

# МАШИННЕ НАВЧАННЯ У КВАНТОВІЙ ФІЗИЦІ

Луцьов І. В.

Доцент кафедри фізики

Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»

Шлях розробки машинного навчання (МН) бере свій початок з середини 20 століття, але динаміці розвитку дещо заважало – слабкі комп'ютери. І от з початку 2000-х років, з впевненим розвитком обчислювальної техніки, дуже впевнено почали розвиватися і аплікації, які базуються на машинному навчанні [1].

Коли вам дзвонять з банку, та повідомляють про підозріло великий платіж у підозрілий час – навряд чи це дуже пильний працівник банку слідкує за вашою історією транзакцій та порівнює її з кожною новою у пошуках аномальної активності. Скоріш за все цим займається машина, яка навчилась відрізняти та виявляти активність, яка може бути асоційована з кримінальною. Тихо та ефективно комп'ютер у банку використовує алгоритми для того, щоб пильнувати за вашим аккаунтом.

Моніторинг кредитних карток у такий спосіб це є прикладом машинного навчання – процесу, завдяки якому комп'ютерна система, натренована на конкретному наборі даних, розвинула здатність гнучко та автоматично виконувати конкретне завдання. Як підрозділ більш загальної галузі – «штучний інтелект» (ШІ), технологія машинного навчання може бути застосована для ситуацій, які потребують обробки численних наборів даних, та пошуку в'язків між вхідними та вихідними даними. На прикладі з банком, алгоритму МН буде надано величезний обсяг як легітимних, так і не легітимних даних (у цьому випадку – транзакцій), що дозволить йому навчитись надавати висновки типу «підозріла активність» маючи на вході дані у вигляді « велика сума переведена у 3 ночі».

Область застосування МН не обмежується банківською сферою. Ця технологія використовується дуже широко – від медицини (пост-обробка знімків МРТ, КТ) та транспорту (обробка зображення, отриманого у рентгенівських сканерах), до кримінально-судових систем, та з кожним роком з'являється ще більше прикладів.

Застосування машинного навчання у тому числі може дуже вплинути на дослідження у квантовій фізиці, зокрема вирішуючи квантові задачі багатьох тіл [2].

Подібні проблеми виникають у ситуації, коли існує набір взаємодіючих об'єктів, дослідження яких стає можливим лише враховуючи їх квантову природу. Зі слів Джузеппе Карлео, фізика одного з Нью-Йоркських інститутів: «Ці проблеми об'єднує те, що для їх вирішення потрібне повне розуміння хвильової функції багатьох тіл».

Хвильова функція багатьох тіл, за словами Карлео: «чудовисько, складність якого масштабується експоненційно, в залежності від кількості складових». Уявіть, наприклад, систему частинок, кожна з яких може обертатися як за годинниковою стрілкою, так і проти неї. З двома частинками у вас є чотири можливі стани, з трьома – вісім станів, і з цим ще можливо працювати. Проте чим далі ми будемо йти, тим швидше все вийде з-під контролю.

Традиційні методи неефективні у вирішенні проблеми більш ніж для кількох компонентів, тому Карлео та Маттіас Тройер, який тоді був колегою в ETH Zurich у Швейцарії, застосували підхід машинного навчання [3]. Вчені виявили, що відносно «неглибока» архітектура нейронної мережі, використовуючи лише один прихований рівень, може ефективно «навчитись» відтворювати хвильову функцію, наприклад, модель Ізінга.

Ті самі труднощі у вирішенні квантової проблеми з багатьма тілами виникають у «томографії квантового стану». Подібно до того, як томографічна візуалізація відновлює внутрішню частину об'єкта за допомогою вимірювань, зроблених зовні, так і томографія квантових станів визначає квантовий стан системи базуючись на невеликій кількості вимірювань, зроблених на її більш доступних частинах. Як і у випадку з квантові задачі багатьох тіл, інформація, яка закодована у хвильовій функції, зростає експоненційно із збільшенням кількості компонентів у системі.

Одним з квантових станів, який було б корисно описати – спосіб у який « кубіти (квантові біти) заплутуються» у квантовому комп'ютері. Давайте поговоримо про квантові комп'ютери трохи детальніше.

Квантові комп'ютери поєднують в собі квантову фізику, інформатику та теорію інформації – і більшість експертів сходяться на думці, що вони можуть вплинути на майбутнє цифрового бізнесу та безпеки. Чим квантові

комп'ютери відрізняється від класичних? Традиційні комп'ютери використовують базову числову систему, яка слідує за встановленими операціями та процесами та передає дані за допомогою бітів. Кожна цифрова інформація зберігається у вигляді біта – одиниці або нуля. Ряд розрядів, зібраних разом, називається двійковим кодом. Так, наприклад, буква «А» у класичних комп'ютерах зберігається у двійковому вигляді як 01000001. І проблема того, як наші з вами цифрові комп'ютери здійснюють обчислення полягає в тому, що вони може виконувати лише одне обчислення за раз. Тож хоч цифрові технології дали величезний поштовх усьому світу – людству потрібні вже більш потужні обчислювальні системи.

Квантові обчислення принципово відрізняються тим, що використовують кубіти, які розширюють обмеження, створені бінарними системами, дотримуючись квантової логіки, представлені як одиниця чи нуль цифрових даних, та логіки суперпозиції, відповідно якій кубіт може перебувати не тільки в одному стані (0 або 1), але й одночасно як одиницею, так і нулем. Він існує у нерозпізаний комбінації, і як тільки дані викликаються, вони компілюються в один із певних станів як одиниця або нуль. Суперпозиція - це те, що робить кубіти більш вражаючими, оскільки зменшує кількість операцій, необхідних для вирішення складних задач, завдяки можливості виконувати обчислення одночасно на більш високих швидкостях і з меншим споживанням енергії (рис. 1).

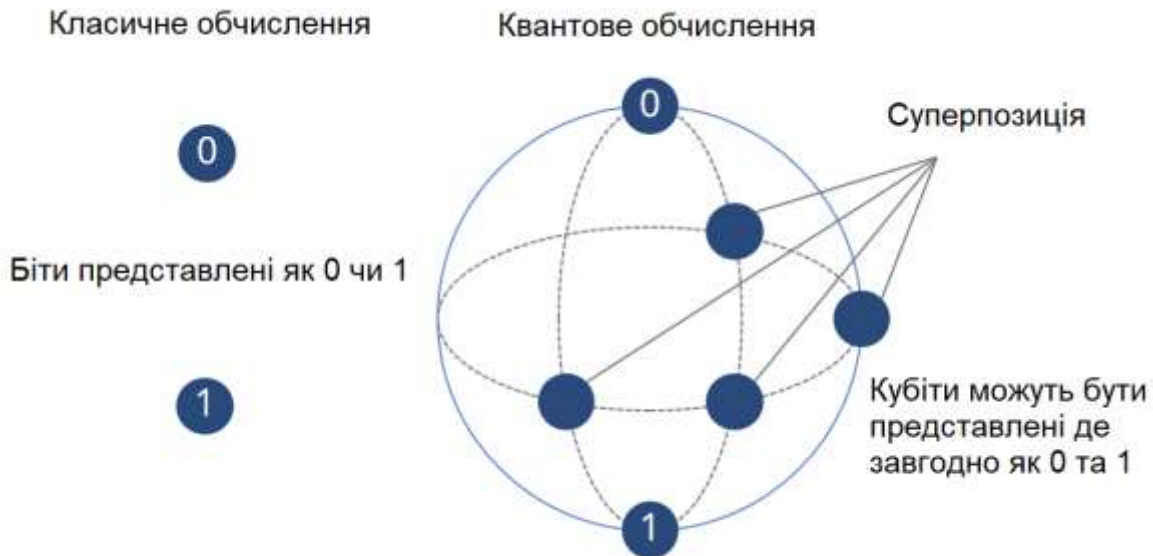


Рис.1 Представлення класичного та квантових обчислень

Аналіз великих обсягів даних дуже складний. Насправді для людей може бути майже неможливо перебрати великий обсяг даних і знайти відповідну інформацію, яка має діючу цінність. Організації створюють стільки даних, що великі обсяги даних залишаються невикористаними. Багато втрачають можливості, які можуть допомогти отримати конкурентні переваги.

Саме з цими великими наборами даних МН може бути дуже корисним. МН вимагає великої кількості історичних даних і постійно потребує надходження нової інформації, щоб алгоритм міг дізнатися, як ці дані змінюються, та визначити тенденції з часом. Однак із збільшенням обсягу даних, складність обчислень також збільшується, разом із часом, необхідним для аналізу, обчислення, ідентифікації, інтерпретації та надання будь-якого відповідного результату. Машини не вміють розповідати історію спираючись на дані, вони просто надають сухий результат.

Сьогодні алгоритми МН обмежені обчислювальними можливостями класичних комп'ютерів. Квантові обчислення здатні управляти великими наборами даних на набагато швидших швидкостях і можуть надавати дані технологіям «штучного інтелекту» для аналізу даних на більш детальному рівні для виявлення закономірностей та аномалій. Квантові обчислення також можуть допомогти інтегрувати дані, виконуючи порівняння між схемами, щоб швидко проаналізувати та зрозуміти взаємозв'язок двох аналогів. Щоб дати трохи перспективи, повідомляється, що Sycaore від Google вирішив проблему за 200 секунд, на вирішення якої найшвидшому суперкомп'ютеру сьогодні пішло б 10 000 років. Це відкриває нові можливості для майбутнього великих даних та аналітики.

У міру того, як світ змінює підхід до ІТ та інформаційної архітектури, повинен змінюватися і підхід до обчислювальної техніки та великих даних. Сьогодні організації стикаються з різними проблемами, а це означає, що їм потрібні різні рішення.

1. <https://physicsworld.com/a/a-machine-learning-revolution/>
2. [https://en.wikipedia.org/wiki/Many-body\\_problem](https://en.wikipedia.org/wiki/Many-body_problem)
3. [https://en.wikipedia.org/wiki/Neural\\_network\\_quantum\\_states](https://en.wikipedia.org/wiki/Neural_network_quantum_states)