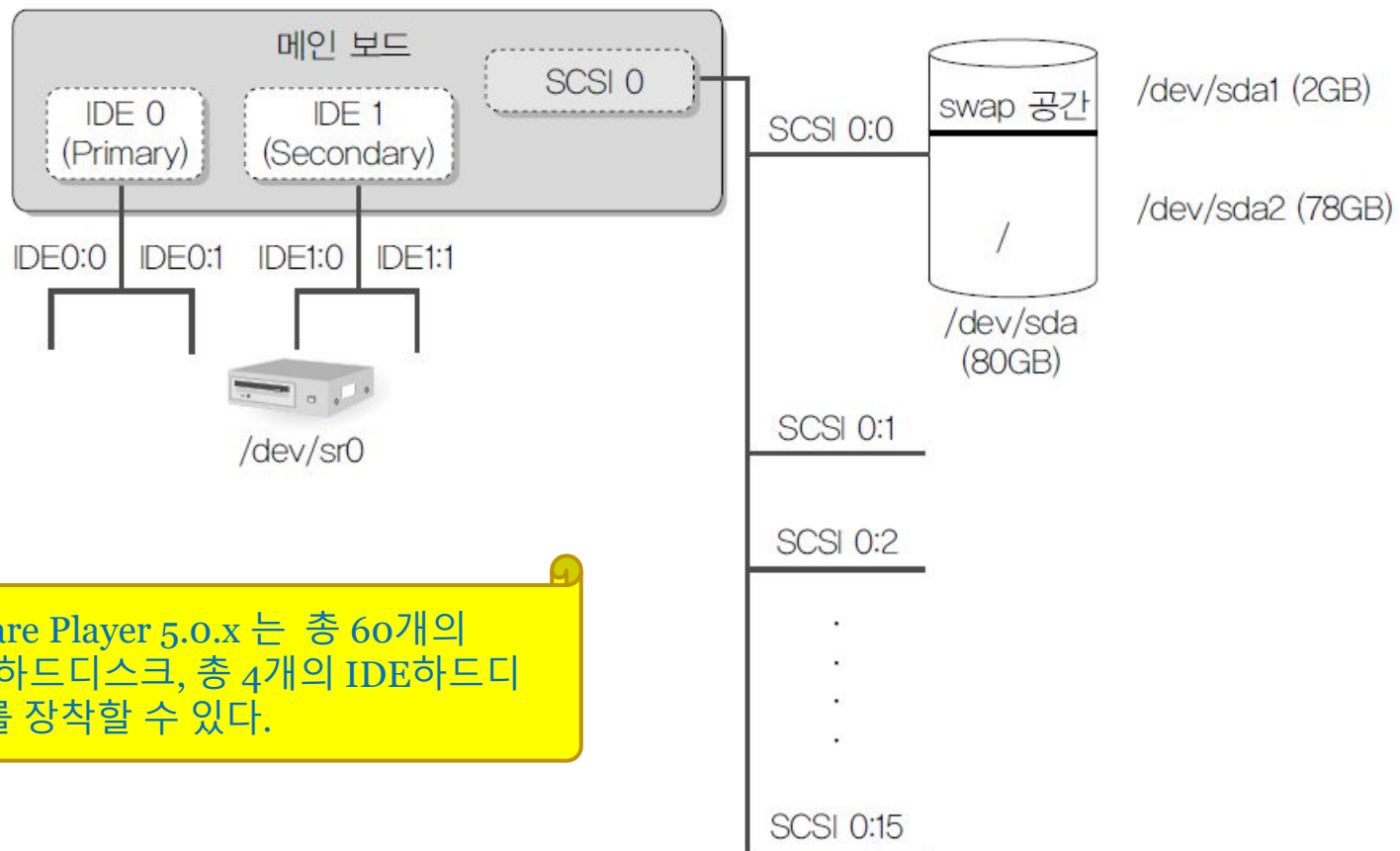


## IDE 장치와 SCSI 장치의 구성 (1)

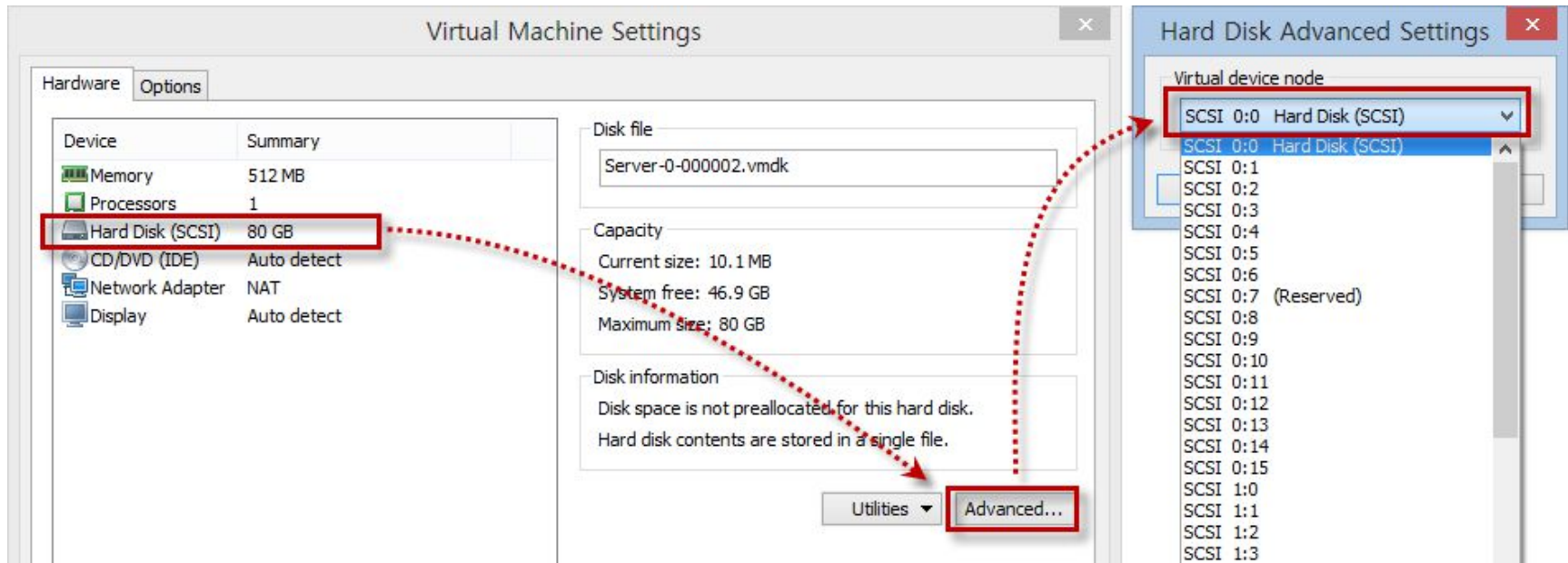
- Server의 하드웨어 구성도



- Vmware Player 5.0.x 는 총 60개의 SCSI 하드디스크, 총 4개의 IDE하드디스크를 장착할 수 있다.

## IDE 장치와 SCSI 장치의 구성 (2)

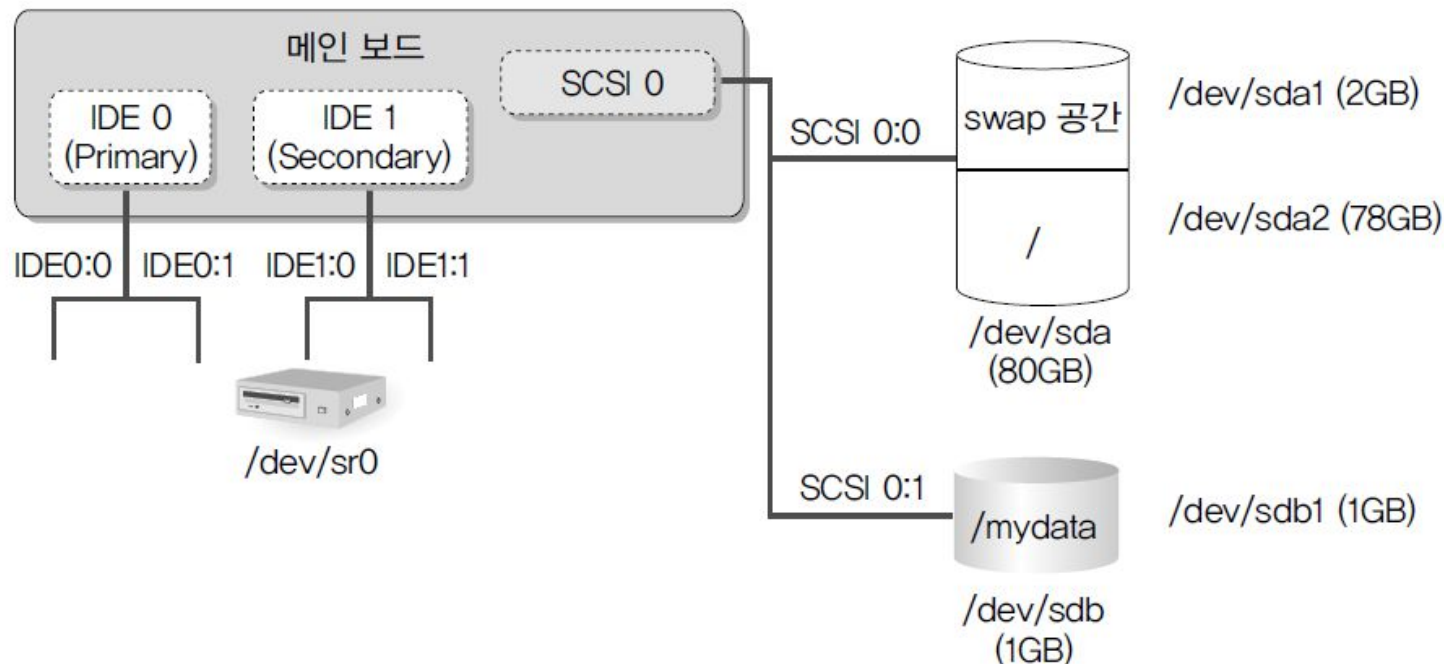
- SCSI 장치에 하드디스크 확인



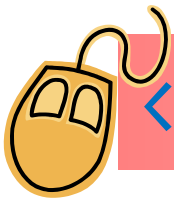
- 하드디스크를 물리적으로는 /dev/sda, /dev/sdb, /dev/sdc ... 형식으로 부름
- 디스크 파티션이 나뉜 것을 논리적으로는 /dev/sda1, /dev/sda2, /dev/sda3, /dev/sdb1, /dev/sdb2 ... 형식으로 부름

## 하드디스크 추가하기 - 1개

- 하드디스크 1개 추가 하드웨어 구성



- 장착된 디스크의 이름은 /dev/sdb
- 논리적인 파티션의 이름은 /dev/sdb1
- 파티션을 그냥 사용할 수 없으며 반드시 특정한 디렉터리에 마운트 시켜야만 사용이 가능

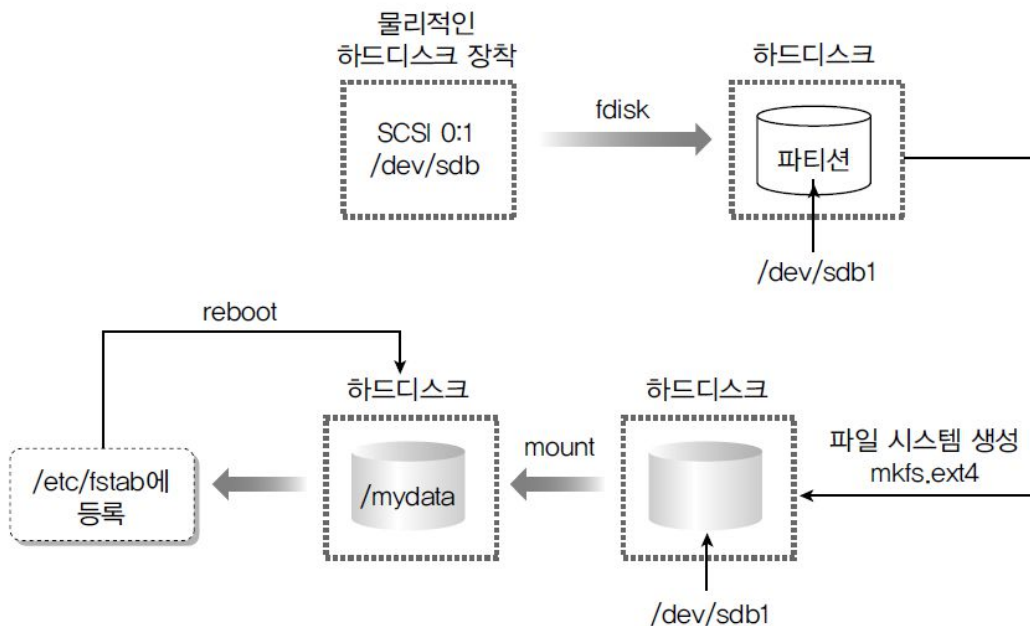


### <실습1> 하드디스크 1개 장착

- 실습목표

- 하드디스크를 추가 장착해서 사용한다.
- 디스크 파티셔닝과 관련된 fdisk, mkfs, mount 명령을 익힌다.
- 부팅시 자동으로 읽히는 /etc/fstab 파일을 편집한다.

- 실습 흐름도



## 비타민 퀴즈 6-1

▶ 힌트 : 1번째 /dev/sdb1에 2GB를 할당할 때는 <실습 1>의 'step 3' Last Sector 부분에 '+2G'를 입력하면 되고, 2번째 /dev/sdb2에 1GB를 할당할 때는 First sector와 Last Sector 모두 기본 값을 사용한다.

## RAID 정의 및 개념

- RAID 정의

- RAID(Redundant Array of Inexpensive Disks)는 여러 개의 디스크를 하나의 디스크처럼 사용함
- 비용 절감 + 신뢰성 향상 + 성능 향상의 효과를 냄

- 하드웨어 RAID

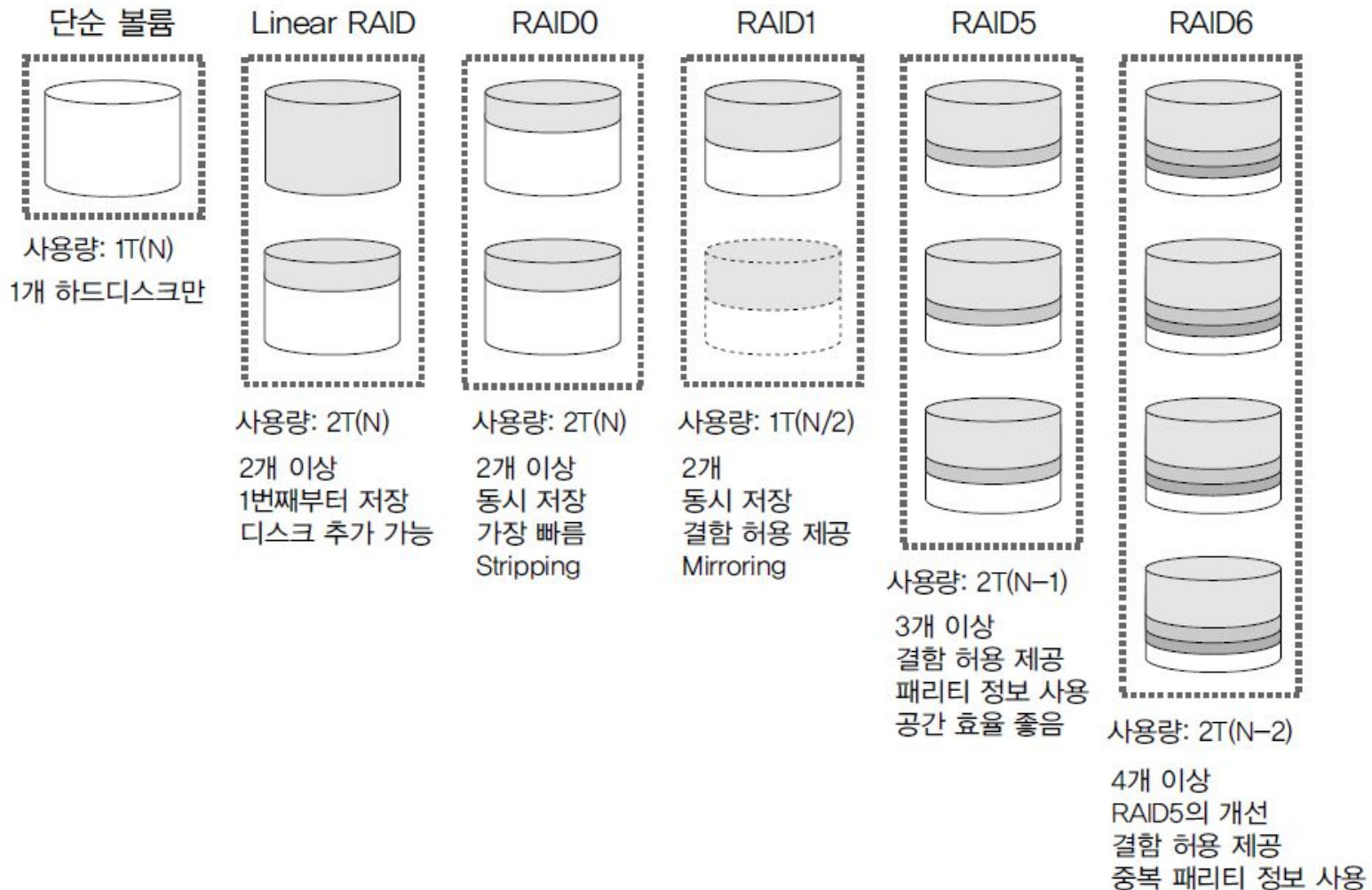
- 하드웨어 제조업체에서 여러 개의 하드디스크를 가지고 장비를 만들어서 그 자체를 공급
- 좀더 안정적이지만, 상당한 고가임



- 소프트웨어 RAID

- 고가의 하드웨어 RAID의 대안
- 운영체제에서 지원하는 방식
- 저렴한 비용으로 좀더 안전한 데이터의 저장이 가능
- 교재에서 진행하는 내용은 소프트웨어 RAID 임

## 각 RAID방식의 비교



주) N: 디스크의 개수를 의미한다. 여기서는 각 디스크당 1TB일 경우 사용량을 나타냄

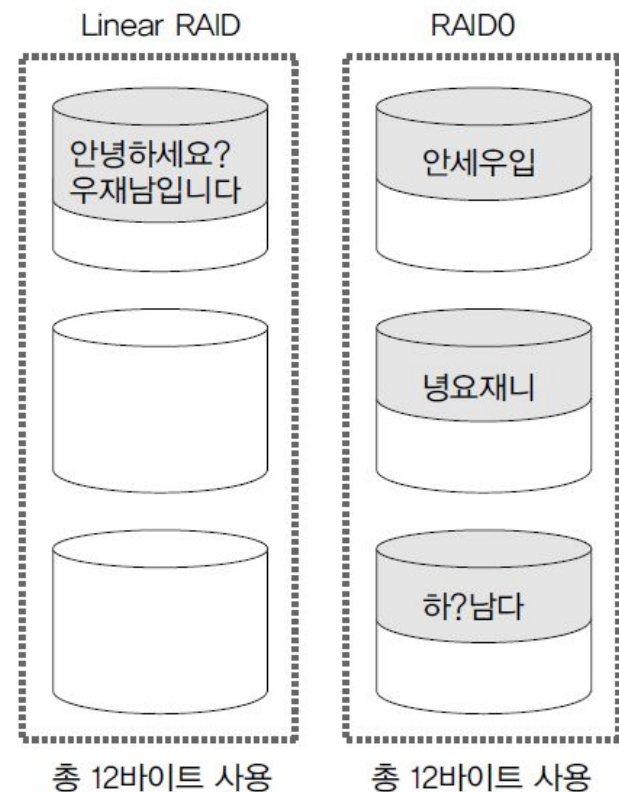
## Linear RAID, RAID0

- Linear RAID 개요

- 최소 2개의 하드디스크가 필요
- 2개 이상의 하드디스크를 1개의 볼륨으로 사용
- 앞 디스크부터 차례로 저장
- 100%의 공간효율성 (= 비용 저렴)

- RAID 0 개요

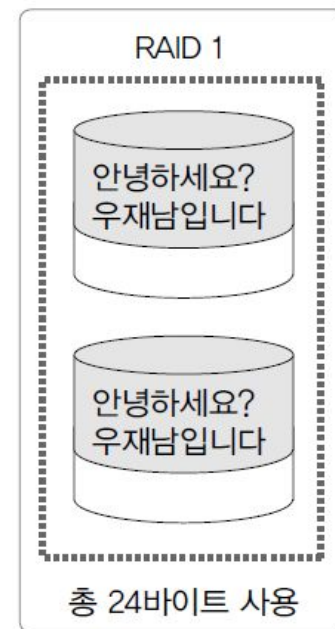
- 최소 2개의 하드디스크가 필요
- 모든 디스크에 동시에 저장됨
- 100%의 공간효율성 (= 비용 저렴)
- 신뢰성 낮음
- '빠른 성능을 요구하되, 혹시 전부 잃어버려도 큰 문제가 되지 않는 자료'가 적당함





# RAID 1

- RAID 1 개요
  - '미러링(Mirroring)' 이라 부름
  - 데이터 저장에 두 배의 용량이 필요
  - "결함 허용(Fault-tolerance)을 제공 = 신뢰성 높음
  - 두 배의 저장 공간 = 비용이 두 배 = 공간효율 나쁨
  - 저장속도(성능)는 변함 없음
  - '중요한 데이터'를 저장하기에 적절함

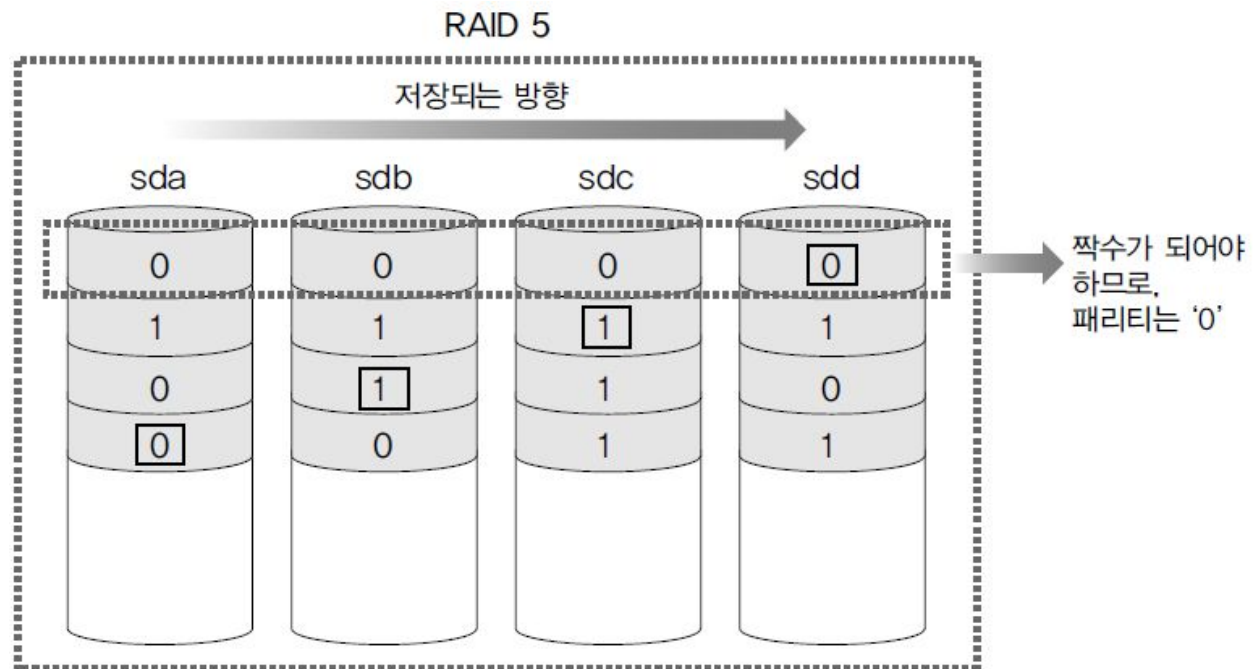


- RAID0와 RAID1 비교

구분	RAID 0	RAID 1
성능(속도)	뛰어남	변화 없음
데이터 안전성(결함 허용)	보장 못함(결함 허용 X)	보장함(결함 허용 O)
공간 효율성	좋음	나쁨

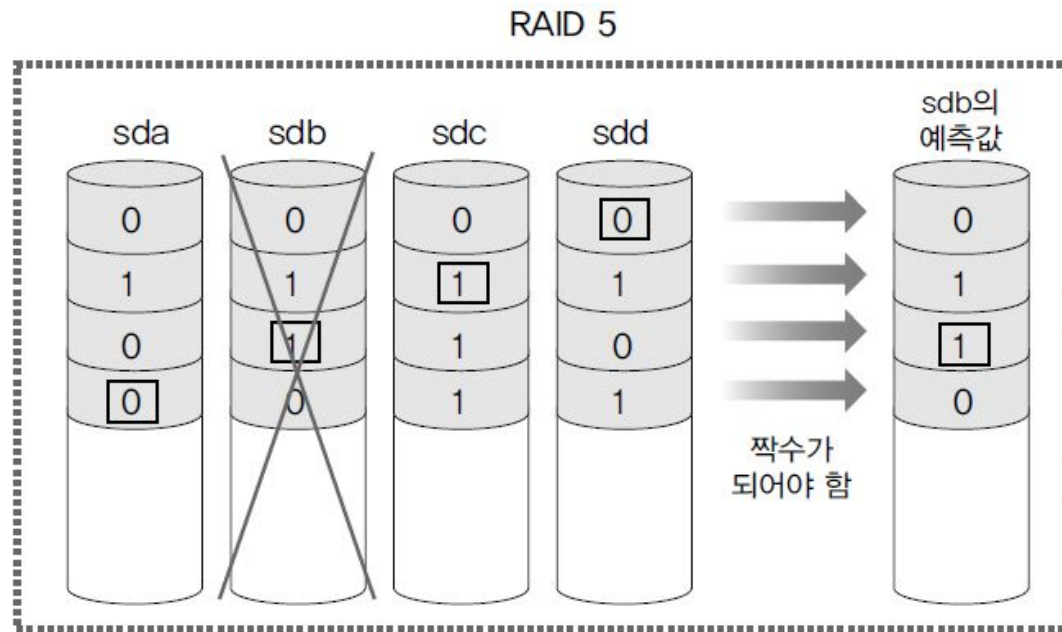
## RAID 5 (1)

- RAID 5 개요
  - RAID1의 데이터의 안전성 + RAID0처럼 공간 효율성
  - 최소한 3개 이상의 하드디스크
  - 오류가 발생할 때는 '패리티(Parity)'를 이용해서 데이터를 복구
- "000 111 010 011"(12bit) 데이터 RAID5 저장 사례



## RAID 5 (2)

- “000 111 010 011”(12bit) 데이터 RAID5 복구 사례



- RAID5 특징
  - 어느 정도의 결함 허용을 해 주면서 저장 공간의 효율도 좋음
  - '디스크의 개수 - 1'의 공간을 사용
  - 디스크 2개가 고장 나면 복구 못함

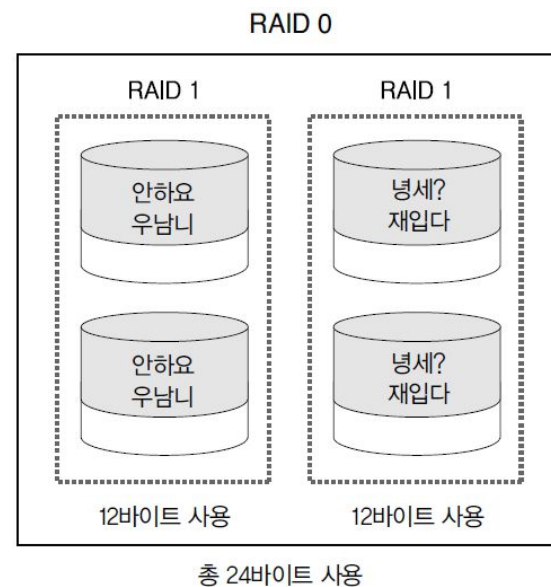
## 기타 RAID

- RAID6

- RAID6 방식은 RAID5 방식이 개선된 것
- 공간 효율은 RAID5보다 약간 떨어지지만, 2개의 디스크가 동시에 고장이 나도 데이터에는 이상이 없도록 하는 방식
- RAID6의 경우에는 최소 4개의 디스크 필요
- 공간 효율은 RAID5보다 약간 떨어지는 반면에 데이터에 대한 신뢰도는 좀더 높아지는 효과
- 성능(속도)은 RAID5에 비해 약간 떨어진다

- RAID1+0 = RAID1 + RAID0

- 신뢰성(안전성)과 성능(속도)이 동시에 뛰어난 방법

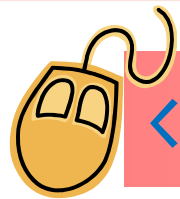


# Linear RAID, RAID0, RAID1, RAID5 구현

## • 실습 구성도



- ▣ Linear RAID(/dev/sdb, /dev/sdc)
- ▣ RAID0(/dev/sdd, /dev/sde)
- ▣ RAID1(/dev/sdf, /dev/sdg)
- ▣ RAID5(/dev/sdh, /dev/sdi, /dev/sdj)



### <실습2> 하드디스크 9개 준비

- 실습목표
  - 하드디스크 9개를 장착하고, 각각을 fdisk로 파티셔닝 한다.

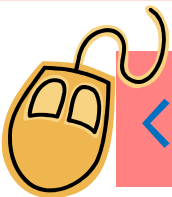


- 장착할 디스크

장치 이름	하드디스크 크기	파일 이름	비고
SCSI 0:1	2GB	disk0-1.vmdk	Linear RAID
SCSI 0:2	1GB	disk0-2.vmdk	
SCSI 0:3	1GB	disk0-3.vmdk	RAID 0
SCSI 0:4	1GB	disk0-4.vmdk	
SCSI 0:5	1GB	disk0-5.vmdk	RAID 1
SCSI 0:6	1GB	disk0-6.vmdk	
SCSI 0:7	사용할 수 없음 (VMware에서 예약되어 있음)		
SCSI 0:8	1GB	disk0-8.vmdk	RAID 5
SCSI 0:9	1GB	disk0-9.vmdk	
SCSI 0:10	1GB	disk0-10.vmdk	

# 비타민 퀴즈 6-2

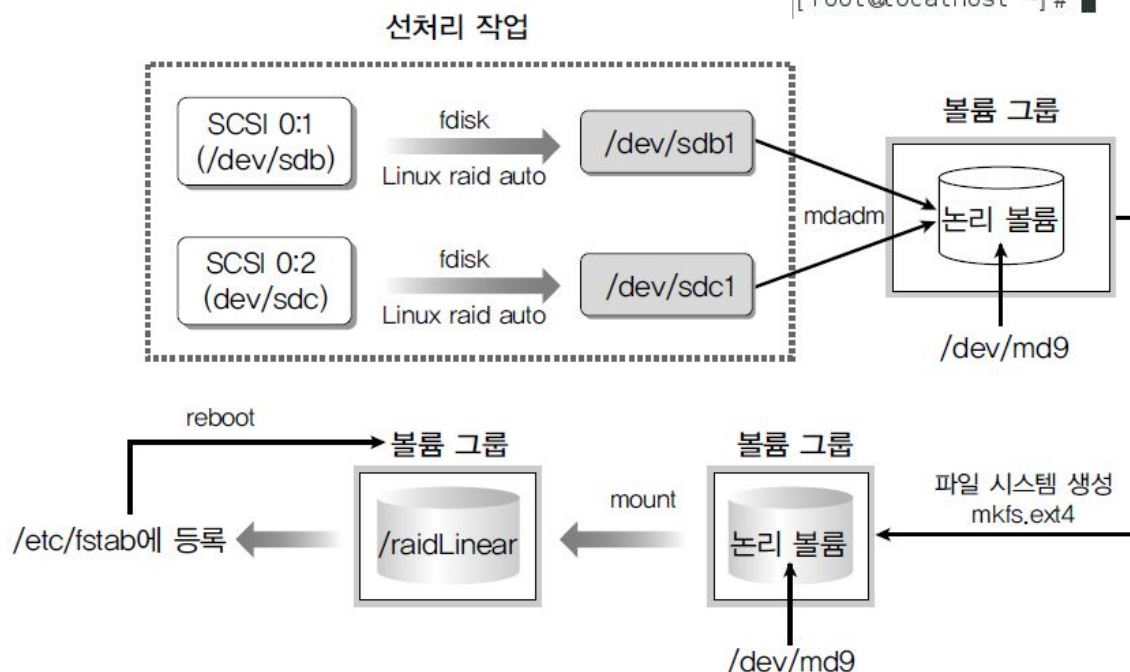
▶ 힌트 없음.



## <실습3> Linear RAID 구축

- 실습목표
  - Linear RAID를 구축한다.
  - mdadm 사용법을 익힌다.

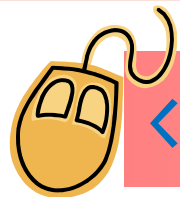
### 실습 흐름도



```

root@localhost:~
파일(F) 편집(E) 보기(V) 검색(S) 터미널(T) 도움말(H)
[root@localhost ~]# mkdir /raidLinear
[root@localhost ~]# mount /dev/md9 /raidLinear/
[root@localhost ~]# df
Filesystem      1K-blocks    Used Available Use% Mounted on
/dev/sda2        81797100 4480336  77316764   6% /
devtmpfs         496956      0    496956   0% /dev
tmpfs            505428     140    505288   1% /dev/shm
tmpfs            505428     716    498260   2% /run
tmpfs            505428      0    505428   0% /sys/fs/cgroup
/dev/md9         3028736    9216   2845956   1% /raidLinear
[root@localhost ~]#
  
```

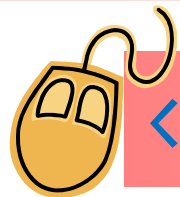




### <실습4> RAID0 구축

- 실습목표
  - RAID0 를 구축한다.
- 실습 결과

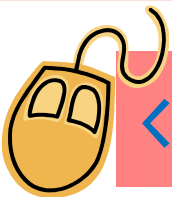
```
root@localhost:~  
파일(F) 편집(E) 보기(V) 검색(S) 터미널(T) 도움말(H)  
[root@localhost ~]# mkdir /raid0  
[root@localhost ~]# mount /dev/md0 /raid0  
[root@localhost ~]# df  
Filesystem      1K-blocks    Used Available Use% Mounted on  
/dev/sda2        81797100 4480608  77316492   6% /  
devtmpfs         496956      0    496956   0% /dev  
tmpfs            505428     140    505288   1% /dev/shm  
tmpfs            505428    7176    498252   2% /run  
tmpfs            505428      0    505428   0% /sys/fs/cgroup  
/dev/md9         3028736    9216   2845956   1% /raidLinear  
/dev/md0         2028368    6144   1901136   1% /raid0  
[root@localhost ~]#
```



### <실습5> RAID1 구축

- 실습목표
  - RAID1 를 구축한다.
- 실습 결과

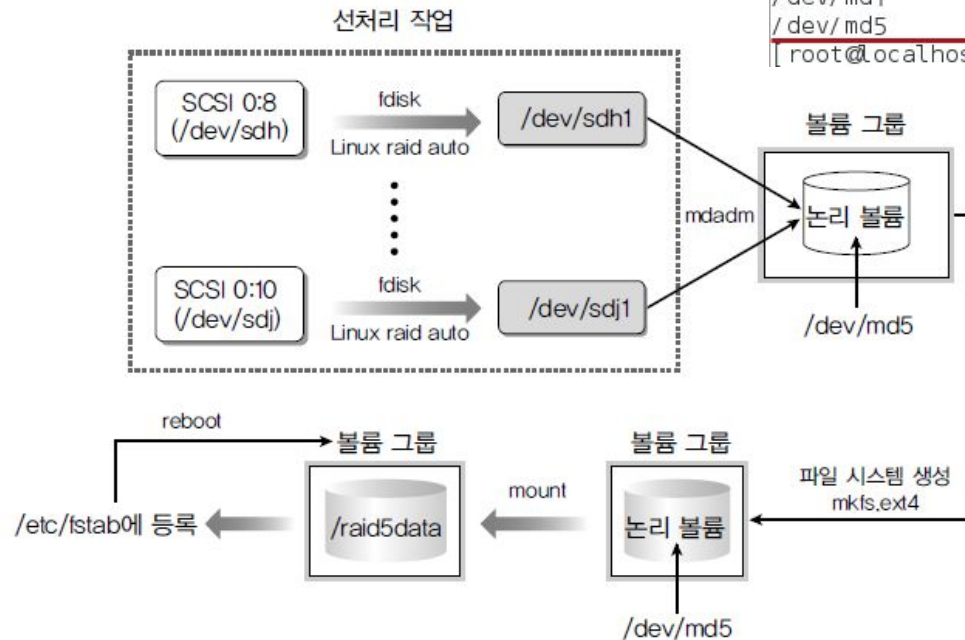
```
root@localhost:~  
파일(F) 편집(E) 보기(V) 검색(S) 터미널(T) 도움말(H)  
[root@localhost ~]# mkdir /raid1  
[root@localhost ~]# mount /dev/md1 /raid1  
[root@localhost ~]# df  
Filesystem      1K-blocks    Used Available Use% Mounted on  
/dev/sda2       81797100 4480472  77316628   6% /  
devtmpfs        496956      0    496956   0% /dev  
tmpfs           505428     140   505288   1% /dev/shm  
tmpfs           505428     7160  498268   2% /run  
tmpfs           505428      0   505428   0% /sys/fs/cgroup  
/dev/md9        3028736     9216  2845956   1% /raidLinear  
/dev/md0        2028368     6144  1901136   1% /raid0  
/dev/md1        1014104     2564   942808   1% /raid1  
[root@localhost ~]#
```



## <실습6> RAID 5 구축

- 실습목표
  - RAID 5를 구축한다.

### 실습 흐름도



```

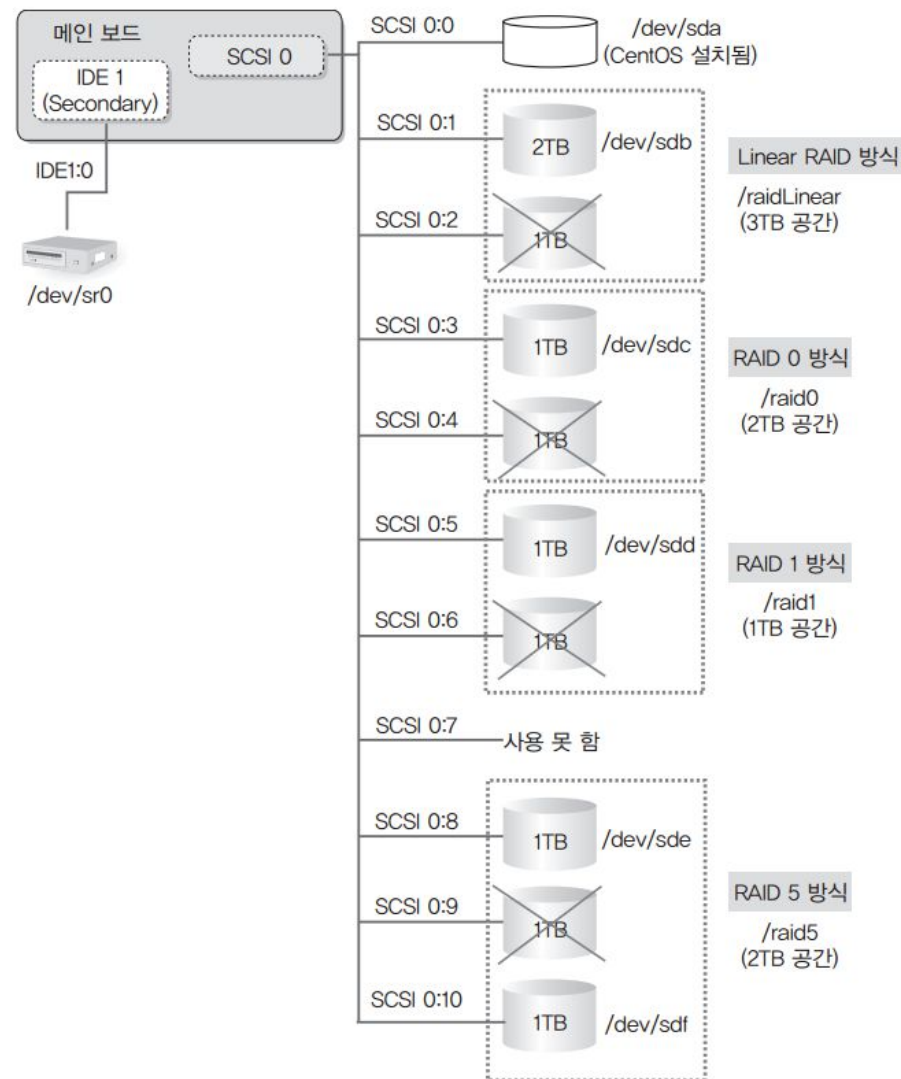
root@localhost:~#
파일(F) 편집(E) 보기(V) 검색(S) 터미널(T) 도움말(H)
[ root@localhost ~]# mkdir /raid5
[ root@localhost ~]# mount /dev/md5 /raid5
[ root@localhost ~]# df
Filesystem      1K-blocks    Used Available Use% Mounted on
/dev/sda2        81797100 4480464 77316636   6% /
devtmpfs         496956      0    496956   0% /dev
tmpfs            505428      140    505288   1% /dev/shm
tmpfs            505428      716    498264   2% /run
tmpfs            505428      0    505428   0% /sys/fs/cgroup
/dev/md9         3028736    9216   2845956   1% /raidLinear
/dev/md0         2028368    6144   1901136   1% /raid0
/dev/md1         1014104    2564    942808   1% /raid1
/dev/md5         2027408    6144   1900228   1% /raid5
[ root@localhost ~]#
  
```

## 비타민 퀴즈 6-3

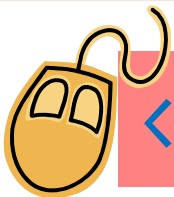
- ▶ 힌트 : mdadm 패키지를 'yum' 명령어를 실행해 미리 설치해야 한다.

# Linear RAID, RAID 0,1,5 문제발생

## • 실습 구성도

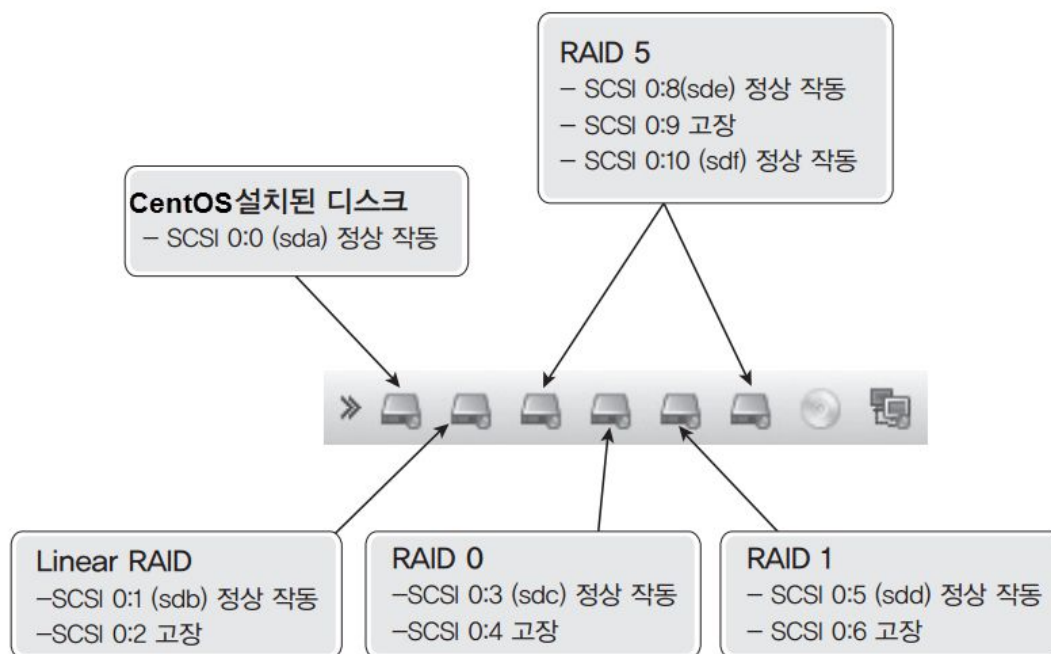


- RAID1, RAID5는 '결함 허용'기능이 있음
- 각 1개씩 디스크를 고장냄.



### <실습7> RAID의 하드디스크 고장

- 실습목표
  - Linear RAID, RAID 0, 1, 5의 하드디스크가 고장 난 상황을 본다.
  - 일단 부팅이 가능하도록 한다.
- 고장 난 디스크와 정상 디스크

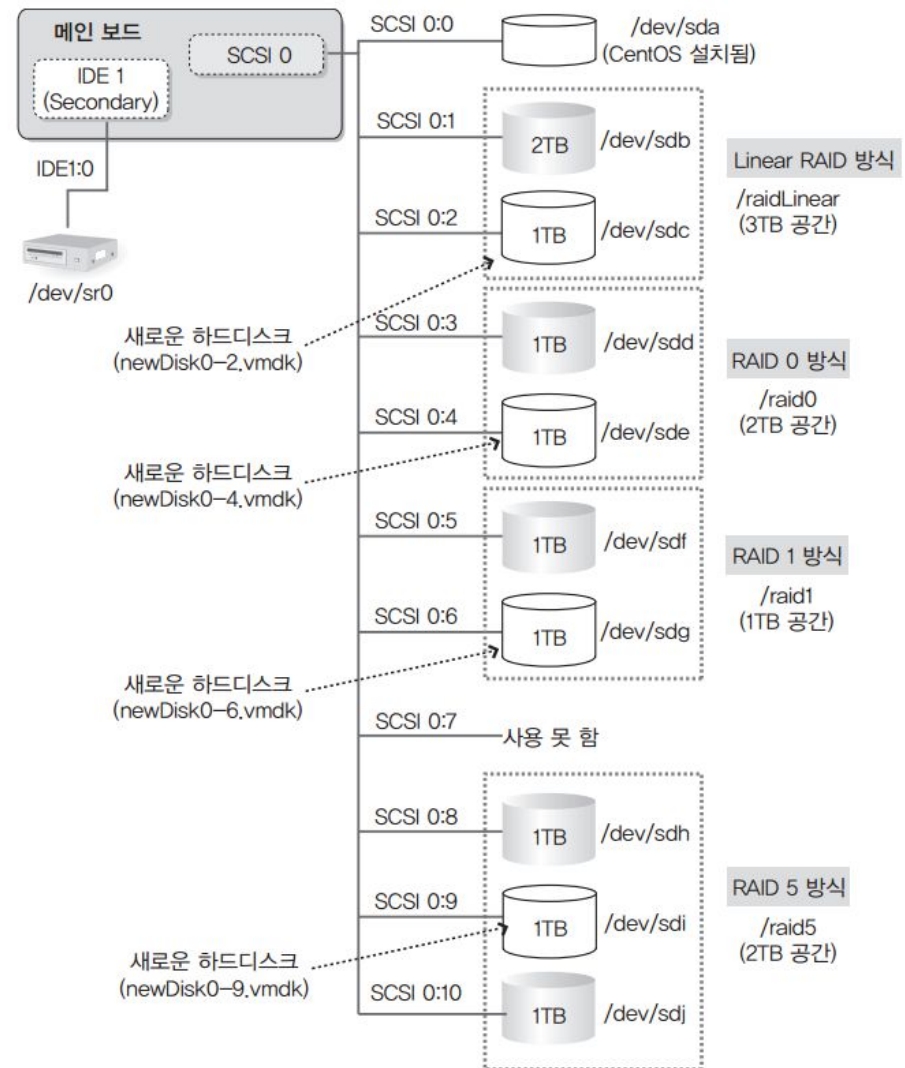


# 비타민 퀴즈 6-4

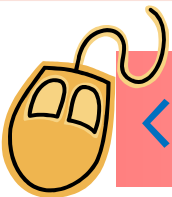
▶ 힌트 없음.

# Linear RAID, RAID 0,1,5 원상 복구

- 실습 구성도
  - 고장난 디스크 4개를 새 디스크로 교체

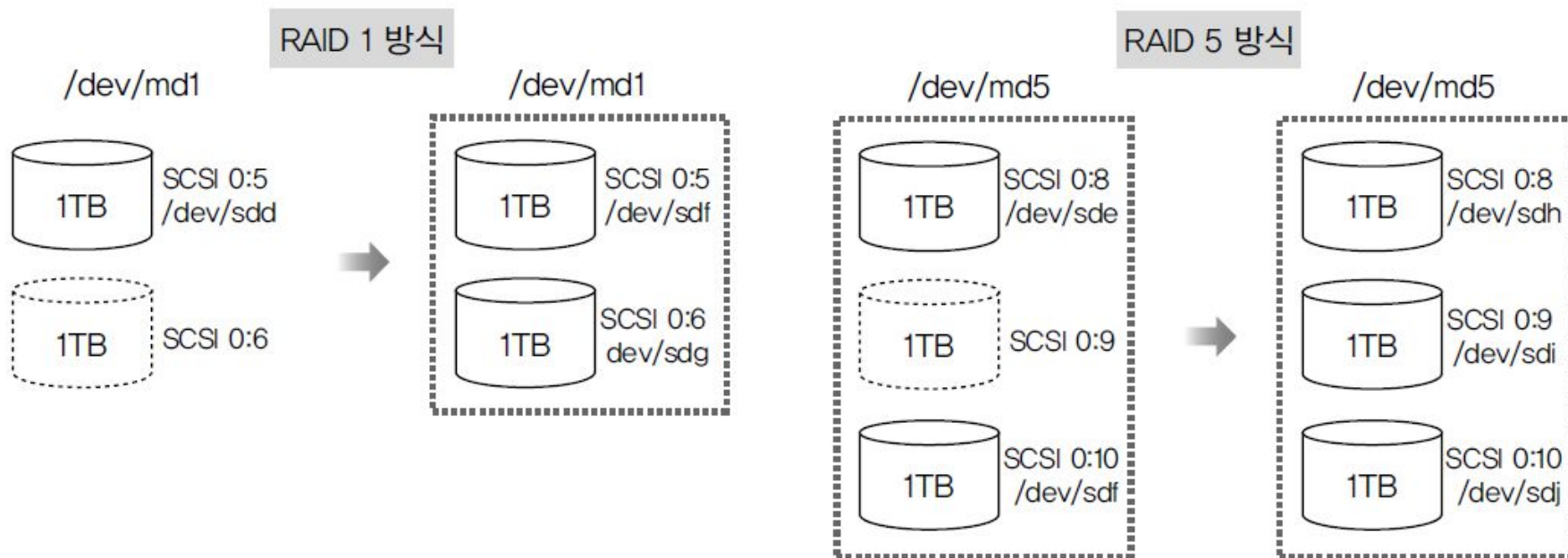






### <실습8> RAID의 하드디스크 교체

- 실습목표
  - Linear RAID, RAID 0, RAID 1, RAID 5의 장치의 고장 난 하드디스크를 새로운 하드디스크로 교체한다.
- 복구 전후의 내부적 변화



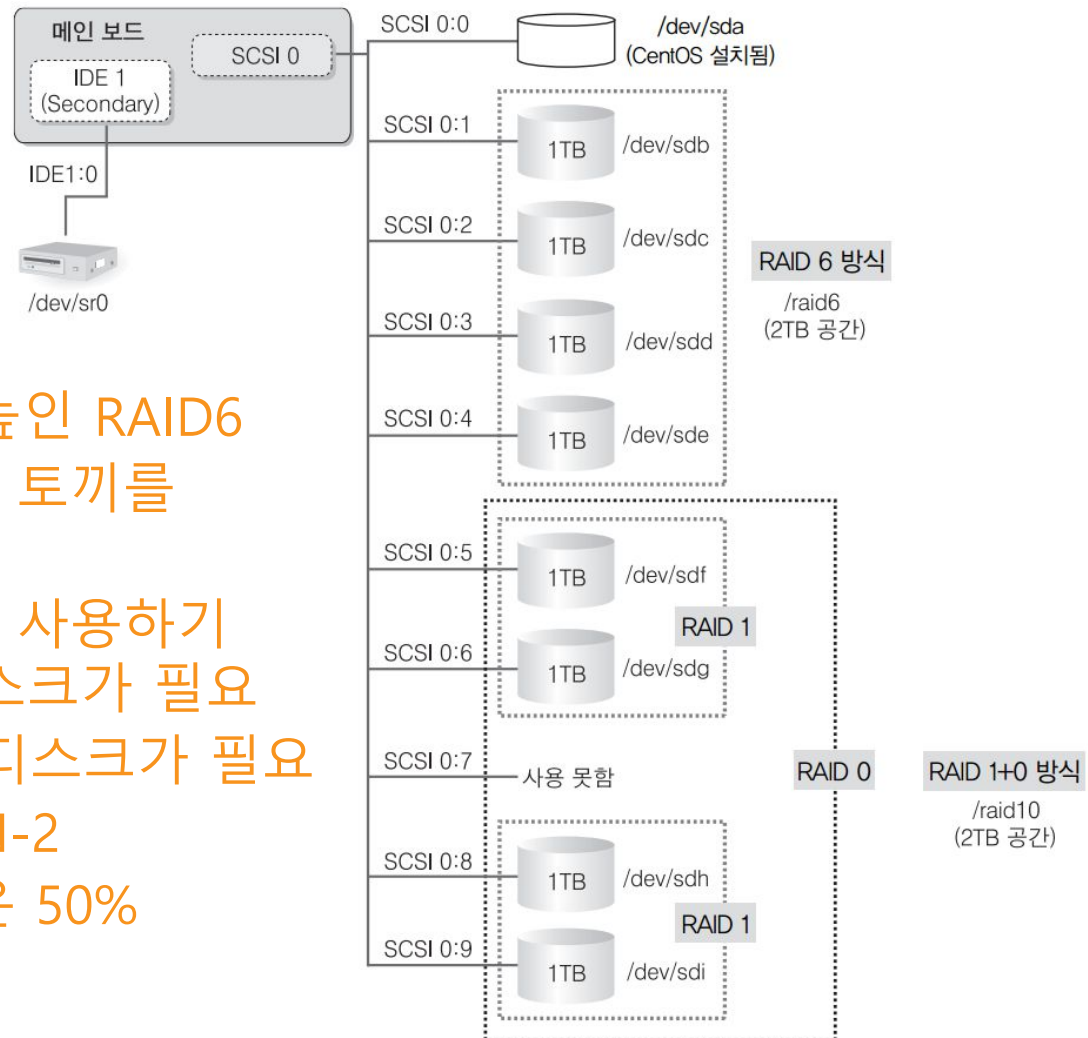
# 비타민 퀴즈 6-5

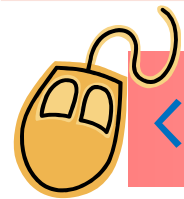
▶ 힌트 없음.

## RAID 6와 RAID 1+0 개념

- 실습 구성도

- RAID5보다 신뢰도를 높인 RAID6
- 신뢰도와 속도 두 마리 토끼를 잡기 위한 RAID1+0
- RAID6은 패리티를 2개 사용하기 때문에 최소 4개의 디스크가 필요
- RAID1+0도 최소 4개 디스크가 필요
- RAID6의 공간효율은  $N-2$
- RAID1+0의 공간효율은 50%





### <실습9> RAID 6과 RAID 1+0

- 실습목표
  - 고급 RAID 방식인 RAID 6과 RAID 1+0을 구성해 본다.
- 결과 화면 (RAID 구성 완료)

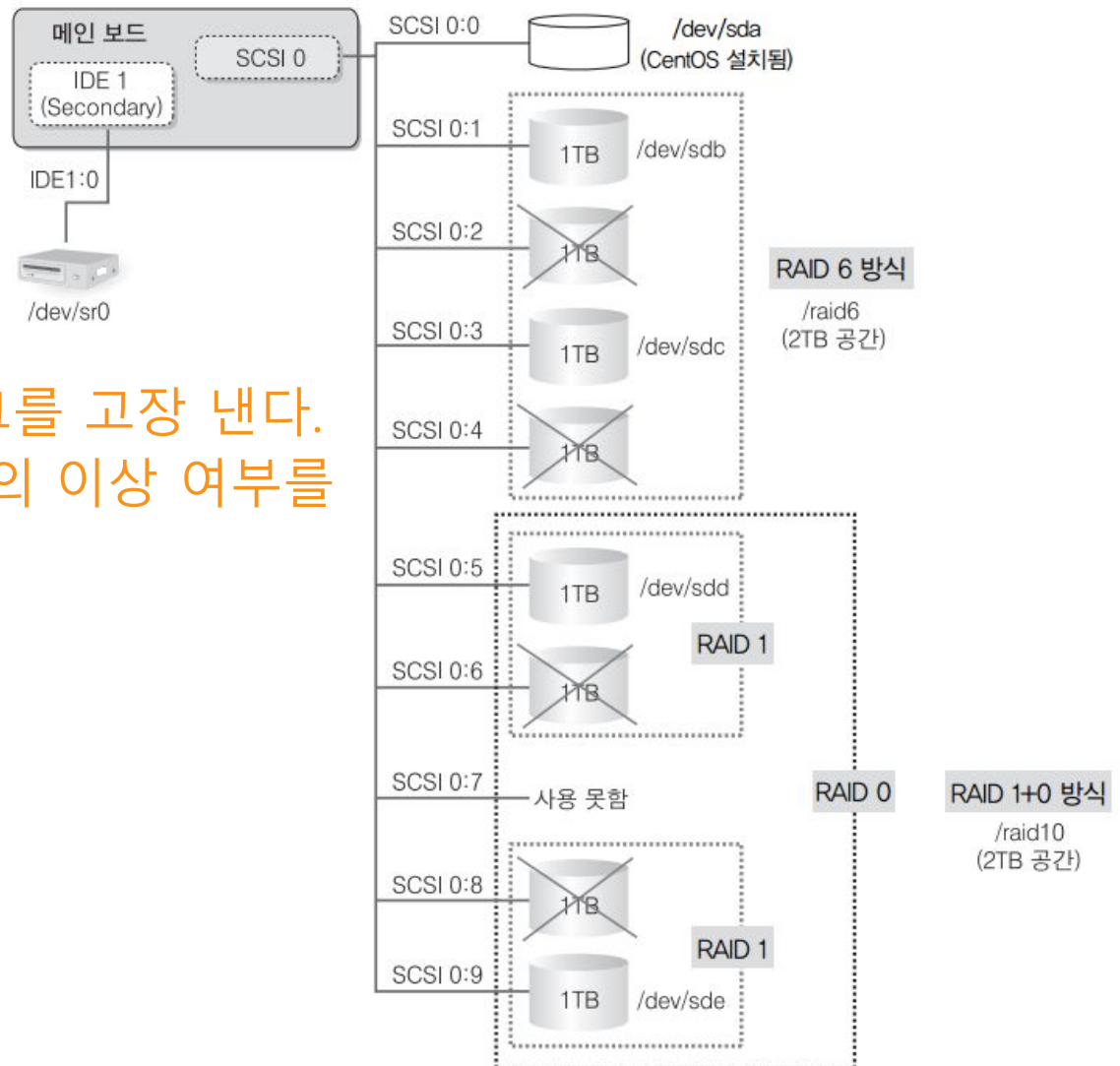
```
root@localhost:~  
파일(F) 편집(E) 보기(V) 검색(S) 터미널(T) 도움말(H)  
[root@localhost ~]# mkdir /raid10  
[root@localhost ~]# mount /dev/md10 /raid10  
[root@localhost ~]# df  
Filesystem      1K-blocks    Used Available Use% Mounted on  
/dev/sda2        81797100 4480432  77316668   6% /  
devtmpfs         496956      0    496956    0% /dev  
tmpfs            505428     140    505288    1% /dev/shm  
tmpfs            505428     7144   498284    2% /run  
tmpfs            505428      0    505428    0% /sys/fs/cgroup  
/dev/md6         2027408     6144   1900228    1% /raid6  
/dev/md10        2027408     6144   1900228    1% /raid10  
[root@localhost ~]#
```

# 비타민 퀴즈 6-6

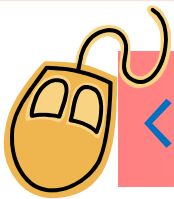
▶ 힌트 없음.

## RAID 6와 RAID 1+0 의 문제 발생

- 실습 구성도



- 각 2개씩 하드디스크를 고장 낸다.
- 고장 후에도 데이터의 이상 여부를 확인한다.



### <실습10> RAID 6과 RAID 1+0의 고장

- 실습목표
  - RAID 6과 RAID 1+0의 결함 허용을 확인한다.
  - 각 하드디스크를 2개씩 고장 낸 후에 파일이 정상적으로 있는지 확인한다.
- 실습 화면(디스크 2개가 고장나도 작동중인 RAID6)

```
[root@localhost ~]# mdadm --detail /dev/md6
/dev/md6:
  Version : 1.2
  Creation Time : Sat Dec 13 09:08:12 2014
  Raid Level : raid6
  Array Size : 2093056 (2044.34 MiB 2143.29 MB)
  Used Dev Size : 1046528 (1022.17 MiB 1071.64 MB)
  Raid Devices : 4
  Total Devices : 2
  Superblock is persistent
  Name : localhost.localdomain:6 (local to host localhost.localdomain)
  UUID : 031c4390:af4741fe:6d365590:3bc46457
  Events : 23
```

Number	Major	Minor	RaidDevice	State	
0	8	17	0	active sync	/dev/sdb1
1	0	0	1	removed	
2	8	33	2	active sync	/dev/sdc1
3	0	0	3	removed	

```
[root@localhost ~]# _
```

## 비타민 퀴즈 6-7

- ▶ 힌트 1 : sdc, sde, sdg, sdh로 사용할 4개 하드디스크에 파티션을 설정한다.
- ▶ 힌트 2 : /dev/md6 에 는 /dev/sdc1 와 /dev/sde1 를, /dev/md2에는 /dev/sdg1를, /dev/md3에는 /dev/sdh1를 추가한 후 재부팅하면 된다.



## 비타민 퀴즈 6-8

▶ 힌트 : RAID를 구성하는 명령은 다음과 같이 사용하자.

```
mdadm --create /dev/md0 --level =1 --raid-devices =2 /dev/sdb1 /dev/sdc1
mdadm --create /dev/md1 --level =1 --raid-devices =2 /dev/sdd1 /dev/sde1
mdadm --create /dev/md2 --level =1 --raid-devices =2 /dev/sdf1 /dev/sdg1
mdadm --create /dev/md3 --level =1 --raid-devices =2 /dev/sdh1 /dev/sdi1
mdadm --create /dev/md16 --level =6 --raid-devices =4 /dev/md0 /dev/md1
        /dev/md2 /dev/md3
```

//VMware 오른쪽 하드디스크의 깜박거림이 멈출 때까지 몇 분간 기다린다

```
mkfs. ext4 /dev/md16
```

```
mkdir /raid16
```

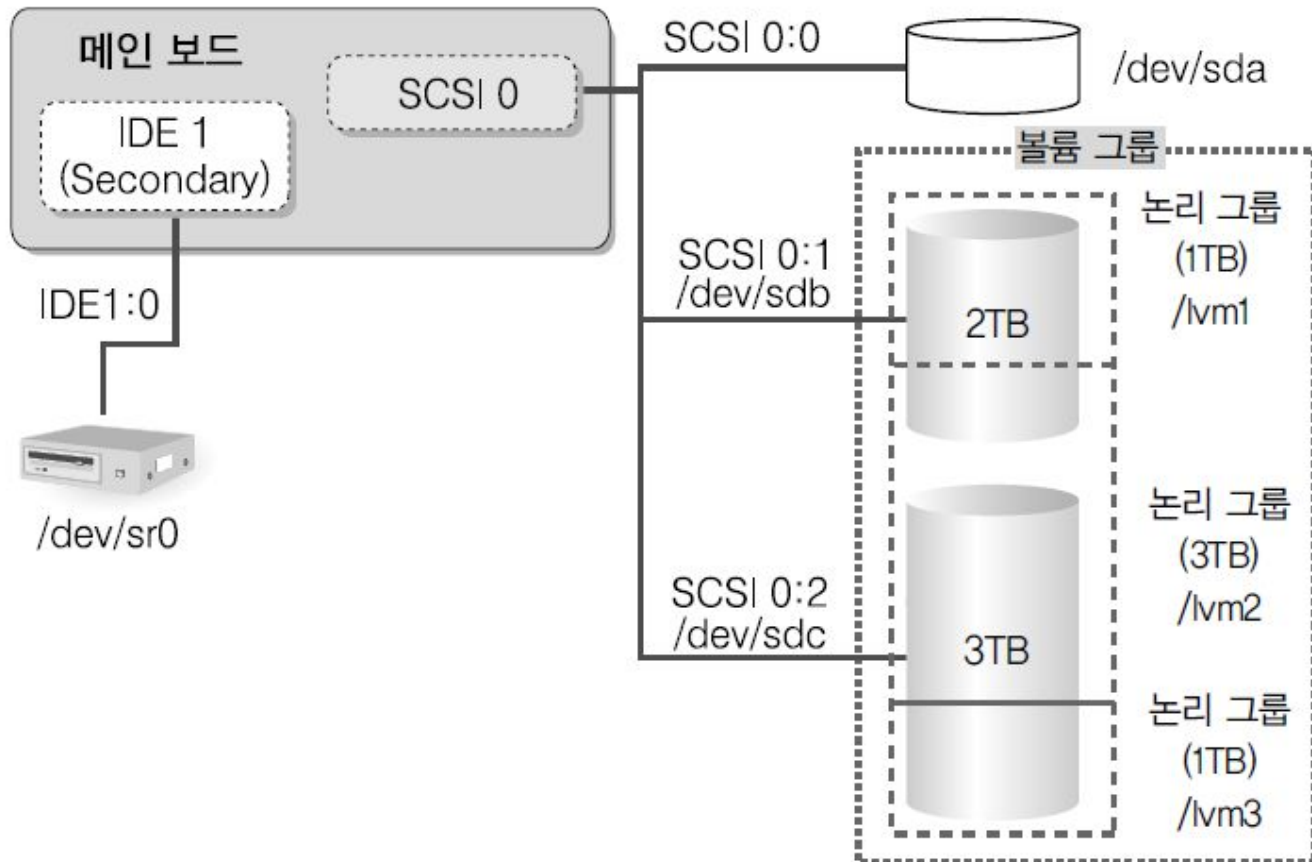
```
mount /dev/md16 /raid16
```

## LVM 개념(1)

- LVM(Logical Volume Manage) 개념 이해
  - LVM 주요 기능
    - 여러 개의 하드디스크를 합쳐서 한 개의 파일시스템으로 사용하는 것으로 필요에 따라서 다시 나눌 수 있다.
    - 예로 2TB 용량의 하드디스크 2개를 합친 후에 다시 1TB와 3TB로 나눠서 사용할 수 있다.
  - 용어
    - Physical Volume(물리 볼륨) : /dev/sda1, /dev/sdb1 등의 파티션
    - Volume Group(볼륨 그룹) : 물리 볼륨을 합쳐서 1개의 물리 그룹으로 만드는 것
    - Logical Volume(논리 볼륨) : 볼륨 그룹을 1개 이상으로 나눠서 논리 그룹으로 나눈 것

## LVM 개념(2)

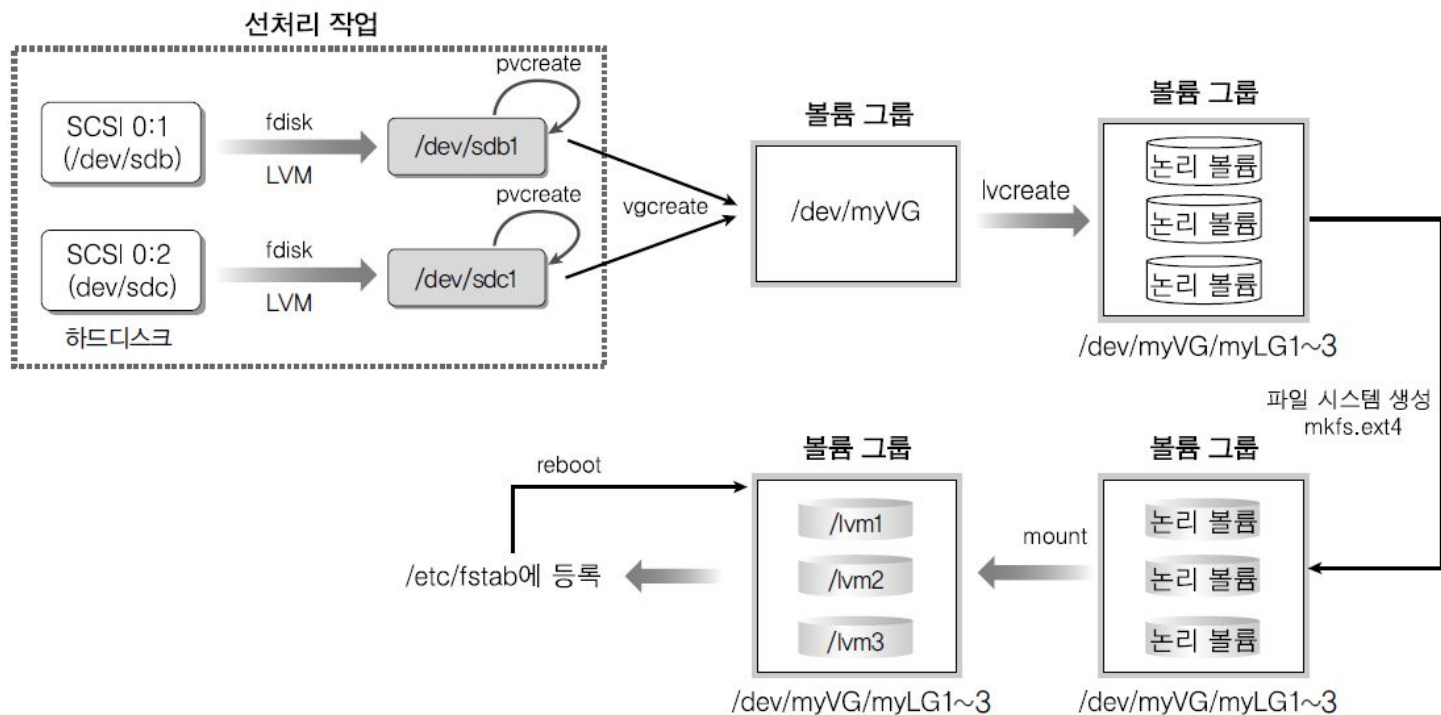
- LVM을 구현하려고 하드디스크 2개를 추가한 구성도





## <실습11> LVM 구성

- 실습목표
  - LVM을 구현한다.
  - 관련 명령어 pvcreate, vgcreate, lvcreate 를 익힌다.
- 실습 흐름도

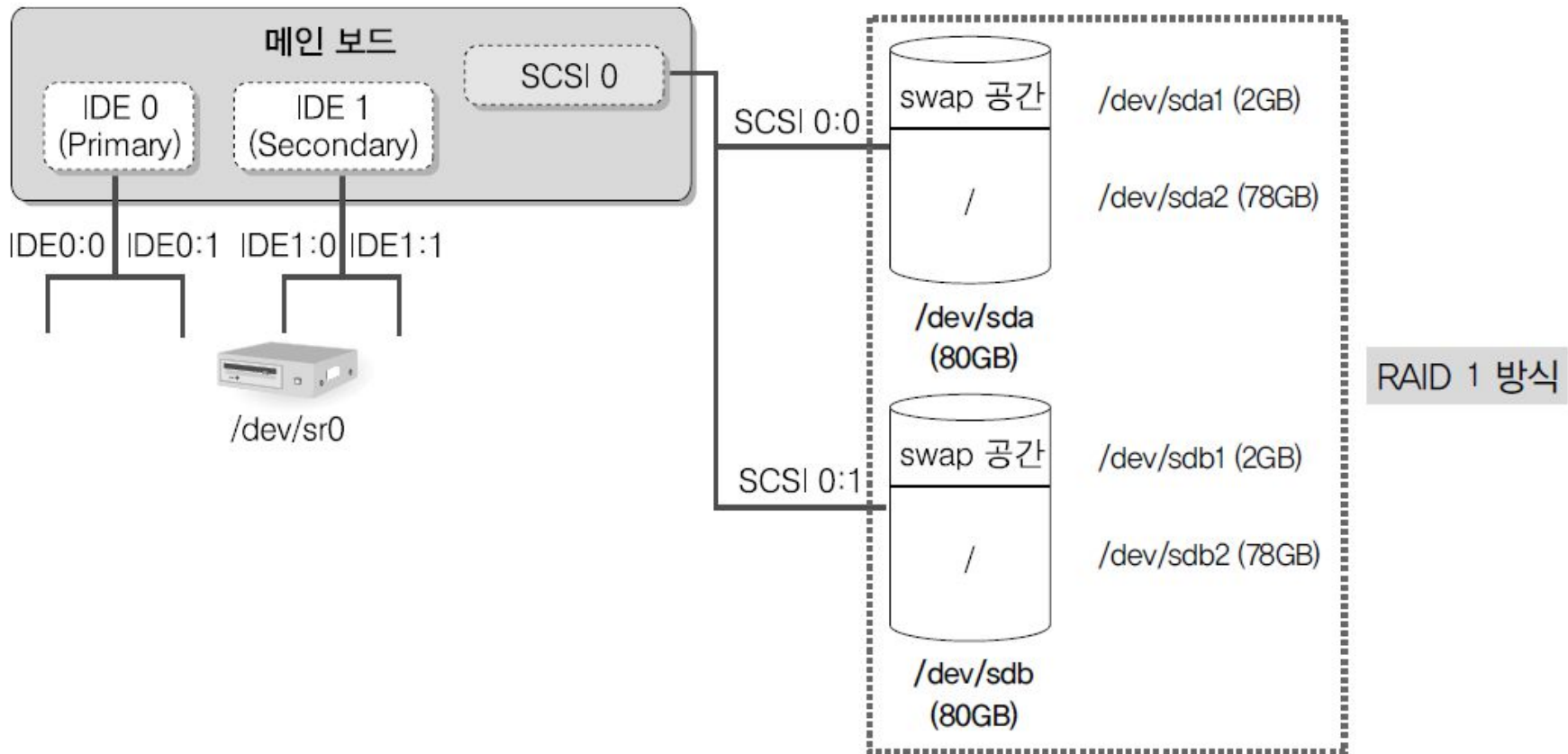


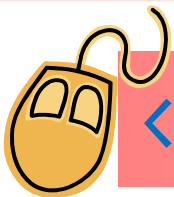
## 비타민 퀴즈 6-9

- ▶ 힌트 1 : 'yum' 명령어를 사용해 lvm2 패키지를 설치해야 한다.
- ▶ 힌트 2 : 명령 실행 시 'WARNING: Failed to connect to lvemtd ~~'라는 경고 메시지가 나와도 무시한다.

## RAID에 CentOS 설치

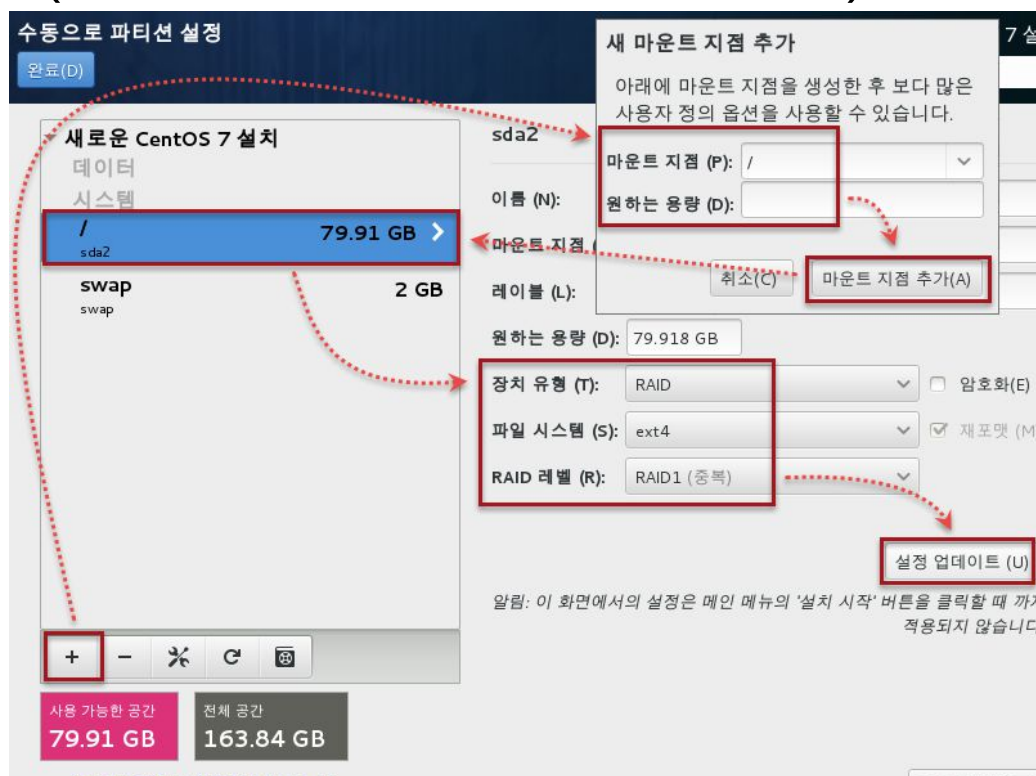
- CentOS 설치를 위한 RAID1 구성도





### <실습12> RAID1에 CentOS 설치

- 실습목표
  - 2개의 80GB 하드디스크에서 RAID 1으로 안전하게 작동되는 CentOS를 새로 설치한다.
- 실습 화면 (RAID1에 설치 중인 CentOS)



## 비타민 퀴즈 6-10

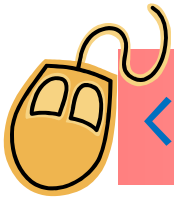
- ▶ 힌트 1 : 추가한 하드디스크는 SCSI 0:2로 변경한다(빈 하드디스크가 SCSI 0:0이면 부팅이 안 될수 있다). [Virtual Network Settings]에서 추가한 하드디스크를 선택하고 <Advanced>를 클릭하면 변경할 수 있다.
- ▶ 힌트 2 : 'fdisk -l /dev/sda'를 입력해 /dev/sda의 파티션을 확인하고, 동일하게 /dev/sdb 장치의 파티션도 확인한다.
- ▶ 힌트 3 : 'mdadm' 명령어를 사용해 /dev/md/swap과 /dev/md/root로 분할한 파티션을 원상 복구하자. 이때 하드디스크 추가 후 하드디스크 2개를 동일하게 만드는 데는 오랜 시간이 걸린다.





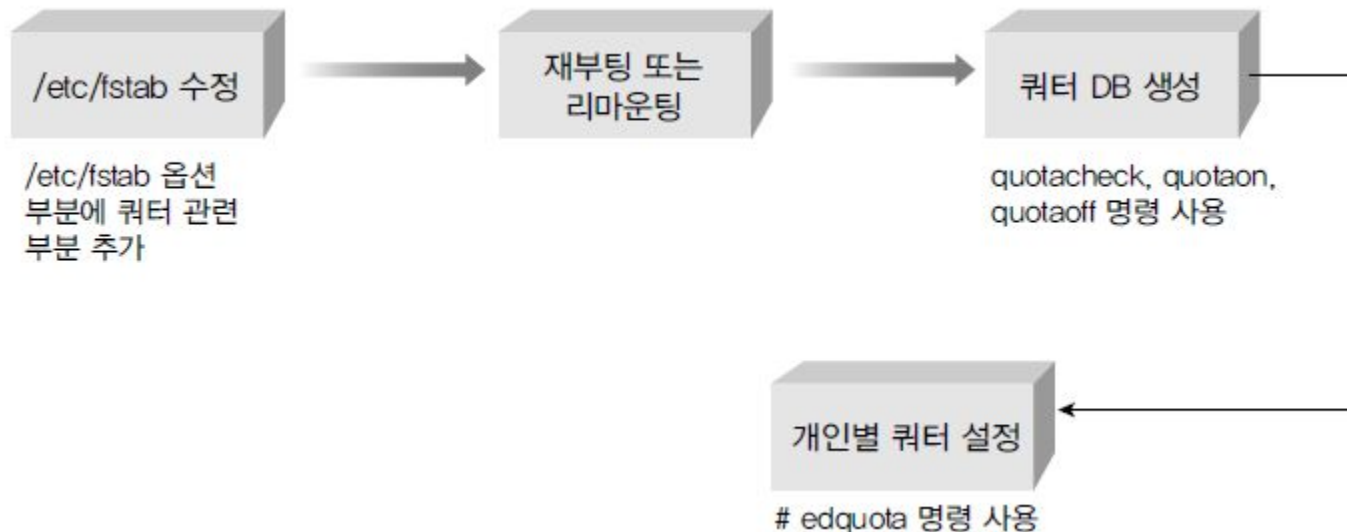
## 사용자별 공간 할당 - 쿼터

- 쿼터(Quota) 개념
  - 파일시스템마다 사용자나 그룹이 생성할 수 있는 파일의 용량 및 개수를 제한하는 것
  - 파일시스템을 "/"로 지정하는 것보다는, 별도의 파일시스템을 지정해서 해당 부분을 쓰도록 하는 것이 좋음
  - "/"파일시스템을 많은 사용자가 동시에 사용하게 되면, CentOS 서버를 운영하기 위해서 디스크를 읽고 쓰는 작업과 일반 사용자가 디스크를 읽고 쓰는 작업이 동시에 발생하므로 전반적으로 시스템의 성능이 저하됨



### <실습13> 쿼터 실습

- 실습목표
  - 사용자를 만들고, 해당 사용자에게 공간을 할당한다.
  - 쿼터의 설정 및 작동에 대해서 익힌다.
- 실습 진행 순서



# 비타민 퀴즈 6-11

▶ 힌트 없음.