BÀI TẬP VỀ NHÀ – MÔN: AN TOÀN VÀ BẢO MẬT THÔNG TIN
Chủ đề: Chữ ký số trong file PDF
Giảng viên: Đỗ Duy Cốp
Sinh viên: Nguyễn Thị Thu Hiền – K225480106015
Thời điểm giao: 2025-10-24 11:45
Đối tượng áp dụng: Toàn bộ sv lớp học phần 58KTPM
Hạn nộp: Sv upload tất cả lên github trước 2025-10-31 23:59:59

I. MÔ TẢ CHUNG

Sinh viên thực hiện báo cáo và thực hành: phân tích và hiện thực việc nhúng, xác thực chữ ký số trong file PDF.
Phải nêu rõ chuẩn tham chiếu (PDF 1.7 / PDF 2.0, PAdES/ETSI) và sử dụng công cụ
thực thi (ví dụ iText7, OpenSSL, PyPDF, pdf-lib).

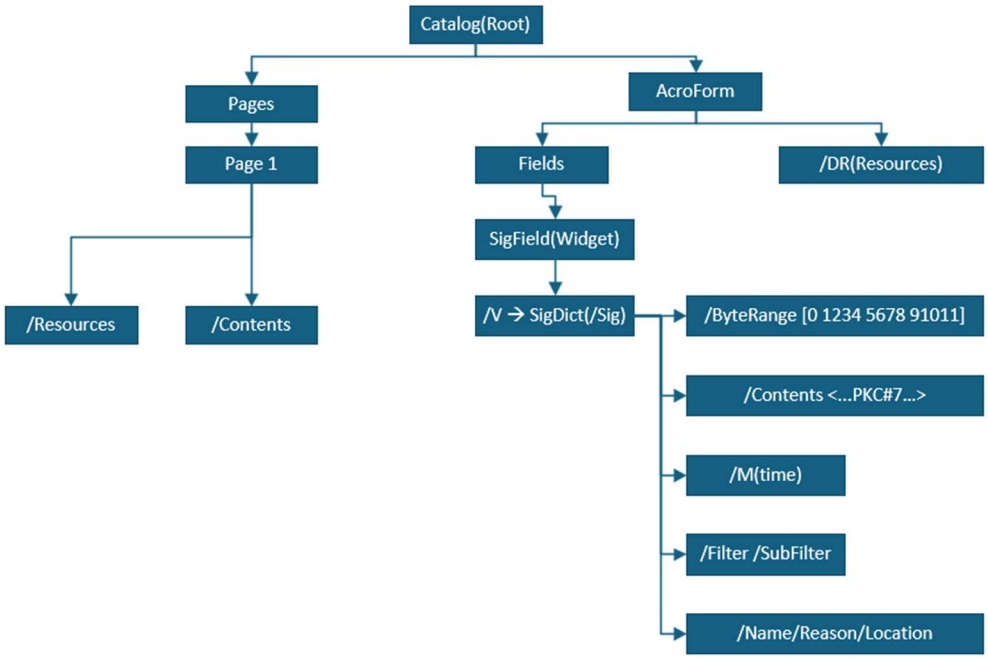
II. CÁC YÊU CẦU CỤ THỂ

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

Thành phần	Vai trò
Catalog (Root)	Là đối tượng gốc của PDF, liên kết đến toàn bộ cấu trúc (trang, form, v.v).
Pages Tree	Danh sách phân cấp chứa các **Page Object** (từng trang trong PDF).
Page Object	Mô tả nội dung của một trang (text, hình, font, resources,...).
Resources	Chứa tham chiếu đến các tài nguyên (font, ảnh, XObject, form fields).
Content Streams	Dòng lệnh vẽ (text, hình, vector) được render lên trang.
XObject	Đối tượng đồ họa có thể tái sử dụng (ảnh, form con, template).
AcroForm	Đối tượng mô tả các **form fields**, bao gồm cả **Signature Field**.
Signature Field (Widget)	Field hiển thị vùng chữ ký (hình ảnh, tên người ký, lý do,...).

Signature Dictionary (/Sig)	Chứa dữ liệu chữ ký số thật sự: cert, hash, thời gian,...
/ByteRange	Mảng 4 số chỉ định các vùng byte được hash (ngoại trừ vùng /Contents).
/Contents	Chứa dữ liệu chữ ký số PKCS#7 (đã mã hóa base16/hex).
Incremental Updates	PDF lưu chữ ký bằng cách **thêm phần mới** chứ không ghi đè, giúp giữ nguyên lịch sử.
DSS (Document Security Store)	(Theo chuẩn **PAdES**) – chứa chứng chỉ, OCSP, CRL phục vụ xác thực lâu dài (LTV).

- Mối quan hệ giữa các 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 RFC3161.

- Các vị trí có thể lưu thông tin thời gian

Vị trí lưu	Mô tả ngắn gọn	Đặc điểm
/M trong Signature Dictionary (/Sig)	Thuộc tính /M (ModificationDate) lưu **chuỗi thời gian khi ký**, dạng D:YYYYMMDDHHmmss+TZ.	Do phần mềm ký tự ghi lại – **chỉ có giá trị tham khảo**, **không có giá trị pháp lý** vì có thể chỉnh sửa.
Timestamp Token (RFC 3161)	Nằm bên trong **chữ ký PKCS#7/CMS**, ở phần **signedAttributes → timeStampToken**. Do **Time Stamping Authority (TSA)** cấp.	Có **chữ ký của TSA**, đảm bảo thời điểm ký **được chứng thực** – **có giá trị pháp lý**.
Document Timestamp Object (PAdES)	Đối tượng riêng trong PDF (loại /Sig có /Type /DocTimeStamp).	Dùng để "đóng dấu thời gian toàn tài liệu", kể cả khi không có người ký. Chuẩn của **ETSI EN 319 142 (PAdES)**.
DSS (Document Security Store)	Chứa dữ liệu xác minh lâu dài: **OCSP, CRL, Timestamp, Cert chain**.	Dùng để **lưu giữ timestamp & xác minh lâu dài (LTV)**. Không phải vị trí gốc lưu, mà là **nơi bảo tồn thông tin thời gian** phục vụ kiểm chứng sau này.

- So sánh /M và timestamp RFC3161

Tiêu chí	/M (ModificationDate)	Timestamp (RFC 3161)
Nguồn tạo	Phần mềm ký PDF tự thêm (local system time).	Cấp bởi **TSA (Time Stamping Authority)** – tổ chức tin cậy.
Định dạng	Văn bản dạng D:YYYYMMDDHHmmss+TZ.	Một đối tượng PKCS#7 có **chữ ký điện tử riêng**.

Giá trị pháp lý	Không có — có thể bị chỉnh sửa, phụ thuộc máy người ký.	Có — được TSA ký và xác minh được thời điểm thật.
Chức năng chính	Chỉ hiển thị "thời điểm ký theo máy người dùng".	Chứng minh tài liệu **đã tồn tại tại thời điểm cụ thể** được TSA xác nhận.
Mức độ tin cậy	Thấp	Cao

- Rủi ro bảo mật

1. **Rò rỉ hoặc đánh cắp Private Key**

- Nguy cơ: Nếu khoá bí mật (private key) bị lộ — ví dụ do lưu trên máy tính cá nhân, USB không mã hoá, hoặc bị malware lấy cắp — kẻ tấn công có thể ký giả mạo tài liệu hợp lệ.
- Hậu quả: Mất hoàn toàn tính pháp lý của chữ ký, vì người khác có thể "ký thay" chủ sở hữu.
- Giải pháp:
    - Lưu khoá trong HSM hoặc USB Token bảo mật.
    - Dùng password mạnh và mã hoá khóa riêng khi lưu file .pem.
    - Không dùng khoá cá nhân cho nhiều mục đích (ký + test...).

---

2. **Tấn công sửa đổi nội dung (Tampering)**

- Nguy cơ: Nếu phần mềm ký không xác định chính xác ByteRange, có thể chừa lại vùng chưa được băm → cho phép chèn nội dung mới mà vẫn xem là hợp lệ.
- Ví dụ: "Incremental update attack" – thêm trang mới sau khi ký, hoặc sửa chú thích mà không phá chữ ký.
- Giải pháp:
    - Kiểm tra ByteRange chặt chẽ trong quá trình xác thực.
    - Không tin chữ ký chỉ vì viewer báo "hợp lệ", hãy so sánh hash thực tế.

- Sử dụng PDF 2.0 + PAdES-LTV (có cơ chế bảo vệ incremental).

---

3. **Giả mạo hiển thị chữ ký (UI attack)**

- Nguy cơ: Một số trình xem PDF (PDF viewer) hiển thị vùng chữ ký, tên, lý do… nhưng không hiển thị chính xác nội dung đã được băm → kẻ xấu có thể "tráo vùng hiển thị".
- Hậu quả: Người dùng tin rằng nội dung được ký, trong khi vùng thực sự ký không chứa dữ liệu đó.
- Giải pháp:
  - Dùng viewer đáng tin cậy (Adobe, Foxit, pyHanko verify).
  - Khi xác minh, xem toàn bộ hash range, không chỉ "ô chữ ký".

---

4. **Thuật toán băm hoặc mã hóa yếu**

- Nguy cơ: Dùng SHA-1, MD5, hoặc RSA < 2048-bit → dễ bị va chạm hash hoặc phá mã.
- Giải pháp:
  - Chỉ dùng SHA-256 hoặc SHA-512, RSA ≥ 2048-bit.
  - Ưu tiên chuẩn mới như RSA-PSS, ECDSA nếu được.

---

5. **Tấn công Replay / Resigning**

- Nguy cơ: Dữ liệu chữ ký (PKCS#7 blob) có thể bị sao chép sang tài liệu khác có cấu trúc tương tự để "tái sử dụng chữ ký".
- Giải pháp:
  - Nhúng unique document ID vào vùng hash.
  - Kiểm tra các trường /DocMDP (document permissions) trong PDF.

- Dùng timestamp token (RFC 3161) để đảm bảo tính duy nhất theo thời gian.

---

6. **Tấn công vào Timestamp hoặc TSA**

- Nguy cơ: Nếu TSA (Time Stamping Authority) bị giả mạo hoặc compromise, có thể tạo timestamp sai lệch thời gian ký.
- Giải pháp:
  - Dùng TSA tin cậy có chứng thực CA quốc gia.
  - Khi verify, kiểm tra chain của TSA cert.
  - Lưu timestamp token trong DSS để xác thực về sau (LTV).

---

7. **Sai sót trong xác minh chuỗi chứng chỉ (Chain validation)**

- Nguy cơ: Nếu trình xác minh không kiểm tra OCSP/CRL, chứng chỉ hết hạn hoặc bị thu hồi vẫn coi là hợp lệ.
- Giải pháp:
  - Bắt buộc xác thực OCSP/CRL mỗi lần verify.
  - Lưu kết quả trong DSS (Document Security Store) theo chuẩn PAdES-LTV.

---

8. **Rủi ro phần mềm ký không chuẩn**

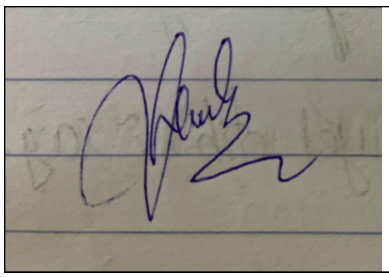
- Nguy cơ: Dùng thư viện PDF hoặc công cụ ký (open-source) nhưng không tuân chuẩn PDF 1.7 / PAdES → dễ sinh ra chữ ký không hợp lệ hoặc không tương thích Adobe.
- Giải pháp:
  - Ưu tiên thư viện có chuẩn rõ: iText7, BouncyCastle, pyhanko, Adobe Acrobat.

- Sau khi ký, luôn verify bằng ≥ 2 công cụ khác nhau để đối chiếu.

---

9. Không bảo vệ long-term (LTV)

- Nguy cơ: Khi chứng chỉ hoặc OCSP/CRL hết hạn, chữ ký không còn xác minh được.
- Giải pháp:
  - Áp dụng PAdES-LTV để lưu chứng chỉ + OCSP + CRL + timestamp vào DSS.
  - Khi xác minh sau nhiều năm vẫn có thể khôi phục trạng thái hợp lệ.



Nguyen Thi Thu Hien
SDT: 0917874194
MSV: K225480106015
Ngày ký: 31/10/2025