

екрани/брандмауери; мати в штаті центр захисту інформації та кібербезпеки; проводити систематичний моніторинг доступу до мережі Інтернет.

Підводячи висновок хотілось б зазначити, що для забезпечення розвитку радіорелейного зв'язку та збереження його досить високої питомої ваги на ринку надання комунікаційних послуг, необхідно постійно приділяти увагу кібербезпеці під час побудови РРЛЗ. Додержання правил та вимог, які ми навели, дозволить будувати РРЛЗ з додержанням правил кібербезпеки та можливістю протидіяти витоку інформації. А також унеможливить проникнення кібершахраїв на робочі пристрої користувачів.

УДК 004.056.5

ВИКОРИСТАННЯ КВАНТОВОГО МАШИННОГО НАВЧАННЯ ПРИ ОБРОБЦІ БАГАТОКАНАЛЬНИХ АЕРОКОСМІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Ірина Удовик¹, Володимир Гнатушенко²

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

¹ udovyk.i.m@nmu.one, ² vvgnat@ukr.net

Попередня обробка багатоканальних аерокосмічних даних та їх подальший аналіз є важливими задачами в багатьох прикладних областях, зокрема національна оборона та безпека покладаються на супутникові зображення як на важливе джерело інформації. Однак об'єм даних, який генерується за допомогою мульти- та гіперспектральних сенсорів на борту супутників дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), а також радіолокаційних датчиків, продовжує зростати, перевищуючи 150 терабайтів на день. Для ефективного дешифрування значущої інформації з такого великого об'єму даних необхідні спеціальні інструменти та методи обробки великих даних. Алгоритми машинного навчання показали великий потенціал при аналізі даних ДЗЗ, проте результати цих технологій обмежені обсягом доступних навчальних даних та обчислювальної потужності. Для подальшого розвитку цих технологій необхідно забезпечити більш ефективну обробку та аналіз великих об'ємів геопросторових даних та використання нових методів машинного навчання, що дозволять отримувати більш точні та швидкі результати. Квантові алгоритми машинного навчання можуть допомогти вирішити зазначену проблему.

Метою дослідження є застосування квантових алгоритмів машинного навчання для аналізу великих об'ємів даних дистанційного зондування Землі. Актуальність даної теми полягає в тому, що ДЗЗ є важливим джерелом інформації для багатьох наукових, екологічних та господарських досліджень, а традиційні методи обробки цих даних є неефективними.

В роботі запропоновано використовувати квантові нейронні мережі з доступом до властивостей проєктованого квантового ядра (Projected Quantum Kernel – PQK) для класифікації зображень, розпізнавання об'єктів та піксельної сегментації.

Квантові комп'ютери з сотнями кубітів вже доступні науковій спільноті. Вони мають потужний потенціал для виконання складних квантових обчислень, що

перевищують обчислювальну потужність будь-якого класичного пристрою. Існуючі схеми квантового машинного навчання можна узагальнити та розділити на три категорії. Перша – заміна складних частин машинного навчання на квантові алгоритми, наприклад, такі як квантові машини опорних векторів. Друга – поєднання динаміки квантових систем з класичним машинним навчанням. І третя – використання фізичних процесів на класичних машинах, наприклад, алгоритм квантового віджигу.

Окремої уваги заслуговують проектовані квантові ядра (PQK) – сімейство ядер, що працюють за допомогою проекції квантових станів на класичне подання. Модифіковане квантове ядро називається проектованим квантовим ядром. Хоча це подання достатньо важко вирахувати за допомогою класичного комп'ютера, воно має ряд практичних переваг, зокрема проекція зменшує велику розмірність навчальної вибірки меншого класичного простору. Проектоване квантове ядро визначено в класичному просторі ознак, щоб уникнути труднощів у навчанні через експоненційну розмірність квантового гільбертового простору.

Існує кілька типів проектованих квантових ядер, але нами використано наступне:

$$K^P(x_i, x_j) = \exp\left(-\gamma \sum_k \sum_{P \in M} \left(Tr(P\rho(x_i)_k) - Tr(P\rho(x_j)_k)\right)^2\right), \quad (1)$$

де $\rho(x_i)_k$ – матриця зменшення щільності кубітів k , M – набір вимірювань на матриці зменшення щільності, $k=0; 1$, $M = \{X, Y, Z\}$ – означає використання вимірювань Паулі для вимірювання кожного окремого кубіта на виході.

В роботі нами використано набори багатоканальних супутникових даних Sentinel-2. Метою експериментів є оцінка впливу PQK-характеристик на точність багатоспектральної класифікації. Для досягнення цієї мети було порівняно результативність різних класифікаторів на створеному датасеті з PQK-векторами ознак та оригінальними спектральними векторами ознак. Також досліджено результативність цих класифікаторів на оригінальному датасеті Sentinel-2, використовуючи оригінальні мітки з PQK-векторами ознак та оригінальними спектральними векторами ознак. Кожен експеримент складався з наступних етапів: підготовка датасетів, підготовка створеного датасету з PQK-векторами та експериментів з класифікації.

Було проведено порівняльне тестування за стандартними метриками, зокрема F-оцінки та точності. Експериментальні результати дозволили дійти висновку, що запропонована квантова нейронна мережа має точність та F-оцінку на рівні понад 95 % в порівнянні з моделлю традиційної повноз'язної нейронної мережі. Нами експериментально доведено, що класичні моделі машинного навчання, зазвичай використовувані для сегментації та/або класифікації фотографічних зображень, показують погані результати на досліджуваному наборі даних, використовуючи стандартні спектральні ознаки. Квантові процедури в поєднанні з класичними методами надають перевагу у завданнях навчання на великих наборах даних ДЗЗ. Точність класифікації значно збільшується, коли модель має доступ до PQK властивостей.

Але на останок слід зазначити, що використання квантових обчислень у машинному навчанні залишається в багатьох аспектах захоплюючою перспективою, оскільки кількісна оцінка квантових переваг таких додатків має деякі тонкі проблеми, що будуть предметом наших подальших досліджень.

УДК 004.2.056.55

ЕНЕРГООЩАДНЕ ПРИДУШЕННЯ КАНАЛІВ ВИТОКУ ІНФОРМАЦІЇ З ЕКРАНІВ МОНІТОРІВ НА РІДИННО- КРИСТАЛІЧНИХ СТРУКТУРАХ

Дмитро Євграфов, Юрій Яремчук

Вінницький національний технічний університет

yurevyar@vntu.net

Припустимо, що нам необхідно протидіяти витоку інформації з ноутбуку, на якому циркулює конфіденційна інформація, і який експлуатується не на стаціонарному об'єкті з мережевим живленням, а у польових умовах з енергетичними обмеженнями. Екрани моніторів ноутбуків побудовані на рідинно-кристалічних структурах (РКС), а сигнали їх побічних електромагнітних випромінювань і наведень (ПЕМВІН) перехоплюються сучасними спеціалізованими засобами розвідки на відстанях у декілька сотень метрів. Нам необхідно протидіяти витоку інформації з екрану монітору. Подібна задача постає, оскільки не існує енергетичних можливостей ставити суцільну за спектром ΔF шумову заваду: енергії живлення вистачатиме лише на придушення окремих, найбільш інформативних k -х складових спектру ПЕМВІН – Δf_k . Зрозуміло, що у такому випадку контрольована зона, як правило, забезпечується належною організацією охорони і оборони об'єкту, на якому циркулює конфіденційна інформація. Але не розраховуватиме на це і для належної безпеки опиратимемося на технічний захист інформації в активний спосіб.

Метою даної роботи є обґрунтування показника заощадження енергії при застосуванні частотна-вибіркової завади у Δf_k -смугах у порівнянні із широкосмуговою шумовою завадою у спектрі ΔF .

Відомо, що спектри ПЕМВІН з екранів моніторів обчислювальних засобів простягаються від десятків кілогерц до декількох гігагерц, а ширина їх співставна з ΔF . Проте, якщо картинка на екрані монітору тривалий час аналізу T_a статична (незмінна), інформативними гармоніками витоку інформації є частоти $k f_{ver}$, k – номер гармоніки, $k = 1, 2, \dots, K$, f_{ver} – частота вертикальної розгортки екрану монітору, у смугах $\Delta f_k \approx 1/T_a$, для яких $K \approx \Delta F / f_{ver} = \Delta F T_k$, T_k – період кадрової розгортки екрану монітору. При постановці енергоощадної завади замість генерування шумового сигналу у смузі ΔF генеруються шумові сигнали у смугах