتماد است و اتصال SSL برقرار می گردد.

چرا اپلیکیشن به SSL Pinningنیاز دارد؟

تنظیم و نگهداری جلسات (Session) هایSSL (، معمولا به یک library یا کتابخانه‌ی سیستم محول می گردد. این بدان معنا است که اپلیکیشنی که تلاش می کند یک ارتباط را با سرور برقرار نماید، قادر به تعیین قابل اعتماد بودن یا نبودن یک گواهینامه نمی باشد و به طور کامل بر روی گواهینامه هایی که در Trust Storeسیستم عامل موجود است، تکیه می کند.

هنگامی که یک گواهینامه SSL تولید و در این Trust Store قرار میگیرد، می تواند یک حمله مرد میانی (Man-in-the-Middle)علیه هر برنامه ای که از SSL استفاده می کند را ایجاد کند، به طوری که هر جلسه (Session) از SSL قابل خواندن و دستکاری شود. در این حالت مهاجم می تواند از این فرصت برای معکوس کردن پروتکل استفاده شده در برنامه یا استخراج کلیدهای API از درخواست ها، استفاده نماید.

مهاجمان همچنین می توانند جلسات SSL را با فریب دادن کاربر و ترغیب وی به نصب CA از طریق یک صفحه وب مخرب و جعلی مورد حمله قرار دهند. همچنین ممکن است CA های اصلی و مورد اعتماد دستگاه، مورد حمله و دسترسی قرار گرفته و برای تولید گواهی جعلی استفاده شوند.



محدود کردن مجموعه ای از گواهی های قابل اعتماد از طریق پیاده سازیSSL Pinning ، به طور موثری سبب محافظت از برنامه های کاربردی موبایل در برابر حملات از راه دور شرح داده شده می گردد. این امر همچنین از مهندسی معکوس و افزوده شدن CA سفارشی به Trust Store دستگاه و تحلیل عملکرد برنامه و نحوه ارتباط آن با سرور، جلوگیری می کند.

پیاده سازی SSL Pinningدر اپلیکیشن های تحت iOS

به صورت ساده پیاده سازی SSL Pinning از طریق ذخیره‌ی اطلاعات اضافی در داخل اپلیکیشن جهت شناسایی سرور و حصول اطمینان از عدم وجود حمله مرد میانی (Man-in-the-Middle)، صورت می گیرد.

چه چیزی را پین کنیم؟

در واقع در این مرحله، کار به دو صورت می تواند انجام گیرد: اختصاص گواهینامه به سرور توسط خود سرور یا پین شدن کلید عمومی سرور. از طرفی شما خود انتخاب می کنید که داده های واقعی ذخیره گردند یا هش شده ی داده ها بکار گرفته شود. در واقع در این حالت می توان یک فایل هش شده از گواهی یا یک هش از رشته ی کلید عمومی را در اپلیکیشن ذخیره نمود.

انتخاب میان دو گزینه پین کردن گواهی یا کلید عمومی می تواند از جنبه های مختلف امنیت و نگهداری برنامه مورد بررسی قرار گیرد که این بحث در خارج از موضوع بحث این مطلب است. برای کسب اطلاعات بیشتر در این خصوص می توانید از راهنماهای OWASP در این لینک استفاده نمایید.

نحوه جاسازی اطلاعات پین شده در برنامه

داده های مورد نیاز برای پیکربندی SSL می توانند در برنامه به دو روش کلی جاسازی شوند:

- جاسازی به صورت یک فایل دارایی(Asset File)
- جاسازی به عنوان یک رشته در کد برنامه

اگر از روش اول استفاده نمایید یعنی فایل گواهی را پین کنید، گواهی معمولا به عنوان یک فایل دارایی پین می گردد و هر بار که یک ارتباط SSL ساخته می شود، گواهی دریافت شده سرور با فایل (های) گواهی (های) شناخته شده مقایسه می شود و اگر فایل‌ها دقیقا با یکدیگر مطابقت داشته باشند، اتصال مورد اعتماد خواهد بود و ارتباط برقرا می شود.

از طرفی با استفاده از روش دوم، هنگام پین کردن کلید عمومی سرور، کلید را می توان به عنوان یک رشته در کد برنامه تعبیه کرد یا آن را می توان در یک فایل دارایی ذخیره نمود. در این حالت هر زمان که یک اتصال SSLایجاد می شود، کلید عمومی از گواهی سرور دریافت شده استخراج می شود و با رشته ذخیره شده مقایسه می گردد. اگر با رشته ها دقیقا مطابقت داشته باشند، اتصال مورد اعتماد است و ارتباط برقرا می شود.

کتابخانه ها و روش های متداول برای SSL Pinning

کتابخانه های زیر گزینه های محبوب و متداولی برای پیاده سازی SSL در برنامه های Swift و زبان Cشی گرا تحت iOS محسوب می شوند.

لینک	نوع	زبان	روش و نحوه پین	نام
لینک	Apple networking library	Cشی گرا	Certificate file, public key	NSURLSession
لینک	Networking library	Swift	Certificate file, public key	AlamoFire
لینک	Networking library	Cشی گرا	Certificate file, public key	AFNetworking
لینک	SSL Pinning	Cشی گرا	public key	TrustKit

NSURLSessionیک API ارائه شده از سوی اپل برای تسهیل ارتباطات شبکه است که یک فریم ورک سطح پایین می باشد، بنابراین پیاده سازی SSL با استفاده از آن سخت است و نیازمند بسیاری از تنظیمات به صورت دستی می باشد.

TrustKit، AlamoFireو AFNetworking کتابخانه هایی هستند که به طور گسترده ای در بالای NSURLSessionمورد استفاده قرار گرفته اند. هر دو AFNetworkingو AlamoFire کتابخانه هاي کامل شبکه هستند که از چگونگي پيکربندي SSL به عنوان بخشی از API خود پشتیبانی می کنند TrustKit . یک فریم ورک کوچک است که فقط بررسی پیاده سازی SSL Pinning را انجام می دهد.

AFNetworkingبرای برنامه هایی با زبان شی گرای C و یا AlamoFire برای برنامه های Swift انتخاب خوبی هستند. زمانی که شما به دنبال یک کتابخانه شبکه کامل هستید و فقط نیاز به SSL دارید، TrustKit می تواند گزینه مناسبی باشد.

با توجه به اینکه یکی از اولین اقداماتی که مهاجم در هنگام معکوس کردن کد و ساختار یک برنامه کاربردی موبایل انجام می دهد، دور زدن و عبور از SSl/TLSبرای به دست آوردن اطلاعات و شناخت بهتر در عملکرد نرم افزار و نحوه ارتباط با سرور آن می باشد. در بخش بعد، به بررسی تکنیک های دور زدن و عبور از SSL Pinning در iOS و اقدامات متقابل هنگام وقوع آن، پرداخته می شود.

روش‌های دور زدنِ مکانیزمِ امنیتیِ SSL Pinning در برنامه‌های موبایل

یکی از متداول ترین روش های امن سازی ارتباطات میان کلاینت و سرور بهره گیری از مکانیزم SSL می باشد. در خصوص اپلیکیشن های موبایل نیز برای استفاده از این راهکار، از مکانیزم SSL pinning استفاده می شود. در بخش قبلی ضمن معرفی این مکانیزم و شیوه عملکرد آن در امن سازی ارتباطات اپلیکیشن های موبایل، ضرورت استفاده و چگونگی پیاده سازی آن را معرفی کردیم. در این قسمت نیز روش های دور زدن این مکانیزم امنیتی با استفاده از یک اپلیکیشن نمونه و همچنین معرفی ابزارهای مربوطه توضیح داده شده و برخی پیشنهادات در خصوص چگونگی امن سازی اپلیکیشن های موبایل در برابر این روش ها ارائه گردیده است.

به طور کلی دور زدن مکانیزم امنیتی SSL Pinning توسط مهاجمین به یکی از دو روش زیر قابل انجام است:

1. از طریق جلوگیری از بررسی SSL پین شده و یا دستکاری نتیجه حاصل از این بررسی.
2. از طریق جایگزینی داده های پین شده در اپلیکیشن، به عنوان مثال جایگزینی گواهی موجود در assetها و یا کلید هش شده.

در قسمت های بعدی، هر دو روش با استفاده از یک اپلیکیشن نمونه و همچنین معرفی ابزارهای مربوطه توضیح داده خواهد شد.

آزمون و هدف

در ادامه به توضیح چگونگی دور زدن TrustKit SSL Pinning در نرم افزار نسخه دموی TrustKit که بر روی نسخه ی جیلبریک شده آیفون اجرا می گردد، پرداخته می شود. برای این کار، از ابزارهای زیر استفاده خواهیم کرد:

- از mitmproxyبرای تجزیه و تحلیل داده های ارسالی در شبکه استفاده می شود که ابزارهای جایگزین آن Burp Suiteیا Charlesهستند.
- ابزار Fridaبرای متدها و حملات hooking و patching استفاده می شود. از دیگر فریمورک های محبوب برای hooking میتوان به Cydia Substrate، Cycriptیا Substituteاشاره نمود.
- برای جایگزینی رشته ها در باینری، از ابزار Disassembler Hopperاستفاده خواهیم کرد.

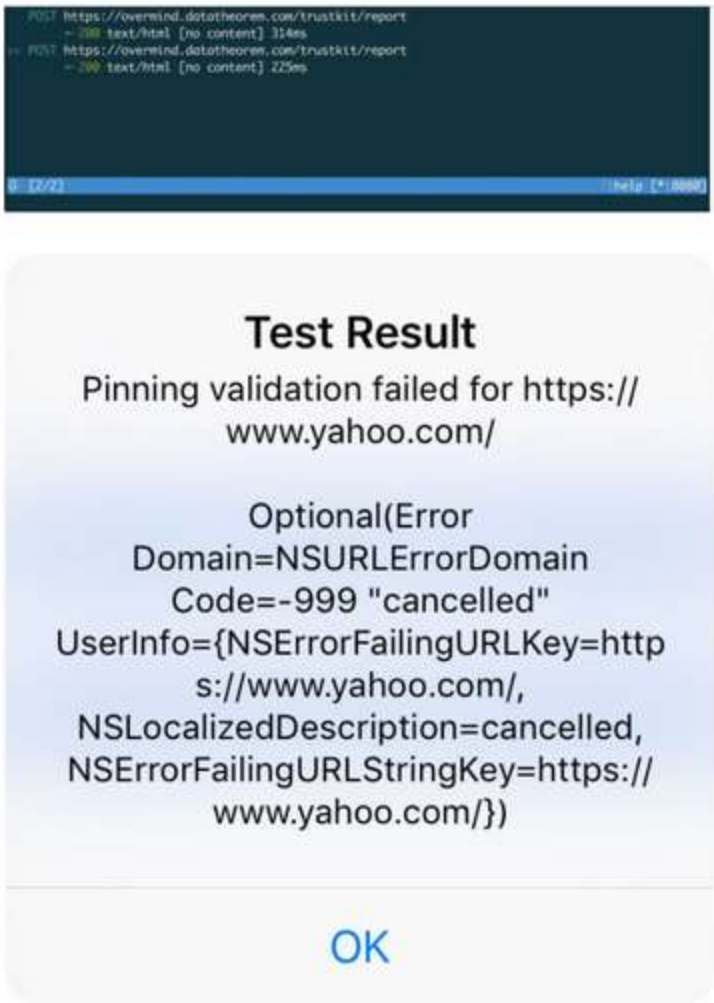
طبیعتا نرم افزار نسخه دموی TrustKit قابلیت کمتری نسبت به نسخه تجاری آن را دارد و تنها قابلیتی که ما از آن استفاده می کنیم، تلاش برای اتصال به https://www.yahoo.com با استفاده از یک هش پین نامعتبر برای آن دامنه می باشد.

```
let trustKitConfig: [String: Any] = [
          kTSKSwizzleNetworkDelegates: false,
          kTSKPinnedDomains: [
              "yahoo.com": [
                  kTSKEnforcePinning: true,
                  kTSKIncludeSubdomains: true,
                  kTSKPublicKeyAlgorithms: [kTSKAlgorithmRsa2048],

                  // Invalid pins to demonstrate a pinning failure
                  kTSKPublicKeyHashes: [
                      "AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA=",
                      "BBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBB="
                  ],
                  kTSKReportUris:["https://overmind.datatheorem.com/trustkit/report"],
              ],
```

توجه داشته باشید حتی اگر هشهای ارائه شده برای دامنه yahoo.com معتبر باشند، اعتبار سنجی SSL Pinningبایستی رد شود زیرا ما از پراکسی مردمیانی یا Man-in-the-Middle استفاده میکنیم.

هنگام اتصال به دامنهyahoo.com ، ابزار mitmproxy نشان می دهد که دامنه در واقع بازدید نمی شود و فقط گزارش اعتبارسنجی SSL Pinning به سرورهای مورد نظر ارسال می گردد. از سوی دیگر دستگاه خود پیامی با محتوای رد شدن اعتبارسنجی Pinning نمایش می دهد. تمامی این رفتارها با توجه به فعال بودن SSL Pinningکاملا طبیعی و قابل پیش بینی هستند.



متد اول: جلوگیری از بررسی SSLپین شده

در ادامه به بررسی چگونگی دور زدن SSL Pinning با استفاده از ابزار Fridaمی پردازیم. اما پیش از آن بایستی بدانیم که در کدام قسمت از کد، در واقع چک کردن و بررسی SSL Pinning انجام می شود.

پیدا کردن محل بررسی

از آنجا که TrustKit منبع باز است، بنابراین به راحتی می توان دریافت که منطق اعتبار سنجی گواهی واقعی در کجا می افتد .[TSKPinningValidator evaluateTrust:forHostname:]- :در مواردی که سورس کد در دسترس نباشد، با یک بررسی دقیق تر از API کتابخانه Pinning SSL می توان دریافت فعالیت اصلی اعتبار سنجی در کجا اتفاق می افتد.

امضای :evaluateTrust:forHostname حاوی اطلاعات زیادی در خصوص متد مربوطه می باشد.

```
- (TSKTrustDecision) evaluateTrust :( SecTrustRef _Nonnull) serverTrust
forHostname :( NSString * _Nonnull)serverHostname
```

همان طور که مشاهده می شود این متد 2 ورودی شامل نام سروری (Hostname) که قصد اتصال به آن وجود دارد را شامل شده و در نهایت TSKTrustDecision را به عنوان خروجی باز می گرداند. این متغیر از نوع enum می باشد.

```
/**
 Possible return values when verifying a server's identity against a set of pins.
 */
typedef NS_ENUM(NSInteger, TSKTrustEvaluationResult)
{
    TSKTrustEvaluationSuccess,
    TSKTrustEvaluationFailedNoMatchingPin,
    TSKTrustEvaluationFailedInvalidCertificateChain,
    TSKTrustEvaluationErrorInvalidParameters,
    TSKTrustEvaluationFailedUserDefinedTrustAnchor,
    TSKTrustEvaluationErrorCouldNotGenerateSpkiHash,
};
```

همان طور که در سورس کد مشاهده می گردد، هر یک از فیلدهای مربوطه مورد اشاره قرار گرفته است، اما روشن است که مهمترین مقدار در میان آنها، مقدار فیلد TSKTrustEvaluationSuccess می باشد.

دور زدن بررسی SSL

برای دور زدن بررسیTrustKit SSL pinning ، ما متد :[TSKPinningValidator estimateTrust forHostname:]را با استفاده از ابزارFrida ، دستکاری (یا به اصطلاح hook) خواهیم کرد و اطمینان حاصل می کنیم که همیشه مقدار مورد نظر ما را برمی‌گرداند. در ابتدا اسکریپت مورد نیاز ابزار Frida را ایجاد می کنیم و آن را با عنوان disable_trustkit.js ذخیره می کنیم.

```
var evalTrust = ObjC.classes.TSKPinningValidator["- evaluateTrust:forHostname:"];
Interceptor.attach(evalTrust.implementation, {
    onLeave: function(retval) {
        console.log("Current return value: " + retval);
        retval.replace(0);
        console.log("Return value replaced with (TSKTrustDecision) \
                                TSKTrustDecisionShouldAllowConnection");
    }
});
```

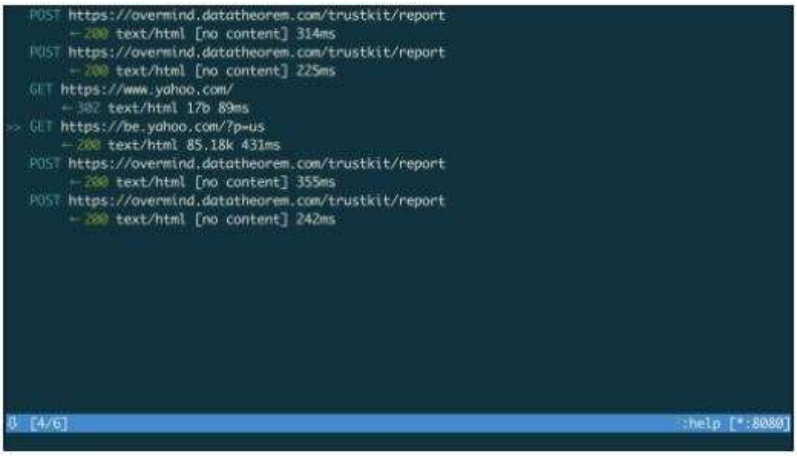
این اسکریپت در واقع Frida را به متد evaluateTrust:forHostname: instance در محیط TSKPinningValidatorمتصل می کند و کد مربوطه را هر بار که این متد باز گردانده می شود، اجرا می

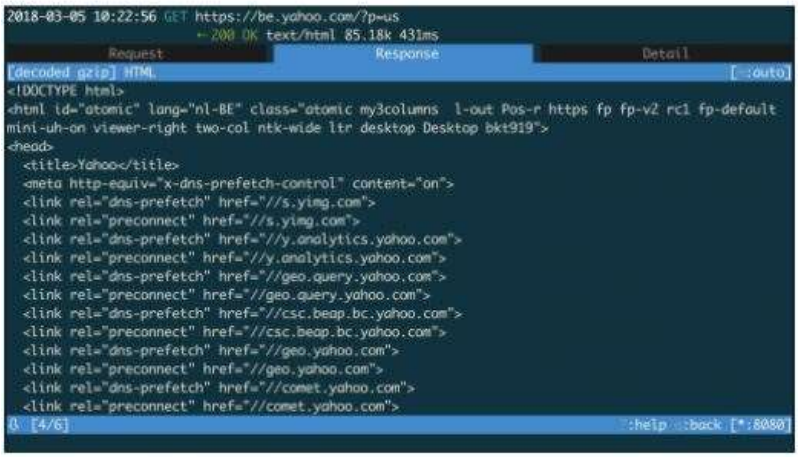
کند. این کد، بدون در نظر گرفتن مقدار قبلی و واقعی (TSKTrustEvaluationSuccess) ، آن را با مقدار صفر (0) جایگزین کرده و بر می گرداند.

حال Frida را اجرا نموده و به فرآیند TrustKitDemo موجود در دستگاهمان متصل نموده و اسکریپ را اجرا می نماییم:

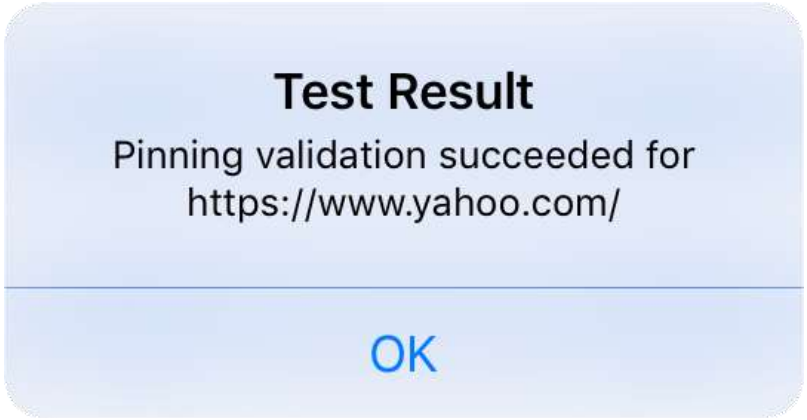
frida -U -l disable_trustkit.js -n TrustKitDemo-Swift.

اکنون اگر https://www.yahoo.com را لود کنیم، می بینیم که در mitmproxy suite ، این URL با موفقیت بارگذاری شده است.





همچنین مطابق با شکل زیر در موبایل نیز این پیام را مشاهده می کنیم: تأیید پین با موفقیت انجام شده است.



همجنین، Fridaخروجی زیر را برای حصول اطمینان از اینکه فرآیند دستکاری (hook)مطابق با انتظار ما عمل کرده و مقدار مطلوب را برگردانده است، ارائه می دهد.

```
[iPhone::TrustKitDemo-Swift]->
Current return value: 0x1
Return value replaced with (TSKTrustDecision)
TSKTrustDecisionShouldAllowConnection
 Current return value: 0x1
Return value replaced with (TSKTrustDecision)
TSKTrustDecisionShouldAllowConnection
```

اکنون فرآیند دور زدن Pinning TrustKit SSL با موفقیت انجام شده و تمامی درخواست های وب قابل مشاهده و تغییر می باشند. البته مثال ارائه شده تنها یک نمونه ساده و ابتدایی از دور زدن Pinning SSL تنها با تغییر مقدار بازگشتی متد می باشد .

استفاده از سایر ابزارها

دور زدن SSL Pinning را می توان حتی با استفاده از ترفندهای موجود برای موبایل های جیلبریک شده، از طریق روش های ساده‌تری انجام داد. برای مثال، SSL Kill Switch 2پشته TLS در سیستم عامل iOS را پچ کرده و بدینوسیله کلیه SSLپیاده سازی شده که از آن استفاده می نمایند را غیرفعال می کند. یکی از این ترفندها می باشد. از سوی دیگر ابزار Objection SSL Pinning disablerدرFrida ، بررسی های سطح پایین SSL Kill Switch 2 را اجرا می کند و چند نمونه هوک در اسن فریمورک را ایجاد می نماید.

جدول زیر متدهایی را که می توانند برای بعضی از فریمورک های SSL Pinning ، هوک شوند را تشریح می کند.

libcoretls_cfhelpers.dylib	tls_helper_create_peer_trust
NSURLSession	-[* URLSession:didReceiveChallenge:completionHandler:]
NSURLConnection	-[* connection:willSendRequestForAuthenticationChallenge:]
AFNetworking	-[AFSecurityPolicy setSSLPinningMode:] -[AFSecurityPolicy setAllowInvalidCertificates:] +[AFSecurityPolicy policyWithPinningMode:] +[AFSecurityPolicy policyWithPinningMode:withPinnedCertificates:]

روش مقابله: تشخیص و شناسایی hooking

قبل از تأییدSSL Pin ، می توان به منظور شناسایی حملات هوکینگ، یکپارچگی و عدم دستکاری شدن یا تغییر غیرمجاز توابع فوق را مورد بررسی قرار داد. به عنوان مثال، از SSL Kill Switch 2 که در بالای فریمورک معروف Cydia Substrate جهت انجام حملات هوکینگ در زمان اجرا، ساخته شده است، استفاده خواهیم کرد. هوکینگ در این فریمورک از طریق MSHookFunction API انجام می شود.

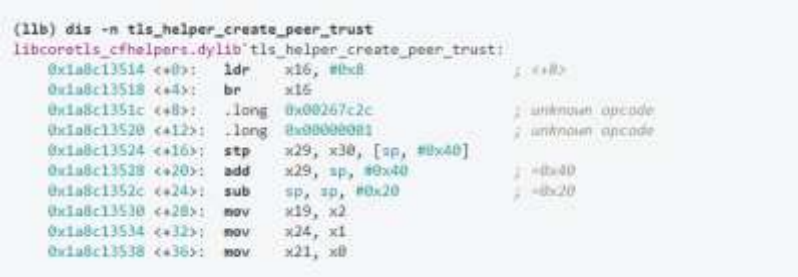
روش توضیح داده شده در اینجا تنها یک اثبات مفهومی است و پیشنهاد می شود از کد شناسایی هوک که در این روش توضیح خواهیم داد، در نرم افزارهای تولیدی خود استفاده نکنید. در واقع این یک روش ساده است و تنها نوع خاصی از هوک را در ARM64 تشخیص می دهد. استفاده از این روش بررسی، بدون بهره گیری از مکانیزم های مبهم سازی کد(Obfuscation) ، حذف آن را بسیار آسان خواهد کرد.

یک روش معمول برای هوک کردن توابع اساسی(native) ، جایگزین نمودن چند دستور اولیه آنها با یک ترامپلاین (Trampoline) است. ترامپلاین به مجموعه ای از دستورها گفته می شود که مسئول انتقال جریان کنترل به یک قطعه کد جدید برای جایگزینی یا تقویت رفتار اولیه است. با استفاده ازlldb ، می توانیم دقیقا متوجه شویم "ترامپلاین" چیست و چگونه به نظر می رسد.

10دستور اول تابع اولیه (unhook) به شرح ذیل است:

```
(lldb) dis -n tls_helper_create_peer_trust
libcoretls_cfhelpers.dylib`tls_helper_create_peer_trust:
    0x1a8c13514 <+0>:   stp    x26, x25, [sp, #-0x50]!
    0x1a8c13518 <+4>:   stp    x24, x23, [sp, #0x10]
    0x1a8c1351c <+8>:   stp    x22, x21, [sp, #0x20]
    0x1a8c13520 <+12>:  stp    x20, x19, [sp, #0x30]
    0x1a8c13524 <+16>:  stp    x29, x30, [sp, #0x40]
    0x1a8c13528 <+20>:  add    x29, sp, #0x40            ; =0x40
    0x1a8c1352c <+24>:  sub    sp, sp, #0x20             ; =0x20
    0x1a8c13530 <+28>:  mov    x19, x2
    0x1a8c13534 <+32>:  mov    x24, x1
    0x1a8c13538 <+36>:  mov    x21, x0
```

10دستور اول تابع هوک شده به شرح ذیل است:



در تابع هوک شده، 16 بایت اول، ترامپلاین را تشکیل می دهند. آدرس 0x00000001002ebc2cدر رجیستر x16 بارگذاری می شود و سپس به آن آدرس می رود .(BR X16)این آدرس به المان زیر اشاره می کند:

SSLKillSwitch2.dylib`replaced_tls_helper_create_peer_trust

همان گونه که مشاهده می شود، در آن SSL Kill Switch 2 جایگزین شده است.

اگر پیاده سازی تابع از پیش مشخص شده باشد، چند بایت اول از تابع یافت شده را می توان با بایت های مشخص شده مقایسه کرد. بدین ترتیب می توان بدون نقض Pinning را اجرا نمود. در خصوص Cydia Substrate، مشاهده می شود که تابع با استفاده از یک برنچ غیرشرطی به یک رجیستر (BR Xn) پچ شده است، در این حالت می توانیم وجود این دستور را در چند بایت اول بررسی نماییم. در صورتیکه دستور برنچ یافت شد، فرض بر این است که تابع هوک شده و در غیر اینصورت تابع معتبر است.

روش مقابله: مبهم سازی اسامی(Name Obfuscation)

همان طور که در بالا دیدیم، برای دور زدن مکانیزمSSL Pinning ، نفوذگر ابتدا باید بفهمد که کدام مکانیزم را باید هوک کند. با استفاده از یک ابزار مبهم سازی (Obfuscation) متادیتاهای اپلیکیشن های iOS

نوشته شده به زبان Swift و یا Objective-C ، برنامه نویسان می توانند این تشخیص را برای نفوذ گر بسیار دشوار سازند.

مبهم سازی اسامی همچنین قادر است، مانع از عملکرد صحیح تمامی ابزارهای خودکار برای جستجوی نام متدهای شناخته شده شود. یک ابزار مبهم ساز می تواند متدها را به شیوه ای متفاوت در ساختار هر یک از نسخه های اپلیکیشن تغییر دهد، به گونه ای که نفوذگر را مجبور به جستجوی نام واقعی متدها در هر نسخه جدید گرداند.

توجه داشته باشید که مبهم سازی اسامی فقط قادر است از برنامه در مقابل ابزارهای دور زدن SSL که در آنها، گواهی SSL در کد برنامه یا کتابخانه های برنامه جاگذاری شده است، محافظت نماید. ابزارهایی که با فریم ورک های هوکینگ سیستم کار می کنند، با این روش قابل جلوگیری نمی باشند.

متد دوم: جایگزینی داده های SSL Pinning

راه دیگر برای دور زدن SSL Pinning این است که داده های پین شده را در داخل برنامه جایگزین نماییم. اگر ما قادر به جایگزینی فایل گواهی پین شده اصلی یا رشته کلید عمومی با گواهی یا کلید موجود در سرور مردمیانی (Man-in-the-Middle)خودمان باشیم، قاعدتا میتوانیم سرور خودمان را به جای سرور اصلی پین کنیم.

جایگزینی یک فایل گواهی جاسازی شده می تواند به آسانی جایگزینی یک فایل در پکیج IPA باشد.

در اپلیکیشن هایی که هش کلید عمومی سرور را پین می کنند، می توانیم رشته را با هش کلید عمومی سرور خودمان جایگزین کنیم. تصویر زیر نشان می دهد که چگونه برنامه Demo TrustKit در ابزار Hopper بارگذاری شده است Hopper .به مهاجم اجازه می دهد که رشته ها را در فایل MachO جایگزین نموده و آن را مجددا به شکل یک فایل قابل اجرا و معتبر تبدیل نماید.

هنگامی که فایل یا رشته جایگزین می شود، دایرکتوری تحت عملیات باید مجددا به صورت یک IPA امضا و زیپ شود. این موضوع خارج از محدوده بحث این وبلاگ قرار دارد، اما اطلاعات بیشتر را می توانید در اینجا پیدا نمایید.

روش مقابله: مبهم سازی رشته ها(String Obfuscation)

هنگام پین کردن گواهینامه ها با یک لیست از هش های کلید عمومی hard-code شده، بهتر است که مقادیر و ارزش ها را رمزگذاری کنید. این عمل در واقع اپلیکیشن شما را در برابر حملات hooking محافظت نخواهد کرد، اما نفوذگر را برای جایگزینی هش های اصلی با گواهی ساختگی از سوی او، با مشکل جدی رو به رو می سازد. مبهم سازی و رمزگذاری رشته ها (مقادیر) در این بخش قابل استفاده می باشد. ابزارهای DexGuard برای اپلیکیشن های اندرویدی و همچنین iXGuard برای برنامه های iOS می توانند مبهم سازی رشته های (حساس) مدنظر برنامه نویس را انجام دهند.

روش مقابله: مبهم سازی جریان کنترل(Control Flow Obfuscation)

یک مهاجم با استفاده از تکنیک های مهندس معکوس قادر است جریان و روند کنترل برنامه را تجزیه و تحلیل نموده تا بتواند از این طریق محل دقیقی که در آن، برنامه هش واقعی را تایید می کند، پیدا نماید. اگر او موفق به پیدا کردن این محل گردد، می تواند ببیند که کدام رشته مورد استفاده قرار گرفته و همچنین می تواند محل رشته هش در باینری را پیدا کند. مبهم سازی جریان کنترل برنامه توسط برنامه نویس، باعث می شود تا تجزیه و تحلیل دستی از کد برای نفوذگر بسیار مشکل گردد. ابزارهای DexGuard و همچنین iXGuard می توانند مبهم سازی جریان کنترلی نرم افزار را انجام دهند.

متصل کردن گواهی (Certificate Pinning) به برنامه اندروید یا ios خود

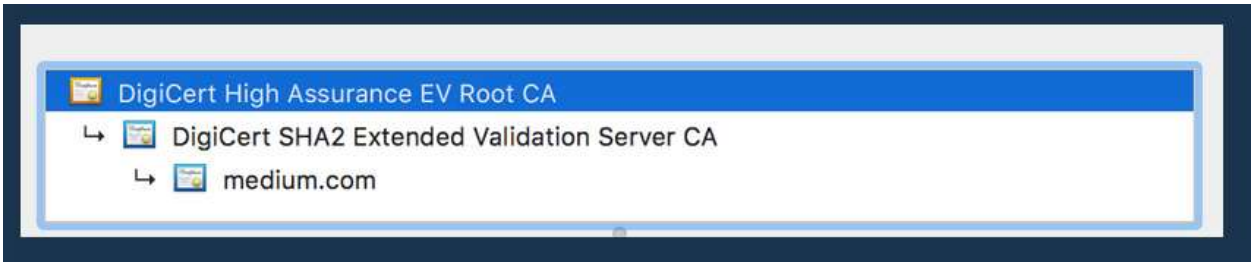
وقتی ما توسعه دهندگان در حال توسعه هر نوع نرم‌افزاری هستیم، نمی‌توان امنیت را فراموش کرد. حداقل معیار امنیتی که باید از آن استفاده کنیم HTTPS به عنوان پروتکل برای به اشتراک گذاری اطلاعات بین مشتری (در این حالت یک برنامه اندروید/ios) و یک سرور است؛ به‌دنبال آن یک پروتکل رمزنگاری بروز شده مانند TLS 1.2(SSL 3.0) آسیب پذیر است!

ممکن است فکر کنید که استفاده از HTTPS کافی است اما در بعضی موارد مانند برنامه‌های بانکی، که ممکن است داده‌های حساس بین مشتری و سرور ارسال شود، می‌تواند خطرناک باشد.

به طور پیش‌فرض هنگام برقراری اتصال TLS، کلاینت دو مورد را بررسی می‌کند:

- گواهی سرور با نام میزبان درخواستی مطابقت دارد
- گواهی سرور دارای زنجیره‌ای از حقایق براساس گواهی ریشه است

آنچه انجام نمی‌دهد بررسی این است که آیا این گواهی، گواهی خاصی است که می‌دانید سرور از آن استفاده می‌کند، و این یک آسیب‌پذیری امنیتی احتمالی است: اگر کلاینت به خطر بی‌افتد و یک گواهی ناامن نصب شود، کسی می‌تواند یک حمله بین آن انجام دهد.



راه‌حل این مشکل، متصل کردن گواهی است: ذخیره گواهی در کلاینت برای اطمینان از اینکه هر درخواست SSl ساخته شده مطابق با سرور ما است. بگذارید چگونگی این کار را در هر دو برنامه اندروید و ios برای شما توضیح دهم.

اندروید

کتابخانه Okhttp یک کلاس CertificatePinner ارائه می‌دهد تا به نمونه OkHttpClient اضافه شود. آسان‌ترین راه برای متصل کردن به میزبان این است که pinning را بر روی پیکربندی نقض شده فعال کنیم و در صورت عدم موفقیت اتصال پیکربندی مورد انتظار خوانده شود.

```
CertificatePinner certificatePinner = new CertificatePinner.Builder()
        .add("mydomain.com", "sha256/AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA=")
        .build();
    OkHttpClient client = OkHttpClient.Builder()
        .certificatePinner(certificatePinner)
        .build();
```

پس از اجرای یک درخواست، این پیام را روی کنسول مشاهده خواهید کرد:

```
javax.net.ssl.SSLPeerUnverifiedException: Certificate pinning failure!
  Peer certificate chain:
    sha256/afwiKY3RxoMmLkuRW1l7QsPZTJPwDS2pdDROQjXw8ig=: CN=mydomain.com, OU=PositiveSSL
    sha256/klO23nT2ehFDXCfx3eHTDRESMz3asj1muO+4aIdjiuY=: CN=COMODO RSA Secure Server CA
    sha256/grX4Ta9HpZx6tSHkmCrvpApTQGo67CYDnvprLg5yRME=: CN=COMODO RSA Certification Authority
    sha256/lCppFqbkrlJ3EcVFAkeip0+44VaoJUymbnOaEUk7tEU=: CN=AddTrust External CA Root
  Pinned certificates for mydomain.com:
    sha256/AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA=
  at okhttp3.CertificatePinner.check(CertificatePinner.java)
```

```
at okhttp3.Connection.upgradeToTls(Connection.java)
at okhttp3.Connection.connect(Connection.java)
at okhttp3.Connection.connectAndSetOwner(Connection.java)
```

این exception باعث می‌شود شناسه کلید عمومی گواهی سرور برای شما فراهم شود. آن‌ها را روی CertificatePinner بچسبانید و تمام!

```
CertificatePinner certificatePinner = new CertificatePinner.Builder()
        .add("mydomain.com", "sha256/afwiKY3RxoMmLkuRW1l7QsPZTJPwDS2pdDROQjXw8ig=")
        .add("mydomain.com", "sha256/klO23nT2ehFDXCfx3eHTDRESMz3asj1muO+4aIdjiuY=")
        .add("mydomain.com", "sha256/grX4Ta9HpZx6tSHkmCrvpApTQGo67CYDnvprLg5yRME=")
        .add("mydomain.com", "sha256/lCppFqbkrlJ3EcVFAkeip0+44VaoJUymbnOaEUk7tEU=")
        .build();
```

ios

راه‌حل ios چندان ساده نیست، زیرا باید خود گواهی را درون برنامه خود ذخیره کنید. من از Alamofire به عنوان کتابخانه HTTP در سوئیفت استفاده می‌کنم.

ابتدا باید گواهی سرور را با فرمت .der دریافت کنید و آن‌را به پروژه ios خود اضافه کنید.

```
openssl s_client -showcerts -servername mydomain.com -connect mydomain.com:
443 </dev/null | openssl x509 -outform DER > mydomainCert.der
```

و اکنون بیایید اتصال گواهی را فعال کنیم: برای انجام این کار به هر دو شیء ServerTrustPolicy و SessionManagerنیاز داریم. مورد اول نام میزبان و گواهی‌هایی که در این فرایند استفاده می‌شوند را تعریف می‌کند.

```
var serverTrustPolicies = [
    "mydomain.com": .pinCertificates(
    certificates: ServerTrustPolicy.certificates(),
    validateCertificateChain: true,
    validateHost: true
  ),
]
```

ServerTrustPolicy.certificates() کلیه گواهی‌های ذخیره شده را برمی‌گرداند و booleanها زنجیره گواهی و نام میزبان را تایید می‌کنند.

در آخر با استفاده trust policy یک شیء SessionManger ایجاد کنید:

```
var sessionManager = SessionManager(serverTrustPolicyManager:
 ServerTrustPolicyManager(policies: serverTrustPolicies!))
```

تمام شد! برای اجرای درخواست فقط از این شیء sessionManger استفاده کنید.

```
sessionManager.request("https://mydomain.com/api", method: .get, headers: headers)...
```

روش جدید برای پیاده‌سازی آن در ios

TrustKit یک کتابخانه منبع‌باز برای پیاده‌سازی اتصال SSL است. این یک راه‌حل آسان‌تر و انعطاف‌پذیرتر نسبت به استفاده از ServerTrustPolicy است.

هنگامی که یکبار TrustKit در برنامه ادغام شد، ما فقط باید آن‌را فعال کنیم، به عنوان مثال در فایل AppDelegate.

```
let trustKitConfig = [
  kTSKEnforcePinning: true,
  kTSKIncludeSubdomains: true,
  kTSKSwizzleNetworkDelegates: false,
  kTSKPinnedDomains: [
    "mydomain.com": [
      kTSKPublicKeyAlgorithms: [kTSKAlgorithmRsa2048,    kTSKAlgorithmRsa4096],
      kTSKPublicKeyHashes: [
        "afwiKY3RxoMmLkuRW1l7QsPZTJPwDS2pdDROQjXw8ig=",
        "klO23nT2ehFDXCfx3eHTDRESMz3asj1muO+4aIdjiuY=",
```

```
            "grX4Ta9HpZx6tSHkmCrvpApTQGo67CYDnvprLg5yRME="
        ],
      ]
    ]
  ] as [String : Any]
    TrustKit.initSharedInstance(withConfiguration:trustKitConfig)
```

بدین ترتیب، اجرای آن مانند اندروید است: ما گواهی .der و ServerTrustPolicy را فراموش می‌کنیم و اکنون از کلیدهای عمومی استفاده می‌کنیم، که راهی انعطاف‌پذیرتر برای پیاده‌سازی اتصال گواهی است زیرا نیازی به فایل به روز شده گواهی نداریم.

منابع:

i. https://www.ashnasecure.com/blog/post/158/%D8%B1%D9%88%D8%B4_%D9%87%D8%A7%DB%8C_%D8%AF%D9%88%D8%B1_%D8%B2%D8%AF%D9%86_%D9%85%DA%A9%D8%A7%D9%86%DB%8C%D8%B2%D9%85_%D8%A7%D9%85%D9%86%DB%8C%D8%AA%DB%8C_SSL_Pinning_%D8%AF%D8%B1_%D8%A8%D8%B1%D9%86%D8%A7%D9%85%D9%87_%D9%87%D8%A7%DB%8C_%D9%85%D9%88%D8%A8%D8%A7%DB%8C%D9%84
ii. https://roocket.ir/articles/certificate-pinning-your-android-and-ios-apps
iii. https://medium.com/@anuj.rai2489/ssl-pinning-254fa8ca2109
iv. https://www.indusface.com/learning/what-is-ssl-pinning-a-quick-walk-through/
v. https://www.ashnasecure.com/blog/post/154/SSL_Pinning:_%D8%B1%D8%A7%D9%87%DA%A9%D8%A7%D8%B1_%D8%A7%D9%85%D9%86%DB%8C%D8%AA_%D8%A7%D8%B1%D8%AA%D8%A8%D8%A7%D8%B7%D8%A7%D8%AA_%D8%A7%D9%BE%D9%84%DB%8C%DA%A9%DB%8C%D8%B4%D9%86_%D9%85%D9%88%D8%A8%D8%A7%DB%8C%D9%84

پایان.