Executor, Scheduler 란

1. Executor

Scheduler로부터 전달 받은 작업의 처리를 위해 자원 활용과 작업을 가장 잘 분배하는 중개자 역할

`Executor`는 Airflow Config 파일에 작성함으로써 설정 가능합니다.

- Config File Location : `{AIRFLOW_HOME}/airflow.cfg`
- 설정값

```
# core section에서 설정
[core]
executor = CeleryExecutor
```

`Executor` 의 유형

1. 내부 Executor

- SequentialExector (default)

> Airflow 설치 시 기본으로 설정된 값
>
> 동시 수행을 지원하지 않습니다.
> 따라서 동시 Connection을 맺지 않는 MetaData Database인 sqlite를 이용시 유일하게 사용할 수 있는 Executor 입니다.

- LocalExecutor

> Airlofw에 내장된 Executor
> SequentialExector와 달리 병렬처리가 가능합니다.

- DebugExecutor

> Airlofw에 내장된 Executor
> 표현 그대로 DAG에 대한 Debugging 용도로 사용되며 단일 프로세스 처리기이기 때문에 sqlit와 같이 사용가능합니다.

2. 외부 Executor

- CeleryExecutor

> Airflow가 Cluster 형태로 구성이 되어있을 때 분산 처리를 위한 Executor
> Queue Server(RabbitMQ , Redis)에 Task에 대한 대기열을 구성 후 처리
>
> 해당 Executor를 사용하기 위해서는 `celery`가 사전에 설치되어야 합니다.
>
> ```
> sudo pip3 install 'apache-airflow[celery]'
> ```
>
> 내부 Executor와 달리 Worker를 실행시키기 위해서는 추가 작업이 필요합니다.

```
# worker 실행
airflow celery worker

# worker 중지
airflow celery stop
```

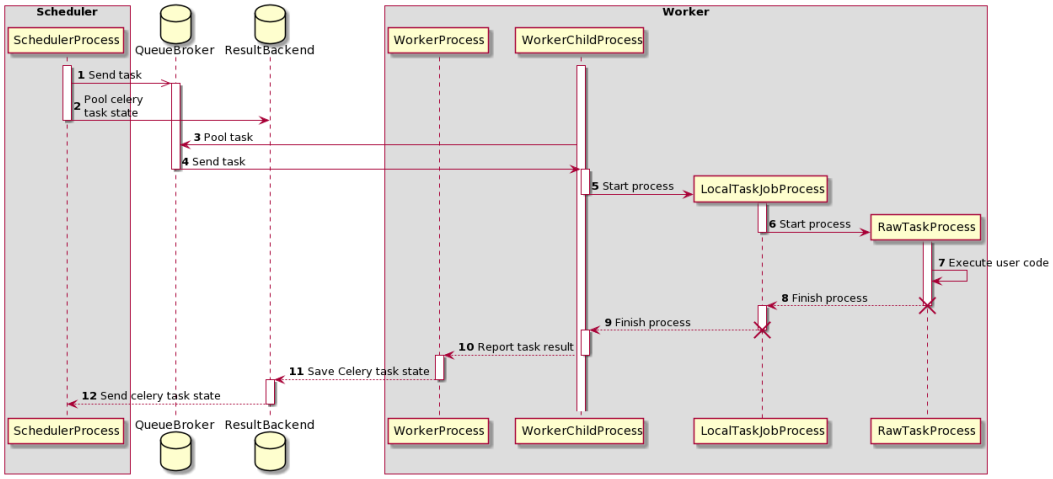
Worker들에 대한 Monitoring 기능을 Web UI로 제공합니다.(flower)

```
# flower 설치
sudo pip3 install flower

# flower 실행
airflow celery flower

# flower에 대한 기본 port는 5555로 설정
# http://{Airflow DNS}:5555로 접근 가능
```

Celery Executor Sequence diagram



(Image URL : https://airflow.apache.org/docs/apache-airflow/stable/_images/run_task_on_celery_executor.png)

1. **SchedulerProcess**에서 예약되거나 Trigger되서 수행해야할 작업에 대해 **QueueBroker**로 전송합니다.
2. **QueueBroker** 는 작업 상태에 대해 **ResultBackend** 에 주기적으로 쿼리하기 시작합니다 .

   > Result Backend란 Celery를 통해 Worker가 처리한 작업 결과

3. **QueueBroker** 는 전달 받은 작업 정보를 **WorkerProcess**로 전달합니다.
4. **WorkerProcess** 는 하나의 **WorkerChildProcess에** 단일 작업을 할당합니다 .
5. **WorkerChildProcess** 는 작업 처리를 위한 새 프로세스(**LocalTaskJobProcess)** 를 생성합니다.
6. **LocalTaskJobProcess** 로직은 `LocalTaskJob` 클래스 별로 기술. **TaskRunner**를 사용하여 새 프로세스를 시작합니다.
7. **RawTaskProcess** 및 **LocalTaskJobProcess** 는 작업이 완료되면 중지됩니다.
8. **WorkerChildProcess** 는 주요 프로세스인 **WorkerProcess** 에게 작업의 종료와 작업 가능 상태임을 전달합니다
9. **WorkerProcess** 는 **ResultBackend**에 상태 정보를 저장합니다 .

> Celery는 기본적으로 작업 결과를 저장하지 않습니다.
> 작업 결과를 저장하기 위해서는 Celery에 내장된 result backend를 골라서 설정하면 됩니다.

10. **SchedulerProcess** 가 **ResultBackend** 를 통해 작업 상태에 정보를 얻습니다.

CeleryExecutor에서 발췌한 내용이며 해당 링크에서 아키텍쳐나 추가 정보를 얻을 수 있습니다.

- DaskExecutor

  > Celery와 같이 분산 처리를 위한 Executor이며 Celery가 아닌 Dask를 이용합니다.
  > DaskExecutor에서 추가 정보 확인 가능합니다.
  > Celery와 Dask의 차이 해당 링크에서 둘의 차이를 확인 가능합니다.

- KubernetesExecutor

  > Kubernetes로 cluster 형태로 모든 작업 인스턴스에 대해 새 pod를 생성합니다.
  > KubernetesExecutor 해당 링크에서 아키텍쳐 및 작업 방식에 대하 자세한 정보를 획득할 수 있습니다.

- CeleryKubernetesExecutor

  > `CeleryKubernetesExecutor`는 사용자가 동시에 `CeleryExecutor`와 `KubernetesExecutor`를 실행할 수 있는 Executor 입니다.
  >
  > `CeleryKubernetesExecutor`아래의 경우에 사용됩니다.
  >
  > 1. 피크에 예약해야 하는 작업 수가 Kubernetes 클러스터가 처리량을 초과합니다.
  > 2. 작업의 상대적으로 작은 부분에는 격리된 런타임 환경이 필요합니다.
  > 3. Celery 작업자에서 실행할 수 있는 작은 작업이 많이 있지만 사전 정의된 환경에서 실행하는 것이 더 많은 리소스가 필요한 작업도 있습니다.
  >
  > 출처

2. Scheduler

Airflow scheduler는 예약된 워크플로 트리거를 통해 수행될 작업을 Executor에 제출합니다. 기본적으로 1분에 한 번 scheduler는 DAG 구문 분석 결과를 수집하고 활성 작업을 트리거할 수 있는지 확인합니다.

scheduler 시작

```
airflow scheduler
```

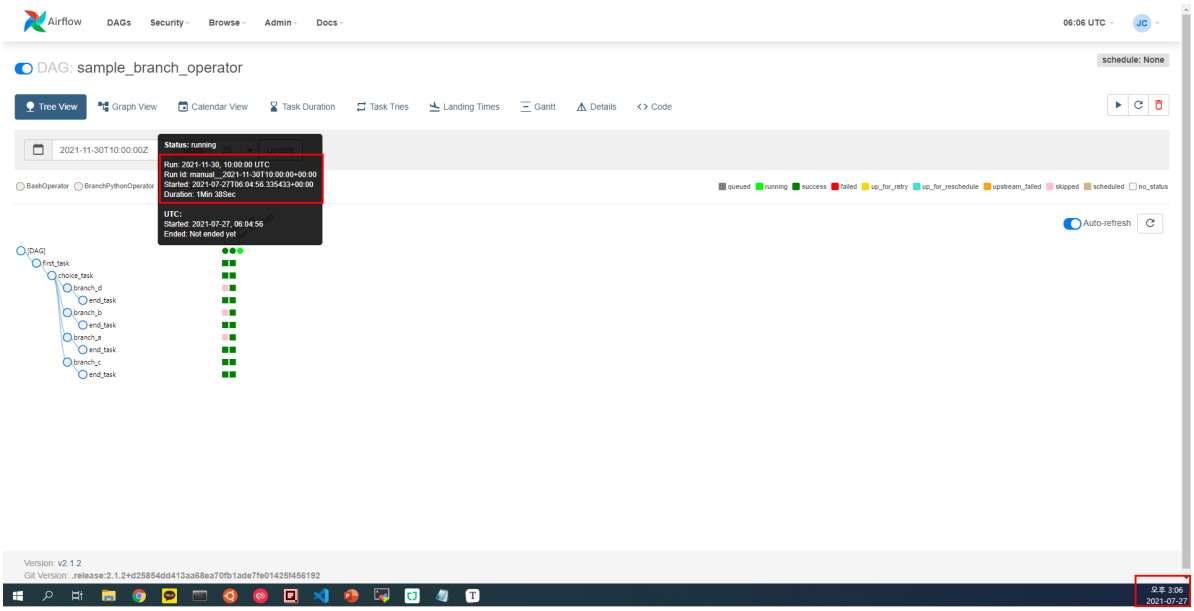
DAG에 대한 최초 실행은 DAG `start_date` 값을 기반으로 생성 됩니다. 그 후의 작업은 `schedule_interval`에 의해 순차적으로 생성됩니다.

airflow.cfg에서 스케줄러 섹션의

```
allow_trigger_in_future = True
```

상단과 같이 설정되어 있다면 수동으로 트리거할 때 미래 날짜로 Trigger가 가능합니다.

```
airflow dags trigger -e '2021-11-30 10:00:00+00:00' sample_branch_operator
```



실제로 수행되지는 않고 Running상태로 Scheduler에 걸려있게 됩니다.

Scheduler HA

Airflow는 성능상의 이유와 복원력을 위해 scheduler에 대해 HA 구성을 지원합니다.
scheduler의 HA구성은 기존 메타 데이터 데이터베이스를 활용하도록 설계되었습니다.
scheduler의 HA는 하단 작업을 반복 수행하게 됩니다.

- 작업 수행이 필요한 DAG를 확인 및 실행시킵니다.
- 예약 가능한 TaskInstances 또는 전체 DagRuns에 일괄 확인합니다.
- 예약 가능한 TaskInstances를 선택하고 실행을 위해 대기열에 전달합니다.

상단의 작업을 위해서는 Metadata Database에 요구 사양이 있습니다.

- PostgreSQL 9.6 이상
- MySQL 8+

Scheduler Tuneables

하단의 설정을 사용하여 scheduler HA 구성을 제어할 수 있습니다.

- max_dagruns_to_create_per_loop

  scheduler가 Dag를 실행하는 최대 수
  이 값을 낮게 설정하는 한 가지 가능한 이유는 대규모 dags가 있고 여러 일정을 실행하는 경우 하나의 스케줄러가 모든 작업을 수행하는 것을 방지.

- max_dagruns_per_loop_to_schedule

  scheduler가 Dag를 상태 검사하는 최대 수
  이 제한을 늘리면 적은 DAG 수일 경우 문제 없지만 많은(예: 500개 이상의 작업) DAG수 일 경우 처리량이 느려질 수 있습니다. 이 값을 너무 높게 설정하면 하나의 스케줄러가 모든 dag 실행을 수행하여 다른 스케줄러는 작업하지 않을 수 있습니다.

- use_row_level_locking

  scheduler는 Metadata Database에 `SELECT ... FOR UPDATE`를 실행해야 합니다. 따라서 False로 설정하면 한 개의 scheduler만 사용해야합니다.

- pool_metrics_interval

  풀 사용 통계를 statsd에 전송해야 하는 빈도(초)입니다(statsd_on이 활성화된 경우). 이것은 이것을 계산 하는 데 상대적으로 비용이 많이 드는 쿼리이므로 statsd 롤업 기간과 동일한 기간과 일치하도록 설정해야 합니다.

- clean_tis_without_dagrun_interval

  더 이상 일치하는 DagRun 행이 없는 것으로 확인된 TaskInstance 행을 "정리"하기 위해 각 스케줄러가 검사 빈도입니다.

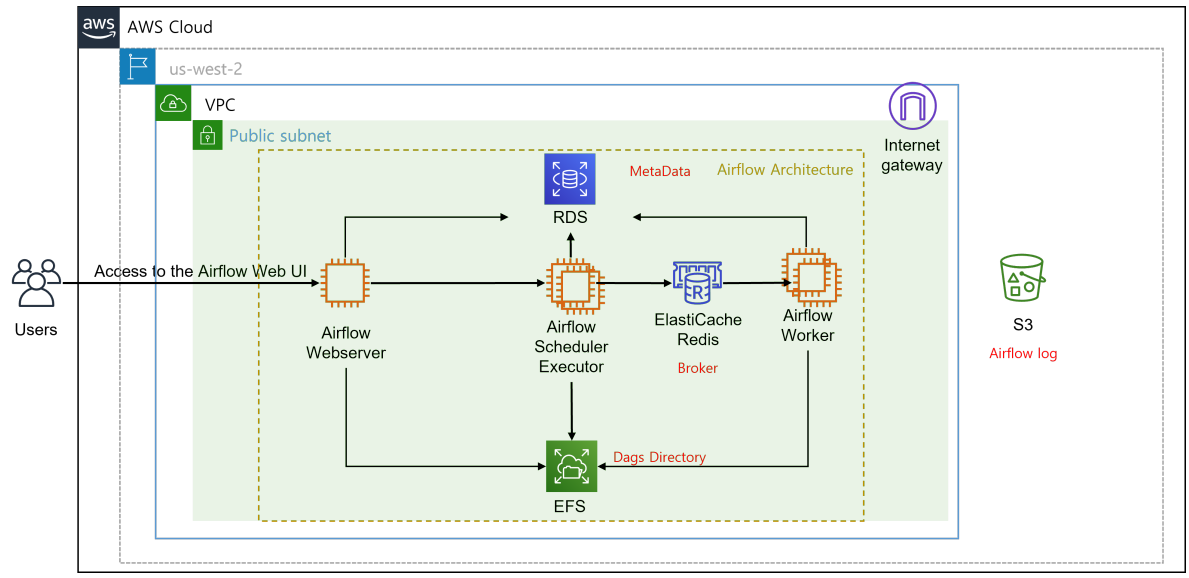
  일반적인 작업에서는 스케줄러가 이 작업을 수행하지 않으며 UI를 통해 행을 삭제하거나 DB에서 직접 행을 삭제해야만 이 작업을 수행할 수 있습니다. 이 검사가 중요하지 않은 경우 이 값을 더 낮게 설정할 수 있습니다. 작업은 정리가 수행될 때까지 어떤 상태로 유지되고 이 시점에서 실패로 설정됩니다.

- orphaned_tasks_check_interval

  고아 작업이나 죽은 SchedulerJobs를 확인해야 하는 빈도(초)입니다.

scheduler_doc에서 발췌했습니다.

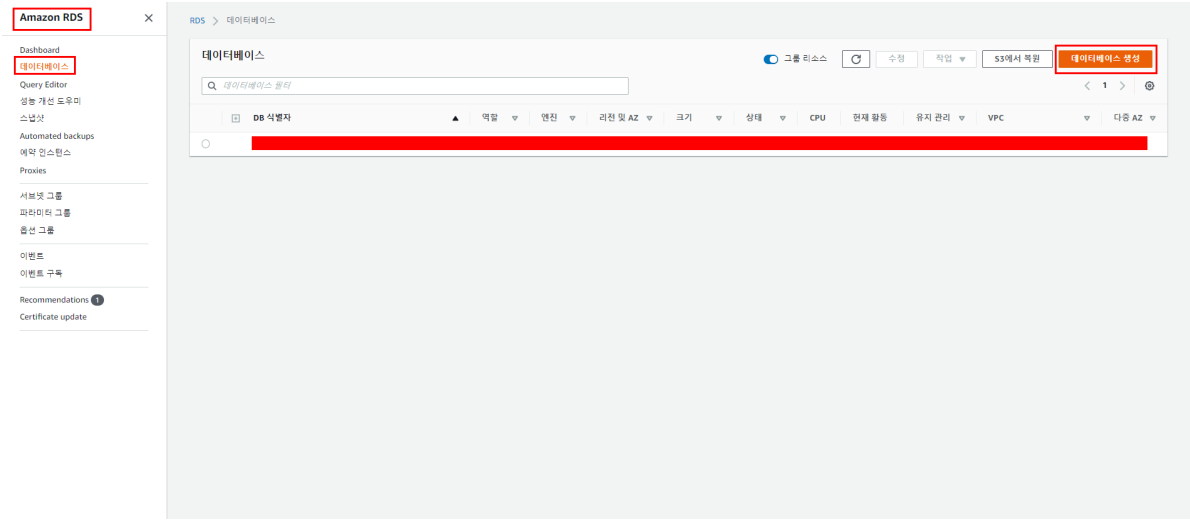
3. Airflow Multi Node 구성(HA)



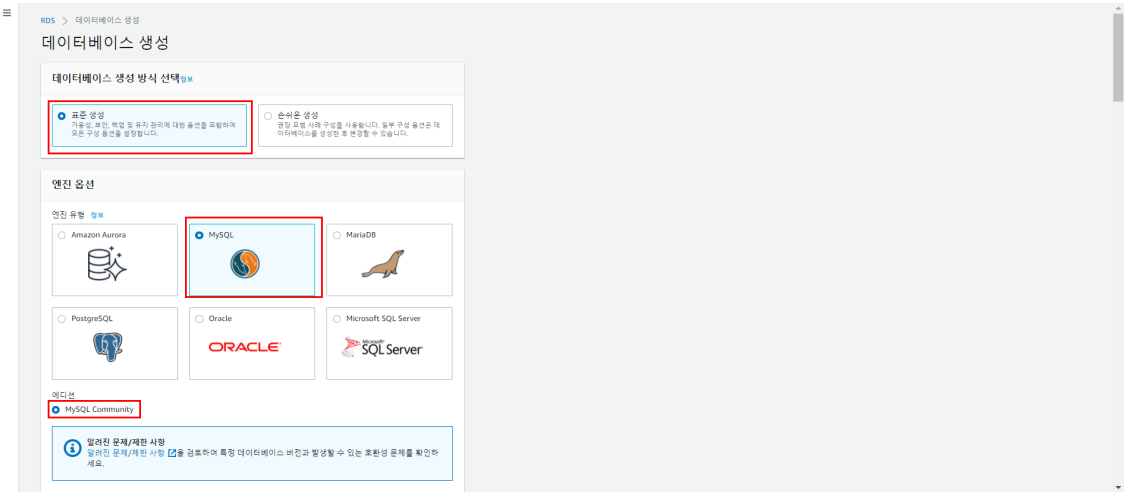
Resource list:

1. EC2 : Airflow Webserver, Scheduler, Executor, Worker (총 3대)
2. RDS(MySQL) : Metadata Database
3. EFS : Dag Directory
4. Elasticache : Broker
5. S3 : Log Storage

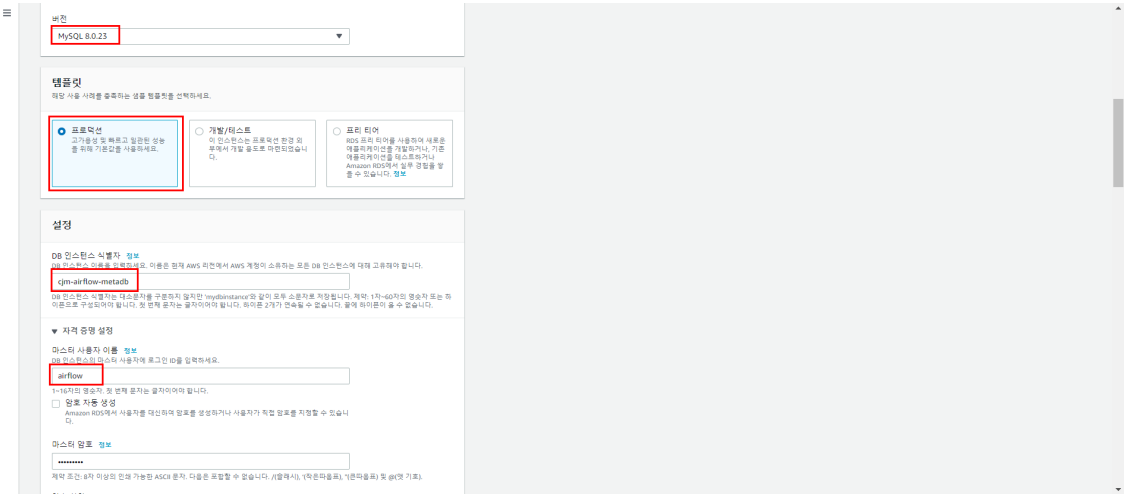
1. RDS - (Metadata Database)



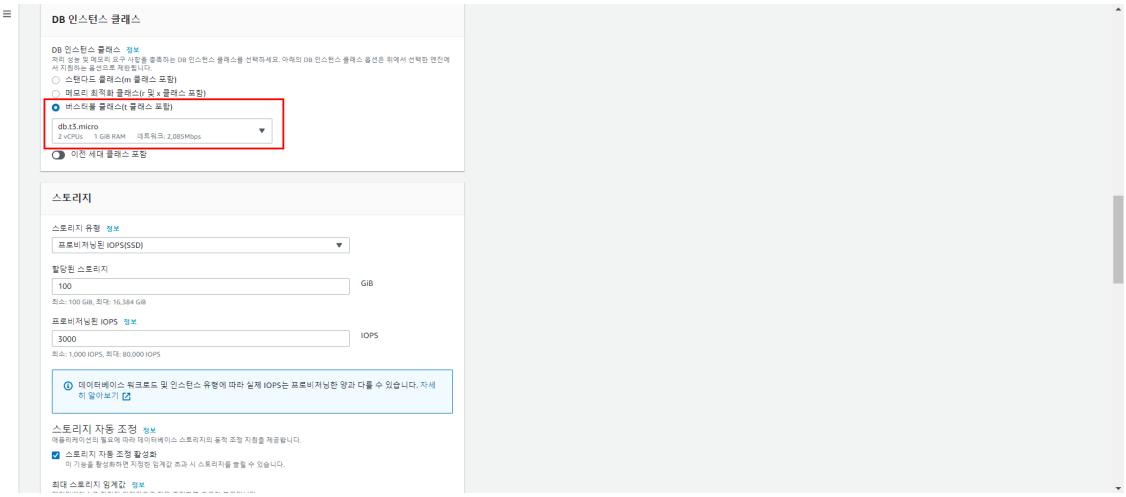
1. 데이터베이스 생성 방식 선택 : `표준 생성`
2. 엔진 유형 : `MySQL`
3. 에디션 : `MySQL Community`



4. 버전 : `MySQL 8.0.23`
5. 템플릿 : `프로덕션`
6. DB 인스턴스 식별자 : `cjm-airflow-metadb`
7. 마스터 사용자 이름 : `airflow`
8. 마스터 암호 : `Bespin12!`

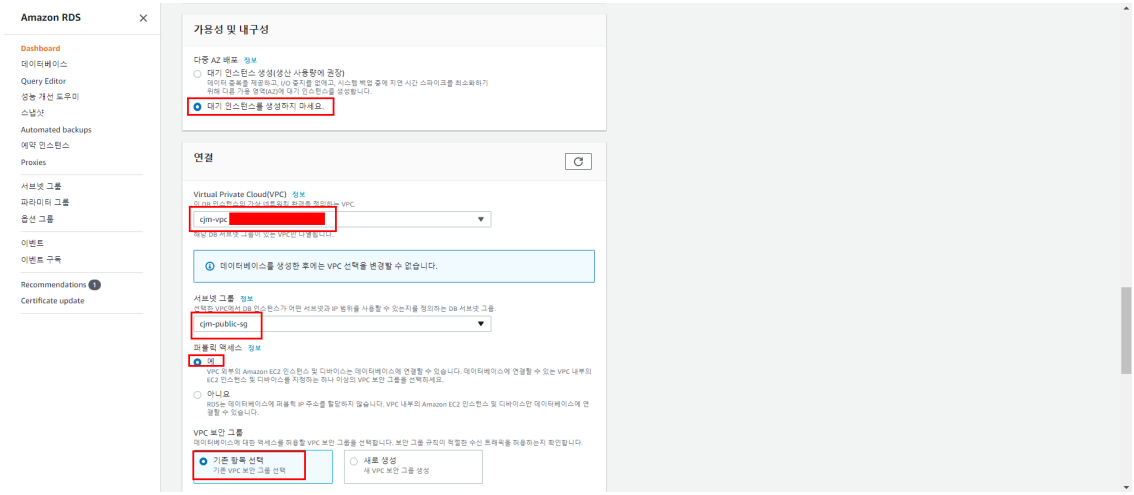


9. DB 인스턴스 클래스 : 버스터블 클래스(t 클래스 포함), `db.t3.micro`



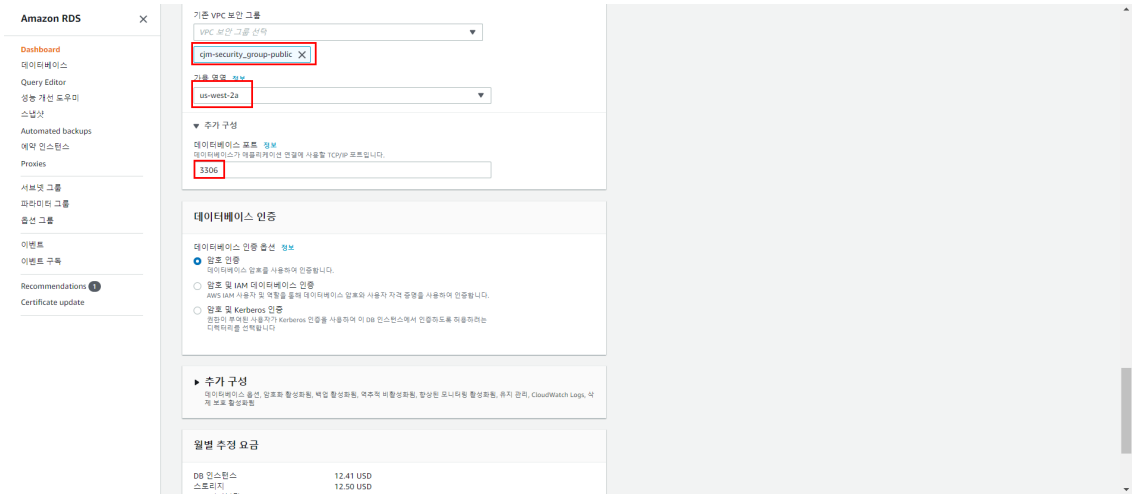
10. 다중 AZ 배포 : `대기 인스턴스를 생성하지 마십시오`
11. Virtual Private Cloud(VPC) : `{EC2와 동일한 VPC}`
12. 서브넷 그룹 : `{Public Subnet Group}`
13. 퍼블릭 액세스 가능 : `예`

14. VPC 보안 그룹 : `기존 항목 선택`



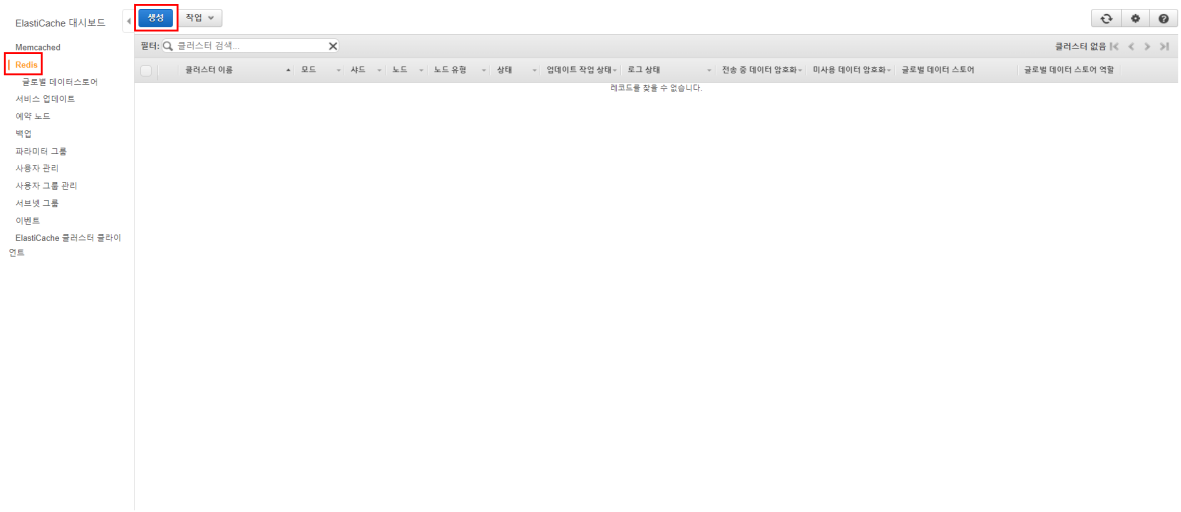
15. 가용 영역 : `us-west-2a`

16. 데이터베이스 포트 : `3306`

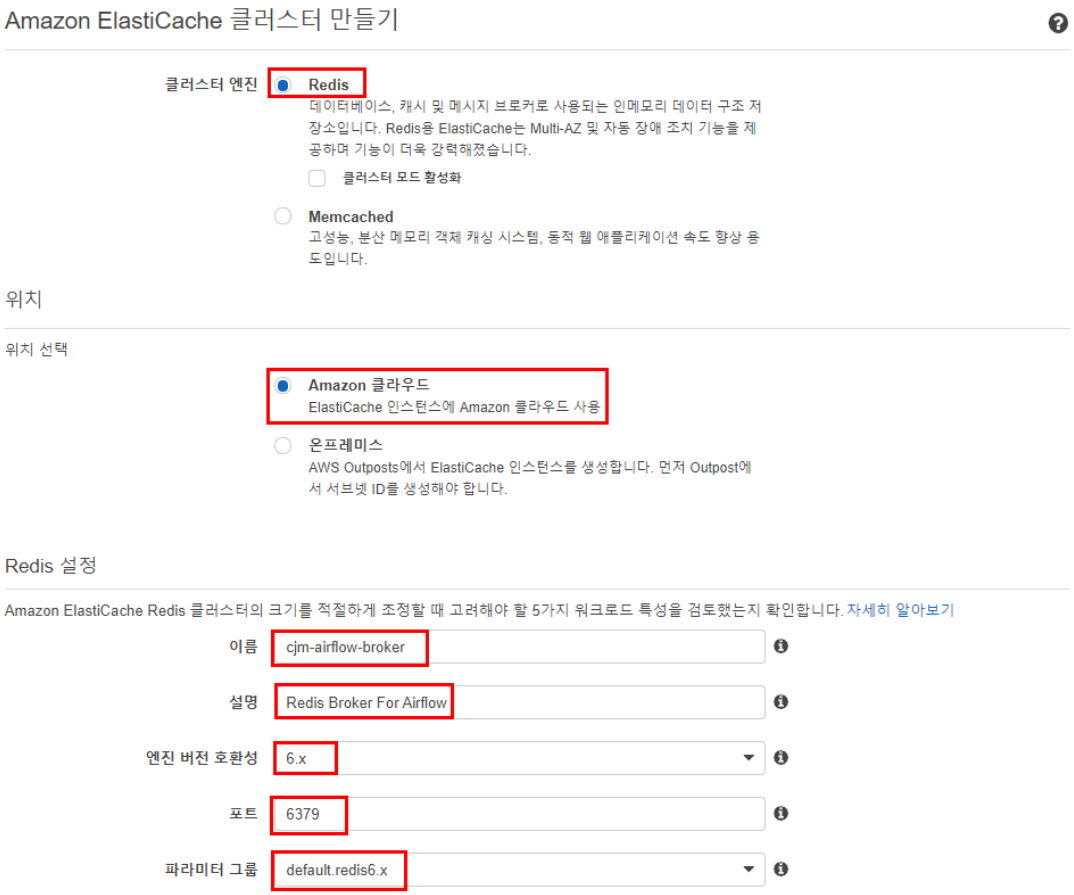


나머지는 Default option으로 설정

2. Elasticache (Redis)



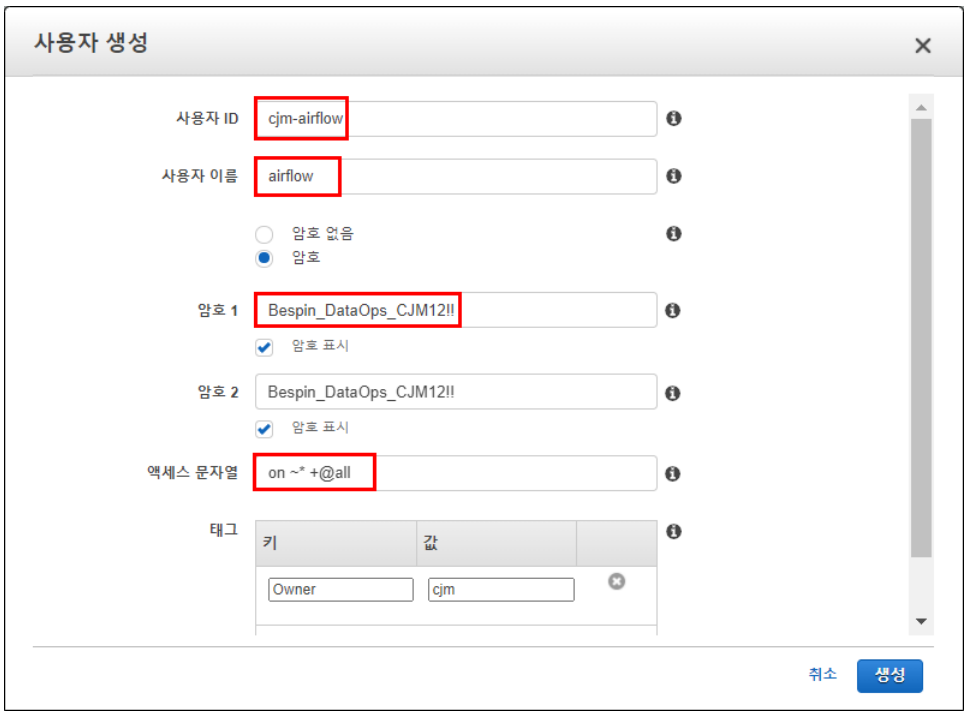
1. 클러스터 엔진 : Redis
   클러스터 모드 비활성
2. 위치선택 : Amazon 클라우드
3. 이름 : `cjm-airflow-broker`
4. 설명 : `Redis Broker For Airflow`
5. 엔진 버전 : `6.x`
6. 포트 번호 : `6379`



7. 노드 유형 : `cache.r6g.large`
8. 복제본 갯수 : `0`
9. 다중 AZ : `비활성`

10. 서브넷 그룹 : `{Public Subnet Group}`
11. 보안 : 현재 IP에 모든 트래픽을 허용하는 SG로 선택했습니다.

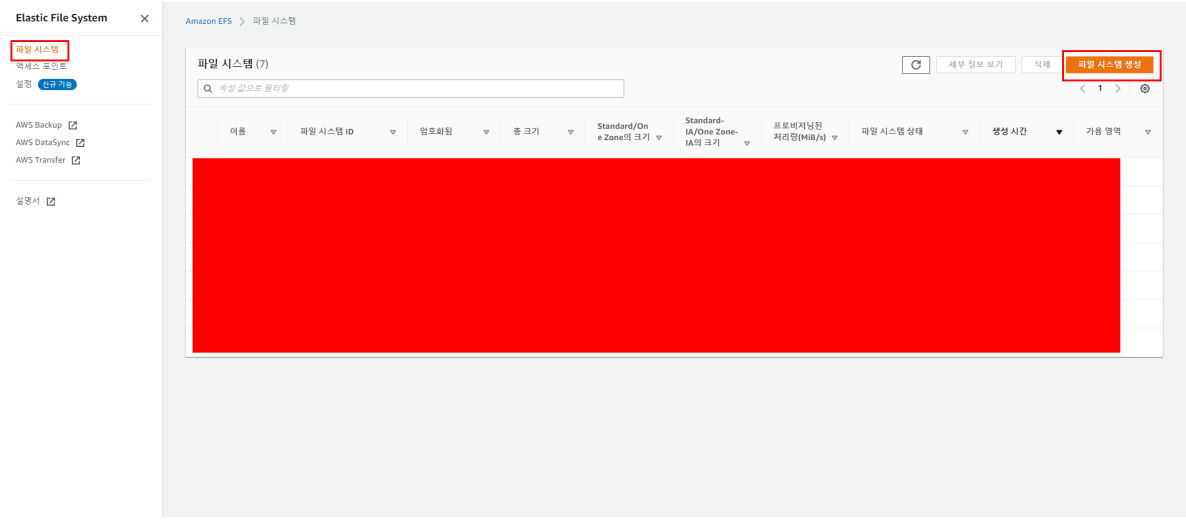
12. 사용자 생성
    1. 사용자 ID : `cjm-airflow`
    2. 사용자 이름 : `airflow`
    3. 암호 : `Bespin_DataOps_CJM12!!` (16~128 사이의 문자열)
    4. 액세스 문자열 : `on ~* +@all`
       [액세스 문자열을 사용하여 권한 지정](#)를 참고하여 권한 부여합니다.


사용자 생성
사용자 ID
cjm-airflow
사용자 이름
airflow
암호 없음
암호
암호 1
Bespin_DataOps_CJM12!!
암호 표시
암호 2
Bespin_DataOps_CJM12!!
암호 표시
액세스 문자열
on ~* +@all
태그
키
값
Owner
cjm
취소
생성

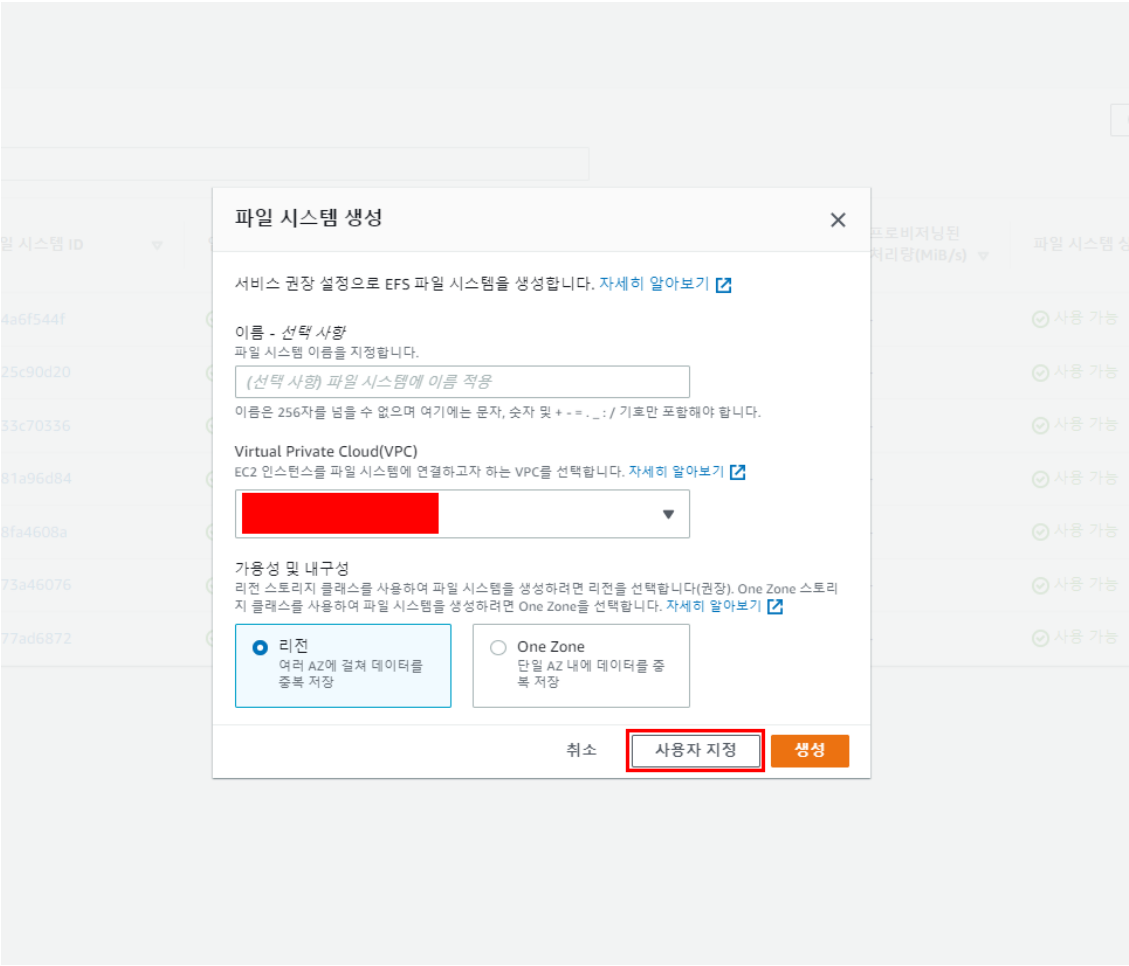
3. S3 - (Logs)

기존 Bucket에 Airflow log용 폴더 추가

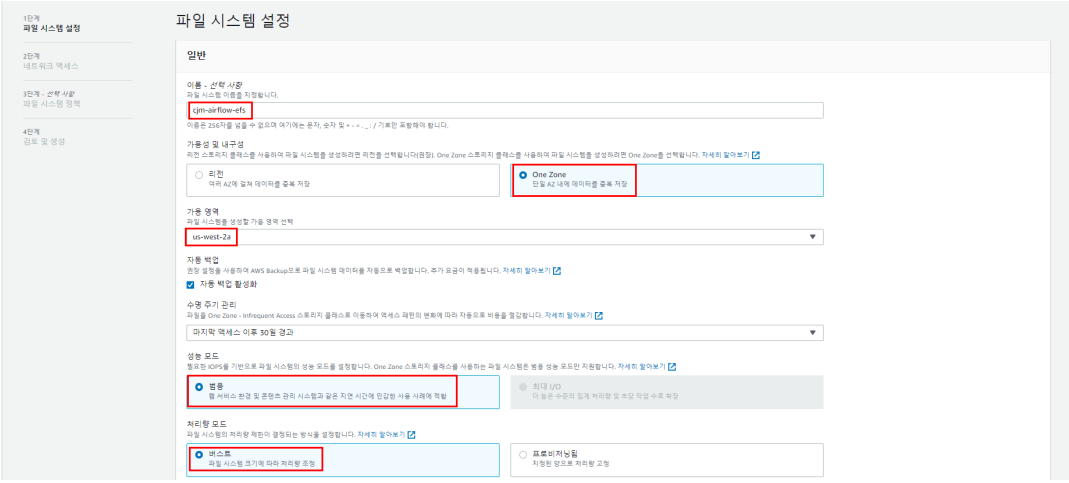
4. EFS - (Shared Directory : Configration, DAGs, Plugins)



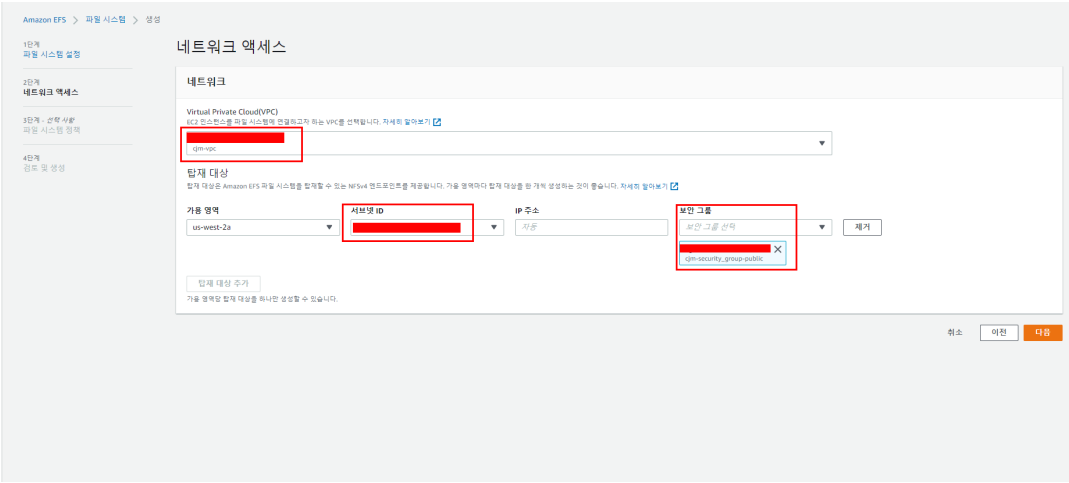
1. 선택 **파일 시스템 생성** 을(를) 열려면 **파일 시스템 생성** 대화 상자.
2. 사용자 지정을 선택합니다.



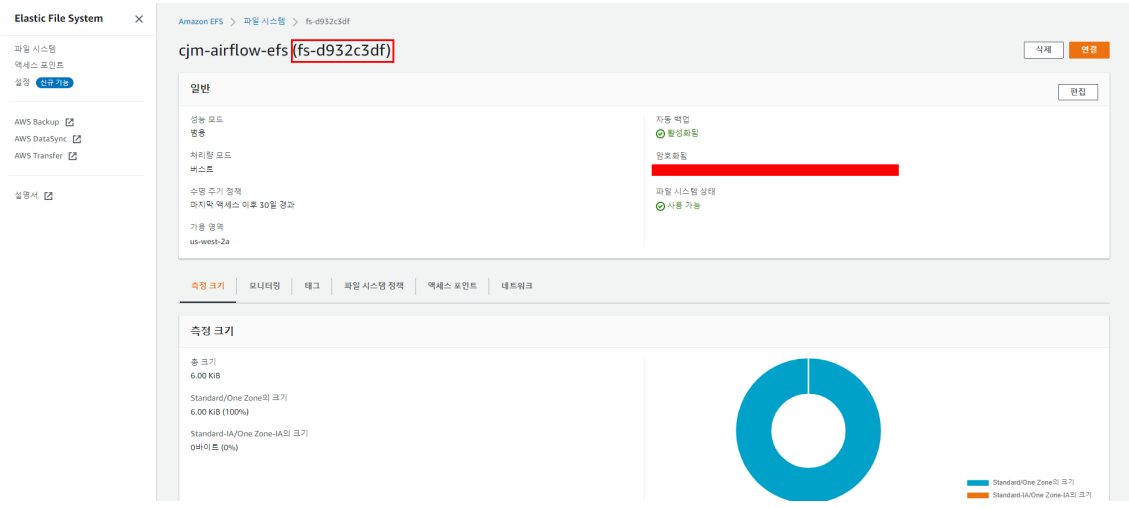
3. 파일 시스템 설정
    1. 이름 : `cjm-airflow-efs`
    2. 가용성 및 내구성 : `One Zone`
    3. 가용 영역 : `us-west-2`
    4. 성능 모드 : `범용`
    5. 처리량 모드 : `버스트`



4. 네트워크 설정
    1. VPC 설정: airflow 서버와 같은 VPC로 설정합니다.
    2. 탑재 대상 설정 : airflow 서버가 있는 가용영역과 서브넷에 설정합니다
    3. 주의 사항 : VPC는 DNS 옵션이 활성화 되어있어야 합니다.

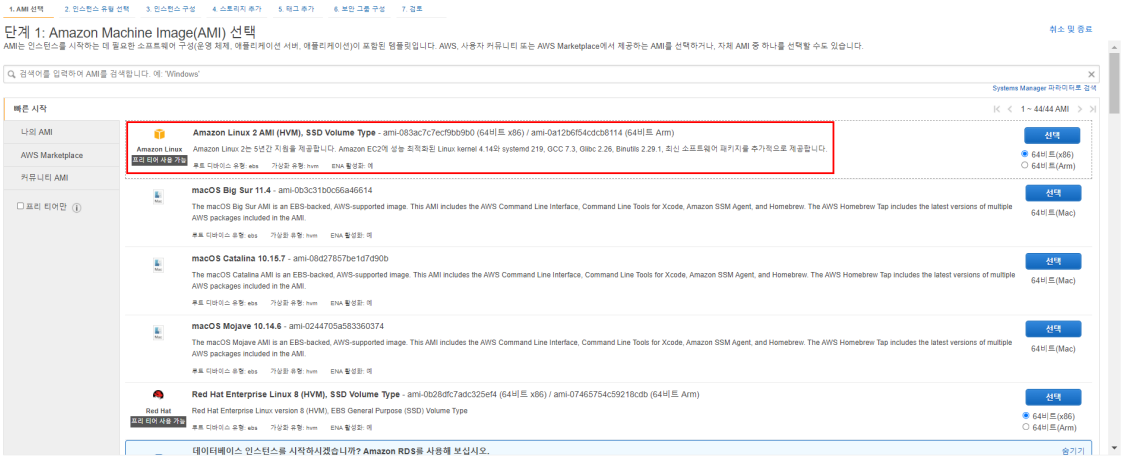


5. 파일 시스템 정책 : 미설정
6. 검토 및 생성
7. 파일 시스템 페이지에 만든 파일 시스템의 상태를 보여주는 배너가 맨 위에 표시됩니다.
   파일 시스템 세부 정보 페이지에 액세스하려면 파일 시스템이 사용 가능해질 때 배너에 액세스할 수 있습니다. (파일 시스템 이름 옆 괄호안의 문자열이 파일 시스템의 ID입니다. ID 값은 mount시 사용됩니다.)



5. EC2 - (Webserver)

1. AMI 선택 : `Amazon Linux 2 AMI (HVM), SSD Volume Type`

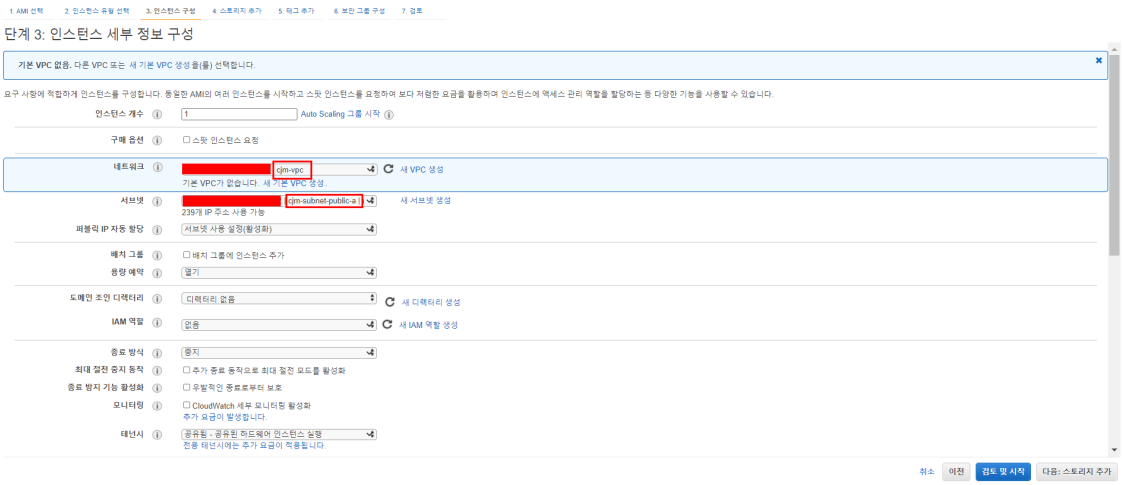


2. 인스턴스 유형 : `t2.large`

3. 인스턴스 갯수 : 1

4. Virtual Private Cloud(VPC) : `{RDS와 동일한 VPC}`

5. 서브넷 그룹 : `{Public Subnet Group}`



나머지는 Default 값으로 생성

6. Airflow 설정

하위 작업을 Airflow Webserver에서 작업 후 AMI 등록하여 해당 AMI로 Scheduler 및 Worker를 구성합니다.

1. Airflow 공통 설정

```
# EC2 기본 설치
sudo yum update -y
sudo yum install zlib-devel bzip2-devel openssl-devel ncurses-devel sqlite-devel
python3-devel.x86_64 cyrus-sasl-devel.x86_64 -y
sudo yum install gcc -y
sudo yum install libevent-devel -y
sudo pip3 install wheel
sudo pip3 install boto3 PyMySQL celery flask-bcrypt
sudo pip3 install 'apache-airflow[aws]'
sudo pip3 install "SQLAlchemy==1.3.18"

# AIRFLOW_HOME 설정
export AIRFLOW_HOME=/home/ec2-user/airflow
```

2. Metadata Database 설정

Library 설치

```
# MySQL server 설치
# RPM 저장소 패키지를 설치
sudo yum install -y https://dev.mysql.com/get/mysql80-community-release-el7-
3.noarch.rpm

# yum 명령을 사용하여 구성된 저장소 목록을 볼 수도 있습니다.
sudo yum repolist

# MySQL 8 서버 패키지를 설치
sudo yum install -y mysql-community-server

# MySQL 서버 서비스를 시작
sudo systemctl enable --now mysqld

# MySQL 서버 서비스가 시작되어 실행 중인지 확인
systemctl status mysqld

# 추가 라이브러리 설치
sudo yum install -y mysql-devel
# airflow plugin 설치
sudo pip3 install 'apache-airflow[mysql]'
```

DB 및 계정 생성

```
# RDS에 airflow metadb와 계정 생성
# MySQL 접속
mysql -u [admin username] -h [RDS Endpoint] -p

# RDS에 airflow metadb 생성
CREATE DATABASE airflow CHARACTER SET UTF8mb3 COLLATE utf8_general_ci;
# RDS에 airflow 계정 생성
# 로컬
CREATE USER 'airflow'@'localhost' IDENTIFIED BY 'Bespin12!';
# db에 대한 권한 부여
GRANT ALL privileges on airflow.* to airflow@localhost;
GRANT ALL privileges on airflow.* to airflow@'%';
flush privileges;
```

3. EFS 설정

```
# EFS 마운트 도우미 라이브러리 설치 amazon-efs-utils
# 다음 명령을 실행해 amazon-efs-utils를 설치합니다. (linux2 ami, linux ami에서 가능)
sudo yum install -y amazon-efs-utils

# AIRFLOW_HOME 폴더 생성
mkdir -p ~/airflow

# EFS 마운트
sudo mount -t efs {파일 시스템의 ID}:/ ~/airflow

# 소유권 변경
sudo chown ec2-user ~/airflow

# /etc/fstab에서 영구 마운트 선언
# - 서버를 재시작 한 경우 /etc/fstab 경로에 마운트 정보가 없으면 마운트 정보가 삭제된다.
# - 따라서 /etc/fstab에 마운트정보를 작성한다.
sudo vi /etc/fstab

# 하단 내용을 추가 합니다.
{EFS_ID}.efs.{Region_Name}.amazonaws.com:/ {Mount 절대 경로} nfs4
nfsvers=4.1,rsize=1048576,wsize=1048576,hard,timeo=600,retrans=2,noresvport,_net
dev 0 0
```

4. Executor 및 Broker 설정

```
# Celery 설치 (Celery 서버)
sudo pip3 install celery

# airflow plugin celery 설치
sudo pip3 install 'apache-airflow[celery, redis]'
```

5. airflow.cfg 설정

```
# 사용할 executor 설정
# executor = SequentialExecutor
executor = CeleryExecutor

# airflow.cfg 파일 내 다음 설정을 변경
sql_alchemy_conn = mysql://[USER]:[PASSWORD]@[IP]:3306/airflow
```

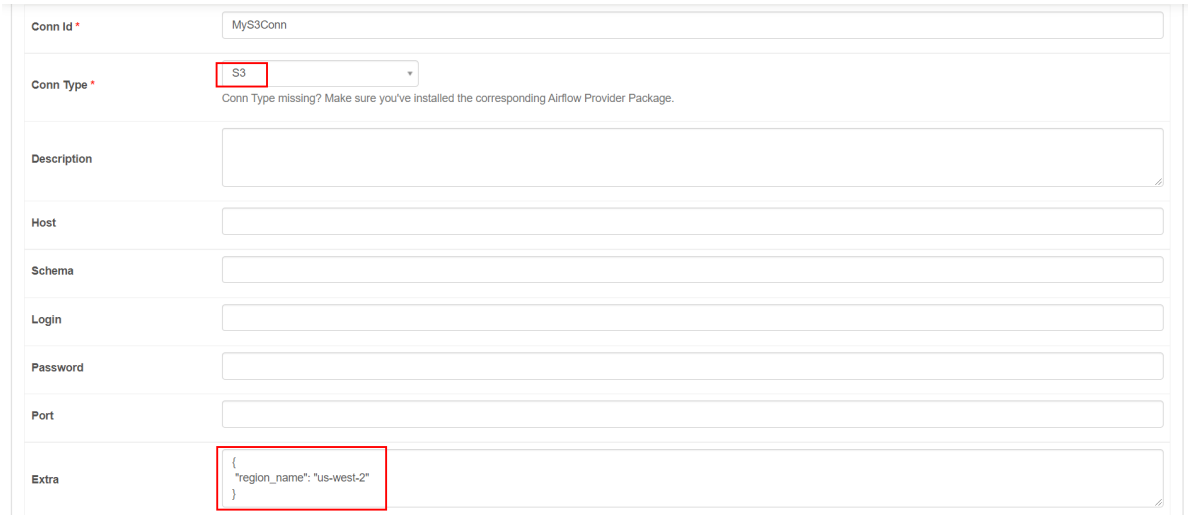
```
# [core]
# Airflow can store logs remotely in AWS S3. Users must supply a remote
# location URL (starting with either 's3://...') and an Airflow connection
# id that provides access to the storage location.
remote_logging = True
remote_base_log_folder = s3://{my-bucket}/{path_to_logs}
remote_log_conn_id = MyS3Conn

# Use server-side encryption for logs stored in S3
encrypt_s3_logs = False

# [webserver]
# Set to true to turn on authentication:
# https://airflow.apache.org/security.html#web-authentication
auth_backend = airflow.api.auth.backend.basic_auth

broker_url = redis://{액세스 문자열}@{Redis Endpoint}:6379/0
result_backend = db+mysql://{DB username}:{DB password}@{DB Endpoint}/{DB Name}
```

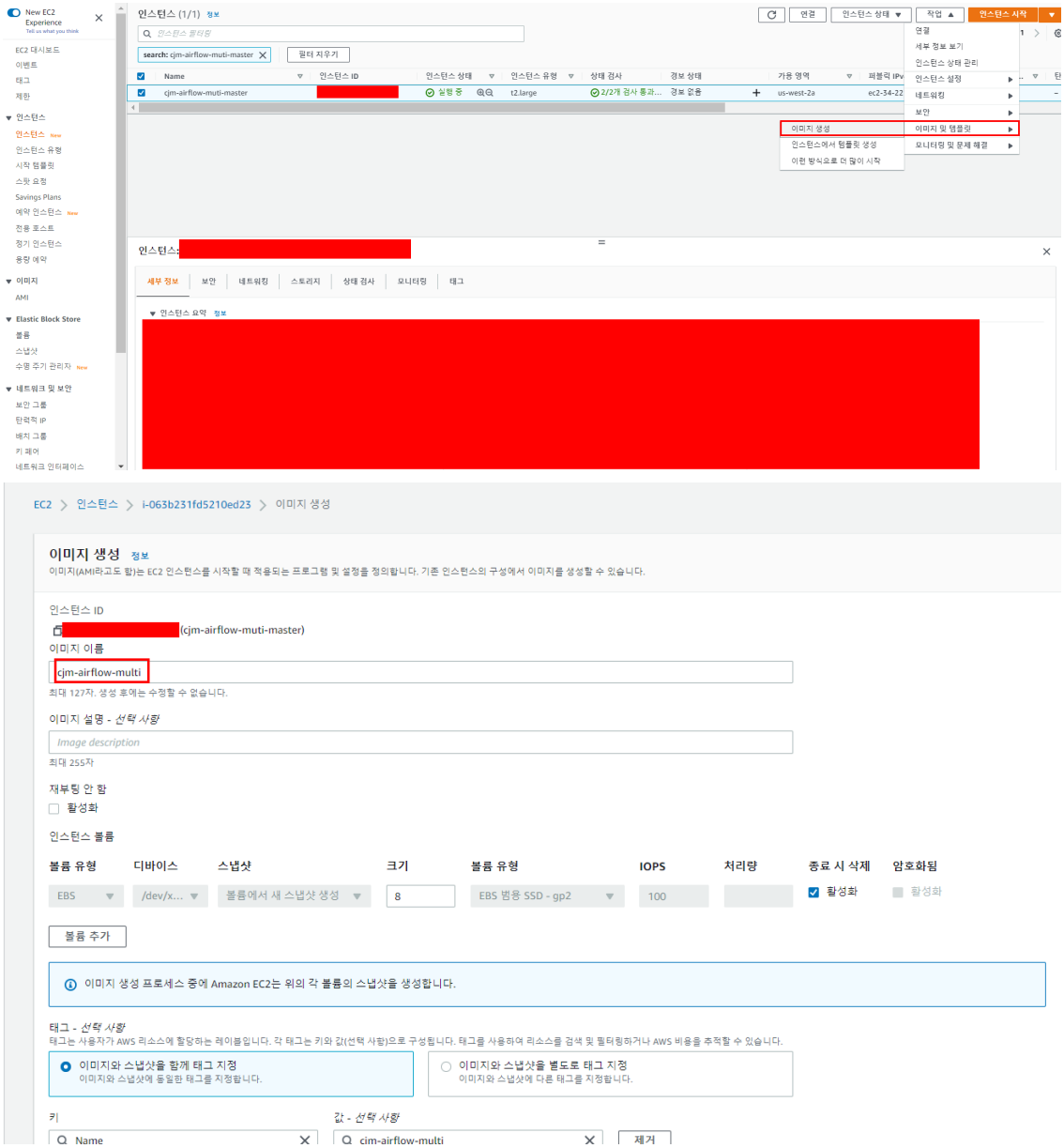
S3 Connection에 입력한 Connection은 Webserver에서 접속해서 하단과 같이 생성합니다.



7. EC2 - (Worker, Scheduler)

Webserver에 대한 설정이 끝나면 해당 EC2에 대한 AMI를 등록 후 Worker 및 Scheduler 역할을 할 EC2 2대를 추가로 생성합니다.

1. AMI 등록

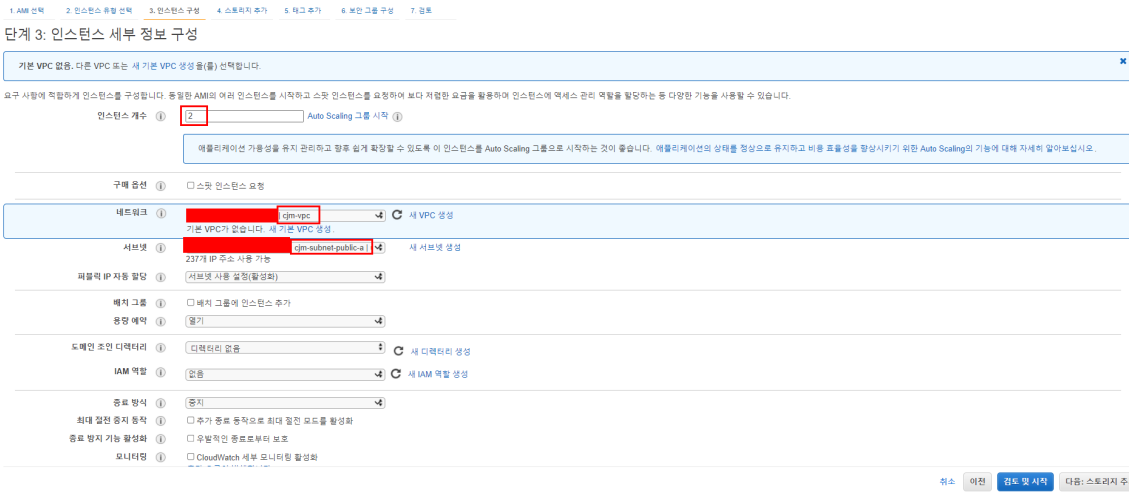


2. EC2 생성

   Webserver와의 차이점은 AMI와 생성 갯수 뿐입니다.

   AMI

Instance Count



과제

Data :

Column	Description
CustomerID	Unique ID assigned to the customer
Gender	Gender of the customer
Age	Age of the customer
Annual Income (k$)	Annual Income of the customee
Spending Score (1-100)	Score assigned by the mall based on customer behavior and spending nature

(Data 출처 : https://www.kaggle.com/vjchoudhary7/customer-segmentation-tutorial-in-python)

모든 AWS 관련 작업은 boto3를 사용 금지, Console 작업 금지

상단의 Data가 S3에 위치해 있을 때 (s3://cjm-oregon/champion/data/Mall_Customers.csv)

DAG_1

1. EMR 생성
2. DAG_2 호출 (External Trigger)
3. DAG_2 완료 시까지 상태 체크 (External Sensor)
4. EMR 종료
5. 수행 여부를 E-mail로 전송

DAG_2

1. DAG_1에서 생성한 EMR HDFS로 S3의 Data 복사
2. 복사한 Data를 `Spending Score (1-100)`을 오름차순으로 변경
3. 변경한 Data를 S3에 Parquet로 저장