

# 제 7 장

## 하이브리드 암호 시스템



**박종혁 교수**

**Tel: 970-6702**

**Email: [jhpark1@seoultech.ac.kr](mailto:jhpark1@seoultech.ac.kr)**

**1절 하이브리드 암호 시스템**

**2절 강한 하이브리드 암호 시스템이란**

**3절 암호 기술의 조합**

# 제1절 하이브리드 암호 시스템

**1.1 대칭 암호와 공개 키 암호**

**1.2 하이브리드 암호 시스템**

**1.3 암호화**

**1.4 복호화**

# 1.1 대칭 암호와 공개 키 암호

- 대칭키 암호방식과 공개키 암호방식 비교

항목	대칭키 암호화 방식	공개키 암호화 방식
키의 상호관계	암호화키 = 복호화키	암호화키 ≠ 복호화키
암호화 키	비밀	공개
복호화 키	비밀	비밀
암호알고리즘	공개	공개
대표적인 예	AES/DES	RSA
비밀 키 전송	필요	불필요
키 개수	$n(n-1)/2$	$2n$
안전한 인증	곤란	용이
암호화 속도	고속	저속
경제성	높다	낮다
전자서명	복잡	간단

# 1.1 대칭 암호와 공개 키 암호

- 대칭 암호
  - 기밀성을 유지한 통신이 가능
  - 키 배송 문제 해결이 필요
- 공개 키 암호
  - 키 배송 문제를 해결할 수 있음

# 공개 키 암호의 2가지 큰 문제

- 1) 공개 키 암호는 대칭 암호에 비해 처리 속도가 훨씬 느리다
  - 2) 공개 키 암호는 중간자(man-in-the-middle) 공격에 약하다
- 하이브리드 암호 시스템을 이용하면 이 중 (1)의 문제를 해결

## 1.2 하이브리드 암호 시스템

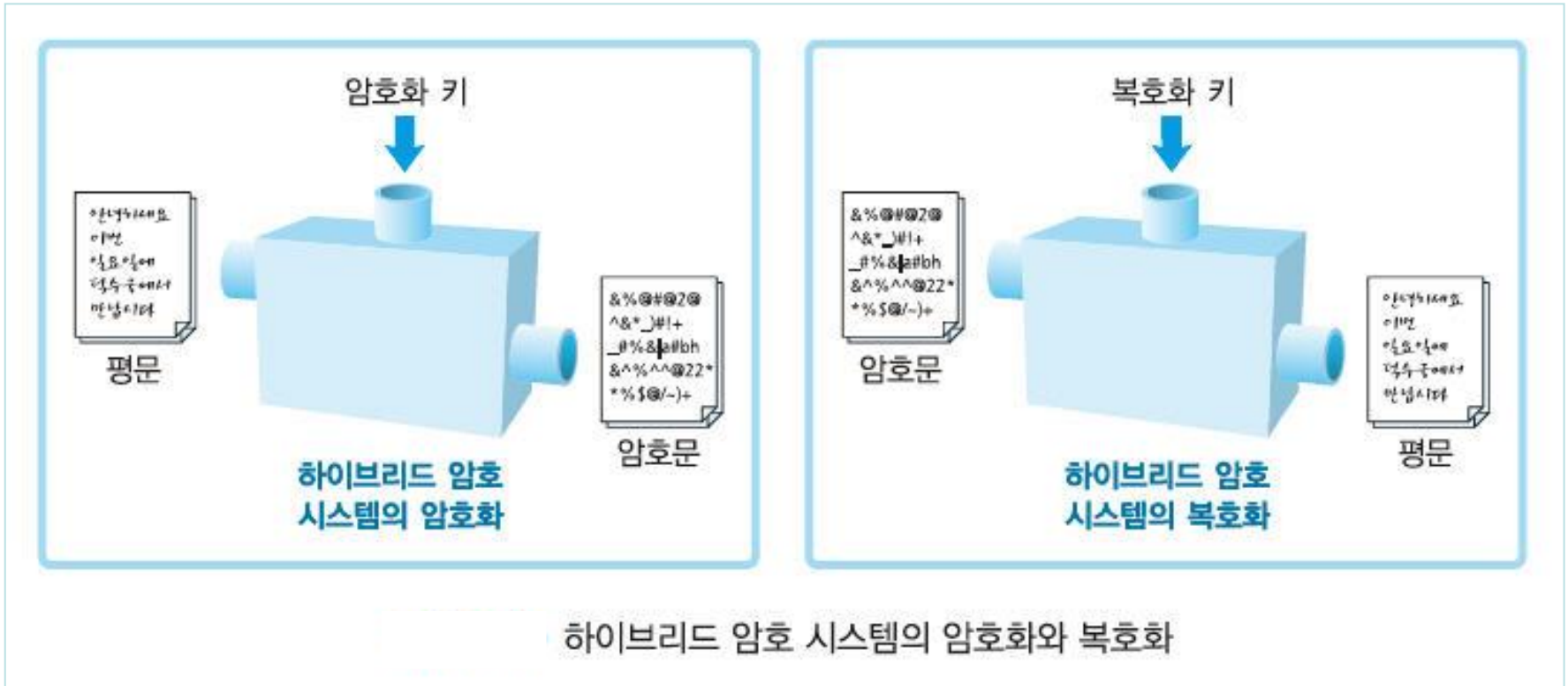
- 하이브리드 암호 시스템(hybrid cryptosystem)
  - 대칭 암호와 공개 키 암호의 장점을 조합한 방법
  - 메시지의 기밀성: 고속의 대칭 암호
  - 대칭 암호 키의 기밀성: 공개 키 암호

# 하이브리드 암호 시스템의 구조

- 메시지는 대칭 암호로 암호화
- 대칭 암호의 암호화에서 사용한 세션 키는 의사난수 생성기로 생성
- 세션 키는 공개 키 암호로 암호화
- 공개 키 암호의 암호화에서 사용하는 키는 하이브리드 암호 시스템과 무관한 외부에서 만들어 사용



# 하이브리드 암호 시스템의 암호화와 복호화



## 1.3 암호화

- 메시지 암호화
- 세션키 암호화
- 결합

- 평문 · 키 · 암호문

- $P$ : 평문
- $K_{pub}$ : 수신자의 공개 키
- $C_2$ : 공개 키 암호로 암호화된 세션 키
- $C_1$ : 대칭 암호로 암호화된 메시지
- $C=(C_1, C_2)$ : 암호문

# 메시지 암호화

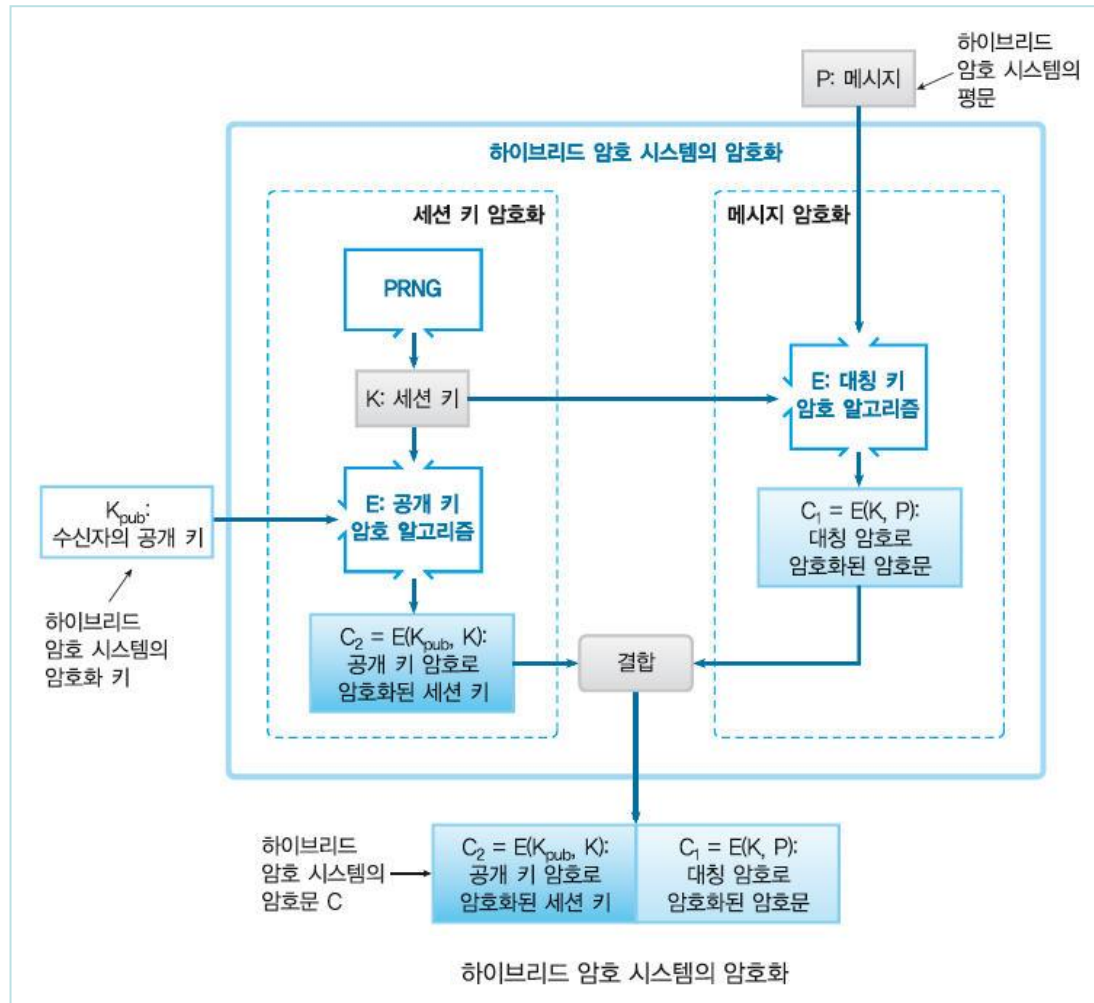
- $C_1 = E(K,P)$
- 대칭 암호를 이용해서 암호화
- 대칭 암호를 이용하면 고속으로 암호화

# 세션키 암호화

- $C_2 = E(K_{\text{pub}}, K)$
- 수신자의 공개 키로 암호화된다
- 세션키는 짧다
- 공개 키 암호가 아무리 느려도 세션 키 암호화에 그다지 시간이 걸리지 않음
- 세션 키는 대칭 암호에 있어서는 키이지만, 공개 키 암호의 입장에서 보면 하나의 평문

- 대칭 키(K)로 암호화된 암호문  
( $C_1 = E(K, P)$ )
- 수신자의 공개 키( $K_{pub}$ )로 암호화된  
세션 키( $C_2 = E(K_{pub}, K)$ )
- 암호문:  $C = C_2 \parallel C_1 = E(K_{pub}, K) \parallel E(K, P)$

# 하이브리드 암호 시스템의 암호화



## 1.4 복호화

- 분할
- 세션 키 복호화
- 메시지 복호화



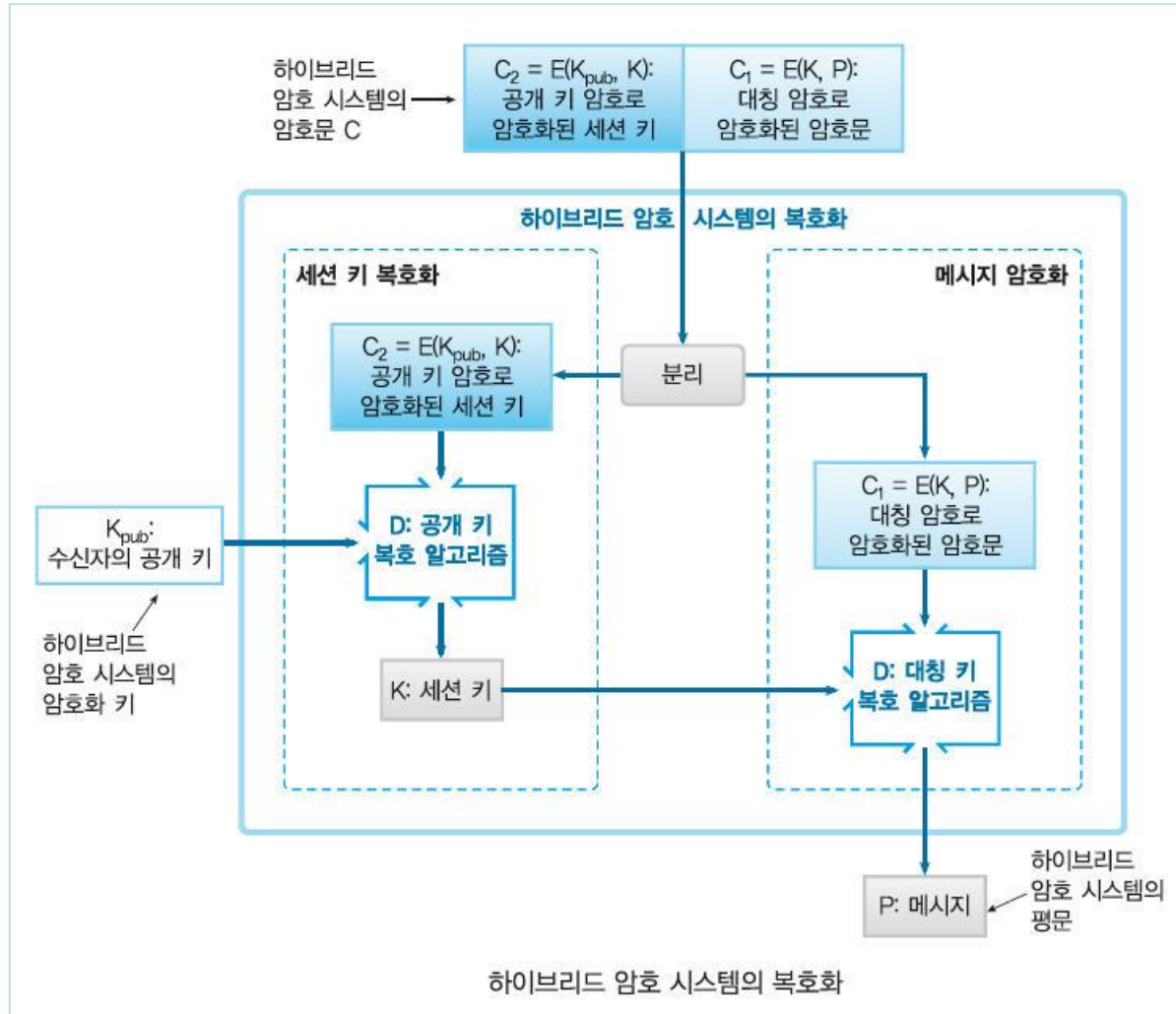
- 암호문:  $C = C_2 \parallel C_1 = E(K_{\text{pub}}, K) \parallel E(K, P)$ 을 분할
  - $C_1 = E(K, P)$ : 대칭 키(K)로 암호화된 암호문
  - $C_2 = E(K_{\text{pub}}, K)$ : 수신자의 공개 키( $K_{\text{pub}}$ )로 암호화된 세션 키

# 세션 키 복호화

- $C_2 = E(K_{\text{pub}}, K)$  복호화
- 수신자의 개인 키( $K_{\text{pri}}$ )가 필요
  - 개인 키를 가지고 있는 사람이 아니면 세션 키를 복호화 할 수 없음
- $K = D(K_{\text{pri}}, C_2)$ : 수신자의 개인키로 복호화된 세션 키는 메시지 복호화 키로 이용

- $P = D(K, C_1)$

# 하이브리드 암호 시스템의 복호화



# 하이브리드 암호 시스템의 구체 예

- PGP
  - 하이브리드 암호 시스템
  - 디지털 서명이나 디지털 서명의 검증
  - 개인 키 관리
- SSL/TLS
  - 하이브리드 암호 시스템
  - Web의 암호 통신에서 사용

# 제2절 강한 하이브리드 암호 시스템이란

## 2.1 의사난수 생성기

## 2.2 대칭 암호

## 2.3 공개키 암호

## 2.4 키 길이의 밸런스

# 강한 하이브리드 암호 시스템이란

- 하이브리드 암호 시스템의 구성 요소
  - 의사난수 생성기
  - 대칭 암호
  - 공개 키 암호
- 각각의 기술 요소의 강도
- 강도의 밸런스

## 2.1 의사난수 생성기

- 세션 키 생성에 사용
- 품질이 나쁘면 만들어지는 세션 키를 공격자가 추측하게 될 위험성
- 세션 키 중 일부 비트라도 추측되지 않도록 주의



## 2.2 대칭암호

- 메시지 암호화에 사용
- 강한 대칭 암호 알고리즘을 사용
- 충분히 길이가 긴 키 사용
- 적절한 블록 암호 모드 사용

## 2.3 공개키 암호

- 세션 키 암호화에 사용
- 강한 공개 키 암호 알고리즘 사용
- 충분히 길이가 긴 키 사용

## 2.4 키 길이의 밸런스

- 어느 쪽인가 한 쪽의 키 길이가 극단적으로 짧으면, 공격이 그 쪽으로 집중될 가능성이 있음
- 대칭 암호와 공개 키 암호의 키 길이는 양쪽이 같은 정도의 강도가 되도록 길이의 균형을 맞춤

# 제3절 암호 기술의 조합

## 하이브리드 암호 시스템

대칭 암호와 공개 키 암호를 조합해서 양쪽의 장점을 살리는 시스템을 구축

## 블록 암호 모드

고정 키 길이밖에 암호화할 수 없는 블록 암호를 조합해서 보다 긴 평문을 암호화

## 트리플 DES

DES를 3개 조합해서 DES보다도 긴 키 길이를 갖는 대칭 암호

# 암호 기술의 조합

- 디지털 서명
  - 일방향 해시 함수와 공개 키 암호를 조합
- 인증서
  - 공개 키와 디지털 서명을 조합
- 메시지 인증 코드
  - 일방향 해시 함수와 키를 조합
  - 대칭 암호로부터 생성
- 의사난수 생성기
  - 대칭 암호
  - 일방향 해시 함수
  - 공개 키 암호

# 기타 암호기술의 조합

- 전자 투표
- 디지털 캐시
- 블라인드 서명
  - 내용을 모르고 서명
- 영지식 증명
  - 상대에게 정보를 건네지 않고 자신이 그 정보를 가지고 있다는 사실만을 증명해 보이는 방법

# 하이브리드 암호 시스템

연습문제 풀이

1. 다음 중 이 장에서 설명한 하이브리드 암호를 만드는 데 사용되는 기술의 장점을 설명한 것으로 적합한 것은?

- ① 대칭 암호의 빠른 처리 속도와 공개 키 암호의 키 배송의 편리성
- ② 대칭 암호의 빠른 처리 속도와 공개 키 암호의 기밀성
- ③ 공개 키 암호의 빠른 처리 속도와 대칭 암호의 키 배송의 편리성
- ④ 공개 키 암호의 빠른 처리 속도와 대칭 암호의 기밀성
- ⑤ 공개 키 암호의 키 배송의 편리성과 대칭 암호의 무결성



## 2. 공개 키 암호의 단점으로 적합한 것은?

- ① 느린 처리 속도와 기밀성에 대한 취약성
- ② 무결성의 취약성과 재전송 공격에 대한 취약성
- ③ 부인방지에 대한 취약성과 개인 키 관리의 취약성
- ④ 느린 처리 속도와 중간자 공격에 대한 취약성
- ⑤ 키 배송의 불편함과 인증에 대한 취약성

## 3. 이 장에서 설명한 하이브리드 암호에 대한 설명으로 적합하지 않은 것은?

- ① 세션 키는 의사난수 생성기로 만든다.
- ② 세션 키를 암호화 하는 데 시간이 걸리는 단점이 있다.
- ③ 세션 키 암호화에 공개 키 암호를 사용한다.
- ④ 무결성을 보장하지는 않는다.
- ⑤ 메시지를 암호화할 때 대칭 암호를 사용한다.

## 4. 이 장에서 설명한 하이브리드 암호에서 사용하는 공개 키 암호와 대칭 암호의 키 길이 밸런스가 중요한 이유는?

- ① 세션 키의 길이는 공개 키의 길이와 같아야 처리 속도가 빨라지기 때문이다.
- ② 공개 키가 노출되어 있어서 세션 키의 길이도 노출되기 때문이다.
- ③ 공격자가 사용된 키 중 취약한 암호 시스템의 키를 공격할 가능성이 있기 때문이다.
- ④ 난수 생성기에 서 생성되는 세션 키의 안전성을 보장하기 때문이다.
- ⑤ 공개 키 암호에 대한 다양한 공격이 가능하기 때문이다.

5. 암호 기술을 조합하게 되면 여러 가지 장점을 갖는 하이브리드 암호 시스템을 만들 수 있다. 이런 조합의 방법에 속하지 않는 것은?

- ① 메시지 인증 코드
- ② 트리플 DES
- ③ 디지털 서명
- ④ 인증서
- ⑤ 시저 암호

6. 이 장에서 설명한 하이브리드 암호를 이용하여 암호화된 암호문을 수신한 수신자가 복호화를 하기 위해 제일 먼저 해야 하는 일은 무엇인가?

- ① 공개 키로 암호화된 세션 키와 세션 키로 암호화된 메시지를 분리한다.
- ② 의사난수 생성기를 이용하여 의사난수를 생성한다.
- ③ 수신자의 개인 키로 세션 키를 복호화 한다.
- ④ 세션 키로 암호문을 복호화 한다.
- ⑤ 따로 전송된 세션 키와 암호화된 메시지를 결합한다.

7. 하이브리드 암호 시스템에서는 세션 키를 만들어내는 데 \_\_\_\_\_을(를) 사용한다. 만약 \_\_\_\_\_의 품질이 나쁘면 만들어지는 세션 키를 공격자가 추측하게 될 위험성이 있다.

- ① 의사난수 생성기
- ② 암호 알고리즘
- ③ 초기화 벡터
- ④ 복호 알고리즘
- ⑤ 난수 생성기

**Q & A**

**Thanks!**