기출문제 분석

1. 블록암호 알고리즘을 구성하는 데 사용되는 페이스텔(Feistel) 구조와 SPN 구조에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? [2022년 서울 7급]

① 정상적으로 복호화 과정이 수행되기 위해서 페이스텔 구조의 라운드 함수는 가역적(invertible)이어야 한다.

② 페이스텔 구조를 사용하는 대표적인 블록암호 알고리즘으로 AES가 있다.

③ SPN 구조는 Shannon의 혼동(confusion)과 확산(diffusion)이론을 바탕으로 한 구조이다.

④ SPN 구조의 암호화 과정은 최소 2라운드 반복 수행해야 전체 평문이 암호화된다.

♤ **페이스텔(Feistel) 구조와 SPN 구조**

---

① 정상적으로 복호화 과정이 수행되기 위해서 **페이스텔 구조**의 라운드 함수는 **가역적**(invertible)이어야 한다.**(×)**

→ **페이스텔 구조**는 **역함수**가 **존재하는 구성요소**와 **존재하지 않는 구성요소**를 **모두 사용**할 수 있다.

→ 축소 P-박스와 확장 P-박스는 역함수가 존재하지 않는다.

→ **역함수**를 갖는 함수를 **가역함수**(invertible function) 또는 **일대일** 대응함수라고 한다

→ **SPN 구조**는 **역함수**가 **존재하는 구성요소만을 사용**한다.

→ **SPN 구조** : 축소 P-박스와 확장 P-박스는 역함수가 없으므로 사용 불가능하다.

② 페이스텔 구조를 사용하는 대표적인 블록암호 알고리즘으로 AES가 있다.**(×)**

→ 페이스텔 구조를 사용하는 대표적인 블록암호 알고리즘으로 DES가 있다.

→ AES는 SPN 구조이다.

③ SPN 구조는 Shannon의 **혼동**(confusion)과 **확산**(diffusion) 이론을 바탕으로 한 구조이다.**(○)**

→ **대칭키 암호**는 Shannon의 **혼동**(confusion)과 **확산**(diffusion) 이론을 바탕으로 한 구조이다.

→ **SPN 구조**와 **페이스텔 구조**는 모두 **혼동**과 **확산** 이론을 바탕으로 한 구조이다.

→ **확산**은 암호문과 **평문** 사이의 관계를 알기 어렵게 한다.

→ **혼돈**은 암호문과 **키** 사이의 관계를 알기 어렵게 한다.

④ **SPN 구조**의 암호화 과정은 최소 2라운드 반복 수행해야 전체 평문이 암호화된다.**(×)**

→ AES는 암호키 크기에 따라 10, 12, 14 라운드로 구현된다.

종류	암호키	라운드	라운드 키 수
AES-128	128bit	10	11
AES-192	192bit	12	13
AES-256	256bit	14	15

• 일반적으로 SPN 구조는 암호키 크기에 따라 서로 다른 라운드로 구현된다.

• 라운드 수가 너무 적으면 암호 안전성에 문제가 발생될 수 있고, 쉽게 해독될 수 있다.

정답 : ③

● Feistel 암호 구성요소

Feistel 암호는 **3가지** 타입의 구성요소를 가진다.

〈Feistel 암호가 가지는 3가지 타입의 구성요소〉

① 자기 자신을 역(inverse)으로 갖는 것
② 역함수가 존재하는 것
③ 역함수가 존재하지 않는 것

- Feistel 암호는 역이 존재하지 않는 구성요소를 결합하고,
- 암복호 알고리즘에서 **동일한 구성요소**를 사용한다.

① 자기 자신을 역으로 갖는 것

암복호 과정에서 **동일한 키**를 사용하면, **xor** 연산은 **자기 자신을 역**으로 갖는다.

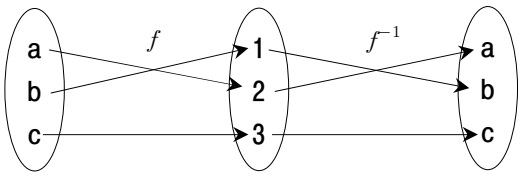
// 예제 : 역연산 – xor 연산의 **역**

```
     0101 ← 평문 p
xor)1001  ← 키(암호키), 암호화 과정
     1100 ← 암호문 c
xor)1001  ← 키(복호키), 복호화 과정
     0101 ← 평문 p
```

- 암복호 알고리즘에서 **동일한 키**를 사용하므로 두 알고리즘은 서로 **역(inverse)** 관계이다.
- c1=c2이면, p1=p2이다.

② 역함수가 존재하는 것

Feistel 구조에서 암복호화는 서로 **역관계**이므로 **역함수가 존재하는 것**을 사용하는 것은 당연하다.



- **예** : 입출력 수가 같은 단순 P-box는 역함수가 존재한다.(**3비트**를 **입력**받아, 3**비트**를 **출력**)

③ 역함수가 존재하지 않는 것

• Feistel 암호는 역이 존재하지 않는 구성요소를 사용한다.
• **역이 존재하지 않는 구성요소**로 설계된 암복호 알고리즘이 어떻게 **서로 역 관계**가 될 수 있는가?
• **배타적 논리합**(xor, ⊕) 연산을 이용하여, **역이 존재하지 않는 구성요소**를 **역 관계**를 만들 수 있다.

// 예제 : 함수 f(key)의 기능이 다음과 같을 때, 평문은 1010이고, key가 101일 때, 암복호 과정은?

함수 f(key)의 기능	• key의 첫 번째와 세 번째의 비트를 추출한다. • 추출한 두 비트를 10진수로 간주하고, 제곱한다. • 제곱한 값을 4bit 2진수로 변환한다.

• 함수 f(key)는 역함수가 존재하지 않는다.(**3비트**를 **입력**받아, **4비트**를 **출력**하므로)

↓

↓**풀이**

↓

함수 f(key)	암복호 과정	암복호 과정을 수식으로 표현	
↓			
함수 f(101)		**암호**	C = P ⊕ f(key) = 1010 ⊕ 1001 = 0011
↓			
11	1010 ← 평문 p		
↓	xor)1001 ← 키(암호키), 암호화 과정		
3	0011 ← 암호문 c		
↓	xor)1001 ← 키(복호키), 복호화 과정		
3^2	1010 ← 평문 p	**복호**	P = C ⊕ f(key) = 0011 ⊕ 1001 = 1010
↓			
9			
↓			
1001			

• C = P ⊕ f(key)에서 "P ⊕ f(key)"를 **혼합기**(mixer)라 한다.
• 함수 f(key)는 역함수가 존재하지 않지만
• 혼합기 "P ⊕ f(key)"는 자기 자신을 역함수로 가진다. - **xor** 연산의 **특징**
• 해서, Feistel 암호는 역이 존재하지 않는 구성요소를 사용할 수 있다.

↓

↓**결론**

↓

역이 존재하지 않는 구성요소로 설계된 암복호 알고리즘이 서로 역 관계가 될 수 있다.