

Univerzita Jana Evangelisty Purkyně
v Ústí nad Labem
Přírodovědecká fakulta



Proxmox
Seminární práce

Vypracoval: Martin Kopecký

Studijní program: Aplikovaná informatika

Studijní obor: Informační systémy

ÚSTÍ NAD LABEM 2024

Obsah

1	Historie	2
2	virtualizační jádro	3
2.1	LXC	3
2.2	KVM	4
3	Clusterování	6
4	Uložiště	8
4.1	Ceph	9
5	Zálohování a obnova	10
6	Jádro	11
6.1	Uživatelské rozhraní a správa	11
6.2	Zálohování a obnova	11
6.3	Síťové funkce	11
6.4	Migrace a flexibilita	11
6.5	Rozšiřitelnost a API	12
6.6	Bezpečnost	12

Kapitola 1

Historie

Proxmox je oblíbená virtualizační platforma, která kombinuje virtuální servery (Proxmox Virtual Environment, PVE) a systém pro správu clusterů a virtualizovaného úložiště (Proxmox Virtual Environment Cluster). Její historie sahá do roku 2008, kdy byla poprvé uvedena na trh společností Proxmox Server Solutions GmbH, založenou v Rakousku.

Proxmox VE byl vytvořen jako open-source řešení, které poskytuje efektivní a snadno použitelné prostředí pro správu virtuálních serverů. Od začátku byl postaven na Linuxovém jádru a využíval virtualizační technologie jako KVM (Kernel-based Virtual Machine) a kontejnerovou technologii LXC (Linux Containers), což umožňovalo uživatelům vytvářet a spravovat virtuální stroje a kontejnery z jediného rozhraní.

V průběhu let došlo k několika důležitým vývojovým krokům. Významným milníkem bylo zavedení Proxmox VE Cluster, což umožnilo správu více serverů jako jednoho celku, což výrazně zjednodušilo správu zdrojů a redundanci. Další významnou aktualizací bylo zavedení Ceph, rozšířeného open-source úložného řešení, které umožňuje vysoce škálovatelné blokové úložiště.

Proxmox se také vyznačuje svým uživatelským rozhraním založeným na webovém prohlížeči, které umožňuje jednoduché správu a monitoring virtuálních strojů a úložiště. Uživatelé oceňují jeho flexibilitu a širokou škálu konfiguračních možností, které jsou přístupné i bez hlubokých znalostí Linuxu.

Proxmox VE je také známý svou komunitou a širokou podporou. Jako open-source řešení má aktivní komunitu vývojářů a uživatelů, kteří neustále přispívají k jeho vývoji a zlepšování. To zahrnuje pravidelné aktualizace, bezpečnostní opravy a nové funkce, což udržuje Proxmox VE jako relevantní a konkurenceschopnou platformu v oblasti virtualizace.

V současnosti je Proxmox široce používán v mnoha odvětvích, od malých podniků až po velké korporace, díky své schopnosti efektivně spravovat rozsáhlé a komplexní virtualizované prostředí. Jeho kombinace výkonu, flexibility a nízkých nákladů činí z Proxmoxu atraktivní volbu pro mnoho organizací hledajících efektivní virtualizační řešení.

Kapitola 2

virtualizační jádro

Proxmox VE (Virtual Environment) představuje jeden z předních nástrojů v oblasti virtualizačních technologií, stojící na základech Linuxu a jeho pokročilých funkcí. Jádrem Proxmoxu jsou technologie LXC (Linux Containers) a KVM (Kernel-based Virtual Machine), které jsou integrálními součástmi Linuxového jádra již od verze 2.6. Tyto technologie poskytují základ pro vytváření vysoce výkonného a škálovatelného prostředí, které je ideální pro správu virtualizovaných datových center.

KVM v Proxmoxu umožňuje plnou hardwarovou virtualizaci, díky čemuž mohou být virtuální stroje (VM) spouštěny s vlastním izolovaným operačním systémem, nabízejícím výkon srovnatelný s fyzickými servery. Na druhou stranu, LXC poskytuje lehkou virtualizaci na úrovni kontejnerů, která je vhodná pro aplikace vyžadující rychlé nasazení a efektivní využití zdrojů.

Proxmox VE vyniká také svým intuitivním webovým uživatelským rozhraním, které zjednodušuje správu virtualizovaných prostředí. Správci mohou snadno vytvářet, konfigurovat a spravovat virtuální stroje a kontejnery, stejně jako řídit síťové a úložné zdroje. Tato centralizovaná správa zvyšuje efektivitu a snižuje komplexitu správy datových center.

Další významnou vlastností Proxmoxu je jeho vysoká dostupnost a podpora pro clusterování, což umožňuje vytvářet redundantní a odolné systémy. Proxmox podporuje různé typy úložných řešení, včetně Ceph, NFS, iSCSI, což umožňuje flexibilitu a škálovatelné možnosti pro ukládání dat.

Za svou popularitu vděčí Proxmox VE také aktivní a rozsáhlé komunitě uživatelů a vývojářů, kteří neustále přispívají k jeho rozvoji a inovaci. Díky tomu je Proxmox VE neustále na špici technologického pokroku, poskytující nejnovější funkce a zabezpečení pro efektivní správu datových center.

2.1 LXC

LXC (Linux Containers) je technologie pro virtualizaci na úrovni operačního systému, která je implementována v Linuxovém jádře. LXC umožňuje uživatelům spouštět více izolovaných instancí operačního systému na jednom hostitelském sys-

tému. LXC poskytuje efektivní, bezpečnou a flexibilní platformu pro běh izolovaných Linuxových prostředí na jednom hostitelském systému, využívající přitom výhod Linuxového jádra a jeho schopností. Tato technologie je klíčová pro moderní cloudové a kontejnerové řešení.

LXC využívá Linuxové namespaces pro izolaci aplikací a procesů. Namespaces oddělují systémové aspekty (jako jsou síť, uživatelé, souborový systém atd.), což umožňuje každému kontejneru mít vlastní izolované prostředí, které se jeví jako samostatný systém. Dále také používá Cgroups pro omezení a monitorování zdrojů, které mohou být používány procesy. Pomocí cgroups může LXC kontrolovat a omezovat, kolik CPU, paměti, síťové kapacity a dalších zdrojů může každý kontejner využívat.

LXC poskytuje silnou izolaci mezi kontejnery a mezi kontejnery a hostitelským systémem. To je zásadní pro bezpečnost, protože procesy běžící v jednom kontejneru nemohou přistupovat k procesům nebo zdrojům jiných kontejnerů nebo hostitelského systému. Bezpečnostní funkce, jako jsou AppArmor nebo SELinux, mohou být použity pro další zabezpečení kontejnerů, například omezují, které systémové volání mohou kontejnery používat.

Na rozdíl od plné virtualizace, jako je KVM nebo Xen, LXC neemuluje hardwarovou vrstvu. Místo toho všechny kontejnery sdílejí stejné jádro hostitelského systému. Tato "lehká" virtualizace vede k menší režii, vyššímu výkonu a rychlejšímu spouštění kontejnerů. Na přímém sdíleném jádru kontejnery LXC mohou běžet různé distribuce Linuxu, což umožňuje flexibilní nasazení aplikací bez ohledu na distribuci hostitelského systému.

LXC je vybaveno nástroji pro snadné vytváření, spouštění, zastavování a spravování kontejnerů. Tyto nástroje umožňují uživatelům efektivně spravovat životní cyklus kontejnerů. Mezi tyto nástroje patří nástroje jako jsou například **lxc-create**, **lxc-start**, **lxc-stop** a **lxc-destroy**. Tyto nástroje jsou základními funkcemi LXC pro tvorbu, spouštění, zastavení a smazání kontejnerů.

LXC je často využíváno jako základ pro vyšší úrovni kontejnerových orchestrací a management nástrojů, jako je Docker a Kubernetes, i když tyto nástroje v současné době používají vlastní kontejnerové runtime. Prostřednictvím LXC API mohou vývojáři integrovat funkce kontejnerů do svých aplikací nebo vytvářet vlastní nástroje pro správu kontejnerů.

2.2 KVM

KVM (Kernel-based Virtual Machine) je open-source virtualizační technologie pro Linux, která umožňuje transformovat Linux na hypervisor typu 1. Tato technologie využívá virtualizační funkce moderních procesorů, jako jsou Intel VT-x a AMD-V, a integruje se přímo do Linuxového jádra. Zde je podrobnější pohled na to, jak KVM funguje:

KVM se stává součástí Linuxového jádra, což znamená, že každý Linuxový server s odpovídajícím jádrem a podporovaným hardwarem může fungovat jako hypervisor. KVM přidává do jádra funkce pro správu a spouštění virtuálních strojů (VM),

zatímco samotné VM jsou standardní Linuxové procesy, řízené plánovačem jádra.

KVM využívá hardwarovou podporu pro virtualizaci, která je poskytována moderními procesory. Tato hardwarová podpora umožňuje KVM efektivně spouštět izolované VM, každý s vlastním virtuálním hardwarem, včetně CPU, paměti, disků a síťových adaptérů. Virtualizovaný hardware VM je emulován pomocí QEMU (Quick Emulator), který poskytuje emulaci zařízení pro VM.

VM jsou v KVM vytvářeny a spravovány pomocí standardních nástrojů pro virtualizaci, jako je libvirt a jeho nástroj virsh, nebo grafická rozhraní jako virt-manager. Každý VM je izolován od ostatních VM a od hostitelského systému, což zajišťuje bezpečnost a stabilitu.

Díky hardwarové podpoře a úzké integraci s Linuxovým jádrem nabízí KVM vynikající výkon a škálovatelnost, což je ideální pro náročné serverové a cloudové prostředí. KVM podporuje funkce jako NUMA (Non-Uniform Memory Access), což umožňuje efektivní využívání paměti v multiprocesorových systémech.

VM v KVM jsou dobře izolovány díky použití hardwarových funkcí virtualizace a bezpečnostních mechanismů Linuxu, jako jsou SELinux a cgroups. Tato izolace pomáhá chránit před škodlivým softwarem a zajišťuje, že chyba nebo selhání jednoho VM neovlivní ostatní VM nebo hostitelský systém.

KVM podporuje live migraci, což umožňuje přesunutí běžících VM z jednoho fyzického serveru na druhý bez výpadku služby. Toto je klíčové pro údržbu a řízení zatížení v datových centrech.

KVM je široce podporován v rámci Linuxové komunity a integruje se s mnoha dalšími technologiemi a nástroji, což umožňuje širokou škálu použití od jednoduchých virtuálních hostů až po komplexní cloudové řešení. V souhrnu, KVM je výkonný a efektivní nástroj pro virtualizaci, který poskytuje robustní, bezpečnou a škálovatelnou platformu pro správu a provoz virtuálních strojů v Linuxovém prostředí.

Kapitola 3

Clusterování

Clusterování v Proxmoxu VE (Virtual Environment) je jednou z klíčových funkcí, které tuto platformu odlišují jako robustní řešení pro virtualizaci a správu datových center. Clusterování v Proxmoxu umožňuje spojit více fyzických serverů do jednoho logického celku, což vede k zvýšené dostupnosti, lepšímu využití zdrojů a jednodušší správě.

Clusterování v Proxmoxu VE (Virtual Environment) je zásadní funkcí, která transformuje tuto platformu v robustní řešení pro správu a virtualizaci datových center. Tato funkce umožňuje spojení několika fyzických serverů do jednoho logického celku, což zvyšuje dostupnost zdrojů, usnadňuje správu a zlepšuje celkové využití zdrojů.

Nejvýznamnější výhodou clusterování v Proxmoxu je poskytování vysoké dostupnosti. Clusterové řešení automaticky detekuje selhání serveru a přesune virtuální stroje na jiný server v clusteru, čímž minimalizuje výpadky služeb. K dosažení tohoto cíle Proxmox využívá quorum mechanismus, který zajistí dostupnost služeb i v případě výpadku některých uzlů.

Proxmox také umožňuje centralizovanou správu všech serverů v clusteru prostřednictvím jednoho webového rozhraní. Tato centralizace umožňuje správcům pohodlně monitorovat a spravovat zdroje, virtuální stroje, kontejnery, síťová nastavení a úložiště pro celý cluster. Všechny změny jsou automaticky replikovány napříč clusterem, což vede k efektivnější správě a nižší pravděpodobnosti chyby v konfiguraci.

Další klíčovou vlastností clusterů v Proxmoxu je podpora pro sdílené úložiště, což umožňuje snadnou migraci virtuálních strojů mezi fyzickými servery. Platforma podporuje různé typy úložišť, včetně lokálních disků, NFS, iSCSI a Ceph, což správcům umožňuje vybrat nejlepší úložnou konfiguraci podle jejich specifických potřeb.

Clusterové řešení v Proxmoxu je navrženo tak, aby bylo škálovatelné a flexibilní. Správci mohou snadno přidávat nebo odebírat servery z clusteru bez výrazného narušení provozu. Tato flexibilita zajišťuje, že datacentra mohou růst a přizpůsobovat se měnícím se požadavkům bez nutnosti provádění rozsáhlých hardwarových nebo softwarových změn.

Bezpečnost a izolace jsou dalšími důležitými aspekty clusterování v Proxmoxu. Platforma nabízí pokročilé funkce zabezpečení, včetně firewallů, izolace sítě a šifrování, což zajišťuje ochranu dat a služeb v clusteru.

Proxmox, jako open-source řešení, těží z silné komunitní podpory, která přispívá k neustálému vývoji a vylepšování clusterových funkcí. Toto vede k pravidelným aktualizacím a inovacím, udržujícím clusterové řešení Proxmox na špičce technologického pokroku.

Clusterování v Proxmoxu VE je nejenom o vysoké dostupnosti a centralizované správě, ale také o efektivním využívání zdrojů a optimalizaci výkonu. Integrace s různými typy úložných řešení, jako jsou Ceph, NFS a iSCSI, umožňuje správcům vytvářet vysoce dostupné a flexibilní úložné systémy, které jsou klíčové pro udržení nepřetržitého provozu služeb. Tato flexibilita v úložných řešeních umožňuje Proxmoxu efektivně reagovat na různé nároky aplikací a zatížení.

Další významnou vlastností clusterování v Proxmoxu je podpora pro live migraci virtuálních strojů a kontejnerů bez výpadku služby. Tato funkce je neocenitelná pro údržbu a upgrade hardwaru, neboť umožňuje přesunutí běžících instancí mezi uzly clusteru bez nutnosti vypínání a restartování, což minimalizuje přerušení služeb a zvyšuje flexibilitu při správě zdrojů.

Proxmox VE nabízí také rozsáhlé možnosti konfigurace a přizpůsobení. Skrze jeho modulární architekturu a rozhraní API mohou správci integraci Proxmoxu s existujícími systémy a procesy automatizovat, což zvyšuje efektivitu a snižuje možnost lidské chyby. Rozhraní API také umožňuje integraci s různými nástroji pro monitoring a správu, což zajišťuje, že správci mají přehled o stavu a výkonu celého clusteru.

Z hlediska bezpečnosti Proxmox VE poskytuje rozsáhlé nástroje pro zabezpečení clusteru a jeho zdrojů. Funkce jako integrovaný firewall, podpora šifrování a izolace sítě zajišťují, že všechny data a komunikace mezi uzly v clusteru jsou chráněny. Tato bezpečnostní opatření jsou zásadní pro ochranu před vnějšími hrozbami a udržení integrity dat.

Komunita okolo Proxmoxu hraje klíčovou roli v jeho vývoji a inovaci. Aktivní uživatelé a vývojáři neustále přispívají k vylepšení platformy, přinášejí nové funkce a udržují Proxmox aktualizovaný vzhledem k nejnovějším technologickým trendům. Tato otevřená komunitní podpora je základem pro udržitelný rozvoj a inovaci Proxmoxu.

Kapitola 4

Uložistě

Proxmox nabízí širokou škálu možností úložiště, které jsou klíčové pro efektivní správu dat a zdrojů v virtualizovaných prostředích. Tyto možnosti úložiště se pohybují od lokálního úložiště po sofistikovaná síťová řešení, což umožňuje uživatelům Proxmoxu přizpůsobit úložiště podle specifických potřeb a požadavků jejich aplikací a služeb.

Dále také umožňuje použití lokálních disků na hostitelských serverech pro ukládání dat. Toto řešení je vhodné pro menší nasazení nebo pro úložiště, které nevyžaduje vysokou dostupnost. Lokální úložiště poskytuje výhody, jako jsou nízké latence a vysoký výkon, avšak nemá vlastnosti vysoké dostupnosti, které jsou kritické pro větší a náročnější prostředí.

Proxmox podporuje síťové úložiště, jako jsou NFS (Network File System) a iSCSI (Internet Small Computer Systems Interface). Tato úložiště jsou ideální pro prostředí vyžadující vysokou dostupnost a sdílení dat mezi více servery. NFS je často využíván pro sdílení souborů, zatímco iSCSI poskytuje blokové úložiště, což je užitečné pro výkonné databázové servery a aplikace s vysokými nároky na I/O operace.

Ceph je vysoce škálovatelné distribuované úložiště, které se stává čím dál oblíbenějším v prostředí Proxmoxu. Nabízí vysokou dostupnost, vynikající škálovatelnost a vlastnosti samoopravy. Ceph je ideální pro velká a dynamická prostředí, kde je potřeba pružně reagovat na měnící se požadavky na úložný prostor a výkon.

Proxmox VE také podporuje ZFS, pokročilý souborový systém a logický správce svazků. ZFS nabízí integrované funkce, jako jsou snímky, replikace a šifrování. ZFS je obzvláště užitečný pro zálohování a archivaci dat díky jeho schopnosti efektivně spravovat velké objemy dat a poskytovat robustní ochranu proti poškození dat.

Proxmox VE zahrnuje nástroje pro zálohování a obnovu virtuálních strojů a kontejnerů. Tyto nástroje umožňují pravidelně plánovat zálohy, což je zásadní pro ochranu dat a rychlou obnovu v případě selhání systému.

Ve výsledku Proxmox VE poskytuje flexibilní a škálovatelné úložné řešení, které se dá přizpůsobit různým potřebám a požadavkům datových center. Od lokálního úložiště pro rychlé a jednoduché nasazení až po komplexní distribuované systémy, jako je Ceph pro velké a dynamické prostředí, nabízí Proxmox širokou paletu možností pro efektivní správu dat.

4.1 Ceph

Ceph je vysoce škálovatelné distribuované úložiště, které přináší významné výhody v oblasti ukládání dat. Jeho architektura je navržena tak, aby poskytovala vynikající odolnost, flexibilitu a škálovatelnost, což je důvod, proč je často volbou pro komplexní datová centra a cloudová prostředí.

Hlavní zaměření Ceph je na vysokou dostupnost a odolnost proti chybám. Data jsou distribuována a replikována napříč různými uzly, což zajišťuje, že v případě selhání jednoho uzlu jsou data stále dostupná a chráněna. Toto automatické replikování a samoopravné schopnosti Ceph znamenají, že data jsou neustále chráněna a dostupná, což je klíčové pro podnikové aplikace a služby vyžadující nepřetržitý provoz.

Jednou z nejvýznamnějších vlastností Ceph je jeho schopnost škálovat bez výrazných omezení. Ceph může být rozšířen o další servery a úložné jednotky s minimální konfigurací a bez nutnosti přerušení služeb. Tato škálovatelnost umožňuje organizacím růst podle svých potřeb, přičemž výkon systému zůstává konzistentní a spolehlivý.

Vyskutuje se zde také podpora různých typů úložiště, včetně blokového úložiště (Ceph Block Device), souborového systému (CephFS) a objektového úložiště (Ceph Object Storage). Tato flexibilita umožňuje použití Ceph pro širokou škálu úložných potřeb, od běžných souborových serverů až po velkokapacitní objektové úložiště, což je ideální pro cloudové služby a aplikace.

Ceph se dobře integruje s různými open-source projekty a je široce podporován v cloudových a virtualizačních řešeních, jako je OpenStack a Proxmox. Jeho otevřená architektura a komunitní podpora zajišťují pravidelné aktualizace a vylepšení, což udržuje Ceph na špici technologického pokroku.

Použití Ceph může být také ekonomicky výhodné, protože je založeno na open-source modelu a umožňuje využití běžného hardwaru. Toto snižuje náklady spojené s proprietárními úložnými řešeními a zároveň poskytuje robustní a vysoce dostupné úložiště.

Kapitola 5

Zálohování a obnova

Zálohování lze provést již na platformě Proxmox VE, ale tato metoda není doporučovaná. Pro bezpečnost a dostupnost záloh byla vyvinuta platforma Proxmox Backup Server, která využívá úložiště Ceph pro zaručení dostupnosti záloh. Tato platforma přináší integrované a efektivní řešení pro zálohování virtuálních strojů (VM) a kontejnerů, poskytující robustní ochranu dat v prostředích virtualizace.

Proxmox Backup Server je navržen tak, aby efektivně zálohoval VM a kontejnery spravované v Proxmox VE. Umožňuje uživatelům vytvářet plné i inkrementální zálohy, což minimalizuje nároky na úložný prostor a zajišťuje, že zálohy jsou rychlé a efektivní. Inkrementální zálohy zaznamenávají pouze změny od posledního zálohování, což snižuje objem přenesených a uložených dat.

Bezpečnost je klíčovou součástí Proxmox Backup Serveru. Nabízí šifrování na straně klienta, což znamená, že data jsou šifrována před odesláním na zálohovací server a zůstávají šifrována během uložení. Toto zajišťuje vysokou úroveň ochrany dat a je nezbytné pro splnění přísných bezpečnostních požadavků.

Proxmox Backup Server využívá deduplikaci a kompresi dat, aby maximalizoval účinnost úložiště. Deduplikace umožňuje serveru identifikovat a odstranit duplicitní data napříč všemi zálohami, což výrazně snižuje potřebný úložný prostor. Kompresie dále redukuje velikost dat, což zvyšuje efektivitu přenosu dat a úložiště.

Proxmox Backup Server podporuje různé typy úložišť, včetně lokálních disků, NFS a Ceph. To umožňuje uživatelům volit úložiště, které nejlépe vyhovuje jejich specifickým potřebám a rozpočtu.

Proxmox Backup Server je snadno integrovatelný s existujícím Proxmox VE prostředím. Nabízí jednoduché webové rozhraní pro správu zálohovacích úloh, sledování stavu záloh a obnovu dat. Toto intuitivní rozhraní usnadňuje správu záloh i pro uživatele, kteří nejsou odborníky na zálohování.

Obnova dat je klíčovou funkcí Proxmox Backup Serveru. Umožňuje rychlou a snadnou obnovu celých VM, jednotlivých disků nebo souborů. Díky tomu je možné efektivně reagovat na různé scénáře ztráty dat, od jednoduchých chyb uživatele po vážná hardwarová selhání.

Kapitola 6

Jádro

6.1 Uživatelské rozhraní a správa

Proxmox VE se vyznačuje výkonným webovým rozhraním, které umožňuje snadnou správu virtuálních strojů, kontejnerů, sítí a úložiště. Rozhraní nabízí přehledný dashboard, detailní statistiky v reálném čase, logy a možnost konfigurace různých aspektů virtualizovaného prostředí.

6.2 Zálohování a obnova

Proxmox obsahuje integrované nástroje pro zálohování a obnovu virtuálních strojů a kontejnerů. Tyto nástroje umožňují plánovat pravidelné zálohy, což zajišťuje ochranu dat a usnadňuje obnovu v případě selhání.

6.3 Síťové funkce

Proxmox nabízí pokročilé síťové možnosti, včetně podpory VLAN, bondingu síťových rozhraní a firewallových funkcí. Umožňuje také snadnou integraci s externími síťovými službami a zařízeními.

6.4 Migrace a flexibilita

Live migrace umožňuje přesun virtuálních strojů mezi hostitelskými servery bez výpadku služby. Toto je klíčové pro údržbu hardwaru a optimalizaci zdrojů bez narušení provozu.

6.5 Rozšiřitelnost a API

Proxmox VE je vybaven REST API, které umožňuje automatizaci správy prostřednictvím skriptů a integraci s dalšími systémy. Komunita také poskytuje řadu pluginů a rozšíření pro další funkčnost.

6.6 Bezpečnost

Bezpečnostní funkce zahrnují šifrování na úrovni disku, podporu pro různé autentizační back-endy (LDAP, Active Directory, atd.) a izolaci prostředí prostřednictvím virtuáln