

№ 2 (5) 2024

Natural Sciences and
Technologies series





INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS

Natural Sciences and Technologies series

Has been published since 2020

№2 (5) 2024

Astana

INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS. NATURAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES SERIES ЖУРНАЛЫНЫҢ РЕДАКЦИЯСЫ

БАС РЕДАКТОР

Қалимолдаев Мақсат Нұрадилович, техникалық ғылымдар докторы, ҚР ҰҒА академигі, профессор, ҚР ҒЖБМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты бас директорының кеңесшісі, бас ғылыми қызметкері (Қазақстан)

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ

Мырзағалиева Анар Базаровна, биология ғылымдарының докторы, профессор, бірінші вице-президент, Астана халықаралық университеті (Қазақстан);

РЕДАКТОРЛАР:

- **Сейткан Айнур Сейтканқызы**, техника ғылымдарының кандидаты, PhD, жаратылыстану ғылымдары жоғары мектебінің деканы, Астана халықаралық университеті (Қазақстан);
- **Муканова Асель Сериковна**, PhD, Ақпараттық технологиялар және инженерия жоғары мектебінің деканы, Астана халықаралық университеті (Қазақстан);
- **Абдилдаева Асель Асылбековна**, PhD, қауымдастырылған профессор, Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ (Қазақстан);
- **Хлахула Иржи** PhD, профессор, Познаньдағы Адам Мицкевич атындағы университет (Польша);
- **Редферн Саймон А.Т.**, PhD, профессор, Наньян технологиялық университеті (Сингапур);
- **Сяoley Фенг**, PhD, Наньян технологиялық университеті (Сингапур);
- **Шуджаул Мулк Хан**, PhD, профессор, Каид-және-Азам университеті (Пакистан);
- **Базарнова Наталья Григорьевна**, химия ғылымдарының докторы, профессор, Химия және химиялық-фармацевтикалық технологиялар институты (Ресей);
- **Черёмушкина Вера Алексеевна**, биология ғылымдарының докторы, профессор, РҒА СБ Орталық Сібір ботаникалық бағы (Ресей);
- **Тасболатұлы Нұрболат**, PhD, Ақпараттық технологиялар және инженерия жоғары мектебі деканының орынбасары, Астана халықаралық университеті (Қазақстан);
- **Байшоланов Сакен Советович**, география ғылымдарының кандидаты, доцент, Астана халықаралық университеті (Қазақстан);
- **Нуркенов Серик Амангельдинович**, PhD, қауымдастырылған профессор, Астана халықаралық университеті (Қазақстан).

РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS.
NATURAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES SERIES

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Калимолдаев Максат Нурадилович, доктор технических наук, академик НАН РК, профессор, ГНС, советник генерального директора Института информационных и вычислительных технологий КН МНВО РК (Казахстан)

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Мырзагалиева Анар Базаровна, доктор биологических наук, профессор, первый вице-президент, Международный университет Астана (Казахстан)

РЕДАКТОРЫ:

- **Сейткан Айнур Сейтканкызы**, кандидат технических наук, PhD, декан высшей школы естественных наук, Международный университет Астана (Казахстан);

- **Муканова Асель Сериковна**, PhD, декан Высшей школы информационных технологии и инженерии, Международный университет Астана (Казахстан);

- **Абдилдаева Асель Асылбековна**, PhD, ассоциированный профессор, Казахский национальный университет имени Аль-Фараби (Казахстан);

- **Хлахула Иржи** PhD, профессор, Университет имени Адама Мицкевича в Познани (Польша);

- **Редферн Саймон А.Т.**, PhD, профессор, Наньянский технологический университет (Сингапур);

- **Фенг Сяoley**, PhD, Наньянский технологический университет (Сингапур);

- **Шуджаул Мулк Хан**, PhD, профессор, Университет Каид-и Азама (Пакистан);

- **Базарнова Наталья Григорьевна**, доктор химических наук, профессор, Институт химии и химико-фармацевтических технологий (Россия);

- **Черёмушкина Вера Алексеевна**, доктор биологических наук, профессор, Центральный Сибирский Ботанический сад СО РАН (Россия);

- **Тасболатұлы Нұрболат**, PhD, заместитель декана Высшей школы информационных технологий и инженерии, Международный университет Астана (Казахстан);

- **Байшоланов Сакен Советович**, кандидат географических наук, доцент, Международный университет Астана (Казахстан);

- **Нуркенов Серик Амангельдинович**, PhD, ассоциированный профессор, Международный университет Астана (Казахстан);

**EDITORIAL TEAM OF THE JOURNAL INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS.
NATURAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES SERIES**

CHIEF EDITOR

Maksat Kalimoldayev, Doctor of Technical Sciences, Academician of NAS RK, Professor, SRF, CEO's counselor «The Institute of Information and Computational Technologies» CS MSHE RK (Kazakhstan)

DEPUTY CHIEF EDITOR

Anar Myrzagaliyeva, Doctor of Biological Sciences, Professor, First Vice-President, Astana International University (Kazakhstan)

EDITORS:

- **Ainur Seitkan**, Candidate of Technical Sciences, PhD, Dean of the Higher School of Natural Sciences, Astana International University (Kazakhstan);
- **Assel Mukanova**, PhD, Dean of the Higher School of Information Technology and Engineering, Astana International University (Kazakhstan);
- **Assel Abdildayeva**, PhD, Associate Professor, of the Department of Artificial Intelligence and Big Data, Al-Farabi Kazakh National University (Kazakhstan);
- **Jiri Chlachula**, PhD, Dr.Hab., Full Professor, Adam Mickiewicz University, Poznań (Poland);
- **Simon A.T. Redfern**, PhD, Professor, Nanyang Technological University (Singapore);
- **Xiaolei Feng**, PhD, Nanyang Technological University (Singapore);
- **Khan Shujaul Mulk**, PhD, Professor, Quaid-i-Azam University (Pakistan);
- **Natal'ya Bazarnova**, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Institute of Chemistry and Chemical-Pharmaceutical Technologies (Russia);
- **Vera Cheryomushkina**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Central Siberian Botanical Garden SB RAS (Russia);
- **Nurbolat Tasbolatuly**, PhD, Deputy Dean of the Higher School of Information Technology and Engineering, Astana International University (Kazakhstan);
- **Saken Baisholanov**, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Astana International University (Kazakhstan);
- **Serik Nurkenov**, PhD, Associate Professor, Astana International University (Kazakhstan).

Editorial address: 8, Kabanbay Batyr avenue, of.316, Nur-Sultan,

Kazakhstan, 010000

Tel.: (7172) 24-18-52 (ext. 316)

E-mail: natural-sciences@aiu.kz

International Science Reviews NST - 76153

International Science Reviews

Natural Sciences and Technologies series

Owner: Astana International University

Periodicity: quarterly

Circulation: 500 copies

CONTENT

1. С.А.Жанабаева	ТРЕБОВАНИЯ К СОВРЕМЕННОМУ УРОКУ ГЕОГРАФИИ.....	7
2. А.Ж.Жанибеков, Е.Н Сагатбаев	ГЕОГРАФИЯНЫ ОҚЫТУДАҒЫ ОЙЫН ТЕХНОЛОГИЯЛАР: ТҮРЛІЛІГІ, ИНТЕРАКТИВТІЛІКІ ЖӘНЕ БІЛІМ БЕРУДЕГІ ПАЙДАСЫ.....	12
3. Ж.А. Адамжанова, Н. С, Ауезова, Д.Е.Төлепберген	СТЕВИЯ ӨСІМДІГІНІҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ ЖӘНЕ КАЛУСТАН ӨСІРУ ЖОЛДАРЫ	23
4. Б.Н. Бекмаханбет, Д.А. Нургалиева	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕСТОВ И ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ В ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ УРОКОВ ПО ХИМИИ	30
5. Ш.Қ.Кәрім, А.С.Сейткан	ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ШУМА В УЧЕБНЫХ АУДИТОРИЯХ МЕЖДУНАРОДНОГО УНИВЕРСИТЕТА АСТАНА	37
6. Н. Досанов, А.Ерланұлы, Е.Алданов	БАЙЕСОВСКАЯ ПАРАДИГМА В НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ	46
7. А.Д.Тишбаева, Л.Т.Кусепова, Е.К.Қайұпов, М.Ж.Қалдарова, А.Е.Назырова	LXD ЖӘНЕ ОНЫ ОПЕРАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕНІ ВИРТУАЛДАНДЫРУДА ҚОЛДАНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ	54
8. Ж.Т.Абдуллаева, Д.Е.Жеңіс	МАППИНГ БОЛЬШИХ ДАННЫХ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ В 2024 ГОДУ	63
9. Ж.Б.Семейхан, М.Ж.Қалдарова, А.Е.Назырова, Л.Т.Кусепова	МЕХАНИЗМ ОБЪЕДИНЕНИЯ ДАННЫХ ПРИ МЕТОДЕ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	67
10. Shalbai T., Kaldarova M., Nazyrova A., Sultangaziyeva A., Kussepova L.	RECONSTRUCTION OF GEOMETRIC MODELS OF OBJECTS FROM SATELLITE IMAGES BASED ON ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS	77
11. Е.А. Жумағалиев, Л.Т.Кусепова, Е.К.Қайұпов, А.Е.Назырова, М.Ж.Қалдарова	DOCKER ЗАМАНАУИ ҚОЛДАНБАЛАРДЫ ӨЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ОРНАЛАСТЫРУ ТӘСІЛДЕРІ	87

LXD ЖӘНЕ ОНЫ ОПЕРАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕНІ ВИРТУАЛДАНДЫРУДА ҚОЛДАНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Тишбаева А.Д., Кусепова Л.Т., Қайупов Е.К., Қалдарова М.Ж., Назырова А.Е.

Аннотация. Бұл мақалада LXC, LXD, Docker және Podman технологияларының архитектурасы мен мүмкіндіктерін талдау Linux ортасында контейнерлеудің заманауи тәсілдерін зерттеудегі маңызды қадам болып табылады. Бұл технологиялардың әрқайсысында оқшаулау деңгейлерін, ресурстарды басқару әдістерін және контейнерлерді орналастыру мен басқару тәсілдерін қоса алғанда, бірегей мүмкіндіктер бар. Жұмыс қарастырылатын платформалардың әрқайсысының артықшылықтары мен шектеулерін анықтау үшін оларды кейіннен салыстырмалы талдау және әртүрлі АТ сценарийлерінде пайдалану үшін жүргізіледі.

LXD (Linux Containers Daemon) – бір хостта операциялық жүйелердің оқшауланған даналарын іске қосуға арналған Linux операциялық жүйелеріне арналған заманауи контейнерлеу ішкі жүйесі. Толық физикалық жүйелерді эмуляциялайтын дәстүрлі виртуалды машиналардан айырмашылығы, LXD контейнерлері негізгі операциялық жүйенің ядросын ортақ пайдаланады, нәтижесінде өнімділік жоғарылайды және ресурс шығыны азаяды.

Linux ядросының топтары мен аттар кеңістігі технологияларына негізделген LXD операциялық жүйе деңгейінде контейнерлерді орналастыру және басқару үшін тиімді шешім ұсынады. Бұл технология бұлтты есептеулерді, бағдарламалық жасақтаманы әзірлеуді, тестілеуді және масштабталатын орталарды құруды қоса алғанда, әртүрлі салаларда кең қолдануды тапты.

LXD 2014 жылы шығарылды, сол кезде Docker кеңінен қолданылып, іс жүзінде дәлелденді. Docker сияқты, LXD және LXC технологиясын негіз ретінде пайдаланады, бірақ олардың қолданбалары айтарлықтай ерекшеленеді. Егер Docker қолданбаларды контейнерлерде іске қосуға арналған болса, онда LXD толыққанды операциялық жүйелерді жасауға бағытталған. Бұл LXD-ті дәстүрлі мағынада контейнерлер жасау үшін ғана емес, сонымен қатар жеңіл виртуалды машиналарды орналастыру үшін де пайдалануға мүмкіндік береді. «Lightvisor» термині LXD контейнерлерінің жеңілдігі мен жоғары өнімділігін баса көрсететін Canonical басылымдарында жиі жазылып жүрді. Canonical мәліметтері бойынша, LXD контейнерлері дәстүрлі KVM негізіндегі виртуалды машиналарға қарағанда 10 есе жылдам жұмыс істей алады. LXD ағымдағы нарық талаптарын ескере отырып

әзірленген динамикалық ресурстарды басқару механизмін, кеңейтілген контейнерлік көшіру мүмкіндіктерін, соның ішінде нақты уақыт режимін және жақсартылған қауіпсіздік жүйесін қамтиды. Docker-пен салыстырғанда, LXD контейнерлерді қайта конфигурациялау үшін айтарлықтай көбірек опцияларды ұсынады. Сонымен қатар, LXD ашық API-ді қолдайды және әртүрлі программалау тілдеріне арналған клиенттері бар, сонымен қатар Nova клиенті арқылы контейнерлерді тиімді басқаруға мүмкіндік беретін OpenStack-пен біріктіруге арналған плагин бар.

Docker – контейнерлерде қолданбаларды әзірлеуге және орналастыруға бағытталған ең танымал контейнерлеу технологияларының бірі. Docker қолданбаларды Docker файлдарының көмегімен Docker кескіндеріне буып, содан кейін оларды Docker Engine жұмыс істейтін кез келген хостқа орналастыруды жеңілдетеді.

Docker – контейнерлердің өмірлік циклін құру және басқару, соның ішінде олардың денсаулығын бақылау үшін құралдардың толық жинағын ұсынатын ашық бастапқы контейнерлеу платформасы [1]. Докердің басты артықшылығы оның контейнерлік қолданбаларды орналастыруды, тестілеуді және масштабтауды оңтайландыру мүмкіндігі болып табылады, бұл оны микросервис архитектураларында пайдалану үшін әсіресе қолайлы етеді. Бұл платформа қолданбаларды кеңейтуге болатын жеке, оқшауланған қызметтерге бөлуді жеңілдетеді, қолданбаларды әзірлеу мен орналастыруда икемділікті қамтамасыз етеді.

Docker Docker Hub сияқты жалпыға ортақ тізілім серверлері арқылы ортақ бейнелерді немесе кітапханаларды жасауға мүмкіндік беретін қабатты файлдық жүйені (Unionfs) пайдаланады. Бұл қолданбаларды немесе қызметтер жиынын әртүрлі орталар арқылы тасымалдауды жеңілдетеді, себебі әрбір контейнер данасы қолданбаны немесе микросервисті Linux немесе Windows болсын, кез келген серверде іске қосу үшін барлық қажетті тәуелділіктермен бірге инкапсуляциялайды. Мысалы, Apache TomCat қолданба сервері мен MySQL дерекқорын қажет ететін қолданба үшін әзірлеуші осы екі элементпен негізгі кескінді құру үшін пәрмендер тізбегінен тұратын Dockerfile жасай алады. Бұл кескінді кейін басқа компьютерлерге таратуға болады.

Техникалық тұрғыдан алғанда, Docker жеңіл және бастапқыда Linux жүйелеріндегі Linux контейнерлерінің (LXC) үстіне салынған. Дегенмен, кейіннен Docker Docker қозғалтқышына біріктірілген libcontainer деп аталатын өзінің жұмыс уақытын жасады. Бұл құрылым тиімді контейнерлеуді қосу үшін аттар кеңістігі және топтар сияқты ядро мүмкіндіктерімен өзара әрекеттеседі. Docker қажет болған жағдайда QEMU

эмуляторын пайдаланады, ал Windows жүйесінде Hyper-V және WSL2 технологияларын пайдаланады. Әрбір контейнерде бастапқы ОЖ іске қосатын, содан кейін басқа процестерді іске қоса алатын LXC-тен айырмашылығы, Docker Docker кескінінде көрсетілген қолданбаларды іске қосу үшін Docker қозғалтқышын пайдаланып ОЖ ортасын қамтамасыз етеді.

Docker архитектурасының негізінде контейнерлерді жасауға, басқаруға және іске қосуға мүмкіндік беретін бірнеше жоғары деңгейлі компоненттер бар. Бұл Docker CLI, Docker демоны және оның REST API интерфейсі, олар бірге Docker-ті кеңінен қабылдауға үлес қосты. Docker CLI пайдаланушылар үшін Docker-пен өзара әрекеттесу және командаларды жіберу үшін негізгі интерфейс ретінде қызмет етеді, олар REST API арқылы Docker демонына сұрауларға аударылады. Содан кейін Docker демоны кескіндер мен контейнерлер сияқты Docker нысандарында алу немесе іске қосу сияқты қажетті басқару әрекеттерін орындайды.

Бұл әрекеттерді және контейнерлерді ең төменгі деңгейде орындауды қолдайтын екі құрамдас Containerd және runC болып табылады. Containerd жоғары деңгейлі орындалу ортасын қамтамасыз етеді, хост жүйесіндегі барлық контейнерлердің өмірлік циклін басқарады және әртүрлі ОЖ ядроларына (Linux, Windows немесе Solar) шақыруларды қысқартады. runC компоненті контейнерді іске қосу үшін пайдаланылатын ең төменгі деңгей құрамдас бөлігі болып табылады; мысалы, ол контейнерлерді жасау және іске қосу үшін жергілікті Linux функцияларын пайдаланады және runC libcontainer қамтиды. Бұл төмен деңгейлі құрамдас бөліктер, Containerd және runC, контейнерлік платформалар арасындағы өзара әрекеттесуді алға жылжытуға және қосуға бағытталған Open Container Initiative спецификацияларына сәйкес келеді [2, 3]. Осылайша, Kubernetes оркестрінің құралы жоғары деңгейлі Docker Containerd орындалу уақытын немесе Kubernetes үшін құрастырылған CRI-O құрылымын пайдалана алады [4, 5].

LXC (Linux контейнерлері) жалпы операциялық жүйе ядросын ортақ пайдаланатын контейнерлер деп аталатын оқшауланған орталарды жасау үшін Linux ядросын пайдаланады. Бұл ресурстарды пайдалануды оңтайландыра отырып, бір хостта бірнеше оқшауланған процестерді іске қосуға мүмкіндік береді. LXD (Linux Containers Daemon) – бұл LXC-ден жоғары деңгейдегі абстракция, ол қолданбалы контейнерлер үшін ғана емес, сонымен қатар толыққанды виртуалды машиналар үшін де мүмкіндік береді. Ол ресурстарды басқару, контейнерлерді тасымалдау және басқа серверді басқару құралдарымен біріктіру мүмкіндіктерін қосады. Linux LXC – бір хостта толығымен оқшауланған бірнеше виртуалды ортаны (VE) немесе Linux контейнерлерін жасауға және іске қосуға мүмкіндік беретін

операциялық жүйе деңгейіндегі виртуалдандыру технологиясы [6]. Бұл контейнерлерді үш жолмен пайдалануға болады: виртуалды ортада арнайы қолданбаларды немесе микросервистерді іске қосу үшін құм жәшік ретінде, қолданба контейнерлері ретінде немесе бүкіл операциялық жүйені жүйелік контейнерлер ретінде виртуализациялау үшін. LXC өз ядросын контейнерлермен бөлісу және CPU, жад, диск және контейнерлер арасындағы желіні шектеу үшін контейнерлерді және жергілікті Linux функцияларын, топтарын оқшаулау үшін аттар кеңістігі механизмін пайдаланады. Бұл тәсіл қосымша ядро жүктеген үстеме шығындарды болдырмайды және жоғары тиімділік пен жақсы өнімділікті қамтамасыз ететін ресурстарды аз тұтынады [7].

Жүйелік контейнерлер үшін LXC бір контейнердегі бірнеше қолданбалы процестерді қолдайтын оқшауланған виртуалды ортаны құруға жалғыз іске қосу процесіне мүмкіндік беретін Docker-тен ерекшеленеді. LXC Docker және LXD сияқты контейнерлерді басқару құралдарымен біріктірілуі мүмкін, бұл сізге бірнеше күрделі виртуалды орталарды оңай жасауға, олардың қолжетімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

LXD LXC кеңейтімі болып табылады және оны LXC бағдарламалық кітапханасымен (liblxc) байланысу үшін REST API пайдалану арқылы Docker сияқты заманауи контейнерге және виртуалды машинаны басқару құралына түрлендіруді, қауіпсіздік пен оқшаулауды жақсарту сияқты LXC мүмкіндіктерін кеңейтуді мақсат етеді (мысалы. рұқсат етілмеген контейнерлерді анықтау), контейнерлердің тірі миграциясы және әрбір контейнер пайдаланатын ресурстарды шектеу [8]. LXD сонымен қатар кескінге негізделген және әртүрлі серверлер мен желі түрлерін, сондай-ақ ноутбуктерден бұлттағы тірек серверлеріне дейінгі аппараттық құралдарды қолдау арқылы икемділік пен масштабтылықты қамтамасыз ететін әртүрлі Linux дистрибутивтерінен кескіндердің кең ауқымын ұсынады.

LXD платформасы контейнерлерді жасауды және басқаруды жеңілдетеді, бұл әр контейнерді және оның параметрлерін, соның ішінде ресурсты жабу, суретке түсіру және пәрмен жолы құралы, REST API арқылы хосттар арасында контейнерлерді тасымалдауды қоса алғанда, үлкен бақылауға мүмкіндік беретін контейнерді басқарудың қосымша деңгейін ұсынады. , немесе үшінші тарап құралдары [9, 10].

Podman – ұқсас контейнерлерді басқару мүмкіндіктерін қамтамасыз ететін, бірақ демонды қажет етпейтін және қосымша қауіпсіздік мүмкіндіктері бар Docker балама. Podman Dockerfile үйлесімділігін сақтай отырып, пәрмен жолынан контейнерлерді іске қосуға және басқаруға мүмкіндік береді.

LXC, LXD мен Docker, Podman контейнерлері салыстырылып, кестеде көрсетіледі.

Кесте 1 LXC, LXD мен Docker, Podman контейнерлерін салыстыру

Сипаттама	LXC	LXD	Docker	Podman
Негізі	LXC пайдаланады	LXC пайдаланады	Жеке технология	Жеке технология
Контейнерлер типі	Шектелген процестер	Шектелген операциялық жүйелер	Шектелген қосымшалар	Шектелген қосымшалар
Пайдаланылуы	Төмен деңгейлі контейнерлер	Жоғары деңгейлі контейнерлер	Қосымшалар мен микросервистер	Қосымшалар мен микросервистер
Ресурстарды басқару	Шектелген	Кеңейтілген	Шектелген	Шектелген
Интеграция	Шектелген	Бар	Бар	Бар
Төзімділік	Шектелген	Жоғары	Орта	Орта
Контейнерлердің миграциялануы	Шектелген	Кеңейтілген	Шектелген	Шектелген
Контейнердің ішінде іске қосылуы	Иә	Иә	Иә	Иә
API	Шектелген	Ашық	Ашық	Ашық
Dockerfile қолдауы	Жоқ	Жоқ	Иә	Иә

LXC жиі операциялық жүйе деңгейінде әзірлеу және тестілеу үшін қолайлы оқшауланған орталарды жасау үшін пайдаланылады. LXD жеңіл виртуалды машиналарды орналастыруға және үлкен жүйелердегі ресурстарды басқаруға бағытталған. Docker және Podman DevOps және микросервис архитектураларында қолданбаларды контейнерлеу үшін кеңінен қолданылады.

LXD OpenStack-пен біріктірілген және басқаруды автоматтандыру үшін API ұсынады. Docker және Podman Docker кескіндерін ортақ пайдалану үшін Docker Hub қолдауын қамтамасыз етеді және үздіксіз интеграция мен қолданбаларды жеткізу үшін CI/CD конвейерлерімен жасалған.

Төменде осы технологиялардың архитектуралық ерекшеліктері қарастырылады.

Абстракциялық деңгей бойынша LXC процестер мен ресурстарды оқшаулау үшін namespaces және cgroups пайдалана отырып, Linux ядросы деңгейінде контейнерлерге төмен деңгейлі қатынасты қамтамасыз етеді. LXC контейнерлері ресурстарды тереңірек басқаруды және түсінуді талап ететін негізгі жүйенің өзегіне тікелей қол жеткізе алады.

LXD – LXC-ден жоғары деңгейлі абстракция болып табылады, тасымалдау және бейнелер сияқты кеңейтілген функционалдылықты қамтамасыз ететін демон арқылы контейнерді басқаруды қамтамасыз етеді. LXD контейнерлерді басқаруға арналған RESTful API интерфейсін қолдайды, автоматтандыруды және басқа жүйелермен интеграцияны жеңілдетеді.

Docker клиент-сервер архитектурасын пайдаланады, мұнда Docker CLI контейнерлерді басқаруға жауапты Docker демонымен байланысады. Docker кескінді және желіні оңай басқаруды қамтамасыз ететін контейнерлерде қолданбаларды орналастыруға және басқаруға бағытталған.

Podman контейнерлерді қалыпты процестер ретінде басқару үшін libpod көмегімен Docker демонын қажет етпей, контейнерлерді түбірсіз режимде іске қосуға мүмкіндік береді. Podman ұқсас пайдаланушы тәжірибесін және маңызды өзгерістерсіз осы құралдар арасында жылжу мүмкіндігін қамтамасыз ететін Docker CLI-мен үйлесімді.

LXC, LXD, Docker және Podman архитектурасындағы бұл айырмашылықтар олардың әр түрлі контейнерлік және қолданбалы басқару сценарийлеріндегі арнайы артықшылықтары мен қолданылуын анықтайды.

Ubuntu 20.04 жүйесінде LXD орнату және конфигурациялау үшін мына қадамдарды орындауға болады:

Репозиторийлерді жаңарту:

Пакет тізімі жаңартылғанына көз жеткізу керек: `sudo apt update`

LXD пакетін ресми Ubuntu репозиторийлерінен орнату керек: `sudo apt install lxd`.

Орнатқаннан кейін LXD инициализациясы қажет. Бұл негізгі конфигурацияны орнату және бастапқы параметрлерді жасау: `sudo lxd init`.

LXD орнату үшін нұсқауларды орындау керек. Желі интерфейстері, сақтау және басқа параметрлер туралы сұрақтар қойылады.

LXD баптандыру процесі кезінде контейнерлер мен кескіндерді сақтауға арналған серверді таңдау сұралады. Сіз ZFS, Btrfs таңдауға немесе ext4 файлдық жүйесіндегі каталогтарды пайдалануға болады. LXD контейнерлер үшін желі көпірін конфигурациялауды ұсынады. Ортаға байланысты әдепкі желі көпірін пайдалануға немесе жаңасын жасауға болады.

LXD жүйесіндегі ресурстарды басқару оқшауланған орталардың тиімділігі мен тұрақтылығын қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Біріншіден, lxc конфигурация жиыны lxc config set <container_name> limits.memory 512MB командасымен шектеу орнату арқылы контейнерге қолжетімді жедел жады көлемін оңай шектей алады. Екінші маңызды аспект - болжанатын және дәйекті өнімділікті қамтамасыз ететін lxc конфигурация жиыны lxc config set <container_name> limits.cpu 1,3 командасын пайдалану арқылы қол жеткізілетін арнайы процессордың ядроларымен контейнерді байланыстыру мүмкіндігі. Үшінші команда, lxc config set <container_name> limits.cpu.allowance 10% контейнердің басқа тапсырмаларға үстемдік етуіне жол бермеу үшін пайдалы процессорды пайдалану пайызын басқаруға мүмкіндік береді. Дискілік кеңістікті басқару үшін lxc конфигурация жинағы lxc config set <container_name> limits.disk <pool_name> 10GB көмегімен қордың тиімді бөлінуін қамтамасыз ететін ең үлкен контейнер түбірлік бөлімінің өлшемін орнатуға болады. Бұған қоса, LXD желі ресурстарын басқару мүмкіндігін береді, дегенмен арнайы параметрлер таңдалған желі конфигурациясына байланысты. Бұл мүмкіндіктер контейнердің шамадан тыс ресурстарды тұтынуын болдырмауға және хост жүйесіндегі басқа қолданбалардың тұрақты жұмысын қамтамасыз етуге көмектеседі.

LXD-де снапшоттармен жұмыс істеу – контейнерлердің күйін басқарудың қуатты құралы. Біріншіден, снапшоттар контейнердің ағымдағы күйі үшін сақтау нүктелерін жасауды жеңілдетеді, ол lxc snapshot <container_name> <snapshot_name> командасымен орындалады. Контейнердің алдыңғы күйіне оралу қажет болса, сурет жасалғанға дейін оның күйін қалпына келтіруді қамтамасыз ететін lxc restore <container_name> <snapshot_name> командасын пайдалануға болады. Сондай-ақ, apt-get install criu командасымен орнатуға болатын CRIU утилитасын пайдаланып, контейнердегі барлық процестердің ағымдағы күйін сақтайтын күйі бар суретті жасауға болады. Снапшоттар тізімін және олардың күйлерін көру үшін контейнер күйі мен ресурстары туралы пайдалы ақпаратты қамтамасыз ететін lxc info <container_name> командасы пайдаланылады. LXD ішіндегі снапшотпен жұмыс істеу контейнерлерді басқару кезінде икемділік

пен қауіпсіздікті қамтамасыз етеді, бұл оларды қолданбаларды қолдану және тестілеу үшін тиімді етеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Docker, LXC, LXD және Podman архитектуралары мен мүмкіндіктерін талдау бұл технологиялардың әрқайсысының контейнерлендіру және виртуализациялауда өзіндік бірегей артықшылықтары мен қосымшалары бар екенін көрсетеді. Docker микросервис қосымшаларын масштабтауға қолайлы кең таралған және қуатты экожүйелік тәсілімен ерекшеленеді. LXC өнімділігі жоғары және ең аз шығыны бар жеңіл ОС деңгейіндегі виртуализация шешімін ұсынады. LXD, LXC кеңейтімі жақсартылған басқару және қауіпсіздік мүмкіндіктерін қосады, бұл оны кәсіпорын үшін тартымды етеді. Podman, өз кезегінде, демонды және артықшылықты қолжетімділікті қажет етпестен контейнерлерді басқару құралдарына тікелей интеграциясы бар Docker-ке балама ұсынады.

Бұл технологиялар арасындағы таңдау жобаның ауқымдылығы мен басқаруынан қауіпсіздік пен бар инфрақұрылыммен интеграцияға дейінгі нақты қажеттіліктеріне байланысты. Олардың мүмкіндіктерін түсіну әзірлеушілер мен әкімшілерге контейнерлік қолданбаларды орналастыру және басқару үшін дұрыс құралды таңдау кезінде негізделген шешім қабылдауға көмектеседі.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Docker: Accelerated, Containerization. Available online: <http://www.docker.com/> (accessed on 10 June 2023).
2. Containerd—An Industry-Standard Container Runtime with an Emphasis on Simplicity, Robustness and Portability. Available online: <https://containerd.io> (accessed on 20 January 2024).
3. Open Container Initiative. Available online: <https://opencontainers.org> (accessed on 20 January 2024).
4. Docker vs. Containerd vs. CRI-O: An In-Depth Comparison. Available online: <https://phoenixnap.com/kb/docker-vs-containerd-vs-cri-o> (accessed on 20 January 2024).
5. Lightweight Container Runtime for Kubernetes. Available online: <https://cri-o.io> (accessed on 20 January 2024).
6. Linux Containers. Available online: <https://linuxcontainers.org/> (accessed on 20 January 2024).
7. Singh, S.; Singh, N. Containers & Docker: Emerging roles & future of Cloud technology. In Proceedings of the 2016 2nd International Conference on

Applied and Theoretical Computing and Communication Technology, iCATccT 2016, Bengaluru, India, 21–23 July 2016; pp. 804–807. [Google Scholar] [CrossRef]

8. Run System Containers with LXD. Available online: <https://canonical.com/lxd> (accessed on 22 March 2024).

9. Jain, H. LXC and LXD: Explaining Linux Containers, 2 June 2016. Available online: www.sumologic.com/blog/lxc-lxd-linux-containers/ (accessed on 20 January 2024).

10. Andrei, A. What Is the Difference between Docker, LXC, and LXD Containers? 22 August 2022. Available online: <https://kodekloud.com/blog/what-is-the-difference-between-docker-lxc-and-lxd-containers/> (accessed on 20 January 2024).