UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGY
FACULTY OF COMPUTER NETWORK AND COMMUNICATION

CRYPTOGRAPHY

Report Lab 4

PKI AND HASK FUNCTIONS

Lecturer:	Nguyễn Ngọc Tự
Class:	NT219.O21.ANTT.2
Student:	Trần Thế Hữu Phúc
Student ID Number:	22521143

Hồ Chí Minh City, June 2024

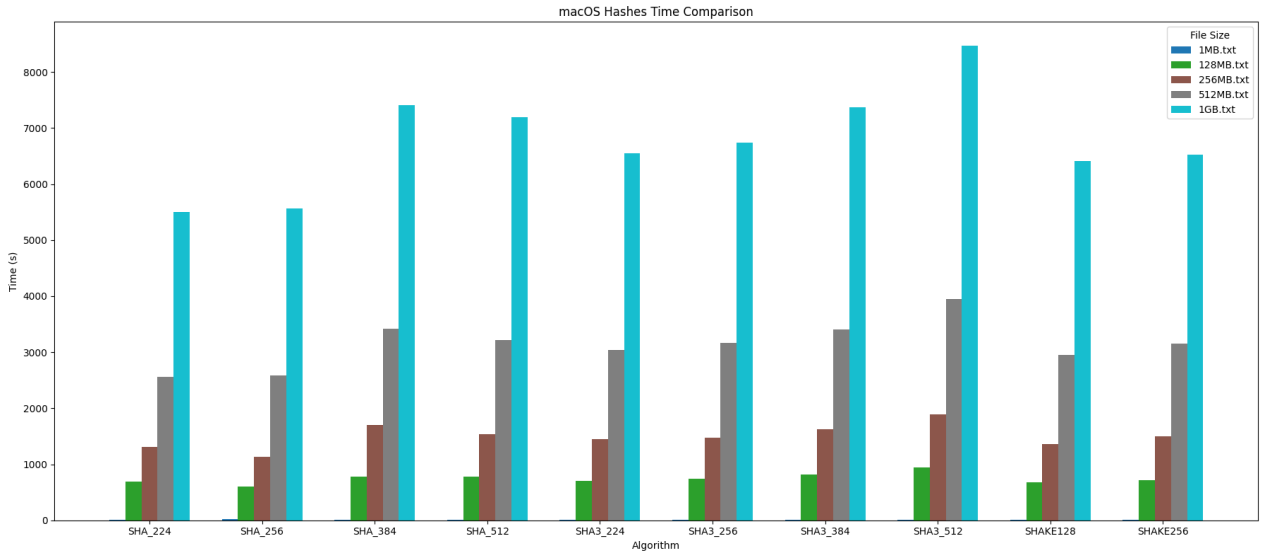
1. Hardware Resources

Device	MacBook Pro
Chip	Apple M1 • 8-core CPU • 8-core GPU • 16-core Neural Engine
Memory	8GB LPDDR4
Storage	256GB SSD
Operating Systems	• macOS 14.5 Sonoma • Windows 11 Pro Version 23H2 • Ubuntu 22.04.4 LTS

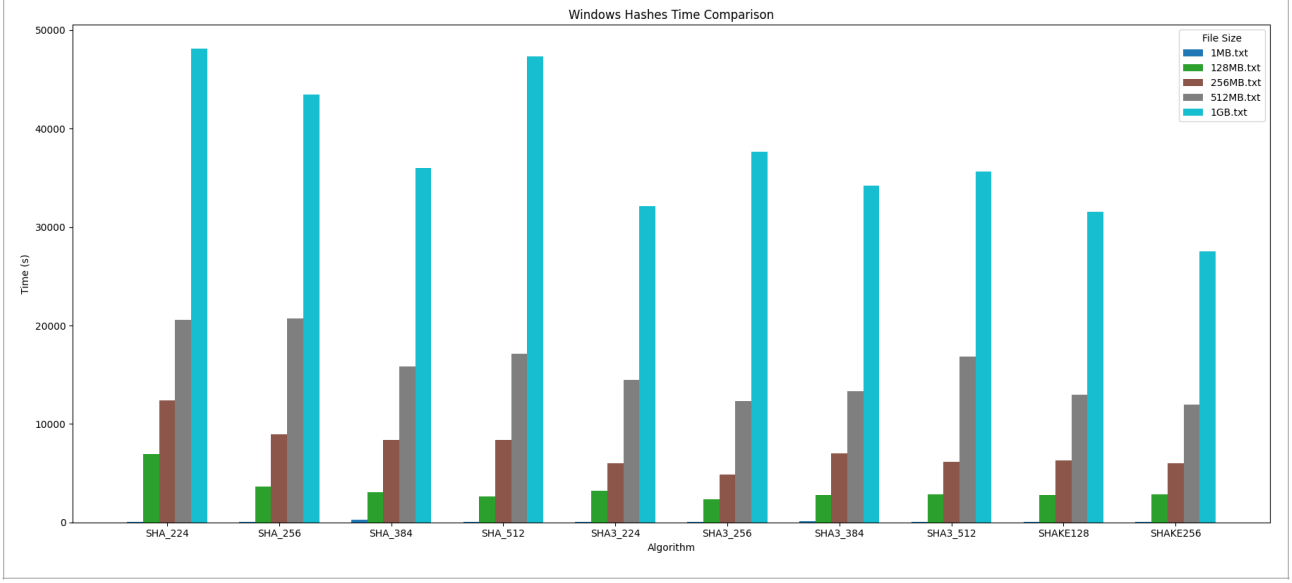
2. Nội dung thực hành

2.1. Task 4.1 - Hash Functions

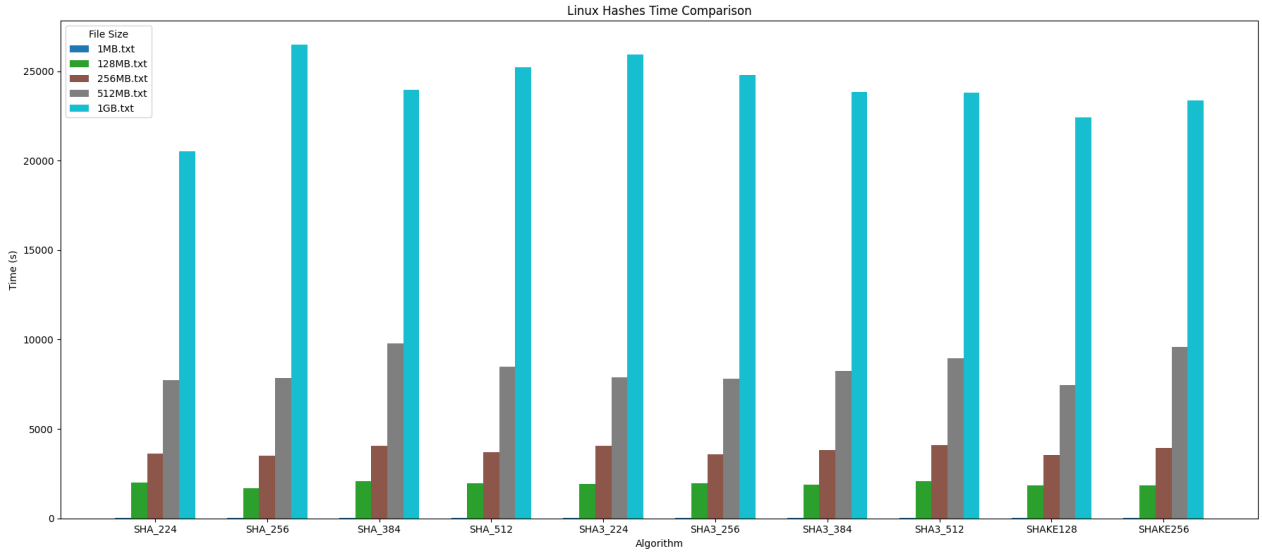
Hashes on macOS (miliseconds)					
Algorithm	1MB	128MB	256MB	512MB	1GB
SHA244	10.210	685.581	1312.584	2558.079	5502.351
SHA256	15.546	597.229	1136.327	2581.946	5563.693
SHA384	8.676	782.069	1704.912	3413.875	7414.320
SHA512	8.711	778.326	1537.318	3222.195	7198.348
SHA3-224	8.105	701.007	1448.720	3033.958	6547.456
SHA3-256	8.340	737.031	1478.542	3165.886	6741.554
SHA3-384	8.489	811.146	1622.060	3401.734	7372.462
SHA3-512	9.825	949.416	1884.840	3951.955	8472.205
SHAKE128	7.737	682.606	1354.198	2947.605	6408.623
SHAKE256	8.306	718.898	1500.900	3149.664	6527.109



Hashes on Windows (miliseccond)					
Algorithm	1MB	128MB	256MB	512MB	1GB
SHA244	40.281	6975.308	12406.888	20552.470	48140.125
SHA256	44.930	3667.596	8960.458	20700.544	43438.135
SHA384	240.887	3097.685	8361.366	15840.299	35986.011
SHA512	24.572	2625.058	8364.163	17152.380	47359.577
SHA3-224	44.782	3236.513	6023.234	14452.976	32143.246
SHA3-256	28.480	2323.125	4854.378	12339.293	37645.120
SHA3-384	91.647	2779.569	7040.928	13327.062	34223.414
SHA3-512	78.157	2814.647	6155.643	16861.408	35662.452
SHAKE128	54.080	2812.712	6275.754	12967.962	31567.277
SHAKE256	49.910	2865.933	6025.094	11956.503	27505.346



Hashes on Linux (miliseconds)					
Algorithm	1MB	128MB	256MB	512MB	1GB
SHA244	19.545	2001.504	3604.652	7708.738	20529.077
SHA256	12.618	1703.131	3486.865	7864.551	26487.313
SHA384	18.936	2066.204	4036.093	9767.283	23964.939
SHA512	16.496	1966.837	3706.772	8482.769	25223.064
SHA3-224	15.229	1904.379	4067.334	7899.868	25947.014
SHA3-256	15.256	1947.085	3593.704	7819.240	24787.704
SHA3-384	19.140	1888.384	3822.059	8239.696	23851.026
SHA3-512	18.020	2098.999	4085.737	8959.649	23802.103
SHAKE128	15.107	1838.470	3550.473	7438.861	22434.433
SHAKE256	14.838	1828.092	3949.792	9581.485	23352.628

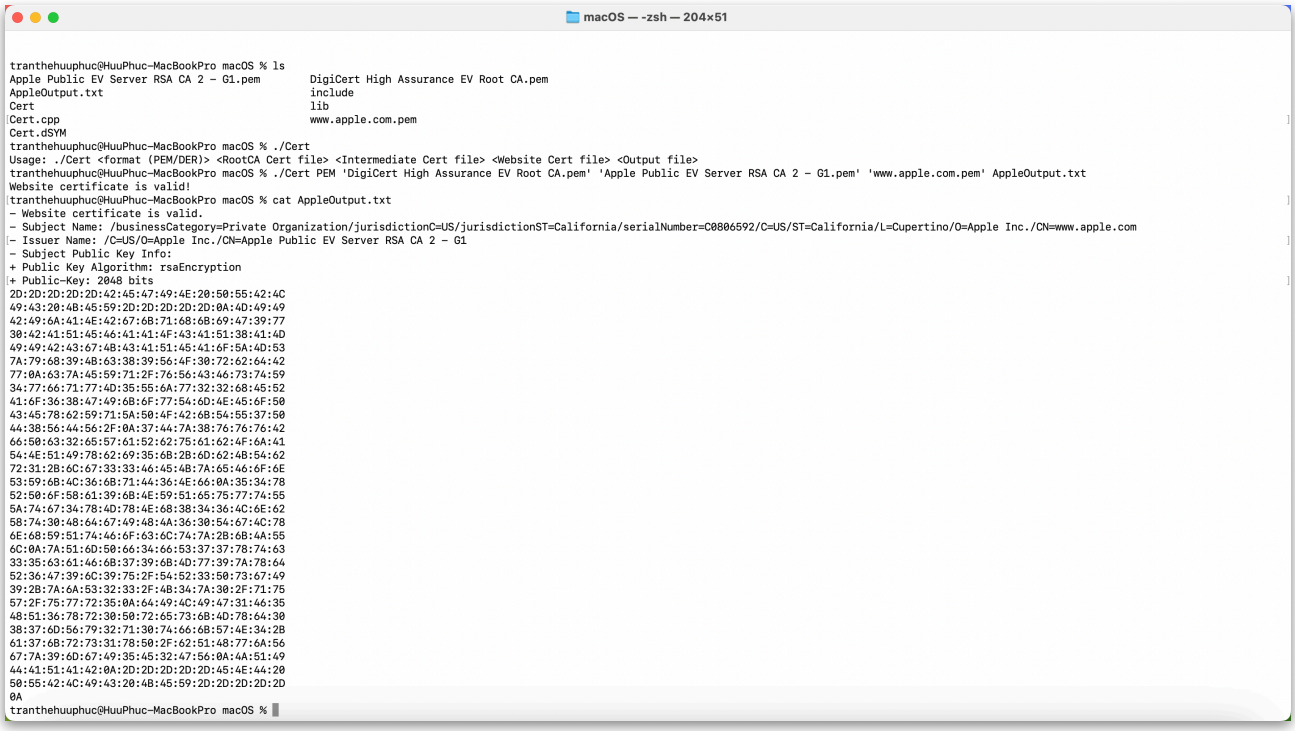


⌥ Phân tích và so sánh

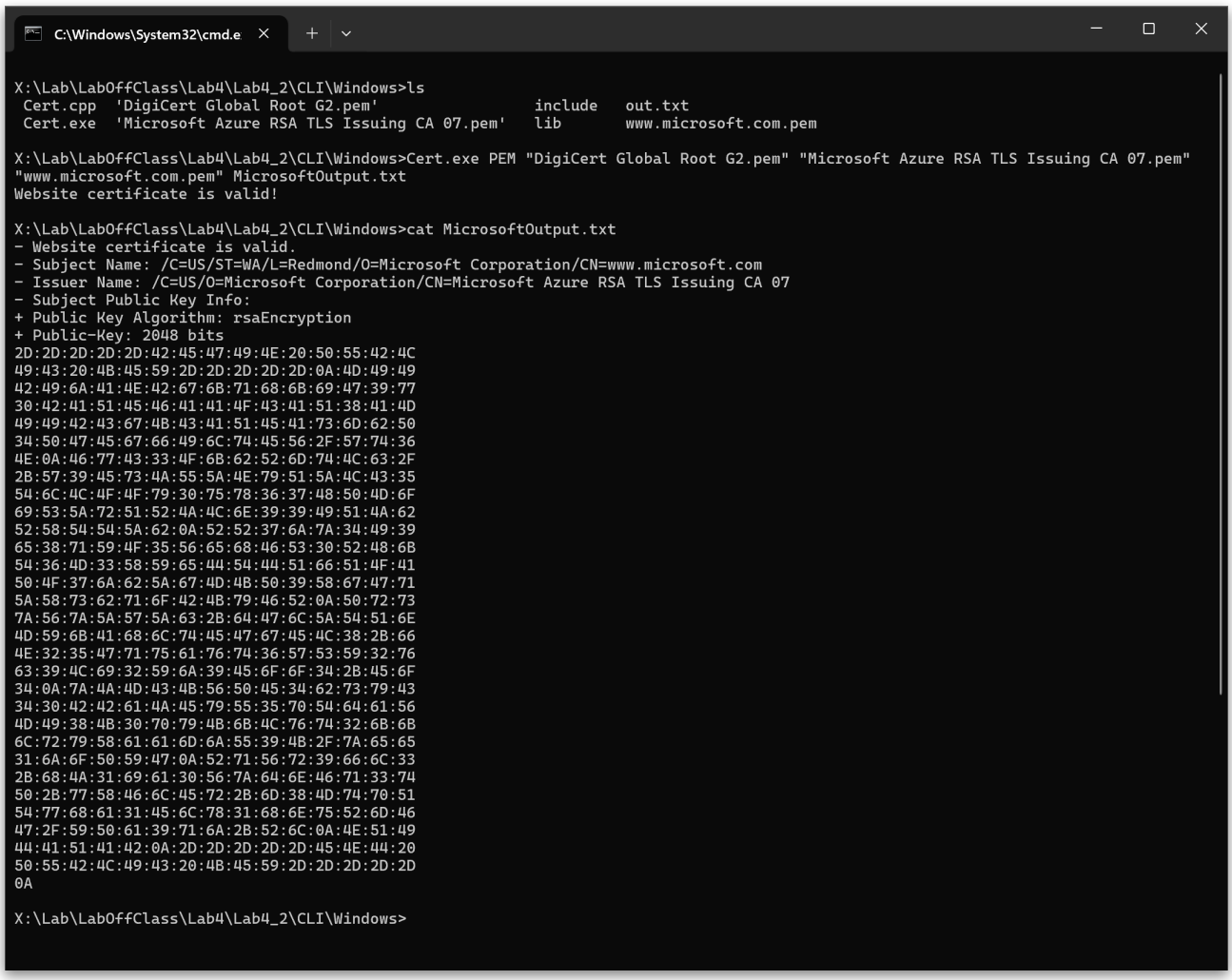
- **Thời gian thực thi:**
  - Trên Linux: Thời gian thực thi trung bình thấp hơn so với macOS và Windows đối với hầu hết các thuật toán và kích thước file. Điều này cho thấy hiệu suất thực thi trên Linux tốt hơn so với hai hệ điều hành còn lại.
  - Trên macOS: Thời gian thực thi cũng khá ổn định và thấp hơn so với Windows đối với nhiều thuật toán. Tuy nhiên, có một số thuật toán như SHA-224 và SHA-256 thì lại có thời gian thực thi trung bình cao hơn so với Linux.
  - Trên Windows: Thời gian thực thi trung bình cao nhất, đặc biệt là với các thuật toán như SHA-384 và SHA-512.
- **So sánh:**
  - **SHA-256 và SHA3-256**: Cả ba hệ điều hành đều có thời gian thực thi tương đối gần nhau. Tuy nhiên, Windows có thời gian thực thi cao hơn một chút so với Linux và macOS.
  - **SHA-512**: Windows có thời gian thực thi cao nhất, trong khi Linux và macOS có thời gian thực thi tương đối gần nhau và thấp hơn.
  - **SHAKE128 và SHAKE256**: Windows có thời gian thực thi cao hơn rõ rệt so với Linux và macOS.
- **Thời gian chạy tăng theo kích thước file**: Tất cả các hàm băm đều có thời gian chạy tăng dần theo kích thước file. Điều này là hợp lý vì lượng dữ liệu cần xử lý tăng lên.

2.2. Task 4.2 - PKI and Digital Certificate

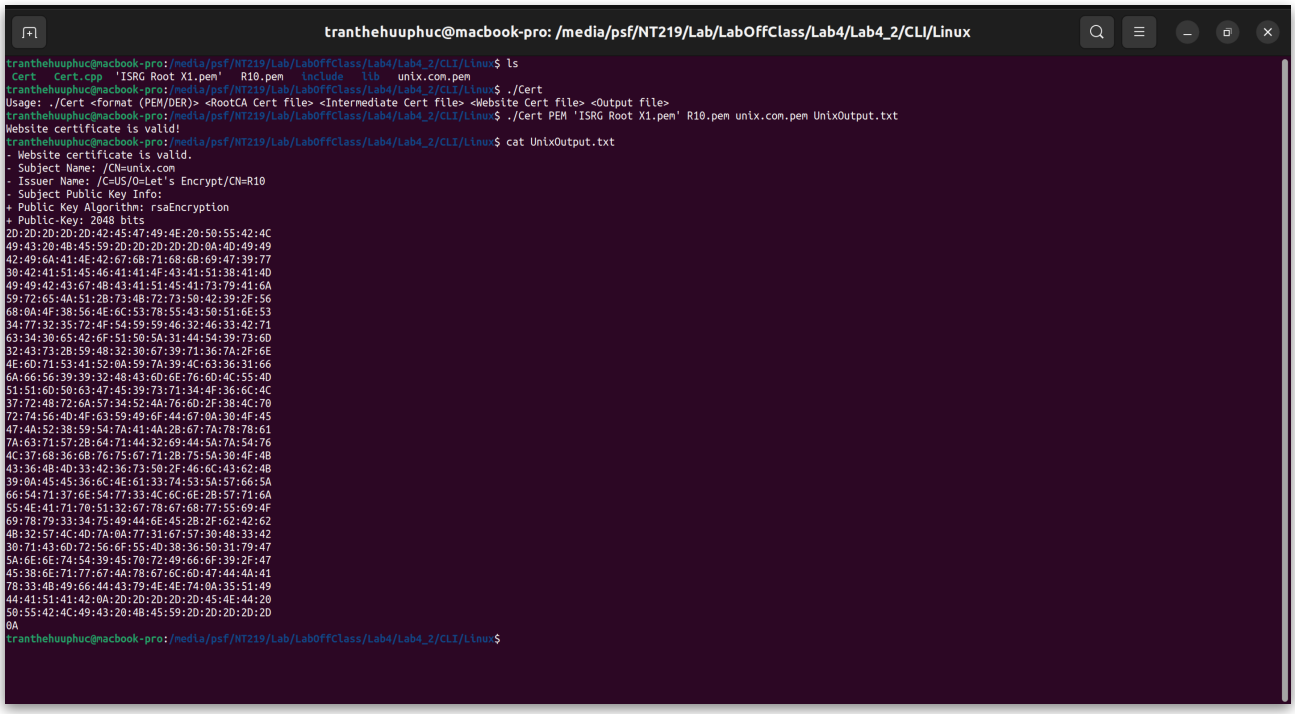
- Verify **apple.com** trên macOS:



- Verify **microsoft.com** trên Windows:

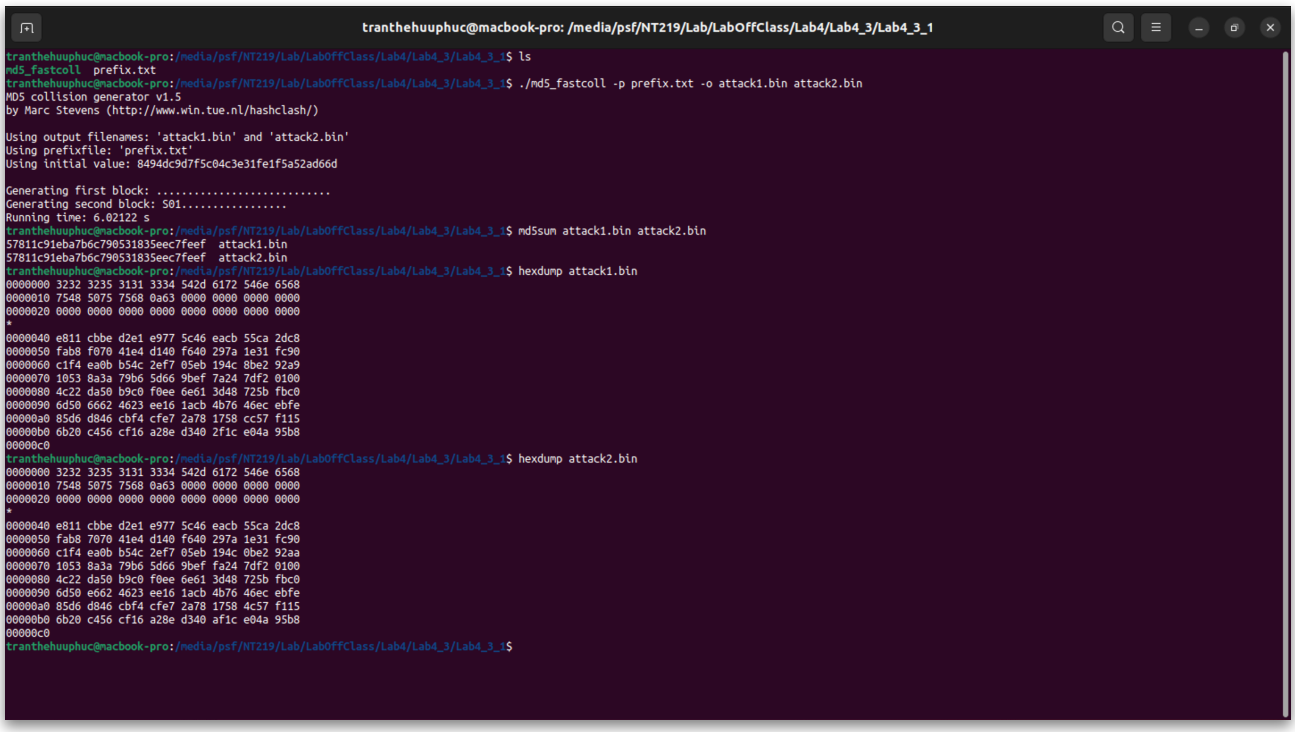


- Verify **unix.com** trên Linux:



2.3. Task 4.3 - Collision and length extension attacks on Hash functions

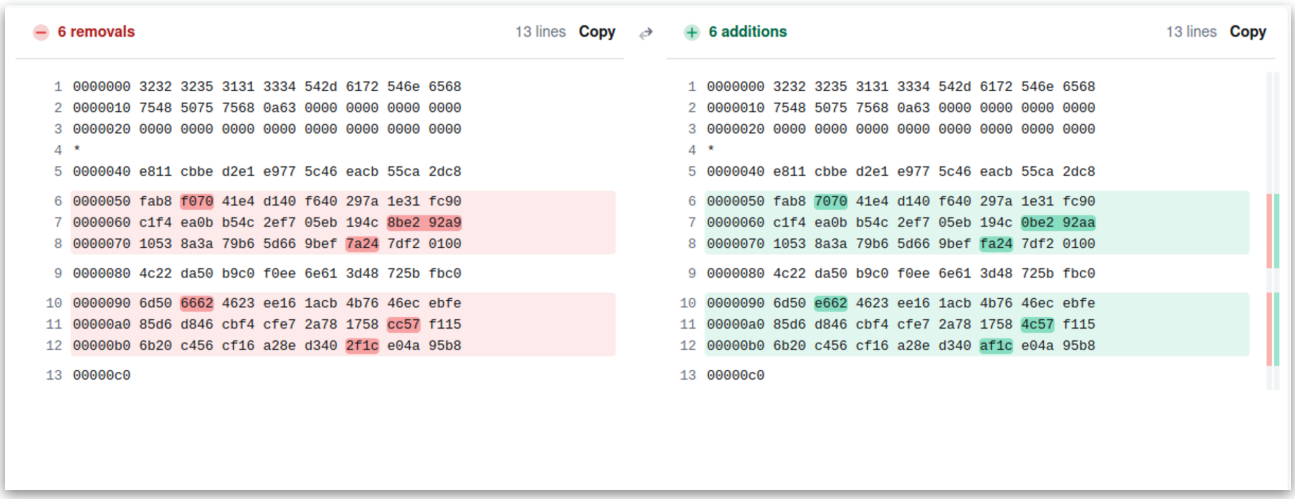
- **Task 4.3.1: Two collision messages have the same prefix string**



- Tạo prefix: **22521143-TranTheHuuPhuc**
- Dùng **md5_fastcoll** để tạo 2 file khác nhau nhưng có cùng prefix và cùng MD5 digest.
- Dùng **md5sum** để tính và hiển thị MD5 digest của **attack1.bin** và **attack2.bin**.

- Dùng **hexdump** để xem giá trị hex, ta thấy 2 file có nội dung khác nhau tuy nhiên lại có cùng MD5 digest.

=> ***Collision***



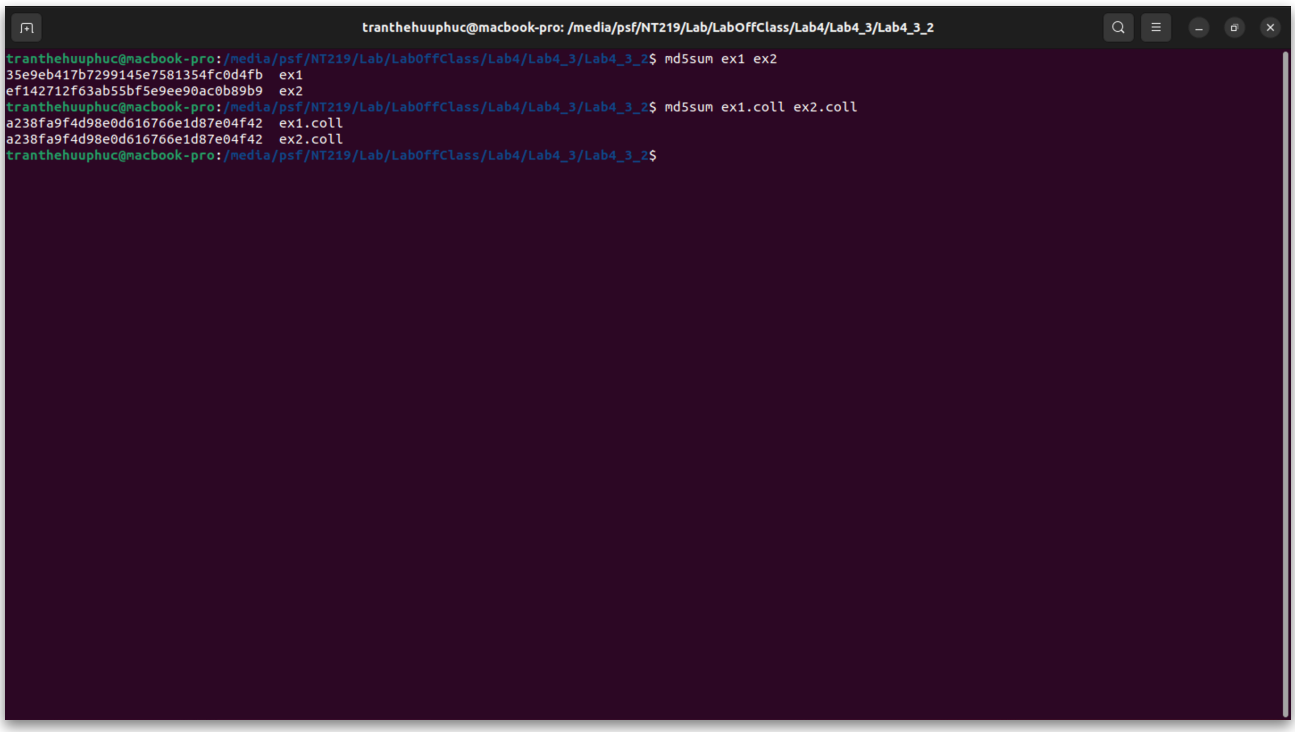
6 removals 13 lines Copy

```
0000000 3232 3235 3131 3334 542d 6172 546e 6568
0000010 7548 5075 7568 0a63 0000 0000 0000 0000
0000020 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
*
0000040 e811 cbbe d2e1 e977 5c46 eacb 55ca 2dc8
0000050 fab8 f070 41e4 d140 f640 297a 1e31 fc90
0000060 c1f4 ea0b b54c 2ef7 05eb 194c 8be2 92a9
0000070 1053 8a3a 79b6 5d66 9bef 7a24 7df2 0100
0000080 4c22 da50 b9c0 f0ee 6e61 3d48 725b fbc0
0000090 6d50 6662 4623 ee16 1acb 4b76 46ec ebfe
00000a0 85d6 d846 cbf4 cfe7 2a78 1758 cc57 f115
00000b0 6b20 c456 cf16 a28e d340 2f1c e04a 95b8
00000c0
```

6 additions 13 lines Copy

```
0000000 3232 3235 3131 3334 542d 6172 546e 6568
0000010 7548 5075 7568 0a63 0000 0000 0000 0000
0000020 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
*
0000040 e811 cbbe d2e1 e977 5c46 eacb 55ca 2dc8
0000050 fab8 7070 41e4 d140 f640 297a 1e31 fc90
0000060 c1f4 ea0b b54c 2ef7 05eb 194c 0be2 92aa
0000070 1053 8a3a 79b6 5d66 9bef fa24 7df2 0100
0000080 4c22 da50 b9c0 f0ee 6e61 3d48 725b fbc0
0000090 6d50 e662 4623 ee16 1acb 4b76 46ec ebfe
00000a0 85d6 d846 cbf4 cfe7 2a78 1758 4c57 f115
00000b0 6b20 c456 cf16 a28e d340 af1c e04a 95b8
00000c0
```

- **Task 4.3.2: Two different C++ programs but have the same MD5:**

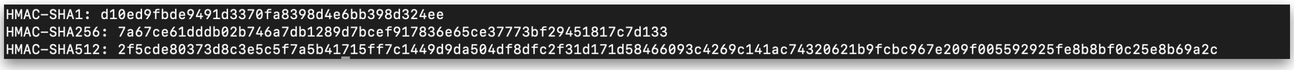


```
tranthehuuphuc@macbook-pro: /media/psf/NT219/Lab/LabOffClass/Lab4/Lab4_3/Lab4_3_2
tranthehuuphuc@macbook-pro:/media/psf/NT219/Lab/LabOffClass/Lab4/Lab4_3/Lab4_3_2$ md5sum ex1 ex2
35e9eb417b7299145e7581354fc0d4fb  ex1
ef142712f63ab55bf5e9ee90ac0b89b9  ex2
tranthehuuphuc@macbook-pro:/media/psf/NT219/Lab/LabOffClass/Lab4/Lab4_3/Lab4_3_2$ md5sum ex1.coll ex2.coll
a238fa9f4d98e0d616766e1d87e04f42  ex1.coll
a238fa9f4d98e0d616766e1d87e04f42  ex2.coll
tranthehuuphuc@macbook-pro:/media/psf/NT219/Lab/LabOffClass/Lab4/Lab4_3/Lab4_3_2$
```

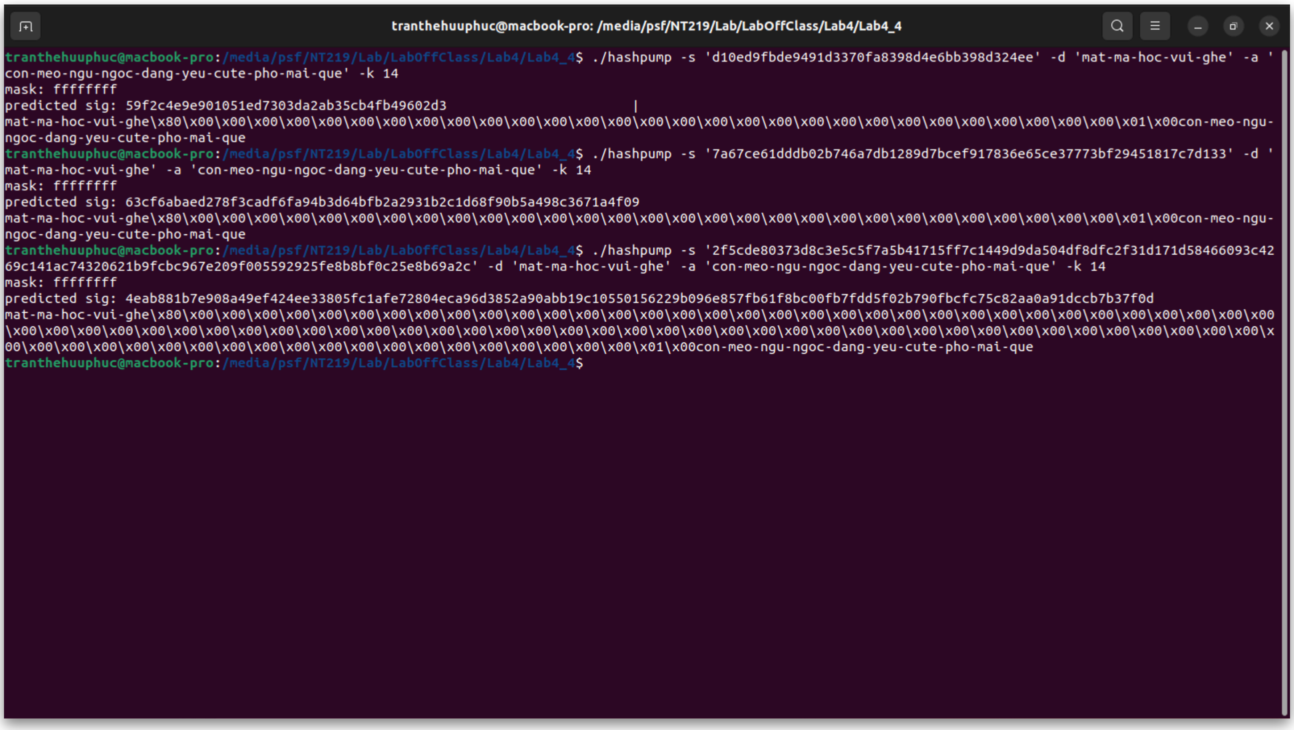
2.4. Task 4.4 - Length extension attacks on MAC in form: H(k||m), k is secret key

- **Show length extension attacks on MAC using SHA1, SHA256, SHA512 using hashpump tool:**

- Chạy **HMAC.py** để tạo các giá trị HMAC:



- Kết quả tấn công:



- **Coding self programs that can attacks on MAC using SHA256:**