# 제 2 장
# 암호의 세계

박 종 혁 교수

Tel: 970-6702

Email: jhpark1@seoultech.ac.kr

# [참고 영상] 인류의 암호역할

- 인류의 역사만큼이나 오래된 암호...어떤 역할을 했을까? - YTN 사이언스 (7m)

# 제1절 암 호

## 1.1 암호에서 사용하는 이름

## 1.2 송신자/수신자/도청자

## 1.3 암호화와 복호화

## 1.4 암호는 기밀성을 보장한다

## 1.5 해독

# 1.1 암호에서 사용하는 이름

**앨리스와 밥** _Alice and Bob

일반적으로 앨리스는 메시지를 전송하고 밥이 수신을 하는 모델에 사용된다. 이 이름은 나중에 등장하게 될 비대칭 암호 시스템인 RSA를 만든 사람 중의 하나인 Ron Rivest가 1978년에 처음으로 사용하였다.

# 1.1 암호에서 사용하는 이름

**이브 _Eve**

영어로 도청자(eavesdropper)는 소극적인 공격자를 의미한다. 이브는 앨리스와 밥 사이에 이루어지는 통신을 도청하기는 하지만 통신 중인 메시지를 수정하지는 못한다. 나중에 다루게 될 양자 암호에 있어서 이브는 통신환경을 나타내기도 한다.

**맬로리 _Mallory**

영어로 악의를 가진(malicious) 공격자를 의미한다. 이브와는 다르게 맬로리는 메시지를 수정하고, 자신의 메시지로 대체하여 이전의 메시지를 재전송할 수 있는 능력 등을 가지고 있다. 이브의 공격을 막는 것보다 맬로리의 공격을 막는 것이 훨씬 더 어렵다. 종종 Marvin이나 Mallet이라는 이름이 사용되기도 한다.

# 1.1 암호에서 사용하는 이름

**트렌트 _Trent**

영어로 신뢰할 수 있는 중재자(trusted arbitrator)이며, 중립적인 위치에 있는 제 3자이다. 사용되는 프로토콜에 따라 그 역할이 달라진다.

**빅터 _Victor**

영어명은 verifier이며 Pat이나 Peggy라는 이름을 사용하기도 한다. 의도된 거래나 통신이 실제로 발생했다는 것을 검증할 때 등장한다.

# 1.2 송신자 · 수신자 · 도청자


그림 2-2 • 앨리스가 밥에게 메일 보내기(송신자/수신자)

# 1.2 송신자 · 수신자 · 도청자

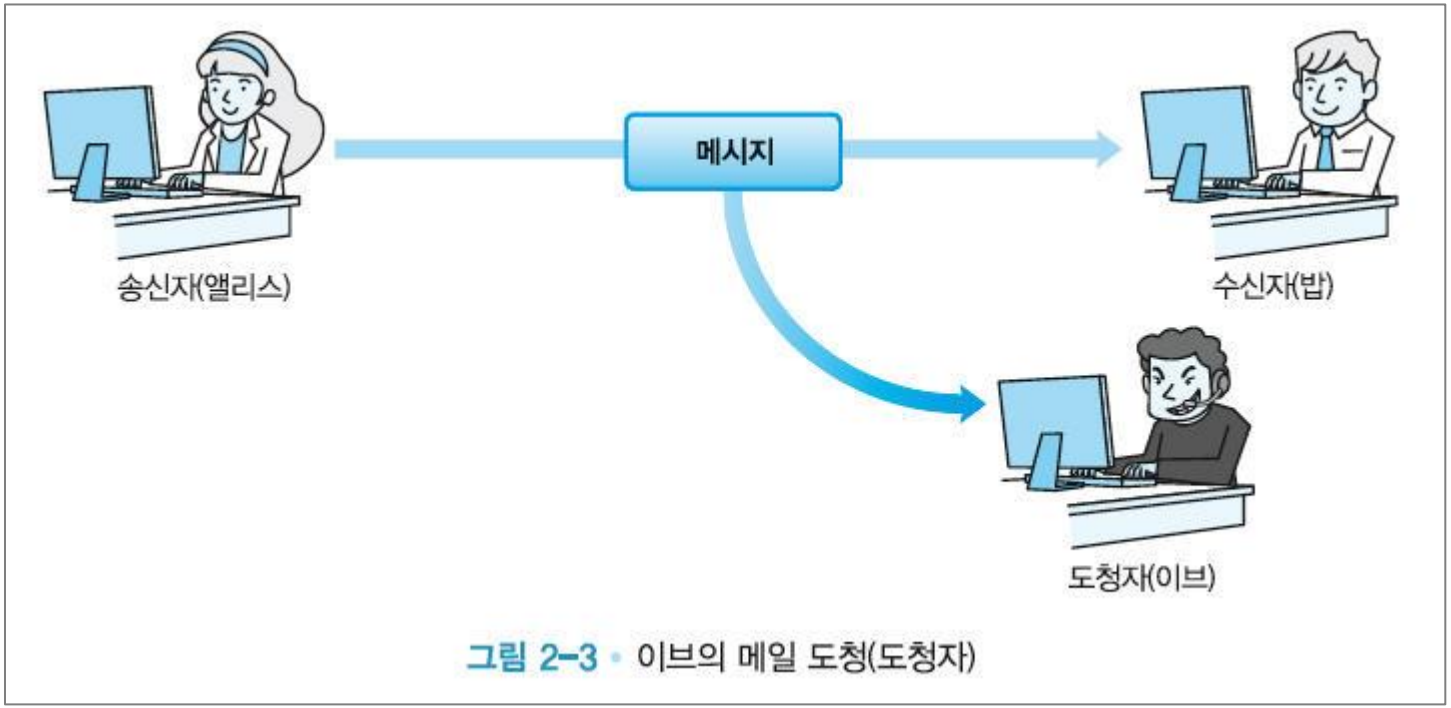



그림 2-3 • 이브의 메일 도청(도청자)

# 1.2 송신자 · 수신자 · 도청자

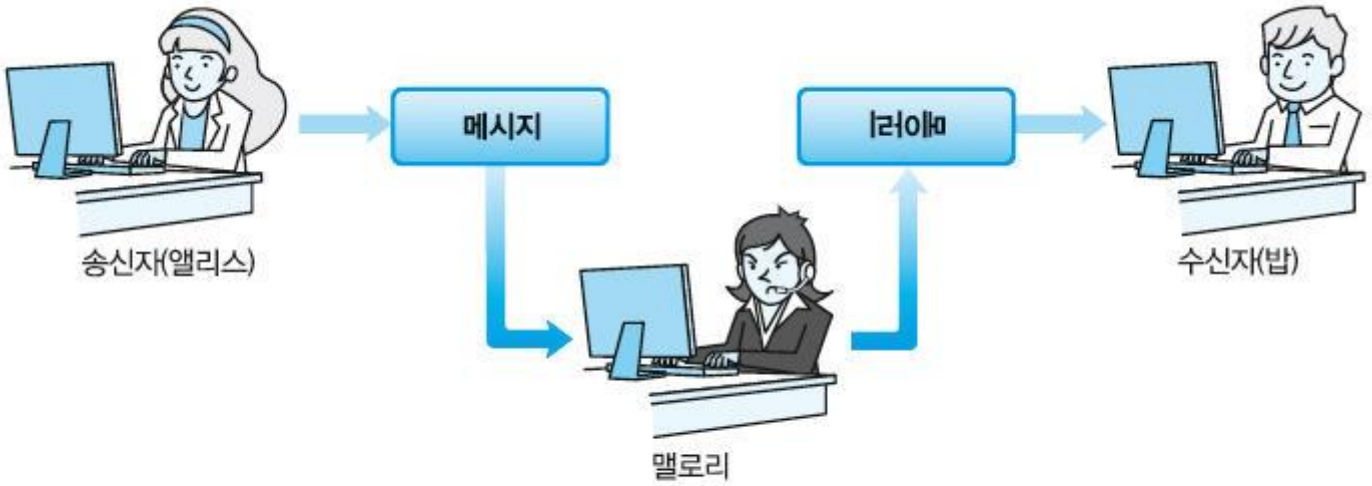



그림 2-4 • 맬로리의 메일 수정

# 1.3 암호화와 복호화

- 평문(plaintext)
  - 암호화하기 전의 메시지
- 암호문(ciphertext)
  - 암호화한 후의 메시지
- 암호 기술
  - 중간에서 도청자가 암호문을 가로채어 갖게 된다고 하더라고 특정 비밀값을 모른다면 암호문을 평문으로 복호화할 수 없도록 하는 기술

# 암호화 과정

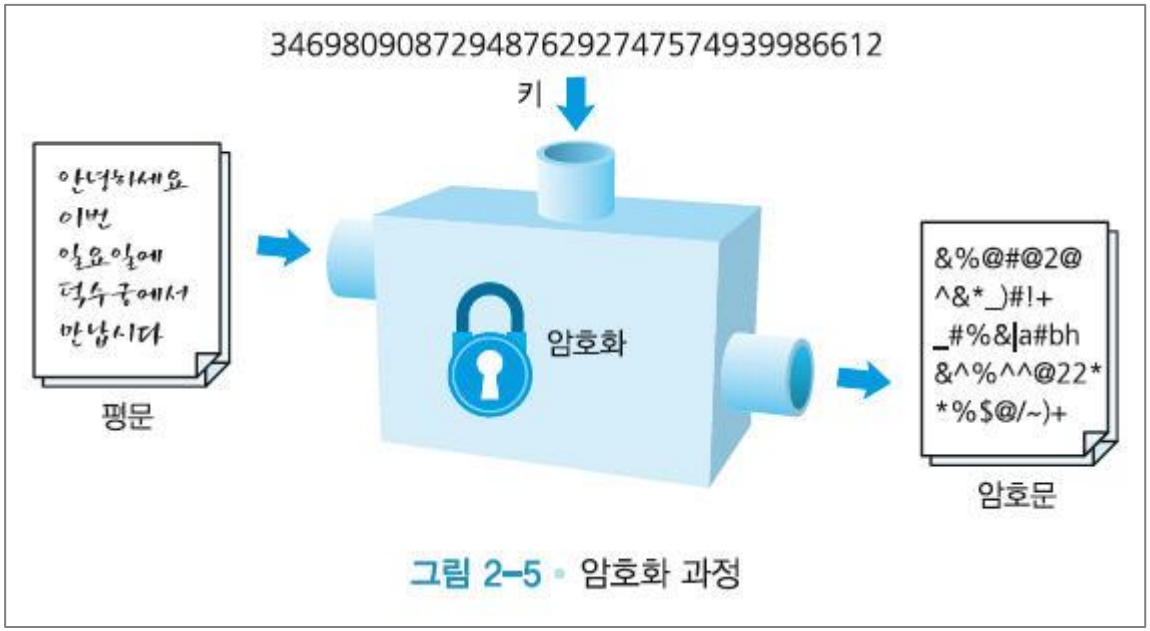



그림 2-5 • 암호화 과정

# 복호화 과정

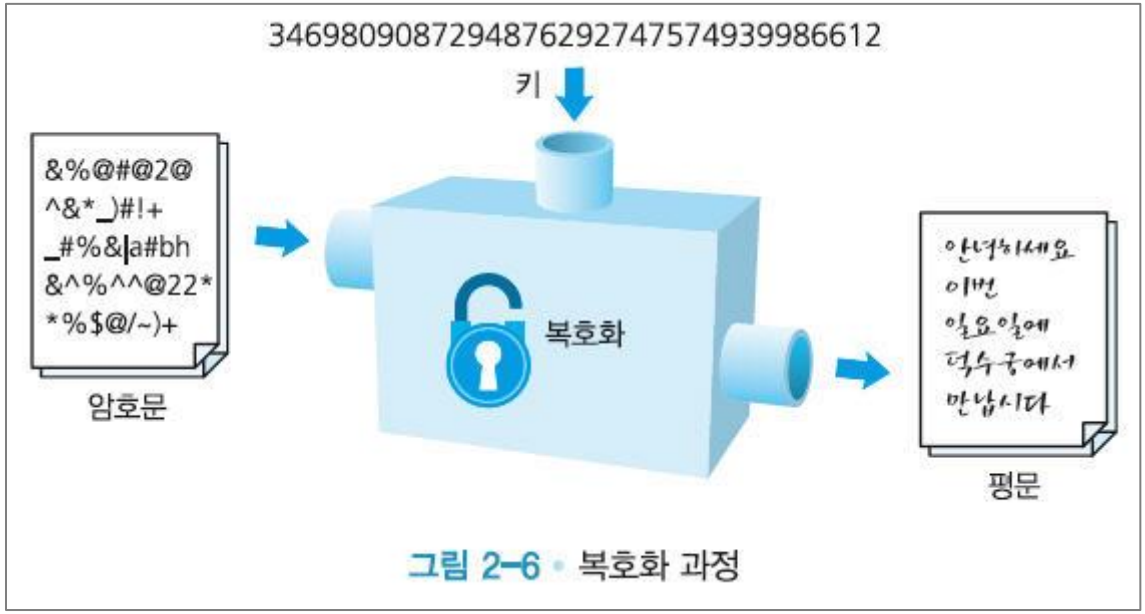



그림 2-6 • 복호화 과정

# 1.4 암호는 기밀성을 보장한다

- 메일의 기밀성(confidentiality, 또는 비밀성)
  - 앨리스와 밥은 암호(cryptography) 기술을 사용해서 메일의 내용을 비밀로 유지

# 1.5 해독

- **복호화**
  - 정당한 수신자가 암호문을 평문으로 바꾸는 것

- **암호 해독(cryptanalysis)**
  - 수신자 이외의 사람이 암호문으로부터 평문을 복원 하려고 시도하는 것

- **암호 해독자(cryptanalyst)**
  - 암호 해독을 하는 사람
    - 나쁜 의도를 가진 자
    - 암호 연구자

# 제2절 암호와 복호화의 기호적 표현

## 2.1 암호 시스템의 요소

## 2.2 암호 시스템의 기호적 표현

# 2.1 암호 시스템의 요소

- 평문(plaintext)
- 암호문(ciphertext)
- 암호화 알고리즘(encryption algorithm)
- 복호화 알고리즘(decryption algorithm)
- 키(key)

# 2.2 암호 시스템의 기호적 표현

- C=$\boldsymbol{E_k(P)}$:
  - 평문 P를 키 K를 이용하여 암호화하여(E) 암호문 C를 얻는다.

- $\boldsymbol{P = D_K(C)}$:
  - 암호문 C를 키 K를 이용하여 복호화하여(D) 평문 P를 얻는다.

- 다른 표현
  - $C = E_K(P) = E(K, P)$
  - $P = D_K(C) = D(K, C)$

# 암호화와 복호화


그림 2-8 • 암호화와 복호화

# 제3절 대칭 암호와 공개키 암호

## 3.1 암호 알고리즘

## 3.2 키

## 3.3 대칭 암호와 비대칭 암호

## 3.4 하이브리드 암호 시스템

# 3.1 암호 알고리즘

- **암호화 알고리즘**
  - 평문을 암호문으로 만드는 절차
- **복호화 알고리즘**
  - 암호문을 평문으로 만드는 절차
- **암호 알고리즘**
  - 암호화와 복호화 알고리즘을 합한 알고리즘

# 3.2 키

- 암호 알고리즘의 키는  다음과 같은
  매우 긴 숫자

  **2035547285684776503546730806894307 68**

- 2진화된 숫자로 변경하여 사용

- 암호 키의 안전

# 3.3 대칭 암호와 비대칭 암호

- 대칭 암호(symmetric cryptography)
  - 암호화를 할 때 사용하는 키와 복호화할 때 사용하는 키가 동일한 암호알고리즘

- 비대칭 암호(asymmetric cryptography)
  - 암호화를 할 때 사용하는 키와 복호화를 할 때 사용하는 키가 서로 다른 암호알고리즘

# 비대칭 암호

- 비대칭 암호 요소
  - 송신자: 한 쌍의 키
  - 수신자: 한 쌍의 키
    - 이 한 쌍의 키: (공개키, 개인키)
      - 이 두 개의 키는 수학적으로 밀접한 연관

- 공개 키 암호(public-key cryptography)이름
  - 공개 키는 공개를 하므로 이 암호 알고리즘을 공개 키 암호라 한다

# 대칭암호와 비대칭 암호



**대칭 암호:** 암호화와 복호화에 동일한 키를 사용



**비대칭 암호:** 암호화와 복호화에 서로 다른 키를 사용

그림 2-9 • 대칭 암호와 비대칭 암호

# 3.4 하이브리드 암호 시스템

- 하이브리드 암호 시스템 (hybrid cryptosystem)
  - 대칭 암호와 공개 키 암호를 조합한 암호방식
  - 대칭 암호와 공개키 암호의 장점을 조합

# [참고 영상]

- 역사상 미스터리하고 비밀스러운 암호 **Top 10** **(10m)**

# 제4절 그 밖의 암호 기술

## 4.1 일방향 해시 함수

## 4.2 메시지 인증 코드

## 4.3 디지털 서명

## 4.4 의사난수 생성기

# 4.1 일방향 해시 함수

- 해시값이란 일방향 해시함수(one-way hash function)를 사용하여 계산한 값
- 문서의 기밀성이 아니라 무결성(integrity) 점검

# 4.2 메시지 인증 코드

- 메시지 인증 코드 (message authentication code)
  - 메시지가 생각했던 통신 상대로부터 온 것임을 확인하는 코드

# 4.3 디지털 서명

- 디지털 서명(digital signature)
  - 거짓 행세, 변경, 부인같은 위협을 방지하는 기술
- 부인(repudiation)
  - 통신 사실을 나중에 아니라고 하는 것

# 4.4 의사난수 생성기

- 의사 난수 생성기(pseudo random number generator; PRNG)는 난수열을 생성하는 알고리즘

**암호학자의 도구상자(cryptographer's toolbox)**

- 대칭 암호
- 공개키 암호
- 일방향 해시 함수
- 메시지 인증 코드
- 디지털 서명
- 의사난수 생성기

# 보안 위협과 암호 기술에 의한 방지

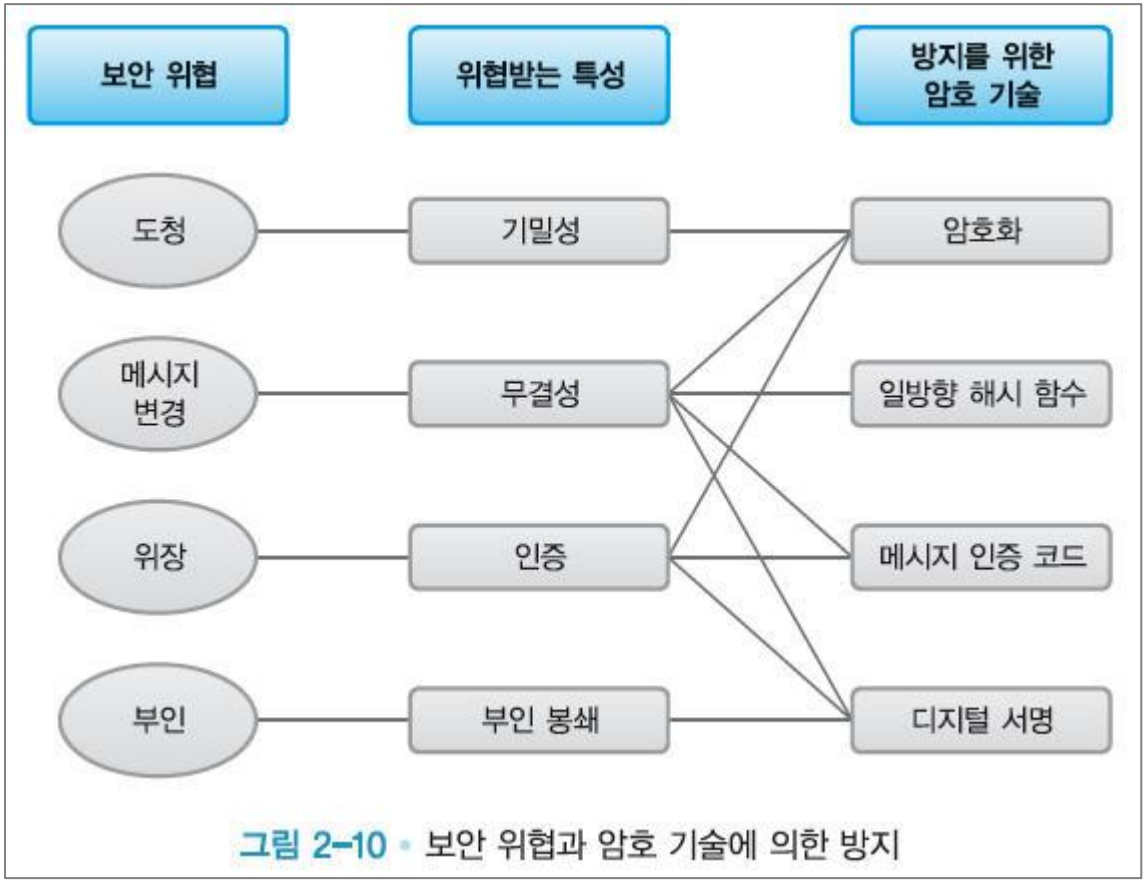



그림 2-10 • 보안 위협과 암호 기술에 의한 방지

**크립토그래피(cryptography)**

- 메시지의 내용을 읽지 못하게 하는 기법

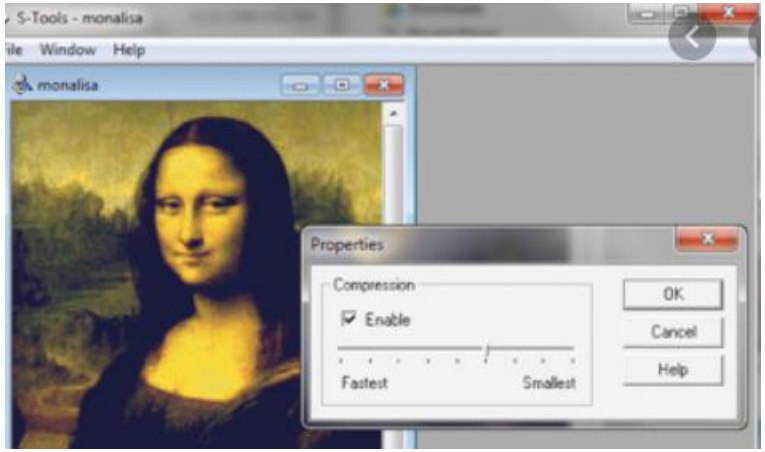
**스테가노그래피(steganography)**

- 메시지의 내용을 읽지 못하게 하는 것이 아니라, 메시지의 존재 자체를 숨기는 기법 메시지를 숨겨 넣는 방법을 알게 되면 메시지의 내용은 금방 노출

원본이미지

Stego 이미지

메시지 숨기기



# 디지털 워터마킹

- 디지털 워터마킹(digital watermarking)
  - 파일 중에 저작권자나 구입자의 정보를 집어넣는 기술
  - 지폐, 미술품, 저작물 등
    육안으로는 잘 보이지 않고 첨단 복사기나 스캐너로도 재생 어려움


- 디지털 워터마킹 기술에 스테가노그래피 사용

# 제7절 암호와 보안 상식

**7.1 비밀 암호 알고리즘을 사용하지 말 것**

**7.2 약한 암호는 암호화 하지 않는 것보다 위험**

**7.3 어떤 암호라도 언젠가는 해독된다**

**7.4 암호는 보안의 아주 작은 부분**

# 7.1 비밀 암호 알고리즘을 사용하지 말 것

- **비밀 암호 알고리즘을 만들어서 사용할 것이 아니라, 공개되어 있는 강한 암호 알고리즘을 사용해야 함**
  - 암호알고리즘의 비밀은 반드시 폭로된다
  - 강한 암호 알고리즘을 만드는 것은 매우 어렵다

# 숨기는 것에 의한 보안

- 숨기는 것에 의한 보안(security by obscurity)
  - 암호 알고리즘을 비밀로 해서 보안을 유지하려고 하는 행위
  - 전문가가 볼 때 위험하고, 어리석은 행위로 간주

# 7.2 약한 암호는 암호화 하지 않는 것보다 위험

- 사용자는 암호의 강도와는 상관없이 '암호화되어 있다'는 사실만으로 안심하는 경향
- 약한 암호를 사용하려면 처음부터 암호 따위를 사용하지 않는 것이 낫다

# 7.3 어떤 암호라도 언젠가는 해독

- 모든 키를 하나도 빠짐없이 시도해 봄으로서 언젠가는 반드시 해독
- 암호문이 해독되기까지 시간과, 암호를 사용하여 지키고 싶은 평문의 가치와의 밸런스(tradeoff)가 중요

# 일회용 패드

- 일회용 패드(one-time pad)
  - 절대로 해독되지 않는 암호 알고리즘
  - 현실적으로 활용하기에는 적합하지 않은 암호

# 7.4 암호는 보안의 아주 작은 부분

- 사회공학적인 공격 방법은 암호의 강도 그 자체와는 아무런 관계가 없다
- 보안 시스템의 강도는 보안 시스템을 구성하는 여러 링크 중 가장 약한 링크의 강도와 같다
  - 가장 약한 링크는 암호가 아니라 사람

# Q & A

# Thank You!