Docker 建立容器集群

資工二 S1254013 楊敦傑

1. 引言

在現代應用的部署中，容器化技術已成為不可或缺的一部分，特別是當應用需要在多節點的環境中運行時。雖然 Kubernetes 是最常見的容器編排工具之一，但其配置和管理過程相對複雜，許多教學資料建議使用虛擬機技術來建立 Kubernetes 集群(cluster)，然而，這樣的方式對於希望專注於輕量化容器環境的我來說並不理想。本報告基於這樣的挑戰，將嘗試基於 Docker 容器的 Kubeadm 初始化構建 k8s，並說明為何改用 Docker 內建的 Swarm。

2. Kubeadm 集群構建

為了模擬虛擬機環境，我們基於 Docker 定義了多個容器節點，其中包含 Kubernetes 主節點和工作節點，並進行以下操作：

1. 製作鏡像容器，具備 Kubeadm 初始化必備條件。

```
# Use the official Ubuntu base image
FROM ubuntu:latest

# Set environment variable for non-interactive installation
ENV DEBIAN_FRONTEND=noninteractive

# Install systemd and other necessary packages
RUN apt-get update && \
    apt-get install -y systemd systemd-sysv netcat-traditional sudo conntrack ethtool socat net-tools curl iputils-ping nano open
    apt-get clean && \
    rm -rf /var/lib/apt/lists/*

# Set the default command to run systemd as init
STOPSIGNAL SIGRTMIN+3
CMD ["/lib/systemd/systemd"]
```

2. Kubeadm 初始化:嘗試在容器中進行 Kubeadm 的初始化
   - 初始化過程遇到了問題，容器能解析域名，但無法拉取鏡像，奇快的是 docker 卻能拉取鏡像，因此參考 AI 給出的答案: 鏡像解壓過程中出現 operation not supported，可能與底層存儲驅動（如 aufs 或 overlay）不兼容有關。

```
        [ERROR ImagePull]: failed to pull image registry.k8s.io/kube-apiserver:v1.31.2: failed to pull image
 registry.k8s.io/kube-apiserver:v1.31.2: failed to pull and unpack image "registry.k8s.io/kube-apiserver:v1.
31.2": failed to extract layer sha256:5b1efae7f7c35b14e825385decbcd30a0aa235a85b9469c7effb720b08c76ea6: fail
ed to convert whiteout file "usr/local/.wh..wh..opq": operation not supported: unknown
        [ERROR ImagePull]: failed to pull image registry.k8s.io/kube-controller-manager:v1.31.2: failed to p
ull image registry.k8s.io/kube-controller-manager:v1.31.2: failed to pull and unpack image "registry.k8s.io/
kube-controller-manager:v1.31.2": failed to extract layer sha256:c5c90b3a07ad6879d9511c3d60de1ef1816b4aba5af
b47722d931442200c2e94: failed to convert whiteout file "usr/local/.wh..wh..opq": operation not supported: un
known
        [ERROR ImagePull]: failed to pull image registry.k8s.io/kube-scheduler:v1.31.2: failed to pull image
 registry.k8s.io/kube-scheduler:v1.31.2: failed to pull and unpack image "registry.k8s.io/kube-scheduler:v1.
31.2": failed to extract layer sha256:c23f607019cdb903dc43508224077f462eb938ecfb303c892fef0f8643bc1ed5: fail
ed to convert whiteout file "usr/local/.wh..wh..opq": operation not supported: unknown
        [ERROR ImagePull]: failed to pull image registry.k8s.io/kube-proxy:v1.31.2: failed to pull image reg
istry.k8s.io/kube-proxy:v1.31.2: failed to pull and unpack image "registry.k8s.io/kube-proxy:v1.31.2": faile
d to extract layer sha256:54cddbc5055ab0b98dbd20afc3859c9b0eaed4562123811a174205a4fde4b148: failed to conver
t whiteout file "usr/local/.wh..wh..opq": operation not supported: unknown
```

在基於 Docker 容器構建 Kubernetes 集群的過程中，網路問題成為了主要的挑戰之一。特別是在執行 kubeadm init 前，Kubernetes 要求其他容器節點能夠正確連接到主節點的指定端口。即使我的容器之間可以相互 ping 通 IP 地址，但連接到指定的端口卻失敗，導致初始化過程無法順利完成。

3. Docker Swarm

礙於以下兩個問題遲遲無法解決

1. 容器網路隔離：默認的 Docker 網路設置可能導致容器之間的端口未正確暴露或隔離。
2. 路由配置不完整：容器之間的路由可能無法完全覆蓋跨容器通信所需的端口範圍。

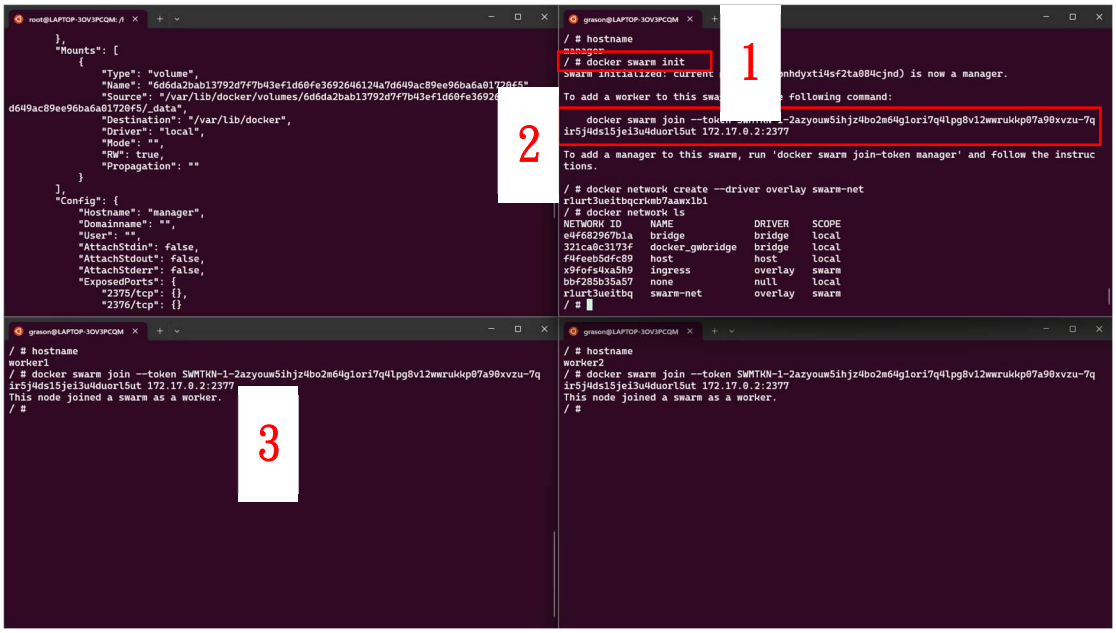
經過查詢後發現，Docker 自帶了一種輕量化的集群管理工具—Docker Swarm，其內建於 Docker 引擎中，不需要額外安裝，配置更是方便。Docker Swarm 內建了對容器的網路管理，特別是它的 Ingress 網路，這對於解決網路隔離問題至關重要。Swarm 提供的 ingress 網路是一種多主機的虛擬網路，所有部署在 Swarm 上的服務容器都能夠通過這個網路進行通信。當啟動一個服務時，Docker 會自動為這些服務分配網路端口，並將其暴露給其他節點。這不僅解決了容器之間的隔離問題，亦保證了跨主機的容器通信不會出現問題。結果如下圖:

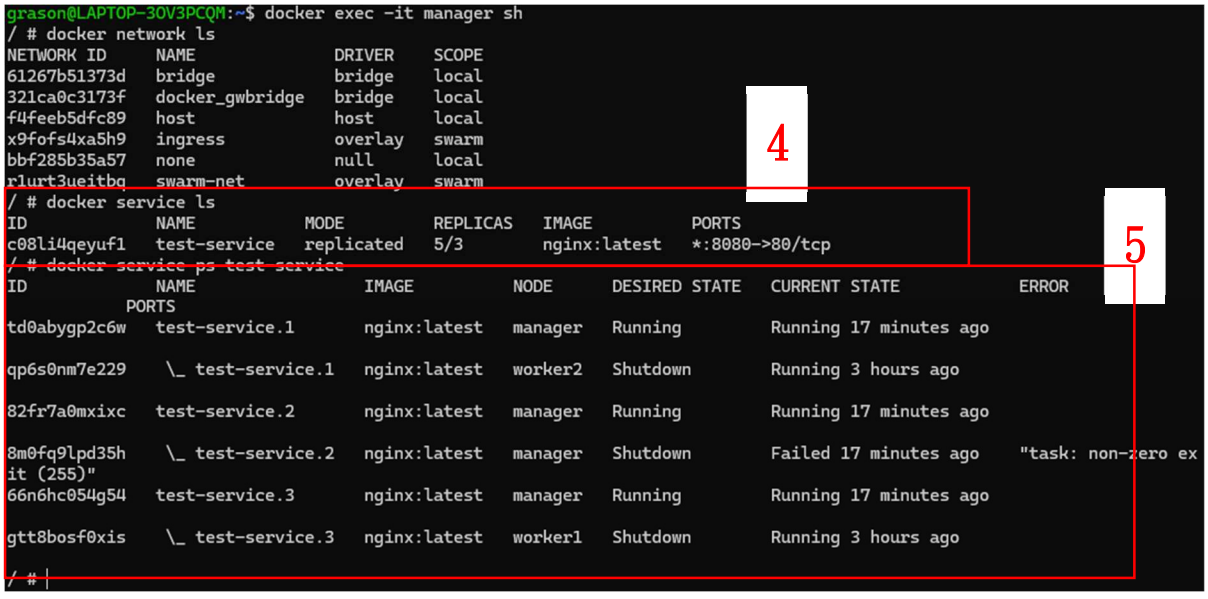
容器執行狀態:

```
root@LAPTOP-3OV3PCQM:/home/grason# docker ps
CONTAINER ID   IMAGE          COMMAND                  CREATED       STATUS       PORTS
     NAMES
8df3bb7d9963   docker:dind    "dockerd-entrypoint.…"   2 hours ago   Up 2 hours   2375-2376/t
cp   worker2
a511414d6bbd   docker:dind    "dockerd-entrypoint.…"   2 hours ago   Up 2 hours   2375-2376/t
cp   worker1
bc2ac9ea41f5   docker:dind    "dockerd-entrypoint.…"   2 hours ago   Up 2 hours   2375-2376/t
cp   manager
```

集群建立:

1. 集群初始化
2. 獲取相關 token
3. 在 node(worker)中將該節點加入集群
4. 獲取配置服務
5. 查看配置服務之負載均衡結果
6. 確認 nginx server 可連線





4. 總結

Docker Swarm 提供了一個簡單、高效的解決方案來處理容器網路隔離和路由配置問題。對於小型群集或開發測試環境，Swarm 內建的網路和服務發現機制能夠快速解決常見的網路配置挑戰。實作 Swarm 後，忽然瞭解 k8s 的 node，與 swarm 中 worker 其實是同樣的概念，同樣藉由內部 docker(docker in docker)的方式進行的容器排程工作。