BÁO CÁO BÀI TẬP VỀ NHÀ

MÔN: AN TOÀN VÀ BẢO MẬT THÔNG TIN

Chủ đề: Chữ ký số trong file PDF

Sinh viên thực hiện: Nguyễn Thị Linh

MSSV:K225480106040

Lớp:K58KTP

Nội dung: Tệp PDF dùng để minh họa quy trình ký số theo 8 bước; báo cáo tóm tắt cấu trúc PDF liên quan chữ ký, nơi lưu thời gian ký, phân tích rủi ro và biện pháp giảm thiểu.

1. MỤC TIÊU BÀI TẬP

- Trình bày, giải thích và minh họa bằng ví dụ cách thức chữ ký số được lưu và bảo vệ tròng file PDF.

+ Vị trí và cấu trúc lưu chữ ký trong PDF (AcroForm, Signature Field, Signature Dictionary).

+ Cách lưu thời gian ký (khác nhau giữa /M và timestamp RFC -3161).

+ Các rủi ro bảo mật phổ biến và biện pháp giảm thiểu.

1) Cấu trúc PDF liên quan chữ ký (Nghiên cứu)

- Mô tả ngắn gọn: Catalog, Pages tree, Page object, Resources, Content streams, XObject, AcroForm, Signature field (widget), Signature dictionary (/Sig), /ByteRange, /Contents, incremental updates, và DSS (theo PAdES).

- Liệt kê object refs quan trọng và giải thích vai trò của từng object trong lưu/truy xuất chữ ký.

- Đầu ra: 1 trang tóm tắt + sơ đồ object (ví dụ: Catalog → Pages → Page → /Contents ; Catalog → /AcroForm → SigField → SigDict)

➢ Các objects chính trong PDF:

- **Catalog(Root):** đối tượng gốc của PDF, chứa các tham chiếu đến /Pages, có thể chứa thêm /AcroFrom (các from filed) và /DSS (Document Security Store cho PadEs).
- **Pages tree →Page object :** Mỗi trang PDF có /Resources và /Contents (chứa nội dung hiện thị). Vùng hiển thị chữ ký(nếu có) thường là From XObject nằm trong /Resources và được tham chiếu qua /Annots.
- **AcroForm:** Chứa danh sách các from field. Trường chữ ký (Signature field) nằm ở đây, là một "widget field" có kiểu /FT /Sig.
- **Signature field (Widget):** Đối tượng đại diện cho trường chữ ký. Khi ký xong, nó sẽ tham chiếu đến Signature dictionary thông qua khóa /V.
- Signature dictionary (/Sig): Nơi luu dữ liệu chữ ký thông tin meta:

  - /Type,/Sig: Xác định kiểu đối tượng.

  - /Filter và /SubFilter: quy định dạng

  - /Contents: Vùng byte chứa chữ ký PKCS#7/CMS hoặc CMS + timestamp

  - /ByteRange: mảng [start1 length1 start2 length2] chỉ định vùng dữ liệu được ký(loại trừ /Contents).

  - M: thời gian ký dạng text (không có giá trị pháp lý).

  - /Name, /Reason, /Location: Thông tin người ký,lý do,nơi ký.

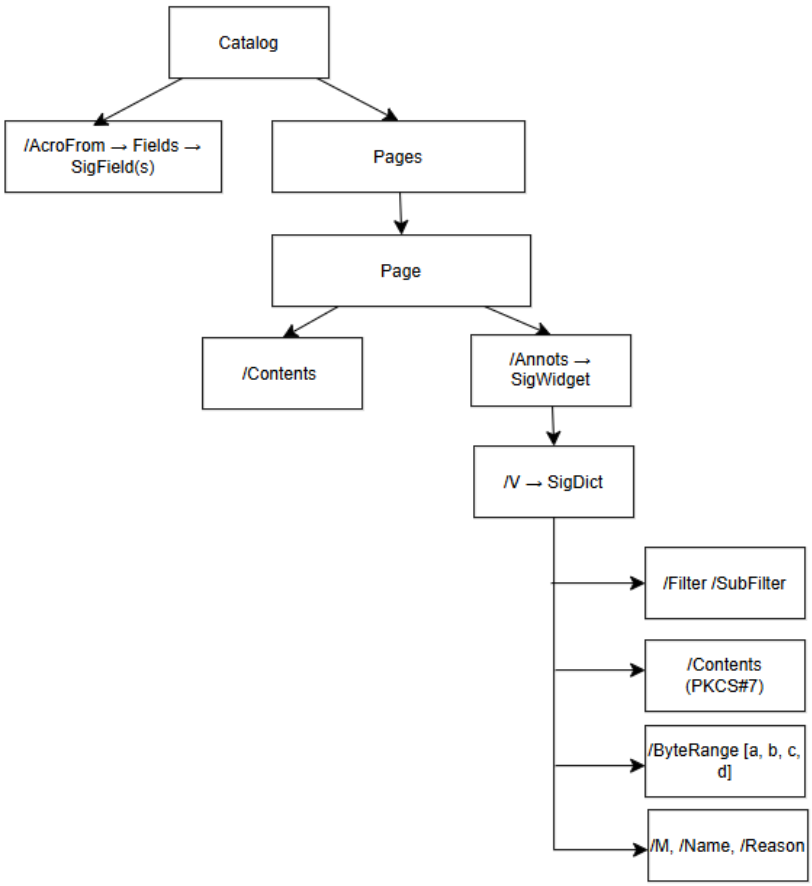
- **/Contents vs. /ByteRange** : /ByteRange cho biết vùng dữ liệu được băm, /Contents là vùng bị loại trừ để chèn chữ ký sau khi băm.
- **Incremental updates**: PDF cho phép " ghi thêm phần mới" mà không thay đổi dữ liệu cũ. Khi ký ,PDF sẽ ghi một incremental update; nhờ đó ta có thể phát hiện sửa đổi sau khi ký.
- **XObject (From Xobject):** dùng để hiện thị chữ ký trên trang.

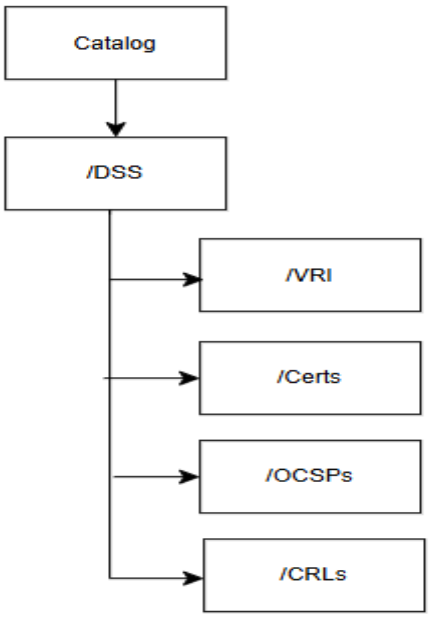
- **DSS (Document Security Store):** vùng lưu trữ thông tin xác minh dài hạn(LTV) như chứng chỉ, OCSP, CRL, timestamp.

➢ Các object refs quan trọng

- **Catalog (Root)**: chứa /AcroForm và liên kết tới pages; entry bắt đầu của traversal.
- **AcroForm**: chứa /Fields (mảng SigField refs) và /SigFlags.
- **SigField (Widget annotation)**: vị trí visual trên Page, tham chiếu tới SigDict qua /V sau khi signed.
- **Signature dictionary (SigDict)**: *chứa* /Contents (PKCS#7), /ByteRange, /M, /Filter, /SubFilter (ví dụ /adbe.pkcs7.detached), /Name, /Location.
- **Page**:chứa /Annots array (với widget ref) và /Contents (appearance XObject có thể reference tới SigField appearance).
- **/Contents (Signature placeholder in SigDict)**: vùng nhúng blob DER PKCS#7.
- **DSS / VRI (PAdES)**: chứa hỗ trợ xác thực lâu dài: certs, ocspResponses, crls, vri entries referencing signature byte ranges.
- **Incremental update (xref/trailer of appended revision)**: chứa new objects (SigDict, updated AcroForm field V pointer) appended — cho phép detection of post-sign changes.

❖ Sơ đồ quan hệ object





2) Thời gian ký được lưu ở đâu?

- Nêu tất cả vị trí có thể lưu thông tin thời gian:

+ /M trong Signature dictionary (dạng text, không có giá trị pháp lý).

+ Timestamp token (RFC 3161) trong PKCS#7 (attribute timeStampToken).

+ Document timestamp object (PAdES).

+ DSS (Document Security Store) nếu có lưu timestamp và dữ liệu xác minh.

- Giải thích khác biệt giữa thông tin thời gian /M và timestamp RFC

- /M trong Signature dictionary (dạng text, không có giá trị pháp lý)
  + Chuỗi text kiểu (D: D:YYYYMMDDHHmmss±TZ).
  + Không được bảo vệ bằng chữ ký, có thể chỉnh sửa → không có giá trị pháp lý.
- Thuộc tính signingTime trong PKCS#7/CMS
  + Nằm trong SignedAttributes, được bao phủ bởi chữ ký → có giá trị pháp lý.
- RFC 3161 Timestamp Token (TST)
  + Token do TSA (Time Stamp Augthority) cấp, xác nhận thời điểm tồn tại của dữ liệu.
  + Được nhúng trong PKCS#7 dưới dạng timeStampToken (unsigned attribute).
  + Cung cấp bằng chứng mạnh mẽ hơn về thời gián ký.
- Document Timestamp (PAdES)
  + Một dạng chữ ký đặc biệt áp dụng cho toàn bộ tài liệu, thường dùng trong xác thực dài hạn (LTV).
- DSS (Document Security Store)
  + Có thế chứa thêm timestamp và dữ liệu xác minh để lưu lâu dài.

➢ Khác biệt giữa /M và RFC3161 timestamp

- /M: chỉ là text → dễ bị sửa, không ràng buộc mật mã.
- RFC3161 timestamp: do TSA cấp, có chữ ký riêng → bằng chứng hợp pháp về thời điểm tài liệu tồn tại.

3) Các bước tạo và lưu chữ ký trong PDF (đã có private RSA)

- Viết script/code thực hiện tuần tự:

1. Chuẩn bị file PDF gốc.

2. Tạo Signature field (AcroForm), reserve vùng /Contents (8192 bytes).

3. Xác định /ByteRange (loại trừ vùng /Contents khỏi hash).

4. Tính hash (SHA-256/512) trên vùng ByteRange.

5. Tạo PKCS#7/CMS detached hoặc CAdES:

- Include messageDigest, signingTime, contentType.

- Include certificate chain.

- (Tùy chọn) thêm RFC3161 timestamp token.

6. Chèn blob DER PKCS#7 vào /Contents (hex/binary) đúng offset.

7. Ghi incremental update.

8. (LTV) Cập nhật DSS với Certs, OCSPs, CRLs, VRI

.- Phải nêu rõ: hash alg, RSA padding, key size, vị trí lưu trong PKCS#7.

- Đầu ra: mã nguồn, file PDF gốc, file PDF đã ký.

4) Các bước xác thực chữ ký trên PDF đã ký

- Các bước kiểm tra:

1. Đọc Signature dictionary: /Contents, /ByteRange.

2. Tách PKCS#7, kiểm tra định dạng.

3. Tính hash và so sánh messageDigest.

4. Verify signature bằng public key trong cert.

5. Kiểm tra chain → root trusted CA.

6. Kiểm tra OCSP/CRL.

7. Kiểm tra timestamp token.

8. Kiểm tra incremental update (phát hiện sửa đổi).

- Nộp kèm script verify + log kiểm thử

5. Rủi ro chính và biện pháp giảm thiểu

Rủi ro	Mô tả	Phát hiện và Biện Pháp
Thay đổi nội dung (Tampering)	- Kẻ tấn công có thể sửa nội dung ngoài hoặc thay đổi hash, khiến trước vùng ByteRange, hoặc chỉnh sửa trực tiếp giá trị ByteRange. - Làm chữ ký không còn khớp với dữ liệu ban đầu.	- Trong quá trình xác minh (verify), so sánh hash trên ByteRange với messageDigest trong PKCS#7. - Nếu khác nhau → báo chữ ký không hợp lệ. *Biện pháp:* chỉ sử dụng incremental update đúng chuẩn PDF, trình verify phải

		kiểm tra ByteRange và modification level.
Replay / Incremental Update Abuse	- Kẻ xấu lợi dụng cơ chế incremental update của PDF để chèn thêm các Signature Dictionary giả hoặc che dấu sửa đổi trước đó. - Dễ khiến người dùng nhầm là tài liệu vẫn "được ký hợp lệ".	- Yêu cầu timestamp bắt buộc từ TSA trong mỗi lần ký. - Ghi nhận và lưu toàn bộ trailer/timestamp vào DSS (Document Security Store). - Trình xác minh phải phân tích lịch sử incremental để phát hiện hành vi bất thường (ví dụ: signature xuất hiện sau cùng không liên quan đến bản gốc).
Không kiểm tra thu hồi chứng chỉ (Revocation: OCSP / CRL)	- Trường hợp chứng chỉ của người ký đã bị thu hồi nhưng hệ thống verify không kiểm tra OCSP/CRL, dẫn đến chấp nhận chữ ký không hợp lệ.	- Trong quá trình ký, nhúng OCSP responses / CRL vào DSS. - Trình xác minh cần thực hiện kiểm tra trạng thái chứng chỉ (revocation check). *Hỗ trợ LTV (Long-Term Validation)* để đảm bảo tài liệu vẫn xác minh được sau nhiều năm.
Lộ khóa riêng (Private Key	- Khóa riêng bị đánh cắp hoặc lưu trữ kém bảo mật, khiến kẻ xấu có thể ký thay cho người hợp	- Khóa riêng bị đánh cắp hoặc lưu trữ kém bảo mật, khiến kẻ xấu có thể ký thay

Exposure) / Quản trị yếu	pháp. - Thường do người dùng lưu khóa trong máy tính hoặc chia sẻ file .pfx không an toàn.	cho người hợp pháp. - Thường do người dùng lưu khóa trong máy tính hoặc chia sẻ file .pfx không an toàn.

6. Khuyến nghị kỹ thuật

- Dùng SHA-256 hoặc mạnh hơn cho message digest.

- Dùng RSA 2048+ hoặc RSA-PSS(khuyến nghị) cho chữ ký và server TSA đáng tin cậy cho timestamp RFC -3161.

- Thực hiện LTV (PAdES-LTV) bằng cách nhúng chứng thư, OCSP/CRL và timestamp token và DSS.

- Kiểm tra modification level và đảm bảo trình verify báo rõ ràng khi có incremental updates.

7. Minh họa File đính kèm

Trong bài nộp kèm các file mẫu :

- original.pdf -file gốc.

- signed.pdf- file sau khi đã ký (chứa/Contents PKCS#7 và ByteRange hợp lệ).

- tampered.pdf - phiên bản đã bị chỉnh sửa ngoài vùng được ký (dùng để minh chứng verify thất bại).

8.Kết luận

Bài tập này giúp hiểu rõ cơ chế lưu và xác minh chữ ký trong PDF thông qua các thành phần /ByteRange ,/Contents và incremental update. Trường /M chỉ lưu thời gian hiện thị không, không có giá trị pháp lý, trong khi timestamp RFC-3161 trong PKCS#7 mới chứng minh được thời điểm ký thực tế. Để đảm bảo tính pháp lý và xác minh lâu dài (LTV), cần kết hợp PKCS#7 + timestamp từ TSA và nhúng dữ liệu OCSP/CRL vào DSS theo chuẩn PAdES.

SĐT: 0383792082
Ngày ký: 31/10/2025 20:32:06
Location: VIỆT NAM

NGUYỄN THỊ LINH