

수업 내용 정리 보고서

작성일: 2026년 8월 19일

챕터 구성

- L2/L3 스위치 및 포트 인터페이스의 이해
- FHRP를 통한 게이트웨이 이중화 및 VIP 개념
- HSRP, GLBP, VRRP 프로토콜의 동작 및 비교
- 실무 구성 및 운영 점검 체크리스트

L2/L3 스위치 및 포트 인터페이스의 이해

네트워크 설계의 핵심은 데이터가 목적지까지 끊김 없이 전달되도록 하는 것입니다. 이를 위해 물리적인 포트의 역할(L2/L3)을 정확히 구분하고, 게이트웨이의 장애에 대비하여 여분의 경로를 확보하는 이중화 기술을 이해하는 것이 필수적입니다. 본 장에서는 스위치 포트의 종류와 L3 스위치의 동작 원리, 그리고 게이트웨이 이중화를 위한 FHRP 프로토콜을 다룹니다.

1. 네트워크 계층 구조와 L3 스위치

일반적인 기업 네트워크는 계층적 구조를 가집니다. 실제 호스트(PC, 서버 등)가 연결되는 **액세스 계층(Access Layer)**이 있으며, 이 위로 데이터의 흐름을 제어하는 **디스트리뷰션 계층(Distribute Layer)**과 네트워크의 중심인 **코어망(Core)**이 존재합니다.

최근 실무에서는 소규모 네트워크 환경에서 라우터와 스위치를 별도로 두기보다, 라우팅 기능과 스위칭 기능을 동시에 수행하는 **L3 스위치(Hybrid 방식)**를 주로 사용합니다. L3 스위치는 액세스 계층에서 단순한 스위칭뿐만 아니라 기본적인 라우팅 업무까지 병행할 수 있어 효율적입니다.

2. 포트 인터페이스의 종류: L2 vs L3

스위치의 포트는 어떤 계층(Layer)에서 동작하느냐에 따라 크게 두 가지로 나뉩니다. 가장 중요한 차이점은 **IP 주소 할당 가능 여부**입니다.

L2(Layer 2) 포트

데이터 링크 계층에서 동작하며, MAC 주소를 기반으로 프레임을 전달합니다. L2 포트에는 직접 IP 주소를 설정할 수 없습니다.

- 액세스 포트(Access Port):** 하나의 VLAN에 속하며, 주로 PC와 같은 단말 장치가 연결되는 포트입니다.
- 트렁크 포트(Trunk Port):** 여러 개의 VLAN 트래픽을 하나의 물리적 링크를 통해 전달할 수 있는 포트입니다.

L3(Layer 3) 포트

네트워크 계층에서 동작하며, IP 주소를 기반으로 경로를 결정(Routing)합니다.

- 라우티드 포트(Routed Port):** L2 포트를 L3 포트처럼 동작하게 만든 것으로, 포트 자체에 직접 IP 주소를 할당할 수 있습니다.
- SVI(Switched Virtual Interface):** 물리적인 포트에 IP를 넣는 것이 아니라, **VLAN 인터페이스에 가상으로 IP를 부여**하는 기술입니다. 이를 통해 L2 포트들을 활용하면서도 해당 VLAN의 게이트웨이 역할을 수행할 수 있습니다.

[실무 팁] c3745와 같은 장비가 스위치처럼 동작하려면 반드시 `ip routing` 명령어를 통해 라우터 기능을 활성화해야 합니다. 또한, 특정 포트에 IP를 넣으려고 할 때 `% IP addresses may not be configured on L2 links`라는 오류가 발생한다면, 해당 포트가 아직 L2 모드임을 의미합니다.

3. 게이트웨이 이중화: FHRP (First Hop Redundancy Protocol)

네트워크의 게이트웨이가 단 하나뿐이라면, 해당 장비의 장애 시 전체 네트워크가 고립되는 '단일 장애점(Single Point of Failure)' 문제가 발생합니다. 이를 해결하기 위해 **FHRP**를 사용하여 여러 대의 라우터를 하나의 **가상 IP(VIP, Virtual IP)**로 묶어 관리합니다.

호스트(PC)는 실제 물리적인 라우터의 IP가 아닌 VIP를 게이트웨이로 설정합니다. 이렇게 하면 특정 라우터가 다운되더라도 다른 라우터가 VIP를 즉시 이어받아 서비스 중단을 방지할 수 있습니다.

주요 FHRP 프로토콜 비교

구분	HSRP (Cisco 전용)	GLBP (Cisco 전용)	VRRP (국제 표준)
핵심 목적	게이트웨이 장애 대응 (이중화)	이중화 + 로드밸런싱 (효율성)	다양한 제조사 간 호환성
역할 구분	Active / Standby	AVG / AVF	Master / Backup
주요 특징	하나의 Active 장비만 동작	ARP 응답을 조절해 트래픽 분산	HSRP와 원리는 유사하나 표준임

① HSRP (Hot Standby Router Protocol)

하나의 라우터를 **Active**로 선정하여 트래픽을 처리하게 하고, 다른 라우터는 **Standby** 상태로 대기합니다. Active 장비에 문제가 생기면 Standby 장비가 즉시 역할을 이어받습니다.

- 가상 MAC 주소:** HSRP 그룹이 생성되면 `07:AC:XX` 형태의 가상 MAC 주소가 생성됩니다. (XX는 그룹 번호)
- 우선순위(Priority)와 선점(Preempt):** 우선순위가 높은 장비가 Active가 됩니다. `preempt` 옵션을 설정하면, 기존에 Standby였던 장비가 복구되었을 때 다시 우선순위를 근거로 Active 자리를 되찾아올 수 있습니다.
- 트래킹(Track):** 특정 인터페이스(예: f0/0)의 상태를 감시하여, 해당 포트가 죽으면 우선순위를 낮추어 자동으로 Standby 장비에게 역할을 넘기도록 설정할 수 있습니다.

② GLBP (Gateway Load-Balancing Protocol)

HSRP가 한 대의 장비만 사용하게 하여 자원 낭비가 발생하는 점을 개선한 프로토콜입니다. 여러 대의 라우터를 동시에 사용하여 **로드밸런싱(Load Balancing)**을 수행합니다.

- **AVG (Active Virtual Gateway):** ARP 요청을 처리하는 '대표자'입니다. 호스트의 ARP 요청에 대해 각 라우터(AVF)의 가상 MAC 주소를 번갈아 가며 알려 줌으로써 트래픽을 분산시킵니다.
- **AVF (Active Virtual Forwarder):** 실제로 데이터를 전달(Forwarding)하는 '일꾼'입니다.
- **작동 원리:** AVG가 ARP Reply를 보낼 때 서로 다른 AVF의 MAC 주소를 전달함으로써, 호스트들이 서로 다른 게이트웨이로 데이터를 보내게 유도합니다.

③ VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol)

HSRP의 **국제 표준 버전**입니다. Cisco 장비와 타 제조사(Juniper, HP 등) 장비가 혼합된 환경에서는 반드시 VRRP를 사용해야 합니다. HSRP와 동작 방식은 매우 유사하지만, 용어(Master/Backup)와 세부 동작(가상 MAC 포맷 등)에서 미세한 차이가 있습니다.

4. 실무 및 시험 핵심 요약

[혼한 실수 및 주의사항]

- **L2 포트에 IP 설정 시도:** L2 포트(Access/Trunk)에는 IP를 직접 넣을 수 없습니다. IP가 필요하다면 SVI를 만들거나 포트를 L3 모드(Routed Port)로 변경해야 합니다.
- **GLBP의 한계:** GLBP는 ARP 동작 방식을 활용한 기술이므로 상태 관리가 복잡할 수 있습니다. 표준적인 관점에서는 한 L2 네트워크에 하나의 게이트웨이가 존재하는 것이 원칙이기에, 대규모 환경에서는 L3 단계에서의 로드밸런싱을 더 권장하기도 합니다.
- **Preempt 미설정 시 문제:** 장애가 발생했던 장비가 다시 살아나도, 자동으로 Active 자리를 가져오지 못해 네트워크 효율이 떨어질 수 있습니다. 이를 방지하기 위해 preempt 설정을 검토해야 합니다.

[학습 확인 질문]

1. L2 포트와 L3 포트의 가장 결정적인 차이점은 무엇인가?
2. SVI(Switched Virtual Interface)를 사용하는 이유는 무엇인가?
3. HSRP에서 Standby 장비가 Active 역할을 이어받기 위해 필요한 조건은?
4. GLBP에서 AVG와 AVF의 역할 차이는 무엇인가?
5. 여러 제조사의 라우터를 함께 사용하는 환경에서 적합한 FHRP 프로토콜은?

FHRP를 통한 게이트웨이 이중화 및 VIP 개념

네트워크 설계에서 단일 게이트웨이(Default Gateway)는 **단일 장애점(Single Point of Failure)**이 될 위험이 큼니다. 만약 게이트웨이 역할을 하는 장비에 장애가 발생하면, 해당 네트워크에 속한 모든 호스트는 외부 네트워크로 나갈 경로를 잃게 됩니다. 이를 방지하기 위해 사용하는 기술이 바로 **FHRP(First Hop Redundancy Protocol, 첫 번째 홉 중복 프로토콜)**입니다.

게이트웨이 이중화의 기반: L3 스위칭과 SVI

FHRP를 이해하기 위해서는 먼저 스위치와 라우터의 경계, 그리고 포트의 특성을 이해해야 합니다. 일반적으로 L2(Layer 2) 포트는 IP 주소를 직접 할당할 수 없지만, 이를 L3(Layer 3)처럼 동작하게 만드는 기술이 필요합니다.

- **L3 포트(Routed Port):** 포트 자체에 IP 주소를 직접 할당할 수 있는 포트입니다.
- **SVI(Switched Virtual Interface):** L2 포트에 VLAN을 설정하고, 해당 VLAN 인터페이스에 IP를 부여하여 가상 인터페이스를 만드는 기술입니다. L3 스위치에서 게이트웨이 역할을 수행할 때 주로 사용됩니다.
- **L3 스위치:** 스위칭 기능과 라우팅 기능을 동시에 수행하는 장비로, 주로 Access Layer나 Distribution Layer에서 하이브리드 형태로 사용됩니다.

VIP(Virtual IP)의 개념과 역할

FHRP의 핵심은 호스트(PC 등)에게 실제 물리적인 장비의 IP가 아닌, **VIP(Virtual IP, 가상 IP)**를 게이트웨이 주소로 알려주는 것입니다.

만약 게이트웨이가 두 대(A, B)일 때 호스트에게 각각의 IP를 알려준다면, A가 고장 났을 때 모든 호스트의 게이트웨이 설정을 B로 수동 변경해야 하는 대혼란이 발생합니다. 하지만 FHRP를 통해 **두 장비가 하나의 VIP를 공유**하게 하면, 특정 장비가 다운되더라도 호스트는 동일한 VIP를 바라보고 있으므로 설정 변경 없이 즉시 다른 장비(Backup/Standby)를 통해 통신을 이어갈 수 있습니다.

FHRP의 주요 프로토콜 비교

FHRP는 목적(단순 이중화 vs 로드밸런싱)과 벤더 종속성에 따라 여러 종류로 나뉩니다.

구분	HSRP (Hot Standby Router Protocol)	GLBP (Gateway Load-Balancing Protocol)	VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol)
주요 목적	단순 게이트웨이 이중화	게이트웨이 이중화 + 로드밸런싱	
벤더 지원	Cisco 전용	Cisco 전용	국제 표준 (멀티 벤더 환경)
역할 명칭	Active / Standby	AVG / AVF	Master / Backup
특징	한 대의 Active 장비만 동작	여러 대가 동시에 트래픽 처리	HSRP와 유사하나 표준 사양 준수

상세 프로토콜 동작 원리

1. HSRP (Hot Standby Router Protocol)

가장 기본적인 이중화 방식으로, 여러 대의 라우터 중 우선순위(Priority)가 가장 높은 장비를 **Active**로 선정하여 트래픽을 처리하고, 나머지는 **Standby** 상태로 대기합니다.

- 가상 MAC 주소: HSRP 그룹이 생성되면 고유한 가상 MAC 주소가 생성됩니다. (예: 07:AC:XX:XX:XX:XX에서 마지막 XX는 그룹 번호)
- 장애 대응: Active 장비에 장애가 발생하면 Standby 장비가 이를 감지하고 즉시 Active 역할을 이어받습니다.
- 설정 예시:

```
interface vlan 10
 standby 1 ip 4.1.1.254          ! 가상 IP(VIP) 설정
 standby 1 priority 105         ! 우선순위 설정 (높을수록 Active 확률 증가)
 standby 1 preempt delay minimum 5 ! 선점 기능 및 지연 시간 설정
```

2. GLBP (Gateway Load-Balancing Protocol)

HSRP가 한 대의 장비만 사용하도록 제한하는 것과 달리, GLBP는 여러 대의 장비가 동시에 게이트웨이 역할을 수행하여 **로드밸런싱(Load Balancing)**을 구현합니다. 이는 ARP(Address Resolution Protocol)의 동작 방식을 활용한 방식입니다.

- AVG (Active Virtual Gateway): ARP Request를 처리하는 역할입니다. 호스트가 "게이트웨이 MAC 주소가 뭐야?"라고 물으면, AVG는 여러 대의 AVF 중 하나를 골라 그 장비의 가상 MAC 주소를 응답합니다.
- AVF (Active Virtual Forwarder): 실제로 호스트의 데이터를 받아 외부로 전달(Forwarding)하는 일꾼 역할을 합니다.
- 로드밸런싱 메커니즘: AVG가 ARP Reply를 보낼 때, AVF들의 가상 MAC 주소를 번갈아 가며(Round-robin 등) 알려줌으로써 호스트들이 서로 다른 게이트웨이 장비로 접속하게 유도합니다.

3. VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol)

HSRP의 국제 표준 버전입니다. Cisco 장비와 타사(Juniper, HP 등) 장비가 혼합된 네트워크 환경에서는 반드시 VRRP를 사용해야 합니다. HSRP와 동작 원리는 매우 유사하지만, 용어(Master/Backup)와 세부적인 구현(가상 MAC 포맷 등)에서 차이가 있습니다.

핵심 운영 파라미터 및 주의사항

- Preempt (선점): 우선순위가 더 높은 장비가 복구되었을 때, 현재 Active인 장비로부터 역할을 다시 빼앗아 오는 기능입니다. 이 설정이 없으면 성능이 더 좋은 장비가 살아나도 기존의 낮은 성능 장비가 계속 Active 역할을 수행하게 됩니다.
- Priority (우선순위): 어떤 장비가 주 게이트웨이가 될지 결정하는 척도입니다.
- Track (상태 감시): 라우터의 특정 인터페이스(예: 외부망과 연결된 f0/0)가 다운되었을 때, 해당 라우터의 우선순위를 강제로 낮추어 자동으로 Standby 장비에게 역할을 넘기도록 하는 기능입니다.
- 주의사항: GLBP는 ARP 동작을 활용하기 때문에 상태 관리가 복잡하며, 특정 상황에서 상위 레이어의 세션이 끊길 가능성이 존재합니다. 따라서 표준을 준수하는 설계에서는 L3 단계에서의 로드밸런싱이나 VRRP Multi-Group 방식을 고려하기도 합니다.

실무 및 시험 대비 체크리스트

FHRP 설정을 검증하거나 설계할 때 다음 항목을 반드시 확인하십시오.

- VIP 중복 확인: 설정한 VIP가 네트워크 내의 다른 물리적 인터페이스 IP와 중복되지 않는가?
- 우선순위 검증: show standby brief(HSRP) 또는 관련 명령어를 통해 어떤 장비가 Active/Master인지 확인했는가?
- Preempt 설정 여부: 장비 복구 시 의도한 대로 우선순위가 높은 장비가 역할을 가져오는가?
- Tracking 동작: 외부 링크 장애 시 실제로 우선순위가 낮아지며 Failover가 발생하는가?
- 멀티 벤더 환경: 장비 제조사가 다르다면 HSRP/GLBP가 아닌 VRRP를 사용했는가?

HSRP, GLBP, VRRP 프로토콜의 동작 및 비교

네트워크 설계에서 단일 게이트웨이(Gateway)의 장애는 해당 네트워크에 연결된 모든 호스트의 외부 통신 단절을 의미합니다. 이를 방지하기 위해 여러 대의 라

우터를 하나의 가상 그룹으로 묶어, 장애 시 즉각적으로 역할을 넘겨받을 수 있도록 하는 기술을 **FHRP (First Hop Redundancy Protocol, 첫 번째 홉 이중화 프로토콜)**라고 합니다.

1. FHRP의 핵심 개념: 게이트웨이 이중화

FHRP의 목적은 호스트가 사용하는 게이트웨이 IP 주소를 하나로 고정하면서, 실제 물리적인 장비는 여러 대를 운용하여 **여분(Redundancy)**을 확보하는 것입니다. 이때 사용하는 가상 IP를 **VIP (Virtual IP)**라고 하며, 호스트는 물리 장비의 실제 IP가 아닌 이 VIP를 게이트웨이로 설정합니다.

- **이중화의 이점:** 특정 라우터에 장애가 발생해도 VIP를 관리하는 다른 라우터가 즉시 역할을 이어받아 서비스 연속성을 보장합니다.
- **로드밸런싱 (Load Balancing):** 단순히 장애에 대비하는 것을 넘어, 여러 대의 게이트웨이를 동시에 활용하여 트래픽을 분산시키는 기능도 포함될 수 있습니다.

2. HSRP (Hot Standby Router Protocol)

HSRP는 Cisco 전용 프로토콜로, 여러 대의 라우터 중 하나의 대표 게이트웨이를 선정하여 사용하는 방식입니다.

동작 원리 및 역할

HSRP 그룹 내의 라우터들은 우선순위(Priority)에 따라 역할을 나눕니다.

- **Active (활성):** 실제로 호스트의 트래픽을 처리하며 VIP와 가상 MAC 주소를 사용하는 주 장비입니다.
- **Standby (대기):** Active 장비에 장애가 발생할 경우를 대비해 대기하는 장비입니다.
- **Speak (경합):** 어떤 장비가 Active가 될지 결정하기 위해 우선순위를 바탕으로 서로 상태를 확인하고 경합하는 과정입니다.

HSRP는 그룹마다 고유한 **가상 MAC 주소**를 생성하여 사용합니다. (예: 07:AC:XX:XX:XX:XX에서 마지막 XX는 HSRP 그룹 번호를 의미함)

주요 설정 및 기능

실무에서는 장애 감지 및 복구의 정밀도를 높이기 위해 다음과 같은 옵션을 함께 사용합니다.

- **Preempt (선점):** 우선순위가 더 높은 장비가 네트워크에 다시 복구되었을 때, 현재 Active인 장비로부터 주도권을 즉시 뺏어오는 기능입니다. **delay** 옵션을 통해 복구 직후 불안정한 상태를 방지할 수 있습니다.
- **Track (추적):** 라우터의 특정 인터페이스(예: 외부망과 연결된 f0/0)가 다운될 경우, 해당 라우터의 우선순위를 자동으로 낮추어 Standby 장비가 Active가 되도록 유도하는 기능입니다.

```
! HSRP 설정 예시
interface vlan 10
 standby 1 ip 4.1.1.254           ! 가상 IP(VIP) 설정
 standby 1 priority 105           ! 우선순위 설정 (기본값 100)
 standby 1 preempt delay minimum 5 ! 선점 기능 및 지연 시간 설정
 standby 1 track f0/0             ! f0/0 인터페이스 상태 추적
```

3. GLBP (Gateway Load-Balancing Protocol)

HSRP가 하나의 Active 장비만 사용하는 것과 달리, GLBP는 Cisco 전용 프로토콜로서 여러 대의 라우터를 동시에 활용하여 **로드밸런싱**을 수행합니다.

핵심 구성 요소

GLBP는 ARP(Address Resolution Protocol) 응답 과정을 조작하여 트래픽을 분산합니다.

- **AVG (Active Virtual Gateway):** 그룹 내에서 ARP 요청을 받는 대표 장비입니다. 호스트에게 ARP Reply를 보낼 때, 어떤 **AVF**의 MAC 주소를 알려줄지 결정하여 로드밸런싱을 주도합니다.
- **AVF (Active Virtual Forwarder):** 실제로 호스트로부터 받은 데이터를 목적지로 전달(Forwarding)하는 역할을 수행하는 개별 장비들입니다.

로드밸런싱 메커니즘 및 주의사항

AVG는 ARP 요청이 들어올 때마다 AVF들의 가상 MAC 주소를 번갈아 가며(Round-robin 방식 등) 응답합니다. 결과적으로 호스트들은 서로 다른 가상 MAC 주소를 게이트웨이로 인식하게 되어 트래픽이 분산됩니다.

주의사항: 로드밸런싱은 호스트가 새로운 ARP 요청을 보낼 때(캐시 만료 시) 발생합니다. 따라서 이미 ARP 테이블에 특정 MAC 주소가 등록된 호스트는 기존 게이트웨이만 계속 사용하게 됩니다. 특정 호스트에게 항상 동일한 게이트웨이를 할당하려면 **host-dependent** 옵션을 사용해야 합니다.

```
! GLBP 설정 예시
interface vlan 10
 glbp 1 ip 4.1.1.254              ! 가상 IP 설정
 glbp 1 weighting track 1 decrement 10 ! 인터페이스 상태에 따른 가중치 조절
 glbp 1 load-balancing round-robin  ! 라운드 로빈 방식 로드밸런싱 적용
```

4. VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol)

VRRP는 HSRP와 매우 유사한 동작 원리를 가지지만, 특정 제조사에 종속되지 않는 **국제 표준 프로토콜**입니다.

- **범용성:** Cisco 외에 다른 제조사의 라우터가 혼합된 환경에서는 HSRP 대신 반드시 VRRP를 사용해야 합니다.
- **용어 차이:** HSRP의 Active/Standby 역할이 VRRP에서는 **Master/Backup**으로 불립니다.
- **한계점:** 국제 표준상 하나의 L2 네트워크에는 하나의 게이트웨이만 존재하는 것을 원칙으로 하기에, GLBP와 같은 형태의 표준화된 로드밸런싱 프로토콜은 존재하지 않습니다. (대신 VLAN별로 Master를 다르게 지정하는 Multi-Group 방식을 사용합니다.)

5. 프로토콜 종합 비교

구분	HSRP	GLBP	VRRP
표준 여부	Cisco 전용	Cisco 전용	국제 표준
주요 역할	Active / Standby	AVG / AVF	Master / Backup
로드밸런싱	불가 (단일 Active)	지원 (ARP 조작 방식)	제한적 (Multi-Group 활용)
특징	가장 널리 쓰이는 Cisco 방식	트래픽 분산 효율성 높음	멀티 벤더 환경 필수

[실무 및 시험 대비 체크리스트]

네트워크 구축 및 트러블슈팅 시 다음 사항을 반드시 점검하십시오.

1. **우선순위 및 선점(Preempt) 확인:** 고사양 장비가 복구되었음에도 불구하고 저사양 장비가 계속 Active라면 **preempt** 설정이 누락되었는지 확인하십시오.
2. **인터페이스 추적(Track) 동작:** 외부망(WAN) 장애 시 내부망 게이트웨이 역할이 정상적으로 전환되는지 **track** 설정과 우선순위 변동을 확인하십시오.
3. **상태 확인 명령어:**
 - HSRP: `show standby brief`
 - GLBP: `show glbp brief`
4. **L2/L3 구분:** FHRP는 L2 네트워크의 게이트웨이 이중화를 위해 사용됩니다. 설정하려는 인터페이스가 SVI(VLAN 인터페이스)인지, 아니면 Routed Port인지 확인하여 적절한 IP 설정 방식을 선택하십시오.

실무 구성 및 운영 점검 체크리스트

네트워크 설계 시 단일 게이트웨이(Single Gateway)는 장비 장애 시 해당 네트워크 전체의 통신을 마비시키는 **단일 장애점(SPOF, Single Point of Failure)**이 됩니다. 이를 방지하기 위해 여러 대의 라우터를 하나의 가상 게이트웨이로 묶어 운영하는 기술을 **FHRP(First Hop Redundancy Protocol)**라고 합니다. 본 장에서는 실무 환경에서 FHRP를 구성할 때 반드시 확인해야 할 기초 설정부터 프로토콜별 세부 운영 점검 항목을 다룹니다.

1. L3 기반 네트워크 기초 구성 점검

FHRP를 설정하기 전, 장비가 라우팅 기능을 수행할 수 있는 상태인지, 그리고 가상 인터페이스가 정상적으로 생성되었는지 확인해야 합니다.

- **라우팅 기능 활성화 여부:** L3 스위치(예: c3745)를 사용할 경우, 단순 스위칭 모드가 아닌 라우팅 모드로 동작하도록 `ip routing` 명령어가 설정되어 있어야 합니다. 이 설정이 누락되면 L3 인터페이스 간의 패킷 전달이 불가능합니다.
- **인터페이스 유형 확인:**
 - **Routed Port:** L2 포트를 L3 포트로 전환하여 직접 IP를 할당한 경우입니다.
 - **SVI (Switched Virtual Interface):** L2 포트들에 VLAN을 할당하고, 해당 VLAN 인터페이스(예: `int vlan 10`)에 IP를 할당하여 가상 인터페이스를 사용하는 방식입니다. FHRP는 주로 이 SVI 위에서 동작합니다.
- **VLAN 및 L2 환경:** FHRP는 동일한 L2 네트워크(VLAN) 내에 있는 장비들끼리만 협상할 수 있습니다. 각 장비가 동일한 VLAN에 속해 있는지 확인하십시오.

2. HSRP(Hot Standby Router Protocol) 운영 점검

Cisco 전용 프로토콜인 HSRP는 하나의 **Active** 장비와 하나의 **Standby** 장비를 두어 이중화를 구현합니다. 호스트는 장비의 물리 IP가 아닌 **VIP(Virtual IP)**를 게이트웨이로 사용합니다.

점검 항목	설명 및 확인 방법	주의사항
VIP 설정 일치	모든 참여 장비가 동일한 가상 IP(VIP)를 공유하고 있는지 확인합니다.	VIP가 다르면 호스트가 올바른 게이트웨이를 찾을 수 없습니다.
Priority(우선 순위)	standby [group] priority [value] 명령어로 설정된 값이 Active 선정을 위한 기준이 됩니다.	값이 높을수록 Active가 될 확률이 높습니다.
Preempt(선점)	장애 후 복구된 장비가 다시 Active 역할을 가져오도록 설정되어 있는지 확인합니다.	preempt delay를 설정하여 인터페이스 안정화 후 역할을 가져오게 하는 것이 권장됩니다.
Object Tracking	standby [group] track [interface]를 통해 상위 링크(WAN 등)의 상태를 감시하는지 확인합니다.	상위 링크 장애 시 우선순위를 낮추어 Standby로 역할을 넘겨줘야 합니다.
상태 확인 명령	show standby brief를 통해 현재 어떤 장비가 Active인지, 어떤 장비가 Standby인지 즉시 확인합니다.	Standby 상태인 장비가 있어야 장애 시 즉각 대응이 가능합니다.

3. GLBP(Gateway Load-Balancing Protocol) 운영 점검

HSRP가 '대기' 상태의 장비를 활용하지 못하는 단점을 보완하여, 여러 게이트웨이를 동시에 사용하여 부하를 분산하는 프로토콜입니다. ARP 응답 방식을 이용한 트릭을 사용하여 로드밸런싱을 수행합니다.

- **AVG(Active Virtual Gateway) 역할:** ARP Request를 처리하여 호스트에게 어떤 AVF의 MAC 주소를 알려줄지 결정합니다. AVG가 정상 동작해야 로드밸런싱이 시작됩니다.
- **AVF(Active Virtual Forwarder) 역할:** 실제로 패킷을 전달하는 실무자입니다. 모든 AVG는 AVF 역할도 겸할 수 있습니다.
- **로드밸런싱 방식 확인:** glbp [group] load-balancing round-robin 설정을 통해 호스트들에게 MAC 주소를 번갈아 가며 할당하는지 확인합니다.
- **Weighting(가중치) 설정:** glbp weighting 설정을 통해 인터페이스 상태에 따라 AVF로서의 성능(가중치)을 동적으로 조절하는지 점검합니다. 가중치가 임계치 아래로 떨어지면 해당 장비는 일꾼(AVF) 역할을 수행할 수 없습니다.

4. VRRP(Virtual Router Redundancy Protocol) 운영 점검

HSRP의 국제 표준 버전으로, 서로 다른 제조사의 장비를 혼용하는 환경(Multi-vendor)에서 필수적으로 사용됩니다.

- **용어 매칭 확인:** HSRP의 *Active/Standby* 용어가 VRRP에서는 **Master/Backup**으로 사용됨을 인지하고 설정값을 대조해야 합니다.
- **표준 준수 여부:** 특정 제조사의 독자적인 기능이 아닌, 표준 프로토콜 기능을 사용하여 기기종 장비 간의 협상(Negotiation)이 정상적으로 이루어지는지 확인합니다.

[종합] 실무 운영 핵심 체크리스트

현장에서 FHRP 장애가 발생하거나 설정을 변경할 때, 다음 순서로 점검하십시오.

1. **L3 연결성:** 각 장비의 SVI(VLAN Interface)에 IP가 정상 할당되어 있는가? ip routing이 활성화되었는가?
2. **VIP 및 가상 MAC:** 호스트가 사용하는 게이트웨이 IP(VIP)가 실제 장비들의 설정값과 일치하는가? HSRP/GLBP에 의해 생성된 가상 MAC 주소가 정상적으로 ARP 테이블에 등록되는가?
3. **우선순위 및 선점:** priority 값이 의도한 대로 설정되었는가? 장애 복구 시 preempt 기능에 의해 장비가 제 역할을 찾아가는가?
4. **감시 및 연동:** track 기능이 인터페이스나 라우팅 경로의 상태를 정확히 반영하여 우선순위를 조정하고 있는가?
5. **부하 분산(GLBP 사용 시):** ARP 요청에 대해 각 호스트가 서로 다른 가상 MAC을 할당받아 트래픽이 분산되고 있는가?

실무 팁: GLBP는 ARP 동작 방식을 활용하므로, 호스트의 ARP 캐시가 만료되기 전까지는 로드밸런싱 효과가 나타나지 않을 수 있습니다. 테스트 시에는 호스트의 ARP 테이블을 초기화하며 확인하십시오.