2021/08/18 ,2021 보안 심화 세미나

암호학과 네트워크 보안

- 2, 3부 암호 수학, 고전 대칭-키 암호화-

이 하 늘(haneul@pel.sejong.ac.kr)

세종대학교 프로토콜공학연구실

목 차

암호 수학

- 정수 연산
  - 정의
    - 양의 정수, 음의 정수, 0으로 이루어진 수의 집합
    - Z = {…,-2,-1,0,1,2,…}
  - 2진 연산
    - 두 개의 입력 값에 대하여 하나의 결과 값을 산출

      e.g.,덧셈, 뺄셈, 곱셈
      - 나눗셈은 하나가 아닌 두 개의 값을 산출하기 때문에 속하지 않음

암호 수학

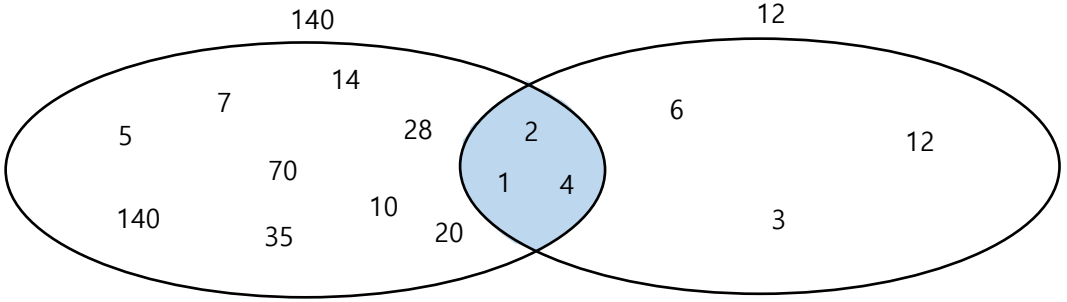
- 정수 연산
  - 정수의 나눗셈(나눗셈 관계식)
    - a = q × n + r
    - a는 피제수, q는 몫, n은 제수, r은 나머지
    - 제한 사항
      - n은 양의 정수(n>0)
      - 나머지는 양의 정수(r>=0)

암호 수학

- 정수 연산
  - 가분성(divisibility)
    - a = q × n
    - ‘n이 a를 나눈다’, n은 a의 약수, n|a
    - 나머지가 0이 아니면, n∤a
    - 성질
      - 성질 1: 만약 a|1 이면, a = ±1
      - 성질 2: 만약 a|b 이고, b|a 이면 a= ±b
      - 성질 3: 만약 a|b 이고, b|c 이면 a|c
      - 성질 4: 만약 a|b 이고, a|c 이면 a|(m×b + n×c), 여기서 m과 n은 임의의 정수

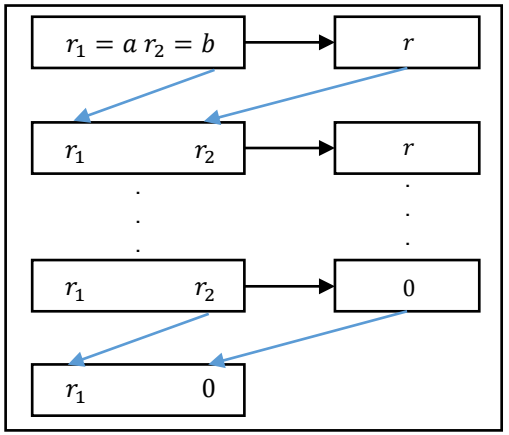
암호 수학

- 정수 연산
  - 가분성(divisibility)
    - 약수
      - 어떤 수나 식을 나누어 나머지가 없이 나누어 떨어지는 수
      - 사실
        - 사실 1: 정수 1은 하나의 약수, 1만을 갖는다.
        - 사실 2: 모든 양의 정수는 최소 2개의 약수(1과 자신)를 가진다.
    - 최대 공약수
      - 두 자연수의 공통된 약수 중 가장 큰 정수



암호 수학

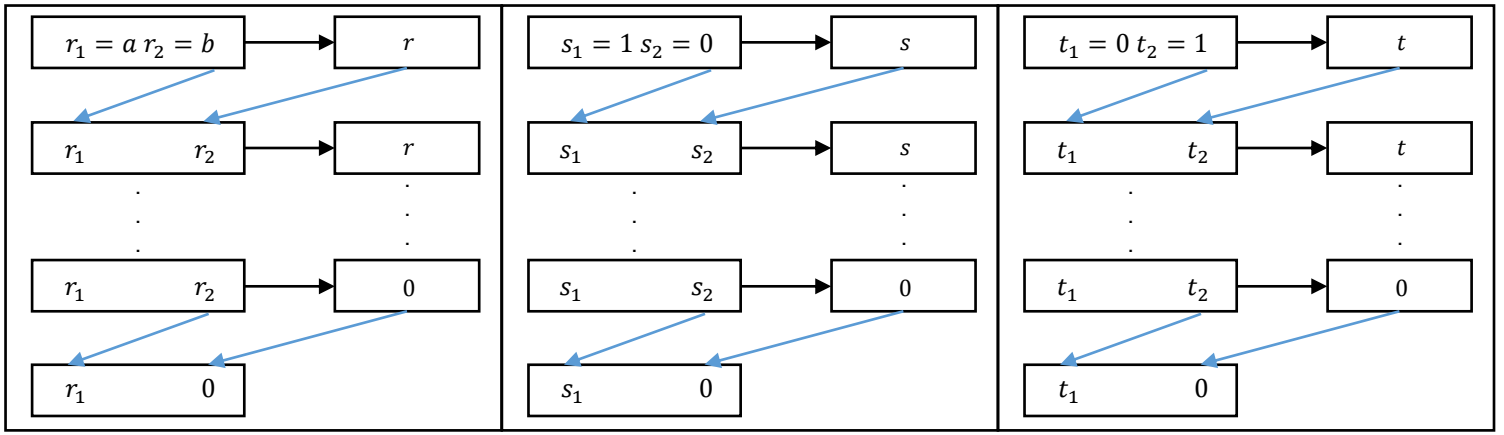
- 정수 연산
  - 가분성(divisibility)
    - 유클리드 알고리즘(Euclidean Algorithm)
      - 두 양의 정수의 최대 공약수를 찾아내는 알고리즘
      - 사실
        - 사실 1: gcd(a, 0) = a
        - 사실 2: gcd(a, b) = gcd(b,r), 이때 r은 a를 b로 나눈 나머지
          - gcd(36,10) = gcd(10,6) = gcd(6,4) = gcd(4,2) = gcd(2,0) = 2



      - gcd(a,b)=1이면, a와 b는 서로소(relatively prime)

암호 수학

- 정수 연산
  - 가분성(divisibility)
    - 확장 유클리드 알고리즘(Extended Euclidean Algorithm)
      - s×a + t×b = gcd(a,b)
      - gcd(a,b)를 계산하고 동시에 s와 t 값 계산 가능



암호 수학

- 정수 연산
  - 선형 디오판투스 방정식
    - ax+by=c
    - d|c라고 가정하고 d ∤c이면, 방정식의 해는 존재하지 않음
    - d|c면 해가 무수히 많음
    - 특수 해(d|c이면)
      - d로 방정식의 양변을 나누어, $a_1x + b_1y = c_1$으로 만듦
      - 확장 유클리드 알고리즘을 이용하여 $a_1s + b_1t = 1$의 s와 t값 계산
      - $x_0 = \left(\frac{c}{d}\right)s, y_0 = \left(\frac{c}{d}\right)t$
    - 일반 해
      - $x = x_0 + k\left(\frac{b}{d}\right), y = y_0 - k(b/d)$ 이때, k는 정수

암호 수학

- 정수 연산
  - 선형 디오판투스 방정식
    - 예시(216x+152y=16의 일반해 구하기)
      - 유클리드 호제법으로 최대 공약수를 구함

        216 = 152×1+64

        152=64×2+24

        64=24×2+16

        24=16×1+8
      - 16=8×2+0유클리드 호제법을 역순 전개하여 디오판투스 방정식의 특수 해 구함

        8=24-16

        =24-(64-24×2)

        =24×3-64

        =3(152-64×2)-64

        =-7×64 + 3×152

        =-7(216-152)+3×152

        =-7×216+10×152

        16=-14×216+20×152

암호 수학

- 정수 연산
  - 선형 디오판투스 방정식
    - 예시(216x+152y=16의 일반해 구하기)
      - 유클리드 호제법을 역순 전개하여 디오판투스 방정식의 특수 해 구함
      - 디오판투스 방정식 일반 해 구하는 공식에 대입
        - $x = -14 + \frac{152}{8}k$
        - $y = 20 - \frac{216}{8}k$

암호 수학

- 모듈로 연산
  - $a \; mod \; n = r$
  - n은 모듈로, r은 나머지

    e.g., 27 mod 5, 36 mod 12
  - 잉여류 Z_n
    - 모듈로 n의 결과 값의 최소 잉여 집합
      - $a \; mod \; n$의 결과값은 항상 n보다 작은 음이 아닌 정수
      - $Z_n = \{0,1,2, \ldots, (n-1)\}$

암호 수학

- 모듈로 연산
  - 합동
    - 어떤 정수로 나눈 나머지가 서로 같은 두 정수 사이의 관계

      e.g., 2 mod 10 =2, 12 mod 10 =2, 22 mod 10=2
    - 합동 연산자(≡) 사용

      e.g., 2 ≡ 12 (mod 10), 13 ≡ 23 (mod 10)
    - 요점
      - 등식 연산자와의 다른 점
        - 등식 연산자는 Z의 원소를 Z의 원소로 대응하지만, 합동 연산자는 Z의 원소에서 Z_n의 원소로 대응
        - 등식 연산자는 일대일이지만 합동 연산자는 다대일
      - (mod n)은 Z_n을 나타냄

암호 수학

- 모듈로 연산
  - 합동
    - 잉여류(residue classes)
      - 잉여류 [a], [a]n은 모듈로 n으로 합동인 정수의 집합

        e.g.,n이 5라면

        [0] = {…,-15,-10,-5,0,5,10,15,…}

        [1] = {…,-14,-9,-4,1,6,11,16,…}

        [2] = {…,-13,-8,-3,2,7,12,17,…}

        [3] = {…,-12,-7,-2,3,8,13,18,…}

        [4] = {…,-11,-6,-1,4,9,14,19,…}
      - 최소 잉여
        - Z_n은 모듈로 n의 모든 최소 잉여의 집합

          e.g., $Z_5 = \{0,1,2,3,4\}$

암호 수학

- 모듈로 연산
  - Z_n에서의 연산
    - 성질
      - 성질 1: $(a+b) mod\ n = [(a\ mod\ n) + (b\ mod\ n)] mod\ n$
      - 성질 2: $(a-b) mod\ n = [(a\ mod\ n) - (b\ mod\ n)] mod\ n$
      - 성질 3: $(a \times b) mod\ n = [(a\ mod\ n) \times (b\ mod\ n)] mod\ n$

암호 수학

- 모듈로 연산
  - 역원
    - 덧셈에 대한 역원
      - a+b ≡ 0 mod n
      - Z_n에서 a의 덧셈에 대한 역원은 b = n – a
      - 어떤 정수와 그 정수의 덧셈에 대한 역원의 합은 모듈로 n에 대하여 0과 합동
    - 곱셈에 대한 역원
      - a×b ≡ 1 mod n

        e.g., n=10이면 3의 곱셈에 대한 역원은 7
      - 곱셈에 대한 역원은 있을 수도 있고 없을 수도 있음

암호 수학

- 모듈로 연산
  - 덧셈과 곱셈에 대한 다른 집합
    - $Z_n{}^*$은 Z_n의 부분 집합, Z_n에 속한 정수 중 곱셈에 대한 역원을 가진 원소의 집합
    - 덧셈에 대한 역원이 필요할 때는 Z_n
    - 곱셈에 대한 역원이 필요할 때는 $Z_n{}^*$

암호 수학

- 행렬
  - 정의
    - 행렬은 $l \times m$개의 원소를 갖는 직사각형 배열
    - l은 행의 개수, m은 열의 개수
    - 행 행렬
      - 행렬이 하나의 행만 갖는 경우
    - 열 행렬
      - 행렬이 하나의 열만 갖는 경우

$$Matrix\ A: \overset{\text{L rows}}{\begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1m} \\ \vdots & & \vdots \\ a_{l1} & \cdots & a_{lm} \end{bmatrix}} \quad \text{M columns}$$

암호 수학

- 행렬
  - 연산과 관계식
    - 등식
      - 두 행렬의 행과 열의 개수와 대응되는 원소가 동일하면 두 행렬은 동일
      - 모든 i와 j에 대해 $a_{ij} = b_{ij}, A = B$
    - 덧셈과 뺄셈
      - 두 행렬의 행과 열의 개수가 같으면 덧셈과 뺄셈 가능
      - $\begin{bmatrix} 12 & 4 \\ 11 & 12 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5 & 2 \\ 3 & 2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 7 & 2 \\ 8 & 10 \end{bmatrix}$
      - $\begin{bmatrix} -2 & 0 \\ -5 & -8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5 & 2 \\ 3 & 2 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 7 & 2 \\ 8 & 10 \end{bmatrix}$

암호 수학

- 행렬
  - 연산과 관계식
    - 곱셈
      - 첫 번째 행렬의 열의 개수가 두 번째 행렬의 행의 개수와 같을 경우
      - $[53] = [5\ 2\ 1] \times \begin{matrix} 7 \\ 8 \\ 2 \end{matrix}$
      - 53 = 5×7+2×8+1×2
    - 스칼라 곱
      - $\begin{bmatrix} 15 & 6 \\ 9 & 6 \end{bmatrix} = 3 \times \begin{bmatrix} 5 & 2 \\ 3 & 2 \end{bmatrix}$

암호 수학

- 행렬
  - 행렬식
    - M=1이면 det(A)=a_{11}
    - M>1이면 det(A)=$\sum_{i=1}^{m}(-1)^{i+j}\times a_{ij} \times \det(A_{ij})$

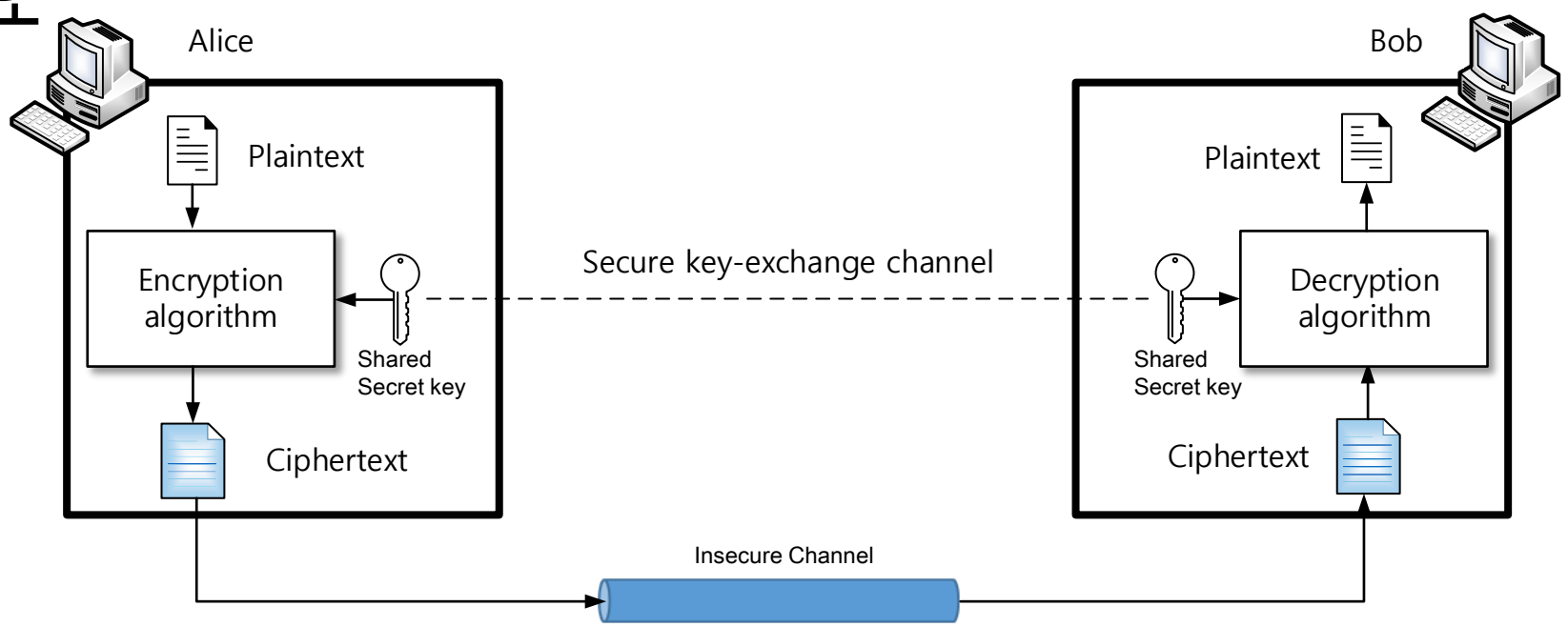
      e.g.,$det\begin{bmatrix}5 & 2\\ 3 & 4\end{bmatrix} = (-1)^{1+1}\times 5 \times \det[4] + (-1)^{1+2}\times 2 \times \det[3] = 14$

목 차

- 암호 수학
  - 정수 연산
  - 모듈로 연산
  - 행렬
- 고전 대칭-키 암호
  - 개요
  - 대치 암호
  - 전치 암호
  - 스트림 암호와 블록 암호

고전 대칭-키 암호

- 개요



- 암호(cipher)
  - 암호/복호 알고리즘
- 키(key)
  - 암호가 동작하는데 필요한 값(숫자)들의 집합

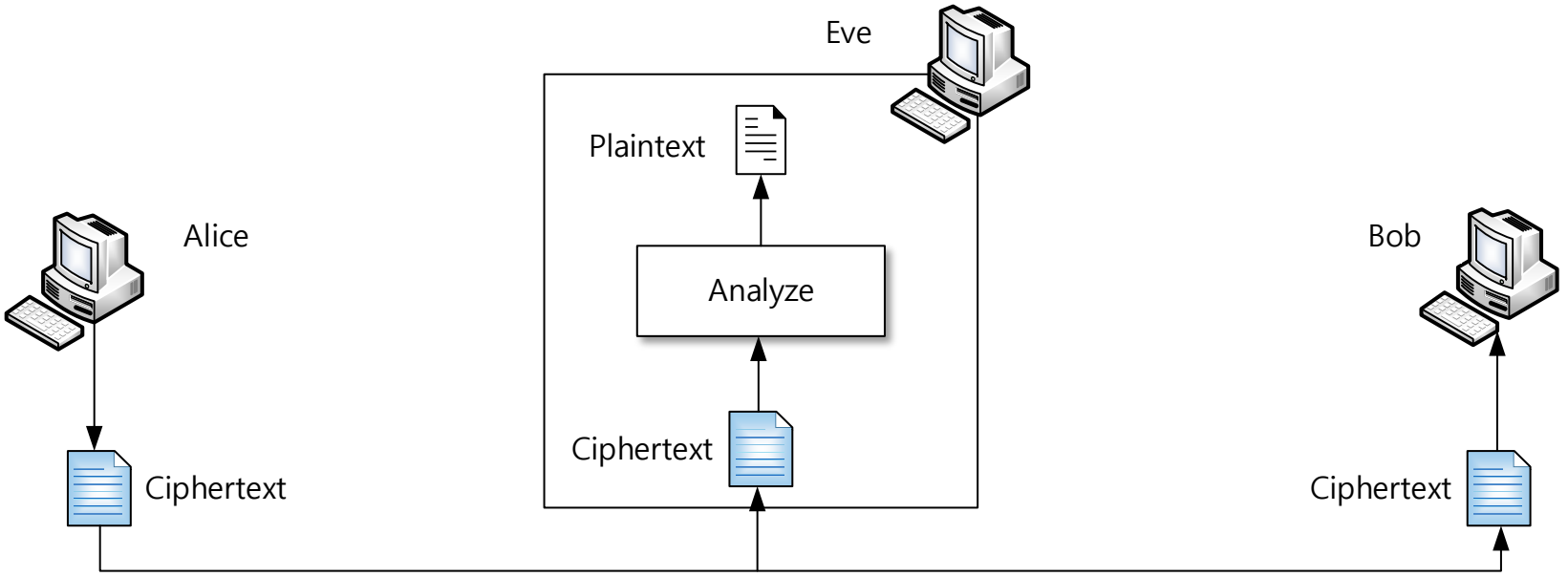
고전 대칭-키 암호

- 개요
  - 대칭 키 암호화
    - 암호/복호화에 동일한 한 개의 키를 사용하는 알고리즘
    - 암호화: $C = E_k(P)$
    - 복호화: $P = D_k(C)$
    - $D_k\left(E_k(x)\right) = E_k\left(D_k(x)\right) = x$

  - Kerckhoff의 원리
    - 암호의 안전성은 암호/복호 알고리즘의 비밀을 지키는데 기반을 두어서는 안되고, 키의 비밀성에 기반을 두어야함

고전 대칭-키 암호

- 개요
  - 암호 해독
    - 암호문 단독 공격
      - 오로지 암호문만을 얻어 공격하는 기술

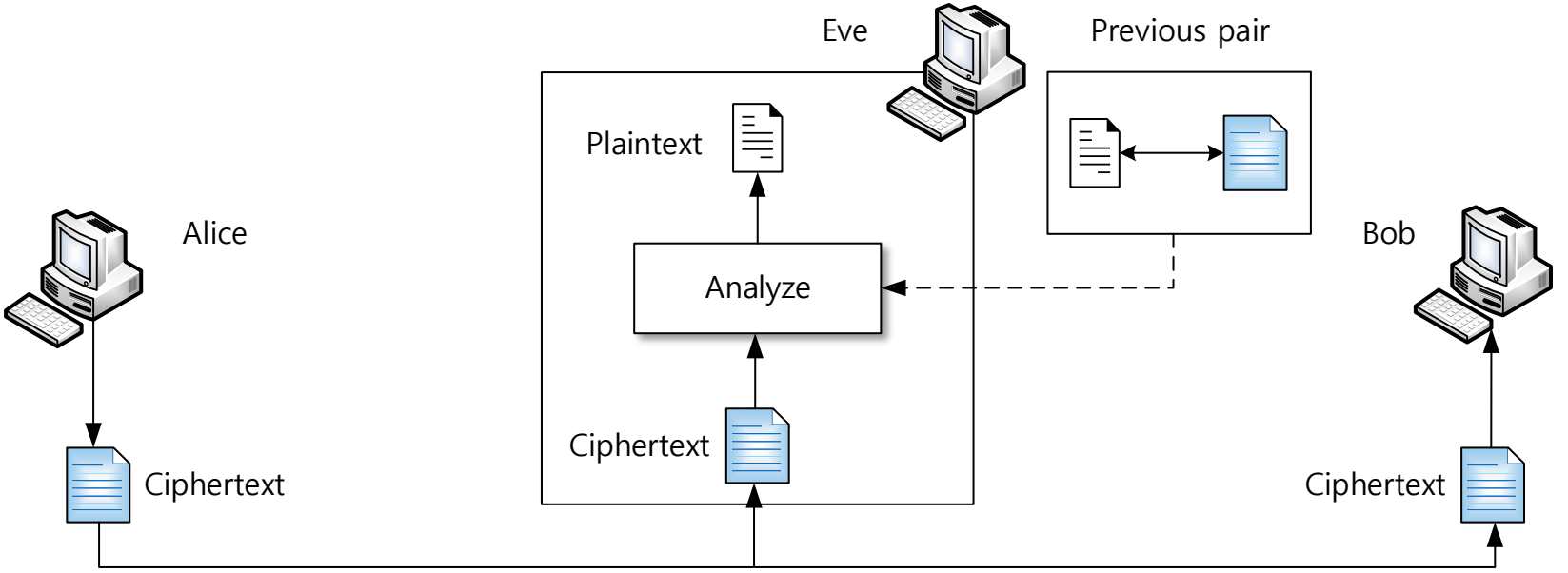


고전 대칭-키 암호

- 개요
  - 암호 해독
    - 암호문 단독 공격
      - 전수조사 공격
        - 모든 가능한 키를 사용하는 방법
        - 의미 있는 평문을 얻을 때까지 반복
        - 이를 막기 위해서 가능한 키의 수가 매우 커야함
      - 통계적인 공격
        - 평문 언어의 고유한 특징으로부터 정보를 얻어 통계를 통한 공격 수행
        - 이를 막기 위해서는 암호문이 평문 언어의 특징을 드러내지 않아야 함
      - 패턴 공격
        - 평문 언어의 특징을 드러내지 않지만 암호문에 특정 패턴이 존재할 경우
        - 이를 막기 위해선 암호문을 랜덤하게 보이도록 만드는 암호를 사용

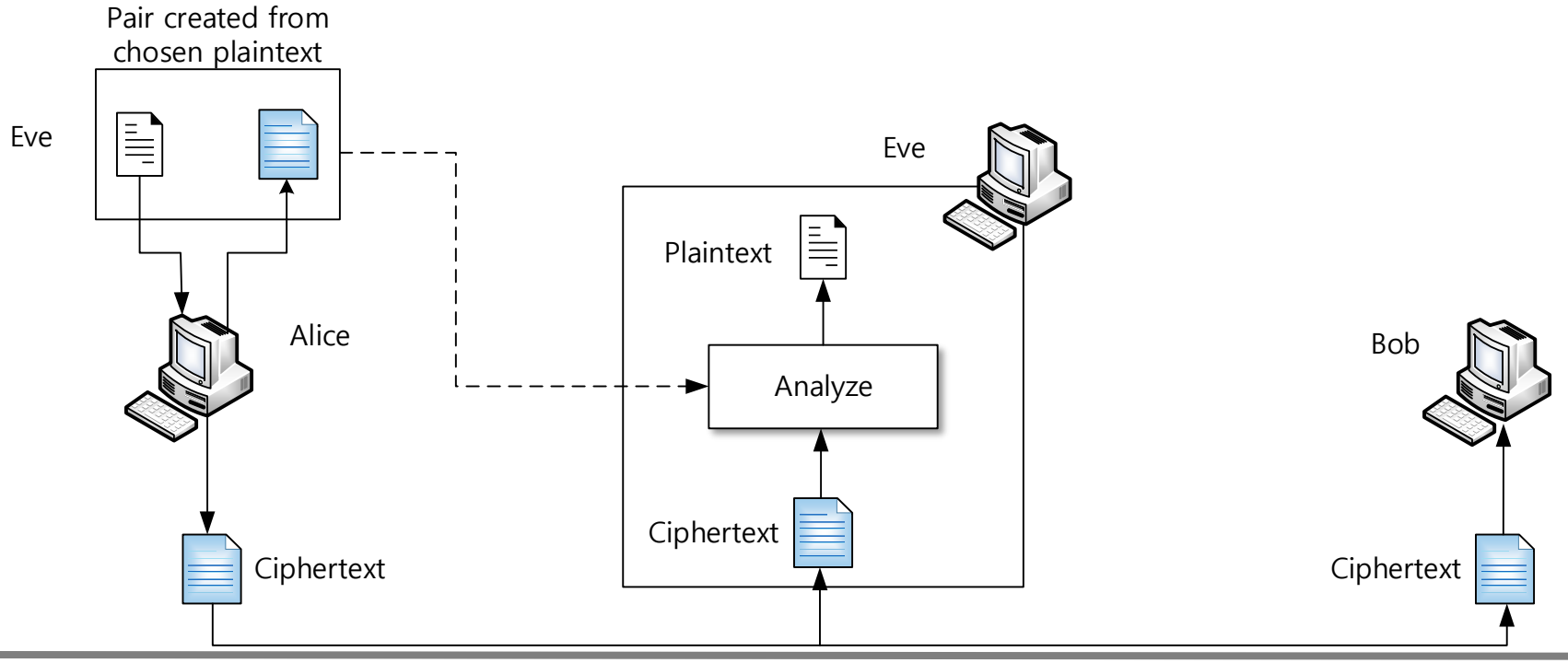
고전 대칭-키 암호

- 개요
  - 암호 해독
    - 알려진 평문 공격
      - 주어진 평문/암호문 쌍의 연관성을 이용하여 다음 암호문 해독
      - 키를 변경하거나, 과거에 보낸 메시지를 노출하지 않을 수도 있기 때문에 적용 가능한 상황이 암호문 단독 공격보다 드묾



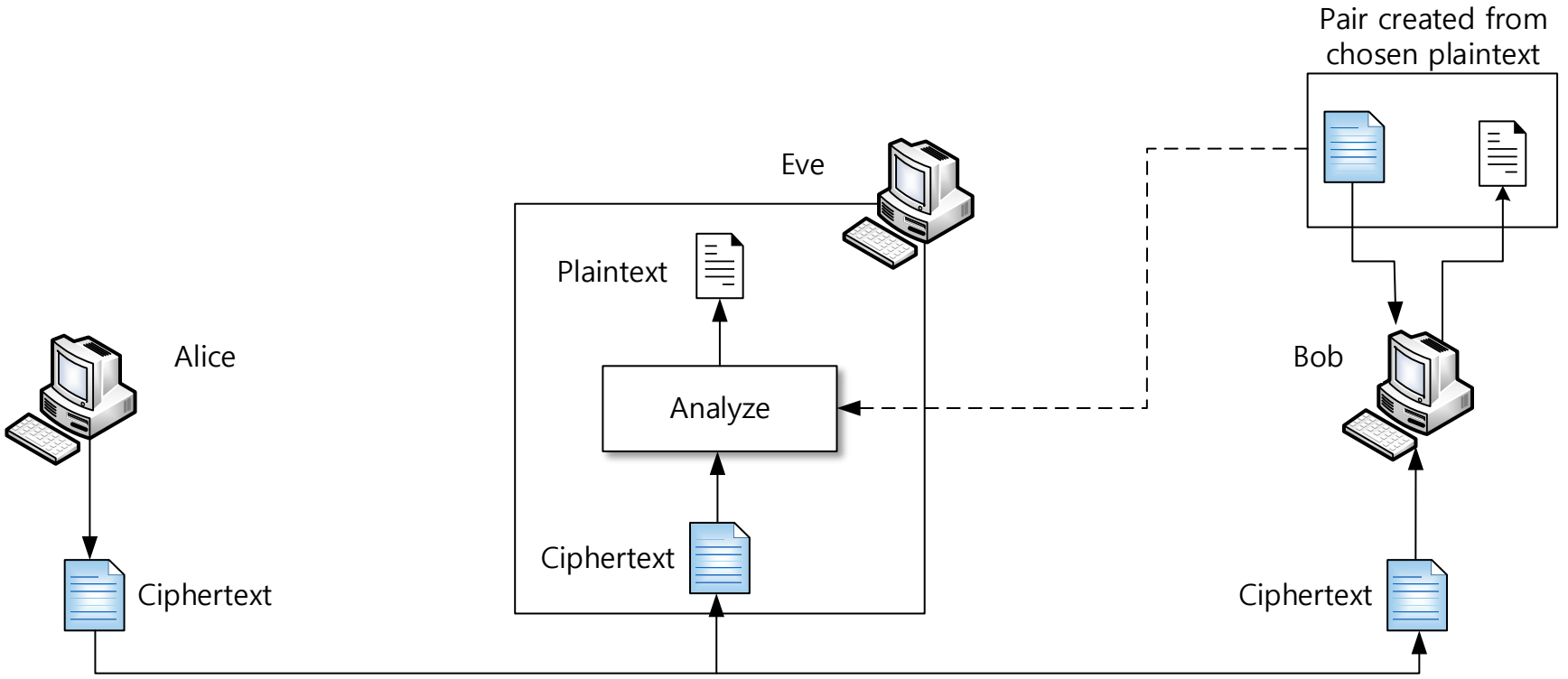
고전 대칭-키 암호

- 개요
  - 암호 해독
    - 선택 평문 공격
      - 공격자에게 주어지는 평문/암호문 쌍은 공격자가 선택한 값
      - 송신자의 컴퓨터에 집적 접속
      - 해독하기 쉽지만 적용 가능한 상황은 드뭄



고전 대칭-키 암호

- 개요
  - 암호 해독
    - 선택 암호문 공격
      - 공격자가 어떤 암호문을 선택하고 그에 대응되는 평문을 얻은 공격
      - 수신자의 컴퓨터에 직접 접속



고전 대칭-키 암호

- 대치 암호
  - 하나의 기호를 다른 기호로 대체하는 암호
  - 단일문자 암호
    - 평문에서 하나의 문자 혹은 기호가 위치와 상관없이 암호문에서 항상 같은 문자 혹은 기호로 대체 (일대일 대응)

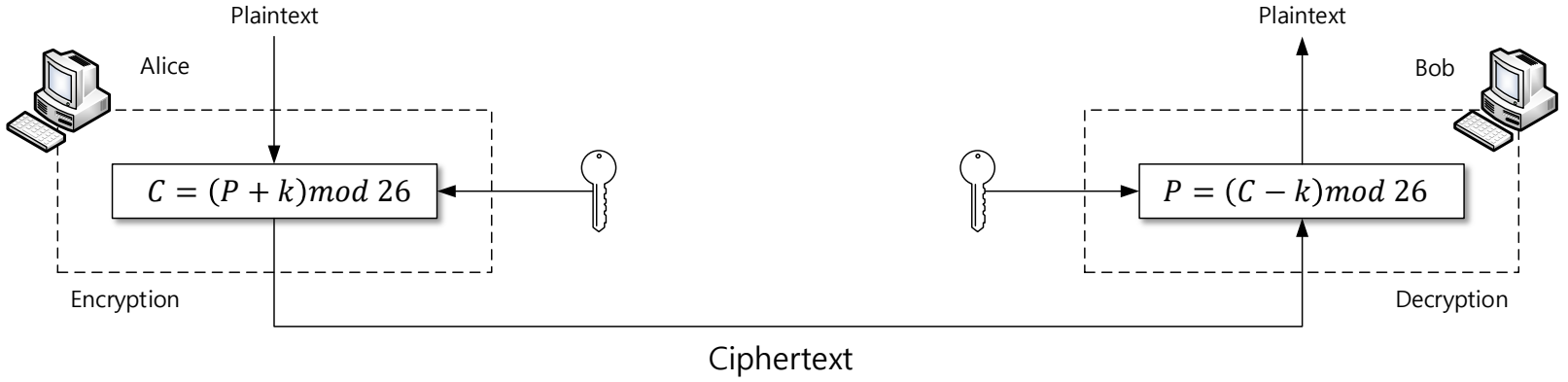
      e.g.,덧셈 암호, 곱셈 암호, 아핀 암호

      e.g.,hello -> KHOOR

고전 대칭-키 암호

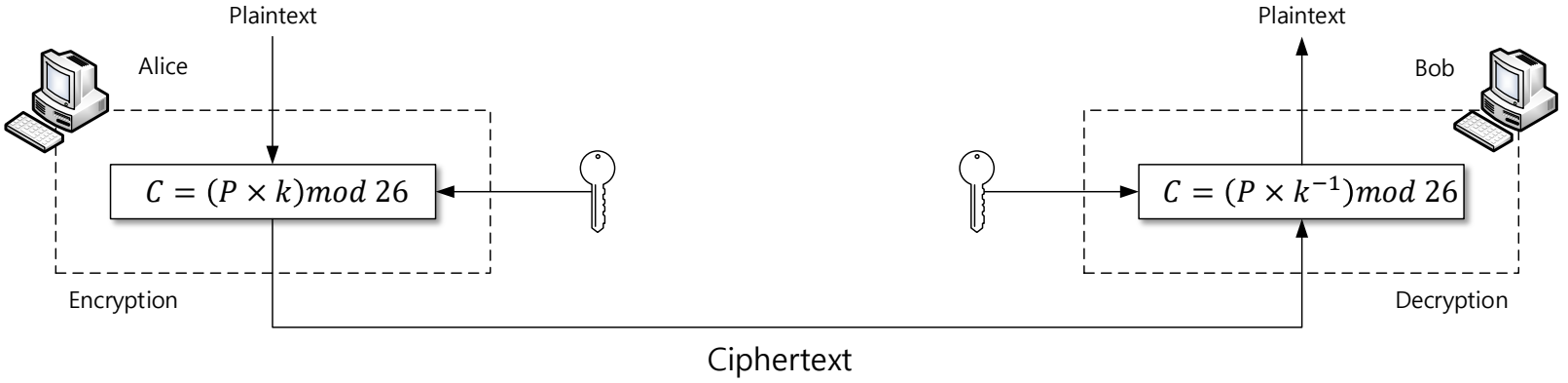
- 대치 암호
  - 단일문자 암호
    - 덧셈 암호
      - 이동 암호 혹은 시저 암호

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25



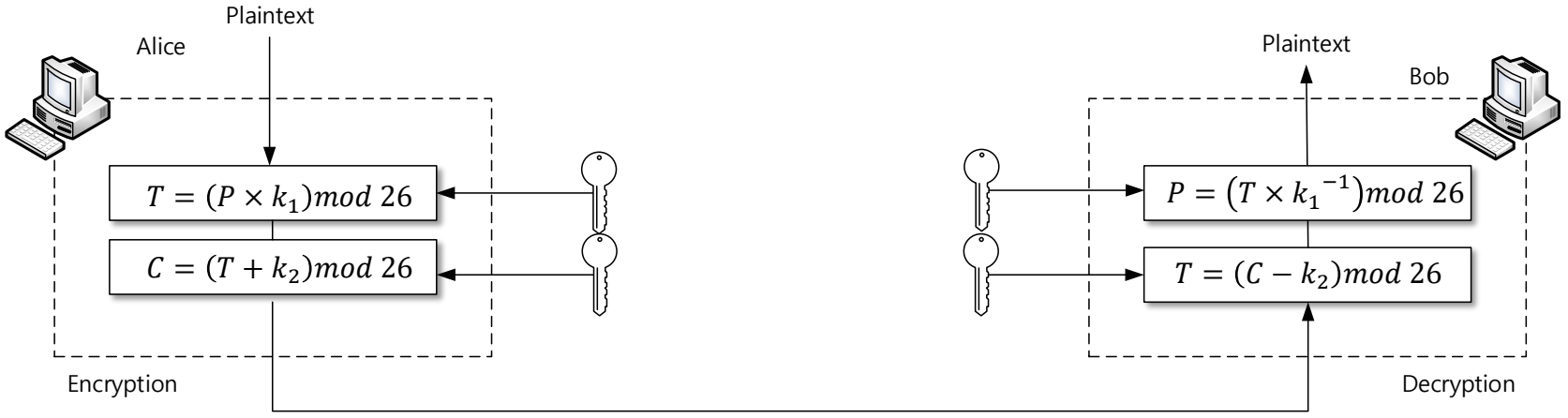
고전 대칭-키 암호

- 대치 암호
  - 단일문자 암호
    - 덧셈 암호
      - 암호 해독
        - 전수조사 공격을 이용한 암호문 단독 공격에 취약
    - 곱셈 암호
      - 복호화는 곱셈의 역원을 이용



고전 대칭-키 암호

- 대치 암호
  - 단일문자 암호
    - 아핀 암호
      - 덧셈 암호와 곱셈 암호를 결합
      - 첫 번째 키는 곱셈 암호에 사용, 두 번째 키는 덧셈 암호에 사용



고전 대칭-키 암호

- 대치 암호
  - 다중문자 암호
    - 각 문자가 여러 다른 문자로 대치되는 암호(일대다 대응)
      e.g., 플레이페어 암호, Vigenere 암호, Hill 암호, Rotor 암호
    - 언어의 문자 빈도를 감춤
    - 자동키 암호
      - 키에 평문을 포함하는 암호
      - $P = P_1P_2P_3 \ldots$ $C = C_1C_2C_3 \ldots$ $K = (K_1, P_1, P_2, \ldots)$
      - 암호화: $C_i = (P_i + K_i) mod 26$ 복호화: $P_i = (C_i - K_i) mod 26$
      - 암호 해독
        - 전수조사 공격에 취약
          - 모든 가능한 경우에 대하여 공격

고전 대칭-키 암호

- 대치 암호
  - 다중문자 암호
    - 플레이페어 암호
      - 5 × 5 행렬로 배열된 25개의 알파벳 문자인 비밀 키
      - 행렬에서 문자의 배열을 다르게 함으로서 서로 다른 비밀 키를 많이 생성 가능
      - 암호 해독
        - 빈도 테스트에 기반한 암호문 단독 공격 가능

L	G	D	B	A
Q	M	H	E	C
U	R	N	I/J	F
X	V	S	O	K
Z	Y	W	T	P

고전 대칭-키 암호

- 대치 암호
  - 다중문자 암호
    - 플레이페어 암호
      - 규칙
        - 한 쌍으로 된 두 문자가 비밀 키의 같은 행에 위치하면, 각각의 문자에 대응되는 암호 문자는 같은 행의 오른쪽에 인접하는 문자
        - 한 쌍으로 된 두 문자가 비밀 키의 같은 열에 위치하면, 각 문자의 대응되는 암호 문자는 같은 열에서 그 아래에 위치한 문자
        - 한 쌍으로 된 두 문자가 비밀 키의 같은 행이나 열에 위치하지 않으면, 각 문자에 대응되는 암호 문자는 그 자신의 행에 있지만 다른 문자와 같은 열에 위치한 문자

L	G	D	B	A
Q	M	H	E	C
U	R	N	I/J	F
X	V	S	O	K
Z	Y	W	T	P

HELLO

He->EC lx->QZ lo->BX

고전 대칭-키 암호

- 대치 암호
  - 다중문자 암호
    - Vigenere 암호
      - 비즈네르 표를 바탕으로 암호문을 만드는 기법
      - $P = P_1P_2P_3 \ldots$ $C = C_1C_2C_3 \ldots$ $K = (K_1, K_{2,\ldots,}K_m)$, $(K_1, K_{2,\ldots,}K_m), \ldots$
      - 암호화: $C_i = (P_i + K_i)$ 복호화: $P_i = (C_i - K_i)$

고전 대칭-키 암호

- 대치 암호
  - 다중문자 암호
    - Vigenere 암호
      - 암호 해독
        - 키의 길이를 찾아내는 방법
          - Kasiski 테스트
            - 최소 3문자로 반복된 원문을 찾아냄
            - 찾아낸 원문들 사이의 거리의 최대 공약수를 찾아내고 그 약수를 이용해 추측

e.g.,

```
  A B C D E F G H I A B C
+ K E Y K E Y K E Y K E Y
-----------------------
  K F A N I D Q L G K F A
```

"키 k의 길이는 9의 약수일 것 "

고전 대칭-키 암호

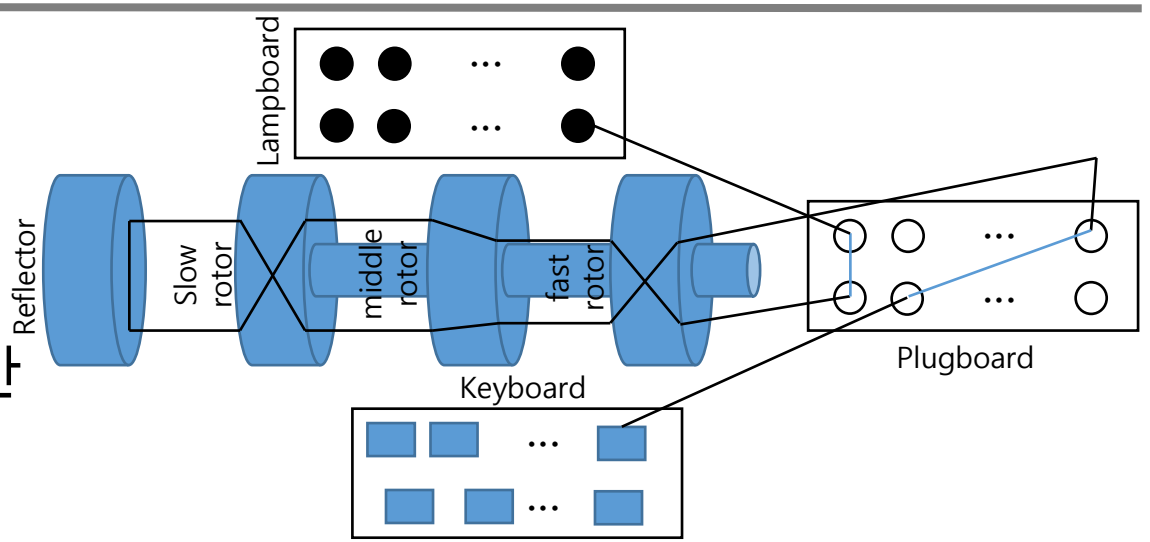
- 대치 암호
  - 다중문자 암호
    - Vigenere 암호
      - 암호 해독
        - 키 자체를 찾아내는 방법
          - 빈도 공격을 포함한 덧셈 암호를 해독하기 위해 사용하는 해독 방법 적용
            e.g., 전수조사, 통계적분석 방법

고전 대칭-키 암호

- 대치 암호
  - 다중문자 암호
    - Hill 암호
      - 암호화시 m개의 문자를 한번에 치환하는 암호방식
      - 행렬을 키로 이용하며, 크기는 m×m의 정사각형
      - $k = \begin{bmatrix} k_{11} & \cdots & k_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ k_{m1} & \cdots & k_{mm} \end{bmatrix}$
      - 키 행렬은 곱셈에 대한 역원을 가져야 복호화 가능
      - 암호 해독
        - M값과 최소 m블록에 대한 평/암호문 쌍을 알고 있다면 알려진 평문 공격 가능

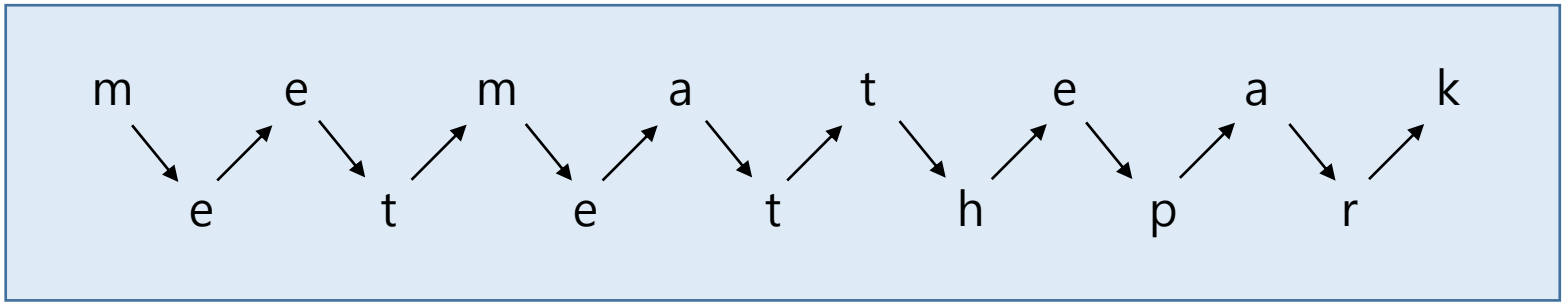
고전 대칭-키 암호

- 대치 암호
  - 다중문자 암호
    - 에니그마 기계
      - Rotor 암호의 원리 기반
      - 주요 요소
        - 키보드
          - 평문을 입력하고 복호화할 때 암호문을 입력하는데 사용
        - 램프 보드
          - 암호문 문자를 보여주고, 복호화할 때 평문 문자를 보여주는데 사용
        - 플러그보드
          - 13개의 전선으로 수동 연결된 26개의 플러그를 가진 보드
          - 구성은 매일 변함
        - Rotor
          - 세 개의 전선으로 연결되어 26개의 문자를 회전할 수 있는 기계
          - 5개의 rotor중에 매일 3개의 rotor 선택
        - 반사경



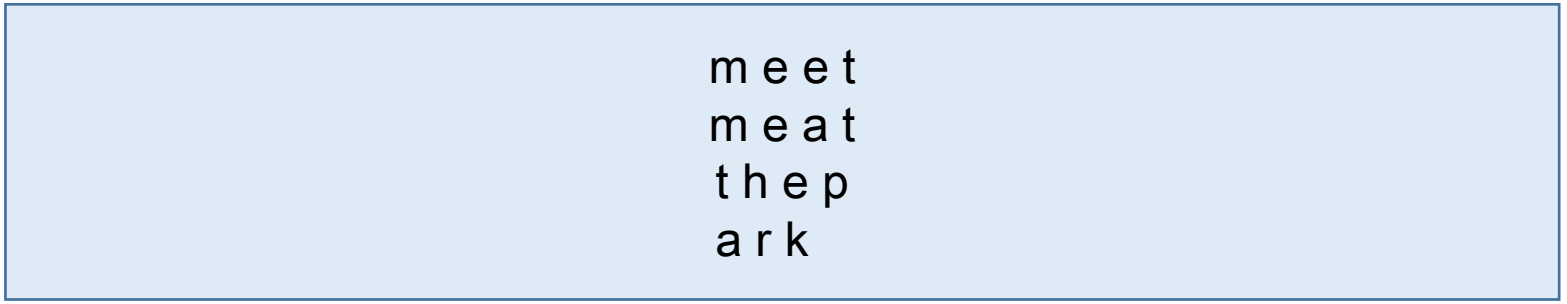
고전 대칭-키 암호

- 전치 암호
  - 기호의 위치를 바꾸는 기법
  - 키가 없는 전치 암호
    - Rail fence 암호
      - Meet me at the park->memateaketethpr



고전 대칭-키 암호

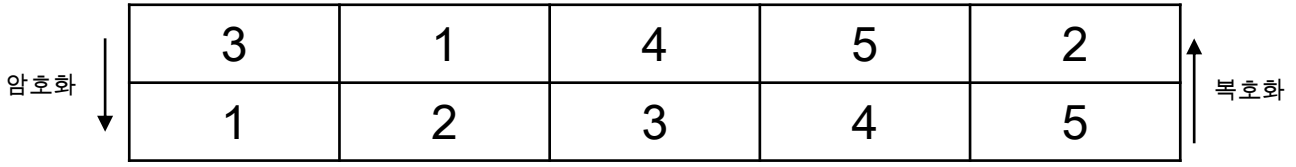
- 전치 암호
  - 키가 없는 전치 암호
    - 행 순서로 표에 기록된 뒤 열 순서로 전송
      - Meet me at the park->mmtaeehreaekttp



고전 대칭-키 암호

- 전치 암호
  - 키가 있는 전치 암호
    - 평문을 블록을 나눈 뒤 각각에 키 적용

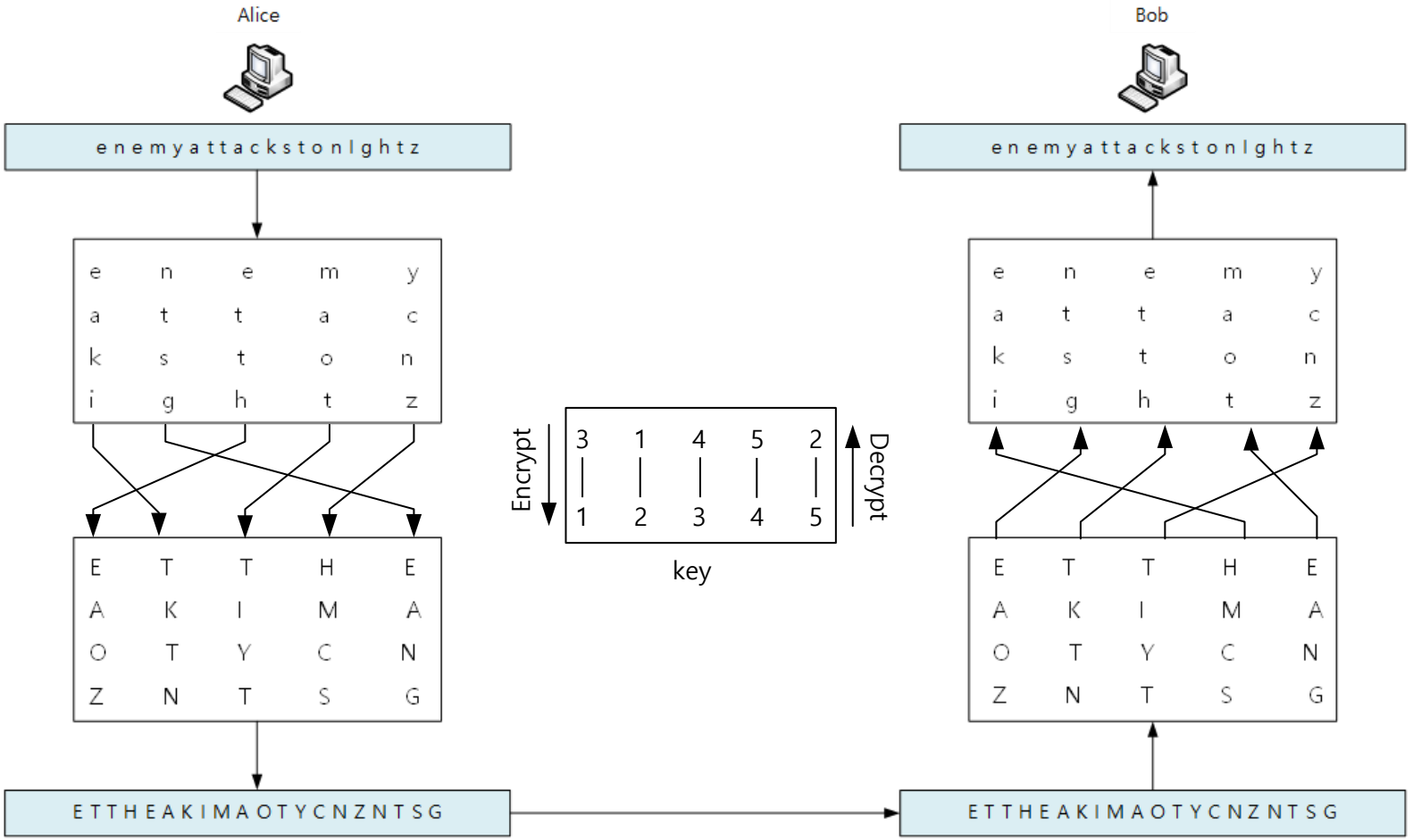
e n e m y	a t t a c	k s t o n	i g h t z



E E M Y N	T A A C T	T K O N S	H I T Z G

고전 대칭-키 암호

- 전치 암호
  - 동작 과정



고전 대칭-키 암호

- 전치 암호
  - 암호 해독
    - 통계적인 공격
      - 단일 문자 빈도 분석 가능
      - 전치 암호는 암호를 재정렬 할 뿐 문자 빈도를 변화 시키지 않음
      - 두 문자열이나 세 문자열의 빈도를 보존하지 않음
    - 전수조사 공격
      - 암호화 할 때 일어날 수 있는 모든 수를 대입하는 공격
      - 암호문의 길이의 인수들을 토대로 열의 개수 추측 가능

        e.g., 20 = 1 × 2 × 2 × 5 (1,2,4,5,10,20)

고전 대칭-키 암호

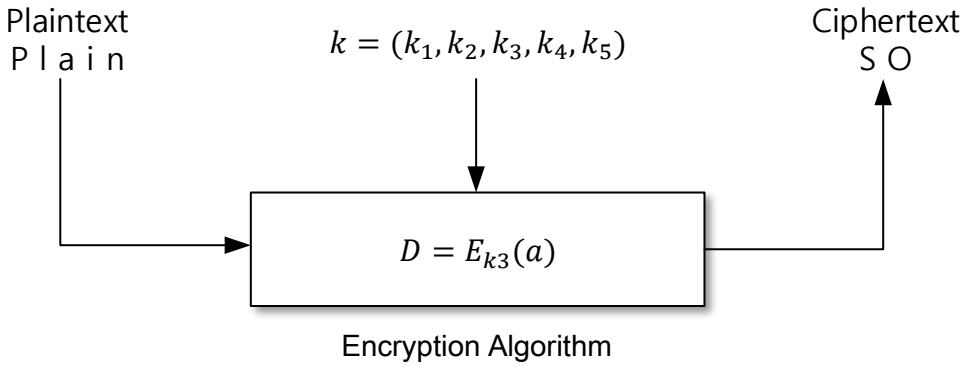
- 전치 암호
  - 암호 해독
    - 패턴 공격
      - 키가 있는 전치 암호로 생성된 암호문은 패턴을 가짐

03 08 13 18 *01 06 11 16* **04 09 14 19** *05 10 15 20* **02 07 12 17**

      - (3,8,13,18),(1,6,11,16),(4,9,14,19),(5,10,15,20),(2,7,12,17)
  - 이중 전치 암호
    - 암호화, 복호화에 사용되었던 알고리즘을 두 번 반복

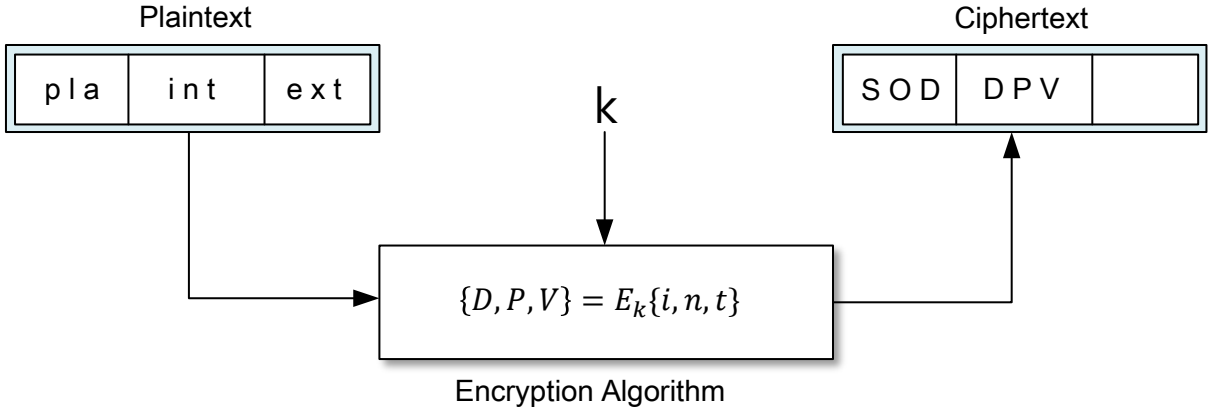
고전 대칭-키 암호

- 스트림 암호와 블록 암호
  - 스트림 암호
    - 유사 난수를 연속적으로 생성하여 암호화
    - 암호화와 복호화는 한 번에 한 개의 기호에 적용
    - 평문 수열 P, 암호문 수열 C, 키 수열 Z
    - 키 수열은 사전에 정의된 수열이거나 알고리즘을 사용하여 한 번에 하나씩 결정되는 값이 될 수 있음



고전 대칭-키 암호

- 스트림 암호와 블록 암호
  - 블록 암호
    - 크기가 m(m>1)인 평문 기호의 그룹을 만들어 암호화하고, 같은 크기의 암호문 그룹을 생성



Thanks!

이 하 늘(haneul@pel.sejong.ac.kr)

부록#1

- 대치 암호
  - 다중문자 암호
    - Vigenere 암호
      - 비즈네르 표

원문	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
1	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A
2	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B
3	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C
4	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D
5	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E
6	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F
7	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G
8	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H
9	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I
10	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
11	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
12	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
13	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
14	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
15	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
16	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
17	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
18	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
19	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
20	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
21	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
22	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
23	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
24	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
25	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
26	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

출처
https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%B9%84%EC%A6%88%EB%84%A4%EB%A5%B4_%EC%95%94%ED%98%B8