Виртуализация и Контейнеризация

Лекторы:
Аспирант МФТИ, Шер Артём Владимирович
Аспирант МФТИ, Зингеренко Михаил Владимирович

29 октября 2024

Предпосылки

Есть много приложений - как запустить их одновременно?

1. Одно приложение на один сервер
2. Несколько приложений на один сервер

На сервере работают два приложения. Как они могут помешать друг другу?

1. Убить процесс
2. Занять всю RAM / весь CPU
3. Удалить файлы
4. Влезть в память
5. Зависеть от разных библиотек

Нужно изолировать процессы, их файлы и зависимости!

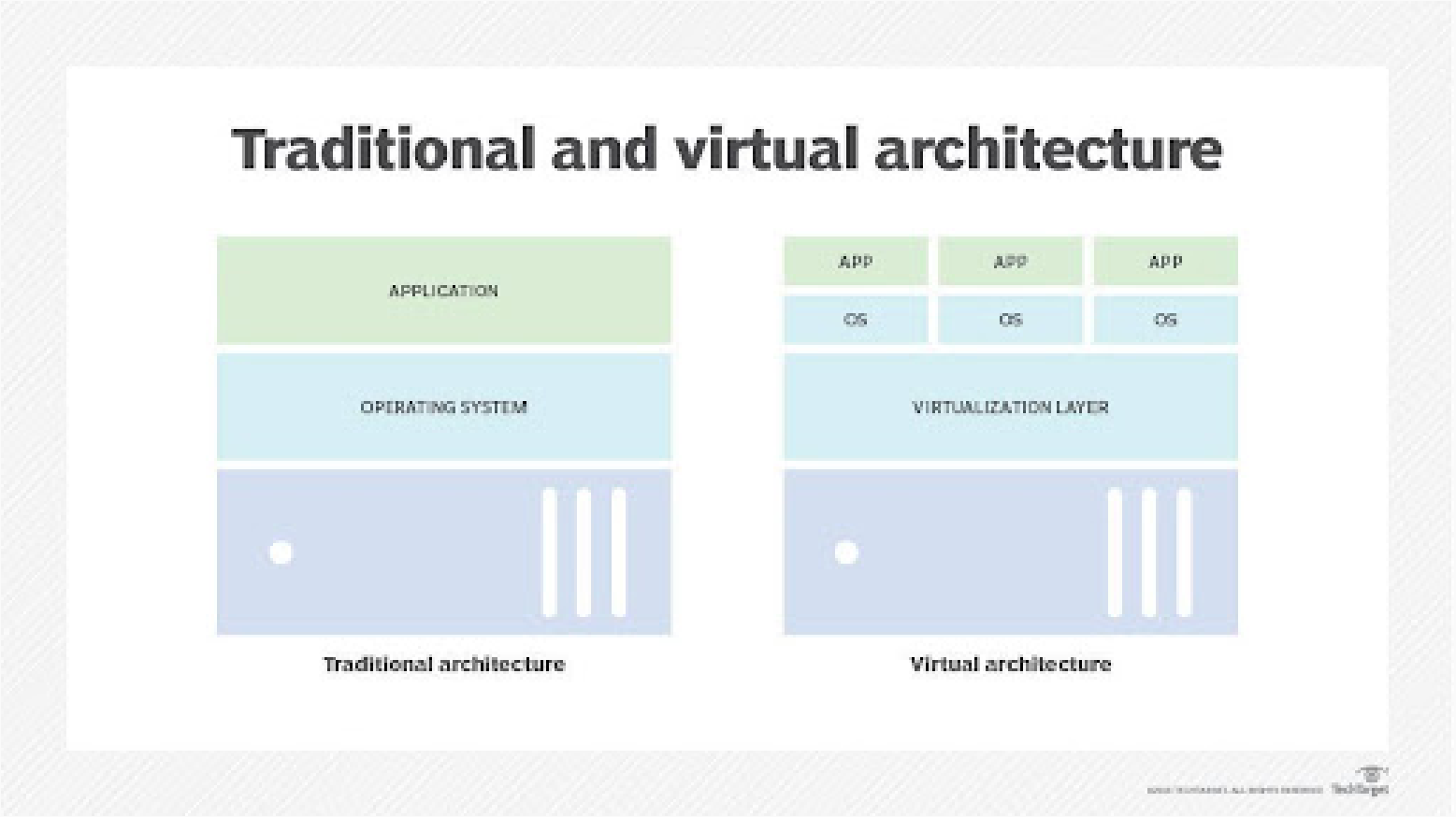
Предпосылки

Имеем скомпилированное приложение. Что нам нужно сделать, чтобы запустить его на другом компьютере?

- Собрать пакет - надеемся, что есть пакетный менеджер
- Указать зависимости - не всё легко ставится под все ОС
- Проверить отсутствие конфликтов

Это не всегда легко, хотелось бы иметь упакованное самодостаточное приложение, для которого не нужно индивидуально что-то ставить.

Виртуализация и Контейнеризация



Виртуализация

Виртуализация — это технология, позволяющая создавать виртуальные версии аппаратных компонентов, включая процессоры, оперативную память, жесткие диски и сеть. Она позволяет запускать несколько виртуальных машин (VM) на одном физическом сервере, используя его ресурсы более эффективно.

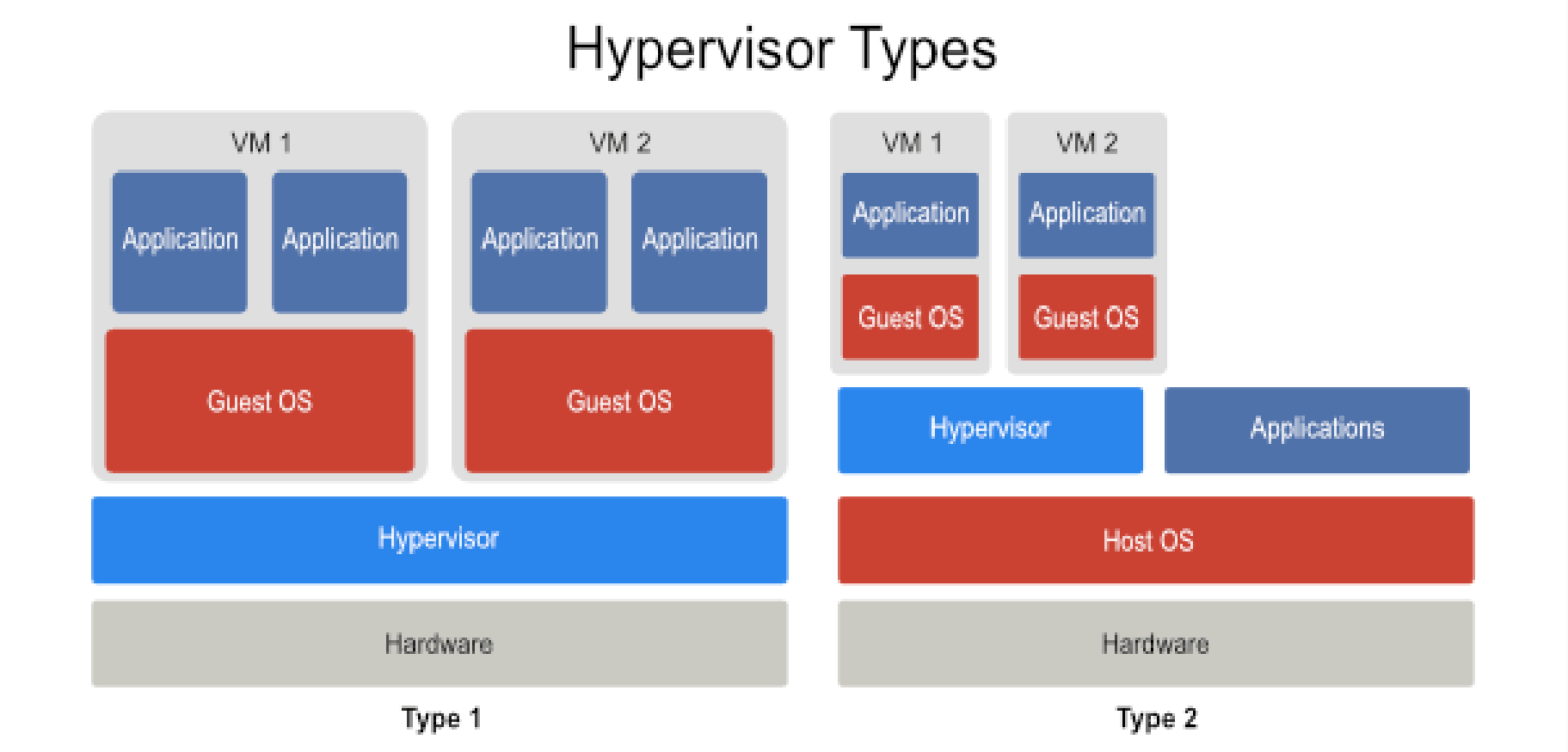
Типы виртуальных машин

- Аппаратные виртуальные машины (HVM): Эти виртуальные машины эмулируют полный набор аппаратного обеспечения, позволяя запускать полноценные операционные системы, такие как Windows или Linux. Например, такие гипервизоры, как VMware ESXi и Microsoft Hyper-V, создают аппаратные VM.
- Операционные виртуальные машины: Этот тип виртуальных машин предназначен для выполнения приложений, требующих конкретной среды выполнения, например, JVM (Java Virtual Machine) для Java. Они не эмулируют аппаратное обеспечение, а предоставляют платформу для выполнения программ на конкретных языках.

Гипервизор

Гипервизор — это программное обеспечение или аппаратный слой, который позволяет создавать, запускать и управлять виртуальными машинами (VM) на физическом сервере. Он создает виртуальную среду, которая эмулирует аппаратное обеспечение, предоставляя каждой виртуальной машине доступ к ресурсам физического сервера (ЦП, память, дисковое пространство и сетевые подключения), как если бы это были её собственные ресурсы.

Типы гипервизоров



Гипервизор типа 1 (Bare-metal, нативный гипервизор)

Определение: Гипервизоры типа 1 работают непосредственно на аппаратном уровне (без хостовой операционной системы) и предоставляют платформу для запуска виртуальных машин напрямую на «чистой» аппаратуре.

Примеры: VMware ESXi, Microsoft Hyper-V (когда используется без хоста), KVM (Kernel-based Virtual Machine).

Особенности

- Производительность: Благодаря отсутствию хостовой ОС гипервизоры типа 1 работают почти с нативной производительностью, обеспечивая минимальную задержку и высокую эффективность.
- Безопасность: Высокий уровень изоляции между виртуальными машинами. Прямое управление оборудованием снижает риски, связанные с уязвимостями хостовой ОС.
- Применение: Чаще всего используется в серверных центрах, облачных платформах и крупных корпоративных средах, где требуется высокая масштабируемость и надежность.
- Недостатки: Более сложные в настройке и управлении по сравнению с гипервизорами типа 2; требуют специализированных навыков и инфраструктуры.

Гипервизор типа 2 (Hosted, хостовый гипервизор)

Определение: Гипервизоры типа 2 устанавливаются поверх хостовой операционной системы, работая как обычное приложение, предоставляя возможность создавать и управлять виртуальными машинами через эту ОС.

Примеры: VMware Workstation, Oracle VirtualBox, Parallels Desktop для Mac.

Особенности

- Производительность: Из-за наличия дополнительного уровня в виде хостовой ОС гипервизоры типа 2 могут работать медленнее, чем гипервизоры типа 1. Это приводит к увеличению накладных расходов, особенно при использовании на слабом оборудовании.
- Безопасность: Гипервизоры типа 2 зависят от безопасности хостовой операционной системы, поэтому уязвимости хостовой ОС могут повлиять на безопасность виртуальных машин.
- Применение: Чаще используется для разработки, локальных экспериментов и тестирования, где не требуются строгие требования к производительности и безопасности.
- Простота использования: Обычно проще в настройке и эксплуатации, так как не требует специфических знаний в администрировании виртуализации.

Сравнение

Критерий	Тип 1 (Bare-metal)	Тип 2 (Hosted)
Уровень запуска	Аппаратный уровень	Уровень хост-ОС
Примеры	ESXi, Hyper-V, KVM	Workstation, VirtualBox
Скорость	Высокая, близкая к нативной	Ниже, накладные хост-ОС
Безопасность	Высокая изоляция	Зависит от хост-ОС
Применение	Серверы, корпорации	Локальная разработка
Удобство	Требует опыта	Простая настройка

Виртуализация vs Контейнеризация

Давайте использовать виртуальные машины!

- Создадим по виртуальной машине для каждого приложения.
- Процессы точно изолированы и не мешают друг другу

Все еще используем один физический сервер.

Проблемы виртуальных машин:

- Тяжелые - приложение + ОС
- Используют больше ресурсов - каждая ОС работает независимо

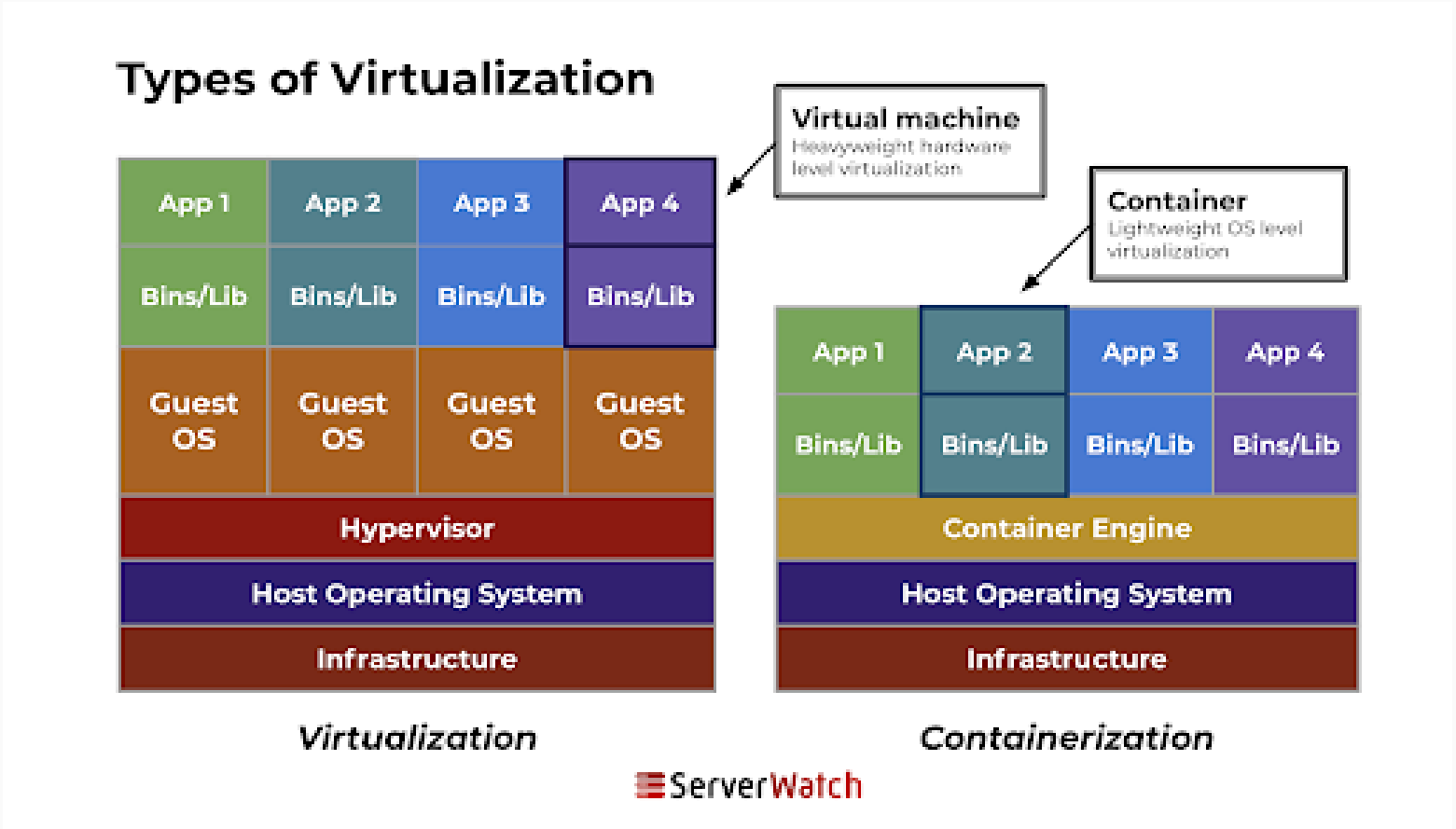
Что можем сделать? Использовать одну ОС (одно ядро)!

Виртуализация vs Контейнеризация

Контейнеризация - способ запуска приложений, изолированных от ОС и друг друга, но при этом используя ядро и инструменты ОС.

- контейнеры легче
- все еще изолированы
- требуют меньше ресурсов

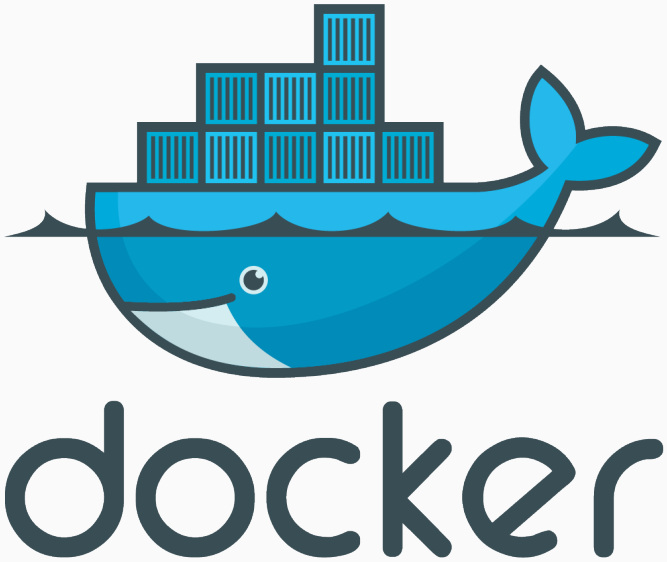
Виртуализация vs Контейнеризация



Docker

Docker Самая популярная система контейнеризации. Создает легковесные образы (MBs vs GBs) Основано на внутренних абстракциях ОС

Концепция: 1 процесс на 1 контейнер!

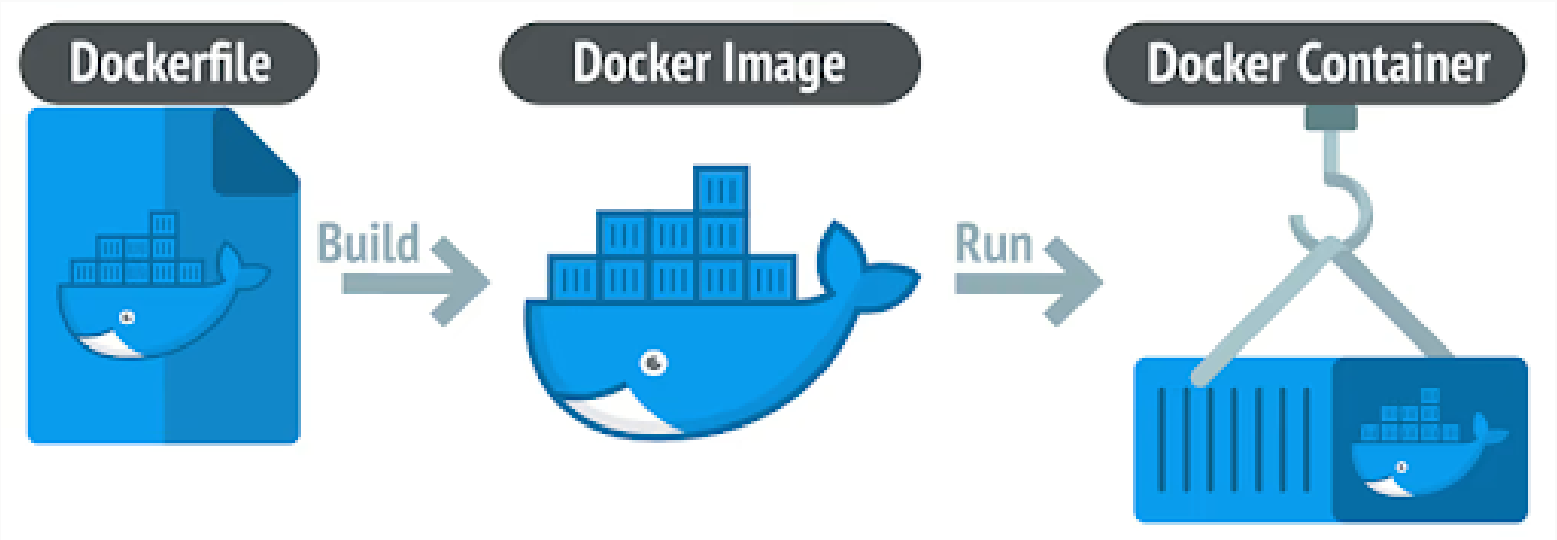


Основные термины

Docker Container - запущенный контейнер с вашим приложением. Содержит в себе все необходимые файлы и один запущенный процесс - процесс приложения.
Docker Image - образ контейнера, “шаблон” контейнера. Хранит в себе информацию о содержимом контейнеров, которые создаются на его основе.
Dockerfile - текстовый файл, содержащий в себе описание по созданию образа. Состоит из разных команд, которые готовят необходимое окружение для работы вашего приложения.

- FROM - базовый образ
- RUN - запустить команду
- COPY / ADD- скопировать файлы в образ
- USER - изменить пользователя
- ENTRYPOINT - стартовая команда для запуска контейнера

Пайплайн работы с Docker



Механизмы изоляции в Docker

Docker использует два ключевых механизма Linux для изоляции контейнеров:

- Namespaces (пространства имен)
- Control Groups (cgroups) (группы управления)

Цель изоляции: обеспечить контейнерам отдельное окружение и контроль над доступными ресурсами, делая их независимыми и безопасными.

Namespaces (пространства имен)

Namespaces создают изолированное пространство имен, благодаря которому процессы контейнера видят только ресурсы, предоставленные им, как если бы они работали на отдельной системе.

Основные типы namespaces

- PID (Process ID): изолирует процессы, так что процессы в одном контейнере не видны в другом.
- NET (Network): предоставляет каждому контейнеру свой собственный стек сетевых интерфейсов, IP-адресов и маршрутизации.
- IPC (Interprocess Communication): разделяет ресурсы межпроцессного взаимодействия, например, семафоры и очереди сообщений.
- MNT (Mount): изолирует файловую систему, предоставляя каждый контейнеру своё файловое окружение.
- UTS (Unix Time Sharing): позволяет задавать отдельные имена хостов и доменные имена для контейнеров.
- User: изолирует идентификаторы пользователей, позволяя разным контейнерам использовать одного и того же пользователя с разными правами.

Control Groups (cgroups)

cgroups (группы управления) отвечают за контроль и ограничение ресурсов, доступных контейнерам.
Основные возможности cgroups:

- Ограничение использования ресурсов: контроль использования CPU, памяти, сетевой полосы пропускания и I/O для контейнеров.
- Приоритет ресурсов: возможность распределять ресурсы по приоритету, чтобы важные контейнеры получали больше мощности.
- Отслеживание и статистика: мониторинг потребления ресурсов каждым контейнером.
- Изоляция ресурсов: позволяет ограничивать ресурсы, доступные каждому контейнеру, предотвращая их конкуренцию за ресурсы.

Namespaces и cgroups в Docker

Namespaces предоставляют контейнерам изолированное окружение, имитирующее отдельную операционную систему.
cgroups обеспечивают контроль и ограничение ресурсов, предотвращая конкуренцию и обеспечивая стабильность работы.
Вместе, namespaces и cgroups создают безопасные, независимые контейнерные среды, которые позволяют Docker поддерживать высокую степень изоляции при эффективном использовании ресурсов.

До следующей лекции!