2023/01/30, 2023 겨울방학 보안기초 세미나

Network Security Essentials

- Chapter_2 대칭 암호와 메시지 기밀성(1) -

김 지 혜(jihye@pel.sejong.ac.kr)

세종대학교 프로토콜공학연구실

목 차

- 보충
  - 컴퓨터 보안 개념
  - OSI 보안 구조
- 암호 개념
- 대칭 암호 원리
- 대칭 암호 알고리즘
- 랜덤 넘버와 의사 랜덤 넘버

목 차

- 보충
  - 컴퓨터 보안 개념
  - OSI 보안 구조
- 암호 개념
- 대칭 암호 원리
- 대칭 암호 알고리즘
- 랜덤 넘버와 의사 랜덤 넘버

보충

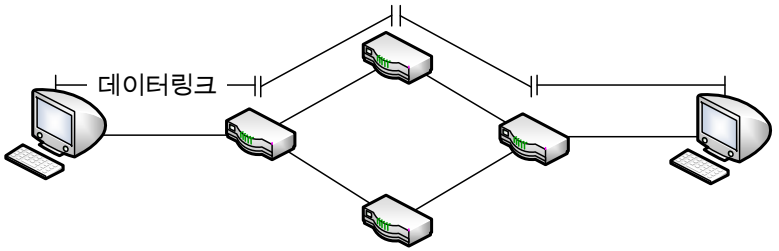
- 컴퓨터 보안 개념
  - 핵심 보안 요소

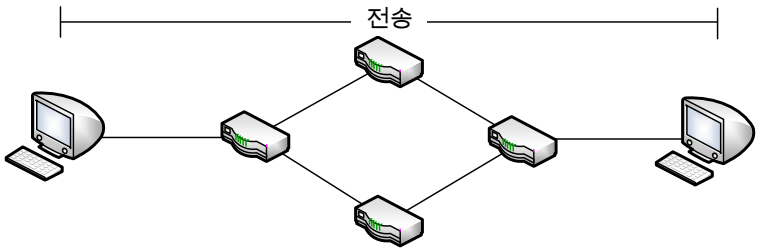
보안 요소		정의	설명
CIA Triad	기밀성 (Confidentiality)	• 인가된 사용자만 정보 접근이 가능해야 하는 것을 의미	• 개인 및 기밀 정보가 유출되는 경우, 기밀성 침해
	무결성 (Integrity)	• 정보가 원본을 유지해야 하는 것을 의미	• 정보가 위조/변조되거나 삭제되는 경우, 무결성 침해
	가용성 (Availability)	• 필요 시, 인가된 사용자의 접근을 가능하게 하는 것을 의미	• 강력한 보안 혹은 공격으로 인해 권한이 부여된 사용자가 시스템을 사용하지 못하는 경우, 가용성 침해
Triple -A	인증 (Authentication)	• 접근을 위해 사용자의 신원을 검증하는 것을 의미	• 자신의 신원을 시스템에 증명하는 것으로, ID/PW를 입력하는 과정
	권한부여 (Authorization)	• 인증된 사용자의 서비스 허용 정도를 결정하는 것을 의미	• 지문이나 PW 등을 통해 로그인이 허락된 사용자로 판명되어 로그인하는 과정
	계정관리 (Accounting)	• 사용자 자원 정보를 측정하는 것을 의미	• 로그인 시, 시스템에 이에 대한 기록을 남기는 과정

보충

- OSI 보안 구조
  - OSI(Open Systems Interconnection)
    - 정의
      - 시스템 간 원활한 통신을 위해 국제 표준화 기구에서 개발한 모델
    - 계층 구조

계층		역할
1	물리(Physical)	• 장비에 직접 연결되어 데이터 전송
2	데이터 링크(Data Link)	• 데이터의 안전한 전달을 위한 오류 탐지 및 흐름 제어(단일 링크 수행, 송수신 장비의 속도 고려)
3	네트워크(Network)	• IP 주소 부여 및 라우팅 경로 지정
4	전송(Transport)	• 패킷 처리 및 전송, 혼잡 및 흐름 제어(종단-대-종단 수행, 경로에 따른 전 장비의 속도 고려)
5	세션(Session)	• 장비 간 통신을 위한 세션 설정
6	표현(Presentation)	• 응용 프로그램을 위한 데이터 표현
7	응용(Application)	• 사용자와 직접 상호작용





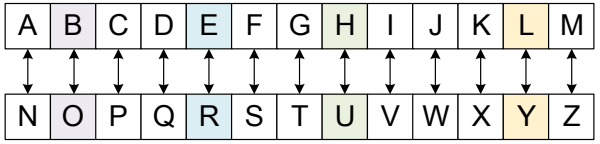
목 차

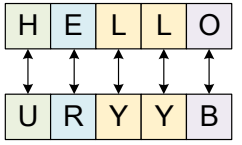
- 보충
  - 컴퓨터 보안 개념
  - OSI 보안 구조
- 암호 개념
- 대칭 암호 원리
- 대칭 암호 알고리즘
- 랜덤 넘버와 의사 랜덤 넘버

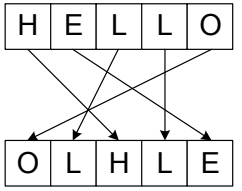
암호 개념

- 암호
  - 송수신자가 안전하지 않은 채널을 통해 정보를 주고받더라도 제3자는 이 정보의 내용을 알 수 없도록 하는 것

- 암호화 유형(1/3)
  - 연산 유형에 따른 암호 방식
    - 치환 암호(Substitution Cipher)
      - 문자를 다른 문자로 대체하는 암호 방식
    - 전치 암호(Transposition Cipher)
      - 문자들의 순서를 일대일로 재조정하는 암호 방식







암호 개념

- 암호화 유형(2/3)
  - 사용되는 키의 수에 따른 암호 방식
    - 대칭 암호(Symmetric Encryption)
      - 송수신자가 동일한 키를 가지고 암호화/복호화하는 방식
    - 비대칭 암호(Asymmetric Encryption)
      - 송수신자가 서로 다른 키를 가지고 암호화/복호화하는 방식

특징	대칭 암호	비대칭 암호
속도	상대적으로 빠름	상대적으로 느림
키 관계	암호 키 = 복호 키	암호 키 != 복호 키
키 전송	필요	불필요
키 길이	키 길이가 짧음	키 길이가 김
대표 알고리즘	e.g., DES, AES	e.g., Diffie-Hellman, RSA

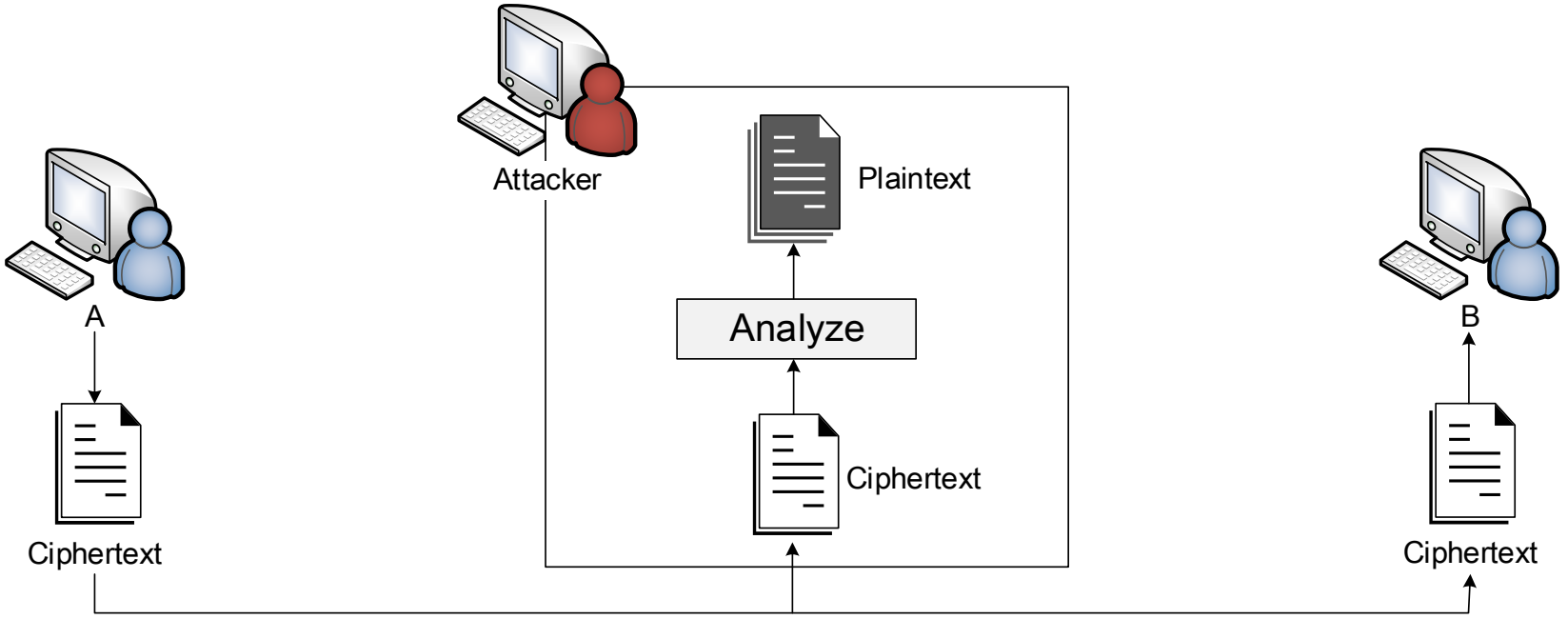
암호 개념

- 암호화 유형(3/3)
  - 평문 처리 방법에 따른 암호 방식
    - 블록 암호(Block Cipher)
      - 평문을 블록 단위로 나누어서 암호화/복호화하는 방식
    - 스트림 암호(Stream Cipher)
      - 연속적인 비트 혹은 바이트를 순차적으로 암호화/복호화하는 방식

특징	블록 암호	스트림 암호
단위	블록	비트/바이트/워드
속도	상대적으로 느림	상대적으로 빠름
패딩 처리	O	X
주요 대상	일반 데이터 전송	오디오 및 비디오 스트리밍
대표 알고리즘	e.g., DES, AES	e.g., RC4

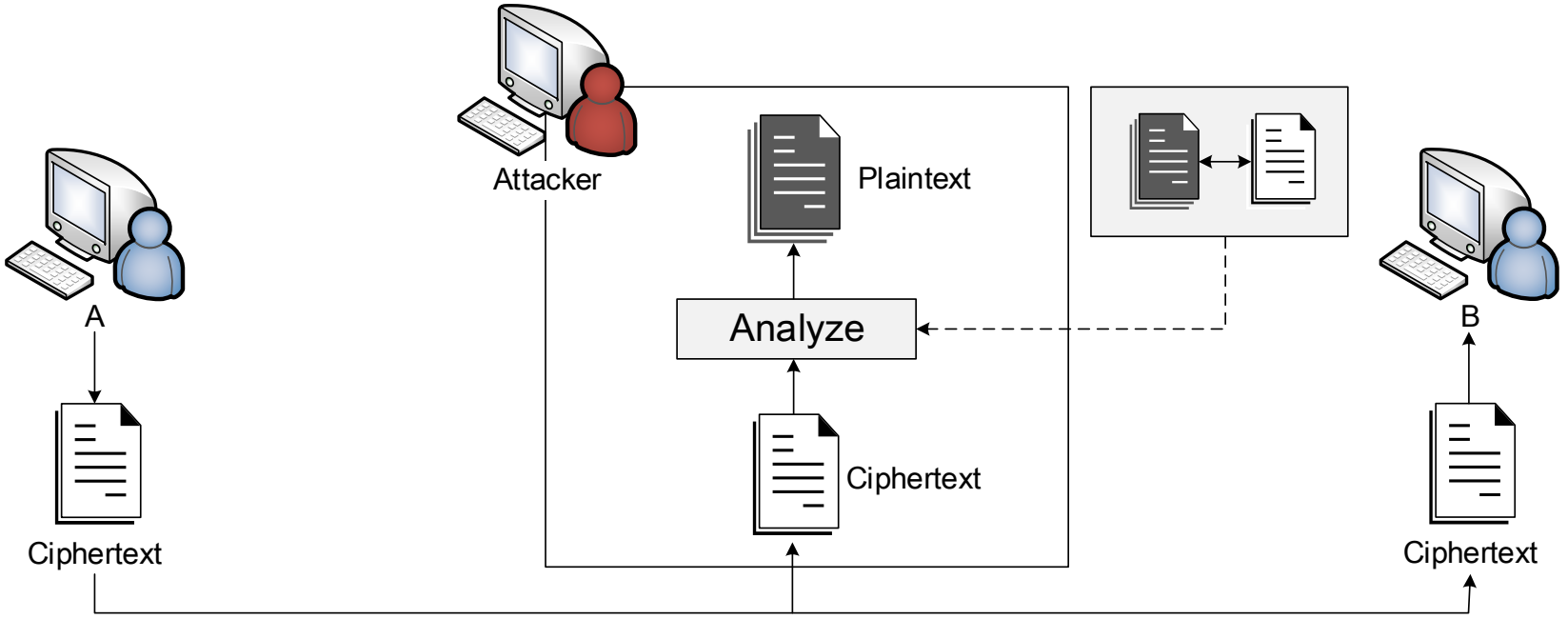
암호 개념

- 암호 분석 유형(1/4)
  - 암호문 단독 공격(Ciphertext-Only Attack)
    - 공격자가 암호문만으로 키 혹은 평문을 찾는 공격
      - 암호 알고리즘, 해독할 암호문을 알고 있음
      - 전수 공격(Brute-Force Attack)으로 암호문 해독



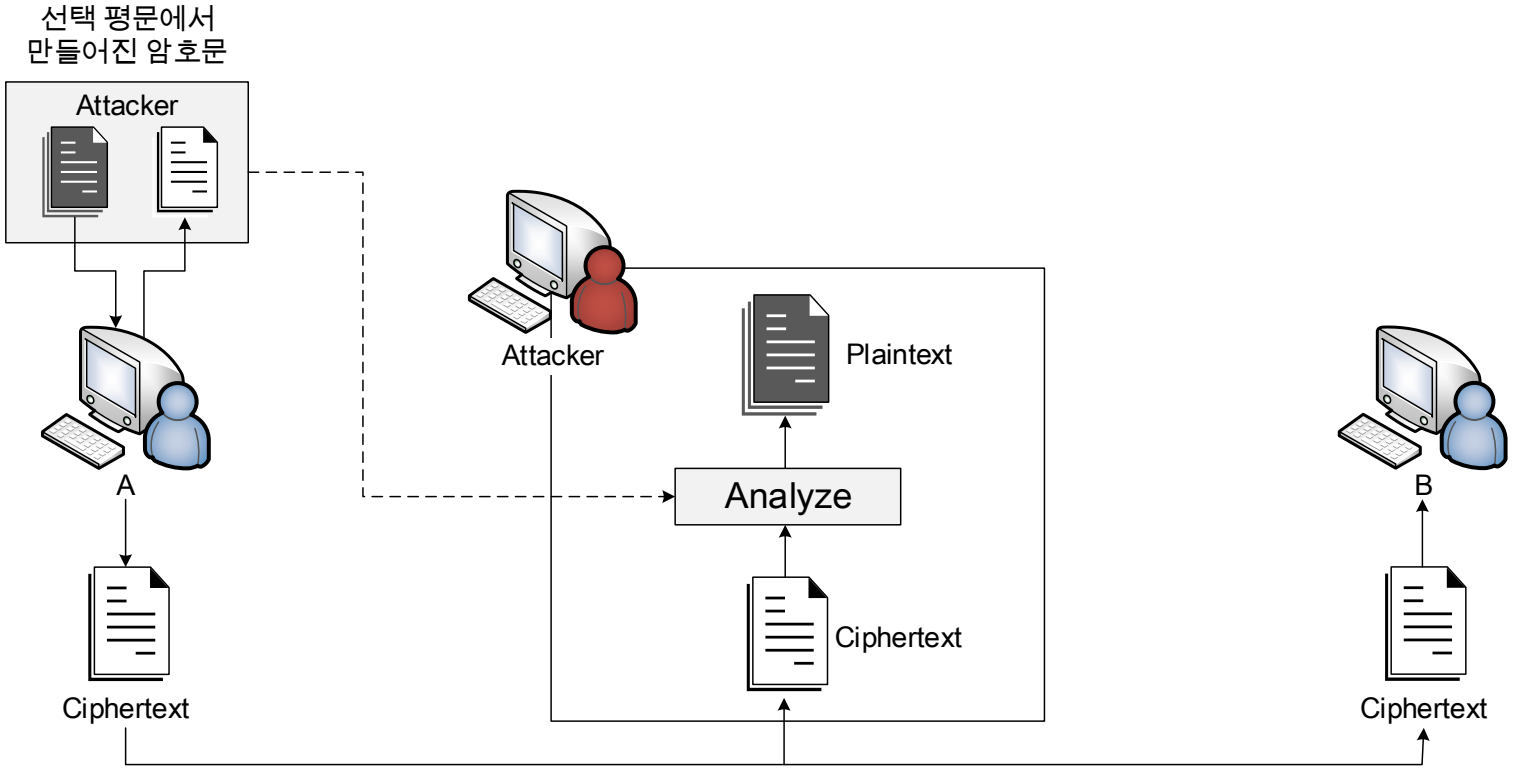
암호 개념

- 암호 분석 유형(2/4)
  - 알려진 평문 공격(Known-Plaintext Attack)
    - 공격자가 평문 일부와 대응되는 암호문 일부를 이용하여 키 혹은 전체 평문을 찾는 공격
      - 암호 알고리즘, 일부의 평문-암호문 쌍을 알고 있음



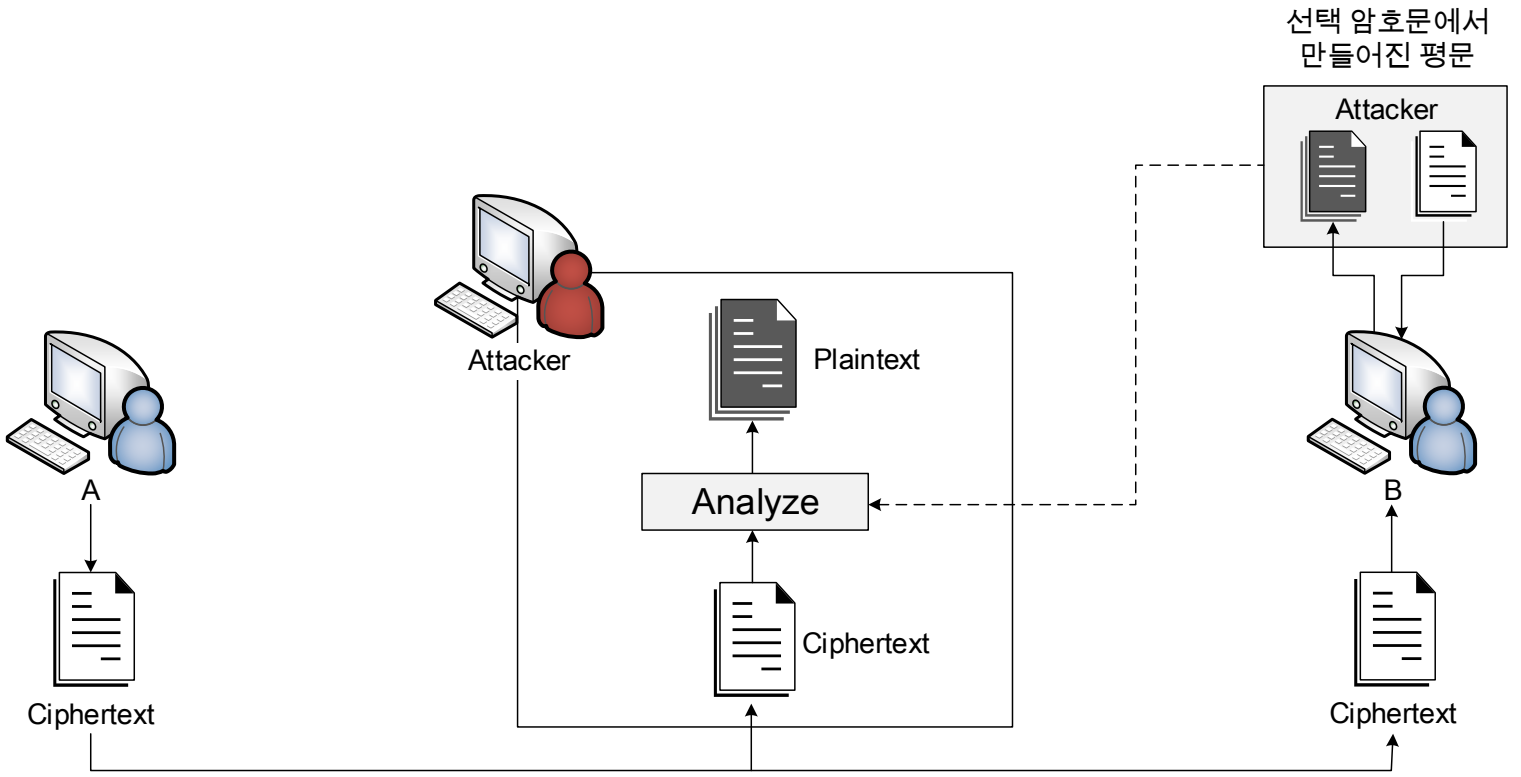
암호 개념

- 암호 분석 유형(3/4)
  - 선택 평문 공격(Chosen-Plaintext Attack)
    - 공격자가 암호기에 접근하여 평문을 선택하고, 그에 대응하는 암호문을 수집함으로써 키 혹은 평문을 찾는 공격
      - 암호 알고리즘, 해독할 암호문, 암호화 해본 암호문을 알고 있음



암호 개념

- 암호 분석 유형(4/4)
  - 선택 암호문 공격(Chosen-Ciphertext Attack)
    - 공격자가 복호기에 접근하여 암호문을 선택하고, 그에 대응하는 평문을 수집함으로써 키를 찾는 공격
      - 암호 알고리즘, 평문을 알고 있음



목 차

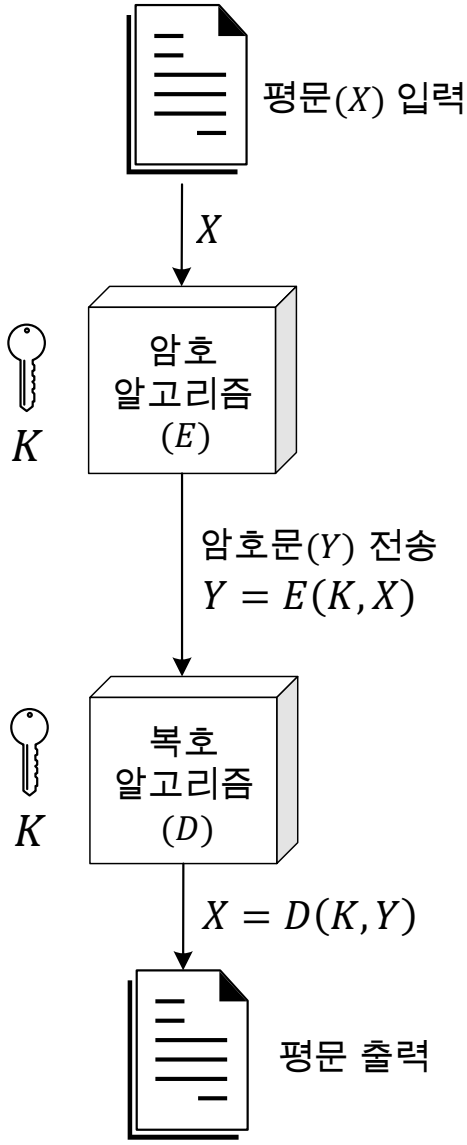
- 보충
  - 컴퓨터 보안 개념
  - OSI 보안 구조
- 대칭 암호 원리
- 대칭 암호 알고리즘
- 랜덤 넘버와 의사 랜덤 넘버

대칭 암호 원리

- 대칭 암호(Symmetric Encryption)
  - 정의
    - 송수신자가 동일한 키를 사용하여 데이터를 암호화/복호화 하는 암호 방식
  - 특징
    - 암호화 키와 복호화 키가 동일함
    - 키를 교환해야 하므로 보안에 취약함
    - 키 크기가 작고, 암호 알고리즘 구조가 간단함
    - 연산 속도가 빨라 효율적임

대칭 암호 원리

- 대칭 암호(Symmetric Encryption)
  - 용어
    - 평문(Plaintext)
      - 전달할 내용을 담은 일반적인 데이터
    - 비밀키(Secret Key)
      - 암호화/복호화를 위해 사용되는 키
    - 암호 알고리즘(Encryption Algorithm)
      - 비밀키를 이용하여 평문을 암호화하는 방법
    - 암호문(Ciphertext)
      - 암호 알고리즘을 통해 암호화된 평문
    - 복호 알고리즘(Decryption Algorithm)
      - 비밀키를 이용하여 암호문을 복호화하는 방법

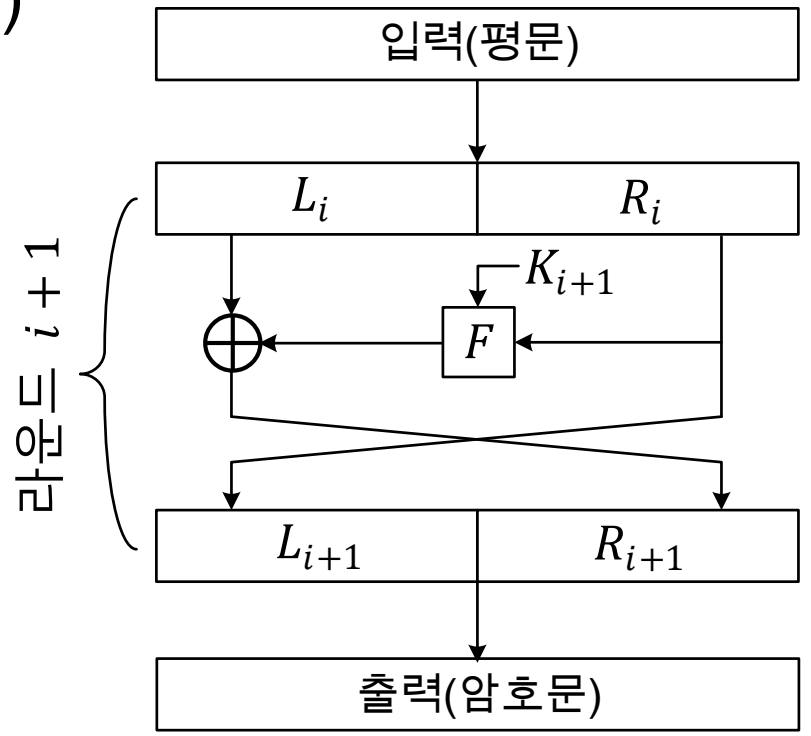


대칭 암호 원리

- Feistel 암호
  - 정의
    - 1973년에 IBM Horst Feistel이 최초로 소개한 대칭 블록 암호 알고리즘
  - 특징
    - 블록 암호의 대표적인 구조임
    - XOR 연산을 기본 원리로 이용함
    - 암호화/복호화 과정이 동일함
    - 동일한 라운드 함수를 사용함
    - 매라운드마다 다른 키를 사용함

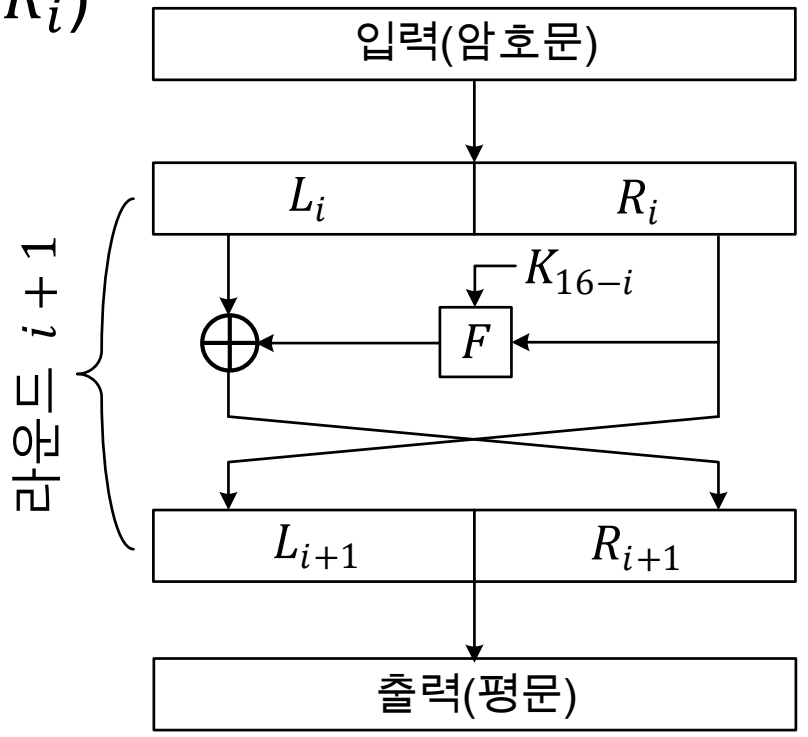
대칭 암호 원리

- Feistel 암호
  - 암호화 과정
    1. 평문 블록 입력
    2. 평문 블록을 반으로 나눔(L_i, R_i)
    3. 16 라운드 실행$(i = 0\sim15)$
       - $L_{i+1} = R_i$
       - $R_{i+1} = \mathrm{F}(R_i, K_{i+1}) \oplus L_i$
    4. 16 라운드 후, L_{16}와 R_{16} 교환
    5. 암호문 블록 출력



대칭 암호 원리

- Feistel 암호
  - 복호화 과정
    1. 암호문 블록 입력
    2. 암호문 블록을 반으로 나눔(L_i, R_i)
    3. 16 라운드 실행$(i = 0\sim15)$
       - $L_{i+1} = R_i$
       - $R_{i+1} = \mathrm{F}(R_i, K_{16-i}) \oplus L_i$
    4. 16 라운드 후, L_{16}와 R_{16} 교환
    5. 평문 블록 출력



대칭 암호 원리

- Feistel 암호
  - 암호화 강도 결정 요소
    - 블록 크기(Block Size)
      - 클수록 강하며, 일반적으로 64비트 권장
    - 키 크기(Key Size)
      - 길수록 강하며, 일반적으로 128비트 권장
    - 라운드 수(Number of Rounds)
      - 여러 번 수행할수록 강하며, 일반적으로 16라운드 권장
    - 서브키 생성 알고리즘(Subkey Generation Algorithm)
      - 복잡할수록 강함
    - 라운드 함수(Round Function)
      - 복잡할수록 강함

목 차

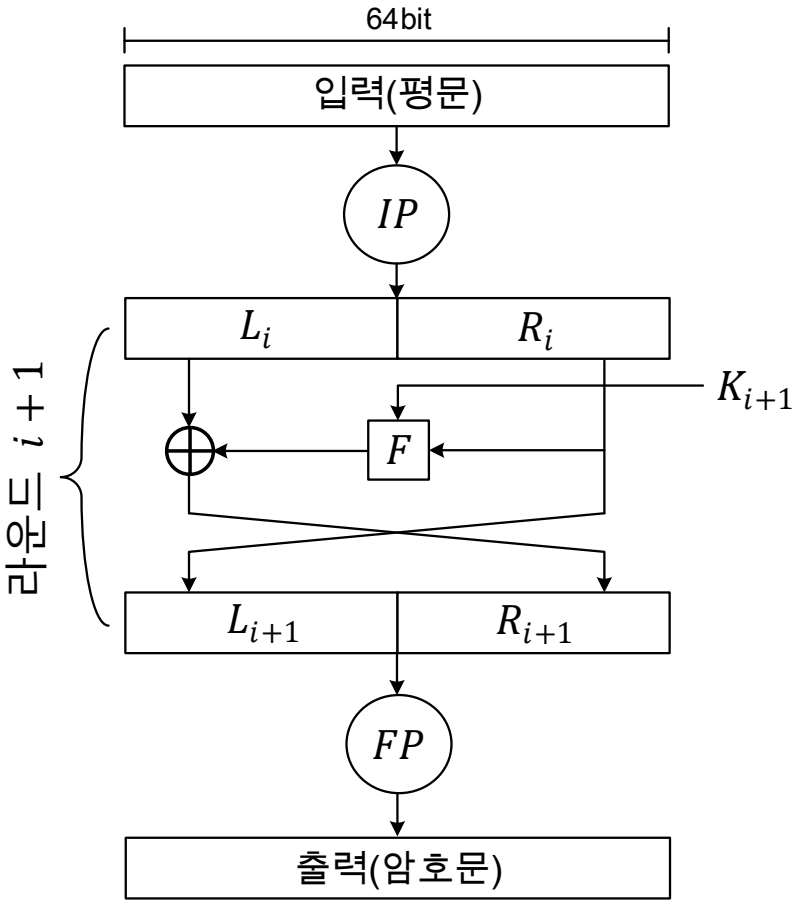
- 보충
  - 컴퓨터 보안 개념
  - OSI 보안 구조
- 대칭 암호 원리
- 대칭 암호 알고리즘
- 랜덤 넘버와 의사 랜덤 넘버

대칭 암호 알고리즘

- DES(Data Encryption Standard)
  - 정의
    - 1975년에 NIST(National Institute of Standards and Technology)에서 미국 표준 암호 알고리즘으로 지정한 대칭 블록 암호 알고리즘
  - 특징
    - 64비트의 블록 사용
    - 56비트의 키 사용
    - 16라운드의 Feistel 암호 구조 사용
    - 암호화 과정과 복호화 과정이 동일함
    - 전수 공격(Brute-Force Attack)에 취약함

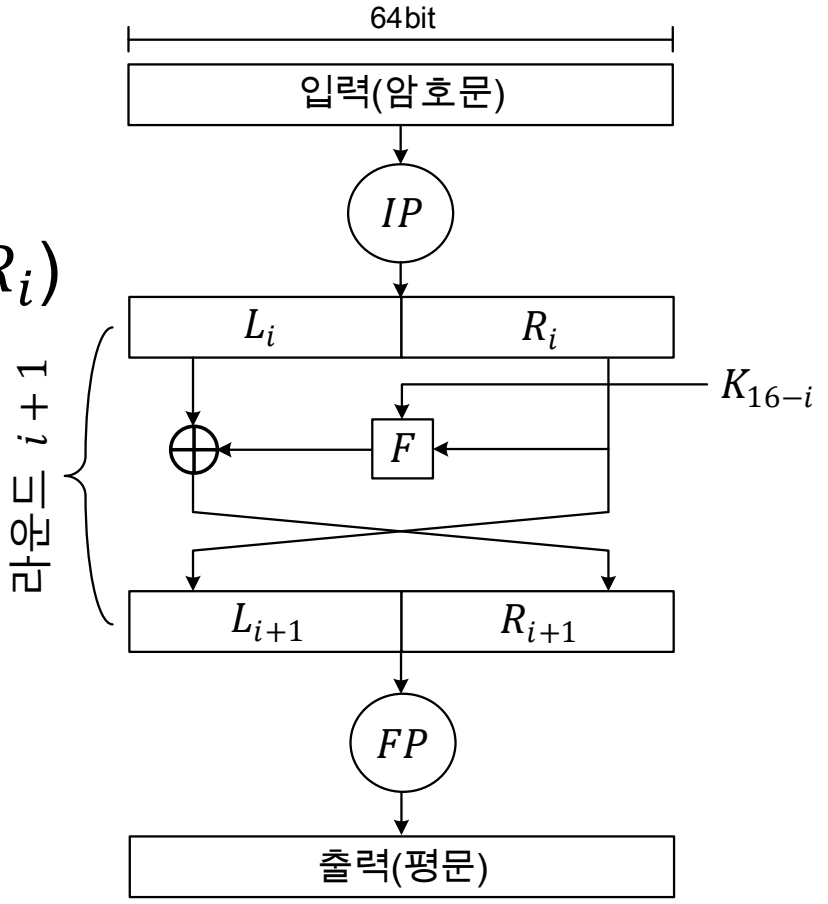
대칭 암호 알고리즘

- DES(Data Encryption Standard)
  - 암호화 과정
    1. 평문 블록 입력
    2. IP(Initial Permutation)를 거침
    3. 평문 블록을 반으로 나눔(L_i, R_i)
    4. i라운드 실행$(i = 0\sim15)$
       - $L_{i+1} = R_i$
       - $R_{i+1} = \mathrm{F}(R_i, K_{i+1}) \oplus L_i$
    5. 16라운드 후, L_{16}와 R_{16} 교환
    6. FP(Final Permutation)를 거침
    7. 암호문 블록 출력



대칭 암호 알고리즘

- DES(Data Encryption Standard)
  - 복호화 과정
    1. 암호문 블록 입력
    2. IP(Initial Permutation)를 거침
    3. 암호문 블록을 반으로 나눔(L_i, R_i)
    4. i라운드 실행$(i = 0\sim15)$
       - $L_{i+1} = R_i$
       - $R_{i+1} = \mathrm{F}(R_i, K_{16-i}) \oplus L_i$
    5. 16라운드 후, L_{16}와 R_{16} 교환
    6. FP(Final Permutation)를 거침
    7. 평문 블록 출력



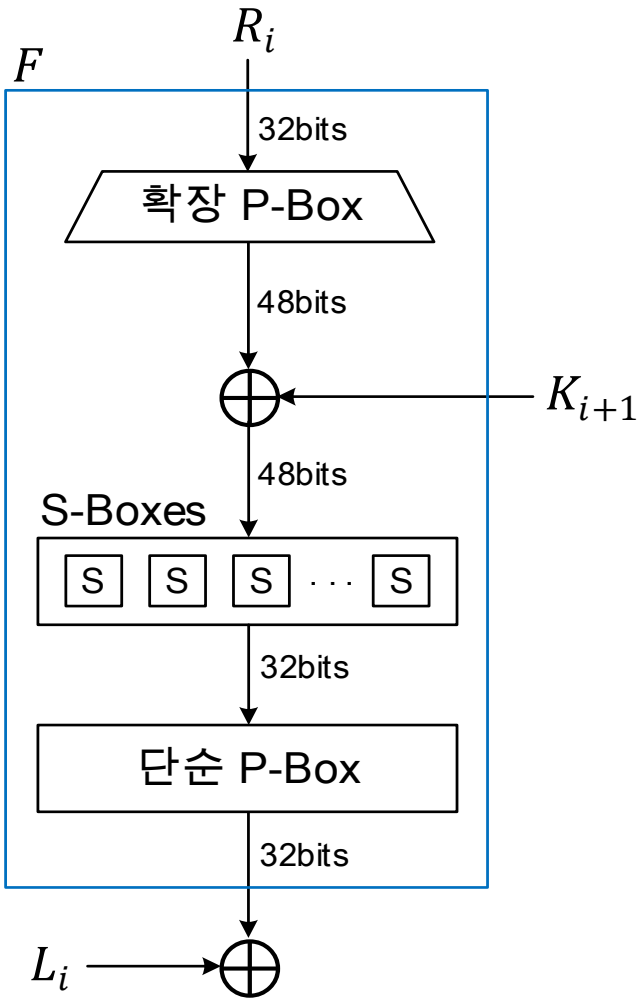
대칭 암호 알고리즘

- DES(Data Encryption Standard)
  - 초기 치환(IP)
    - 초기 치환표를 보고 단순 치환하는 방법
      - e.g., 암호문 1번째 비트 = 평문 58번째 비트
  - 최종 치환(FP)
    - 최종 치환표를 보고 단순 치환하는 방법
    - 초기 치환의 역 과정

Initial Permutation								*Final Permutation*							
58	50	42	34	26	18	10	02	40	08	48	16	56	24	64	32
60	52	44	36	28	20	12	04	39	07	47	15	55	23	63	31
62	54	46	38	30	22	14	06	38	06	46	14	54	22	62	30
64	56	48	40	32	24	16	08	37	05	45	13	53	21	61	29
57	49	41	33	25	17	09	01	36	04	44	12	52	20	60	28
59	51	43	35	27	19	11	03	35	03	43	11	51	19	59	27
61	53	45	37	29	21	13	05	34	02	42	10	50	18	58	26
63	55	47	39	31	23	15	07	33	01	41	09	49	17	57	25

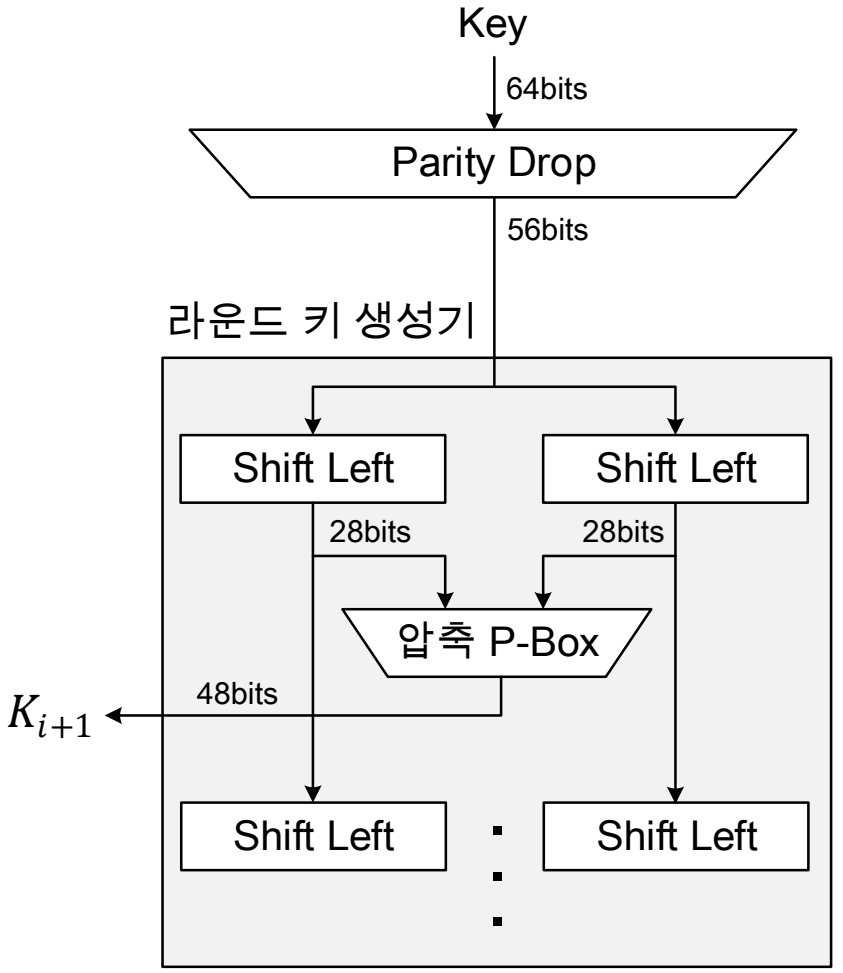
대칭 암호 알고리즘

- DES(Data Encryption Standard)
  - 라운드 함수(F)
    1. 확장 P-Box로 비트 확장
       - 4bits를 6bits로 확장하는 P-Box 사용
       - R_i (32bits -> 48bits)
    2. $R_i \oplus K_{i+1}$
    3. S-Boxes로 비트 압축
       - 6bits를 4bits로 축소하는 8개의 S-Box 사용
       - R_i (48bits -> 32bits)
    4. 단순 P-Box로 함수값 반환



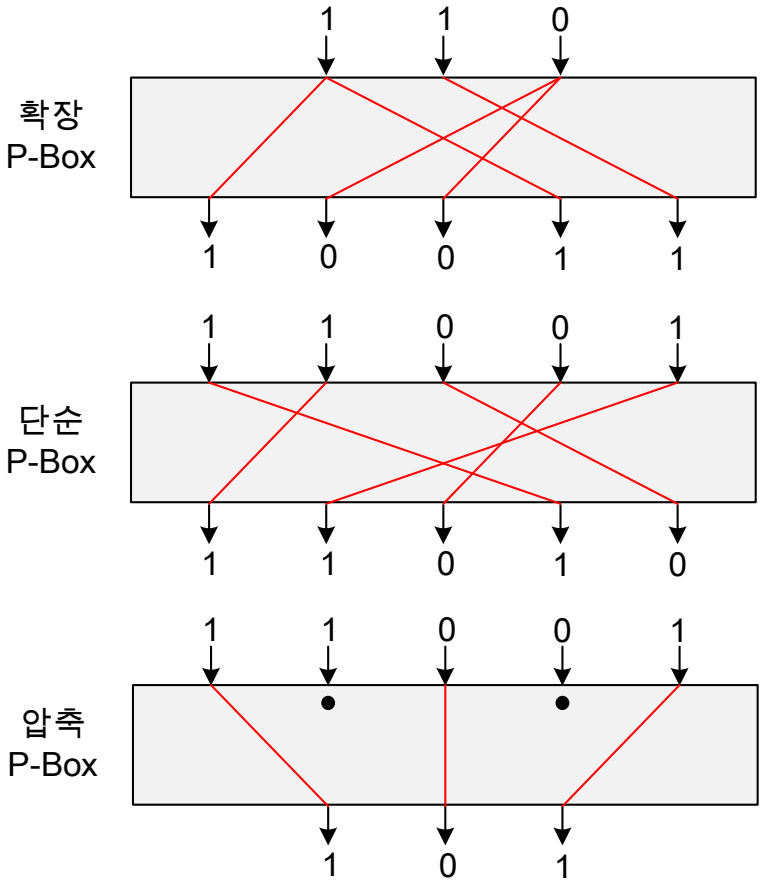
대칭 암호 알고리즘

- DES(Data Encryption Standard)
  - 서브키 생성 과정
    1. Parity Drop
       - 패리티 비트(8bits) 제거(56bits)
    2. 28bits 블록으로 나눔
    3. Shift Left
       - 1,2,9,16 라운드 키 생성 시, 1bit 왼쪽 순환 이동
       - 나머지 라운드 키 생성 시, 2bit 왼쪽 순환 이동
    4. 압축 P-Box
       - 8bits 제거(48bits)
    5. 라운드별 서브키(K_{i+1}) 생성
       - 총 16회 반복($i = 0 \sim 15$)



대칭 암호 알고리즘

- DES(Data Encryption Standard)
  - P-Box(Permutation-Box)
    - 비트의 위치를 변환하는 방법
    - 확장(Expansion) P-Box
      - N bits를 M bits로 확대 및 변환(N<M)
        - e.g., 110 -> 10011
    - 단순(Straight) P-Box
      - N bits를 M bits로 변환(N=M)
        - e.g., 11001 -> 11010
    - 압축(Compression) P-Box
      - N bits를 M bits로 축소 및 변환(N>M)
        - e.g., 11001 -> 101



대칭 암호 알고리즘

- DES(Data Encryption Standard)
  - S-Box(Substitution-Box)
    - 비트를 수학적 규칙에 의해 치환하는 방법
    - 설계자의 S-Box Table을 활용함
      - e.g., 6bits(011011)의 입력 값을 4bits로 축소시키는 방법
        - 6bits 중 1과 6은 행, 2~5는 열을 결정
        - 행: 01 => 1, 열: 1101 => 13
        - 011011(6bits) -> 1001(4bits)

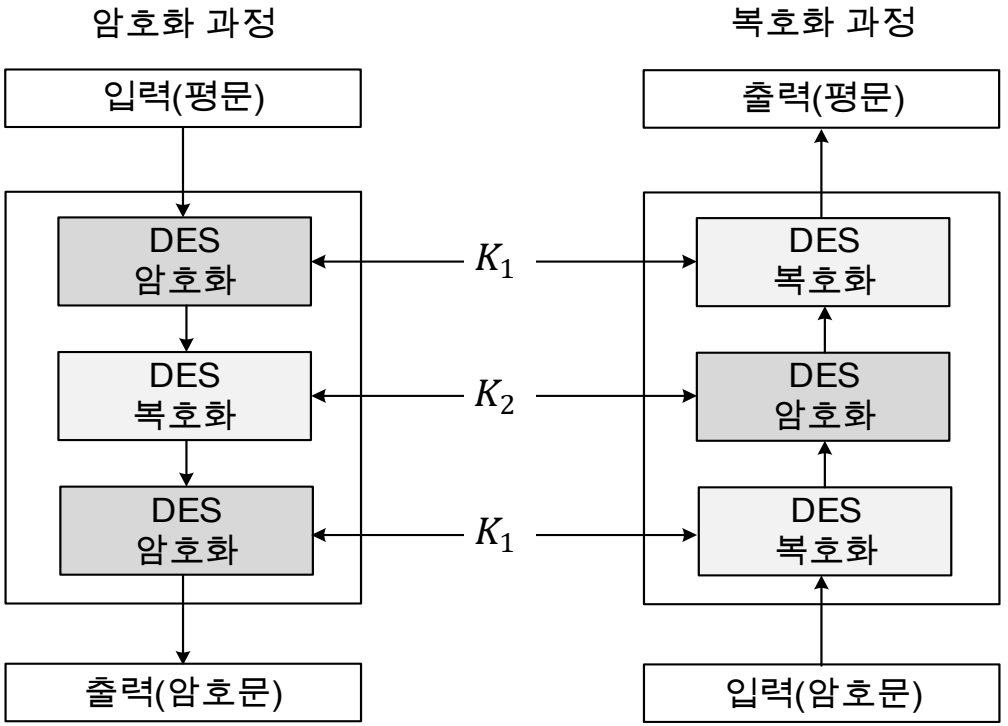
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	15	1	8	14	6	11	3	4	9	7	2	13	12	0	5	10
1	3	13	4	7	15	2	8	14	12	0	1	10	6	9	11	5
2	0	14	7	11	10	4	13	1	5	8	12	6	9	3	2	15
3	13	8	10	1	3	15	4	2	11	6	7	12	0	5	14	9

대칭 암호 알고리즘

- 3DES(Triple Data Encryption Standard)
  - 정의
    - DES 알고리즘을 세 번 수행하는 대칭 블록 암호 알고리즘
  - 특징
    - 64비트의 블록으로 3번의 DES 알고리즘 수행
      - 암호화 과정: 암호화-복호화-암호화
      - 복호화 과정: 복호화-암호화-복호화
    - 2, 3개의 키와 48라운드의 Feistel 암호 구조 사용
      - 2개인 경우, 112비트의 키
      - 3개인 경우, 168비트의 키
    - DES의 한계를 보완하는 알고리즘임
    - DES보다 암호화/복호화 속도가 느림

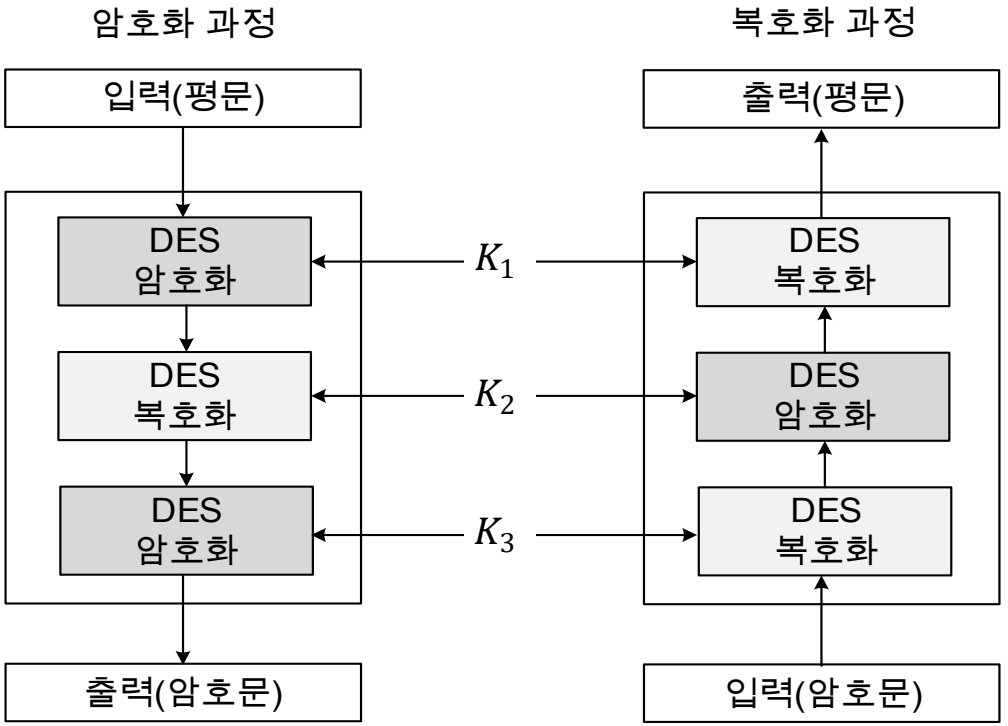
대칭 암호 알고리즘

- 3DES(Triple Data Encryption Standard)
  - 2개의 키를 사용한 암호화/복호화 과정
    - 암호화: $C = E\left(K_1, D\left(K_2, E(K_1, P)\right)\right)$
    - 복호화: $P = D\left(K_1, E\left(K_2, D(K_1, C)\right)\right)$



대칭 암호 알고리즘

- 3DES(Triple Data Encryption Standard)
  - 3개의 키를 사용한 암호화/복호화 과정
    - 암호화: $C = E\left(K_3, D\left(K_2, E(K_1, P)\right)\right)$
    - 복호화: $P = D\left(K_1, E\left(K_2, D(K_3, C)\right)\right)$

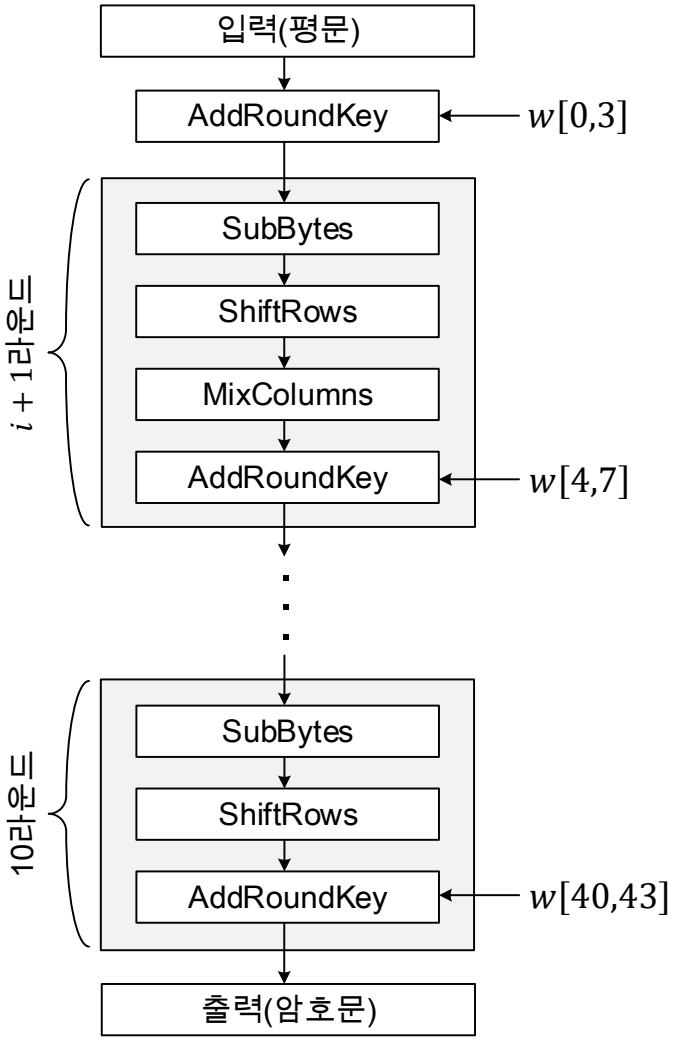


대칭 암호 알고리즘

- AES(Advanced Encryption Standard)
  - 정의
    - 2001년에 NIST에 의해 표준으로 제정된 대칭 블록 암호 알고리즘
  - 특징
    - 128비트의 블록 사용
    - 128, 192, 256비트의 키 사용
      - 각각 10, 12, 14라운드 사용
    - SPN(Substitution-Permutation Network) 암호 구조 사용
      - Feistel 암호 구조와 달리, 역함수 필요
    - DES와 3DES의 한계를 보완하는 알고리즘임

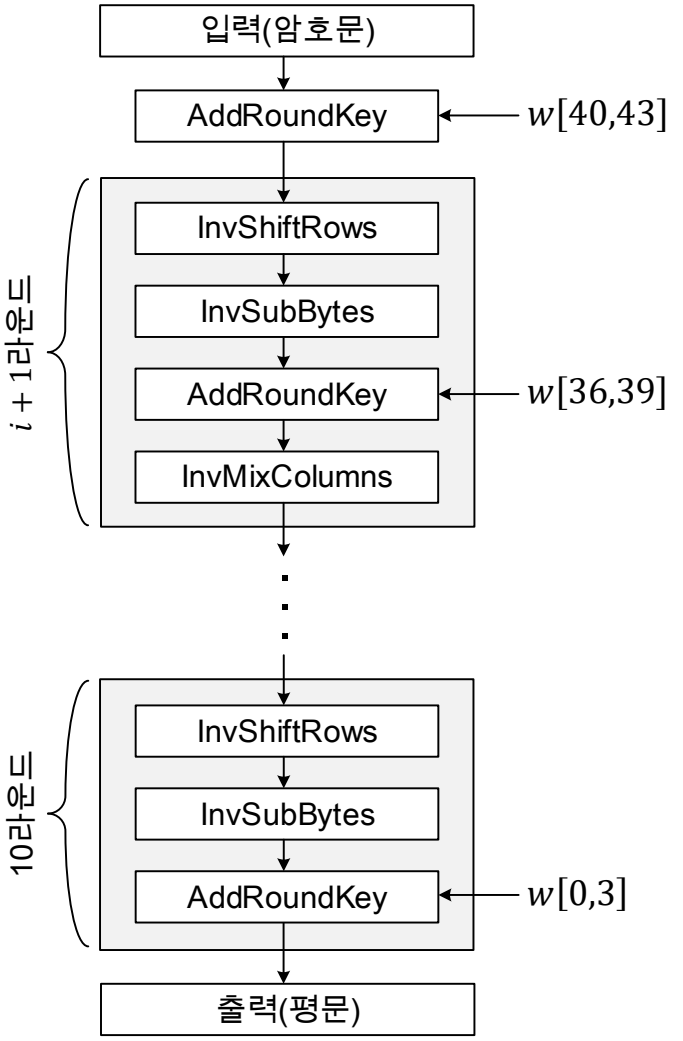
대칭 암호 알고리즘

- AES(Advanced Encryption Standard)
  - 암호화 과정
    1. 평문 블록 입력
    2. AddRoundKey 실행
    3. i라운드 실행($i = 0 \sim 8$)
       - SubBytes
       - ShiftRows
       - MixColumns
       - AddRoundKey
    4. 10라운드 실행
       - SubBytes
       - ShiftRows
       - AddRoundKey
    5. 암호문 블록 출력



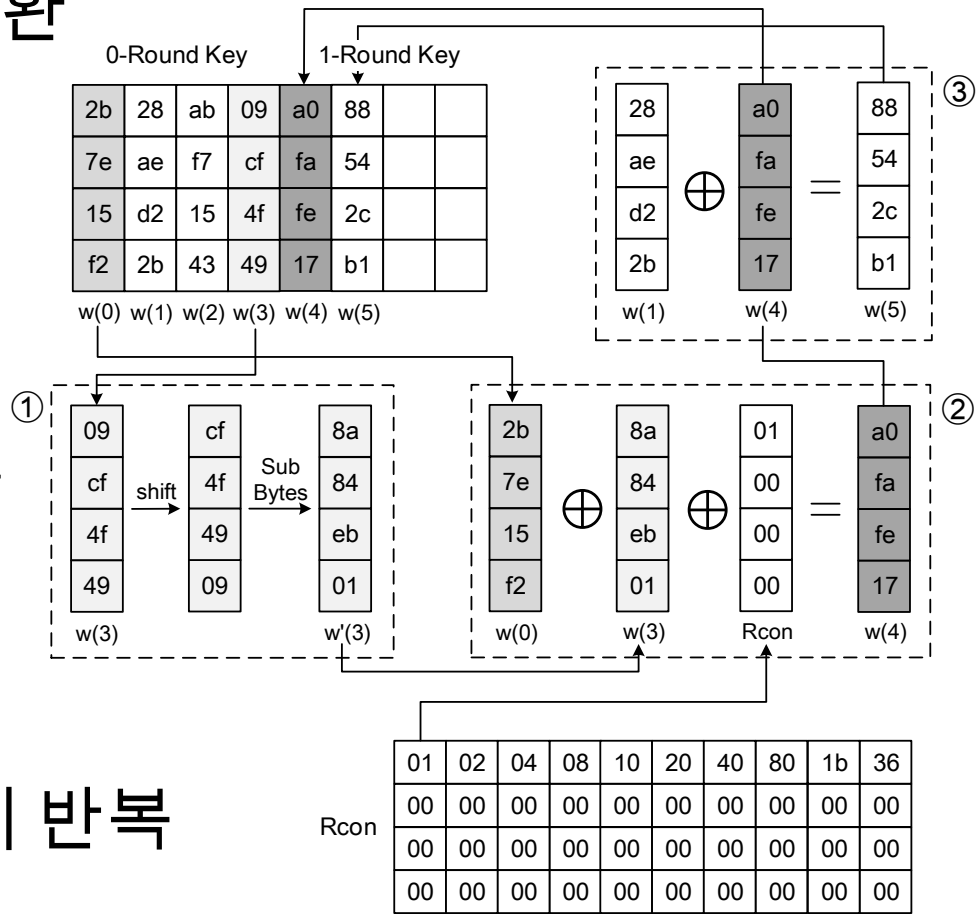
대칭 암호 알고리즘

- AES(Advanced Encryption Standard)
  - 복호화 과정
    1. 암호문 블록 입력
    2. AddRoundKey 실행
    3. i라운드 실행($i = 0 \sim 8$)
       - InvShiftRows
       - InvSubBytes
       - AddRoundKey
       - InvMixColumns
    4. 10라운드 실행
       - InvShiftRows
       - InvSubBytes
       - AddRoundKey
    5. 평문 블록 출력



대칭 암호 알고리즘

- AES(Advanced Encryption Standard)
  - Round Key Schedule
    1. 이전 라운드의 마지막열 변환
       - 한 칸씩 위로 Shift
       - SubBytes 적용
    2. 라운드의 첫열 계산
       - 이전 라운드 첫열과 마지막열, Rcon의 한 열 XOR 연산
         - Rcon은 라운드마다 한 열씩 사용
    3. 라운드의 나머지 열 계산
       - 이전 라운드 나머지 열과 해당 라운드 열 XOR 연산
    4. 1~3의 과정을10라운드까지 반복



대칭 암호 알고리즘

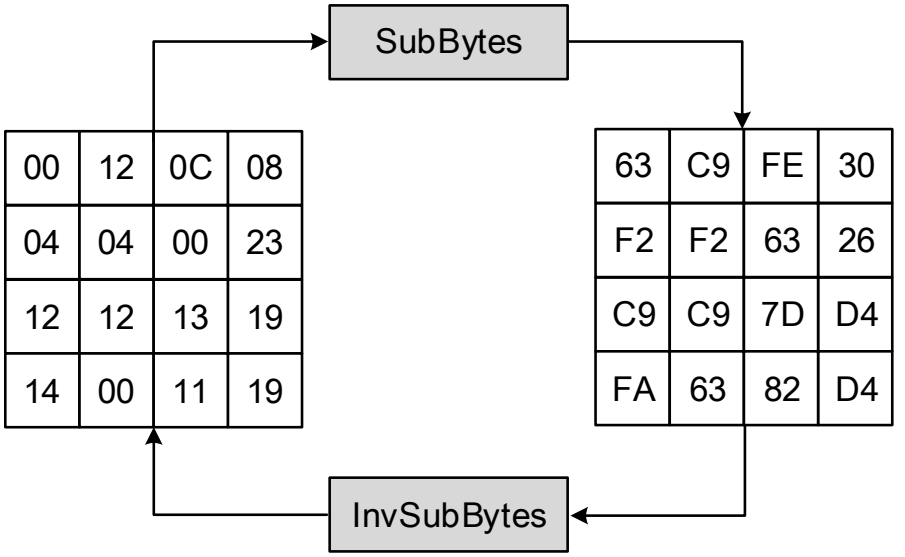
- AES(Advanced Encryption Standard)
  - SubBytes(Substitution Bytes)
    - Substitution Table을 통해 각 비트 블록을 바이트로 대체
  - InvSubBytes
    - SubBytes와 동일하나, 역 Table은 따로 존재함

S-Box

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f
0	63	7c	77	7b	f2	6b	6f	c5	30	01	67	2b	fe	d7	ab	76
1	ca	82	c9	7d	fa	59	47	f0	ad	d4	a2	af	9c	a4	72	c0
2	b7	fd	93	26	36	3f	f7	cc	34	a5	e5	f1	71	d8	31	15
3	04	c7	23	c3	18	96	05	9a	07	12	80	e2	eb	27	b2	75
4	09	83	2c	1a	1b	6e	5a	a0	52	3b	d6	b3	29	e3	2f	84
5	53	d1	00	ed	20	fc	b1	5b	6a	cb	be	39	4a	4c	58	cf
6	d0	ef	aa	fb	43	4d	33	85	45	f9	02	7f	50	3c	9f	a8
7	51	a3	40	8f	92	9d	38	f5	bc	b6	da	21	10	ff	f3	d2
8	cd	0c	13	ec	5f	97	44	17	c4	a7	7e	3d	64	5d	19	73
9	60	81	4f	dc	22	2a	90	88	46	ee	b8	14	de	5e	0b	db
a	e0	32	3a	0a	49	06	24	5c	c2	d3	ac	62	91	95	e4	79
b	e7	c8	37	6d	8d	d5	4e	a9	6c	56	f4	ea	65	7a	ae	08
c	ba	78	25	2e	1c	a6	b4	c6	e8	dd	74	1f	4b	bd	8b	8a
d	70	3e	b5	66	48	03	f6	0e	61	35	57	b9	86	c1	1d	9e
e	e1	f8	98	11	69	d9	8e	94	9b	1e	87	e9	ce	55	28	df
f	8c	a1	89	0d	bf	e6	42	68	41	99	2d	0f	b0	54	bb	16

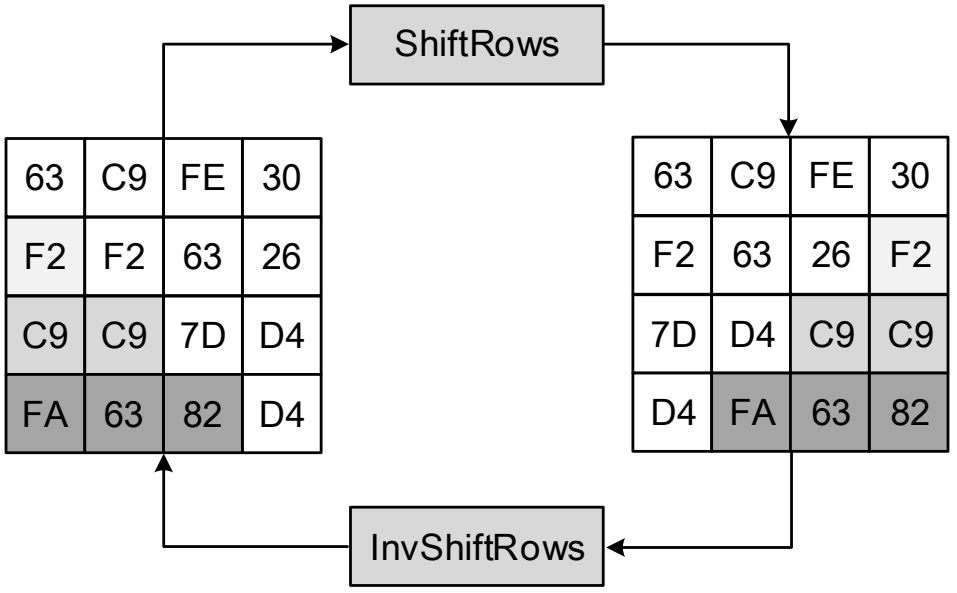
Inverse S-Box

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f
0	52	09	6a	d5	30	36	a5	38	bf	40	a3	9e	81	f3	d7	fb
1	7c	e3	39	82	9b	2f	ff	87	34	8e	43	44	c4	de	e9	cb
2	54	7b	94	32	a6	c2	23	3d	ee	4c	95	0b	42	fa	c3	4e
3	08	2e	a1	66	28	d9	24	b2	76	5b	a2	49	6d	8b	d1	25
4	72	f8	f6	64	86	68	98	16	d4	a4	5c	cc	5d	65	b6	92
5	6c	70	48	50	fd	ed	b9	da	5e	15	46	57	a7	8d	9d	84
6	90	d8	ab	00	8c	bc	d3	0a	f7	e4	58	05	b8	b3	45	06
7	d0	2c	1e	8f	ca	3f	0f	02	c1	af	bd	03	01	13	8a	6b
8	3a	91	11	41	4f	67	dc	ea	97	f2	cf	ce	f0	b4	e6	73
9	96	ac	74	22	e7	ad	35	85	e2	f9	37	e8	1c	75	df	6e
a	47	f1	1a	71	1d	29	c5	89	6f	b7	62	0e	aa	18	be	1b
b	fc	56	3e	4b	c6	d2	79	20	9a	db	c0	fe	78	cd	5a	f4
c	1f	dd	a8	33	88	07	c7	31	b1	12	10	59	27	80	ec	5f
d	60	51	7f	a9	19	b5	4a	0d	2d	e5	7a	9f	93	c9	9c	ef
e	a0	e0	3b	4d	ae	2a	f5	b0	c8	eb	bb	3c	83	53	99	61
f	17	2b	04	7e	ba	77	d6	26	e1	69	14	63	55	21	0c	7d



대칭 암호 알고리즘

- AES(Advanced Encryption Standard)
  - ShiftRows
    - 첫 번째 위치부터 각 행의 위치가 증가되는 수만큼 행렬의 각 행을 왼쪽으로 순환 이동
      - 첫 번째 행은 이동되지 않음
      - 두 번째 행은 한 자리씩 이동
      - 세 번째 행은 두 자리씩 이동
      - 네 번째 행은 세 자리씩 이동
  - InvShiftRows
    - ShiftRows와 동일하나, 오른쪽으로 순환 이동

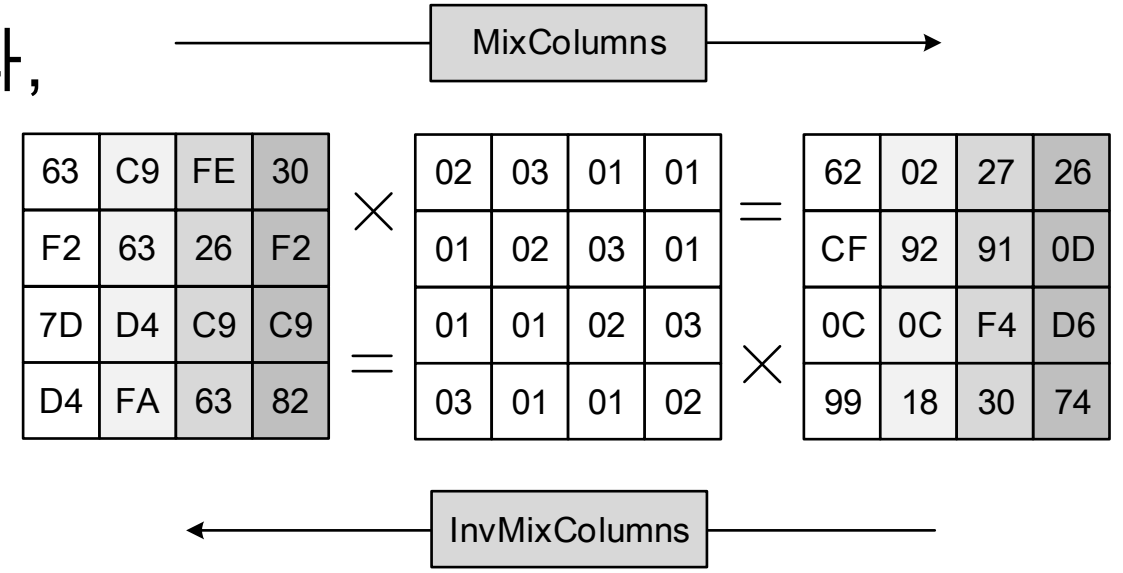


대칭 암호 알고리즘

- AES(Advanced Encryption Standard)
  - MixColumns
    - 특정 행렬과 기존 상태를 행렬 곱셈을 이용하여 열 단위로 섞음

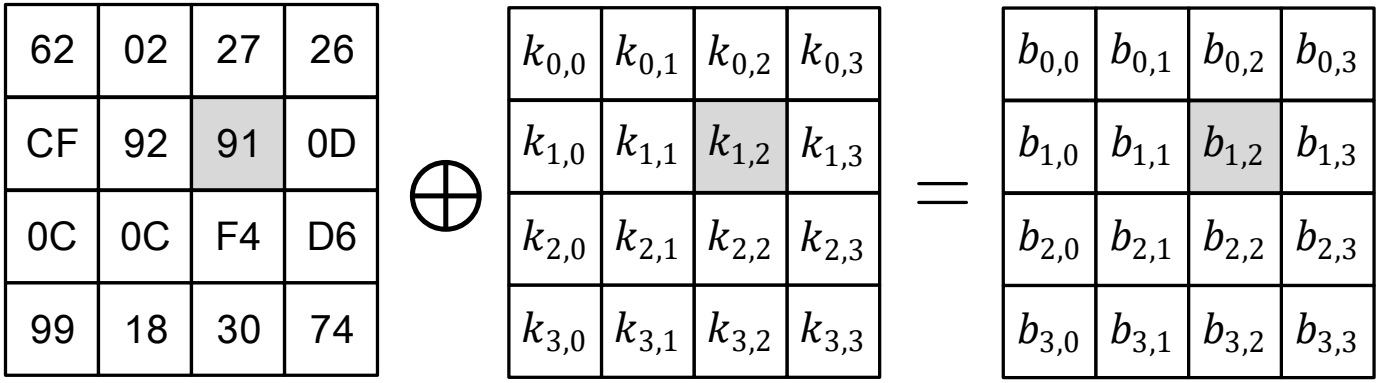
$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ t \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a & b & c & d \\ e & f & g & h \\ i & j & k & l \\ m & n & o & p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \leftarrow ax + by + cz + dt \\ \leftarrow ex + fy + gz + \hbar t \\ \leftarrow ix + jy + kz + lt \\ \leftarrow mx + ny + oz + pt \end{bmatrix}$$

  - InvMixColumns
    - MixColumns와 동일하나, 암호화된 상태를 특정 행렬과 곱함
      - 특정 역행렬이 존재함



대칭 암호 알고리즘

- AES(Advanced Encryption Standard)
  - AddRoundKey
    - 현재 상태와 라운드 키를 비트 단위로 XOR 연산
      - 키 스케줄링에 따라 생성되는 라운드 키는 라운드마다 다름
      - 입력 이후 첫 AddRoundKey
        - 첫 입력 상태 ⊕ 첫 암호 키
      - 라운드별 AddRoundKey
        - 현재 상태 ⊕ 해당 라운드 키



대칭 암호 알고리즘

- 암호 알고리즘 비교

특징	DES	3DES	AES
암호 구조	Feistel	Feistel	SPN
블록 크기(bit)	64	64	128
키 길이(bit)	56	112/168	128/192/256
라운드 수	16	48	10/12/14
상대적인 속도	보통	느림	빠름

목 차

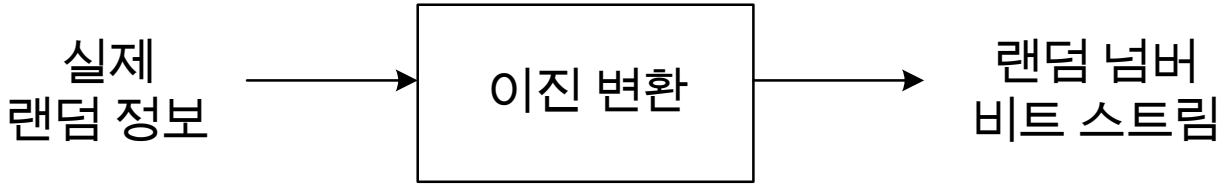
- 보충
  - 컴퓨터 보안 개념
  - OSI 보안 구조
- 대칭 암호 원리
- 대칭 암호 알고리즘
- 랜덤 넘버와 의사 랜덤 넘버

랜덤 넘버와 의사 랜덤 넘버

- 랜덤 넘버(Random Number)
  - 정의
    - 특정 배열 순서나 규칙을 가지지 않는 연속적인 임의의 수
  - 특징
    - 무작위성(Randomness)
      - 통계적 편중 없이 수열이 무작위로 되어 있다는 성질
      - 균등분포(Uniform Distribution)
        - 수열의 비트 분포가 반드시 균등해야 함
      - 독립성(Independence)
        - 수열에서 추출한 부분수열은 다른 수열로부터 추론 불가능해야 함
    - 예측 불가능성(Unpredictability)
      - 과거의 수열로부터 다음 수를 예측할 수 없다는 성질

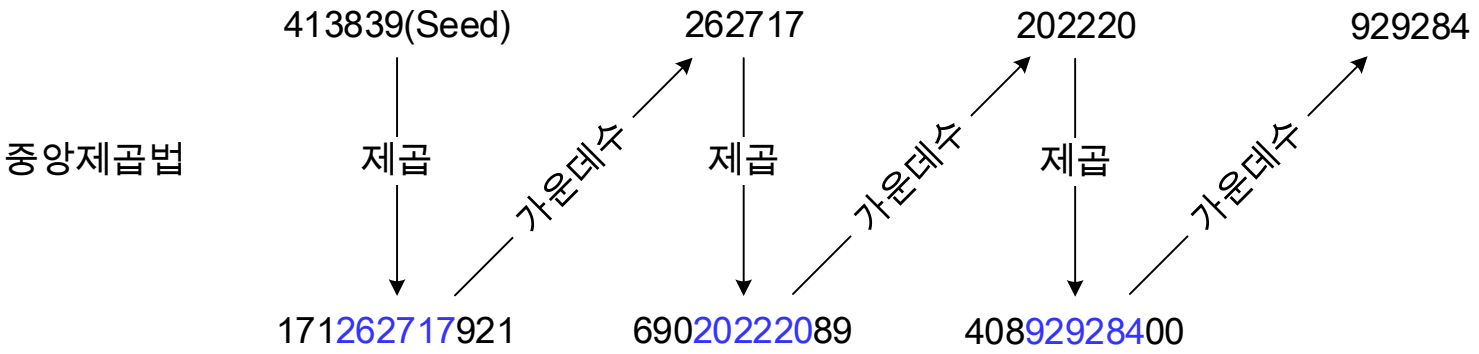
랜덤 넘버와 의사 랜덤 넘버

- 랜덤 넘버(Random Number)
  - 랜덤 넘버 생성기
    - TRNG(True Random Number Generator)
      - 실제로 랜덤한 정보를 입력으로 사용하여 랜덤 넘버 생성
        - e.g., 키보드 입력 패턴, 마우스 움직임
      - 해당 입력을 조합하여 랜덤 바이너리 출력



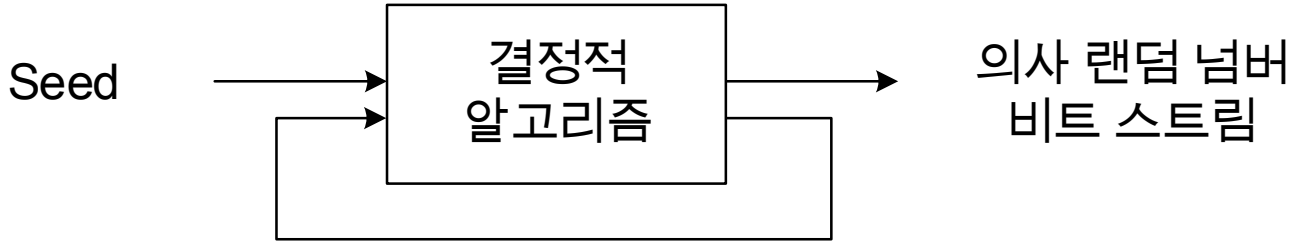
랜덤 넘버와 의사 랜덤 넘버

- 의사 랜덤 넘버(Pseudo Random Number)
  - 정의
    - 초기값을 이용하여 컴퓨터 알고리즘으로 만드는 랜덤 넘버
  - 특징
    - 컴퓨터 알고리즘과 같은 소프트웨어로 구현됨
      - e.g., 노이만의 중앙제곱법
    - TRNG로 생성한 진성 랜덤 넘버를 Seed로 사용함
      - Seed는 내부 상태 초기화를 위해 사용



랜덤 넘버와 의사 랜덤 넘버

- 의사 랜덤 넘버(Pseudo Random Number)
  - 의사 랜덤 넘버 생성기
    - PRNG(Pseudo Random Number Generator)
      - 고정값 Seed를 입력받아 알고리즘을 이용해 출력 비트열 생성
      - 무한한 의사 랜덤 넘버 비트열 생성 시 사용
    - PRF(Pseudo Random Function)
      - 고정값 Seed를 입력받아 알고리즘을 이용해 출력 비트열 생성
      - 고정된 길이의 의사 랜덤 넘버 비트열 생성 시 사용



Thanks!

김 지 혜 (jihye@pel.sejong.ac.kr)