JavaScript による End-to-End セキュリティ

第 4 回 データの真正性・本人確認のためのテクニック 編

栗原 淳

2019 年 10 月 24 日

はじめに

はじめに

第 1,2,3 回では

- End-to-End (E2E) セキュリティの原則と必要性
- JavaScript で AES を使った暗号化のお作法
- JavaScript で公開鍵暗号 (RSA/楕円曲線) を使った暗号化のお作法

を勉強した。

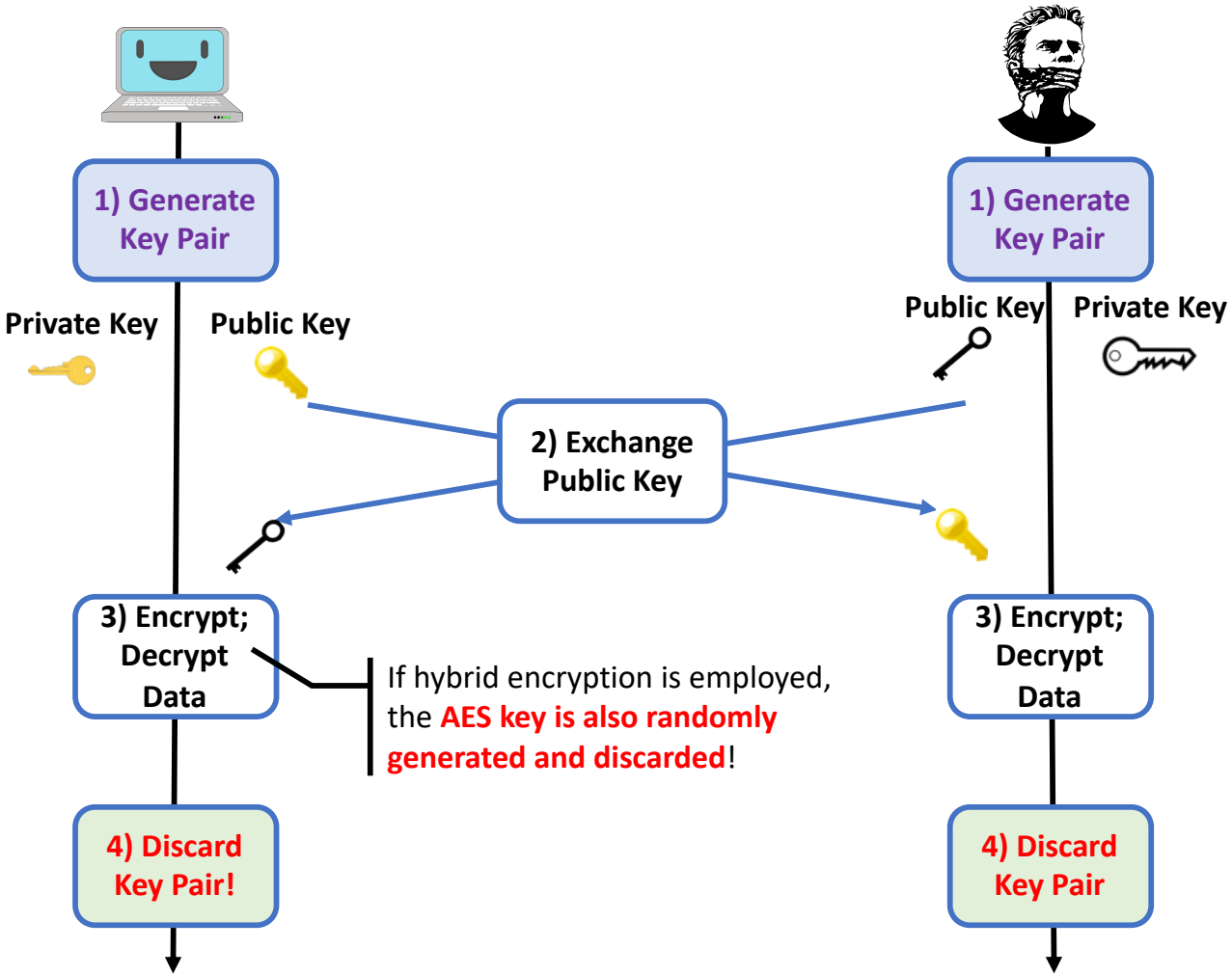
今回は、第 3 回の最後に懸案事項だった
「データのやり取りしてる相手って本当に正しい相手？」
を保証する方法を学んでいく。

第 3 回のおさらい: Ephemeral Scheme

公開鍵暗号化の Ephemeral Scheme での運用

公開鍵・秘密鍵ペアを都度生成、1 回限りで使い捨てることで、Perfect Forward Secrecy[1] を担保する運用方法。

[1] 長期的に保存されているマスター秘密鍵の漏洩や、一部の暗号化データがクラックされたとしても、それ以外の過去に暗号化されたデータは復号されてしまうことはないという概念。



Ephemeral Scheme のイメージ

まずはじめに、「送られてきた Ephemeral な公開鍵は、本当に自分がやりとりしたい相手の公開鍵か?」の確認が必須。[2]

[2] 意図しない相手の公開鍵で暗号化して機密データを漏らさぬように、ということ。

というわけで、「E2E で安全にデータをやり取りする」ための基礎部分の最後のピースを今日は学ぶ。

この講義で最終的に学びたいこと

- 本人確認やデータの改ざん防止を担保する方法
  - データ毎に固有の指紋を生成する「ハッシュ」
  - 「共通鍵」を使った改ざん防止方法「MAC」[3]
  - 「公開鍵」を使った本人確認・改ざん防止方法「電子署名」[4]
- そしてその具体的な JavaScript での実装方法・お作法

細かい話もするが、数式は使わない。
「イメージ」と「コードの流れ＆その流れの必要性」をつかめるようにする。

[3] HMAC (RFC2104 https://tools.ietf.org/html/rfc2104)

[4] RSA-PSS (PKCS#1 RFC8017 https://tools.ietf.org/html/rfc8017), ECDSA (NIST FIPS PUB186-4 https://csrc.nist.gov/publications/detail/fips/186/4/final)

発表者紹介

栗原 淳 (Jun Kurihara)

- (株) ゼタント 主任研究員
  (株) 国際電気通信基礎技術研究所 (ATR) 連携研究員
- 博士 (工学),
  専門: セキュリティ、応用数学、システムアーキテクチャとか
- Web システム (フロントエンド・バックエンド) を作ったり、論文他のアルゴリズムを実装したり、研究して論文書いたり、セキュリティ技術中心に手広くやってます。
- GitHub: `https://github.com/junkurihara`
  LinkedIn: `https://www.linkedin.com/in/junkurihara`

この講義の対象と事前準備

対象:

- 暗号・セキュリティ技術に興味がある初学者
- Web に暗号技術を導入したい Web 系のエンジニア

必須ではないが触って楽しむのには必要な事前準備:

- Bash, Git が使えるようになっていること
- Node.js, npm, yarn が使えるようになっていること
- Google Chrome 系ブラウザ and/or Firefox が利用可能なこと

今後の予定 (暫定)

1. 導入&JS の暗号化コードを触ってみる
2. AES を正しく・安全に暗号化するには？
3. 公開鍵暗号はどうやって使う？その使い方のコツは？
4. ハッシュ・MAC・署名、それぞれの使い所と使い方は？← 今日はココ
5. RFC にまつわるあれこれ（証明書・鍵フォーマット・etc...）

「こういうのを知りたい」というリクエストがあれば是非。
マニアックすぎて最後の RFC の話題はやるかどうか未定。

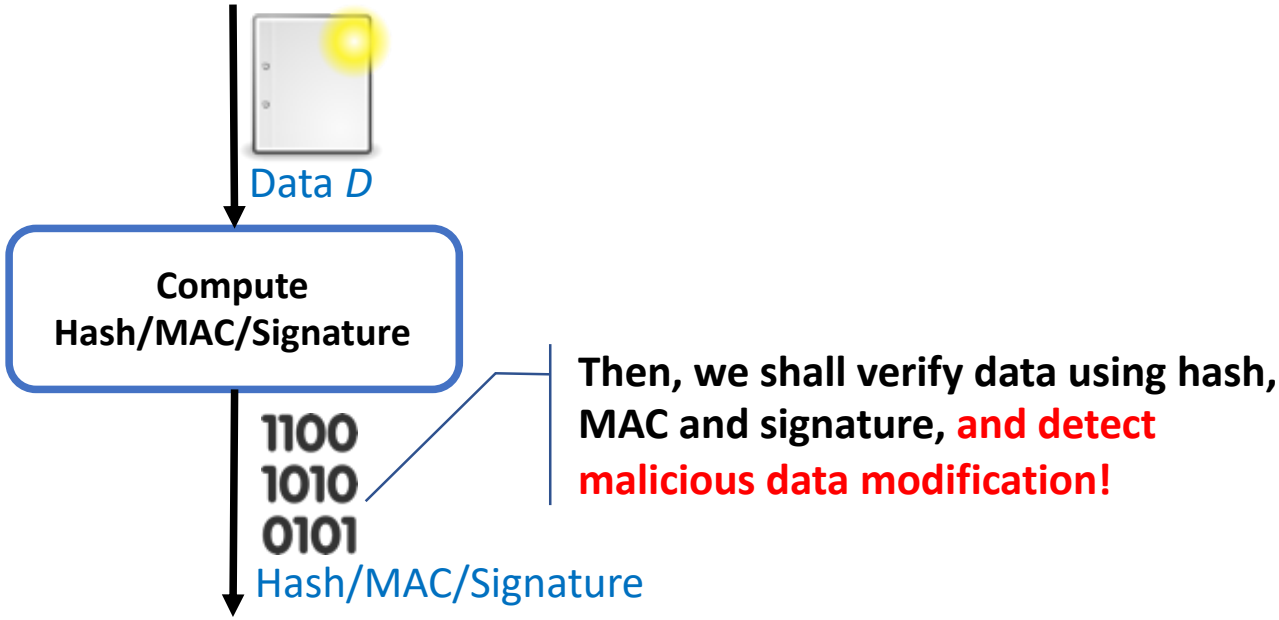
セカンドシーズンも検討中。[5]

[5]場所等変えてもっと来やすい場所へ。。。

サンプルコードの準備

準備

説明を聞きつつ手を動かすため、まず環境準備。今回は、JavaScript (Node.js) を使って手元でデータの Hash/MAC/署名をいじってみる。そしてその効果を実感する。



サンプルコードはブラウザでも動く。src/commands-browser.html を開くとこれから Node.JS で試すデモが開発者コンソールで実行される。適宜試したり比較すると良い。

前回のコードの公開鍵に署名をつけたりして本人確認とかして、
E2E セキュリティをしてみましょう！

環境

以下の環境が前提:

- Node.js (> v10) がインストール済。yarn が使えること。[6]
- ブラウザとして、Google Chrome (系ブラウザ)、もしくは Firefox がインストール済み
- Visual Studio Code や WebStorm などの統合開発環境がセットアップ済みだとなお良い。

[6] インストールコマンド: `npm i -g yarn`

JavaScript プロジェクトの準備

- プロジェクトの GitHub リポジトリ [7] を Clone

```
$ git clone https://github.com/zettant/e2e-security-04
$ cd e2e-security-04/sample
```

- 依存パッケージのインストール

```
$ yarn install
```

- ライブラリのビルド

```
$ yarn build
```

[7] https://github.com/zettant/e2e-security-04

データの指紋: Hash

Hash および Hash 関数とは

Hash および Hash 関数

あるデータに対し、そのデータを「代表するビット列」を計算する関数を「Hash 関数」。導出したビット列を「Hash」[8] と呼ぶ。

[8] あるいは Hash 値、Message Digest

Hash および Hash 関数の役割

同じくデータ固有のビット列を導出する Checksum と似ているが、その用途はより強力で多岐にわたる。

- **Checksum**
  - 通信路上などでのデータの (偶発的な) エラー検知

  ⇒ データから一意に導ける値・高速な処理が可能なことが必須

- **Hash**
  - データのエラー・改ざん検知
  - 多数のデータの索引作成[9]
  - データの重複検出

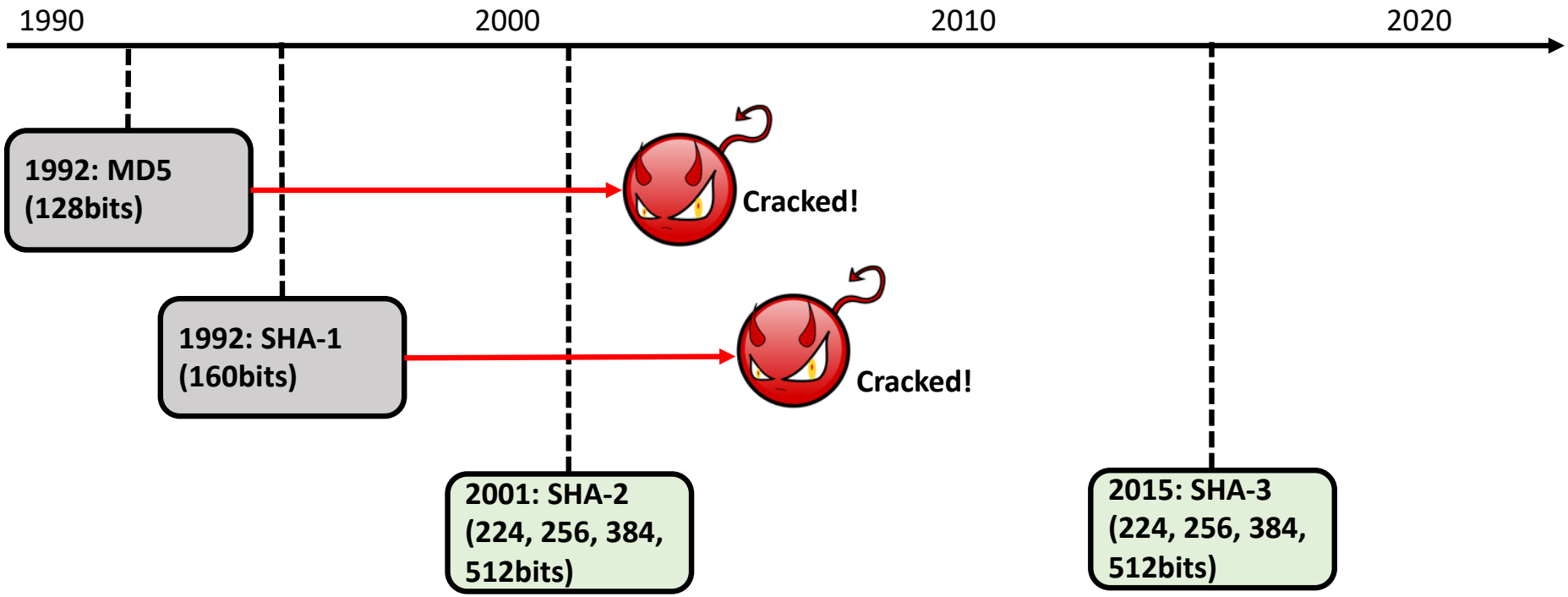
  ⇒ 別のデータ同士で同じ Hash を得ることが困難なことが必須

Checksum ⊆ **Hash** と言える。

[9] Hash Table

Hash 関数の種類

MD5, SHA-1, SHA-2 (SHA-256, 384, 512), SHA-3 という Hash 関数がよく知られている。



MD5、SHA-1 は、「同じ Hash(指紋) を生成するデータが割と簡単に見つけられる[10]」という致命的な欠陥が発見されている。

[10] 「衝突」と呼ぶ。MD5 の場合は、2^{20} 程度の計算量でクラック可能。

JavaScript でデータの Hash を生成してみる。

Hash 生成のコードはこんな感じ。

本人確認の技術

MAC と署名とは？

共通鍵を使った改ざん検知・本人確認: MAC

Message Authentication Code (MAC) 事始め

Hash-based MAC (HMAC)

「鍵付きのハッシュ (Keyed Hash)」だと思えば良い。

JavaScript で HMAC を実行してみる

公開鍵を使った改ざん検知・本人確認: 署名

署名 事始め

署名とは？

データそのものに署名を施すのは厳しいので、「データの指紋」に対してハッシュを施そう。

RSA

- RSASSA PKCS1-v1.5
- RSASSA-PSS

RSA なら可能なら PSS を使おう！

JavaScript で RSASSA-PSS を実行してみる

ECDSA

JavaScript で ECDSA を実行してみる

まとめ

まとめ

お疲れ様でした。

次回は

宣伝: iTransfy by Zettant

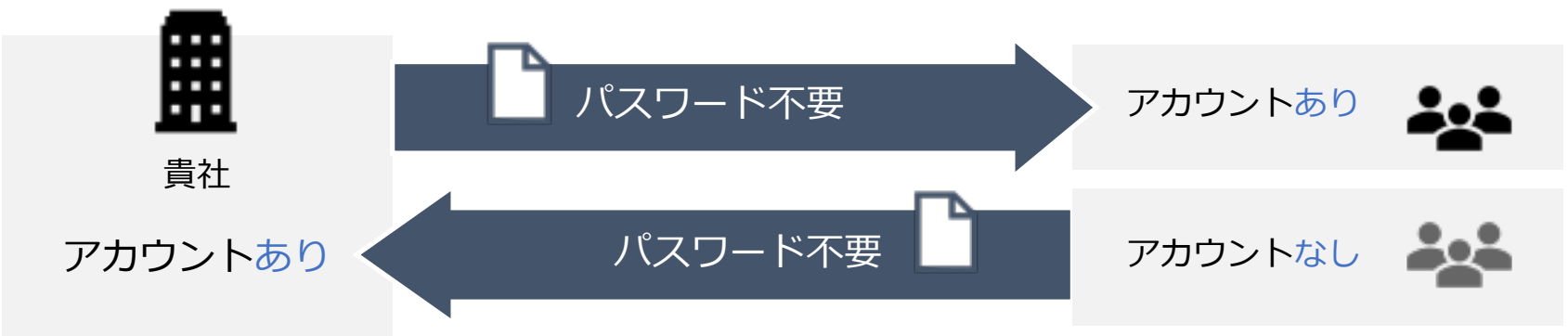
簡単・安全にファイル転送ができる

iTransfy for biz

https://www.itransfy.com

アカウント登録で、パスワード入力の手間が省けます

クライアント/協力会社等へファイルを送りたい、また送付してほしい時の手間を軽減



宣伝: 株式会社ゼタント

ゼタントはのミッションは、

「自分の身は自分で守ることができる世の中にする」

ことです。
共感してくれる仲間を募集しています！

問合せ先: recruit@zettant.com
会社 URL: https://www.zettant.com