2021/07/13, 2021 보안 기초 세미나

Network Security Essentials

- Chapter_2 대칭 암호와 메시지 기밀성 (2) -

발표자 : 이 태 양(taeyang@pel.sejong.ac.kr)

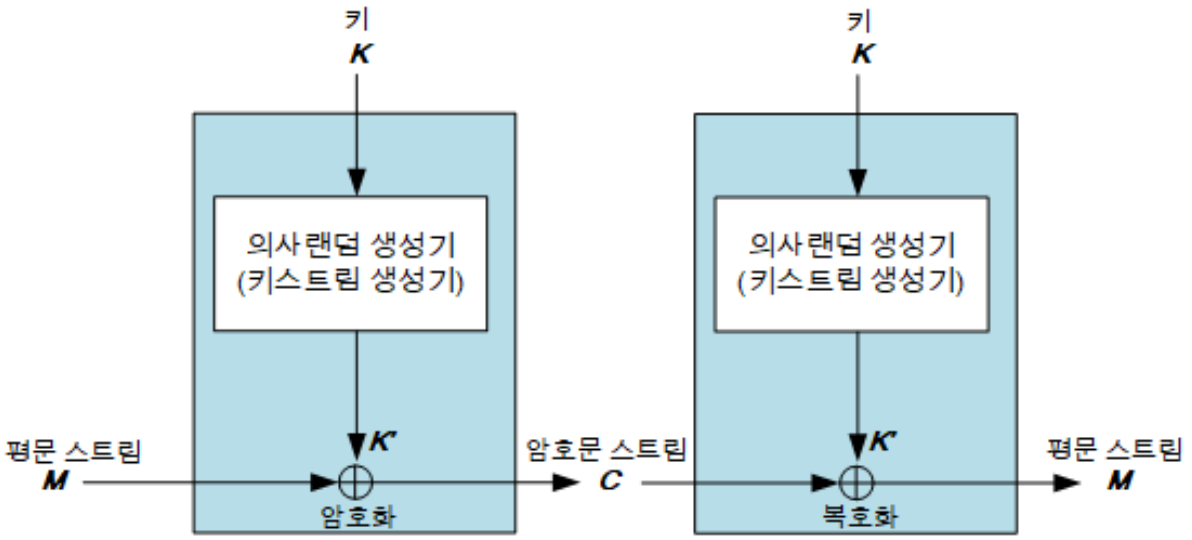
세종대학교 프로토콜공학연구실

목 차

- 스트림 암호와 RC4
- 암호 블록 운용 모드

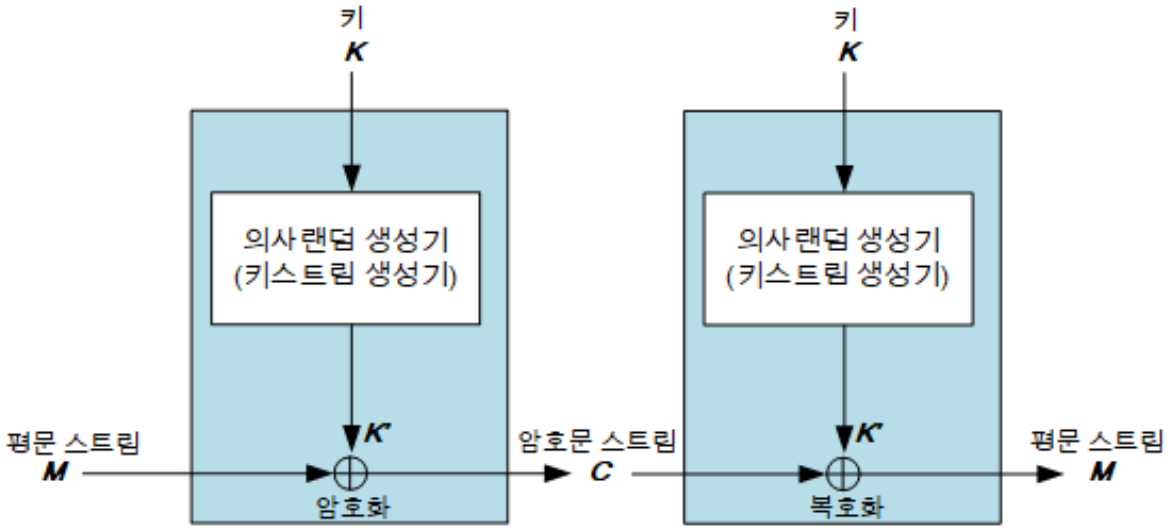
스트림 암호와 RC4

- 스트림 암호 (Stream Cipher)
  - 정의
    - 비트나 바이트 단위로 입력되는 요소를 연속적으로 처리하는 대칭키 암호 구조
  - 구성요소
    - 평문 바이트 스트림
    - 사전에 공유된 키
    - 암호화 알고리즘



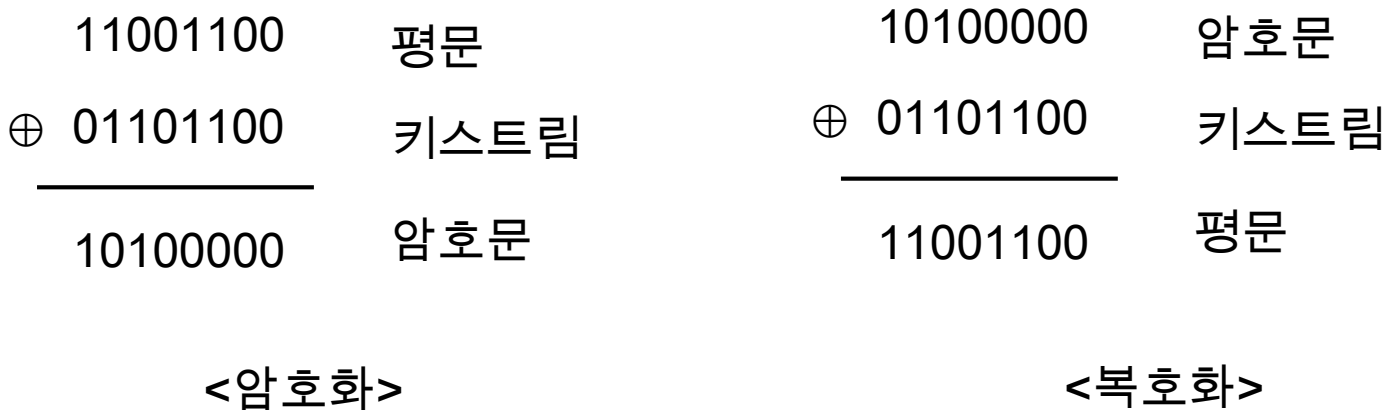
스트림 암호와 RC4

- 스트림 암호 (Stream Cipher)
  - 구조
    - 입력된 키로 PRNG(PseudoRandom Number Generator)의 출력값인 키스트림 생성
    - 이진 평문 스트림과 이진 키스트림을 XOR 연산하여 암호문 생성
    - 암호화에 사용한 키스트림과 암호문을 XOR 연산하여 복호화



스트림 암호와 RC4

- 스트림 암호 (Stream Cipher)
  - e.g, 8비트 평문 바이트 스트림과 키스트림 XOR 연산



스트림 암호와 RC4

- 스트림 암호 (Stream Cipher)
  - 스트림 암호 설계 시 고려사항
    - 암호열의 주기는 길어야 함
    - 키스트림은 진성 랜덤 스트림 특성과 근사해야 함
    - 키의 길이가 충분히 길어야 함
      - 최소 128 비트

스트림 암호와 RC4

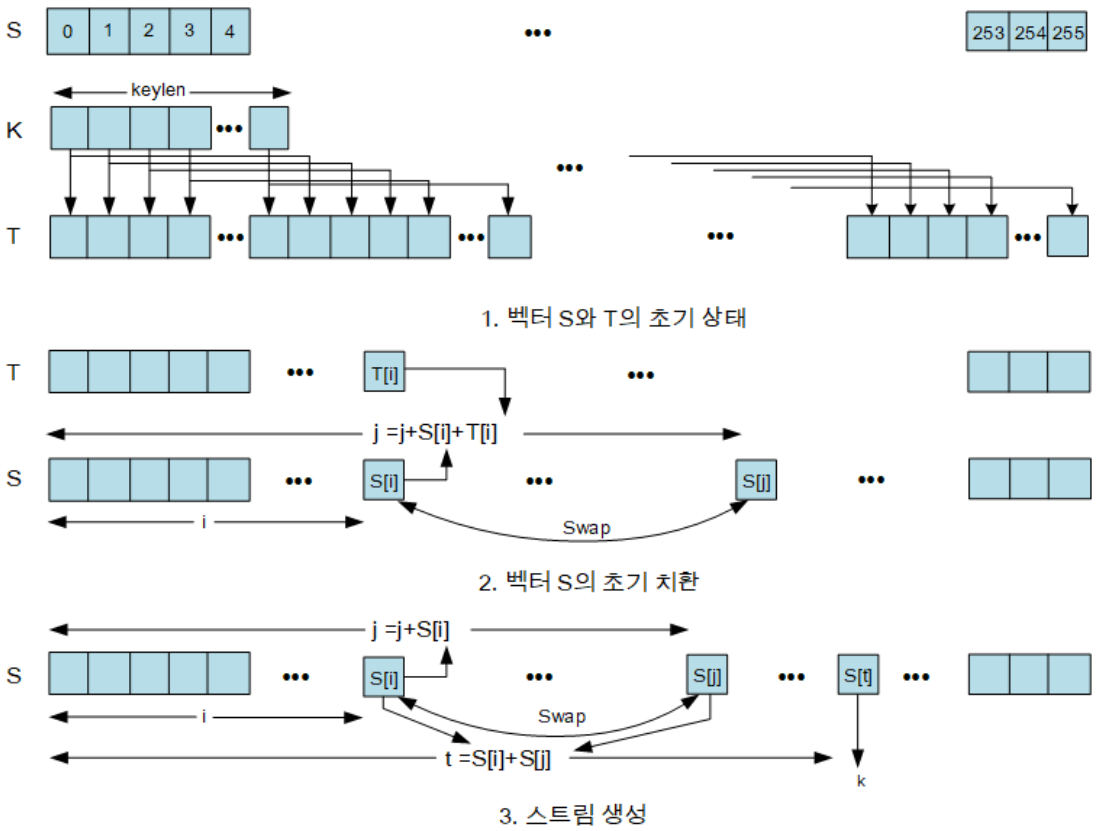
- 스트림 암호 (Stream Cipher)
  - 장점
    - 이동통신 환경에서 구현이 용이
    - 블록 암호보다 속도가 빠름
    - 블록 암호보다 오류 발생의 영향을 덜 받음
  - 단점
    - 동일한 키를 가지고 두 개 이상의 평문을 암호화할 경우 해독될 가능성이 있음
    - 키스트림 노출 시 해독될 가능성이 있음

스트림 암호와 RC4

- 스트림 암호 (Stream Cipher)
  - RC4 알고리즘
    - 정의
      - 내부 구현이 간단하고 빠르게 암호화 할 수 있는 초경량 암호화 알고리즘
    - 특징
      - 바이트 단위로 동작
      - 사용되는 알고리즘은 랜덤치환에 기반해서 만들어짐
      - 하나의 바이트를 출력하기 위해 8~16번의 연산이 필요
      - SSL/TLS 표준에 사용
      - WEP 프로토콜과 WPA 프로토콜에서 사용

스트림 암호와 RC4

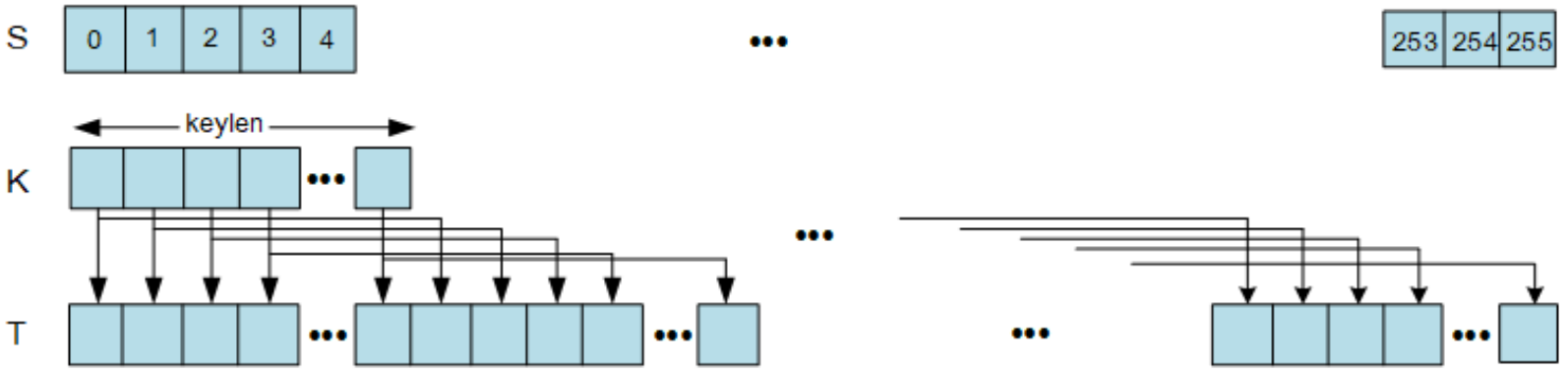
- 스트림 암호 (Stream Cipher)
  - RC4 알고리즘
    - 동작 과정
      1. 벡터 S와 T의 초기화
      2. 벡터 S의 초기 치환
      3. 스트림 생성



스트림 암호와 RC4

- 스트림 암호(Stream Cipher)
  - RC4 알고리즘
    - 동작과정
      - 벡터 S와 T의 초기화
        - 벡터 S 각 인덱스에 0~255까지 오름차순으로 정렬
        - 벡터 T가 채워질 때까지 반복하며 키 길이만큼 벡터 T에 저장

```
/* Initialization */
for i = 0 to 255 do
S[i] = i;
T[i] = K[i mod keylen];
```

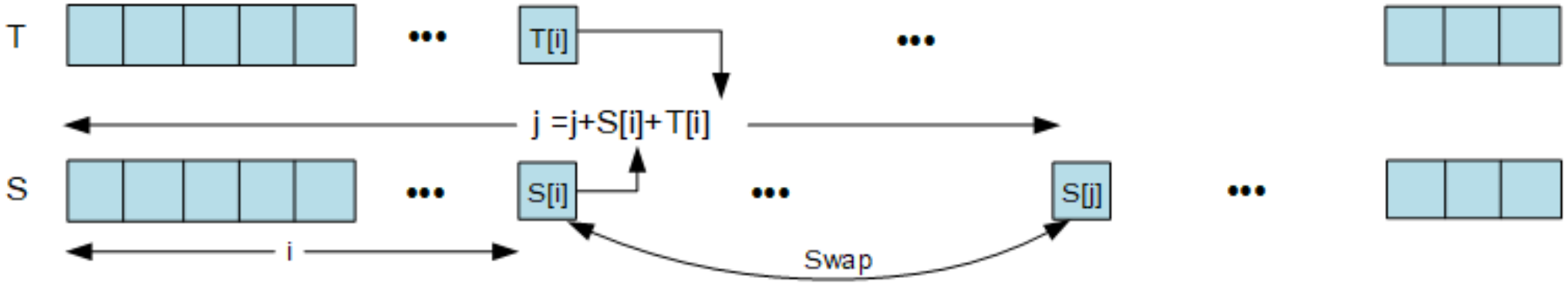


1. 벡터 S와 T의 초기 상태

스트림 암호와 RC4

- 스트림 암호(Stream Cipher)
  - RC4 알고리즘
    - 동작과정
      - 벡터 S의 초기 치환
        - S[i]와 S[j]의 위치 교환

```
/* Initial Permutation of S */
j = 0;
for i = 0 to 255 do
    j = (j + S[i] + T[i]) mod 256;
    Swap (S[i], S[j]);
```

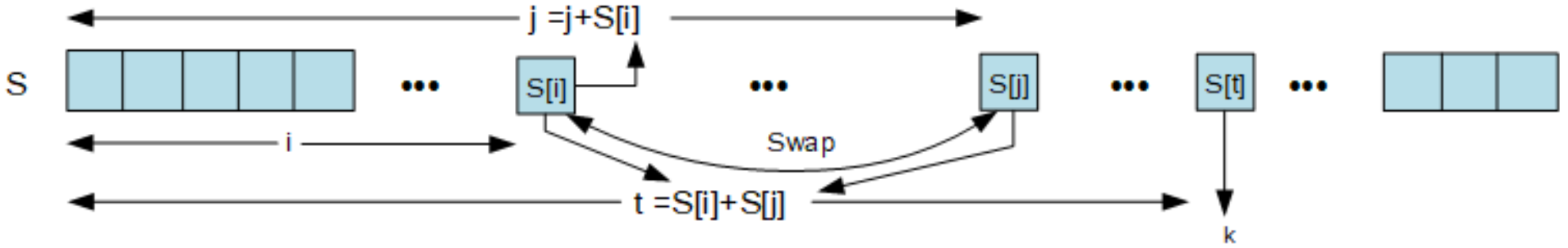


2. 벡터 S의 초기 치환

스트림 암호와 RC4

- 스트림 암호(Stream Cipher)
  - RC4 알고리즘
    - 동작과정
      - 키스트림 생성
      - i는 0~255까지 값을 증가시키며 j 값을 계산
      - S[i]와 S[j]의 위치 교환
      - t 값 계산 후 S[t] 값을 채우며 키스트림 생성

```
/* Stream Generation */
i, j = 0;
While (true)
    i = (i+1) mod 256;
    j = (j+S[i]) mod 256;
    Swap (S[i], S[j]);
    t = (S[i] + S[j]) mod 256;
K = S[t];
```



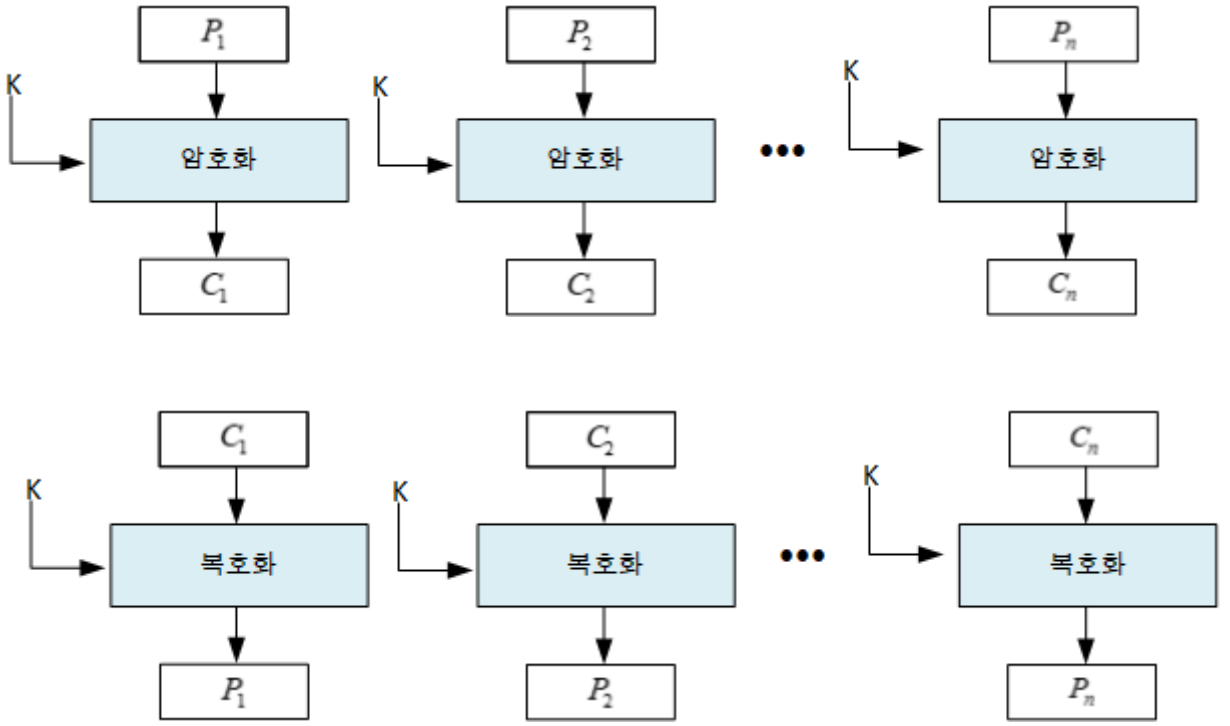
3. 스트림 생성

암호 블록 운용 모드

- 정의
  - 블록암호를 반복적으로 이용하게 하는 절차
  - 가변 길이 데이터를 블록 단위들로 나누고 암호화하는 방법을 정하는 암호화 방식
- 종류
  - 전자 코드북 (ECB, Electronic CodeBook) 모드
  - 암호 블록 체인 (CBC, Cipher Block Chaining) 모드
  - 암호 피드백 (CFB, Cipher FeedBack) 모드
  - 출력 피드백 (OFB, Output FeedBack) 모드
  - 카운터 모드 (CTR, Counter) 모드

암호 블록 운용 모드

- 종류
  - 전자 코드북 (ECB, Electronic CodeBook) 모드
    - 평문을 일정한 크기의 블록으로 나누고 각 블록을 동일한 키로 암호화하는 방식

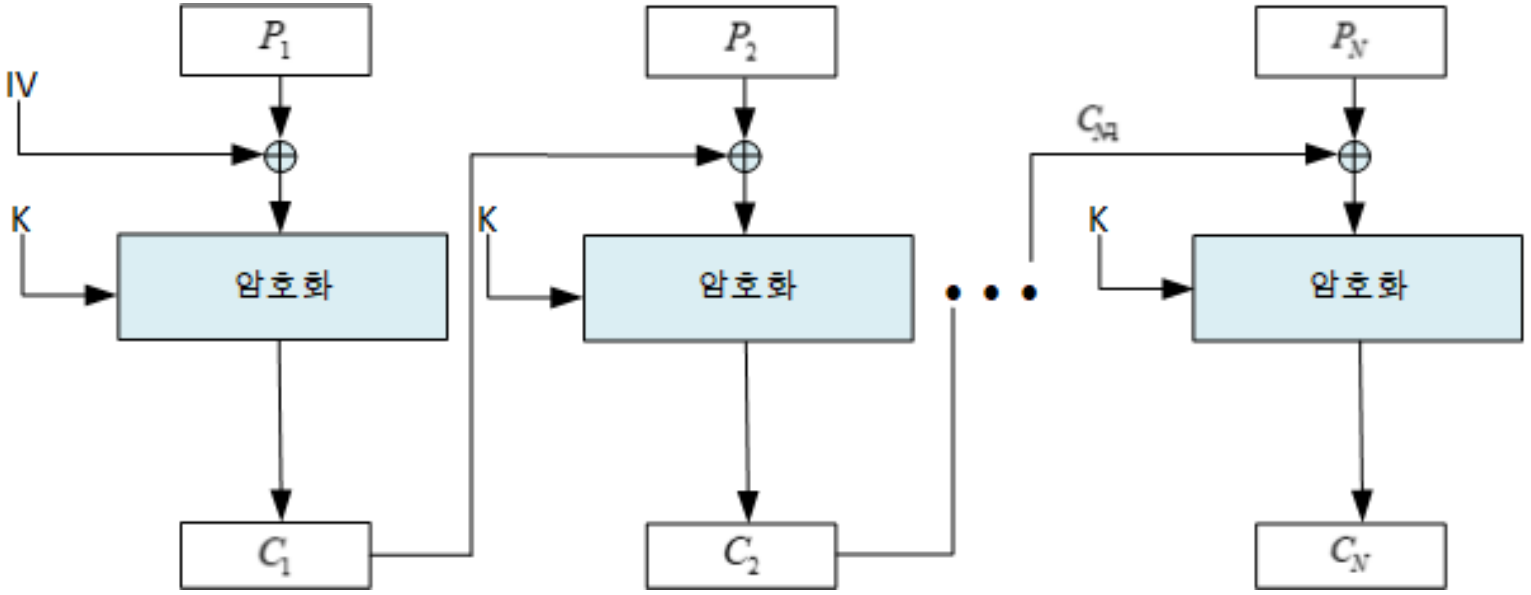


암호 블록 운용 모드

- 종류
  - 전자 코드북 (ECB, Electronic CodeBook) 모드
    - 장점
      - 병렬 처리가 가능
      - 오류 확산이 없음
    - 단점
      - 패딩이 필요함
      - 블록 단위의 패턴이 드러남
        - e.g., 같은 색상의 픽셀 패턴이 드러남

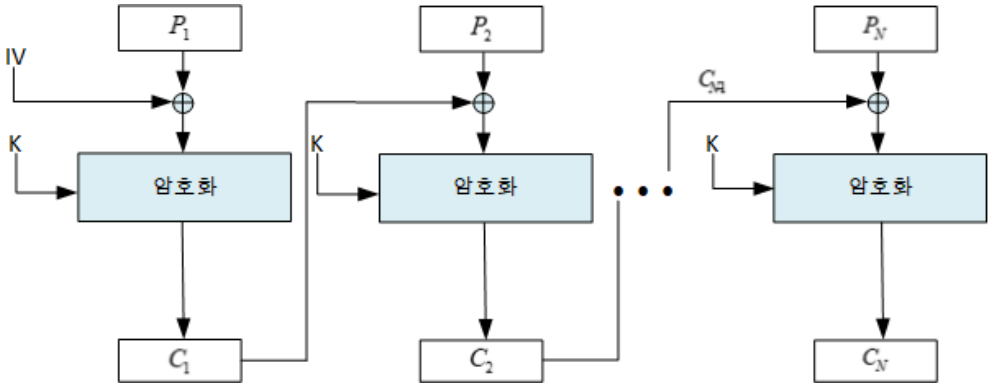
암호 블록 운용 모드

- 종류
  - 암호 블록 체인 (CBC, Cipher Block Chaining) 모드
    - 각 블록이 이전 블록 암호화 결과의 영향을 받으며 체인 구조를 이루는 방식
    - 첫 번째 블록 암호화는 IV(Initial Vector) 사용
      - e.g., Aes.GenerateIV();

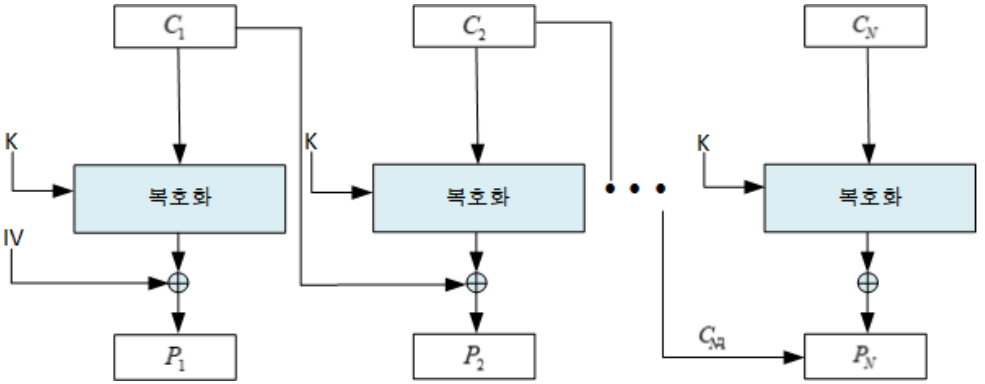


암호 블록 운용 모드

- 종류
  - 암호 블록 체인 (CBC, Cipher Block Chaining) 모드
    - 암호화

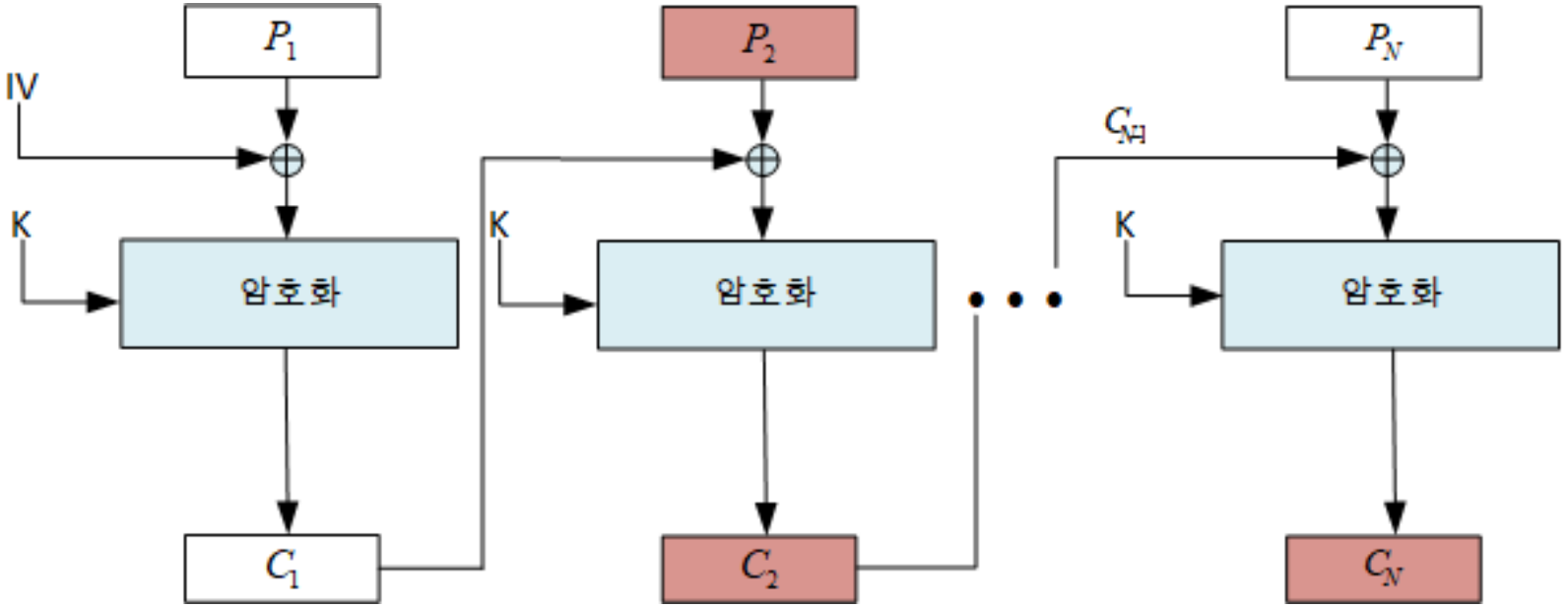


    - 복호화



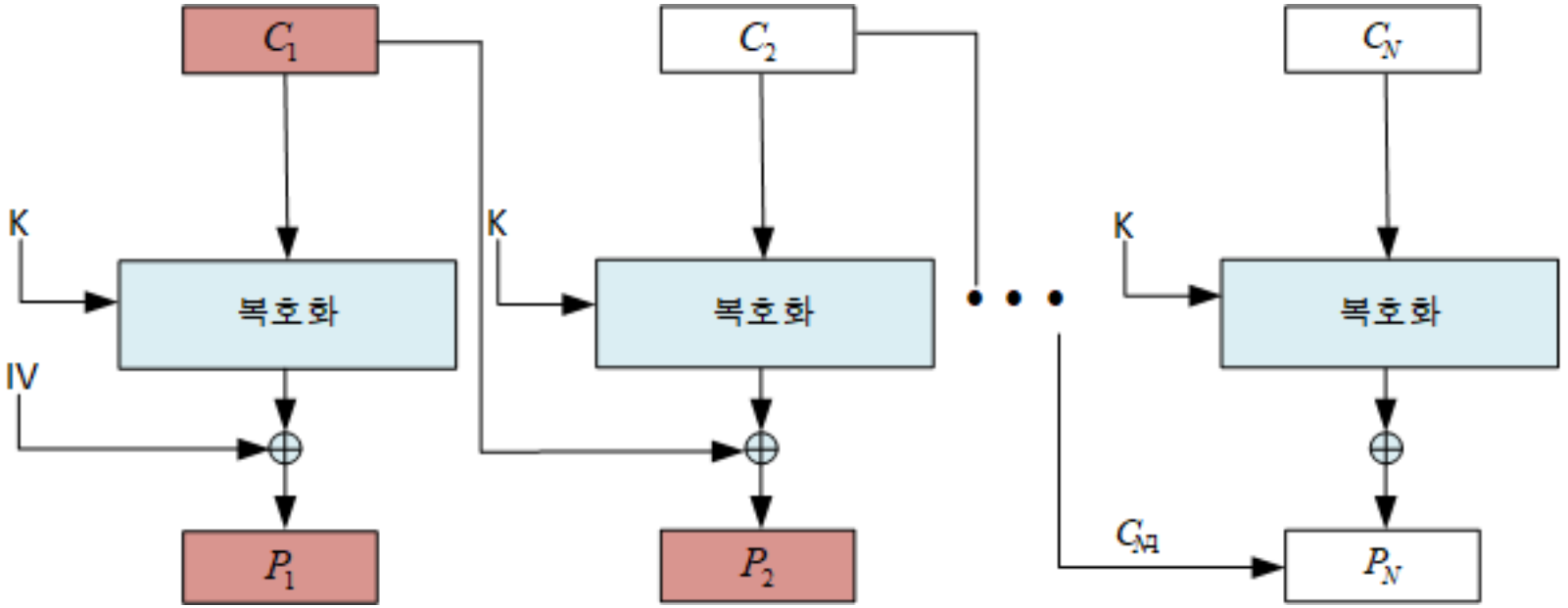
암호 블록 운용 모드

- 종류
  - 암호 블록 체인 (CBC, Cipher Block Chaining) 모드
    - 오류 확산
      - 암호화 과정
        - 평문 블록 하나에 오류가 있을 때, 현재 암호문 블록 이후 전체 암호문 블록에 영향



암호 블록 운용 모드

- 종류
  - 암호 블록 체인 (CBC, Cipher Block Chaining) 모드
    - 오류 확산
      - 복호화 과정
        - 암호문 블록 하나에 오류가 있을 때, 현재 평문 블록과 다음 평문 블록에만 영향

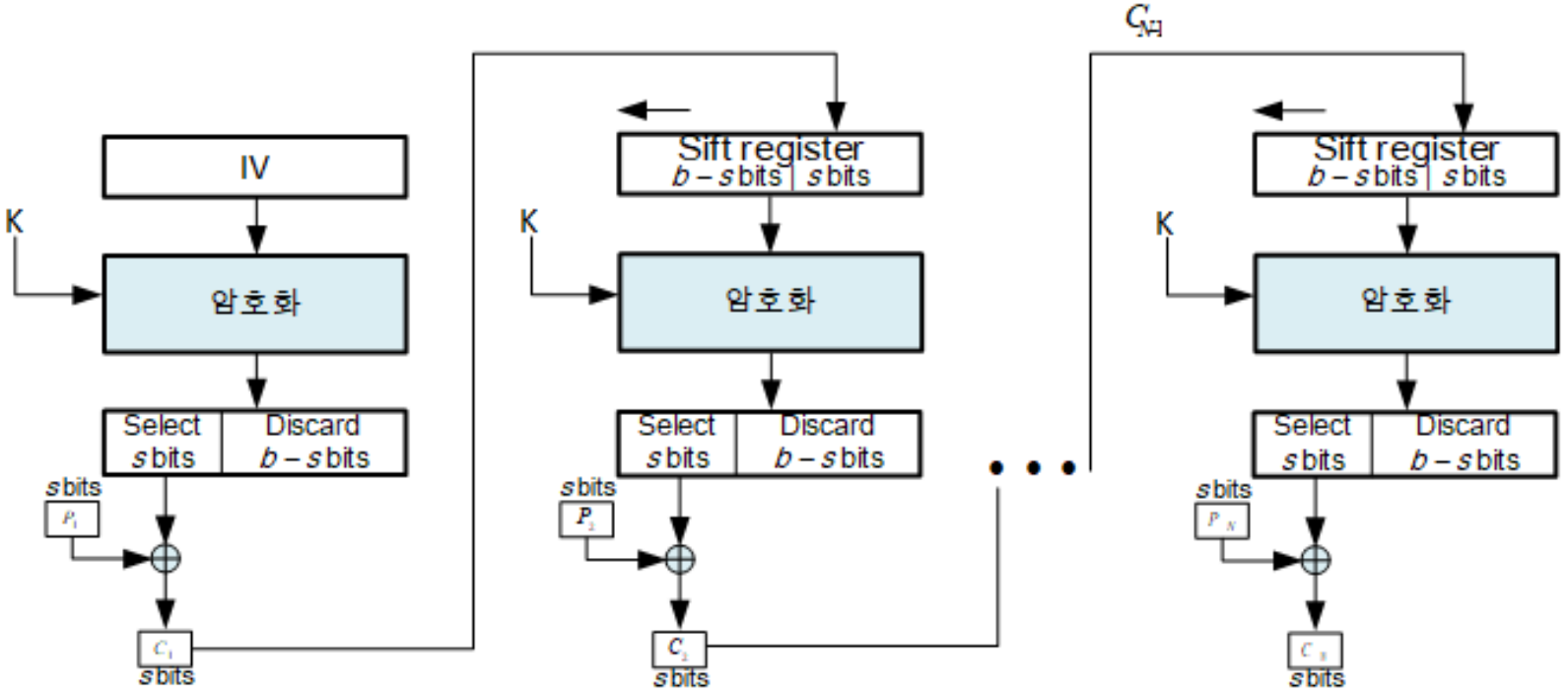


암호 블록 운용 모드

- 종류
  - 암호 블록 체인 모드 (CBC, Cipher Block Chaining) 모드
    - 장점
      - 평문의 반복 패턴이 드러나지 않음
    - 단점
      - 속도가 느림
      - 암호화 과정에서 병렬처리 불가능
      - 오류가 확산됨

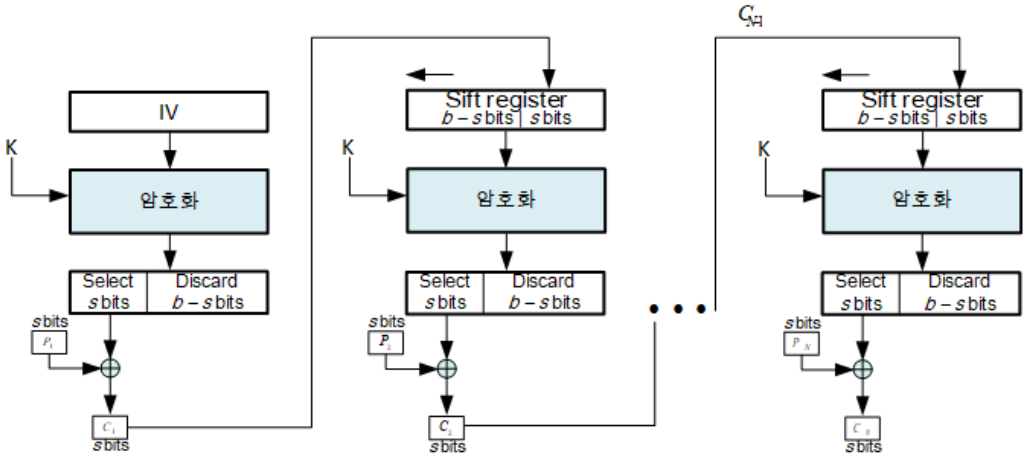
암호 블록 운용 모드

- 종류
  - 암호 피드백 (CFB, Cipher FeedBack) 모드
    - 평문을 직접 암호화하지 않고 이전 암호문을 피드백하여 평문과 XOR하는 방식
    - CBC 모드와 동작 방식이 비슷함

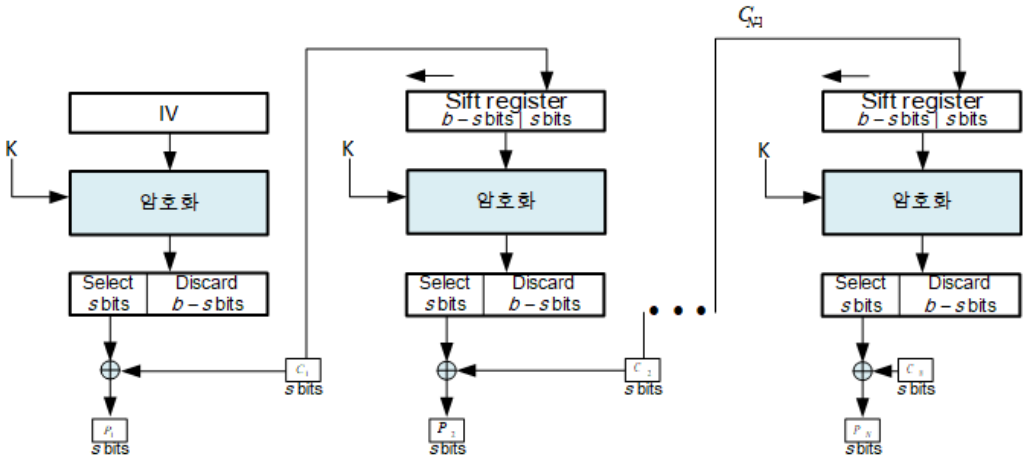


암호 블록 운용 모드

- 종류
  - 암호 피드백 (CFB, Cipher FeedBack) 모드
    - 암호화

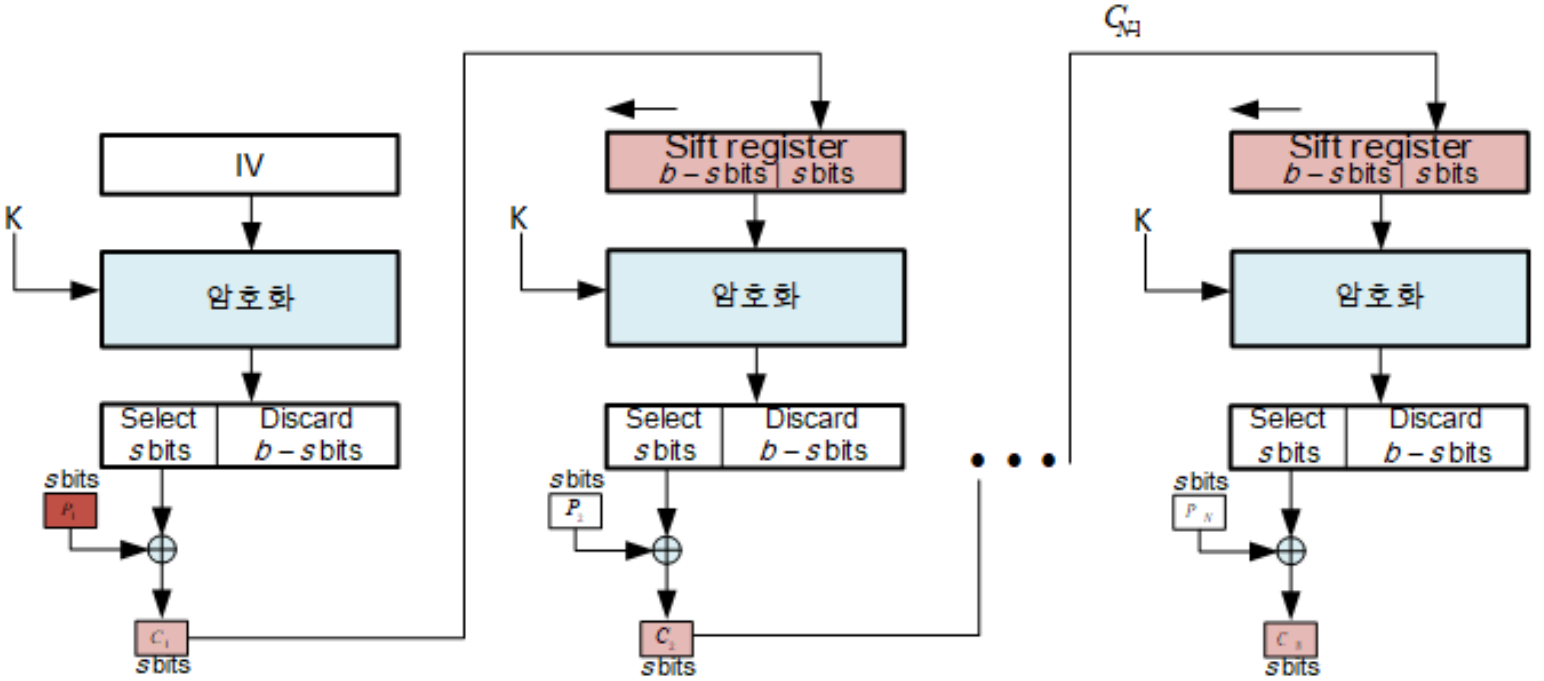


    - 복호화



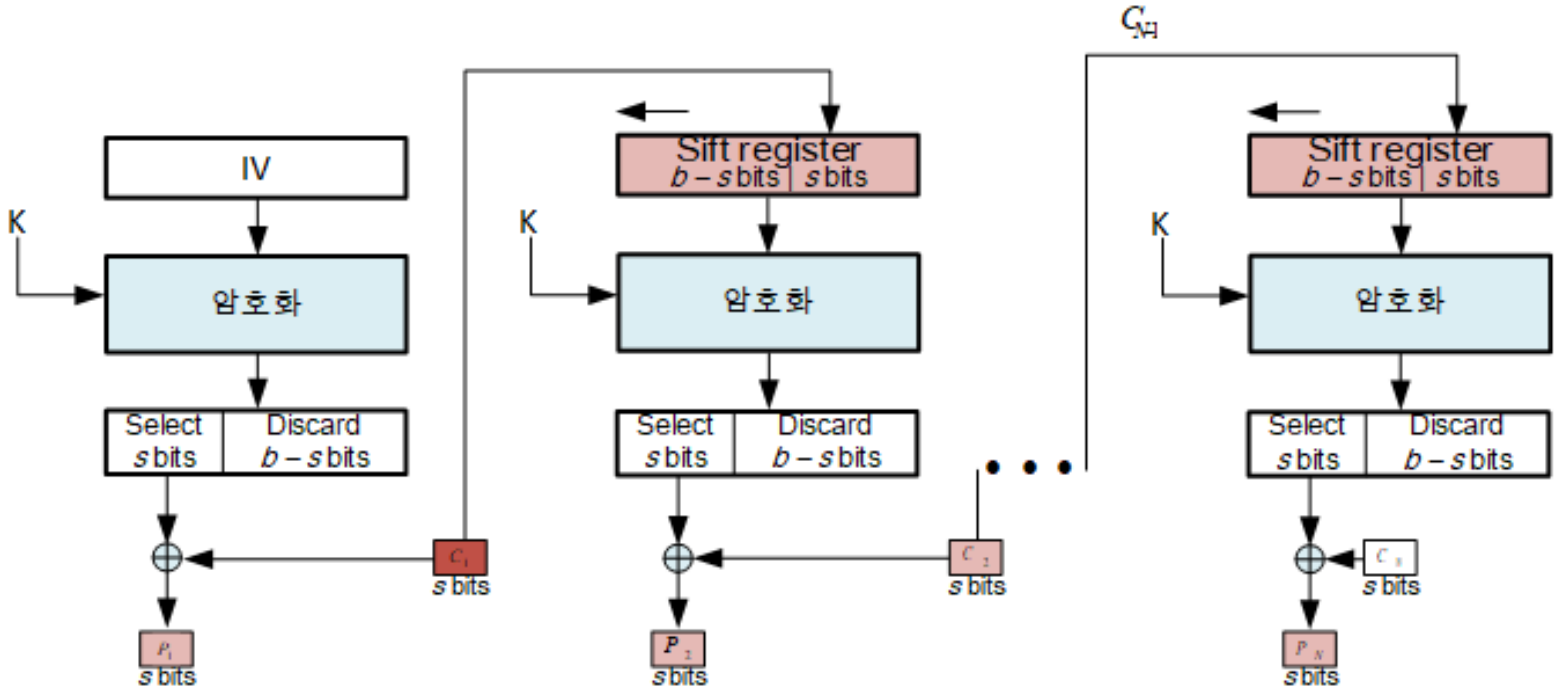
암호 블록 운용 모드

- 종류
  - 암호 피드백 (CFB, Cipher FeedBack) 모드
    - 오류 확산
      - 암호화 과정
        - 평문 블록 하나에 오류가 있다면, 현재 암호문 블록 이후 Shift register에서 오류가 소멸될 때까지 암호문에 영향



암호 블록 운용 모드

- 종류
  - 암호 피드백 (CFB, Cipher FeedBack) 모드
    - 오류 확산
      - 복호화 과정
        - 암호문 블록 하나에 오류가 있을 때, 현재 평문 블록 이후 Shift register에서 오류가 소멸 될 때까지 평문 블록에 영향

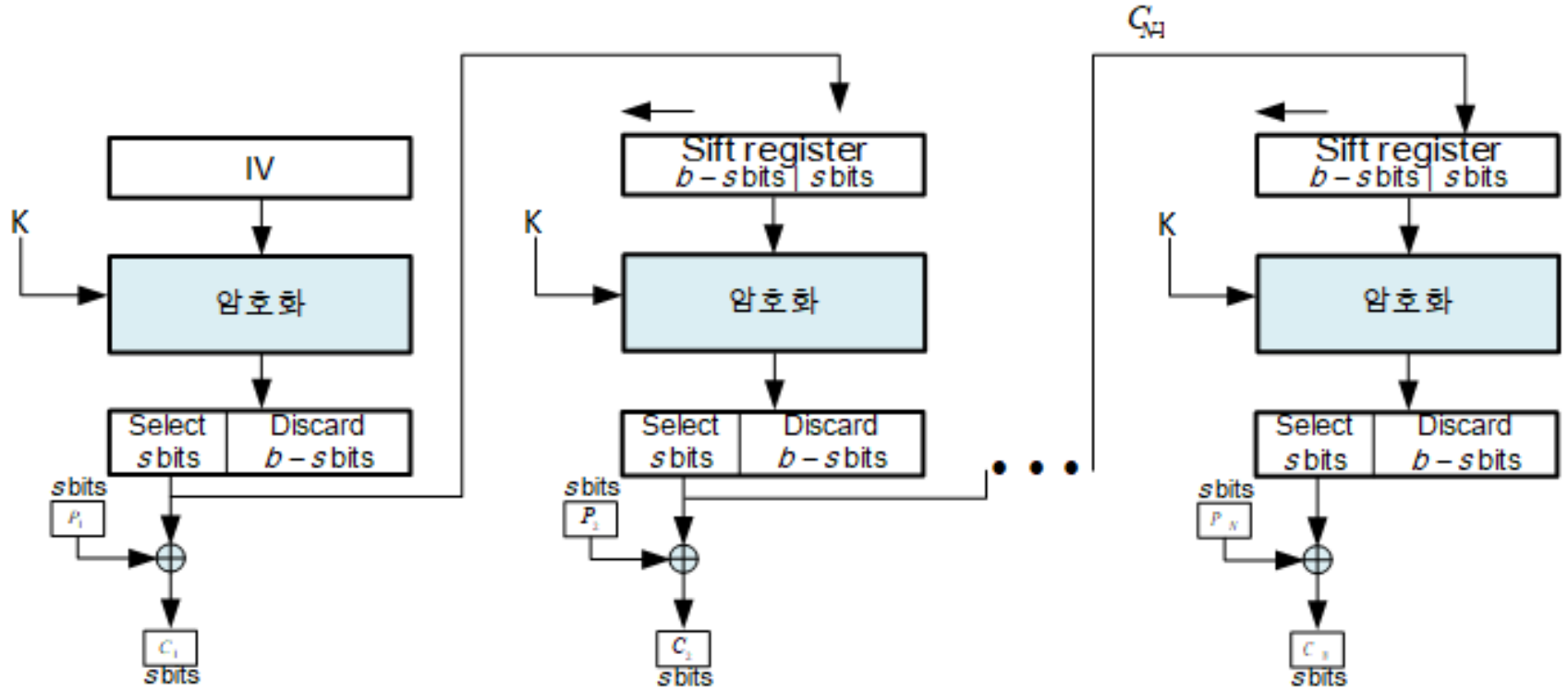


암호 블록 운용 모드

- 종류
  - 암호 피드백 (CFB, Cipher FeedBack) 모드
    - 장점
      - 패딩이 불필요
      - 실시간 사용 가능
    - 단점
      - 속도가 느림
      - 암호화 과정에서 병렬처리 불가능
      - 오류가 확산됨

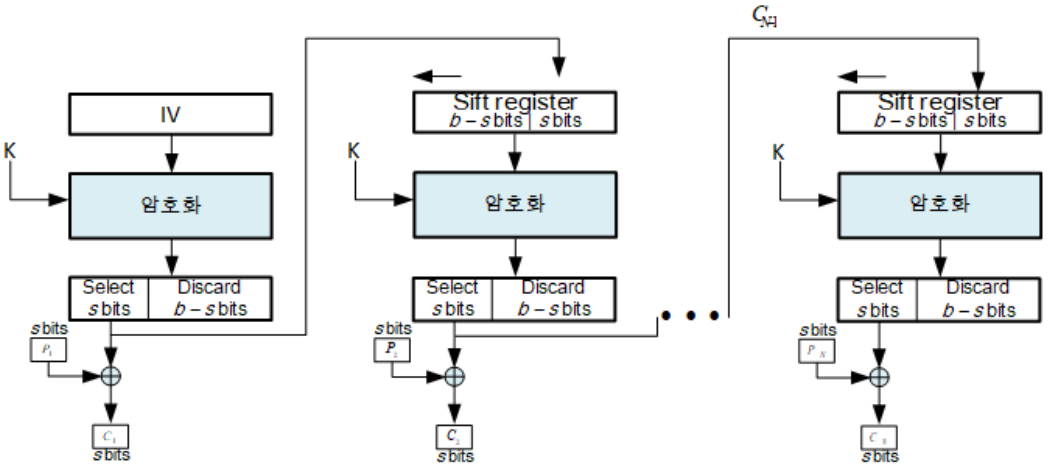
암호 블록 운용 모드

- 종류
  - 출력 피드백 (OFB, Output FeedBack) 모드
    - 평문 블록에 직접 암호화하지 않고 이전 암호 알고리즘의 출력을 입력으로 피드백하여 평문과 XOR하는 방식

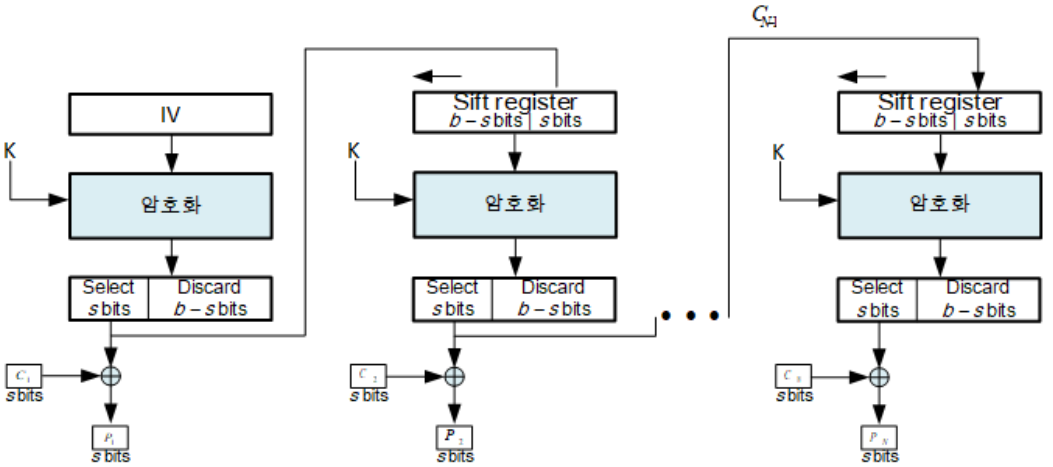


암호 블록 운용 모드

- 종류
  - 출력 피드백 (OFB, Output FeedBack) 모드
    - 암호화



    - 복호화

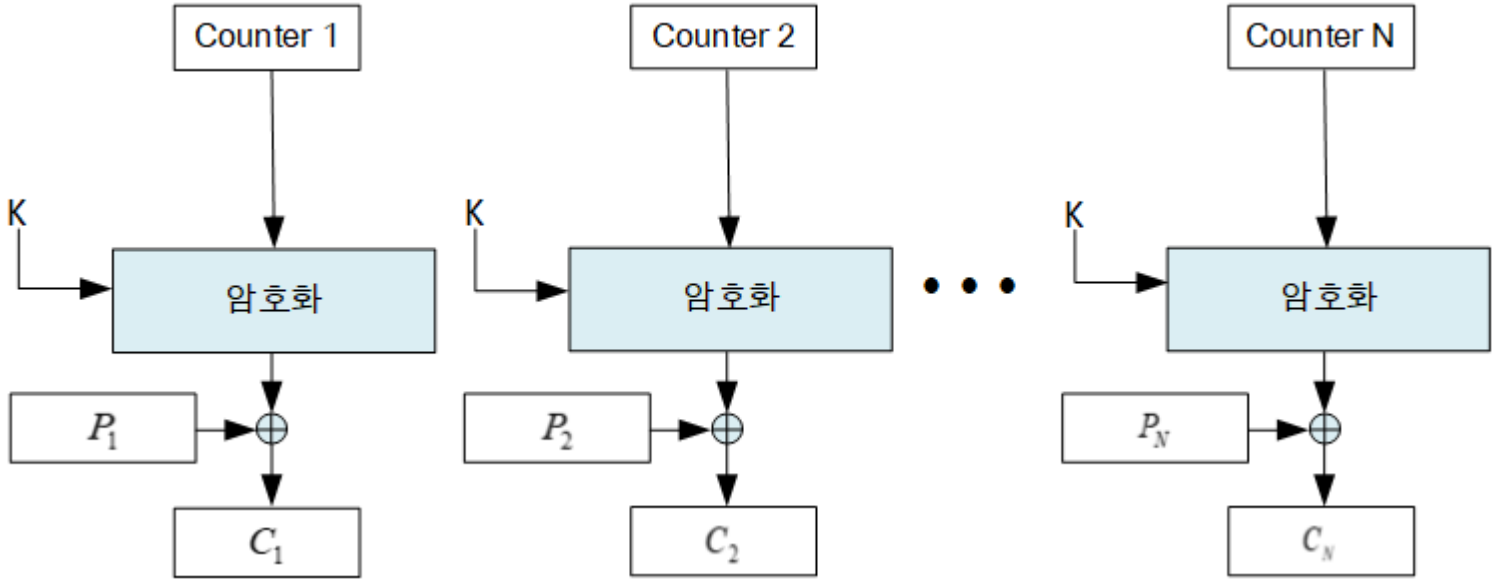


암호 블록 운용 모드

- 종류
  - 출력 피드백 (OFB, Output FeedBack) 모드
    - 장점
      - 패딩이 불필요
      - 오류가 확산되지 않음
        - 암호알고리즘의 출력과 평문을 XOR하여 암호문 생성
    - 단점
      - 병렬처리 불가능

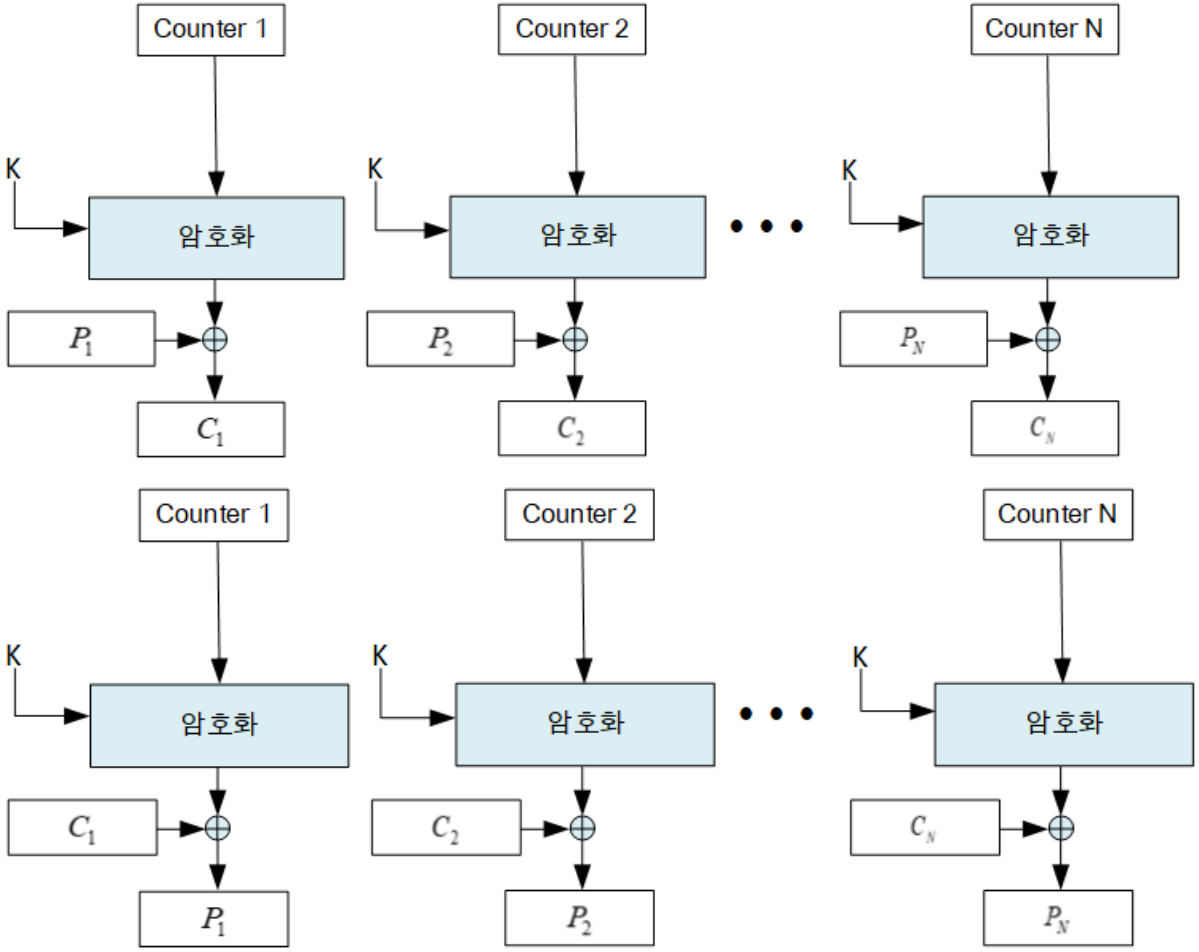
암호 블록 운용 모드

- 종류
  - 카운터 (CTR, Counter) 모드
    - 1씩 증가하는 카운터를 암호화해서 키스트림을 만들어내는 방식



암호 블록 운용 모드

- 종류
  - 카운터 (CTR, Counter) 모드
    - 암호화
    - 복호화



암호 블록 운용 모드

- 종류
  - 카운터 (CTR, Counter) 모드
    - 카운터 구조

암호 블록 운용 모드

- 종류
  - 카운터 (CTR, Counter) 모드
    - 장점
      - 병렬처리 가능
      - 오류가 확산되지 않음
      - 사전에 카운터를 미리 암호화할 수 있음
      - 원하는 부분만 복호화할 수 있음
      - 처리속도가 빠름
    - 단점
      - 공격자가 암호문 블록의 비트를 반전시키면 대응하는 평문 블록 비트가 반전됨

암호 블록 운용 모드

- 암호 블록 운용 모드 비교

운용 모드	병렬처리	패딩	초기화 벡터	오류확산
ECB	○	○	X	X
CBC	복호화만	○	○	E : 해당 블록 이후 모든 블록 D : 해당 블록 다음 블록
CFB	복호화만	X	○	Shift register에서 오류가 완전히 소멸될 때까지
OFB	X	X	○	X
CTR	○	X	X	X

Thanks!

이 태 양 (taeyang@pel.sejong.ac.kr)