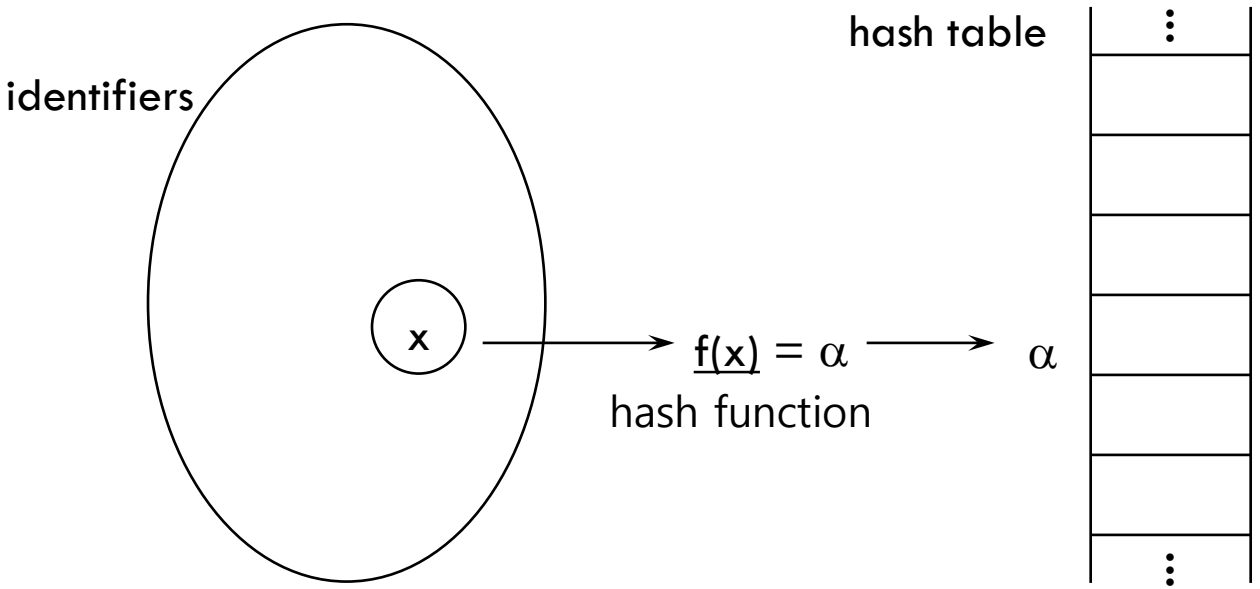
정보보호 개론

07. Cryptography (3)

Hashing (1)

- dictionary
  - **symbol table** in computer science
  - application
    - spelling checker
    - thesarus
    - data dictionary in database application
    - symbol tables generated by loader, assembler, and compiler
- operations on symbol table
  - determine if a particular name is in the table
  - retrieve the attributes of that name
  - modify the attributes of that name
  - insert a new name and its attribute
  - delete a name and its attributes
- use hashing
  - very good expected performance: O(1)

Hashing (2)



Hashing (3)

- Hash Table
  - Def)
    - identifier density of a hash table:
      - n/T where
        - n: number of identifiers in table
        - T: total number of possible identifiers
    - loading density or loading factor of a hash table:
      - $a = n/(s \cdot b)$ where
        - s: number of slots in each bucket
        - b: number of bucket
    - two identifiers i_1 and i_2 are *synonyms* with respect to f, if
      - $f(i_1) = f(i_2)$ where $i_1 \neq i_2$
    - an *overflow* occurs when
      - we hash a new identifier, i, into a full bucket
    - a *collision* occurs when
      - we hash two nonidentical identifiers into the same bucket
    - collisions and overflows occur simultaneously iff
      - bucket size is 1

Hashing (4)

Example) hash table *ht* with b=26, s=2, n=10

- hash function f
  - 1st character of identifier

	slot 0	slot 1
0	acos	atan
1		
2	char	ceil
3	define	
4	exp	
5	float	floor
6		
…		
25		

Identifiers

acos
define
float
exp
char
atan
ceil
floor
clock
ctime

- hash table with 26 bucket and two slots per bucket

Hashing (5)

- Hash Function
  - requirements for a hash function
    - easy to compute
    - minimizes the number of collision (but, we can not avoid collisions)
  - uniform hash function
    - for randomly chosen x from the identifier space, P[f(x)=i] = 1/b, for all buckets i
    - a random x has an equal chance of hashing into any of the b buckets

Hashing (6)

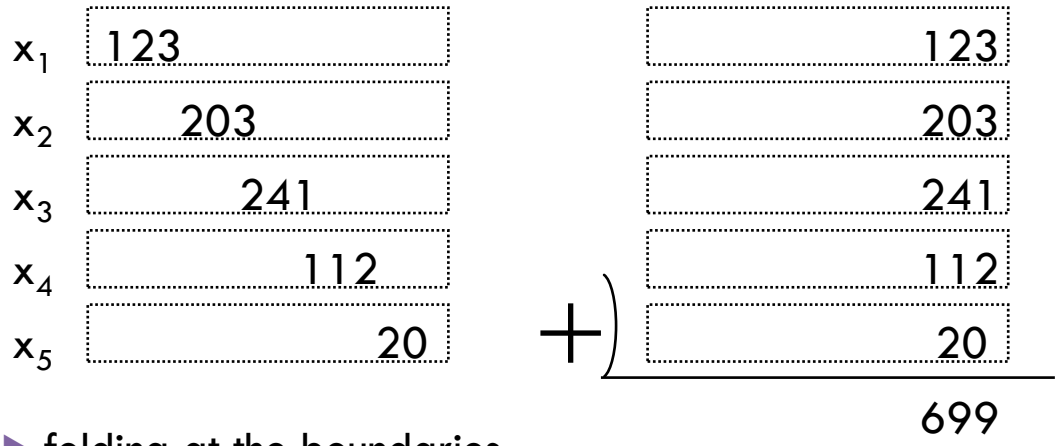
- Hash Function (cont.)
  - **mid-square**
    - middle of square hash function
    - frequently used in symbol table applications
    - hash function f_m
      - squaring the identifier
      - obtain the bucket address by using an appropriate number of bits from the middle of the square
      - if we use r bits, 2^r buckets are necessary

Hashing (7)

- Hash Function (cont.)
  - **division(modular)**
    - use the modulus(%) operator
    - $f_D(x) = x \% M$ where M: table size
      - range of bucket address: 0 ~ M-1
      - the choice of M is critical
      - choose M as a prime number such that M does not divide $r^k \pm a$ for small k and a
      - choose M such that it has no prime divisors less than 20

Hashing (8)

- Hash Function (cont.)
  - **folding**
    - shift folding
      - ex) identifier x = 12320324111220



      - folding at the boundaries

x_2 203 → 302 x_4 112 → 211

      - → 123 + 302 + 241 + 211 + 20 = 897

Hashing (9)

- Hash Function (cont.)
  - **digit analysis**
    - used in case all the identifiers are known in advance
    - examine the digits of each identifier
    - delete those digits that have skewed distributions
    - select the digit positions to be used to calculate the hash address

Hashing (10)

- Overflow Handling
  - **linear open addressing**
    - **linear probing**
      - when overflow occurs, linear search for the empty slot in the hash table using circular rotation

bucket	x	# of comparisons
0	acos	1
1	atoi	2
2	char	1
3	define	1
4	exp	1
5	ceil	4
6	cos	5
7	float	3
8	atol	9
9	floor	5
10	ctime	9
...		
25		

Hashing (11)

- Overflow Handling (cont.)
  - **linear open addressing (cont.)**
    - **quadratic probing**
      - examine the hash table buckets ht[f(x)], ht[(f(x) + i^2) % b], ht[(f(x) - i^2) % b],
        - for $0 \le i \le (b-1)/2$, where b: number of buckets in the table
      - reduce the average number of probes
    - **rehashing**
      - use a series of hashing functions $f_1, f_2, \cdots, f_b$
      - bucket $f_i(x)$ is examined for $i = 1, 2, \cdots, b$

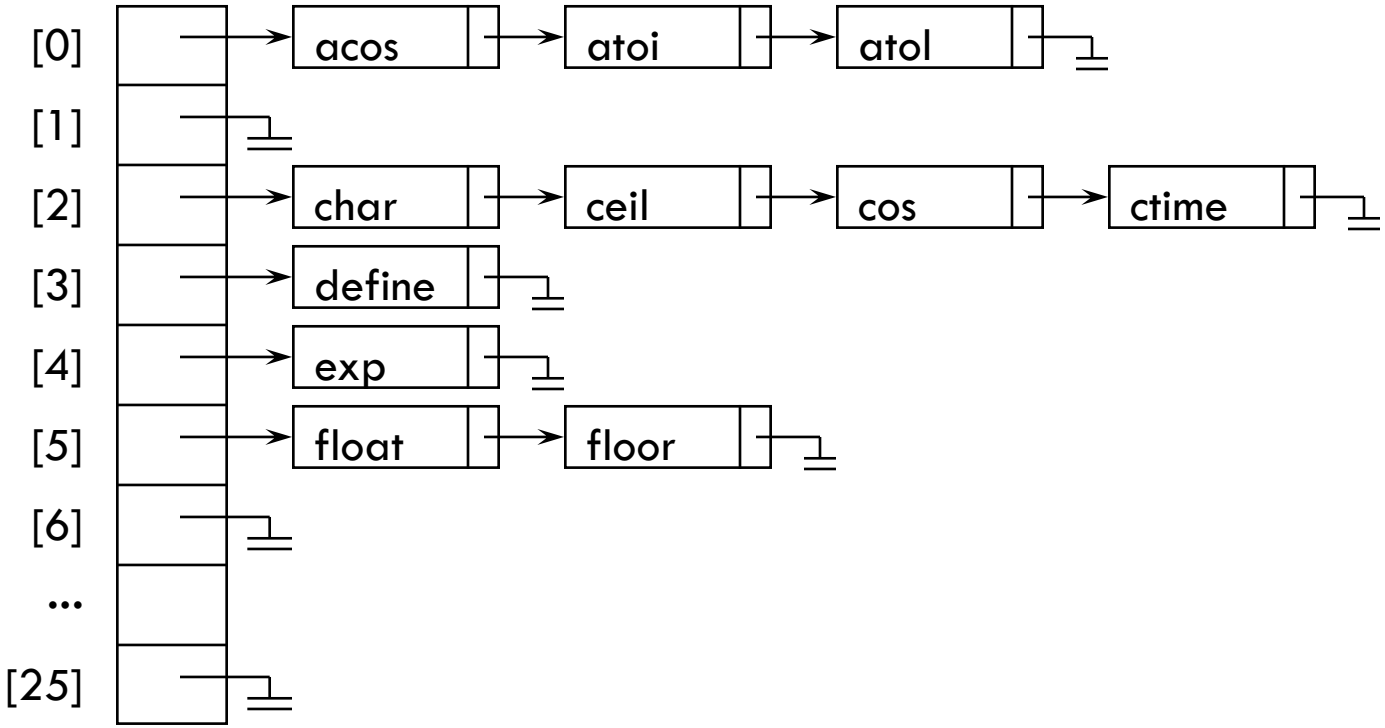
Hashing (12)

- Overflow Handling (cont.)
  - **chaning**
    - defect of linear probing
      - comparison of identifiers with different hash values
    - maintain list of identifiers
      - one list per one bucket
      - each list has all the synonyms
      - requires a head node for each chain

bucket(head node) list(linked list)

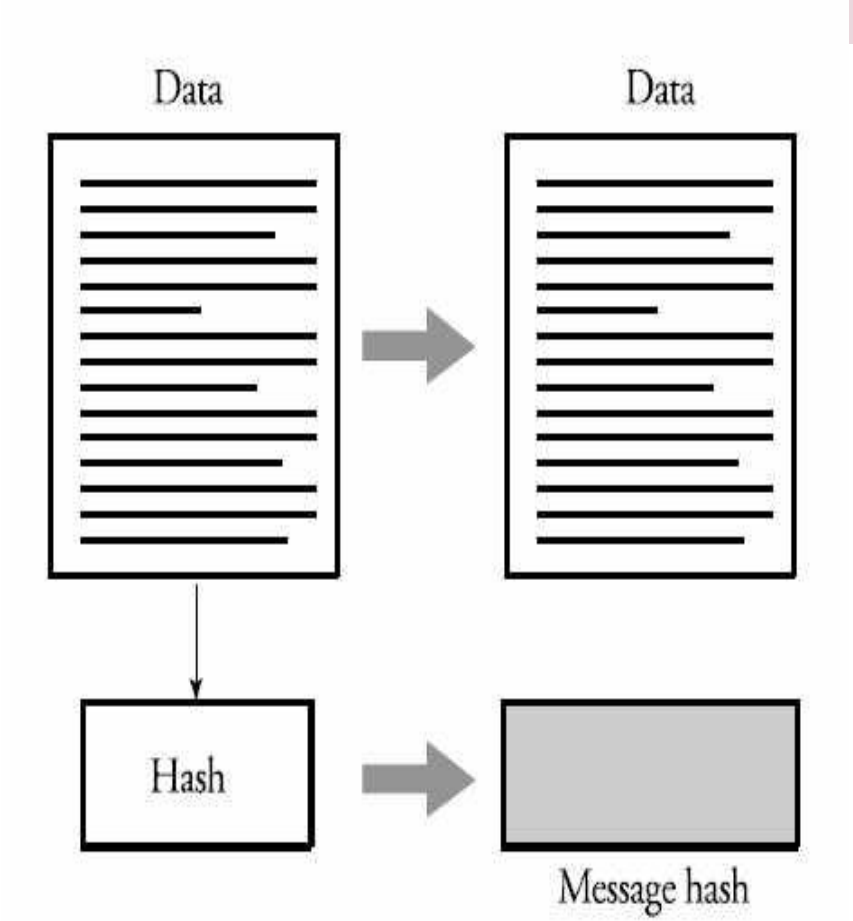
Hashing (13)

- Overflow Handling (cont.)
  - **chaning (cont.)**



정보보호에서의 해쉬함수 이용

- 데이터 무결성을 제공하는 알고리즘 중 하나
  - 메시지 인증 알고리즘
  - 단방향 해쉬함수
- 임의의 길이의 메시지를 받아들여 특정 길이의 출력 값 생성
- 출력 값 비교를 통해 무결성 확인



해쉬함수의 조건

- H는 임의의 크기의 입력 M을 적용할 수 있어야 한다.
- H는 일정 크기의 출력 h = H(M)을 만들어야 한다.
- H와 M이 주어졌을 때 h = H(M) 계산이 쉬워야 한다
- H와 h가 주어졌을 때 M을 구하는 계산이 거의 불가능해야 한다.(one way property)
- H가 주어졌을 때 같은 출력을 갖는 두 입력을 착지 어려워야 한다. (충돌 회피성)(weak collision resistance)

전자서명의 조건

- 위조 불가
  - 서명자만이 서명 생성 가능
- 서명자 인증
  - 서명자의 신분 확인 가능
- 재사용 불가
  - 다른 문서의 서명으로 사용 불가능
- 변경 불가
  - 서명된 문서 내용 변경 불가
- 부인 불가
  - 서명한 사실 부인 불가

디지털 서명 알고리즘

- 공개키 암호방식을 이용한 서명 방식
- 서명자가 비밀키로 서명을 생성하고, 검증자가 공개키로 확인하는 시스템
- 직접 서명 방식
  - 송신자와 수신자 간에 직접 서명 및 검증
- 중계 서명 방식
  - 중재자를 통해 확인
  - 통신 전에 정보 공유가 필요 없고, 외부로부터 공격에 강하며, 시간 확인까지 가능

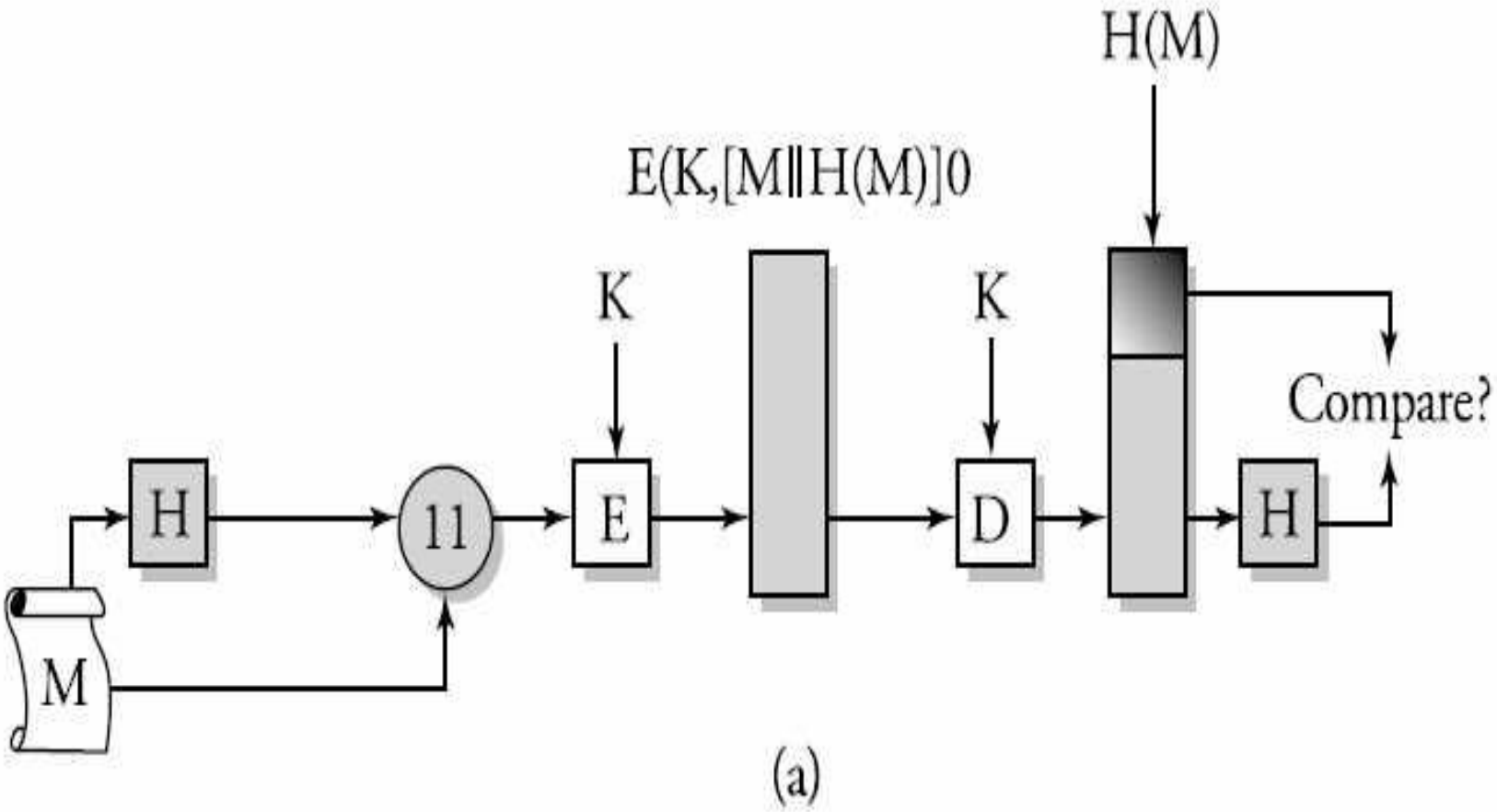
RSA 서명 방식

- 가장 먼저 실용화
- 서명 알고리즘의 안전도는 RSA 암호 방식 안전도와 동일
- 가장 보편적으로 사용
- 알고리즘
  - 키 생성 단계
    - RSA 암호 알고리즘과 동일
  - 서명 단계
    - 메시지 M의 해쉬값 H를 구하여 서명값 계산
    - $S = H^{dA} \bmod n_A$
    - 원본 메시지 M과 같이 전송
  - 검증 단계
    - 원본 메시지에 대한 H' 계산
    - 공개키로 S의 H 계산 후 비교

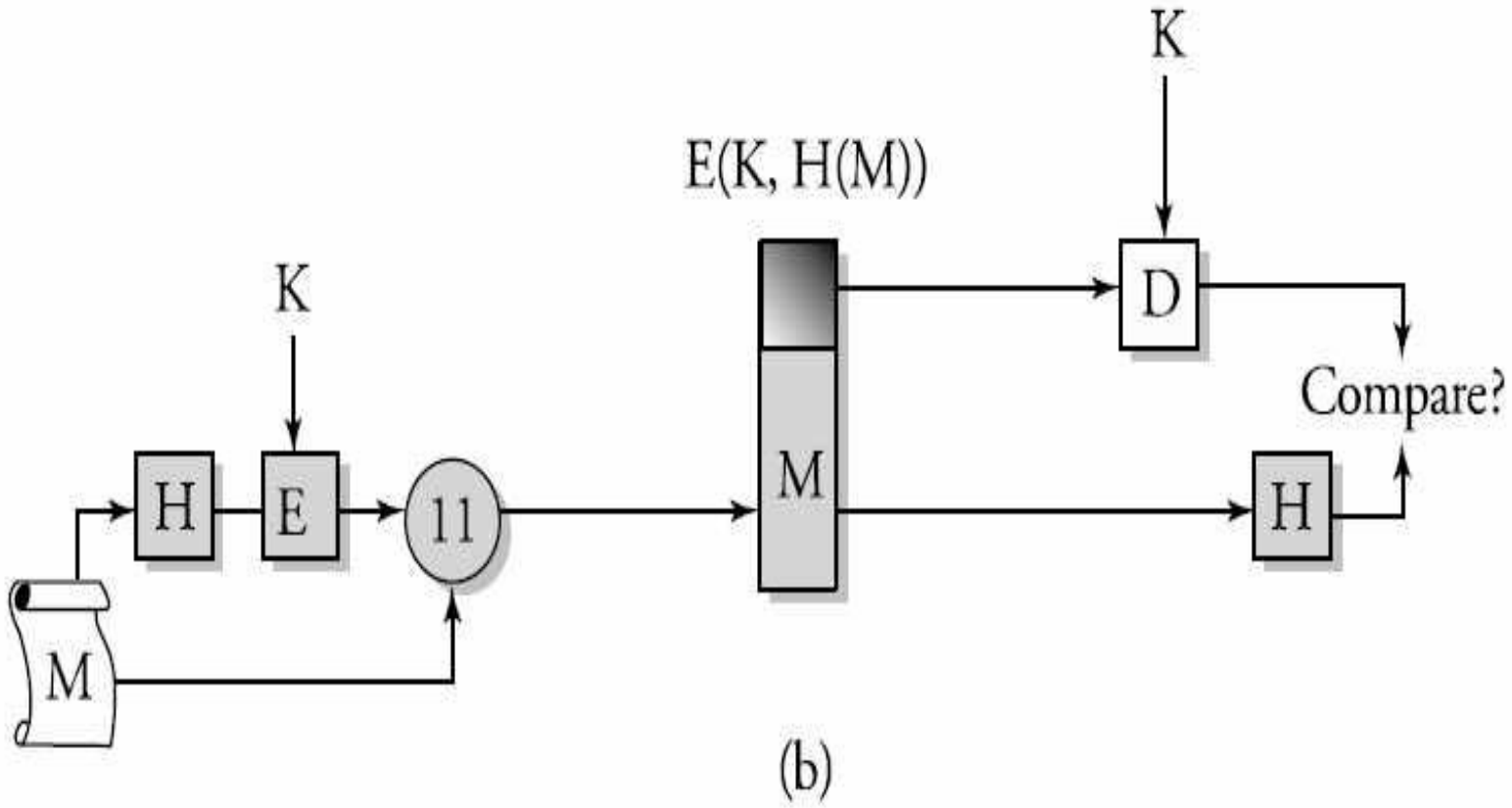
그외 서명 방식

- ElGamal 서명 알고리즘
  - 키 생성
  - 서명
  - 서명 검증
- DSS(Digital Signature Standard) 서명 알고리즘
  - ElGamal 서명 기술 응용
  - NIST에 의해 1994년 12월 표준 채택
  - ElGamal(512비트)보다 짧은 서명값(160비트)
  - 서명
  - 서명 검증 단계
- 타원곡선 디지털 서명 알고리즘
  - EC-DSA
    - 1985년 N.Koblitz와 V.S Miller가 RSA 방식의 대안으로 제시
    - 동일한 안전성을 실현하는데 RSA 1024 비트, ECC 160 비트
  - EC-KCDSA

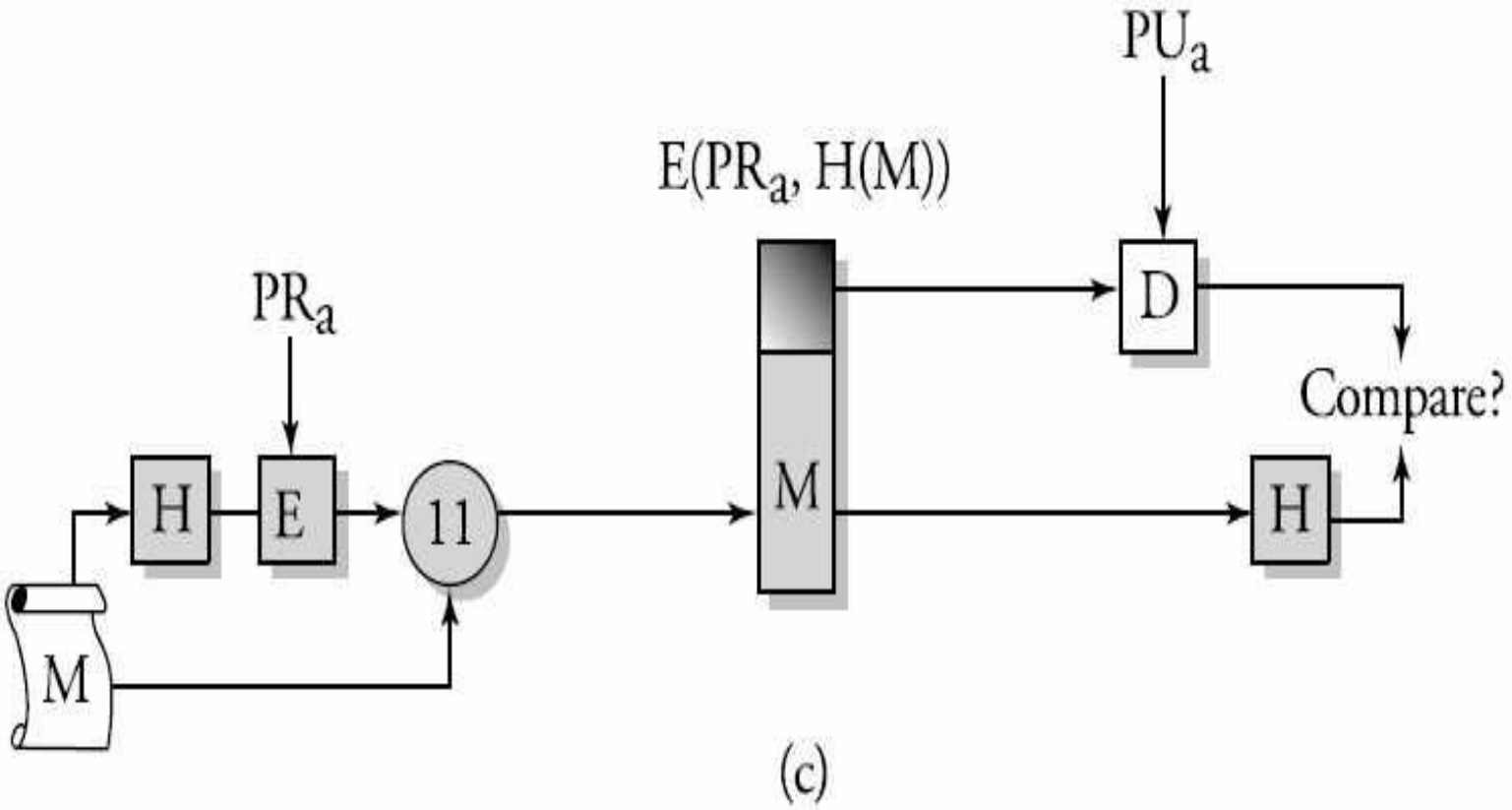
해쉬함수의 응용 (1)



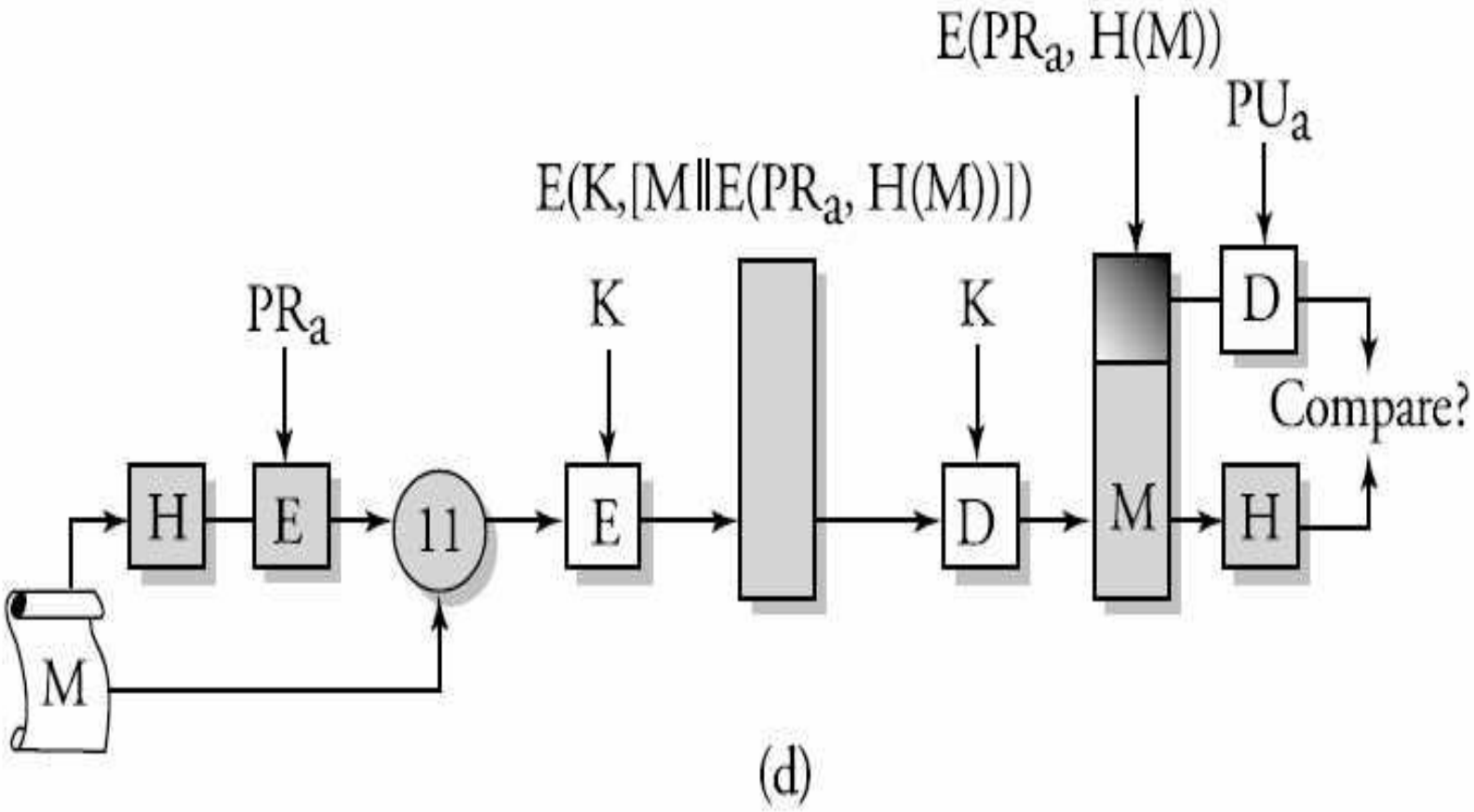
해쉬함수의 응용 (2)



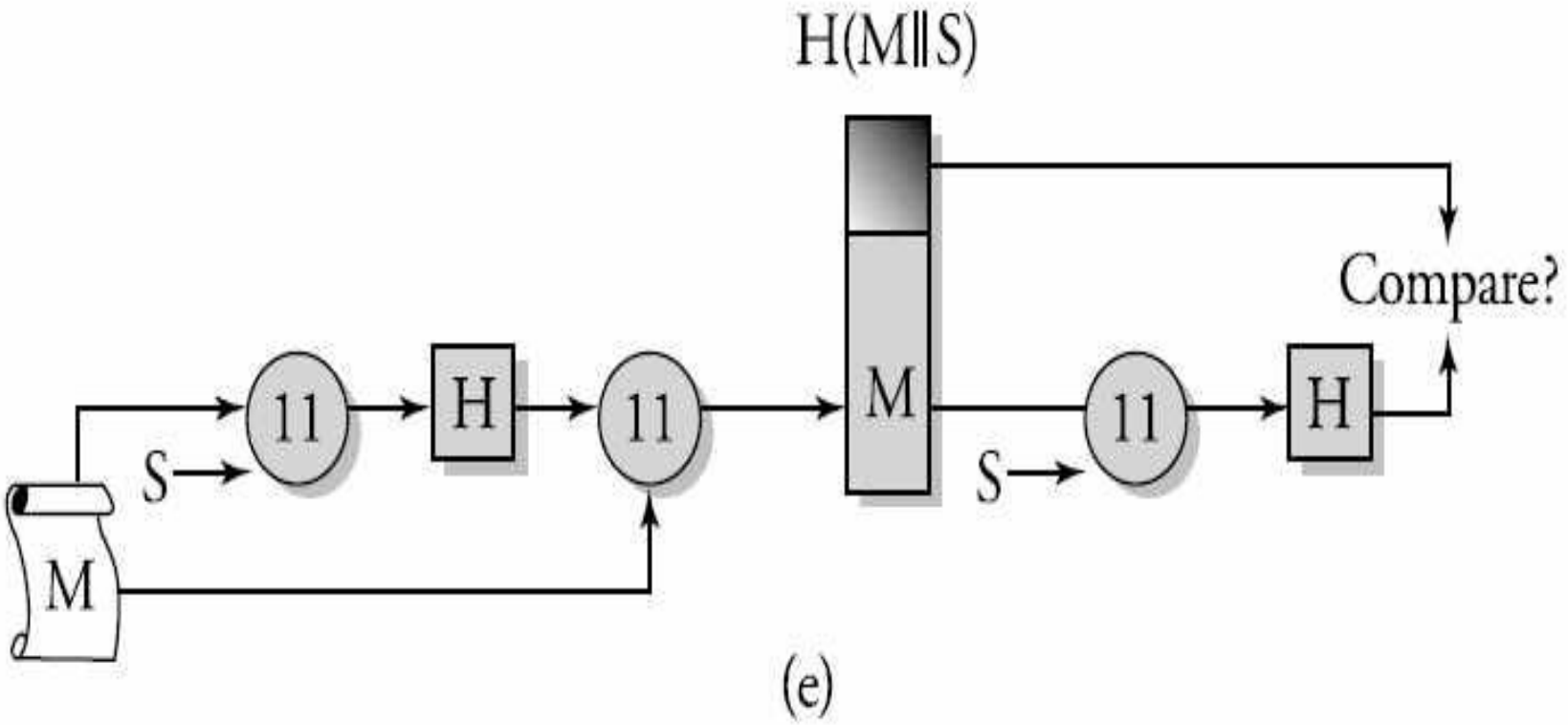
해쉬함수의 응용 (3)



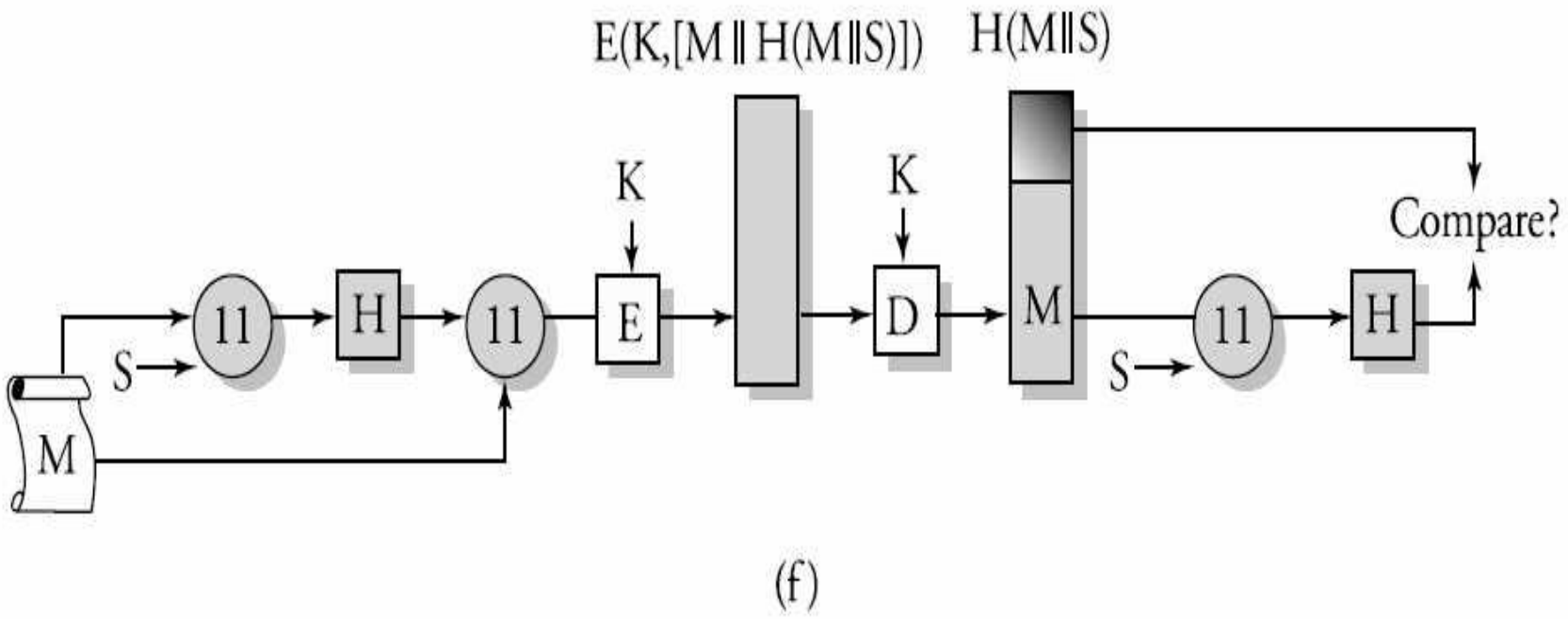
해쉬함수의 응용 (4)



해쉬함수의 응용 (5)



해쉬함수의 응용 (6)



(f)

해쉬함수 (1)

- MD5 (Message Digest Version 5)
  - 512비트 입력 128비트 출력
  - 충돌회피성에 대한 문제로 인해 기존 응용과 호환으로만 사용 제한
- MD4 (Message Digest Version 4)
  - 1990년 Rivest가 개발
  - 메시지를 128비트로 압축
  - MD5보다 약간 빠르고, 안전성 측면에서는 다소 떨어짐
- MD2 (Message Digest Version 2)
  - PEM 프로토콜에 응용
  - 보안성은 바이트의 random permutation에 달려있음
  - 다른 함수보다 다소 느리지만 취약 부분은 아직 발견되지 않음

해쉬함수 (2)

- RIPE-MD
  - 유럽의 RIPE 프로젝트에서 개발된 해쉬함수
  - SHA-1 못지않은 안전성을 가진 것으로 평가되며, 128, 160, 256, 320 비트 해쉬 출력값을 제공
- HAVAL
  - 1992년 Zheng에 의해 개발
  - 출력값 길이가 가변
  - MD5를 변형하여 1024비트 블록으로 수행
  - 다양한 라운드 수와 7개의 가변 함수, 128, 160, 192, 224, 256 비트 길이 해쉬값 출력 가능

해쉬함수 (3)

- SHA (Secure Hash Algorithm)
  - NIST에 의해 1993년 FIPS PUB 180으로 표준화
  - MD4와 유사하게 설계
  - 512비트 단위로 메시지를 입력하여 160비트 해쉬값 출력 (입력 전 메시지 길이를 512 비트 정수배로 조정)
- SHA-1(전자서명용)과 MD5 비교
  - 각각의 키 길이의 차이가 있음 (160 : 128)
  - 공격 대응면에서 SHA-1이 더 강하다 (길이 차이)
  - 안전성 : SHA-1이 비교적 더 안전
  - 속도 : 연산이 많아 SHA-1이 다소 늦다
  - 단순성과 간결성 : 두 알고리즘 모두 비교적 간단하며 적용 용이
  - 바이트 순서 : (big-endian : little-endian)

해쉬함수 (4)

Hash Function	Output Length	Round	Block Size	Speed
MD4	128	48	512	1.00
MD5	128	64	512	0.68
RIPE-MD-128	128	128	512	0.39
SHA-1	160	80	512	0.28
SHA-256	256	64	512	
SHA-384	384	80	1024	
SHA-512	512	80	1024	
RIPE-MD-160	160	160	512	0.24
RIPE-MD-256	256	128	512	
RIPE-MD-320	320	160	512	
Tiger	192	56	512	

해쉬함수 (5)

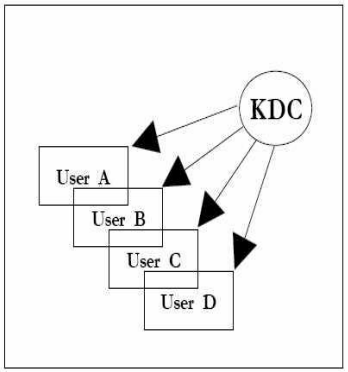
- 일반적으로 MD5가 많이 사용되고 있음
  - 취약성이 발견되어 제한적 사용 권고
- SHA-1은 디지털 서명에 사용하도록 제안됨
- AES의 128, 192, 256비트에 적용하도록 SHA256, SHA382, SHA512로 확장
- RIPE-MD-128, RIPE-MD-160, RIPE-MD-256, RIPE-MD-320은 MD5를 대신할 수 있도록 제안
  - RIPE-MD-128은 충돌저항성 문제가 있음
  - RIPE-MD-160은 효율성은 낮지만 높은 안전성으로 널리 사용 중
- Tiger는 64비트 환경에 최적화됨

키 관리(Key Management)

- 생성
- **분배**(distribution)
- 보관
- 폐기

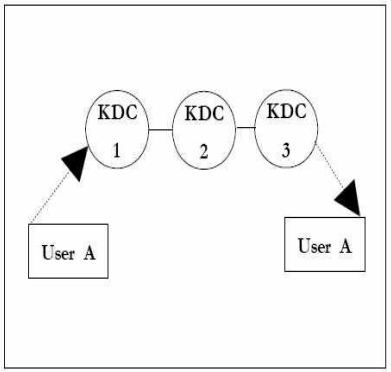
KDC (Key Distribution Center)

- 키의 생성과 분배 및 관리를 담당하는 장비 또는 시설
  - 사용자의 수가 많아질수록 키 관리가 어려워짐
- 중앙집중식
- 수평적 다중식 (flat multiple KDC)
- 계층적 다중식 (hierarchical multiple KDC)



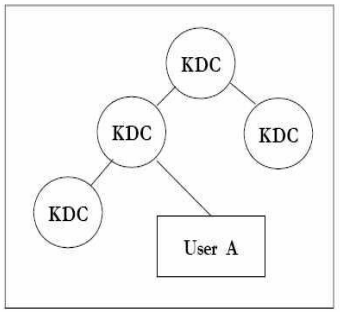
중앙 집중 방식

(Key Distribution Center)



수평적 다중 분배 방식

(flat multiple KDC)



계층적 다중 분배 방식

(hierarchical multiple KDC)

SKA(Symmetric Key Agreement)

- KDC를 사용하지 않고 두 통신자의 세션키로 운영
- D-H(Diffe-Hellman) KA(Key Agreement)
  - 두 사용자가 안전하게 키를 교환하는 방식
  - 이산대수 알고리즘에 근거
    - 사용자 A는 임의의 수 x를 고르고 $R_1 = g^x \bmod p$ 계산
    - 사용자 B는 임의의 수 y를 고르고 $R_2 = g^y \bmod p$ 계산
    - R_1, R_2 교환
    - 사용자 A는 $(R_2)^x \bmod p$ 계산
    - 사용자 B는 $(R_1)^y \bmod p$ 계산
    - $K = (R_2)^x \bmod p = (g^y \bmod p)^x \bmod p = g^{yx} \bmod p = g^{xy} \bmod p = (g^x \bmod p)^y \bmod p = (R_1)^y \bmod p$