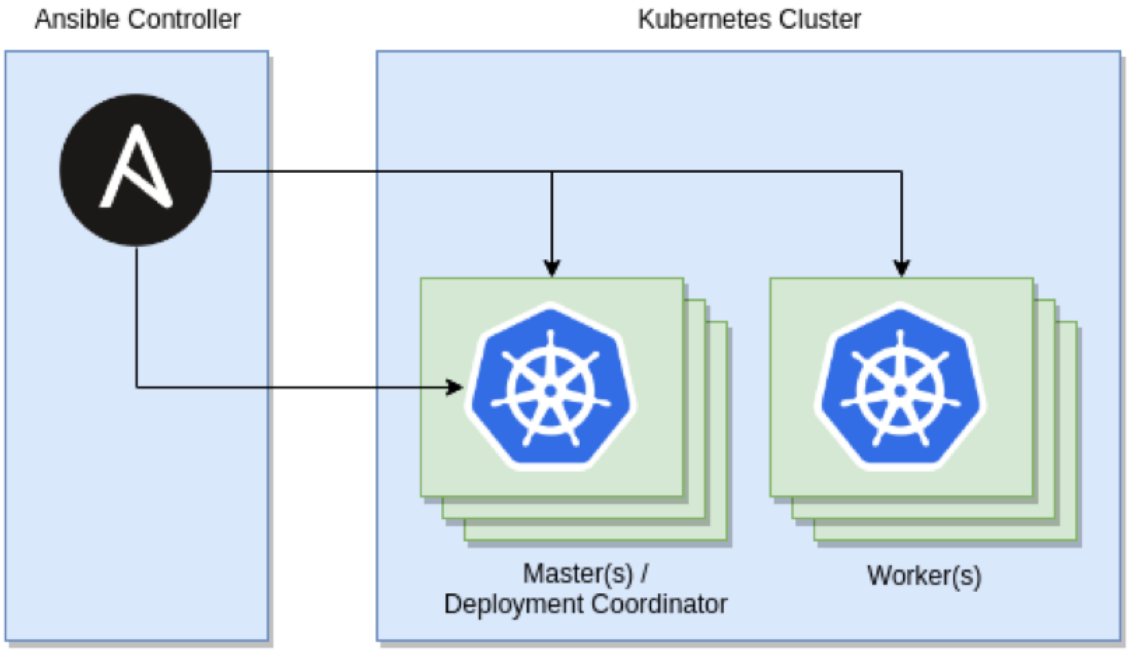
Provisioning a kubernetes cluster using Ansible and Vagrant

Obiettivo

In questo elaborato viene spiegato come istanzanziare un cluster kubernetes di macchine virtuali usando Ansible.
In particolare l'architettura del sistema prevede 3 macchine virtuali :

- 1 macchina master
- 2 macchine slave

Questo cluster è controllato attraverso Kubernetes.
L'inizializzazione delle macchine virtuali avviene sfruttando le API di VirtualBox con Vagrant ed inoltre è stato sfruttato Ansible per automatizzare l'installazione di kubernetes.



Nei nodi del cluster è stato utilizzato Ubuntu debian nella versione “bionic” sia per i client che per il master; non è stato inserito altro Sw nelle VM oltre kubernetes e docker.

Questo task ha necessitato la scrittura di 3 file e l’installazione nella macchina host di Vagrant e Ansible.

Strumenti Utilizzati

come già accennato in precedenza sono 4 i software sfruttati per svolgere il task:

- Virtualbox: è un noto strumento open-source per l'esecuzione di VM; in questo lavoro ne sono state sfruttate le API pubbliche per istanziare il master e i due client.
- Vagrant: gestore di macchine virtuale, anch'esso open-source, fa il paio con l'altro diffusissimo e più noto software di containerizzazione "Docker"; il ruolo che ha svolto in questa tesina è quello di sfruttare le API di virtualbox per costruire macchine virtuali.
- Kubernetes: anche chiamato K8s è un sistema open-source per l'orchestrazione di VM e container; in questo elaborato è servito per la creazione di cluster di macchine virtuali.
- Ansible: software libero, altamente flessibile, agentless, richiede soltanto una connessione ssh nelle macchine target, sfrutta il linguaggio YAML e si occupa di automatizzare le procedure di installazione di quasi qualunque SW; come già accennato sopra, il suo compito è stato quello di automatizzare l'installazione di kubernetes in tutte le macchine create con Vagrant.

Requisiti

Per eseguire correttamente il provisioning di un sistema sì fatto si è sfruttata una macchina host con SO debian (Ubuntu LTS 20.04) nella quale è stato necessario installare anche Vagrant 2.2.9, Ansible 2.9.6 e VirtualBox 6.1 .

Innanzitutto è bene create una cartella dedicata al progetto:

```
mkdir kubernetes
cd kubernetes
```

Installazioni iniziali

installazione VirtualBox :

```
sudo apt update
sudo apt install virtualbox
```

Installazione Vagrant:

```
curl -O
https://releases.hashicorp.com/vagrant/2.2.9/vagrant_2.2.9_x86_64.deb
sudo apt install ./vagrant_2.2.9_x86_64.deb
```

Installazione Ansible:

```
sudo apt install ansible
```

Svolgimento

Il sistema prevede la scrittura di 3 file:

- Vagrantfile
- master-playbook.yaml
- node-playbook.yaml

Nota: una descrizione dettagliata dei file è presente nella sezione successiva

I file possono essere editati con qualunque editor, tuttavia è bene prestare attenzione alla spaziatura dei caratteri specialmente nei due file ".yaml".
I file vanno inseriti nella cartella "kubernetes" appena creata; una volta completata la loro stesura la cartella avrà il seguente contenuto:

```
valiokei@valiokei-G5-5590:~/Scrivania/kubernetes$ tree
.
├── master-playbook.yml
├── node-playbook.yml
└── Vagrantfile

0 directories, 3 files
```

Vagrantfile

Il primo file, come suggerito dal nome, serve per istruire Vagrant su come, quante e con che SW e risorse, macchine virtuali istanziare.

Di seguito è riportato il Vagrantfile:

```
IMAGE_NAME = "ubuntu/bionic64"
N = 2

Vagrant.configure("2") do |config|
    config.ssh.insert_key = false

    config.vm.provider "virtualbox" do |v|
        v.memory = 1024
        v.cpus = 2
    end

    config.vm.define "master" do |master|
        master.vm.box = IMAGE_NAME
        master.vm.network "private_network", ip: "192.168.50.10"
        master.vm.hostname = "master"
        master.vm.provision "ansible" do |ansible|
            ansible.playbook = "master-playbook.yml"
            ansible.extra_vars = {
                node_ip: "192.168.50.10",
            }
        end
    end

    (1..N).each do |i|
        config.vm.define "node-#{i}" do |node|
            node.vm.box = IMAGE_NAME
            node.vm.network "private_network", ip: "192.168.50.#{i + 10}"
            node.vm.hostname = "node-#{i}"
            node.vm.provision "ansible" do |ansible|
                ansible.playbook = "node-playbook.yml"
                ansible.extra_vars = {
                    node_ip: "192.168.50.#{i + 10}",
```

```
                }
            end
        end
    end
end
```

Ansible files

Di seguito si riportano i file di configurazioni dei nodi scritti in yaml necessari al funzionamento di Ansible.

Master-playbook

Il seguente file “master-playbook.yaml” specifica le operazioni da eseguire nel nodo master alfine di installare docker e kubernetes.

```yaml
---
- hosts: all
  become: true
  tasks:
  - name: Install packages that allow apt to be used over HTTPS
      apt:
      name: "{{ packages }}"
      state: present
      update_cache: yes
      vars:
      packages:
      - apt-transport-https
      - ca-certificates
      - curl
      - gnupg-agent
      - software-properties-common
```

```
17
18  - name: Add an apt signing key for Docker
19      apt_key:
20      url: https://download.docker.com/linux/ubuntu/gpg
21      state: present
22
23  - name: Add apt repository for stable version
24      apt_repository:
25      repo: deb [arch=amd64] https://download.docker.com/linux/ubuntu xenial stable
26      state: present
27
28  - name: Install docker and its dependecies
29      apt:
30      name: "{{ packages }}"
31      state: present
32      update_cache: yes
33      vars:
34      packages:
35      - docker-ce
36      - docker-ce-cli
37      - containerd.io
38      notify:
39      - docker status
40
41  - name: Add vagrant user to docker group
42      user:
43      name: vagrant
44      group: docker
45
46  - name: Disable swap
47      command: swapoff -a
48
49  - name: Add an apt signing key for Kubernetes
50      apt_key:
51      url: https://packages.cloud.google.com/apt/doc/apt-key.gpg
```

```
52        state: present
53
54    - name: Adding apt repository for Kubernetes
55        apt_repository:
56        repo: deb https://apt.kubernetes.io/ kubernetes-xenial main
57        state: present
58        filename: kubernetes.list
59
60    - name: Install Kubernetes binaries
61        apt:
62        name: "{{ packages }}"
63        state: present
64        update_cache: yes
65        vars:
66        packages:
67        - kubelet
68        - kubeadm
69        - kubectl
70        register: installed
71
72    - name: Restart kubelet
73        service:
74        name: kubelet
75        daemon_reload: yes
76        state: restarted
77
78    - name: Initialize the Kubernetes cluster using kubeadm
79        command: kubeadm init --apiserver-advertise-address="192.168.50.10"
    --apiserver-cert-extra-sans="192.168.50.10"  --node-name master
    --pod-network-cidr=192.168.0.0/16
80        when: installed is changed
81
82    - name: Create .kube folder
83        become: false
84        file:
```

```
85        path: /home/vagrant/.kube
86        state: directory
87
88    - name: Copy admin.conf file
89        copy: remote_src=True src=/etc/kubernetes/admin.conf
      dest=/home/vagrant/.kube/config
90
91    - name: Change admin.conf owner
92        file:
93        path: /home/vagrant/.kube/config
94        owner: vagrant
95        group: vagrant
96
97    - name: Install calico pod network
98        become: false
99        command: kubectl apply -f
      https://docs.projectcalico.org/v3.10/manifests/calico.yaml
100
101   - name: Generate join command
102       command: kubeadm token create --print-join-command
103       register: join_command
104
105   - name: Copy join command to local file
106       copy:
107       dest: "join"
108       content: "{{ join_command.stdout_lines[0] }}"
109       become: false
110       delegate_to: localhost
111
112   handlers:
113       - name: docker status
114       service: name=docker state=started
```

Node-playbook

Il seguente file “node.yaml” specifica le operazioni da eseguire nei nodi client:

```
---
- hosts: all
  become: true
  tasks:
  - name: Install packages that allow apt to be used over HTTPS
      apt:
      name: "{{ packages }}"
      state: present
      update_cache: yes
      vars:
      packages:
      - apt-transport-https
      - ca-certificates
      - curl
      - gnupg-agent
      - software-properties-common

  - name: Add an apt signing key for Docker
      apt_key:
      url: https://download.docker.com/linux/ubuntu/gpg
      state: present

  - name: Add apt repository for stable version
      apt_repository:
      repo: deb [arch=amd64] https://download.docker.com/linux/ubuntu xenial stable
      state: present

  - name: Install docker and its dependecies
      apt:
```

```
30      name: "{{ packages }}"
31      state: present
32      update_cache: yes
33      vars:
34      packages:
35      - docker-ce
36      - docker-ce-cli
37      - containerd.io
38      notify:
39      - docker status
40
41  - name: Add vagrant user to docker group
42      user:
43      name: vagrant
44      group: docker
45
46  - name: Disable swap
47      command: swapoff -a
48
49  - name: Add an apt signing key for Kubernetes
50      apt_key:
51      url: https://packages.cloud.google.com/apt/doc/apt-key.gpg
52      state: present
53
54  - name: Adding apt repository for Kubernetes
55      apt_repository:
56      repo: deb https://apt.kubernetes.io/ kubernetes-xenial main
57      state: present
58      filename: kubernetes.list
59
60  - name: Install Kubernetes binaries
61      apt:
62      name: "{{ packages }}"
63      state: present
64      update_cache: yes
```

```
    vars:
    packages:
    - kubelet
    - kubeadm
    - kubectl

- name: Restart kubelet
    service:
    name: kubelet
    daemon_reload: yes
    state: restarted

- name: Copy the join command to server location
    copy:
    src: "join"
    dest: /tmp/join-command.sh
    mode: 0777
    become: false

- name: Join the node to cluster
    command: sh /tmp/join-command.sh

handlers:
    - name: docker status
    service: name=docker state=started

```

Inizializzazione

È necessario seguire il seguente comando per far si che vagrant inizializzi le VM e le renda accessibili attraverso SSH:

```
vagrant up
```

Se il comando non riporta errori si è conclusa la fase di inizializzazione e le macchine sono accessibili dall’esterno.

Test

Per accertarsi che tutto il procedimento sia andato a buon fine e che effettivamente il cluster sia stato creato è sufficiente richiamare la macchina master

```
valiokei@valiokei-G5-5590:~/Scrivania/kubernetes$ vagrant ssh master
Welcome to Ubuntu 18.04.4 LTS (GNU/Linux 4.15.0-108-generic x86_64)

 * Documentation:  https://help.ubuntu.com
 * Management:     https://landscape.canonical.com
 * Support:        https://ubuntu.com/advantage

  System information as of Sun Jun 28 14:15:26 UTC 2020

  System load:  0.9                Users logged in:        0
  Usage of /:   35.0% of 9.63GB   IP address for enp0s3:  10.0.2.15
  Memory usage: 25%                IP address for enp0s8:  192.168.50.10
  Swap usage:   0%                 IP address for docker0: 172.17.0.1
  Processes:      112

 * "If you've been waiting for the perfect Kubernetes dev solution for
   macOS, the wait is over. Learn how to install Microk8s on macOS."


https://www.techrepublic.com/article/how-to-install-microk8s-on-macos/

7 packages can be updated.
0 updates are security updates.


Last login: Sun Jun 28 14:17:59 2020 from 10.0.2.2
```

e successivamente controllare il corretto funzionamento di kubernetes attraverso il comando:

```
vagrant@master:~$ kubectl get nodes
NAME  STATUS   ROLES    AGE   VERSION
master   Ready    master   6d21h   v1.18.4
node-1   Ready    <none>   6d21h   v1.18.4
node-2   Ready    <none>   6d21h   v1.18.4
```

Come si può vedere ogni nodo è up e partecipa al cluster

Descrizione dettagliata dei File

Struttura Vagrantfile

Il vagrantfile, scritto in ruby, esposto sopra ha il compito di istanziare le 3 virtual machine del cluster.
Le prime 2 righe del file settano il valore di 2 variabili condivise, “IMAGE_NAME” e N, che indicano rispettivamente il SO che condividono le 3 VM e il numero di nodi client da istanziare.
La riga 4 setta la versione del vagrantfile a 2, ciò non compromette comunque la retrocompatibilità con i vecchi formati.
La riga 5 indica che non sarà necessario inserire una chiave ssh per la connessione alle VM.
Successivamente, dalla riga 7 alla 10 si va a specificare il provider di virtualizzazione, la memoria e il numero di core da assegnare a ciascuna macchina.
Conclusa la sezione generale di settaggio si passa alle righe dedicate esplicitamente alla creazione delle macchine virtuali.
Dalla riga 12 alla 37 sono presenti 2 blocchi di codice distinti:

1. il primo definisce le specifiche del nodo master:
    a. si sfrutta la variabile “IMAGE_NAME” per settare il SO
    b. si assegna un’ip privato nella subnet 192.168.178.0
    c. si setta l’hostname della macchina con il quale la si richiamerà attraverso SSH

    d. si specifica che il provision, il settaggio interno della macchina, verrà svolto attraverso ansible, in particolare sfruttando il file “master-playbook.yml”; viene anche settata la variabile di ansible che punta all’ip del nodo con l’indirizzo sopra specificato.
2. il secondo blocco ricalca il precedente:
    a. aggiunge un ciclo che scorre una variabile da 0 a N, questa variabile identifica quale macchina si sta istanziando.
    b. esegue tutte le operazione svolte sopra, ossia dalla a. alla d. andando però a parametrizzare il tutto sfruttando il valore dell’iteratore del ciclo.

Struttura Ansible Files

In questa sezione verrà analizzata la composizione dei 2 file di provisioning che ansible processa. Entrambi sono scritti sfruttando il linguaggio YAML e provvedono a installare tutto il software necessario all'interno della/delle macchine target.
Sono necessari due file in quanto le macchine virtuali, come già detto sono di due tipologie: una server e due client.
Di seguito un'analisi dei comandi sfruttati in entrambi i file.
I file iniziano con la chiave "host" settata con "all" che specifica che tutte le macchine a cui sarà applicato questo file eseguiranno i comandi sottostanti espressi nella sezione "task".
Come appena accennato il seguito del file è una lista di task, ossia comandi e moduli shell, che sono usualmente inviati attraverso una shell locale o remota in sequenza.
Si andrà ora a illustrare quali comandi sono stati eseguiti senza entrare nel dettaglio della scrittura degli stessi o della struttura del file stesso, per queste informazioni si possono confrontare le relative documentazioni nei Riferimenti.

Comandi in comune tra la macchina master e i due client:

- Installazione dipendenze preliminari
    - Installazione dei pacchetti che rendono possibile sfruttare apt attraverso HTTPS (righe 5-16)
- Installazione di Docker
    - Aggiunta della chiave apt per il download di Docker (righe 18-21)
    - Aggiunta di una repository stabile per il download di Docker (righe 23-26)
    - Installazione di Docker e delle sue dipendenze (righe 28-39)
- Aggiunta dell'utente vagrant nel gruppo docker (righe 41-44)
- Disabilitazione del volume swap (righe 46-47)
- Installazione di Kubernetes
    - Aggiunta della chiave apt per il download di Kubernetes (righe 49-52)
    - Aggiunta di una repository stabile per il download di Kubernetes (righe 54-58)
    - Installazione di Kubernetes (righe 60-70)
    - Riavvio del servizio kubelet (righe 72-76)

Comandi caratteristici della macchina master:

- Settaggio di Kubernetes
    - Inizializzazione del cluster (righe 78-80)
    - Creazione della cartella .kube (righe 82-86)
    - Copia del file admin.conf nella cartella appena creata (righe 88-89)
    - Settaggio dei permessi del file admin.conf per permetterne l'accesso all'utente vagrant e all'omonimo gruppo (righe 91-95)
    - Aggiunta del plugin Calico per fornire capacità di rete L3 ai kubernetes pods (righe 97-99)
- Aggiunta del nodo master al cluster Kubernetes
    - Generazione del comando di Join che sarà poi sfruttato dai client per unirsi al cluster (righe 101-103)
    - Copia di tale comando all'interno di un file locale, chiamato "join-command.sh", posto nella stessa cartella dove sono presenti tutti i file .yaml (righe 105-110)
- Riavvio del servizio di docker (righe 112-114)

Comandi caratteristici delle macchine client:

- Join al dominio della macchina client
    - Copia del file "join-command.sh" all'interno della VM (righe 77-82)
    - Esecuzione del comando contenuto nel file appena copiato, ossia del comando atto ad effettuare il join della macchina su cui viene eseguito al cluster istanziato nella macchina master (righe 84-85)
- Riavvio del servizio di docker (righe 112-114)

Riferimenti

- ToMyGitHubProject
- Ansible Documentation
- Ansible Playbooks
- Kubernetes Documentation
- Kubernetes Components
- Docker Documentation
- Vagrant Documentation
- Vagrantfile