

Truly understaining container

이/어형

# Me: 어형부형



KT: openstack 기반 public storage 서비스 개발,운영

Kakao: openstack 기반 private cloud 서비스 개발,운영

현재 Line: kubernetes 기반 private cloud native 서비스 개발,운영

# 주제

컨테이너란 무엇인가 다시 생각해보고  
컨테이너의 **한계**라고 여겨지는 것들에 대해  
해결할 수 있는 방법들을 살펴보며  
이로 향후 컨테이너의 나아갈 방향을 생각해봅시다.



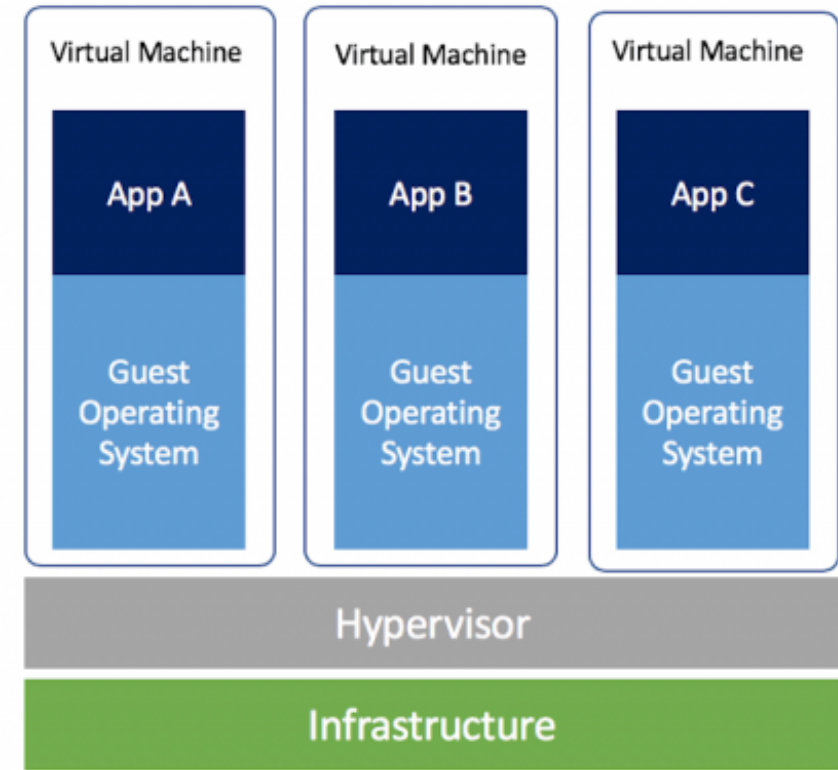
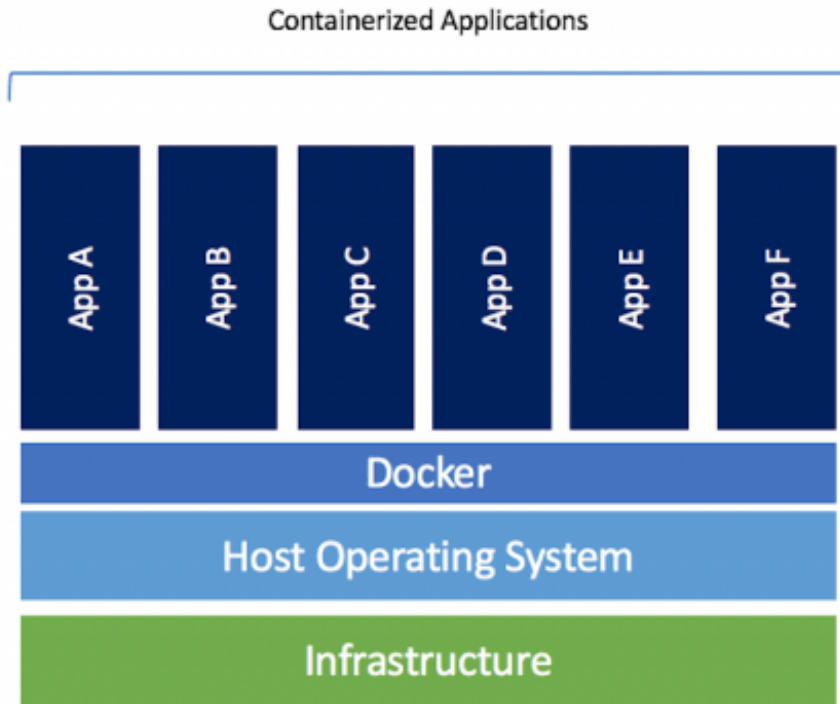
Container와 Virtual machine은 비교대상인가?

# Container and Virtual Machine의 같은점

사용자의 **workload**를 처리

그렇다면 다른 점은?

# 구조?



Container vs Virtual Machine

Container vs Virtual Machine

# 성능?

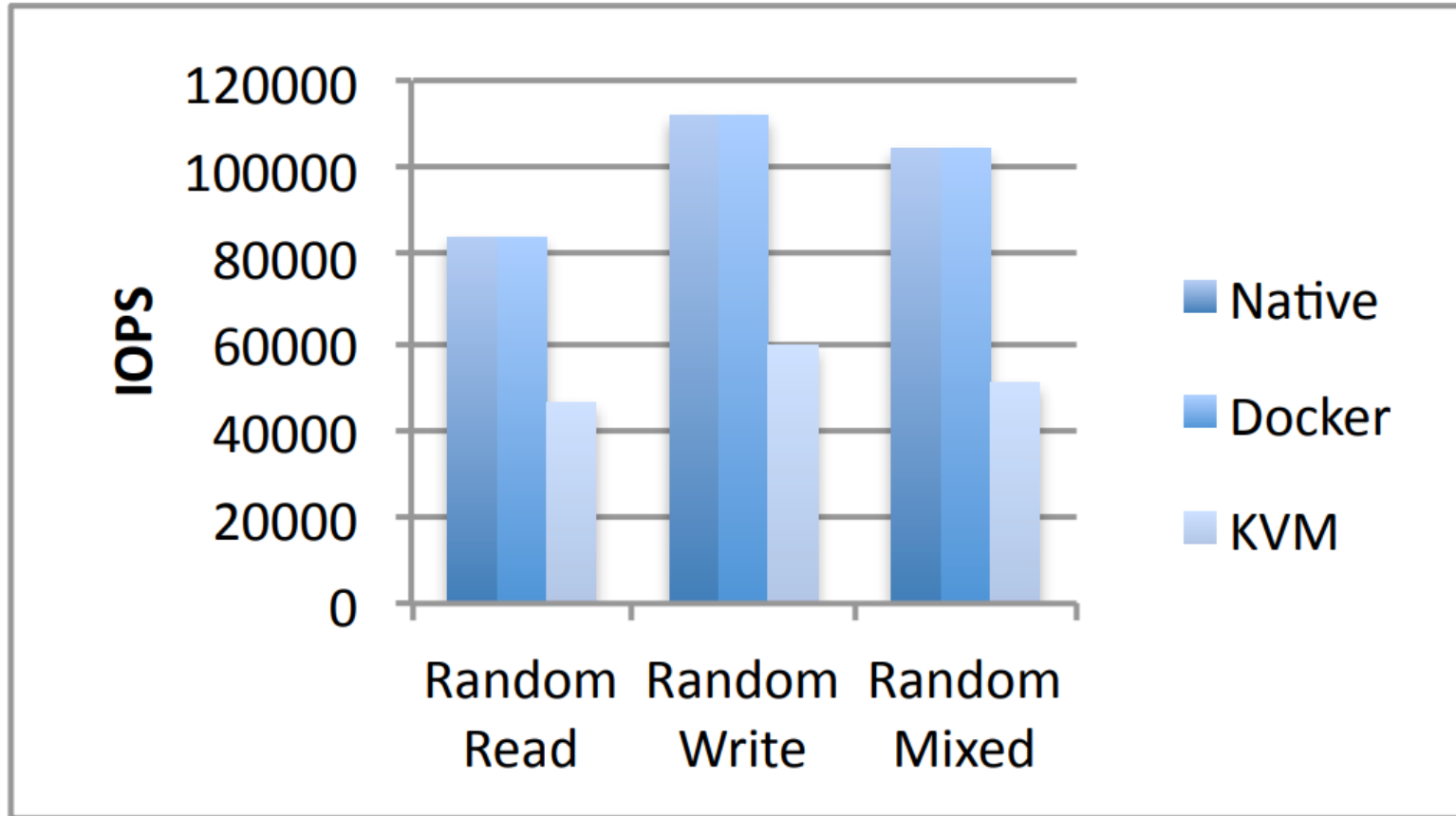


Fig. 6. Random I/O throughput (IOPS).

Container vs

Virtual Machine - IOPS

# 성능이 떨어지는 이유는 구조 때문인가?

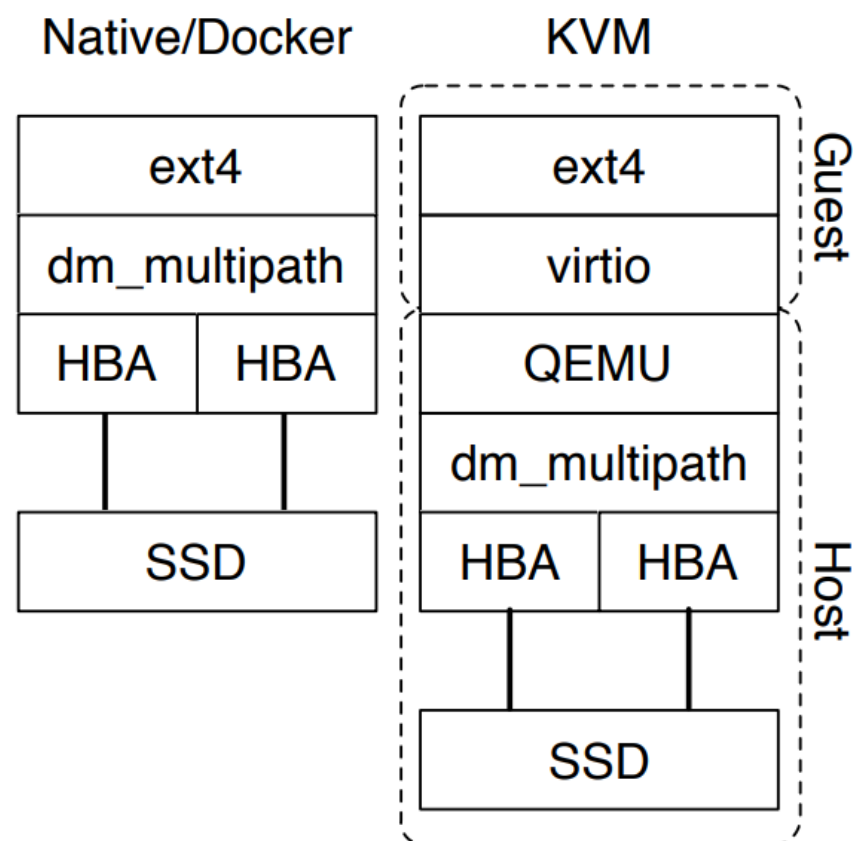


Fig. 4. Storage configurations used for `fio`



virtio, QEMU의 존재 이유?



emulation - 본품

image from unlimitedtomorrow

# emulation

장점: 호환성을 제공하여 종래의 것을  
그대로 치환(or 이전)가능함

단점: 모방하기 위한 비용(성능 등)이 큼

그러면 container는?

최초에는 isolation만이 고려  
emulation의 오버헤드 없이 사용하고자 했음

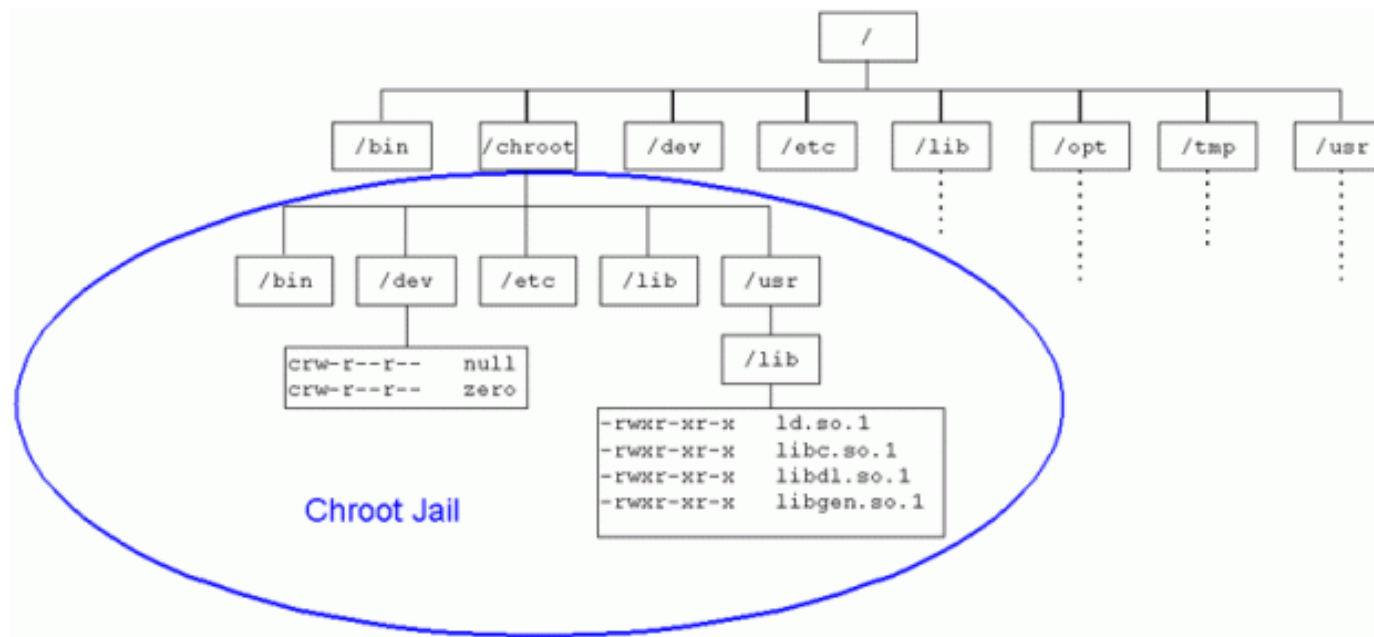
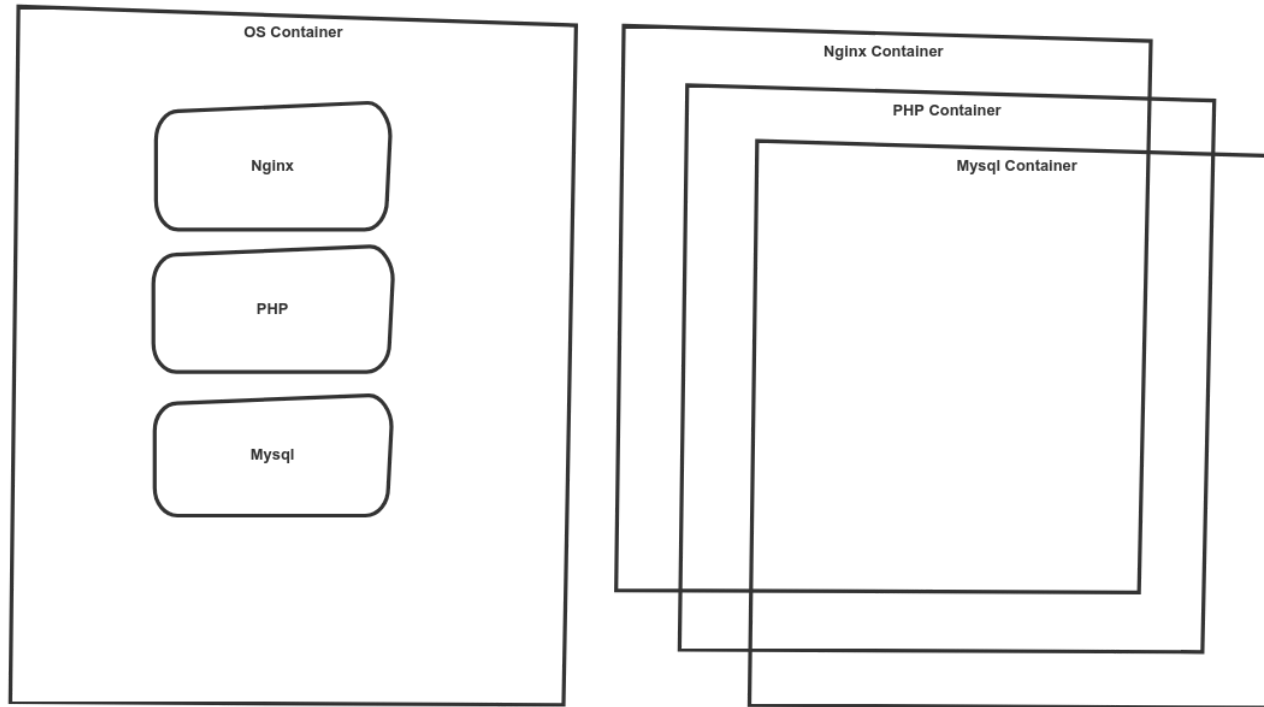


image from Configuring a Chroot Jail on Debian Wheezy

# os container로 시작

VM이 hardware virtualization이라면  
container는 os virtualization라고 했던 시절이..

# os container vs app container



## OS Containers

- Run as an OS
- Run multiple services in the same container
- Use native resource isolation (Linux facilities)

### Examples:

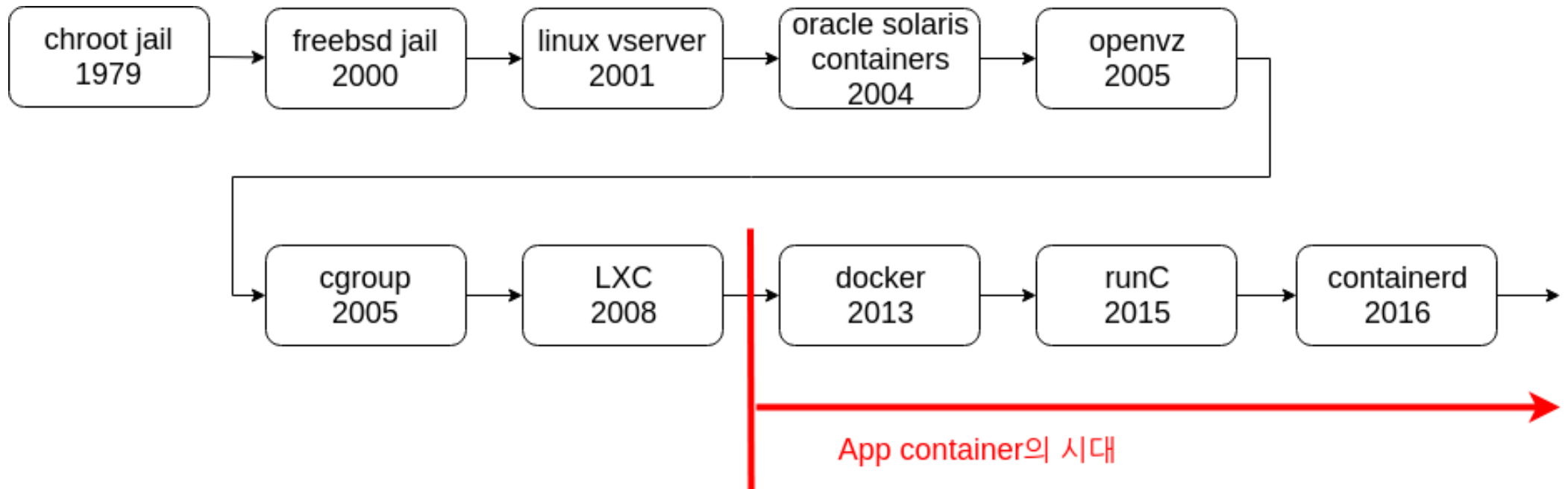
- LXC
- OpenVZ
- Linux-VServer
- Solaris Containers

## App Containers

- Run as an isolated application
- Run a single process/services per container
- Was built on top of OS Containers

### Examples

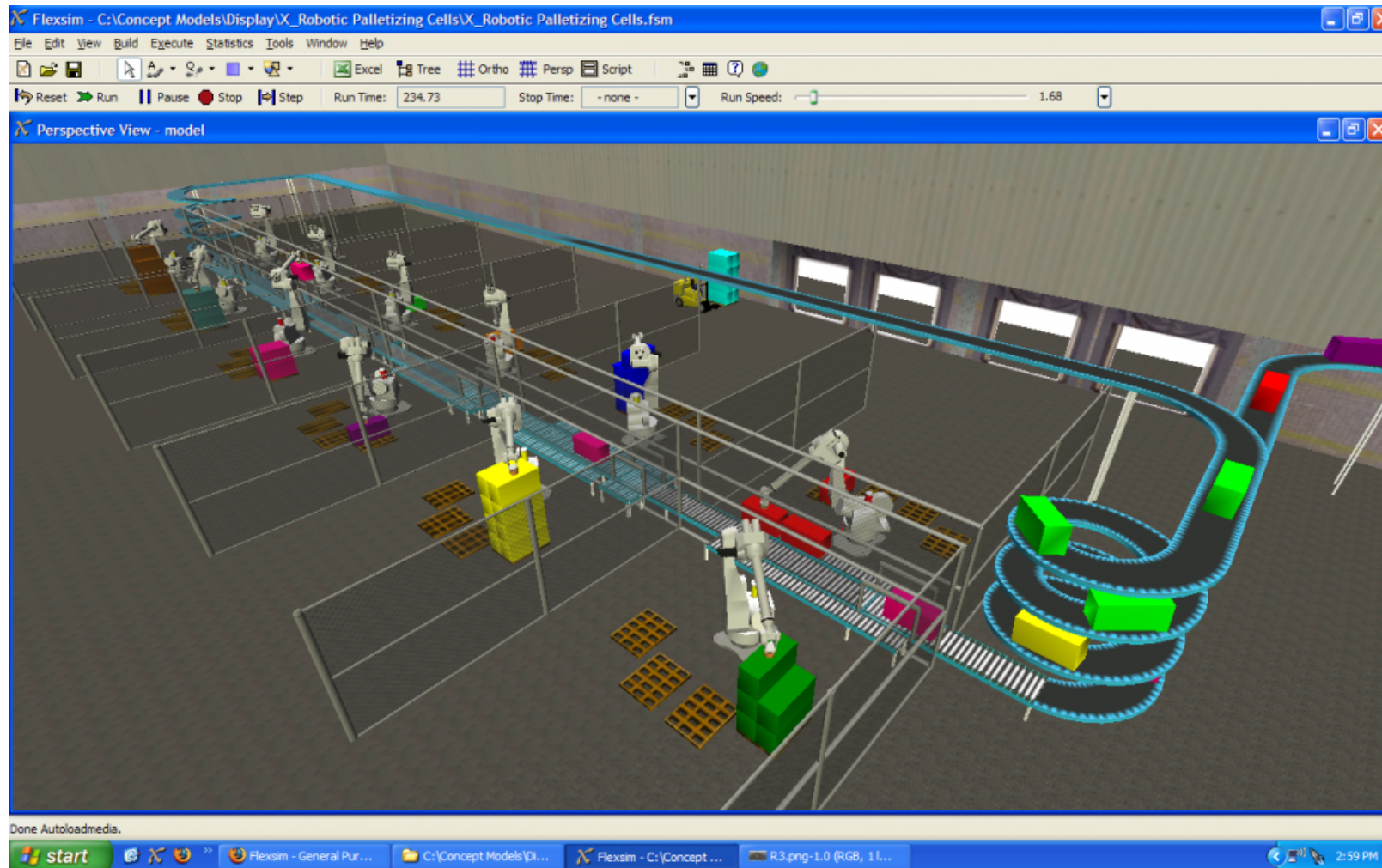
- Docker
- RKT



# History of Container



app container를 한마디로 한다면?



simulation - 모의실험  
from talumis

# 그러면 왜 simulation 이라 하는가?

결과를 예측가능하게 만들기 위해서  
**재사용성**을 높인다.

이 과정에서 **최적화**가 가능  
== 컨테이너 특성과 유사

그러면 무엇에 대한 simulation인가?

physical machine이 아닌 **process**

그러면 무엇으로 simulation을 제어하는  
가?

cgroup과 namespace

# cgroup과 namespace

cgroup: control group, resource(memory, cpu, ...)을 관리하기 위한 기술

namespace: 논리적인 독립공간을 제공하기 위한 기술

# namespace 종류

mnt : mount

uts : hostname

ipc : System V IPC

pid : process

net : network

uid : user ID

*time , syslog namespace not exist*

# namespace의 의미

어디에서나 해당 namespace의 내용이  
유지되거나 조작가능하여 **재사용성**을 높임



# 어떻게 namespace를 생성하는가?

*unshare* - disassociate parts of the process execution context

```
$ # 이미지 추출
$ docker export blissful_goldstine -o dockercontainer.tar
$ mkdir rootfs
$ tar xf dockercontainer.tar --ignore-command-error -C rootfs/
$ # container 생성
$ unshare --mount --uts --ipc --net --pid --user \
  --fork --map-root-user chroot $PWD/rootfs ash
root:# mount -t proc none /proc
root:# mount -t sysfs none /sys
root:# mount -t tmpfs none /tmp
```

## 이를 이용해서 컨테이너 생성 가능

image from [how-to-run-docker-containers-using-common-linux-tools-without-docker](#)

다만 아직 남은게 있음  
아직 사용량제어를 하지 않음  
그래서 여기에 cgroup을 적용해야 함

# 이런 과정을 조금 쉽게 쓸 수 있게 한다 면

`runc`를 사용

OCI 스펙(runtime spec, image spec)에 따라  
컨테이너 생성 및 실행을 위한 CLI 도구

# runc

```
$ docker run --name node4 mhart/alpine-node:4 node  
$ docker export node4 > rootfs.tar  
$ mkdir -p ./rootfs  
$ tar -xf rootfs.tar -C ./rootfs  
$ runc spec  
$ sudo runc start node4_repl  
/ # node  
> process.version  
'v4.4.1'  
>
```

from runc in 30 seconds

# binary가 아닌 code에서 직접 이용

## libcontainer를 이용

native Go 로 namespace, cgroups, capabilities, filesystem access controls를 사용하여 컨테이너를 만들기 위한 라이브러리

마지막으로 일반적인 container라면

network을 외부 연결해줘야 함

현재의 network는 갇힌 외부로 연결이 불가능한 상태

그래서 namespace를 가로지르는 통신방법이 필요

# veth: virtual ethernet

pair로 존재하며 다른 namespace에 동일하게 존재하여  
한 pair로 들어온 트래픽은 다른 pair의 veth로 복사됨

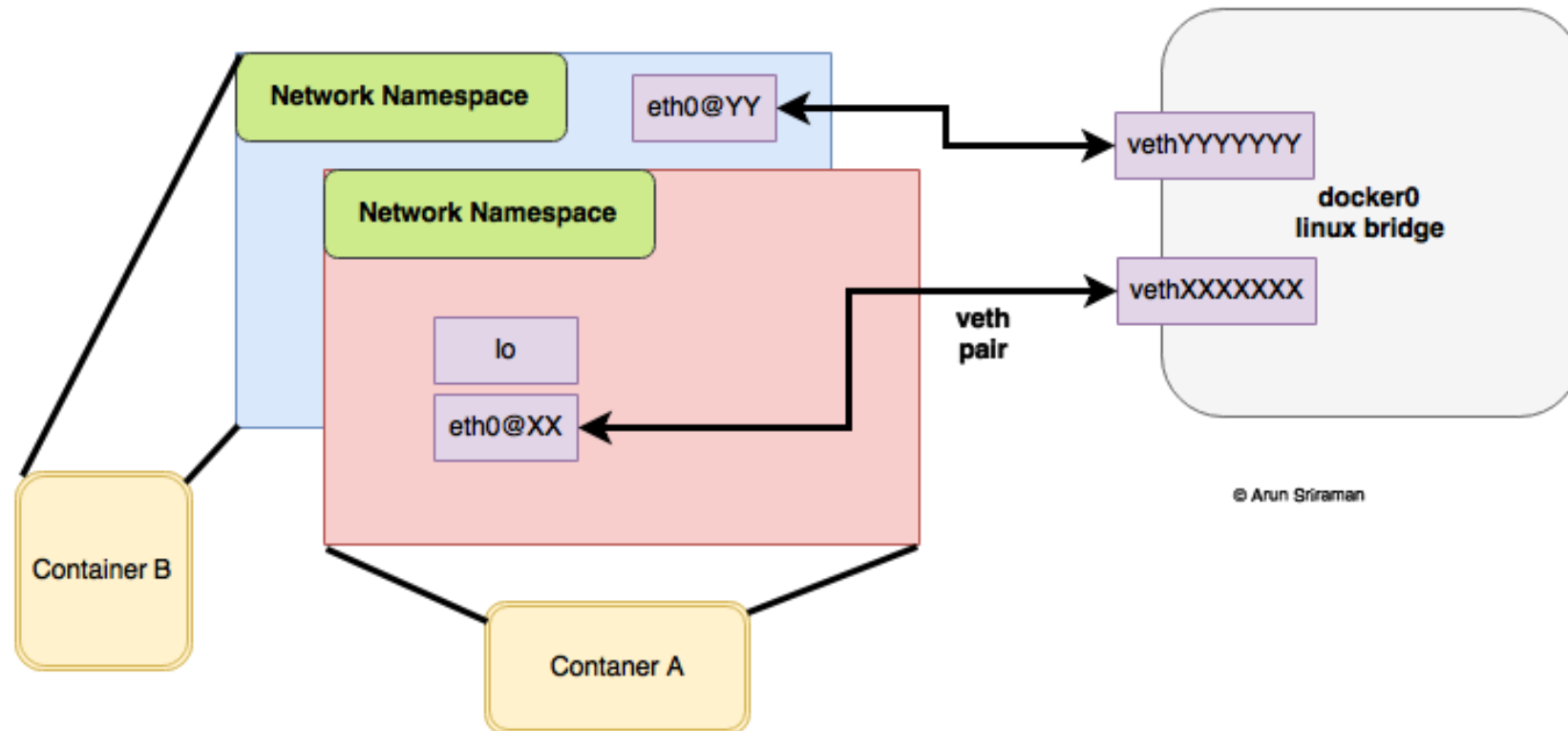


image from Container Namespaces – Deep Dive into Container Networking



# veth: command

```
$ sudo brctl addbr runc0
$ sudo ip link set runc0 up
$ sudo ip addr add 192.168.10.1/24 dev runc0
$ sudo ip link add name veth-host type veth peer name veth-guest
$ sudo ip link set veth-host up
$ sudo brctl addif runc0 veth-host
$ sudo ip netns add runc
$ sudo ip link set veth-guest netns runc
$ sudo ip netns exec runc ip link set veth-guest name eth1
$ sudo ip netns exec runc ip addr add 192.168.10.101/24 dev eth1
$ sudo ip netns exec runc ip link set eth1 up
$ sudo ip netns exec runc ip route add default via 192.168.10.1
```

또 하나의 중요한 키워드인 최적화된 방법이란?

# 예 - IP 할당

## virtaul machine

## container

예(IP할당)

실제 dhcp를 L2 layer로 broadcasting 한 후에 결과로 IP를 받음

dhcp를 사용하지 않고 container의 가상의 interface에 IP를 부여

의미

dhcp를 그대로 사용가능하여 physical machine등도 같이 사용가능

IP를 dhcp가 아닌 다른 방법으로 관리가 필요해짐

예 - container에게 restart가 필요한가?

kubernetes엔 container의 restart가 없음

왜 없을까?

kubectrl 참고

# 결국 최적화된 방법들의 등장으로

기존의 프로세스에 익숙하던 유저들도 새롭게 배워야하는 비용이 있음

# 정리

# Virtual machine vs container 목표

- VM: **physical machine**의 기능을 최대한 닮게 소프트웨어로 구현
- app container: **process**가 해야하는 목표를 재현율을 높이며 최적화된 방법을 소프트웨어로 구현

결국 *physical machine* 과 *process*의 차이

결국 *emulation* 과 *simulation*의 차이



# 결국

이전보다 더 좁은 scope(PM -> process)로  
보다 목표 중심으로 사고를 할 수 있게 됨

container를 사용하면서 기존의 방식을  
재정의하여 최적화 한 방법들이 나타남

이는 **cloud native**로 연결됨

# container의 한계

# docker와 container와의 관계

OLD: docker **is** container

NEW: docker **is** container platform

# docker의 문제

# unregister netdevice error

아직까지 해결되지 않은  
커널 패닉을 유발하는 문제가 존재

from [kernel-crash-after-unregister\\_netdevice-waiting-for-lo-to-become-free-usage-count-3](#)

docker daemon에 종속성이 있음

docker restart시 컨테이너에 영향

docker socket이 죽을 시 컨테이너에 영향

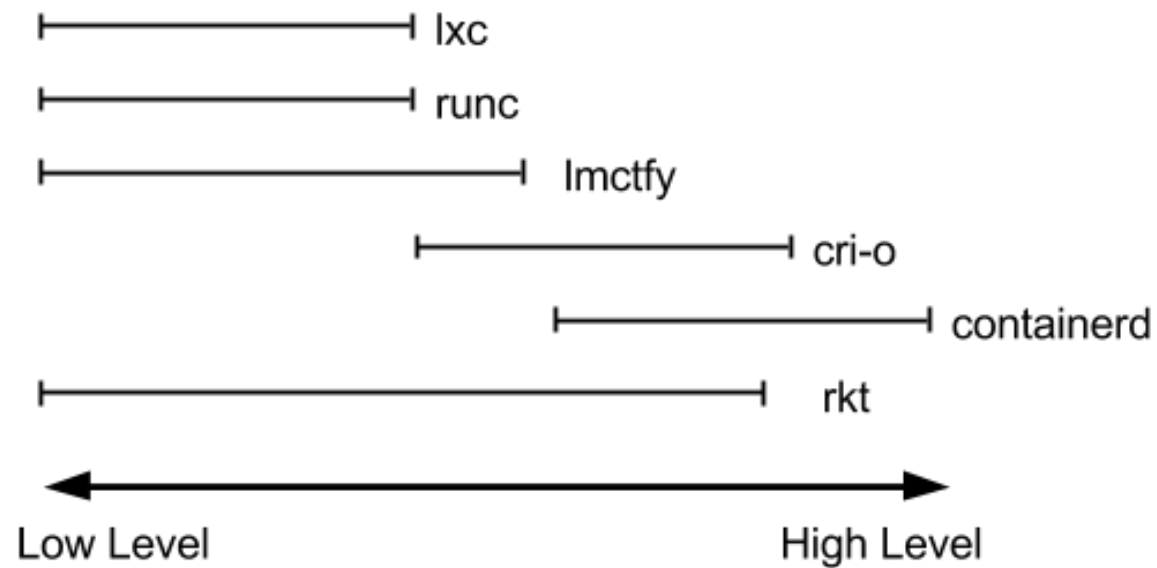
## 한계 #1

너무 많은 기능을 가지고 있는  
docker daemon의 종속성으로  
한번에 노드가 망가지기가 쉽다.

우선 그러면 docker는 대체 가능 한가?



# runtimes



from [container-runtimes-part-1-introduction-container-r](#)

# kubernetes container runtime interface

docker 없이 container를 사용하기 위한 interface들이 제공  
됨

예: containerd를 사용하면

daemon을 restart 해도 기존 container들에 영향이 없음

# containerd

단순성, 견고성, 휴대성을 중시한  
산업 표준 container runtime



# containerd performance

다만 새로운 runtime들을 사용시  
대부분 이름 그대로 runtime만 가지고 있음  
build는 별도

그렇다면 build는?

# build tools

## Comparison across Dockerfile-based tools



	Docker	BuildKit	img	Buildah	Orca	kaniko
Instruction cache	Limited	✓	✓			
Parallelization		✓	✓	Planned		
Distributed execution		Planned		Planned		
Daemonless		As a library	✓	✓	✓	✓
Rootless		✓ <sup>①</sup>	✓ <sup>①</sup>	Planned	✓ <sup>②</sup>	✓ <sup>③</sup>

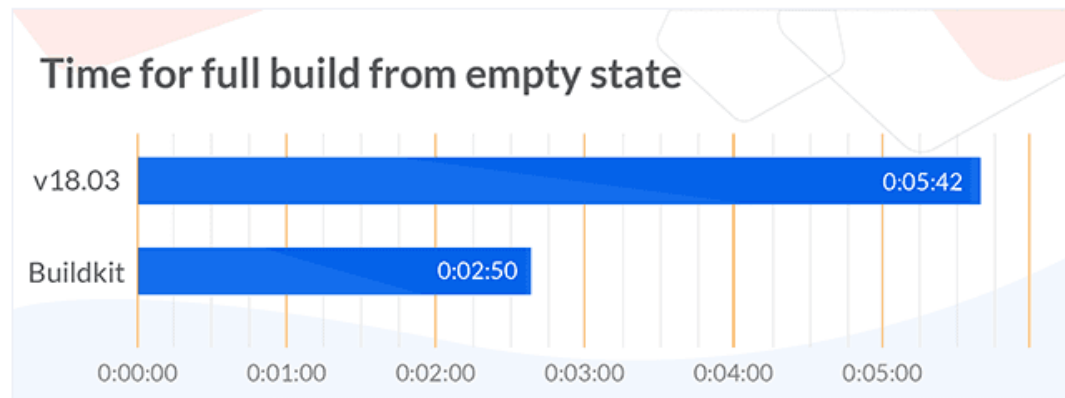
③ Executable in containers without `--privileged` but still has security concern

Comparing-Next-Generation-Container-Image-Building-Tools

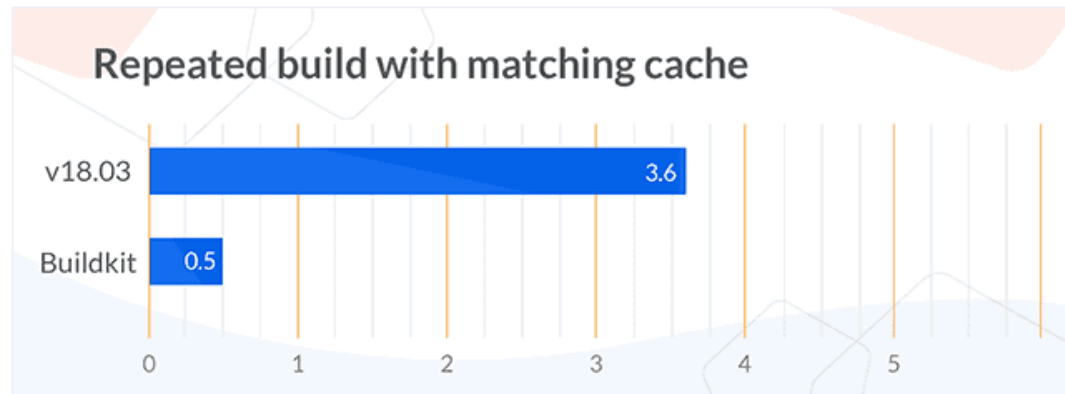


# buildkit

동시성, 캐시 효율성 이 있으며  
Dockerfile에 구속받지않는 빌더 툴킷



**Fig 4a** - Based on the docker build from scratch, the results are 2.5x faster build of the sample project.



**Fig 4b** - Rerunning the same build with local cache the speed is 7x faster.

# 결론

새로운 runtime을 사용하면  
buildtime, runtime을 구분 함

이를 통해 container service에서는  
오직 runtime만 사용하여 보안성, 안정성 및 성능 향상

## 한계 #2

docker는 root만이 해당 OS에 설치가능

취약점 발생시 OS레벨  
문제 일으킬 가능성들이 존재함

# rootless container

root 권한이없는 사용자가  
컨테이너를 작성, 실행 및 관리 할 수 있음

[from rootlesscontaine.rs](https://rootlesscontaine.rs)

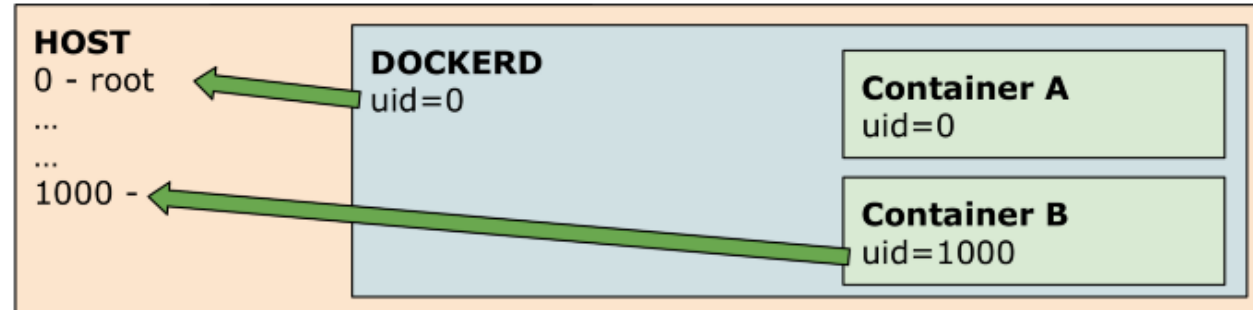
# 이런건 rootless container가 아님

- `docker run --user foo`
- Dockerfile 안에 USER
- `usermod -aG docker foo`
- `sudo docker` or `chmod +s dockerd`
- `dockerd --usersns-remap`

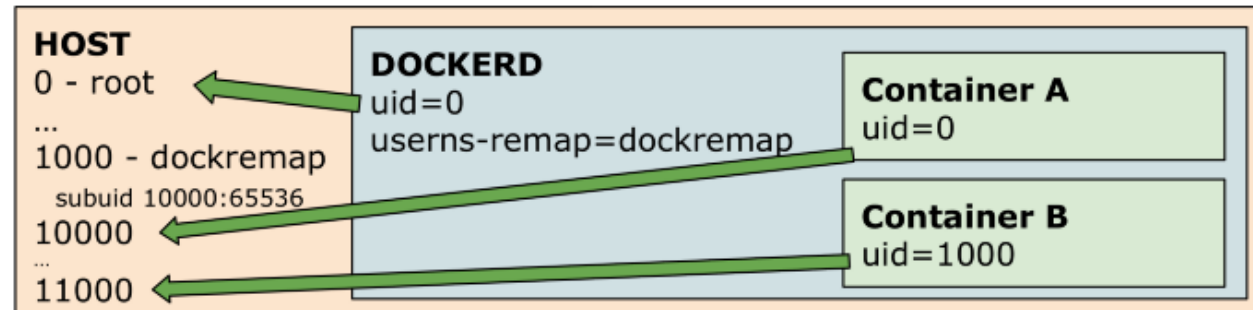
[from rootlesscontaine.rs](https://rootlesscontaine.rs)

# vs rootless

No  
UserNS



With  
UserNS



Rootless

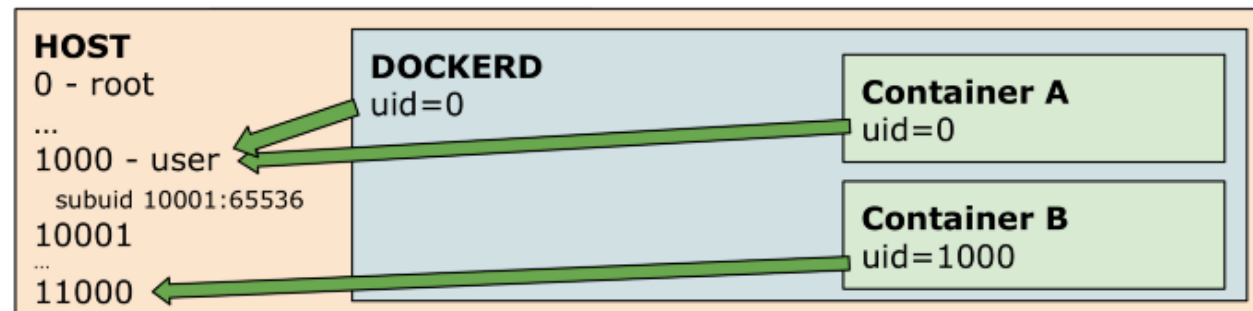


image from experimenting-with-rootless-docker

이미 libcontainer에 들어가있음

runc등 다양한 곳에서 사용가능

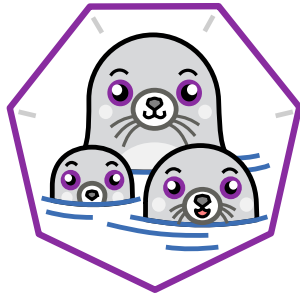
하지만 좀 더 대중적인 툴은



# podman

Podman linux 시스템에서 OCI 컨테이너를  
개발, 관리 및 실행하기 위한 데몬이 없는 컨테이너 엔진

`alias docker=podman.`

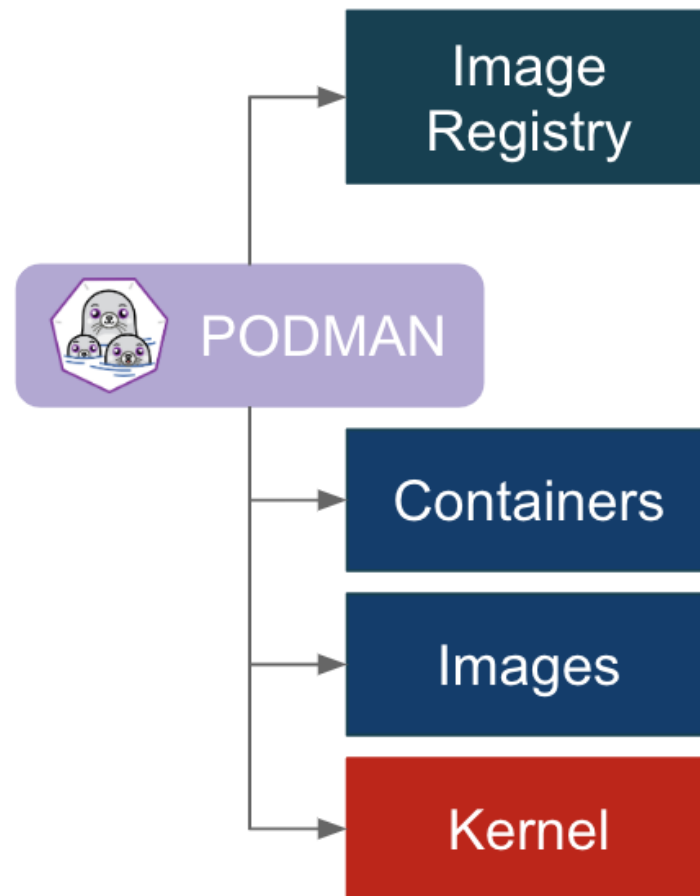


# podman

from podman

# 데몬 없는 podman

podman 커맨드가 직접 linux에 접근해서 모든것을 실행



# binctr

실행 가능한 바이너리로서 완전 정적이고  
root 권한없이도 실행가능한 독립적인 컨테이너.

from binctr

# binctr 예

```
-rw-r--r-- 1 manjaro manjaro 57 Jan 13 15:45 .bash_profile
-rw-r--r-- 1 manjaro manjaro 3977 Jan 13 15:45 .bashrc
drwxr-xr-x 5 manjaro manjaro 120 Apr 17 15:45 .cache
drwxr-xr-x 22 manjaro manjaro 520 Apr 17 15:46 .config
drwxr-xr-x 2 manjaro manjaro 80 Apr 17 15:42 Desktop
-rw-r--r-- 1 manjaro manjaro 4855 Oct 29 2017 .dir_colors
-rwxr-xr-x 1 manjaro manjaro 520 Oct 31 21:31 .dmenurc
drwxr-xr-x 2 manjaro manjaro 40 Apr 17 15:42 Documents
drwxr-xr-x 2 manjaro manjaro 40 Apr 17 15:42 Downloads
drwxr-xr-x 2 manjaro manjaro 60 Feb 20 13:41 .gimp-2.8
-rw-r--r-- 1 manjaro manjaro 241 Oct 31 21:31 .gtkrc-2.0
drwxr-xr-x 2 manjaro manjaro 60 Feb 20 13:41 .l3
drwxr-xr-x 3 manjaro manjaro 60 Feb 20 13:41 .icons
-rwxr-xr-x 1 manjaro manjaro 96502896 Apr 17 01:18 kakaotalk
drwxr-xr-x 3 manjaro manjaro 60 Feb 20 13:41 .local
drwxr-xr-x 2 manjaro manjaro 60 Feb 20 13:41 .moc
drwx----- 3 manjaro manjaro 60 Apr 17 15:45 '.moonchild productions'
drwx----- 3 manjaro manjaro 60 Apr 17 15:45 .mozilla
drwxr-xr-x 2 manjaro manjaro 40 Apr 17 15:42 Music
drwxr-xr-x 2 manjaro manjaro 40 Apr 17 15:42 Pictures
-rw-r--r-- 1 manjaro manjaro 204 Oct 31 21:31 .profile
drwxr-xr-x 2 manjaro manjaro 40 Apr 17 15:42 Public
drwxr-xr-x 2 manjaro manjaro 40 Apr 17 15:42 Templates
drwxr-xr-x 2 manjaro manjaro 60 Apr 17 15:45 .urxvt
-rw-r----- 1 manjaro manjaro 5 Apr 17 15:47 .vboxclient-clipboard.pid
-rw-r----- 1 manjaro manjaro 5 Apr 17 15:47 .vboxclient-clipboard.pid
-rw-r----- 1 manjaro manjaro 5 Apr 17 15:47 .vboxclient-clipboard.pid
-rw-r----- 1 manjaro manjaro 5 Apr 17 15:47 .vboxclient-clipboard.pid
[manjaro@manjaro-i3 ~]$ less
"Kakaotalk" may be a binary
[manjaro@manjaro-i3 ~]$ file
Kakaotalk: ELF 64-bit LSB executable, x86-64, version 1 (GNU/Linux), statically linked, for GNU/Linux 3
.2.0, Go BuildID=rdd25L-jDuS8PfrfB01q/c-pobcMvRv5XvDvELcGw/0Td3reXLkf7AnF6h1DXL/5vNFFtIctuLcZ1mYovS3, B
uildID[sha1]=d55243824bbcd03bb04e7b26612724f9a93ddaee, not stripped
[manjaro@manjaro-i3 ~]$ sudo ./Kakaotalk
Install wineboot
0012:err:ole:marshal_object couldn't get IPSFactory buffer for interface {00000131-0000-0000-c000-00000
0000046}
0012:err:ole:marshal_object couldn't get IPSFactory buffer for interface {6d5140c1-7436-11ce-8034-00aa0
06009fa}
0012:err:ole:StdMarshalImpl_MarshalInterface Failed to create ifstub, hres=0x80004002
0012:err:ole:CoMarshalInterface Failed to marshal the interface {6d5140c1-7436-11ce-8034-00aa006009fa},
80004002
0012:err:ole:get_local_server_stream Failed: 80004002
0014:err:ole:marshal_object couldn't get IPSFactory buffer for interface {00000131-0000-0000-c000-00000
0000046}
0014:err:ole:marshal_object couldn't get IPSFactory buffer for interface {6d5140c1-7436-11ce-8034-00aa0
06009fa}
0014:err:ole:StdMarshalImpl_MarshalInterface Failed to create ifstub, hres=0x80004002
0014:err:ole:CoMarshalInterface Failed to marshal the interface {6d5140c1-7436-11ce-8034-00aa006009fa},
80004002
0014:err:ole:get_local_server_stream Failed: 80004002
0017:fixme:urlmon:InternetBindInfo_GetBindString not supported string type 20
[
1 2
```

WINE를 통해 구동하고 이때 관련 DLL 등을 설치합니다.

# 과정

# 주요 코드

```
...

func init() {
    // Parse flags
    flag.StringVar(&containerID, "id", "kakaotalk", "container ID")
    flag.StringVar(&root, "root", defaultRoot, "root directory of container st

    flag.Usage = func() {
        flag.PrintDefaults()
    }

    flag.Parse()
}

//go:generate go run generate.go
func main() {
```

from kakaotalk-binctr

# 이런 방법 외에도

coreOS

linuxkit

등과 같은 공격받을 범위를 줄이는  
적은 공격 범위를 갖는 컨테이너 호스트를 사용

# 결론

가능한 적은 root 권한을 이용하도록 함

가능한 적은 권한을 갖는 OS 기반에서 사용하도록 함



## 한계 #3

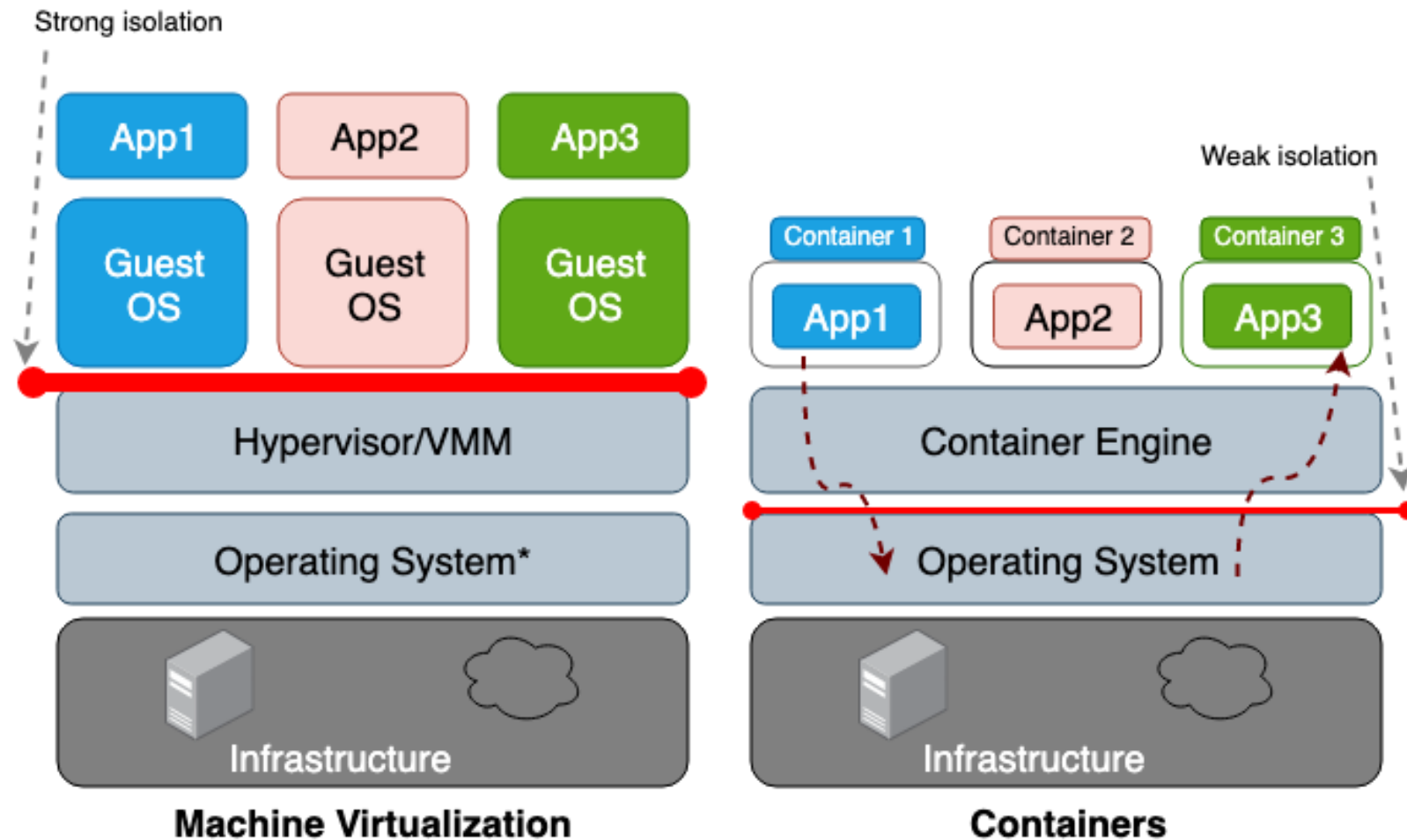
container는 VM과 달리 multi tenant를 위한 isolation이 적합하지 못하다.

# multi tenancy

자원들의 집적율을 더욱 높일 수 있음

비신뢰관계의 자원들도 같은 호스트에서 구동 가능해야  
함

# isolation 정도



from making-containers-more-isolated-an-overview-of-sandboxed-container-technologies

# 스프롤 현상

도시계획과 관리 등이 불량하여 발생하는 현상으로,  
도시 시설이나 설비가 부족한 채로  
도시가 저밀도로 무질서하게 교외로 확산되는 것을 말  
함

from wikipedia

# kubespawl

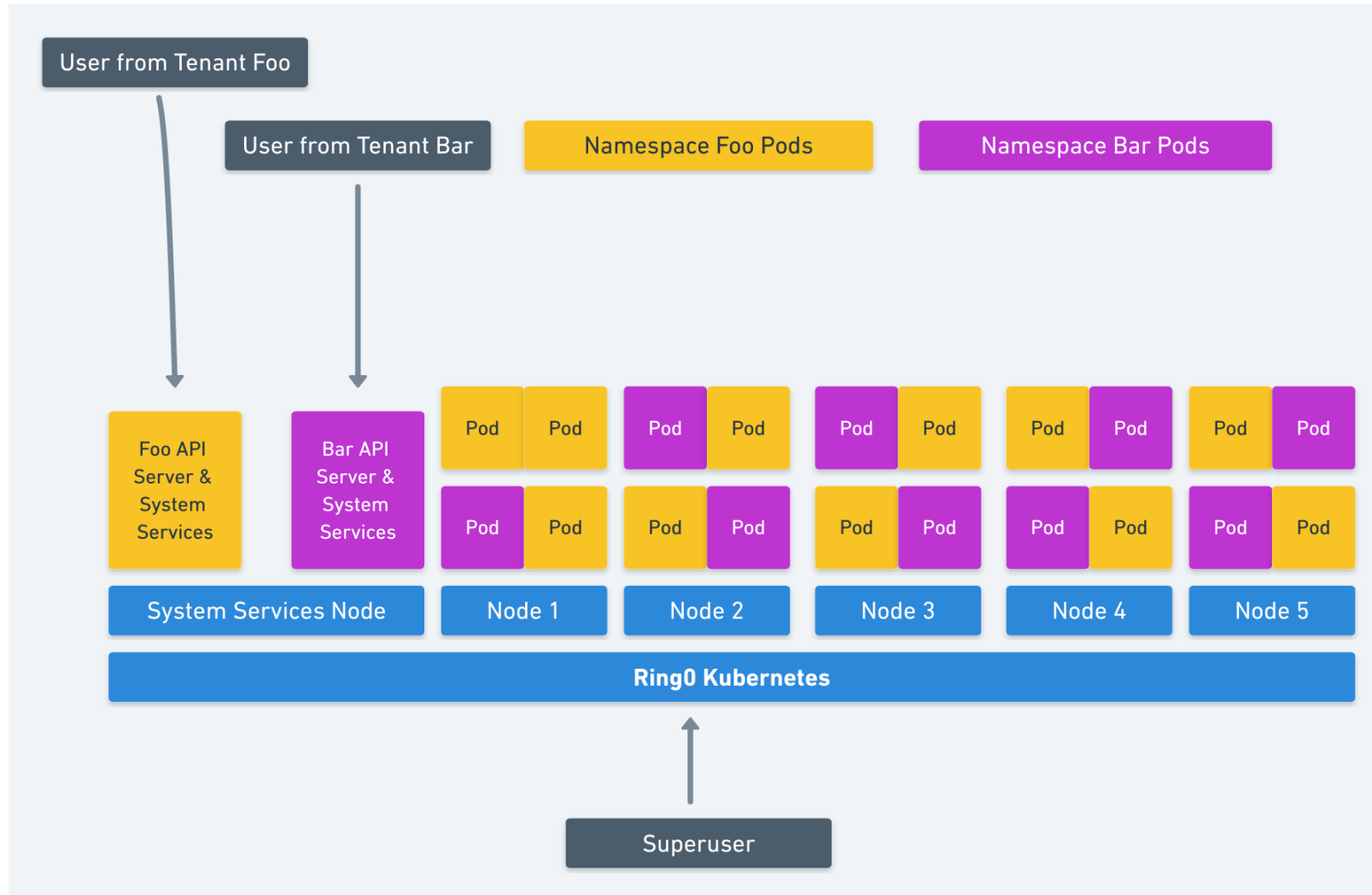
작은 kubernetes cluster를 개발자마다 나눠주게 되면  
사용되지 않는 자원들이 많이 발생해서 낭비가 심함

from future-of-kubernetes-is-virtual-machines

# kubernetes soft multi tenancy

## namespace

# kubernetes hard multi tenancy



hard-multi-tenancy-in-kubernetes

# sandboxed containers

container x Virtual machine

emulation과 simulation의 혼합

	Supported container platforms	Dedicated guest kernel	Support different guest kernels	Open source	Hot-plug	Direct access to HW	Required hypervisors	Backed by
Nabla	Docker, K8s	Yes	Yes	Yes	No	No	None	IBM
gVisor	Docker, K8s	Yes	No	Yes	No	No	None	Google
Firecracker	Not yet	Yes	Yes	Yes	No	No	KVM	Amazon
Kata	Docker, K8s	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	KVM or Xen	OpenStack

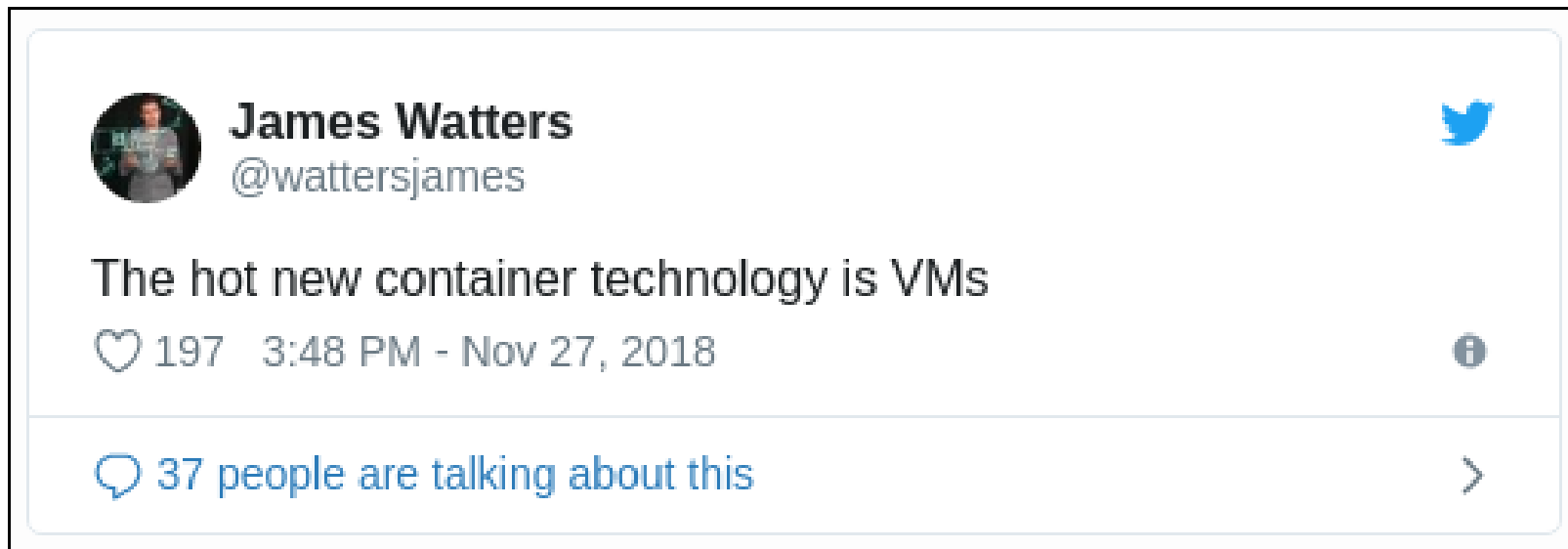
[from making-containers-more-isolated-an-overview-of-sandboxed-container-technologies](#)



# 결론

기존의 VM의 강점(호환성, 보안성)을 가져가면서도  
container의 장점들을 가져갈 수 있는 방법들이  
경쟁적으로 나오고 있는 상태이기에 조금은 기다려야  
함

# 마지막으로



감사합니다.