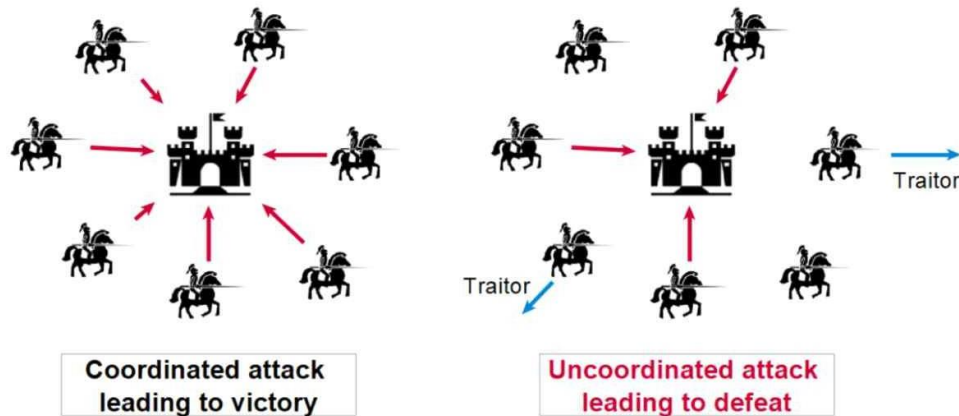


과제 #2

컴퓨터응용설계 ACS33031

비잔틴 합의 문제



비잔틴 합의 문제는 " n 개의 노드로 구성된 집합에 대하여, $n \geq 3f + 1$ 을 충족하면 전달된 메시지에 대한 합의를 도출할 수 있으며, 반대로 $n < 3f + 1$ 이면 합의를 도출할 수 없다"를 일반적인 정의로 두고 있다. <그림 1>과 <그림 2>는 비잔틴 합의 문제의 과정을 보여준다.

[용어 정의]

하나의 집합을 이루는 노드들에 대하여, **노드**:

집합에 참여하는 하나의 시스템

비잔틴 노드: 악의적(Malicious) 또는 그릇된(Fault) 정보를 전달하는 시스템, 본 과제에서는 FAULT 메시지를 전달함.

n : 집합을 구성하는 전체 노드의 개수, **f** : 비잔틴 노드의 개수 **u** ,

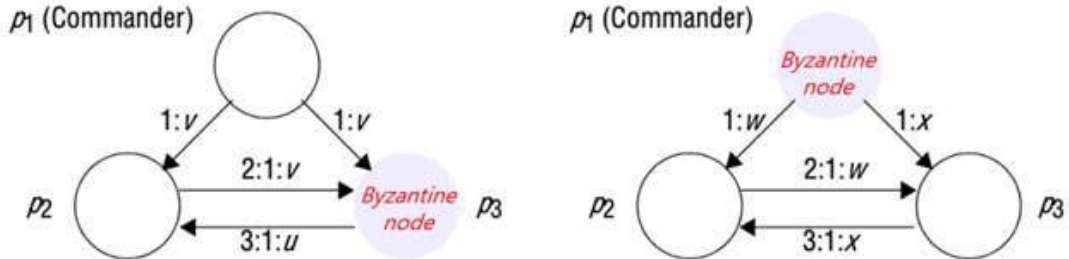
v , w , x : 합의 관련 값을 가진 메시지

$p1(\text{commander})$: 합의 진행 과정을 발생시키는 시스템

[설명]

- $n \geq 3f+1$ 을 충족시키지 못하는 시나리오:

<그림 1>은 3개의 노드로 구성된 집합에 대하여 1개의 비잔틴 노드가 존재한 상황을 나타내며, n 은 3이고 f 가 1인 경우로 표현할 수 있다.



<1:x>는 p1이 합의 메시지 <x>를 전달하는 것을 의미함.
 *<3:1:x>는 p1으로부터 받은 합의 메시지 <x>를 p3가 전달한다는 것을 의미함.

<설명 그림 1> $n \geq 3f+1$ 을 충족시키지 못하는
 시나리오

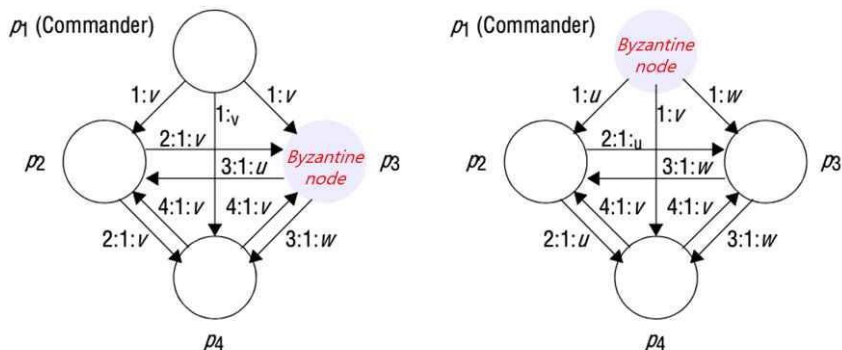
좌측 그림: p1이 전달한 합의 메시지는 <v>이다. 하지만, 비잔틴 노드 p3는 합의 메시지 <v>를 p2에게 전달 해야 하지만 FAULT 메시지 <u>를 전달한다. p2는 합의 메시지를 p1으로부터 <v>, p3로부터 <u>를 받았으므로 수신된 합의 메시지 집합은 {v, u}이므로 **합의를 진행할 수 없다고 인지할 수 있다.** 우측

그림: 비잔틴 노드 p1이 FAULT 메시지를 p2에게 <w>, p3에게 <x>로 전달하였다. p2와 p3는 p1으로부터 전달받은 합의 메시지를 서로에게 전달할 시 p2는 <w>와 <x>, p3는 <w>와 <x>를 가지게됨으로 **합의를 진행할 수 없다고 인지할 수 있다.**

결과적으로, 우리는 n 이 3이고, f 가 1일 시, $n \geq 3f+1$ 을 충족시키지 못하므로 합의를 진행할 수 없다고 인지할 수 있다.

- $n \geq 3f+1$ 을 충족시키는 시나리오:

<그림 2>는 4개의 노드로 구성된 집합에 대하여 1개의 비잔틴 노드가 존재한 상황을 나타내며, n 은 4이고 f 가 1인 경우로 표현할 수 있다.



*<1:w>는 p1이 합의 메시지 <w>를 전달한다는 것을 의미함.
 *<4:1:v>는 p1으로부터 받은 합의 메시지 <x>를 p4가 전달한다는 것을 의미함.

<설명 그림 2> $n \geq 3f+1$ 을 충족시키는 시나리오

좌측 그림: p1은 p2, p3, p4에게 <v>라는 합의 메시지를 전파한다. 하지만, 비잔틴 노드 p3는 p2, p4에게 순차적으로 <u>, <w>로 FAULT 메시지를 전달한다. p2에 대하여, p1으로부터 <v>, p3로부터 <u>, p4로부터 <v>를 받았으므로, 수신한 합의 메시지 집합은 {v, u, v}로 <v>가 더 많으므로, **<v>를 합의**

메시지로 인지할 수 있다.

우측 그림: 비잔틴 노드 p_1 이 p_2 에게 $\langle u \rangle$, p_3 에게 $\langle w \rangle$, p_4 에게 $\langle v \rangle$ 로 FAULT 메시지를 전파한다. p_2 를 보자면, p_1 으로부터 $\langle u \rangle$, p_3 로부터 $\langle w \rangle$, p_4 로부터 $\langle v \rangle$ 를 수신하여 합의 메시지 집합은 $\{u, v, w\}$ 이다. 그렇다면, p_2 는 $\langle u \rangle$ 와 $\langle v \rangle$, $\langle w \rangle$ 가 각각 하나씩 가지고 있으므로, p_1 으로부터 FAULT 메시지가 온 걸 인지 하여 p_1 을 비잔틴 노드로 확정할 수 있다. 또 한, 기존에 p_2, p_3, p_4 가 합의 메시지 집합의 요소 들이 모두 다를 시 특정 합의 메시지를 정할 수 있다. 즉, 합의 메시지 집합이 " $\{u, v, w\}$ 일시 $\langle v \rangle$ 를 합의 메시지로 정하자"를 합의 메시지 발생 전에 규칙을 정할 수 있다.

결과적으로, n 이 4이고, f 가 1일 시, $n \geq 3f+1$ 을 충족 하므로 우리는 합의가 가능한 상태라 고 인지할 수 있다.

[과제]

Commander 컨테이너는 General 컨테이너들에게 특정 값에대한 합의를 진행하려고 한다. 이 때 (그림 1)과 (그림 2)에 대하여, 비잔틴 합의 문제를 기반으로 합의에 대한 가능성을 컨테이너를 통해 구현하고, 도커-컴포즈화 하시오

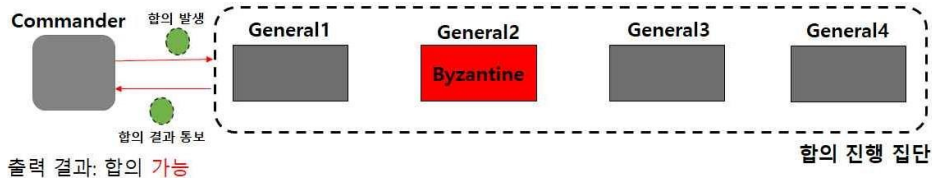
[합의 진행 과정]

- 1) 특정 값은 과제 진행자의 이름으로 하고, 신뢰적인 장군들은 토큰에 <자신의 이름:과제 진행자의 이름>을 기입한다.
- 2) 비잔틴 노드는 토큰에 과제 진행자의 이름을 '홍길동'으로 기입한다.
- 3) 토큰의 값은 누군가가 변경할 수 없다.

● : 토큰



(과제 그림 1) $3f+1$ 보다 작을 때



(과제 그림 2) $3f+1$ 보다 크거나 같을 때

[조건]

- 장군들 중에는 지휘관이 보낸 메시지에 가짜 정보를 기입 하는 배신자가 존재할 수 있다.
- 연락병은 무조건 장군에게 지휘관의 메시지를 전달하며, 지휘관의 메시지를 받은 장군들은 상위 <설명 그림 1>과 <설명 그림 2>와 같이 지휘관이 보낸 메시지를 연락병을 통해 모든 장군들에게 1번씩 전달한다.
- 본 과제에 대하여, <설명 그림 1>과 <설명 그림 2>의 우측 그림과 같은 상황은 발생하지 않는다(Commander컨테이너는 신뢰적이며, 합의 메시지만 발생시킴. 합의 과정은 General 컨테이너들만 진행함).
- 비잔틴 컨테이너는 임의로 하나를 정하고, (과제 그림1) 과 (과제 그림2)에서 비잔틴 합의 문제를 진행하는 컨테이너들은 오직 General 컨테이너들만 진행함. 본 과제에서는 n은 General 컨테이너들의 총 수를 뜻하며 f는 General 컨테이너에서만 지정 가능하다.

[출력 조건]

- 합의 진행 가능/불가능에 대한 결과는 Commander 컨테이너에서 출력 한다.
- 합의 진행 집단에 속하는 General 컨테이너들에 대한 1) <컨테이너 아이디: 과제 진행자의 이름> 출력하고,마지막에 2) <합의 가능 또는 불가능>을 출력한다.

[제출 파일] (그림 1)에 대한 docker-compose.yml, (그림 2)에 대한 docker-compose.yml