

АНАЛІЗ І ОЦІНКА ШЛЯХІВ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ

Ресурси та послуги, що надаються в хмарі, швидко змінилися за останнє десятиліття. Ці зміни були зумовлені розвитком промисловості та науковими дослідженнями, що спрямувало реалізацію хмарних сервісів як корисних програмних додатків [3, 4]. Проте, в структурі хмарних обчислень постійно відбуваються зміни. Тепер програмні додатки мають хмарну інфраструктуру, що складається з ресурсів від декількох постачальників. Це основна відмінність від того, як традиційно використовувались ресурси одного постачальника хмар або центру обробки даних. Отже, виникають нові обчислювальні архітектури: мульти-хмара, мікро-хмара, спеціальна хмара та неоднорідна хмара, що демонструють тенденції зміни інфраструктури хмари [2].

1. Мульти-хмара

Традиційним визначенням мульти-хмари є використання ресурсів з декількох центрів обробки даних провайдера. Тобто розміщені програми для використання ресурсів від декількох постачальників.

Використання мульти-хмар збільшується, але є певні проблеми, які потребують подальшого вирішення. Наприклад, API для полегшення мульти-хмарності потребують обліку різних типів ресурсів, що використовуються декількома постачальниками. Це непросто, враховуючи те, що не існує єдиних каталогів, які б повідомляли про повний набір ресурсів, доступних у хмарі. Крім того, абстракції, включаючи архітектури мережі та сховища, відрізняються між постачальниками, що призводить до розуміння мульти-хмари відповідно до окремої системи, а не використання загальної платформи чи послуги.

2. Мікро хмара

Data-центри займають велику площу та споживають багато електроенергії для забезпечення централізованої обчислювальної інфраструктури. Це менш стійкий тренд, і пропонуються альтернативні рішення з низькою потужністю та низькими витратами. Проте, існують програми, що децентралізують обчислення, щоб локально наблизити обчислення до місцезнаходження користувача. Для цього розроблені невеликі, за розмірами, обчислювальні процесори та низькою потужністю, розташовані разом з маршрутизаторами та комутаторами або розташовані у виділених місцях, ближчих до пристроїв користувача, що називаються мікрохмарами. Однак масових публічних розгортань немає, враховуючи проблеми мережевих мікрохмарних установок на кількох сайтах.

Мікро хмари піддаються зменшенню затримки програм та мінімізації частоти зв'язку між пристроями користувача та центрами обробки даних. Однак інтеграція мікро хмар у існуючу обчислювальну систему є складною задачею, і в цьому напрямку розробляються нові хмарні системи. Однією з ключових проблем є планування часу виконання програм, щоб використовувати мікро хмари разом із центром обробки даних.

3. Спеціальна хмара [2]

Концепція спеціальних хмар ґрунтується на передумові спеціальних обчислень, оскільки недостатньо використані ресурси, такі як сервери, що належать організаціям, можуть бути підключені для створення еластичної інфраструктури. Це основна відмінність від існуючих хмарних інфраструктур, що базуються на центрі обробки даних і в яких склад ресурсів відомий заздалегідь.

Однак поняття спеціальної хмари, зі збільшенням підключень великої кількості різних ресурсів з часом змінюється. Дане поняття частіше використовують в контексті мобільних пристроїв, таких як смартфони. Запасні ресурси смартфонів можуть сприяти створенню спеціальної інфраструктури, що підтримує обчислення з незначною затримкою у громадських

місцях та транспортних системах. Хоча така інфраструктура не достатньо надійна, вона може використовуватися спільно з існуючими центрами обробки даних для підвищення рівня зв'язку.

4. Неоднорідна хмара

Неоднорідність у хмарних обчисленнях можна розглядати як два напрямки. Перший включає контекст мульти-хмар, в яких платформи, які керують інфраструктурою та послугами декількох хмарних провайдерів, вважаються неоднорідною хмарою. Гетерогенність виникає при використанні гіпервізорів та програмних наборів від декількох постачальників.

Другий пов'язаний з низькорівневою неоднорідністю на інфраструктурному рівні, в якій різні типи процесорів поєднуються з іншими, неоднорідними обчислювальними ресурсами.

В останні роки [1] було зроблено кілька спроб інтеграції інтернету речей до веб-платформ, та пізніше, до хмарних платформ. Незважаючи на те, що рання робота в цій галузі була в основному зосереджена на викликах технологічної інтеграції, щоб зробити її ефективною та легкою, але останні хмарні рішення сприяють широкомасштабному впровадженню та інтеграції інтернету речей, використовуючи переваги хмари в умовах продуктивності, масштабованості тощо. Зокрема, інтернет речей зможе отримати необмежені ресурси хмари, щоб компенсувати її технологічні обмеження, наприклад зберігання та обробку. З іншого боку, хмара може отримати переваги від інтернету речей, розширивши сферу застосування, щоб зробити доступні послуги реального світу на рівні хмари більш розповсюдженими. Ця інтеграція вплине на розвиток майбутніх додатків інтернету речей, де збір, обробка та передача інформації призведуть до нових вимог, такі як обробка даних в режимі реального часу.

Незважаючи на суттєвий розвиток хмарних обчислень, сучасні технології ще недостатньо розвинені, щоб повністю реалізувати потенціал точних обчислень. Багато ключових рішень у цій галузі ще знаходяться на початковому етапі, такі як автоматичне надання ресурсів, міжхмарні сервіси, нові хмарні сервіси на основі туманних обчислень, інтернету речей та моделювання хмар. Це означає, що науковці ще мають величезний потенціал щодо значного впливу на розвиток хмарних обчислень. Наразі існує потенціал майбутніх напрямків досліджень для хмарних систем.

Загальна тенденція хмарних обчислень спрямована на використання інфраструктури від декількох постачальників та децентралізацію обчислень від ресурсів, що зараз зосереджені в центрах обробки даних. Отже, з'являються нові моделі обчислювальної техніки, що відповідають потребам ринку. Концепція інтеграції стійкості та програмного забезпечення в розподілені хмарні обчислення – ще одна нова модель обчислень. Як зміна хмарної інфраструктури, так і нова обчислювальна архітектура впливатиме на освітню галузь. Вони відіграватимуть важливу роль у покращенні зв'язку між учасниками навчального процесу та пристроями для впровадження парадигми інтернету речей. Передбачається, що нові сервіси, такі як контейнери накопичення даних, прискорення та функціонування, стануть популярними. Ряд науково-дослідних напрямків забезпечить впровадження хмарних систем нового покоління для самостійної роботи учнів та студентів.

Список використаних джерел:

1. Taherkordi A., Zahid F., Verginadis Y., Horn G. Future Cloud Systems Design: Challenges and Research Directions. *IEEE Access*. Vol. 6. P. 74120-74150.
2. Varghese B., Buyya R. Next Generation Cloud Computing: New Trends and Research Directions. *Future Generation Computer Systems*. Volume 79, Part 3. P. 849-861. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2017.09.020>.
3. Попель М. В. Організація навчання математичних дисциплін у SageMathCloud: навчальний посібник, 2-ге видання, виправлене. Кривий Ріг: Видавничий відділ ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2016. 111 с.
4. Шишкіна М. П., Попель М. В. Формування хмаро орієнтованого середовища навчання математичних дисциплін на базі SageMathCloud. *Інформаційні технології в освіті*. № 1 (26). С. 148-165.