

УДК 004.056.55:004.932

Кібірєв Д. О.

ПЕРЦЕПТИВНЕ ГЕШУВАННЯ ЯК МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ НЕЗАКОННОГО ВІДЕОКОНТЕНТУ

Сучасні онлайн-платформи щоденно обробляють значні обсяги мультимедійних даних, тому ручна модерація контенту є недостатньо ефективною. Використання методів автоматичного аналізу відео дозволяє підвищити швидкість обробки інформації, зменшити кількість порушень авторських прав та забезпечити більш ефективний контроль цифрового середовища [1, 2].

Метою роботи є дослідження перцептивного гешування як автоматизованого методу аналізу мультимедійного контенту для виявлення незаконного відеоконтенту, аналіз принципів його функціонування, оцінка ефективності застосування у системах автоматичного моніторингу мультимедійних даних, а також визначення переваг і обмежень цього підходу в умовах обробки великих обсягів відеоінформації.

Одним із ефективних підходів до автоматичного виявлення незаконного відеоконтенту є використання технології перцептивного гешування (Perceptual Hashing) [3, 4]. Даний метод належить до класу алгоритмів контентно-орієнтованої ідентифікації мультимедійних даних і широко застосовується для пошуку схожих зображень або відеофрагментів у великих інформаційних базах. На відміну від традиційних криптографічних геш-функцій, які генерують унікальне значення навіть при мінімальній зміні даних, перцептивні геш-функції формують цифровий відбиток, що відображає семантичні та візуальні характеристики контенту. Це дозволяє визначати схожість між мультимедійними об'єктами навіть після певних модифікацій.

Принцип роботи перцептивного гешування полягає у перетворенні вхідного відео або окремих його кадрів у компактний бітовий вектор, який зберігає ключові структурні особливості зображення [3, 4]. Як правило, відеоматеріал попередньо розбивається на ключові кадри, після чого для кожного кадру обчислюється геш-значення. Отримані геші порівнюються з відповідними значеннями у базі даних відомих відеоматеріалів. Для оцінки ступеня подібності між гешами зазвичай використовується метрика відстані Хеммінга (Hamming distance), яка визначає кількість бітових позицій, у яких відрізняються два геш-значення. Якщо відстань між гешами не

перевищує заданого порогового значення, відео може вважатися схожим або ідентичним до наявного у базі даних.

Процес формування перцептивного гешу зазвичай включає декілька етапів. На першому етапі виконується попередня обробка зображення, яка може включати масштабування кадру до стандартного розміру, перетворення в градації сірого та нормалізацію яскравості. Наступним етапом є виділення ключових ознак зображення, що здійснюється за допомогою різних математичних перетворень. Найбільш поширеними підходами є використання дискретного косинусного перетворення (DCT), дискретного вейвлет-перетворення (DWT) або аналізу градієнтів яскравості. На основі отриманих коефіцієнтів формується бінарний вектор – перцептивний геш, який використовується для подальшого порівняння.

У практичних системах широко застосовуються кілька типів алгоритмів перцептивного гешування. Одним із найпростіших є Average Hash (aHash), який базується на обчисленні середнього значення яскравості пікселів зображення та формуванні бінарної матриці залежно від відхилення окремих пікселів від цього середнього значення. Іншим поширеним алгоритмом є Difference Hash (dHash), який використовує різницю між сусідніми пікселями для формування гешу. Такий підхід дозволяє враховувати локальні зміни структури зображення. Більш складним і точним методом є Perceptual Hash (pHash), який базується на застосуванні дискретного косинусного перетворення та дозволяє виділяти низькочастотні компоненти зображення, що найбільше впливають на його візуальне сприйняття.

Основною перевагою перцептивного гешування є висока швидкість обробки даних, що дозволяє застосовувати даний метод у системах, які працюють з великими потоками відеоконтенту. Крім того, алгоритми перцептивного гешування характеризуються стійкістю до типових операцій обробки зображень, таких як стиснення, незначна зміна роздільної здатності, корекція яскравості або контрасту. Завдяки компактності геш-значень також забезпечується ефективне зберігання та швидкий пошук у великих базах мультимедійних даних.

Разом з тим перцептивне гешування має і певні обмеження. Значні модифікації відеоматеріалу, такі як поворот зображення, зміна кольорової палітри, сильне масштабування або накладання складних фільтрів, можуть призводити до суттєвої зміни геш-значення. Це, у свою чергу, може спричинити появу хибнонегативних результатів, коли модифікована копія відео не буде розпізнана системою. Іншою проблемою є можливість хибнопозитивних спрацьовувань, коли різні відеоматеріали можуть мати схожі геш-значення. Крім того, ефективність методу значною мірою залежить від якості бази гешів та правильно обраного порогового значення відстані Хеммінга.

Сучасні дослідження у галузі перцептивного гешування спрямовані на підвищення стійкості алгоритмів до різноманітних модифікацій мультимедійних даних. Одним із перспективних напрямів є використання глибоких нейронних мереж для формування перцептивних гешів, що дозволяє отримувати більш стійкі та інформативні ознаки. Також активно досліджуються гібридні підходи, які поєднують перцептивне гешування з методами машинного навчання або цифрового водяного маркування.

Таким чином, перцептивне гешування є важливим інструментом для автоматичного виявлення незаконного відеоконтенту, оскільки забезпечує швидке порівняння мультимедійних даних та дозволяє ефективно працювати з великими обсягами відеоінформації. Проте для підвищення точності та стійкості систем виявлення доцільно використовувати цей метод у поєднанні з іншими технологіями аналізу відеоданих.

Список використаних джерел

1. Кібіреєв, Д.О., Федорченко В.М. Аналіз методів захисту відеоконтенту від несанкціонованого копіювання. ХНУРЕ, 2023
2. Кібіреєв Д.О. Методи автоматичного виявлення незаконного відеоконтенту/ДО

Кібірєв, ВМ Федорченко//Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління: тези доповідей п'ятнадцятої міжнародної науково-технічної конференції, 24–25 квітня 2025 р., Харків-Баку–Харків–Жиліна, 2025.–Т. 3–С. 109-110.

3. Porublov, K., & Bushyn, I. (2025). METHODS FOR DETERMINING VISUAL SIMILARITY OF IMAGES. *Modern engineering and innovative technologies*, (41-02), 3-9.

4. Годовиченко М.А.; Антощук С.Г.; Куваєва В.І. «Методологія пошуку зображень на основі розбиття бінарного простору та перцептивного хешування зображень» Опубл. Наука і Техніка. Одеса: Україна. ААІТ 5 (2), 136 – 146. <https://doi.org/10.15276/aait.05.2022.10>