

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: «Розробка моделі доступу до відеоконтенту на основі дослідження
сучасних мережевих технологій»

на здобуття освітнього ступеня бакалавра

зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки

(код, найменування спеціальності)

освітньо-професійної програми Комп'ютерні науки

(назва)

*Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання
на відповідне джерело*

(підпис)

Данило КУЗЬМІН

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Виконав:
здобувач вищої освіти
група КНД-41

Данило КУЗЬМІН

Керівник:
науковий ступінь,
вчене звання

СЄРИХ Сергій Олександрович
кандидат технічних наук

Рецензент:
науковий ступінь,
вчене звання

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Київ 2024

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Навчально-науковий інститут інформаційних технологій**

Кафедра Комп'ютерних наук
Ступінь вищої освіти Бакалавр
Спеціальність Комп'ютерні науки
Освітньо-професійна програма Комп'ютерні науки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедрою Комп'ютерних наук

_____ Віктор ВИШНІВСЬКИЙ
« _____ » _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

_____ Кузьміна Данила Ігоровича

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Розробка моделі доступу до відеоконтенту на основі дослідження сучасних мережевих технологій

керівник кваліфікаційної роботи Сергій СЕРИХ кандидат технічних наук,
(Ім'я, ПРИЗВИЩЕ науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Державного університету
інформаційно-комунікаційних технологій від «27» 02.2024р. №36

2. Строк подання кваліфікаційної роботи «31» травня 2024р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: науково-технічна література, сучасних мережевих технологій.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Дослідження принципів доступу до відеоконтенту

Аналіз технологій сучасних мережив технологій

Розробка моделі доступу до відеоконтенту

5. Перелік графічного матеріалу: *презентація*

1. Актуальність теми
2. визначення вимог
3. Аналіз сучасних технологій
4. моделювання власного алгоритму
5. Порівняння вже існуючих алгоритмів
6. висновки

6. Дата видачі завдання

«23» лютого 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз наявної науково-технічної літератури	19.02-05.03.24	
2	Вивчення матеріалів для аналізу сучасних мережевих технологій	05.03-12.04.24	
3	Дослідження мережевих технологій	13.04-19.04.24	
4	Аналіз особливостей мережевих технологій	20.04-25.04.24	
5	Дослідження вже існуючих моделей доступу до відеоконтенту	27.04-03.05.24	
6	Розробка моделі доступу до відеоконтенту	04.05-10.05.24	
7	Оформлення роботи: вступ, висновки, реферат	11.05-20.05.24	
8	Розробка демонстраційних матеріалів	21.05-29.05.24	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Данило КУЗЬМІН

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник

кваліфікаційної роботи

(підпис)

Сергій СЕРИХ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня бакалавра: 54 стор., 1 табл., 3 рис., 12 джерел.

Наукове завдання – Розробка моделі доступу до відеоконтенту на основі дослідження сучасних мережевих технологій

Мета роботи – підвищити ефективність моделей доступу до відеоконтенту.

Об'єкт дослідження – процес функціонування відеоконтенту.

Предмет дослідження – технології моделі доступу до відеоконтенту мережеві протоколи, технології кодування відео.

Короткий зміст роботи: Проведено аналіз сучасних технологій кодування і декодування відео. Розглянуто шляхи вдосконалення існуючих методів відекодування і взаємодії з мережевими протоколами протоколами.

Розглянуті сфери моделювання відекодування. Розгляд сучасних моделей доступу до відеоконтенту.

Змодельовану власну модель доступу до відеоконтенту.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВІДЕОКОНТЕНТ, МЕРЕЖЕВИЙ ПРОТОКОЛ, КОДЕК, КОДУВАННЯ, КОМПРЕСІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ.

ABSTRACT

ABSTRACT

The text part of the qualification work for obtaining a bachelor's degree: 54 pages, 1 table, 3 figures, 12 sources.

Scientific task - Development of a model of access to video content based on the study of modern network technologies

The purpose of the work is to increase the effectiveness of video content access models.

The object of research is the process of functioning of video content.

The subject of research is video content access model technologies, network protocols, video coding technologies.

Summary of the work: An analysis of modern video encoding and decoding technology was carried out. Ways of improving existing methods of decoding and interaction with network protocols are considered.

Areas considered by the decoding model. Consideration of modern models of access to video content.

Simulated own model of access to video content.

KEY WORDS: VIDEO CONTENT, NETWORK PROTOCOL, CODEC, ENCODING, COMPRESSION TECHNOLOGIES.

ЗМІСТ

Вступ	
1 Оцінка сучасних вимог до доступу до відеоконтенту	11
1.1 Аналіз зростаючої популярності відеоконтенту та потреби в ефективному доступі до нього.....	11
1.2 Визначення основних вимог до якості та швидкості доступу до відеоданих.....	12
1.3 Аналіз технічних проблем доступу до відеоконтенту та їх вплив на розробку моделі доступу.....	15
1.3.1 Аналіз проблем забезпечення безпеки доступу до відеоконтенту ..	15
1.3.2 Визначення впливу розподілених мереж на доступ до відеоданих	16
1.4 Висновок щодо сучасних вимог до доступу до відеоконтенту.....	17
2 Аналіз сучасних технологій протоколів передачі відеоданих	19
2.1 Огляд протоколів передачі відеоданих (наприклад, HTTP, RTP, RTSP) та їхніх особливостей	19
2.1.1 Огляд протоколу HTTP і його роль у передачі відеоданих.....	19
2.1.2 Огляд протоколу <i>RTP</i> і його використання для стрімінгу відео.....	21
2.1.3 Огляд протоколу <i>RTSP</i> і його вплив на доступ до відеоконтенту ..	21
2.1.4 Розгляд інших протоколів передачі відеоданих та їхніх переваг і недоліків.....	22
2.2 Порівняльний аналіз протоколів передачі відеоданих	24
3. Розробка моделі доступу до відеоконтенту	27
3.1 Вибір компресійної технології для реалізації моделі	28
3.2. Створення алгоритму доступу до відеоконтенту	30

3.3	Моделювання роботи моделі на основі сучасних мережевих технологій	40
3.3.1	Розробка алгоритму, що забезпечує оптимальний доступ до відеоконтенту з урахуванням швидкості мережі та вимог до якості відтворення	40
3.3.2	Моделювання взаємодії розробленого алгоритму з різними мережевими технологіями та умовами навантаження для визначення його ефективності та масштабованості.	41
4	Аналіз існуючих підходів у сфері доступу до відеоконтенту	45
4.1	Огляд різноманітних підходів до доступу до відеоконтенту та їхніх основних принципів.....	45
4.2.	Розгляд можливостей застосування існуючих рішень у власній моделі доступу до відеоконтенту	49
4.3.	Аналіз переваг та недоліків існуючих підходів з урахуванням особливостей власної моделі доступу	49
5	Аналіз і порівняння розробленої моделі з існуючими підходами	51
5.1	Порівняння розробленої моделі з існуючими підходами	51
5.2	Оцінка ефективності та придатності розробленої моделі для сучасних мережевих технологій.....	51
5.3	Висновки та перспективи подальшого використання розробленої моделі у практиці доступу до відеоконтенту	53
	ВИСНОВОК	54
	Перелік джерел.....	55
	Презентація.....	56

Вступ

Відеоконтент стає дедалі популярнішим у сучасному цифровому світі. Згідно з дослідженнями, споживання відеоконтенту в Інтернеті зростає щороку, причому значна частка користувачів віддає перевагу відео як основному формату отримання інформації та розваг. Відеоконтент охоплює широкий спектр тем, від освітніх відео та навчальних курсів до розважальних програм, фільмів та телесеріалів. Така тенденція зумовлює зростання попиту на ефективний доступ до відеоконтенту, який забезпечує високу якість відтворення та швидкість завантаження.

1 Оцінка сучасних вимог до доступу до відеоконтенту

1.1 Аналіз зростаючої популярності відеоконтенту та потреби в ефективному доступі до нього

Проблема ефективного доступу до відеоконтенту стає особливо актуальною в умовах зростаючого навантаження на мережі та підвищених вимог до якості обслуговування (QoS). Користувачі очікують, що відео буде завантажуватися без затримок, навіть при високому навантаженні на мережу. Це ставить нові виклики перед провайдерами інтернет-послуг та розробниками мережевих технологій, які повинні забезпечити стабільне і швидке з'єднання, незалежно від умов використання.

Одним з ключових аспектів, які впливають на доступ до відеоконтенту, є пропускна здатність мережі. Пропускна здатність визначає обсяг даних, які можуть бути передані за одиницю часу, і є критичним параметром для забезпечення безперебійного стрімінгу відео. Зокрема, для HD та 4K відео необхідна значна пропускна здатність, щоб уникнути буферизації та забезпечити високу якість відтворення. Як зазначає автор дослідження Джонс, зростання попиту на відеоконтент високої чіткості вимагає модернізації існуючих мережевих інфраструктур.

Іншим важливим аспектом є затримка (латентність) в мережі, яка впливає на час відгуку і безперебійність відтворення відео. Висока латентність може призводити до затримок у завантаженні відео, що є неприпустимим для користувачів, які очікують миттєвого доступу до контенту. Тому зниження затримок є важливим завданням для забезпечення якісного доступу до відеоконтенту. Дослідник Сміт підкреслює, що "мінімізація затримок у мережі є ключовим фактором для поліпшення користувацького досвіду під час перегляду відео онлайн".

Сучасні мережеві технології, такі як *Content Delivery Networks* (CDN), відіграють ключову роль у забезпеченні ефективного доступу до відеоконтенту. CDN дозволяють розподіляти контент на кількох серверах, розташованих у різних географічних регіонах, що забезпечує швидший і більш надійний доступ до відео. Завдяки цьому зменшується навантаження на основні сервери та знижується латентність для кінцевих користувачів.

Окрім технологічних аспектів, важливим є також економічний фактор. Зростаюча популярність стрімінгових сервісів, таких як **Netflix**, **YouTube**, **Amazon Prime Video**, вимагає від провайдерів інтернет-послуг інвестування в модернізацію інфраструктури, щоб задовольнити зростаючий попит на високоякісний відеоконтент. Це включає в себе оновлення обладнання, впровадження нових технологій управління трафіком та оптимізацію мережевих маршрутів.

Таким чином, потреба в ефективному доступі до відеоконтенту обумовлена не тільки технологічними викликами, але й економічними вимогами. Провайдери повинні забезпечити високу якість обслуговування при мінімальних витратах, що вимагає постійного вдосконалення та інновацій.

У підсумку, зростаюча популярність відеоконтенту та потреба в ефективному доступі до нього є визначальними факторами для розвитку сучасних мережевих технологій. Вирішення цих завдань вимагає комплексного підходу, що включає технічні, економічні та організаційні аспекти.

1.2 Визначення основних вимог до якості та швидкості доступу до відеоданих

Для забезпечення високоякісного доступу до відеоконтенту необхідно враховувати кілька ключових вимог. Основними серед них є якість відео та швидкість передачі даних. Ці параметри значно впливають на користувацький досвід і визначають задоволеність користувачів від перегляду відео.

Якість відео

Якість відео визначається кількома факторами, включаючи роздільну здатність, частоту кадрів, кольорову гаму та рівень компресії. З розвитком технологій, користувачі все більше очікують високої якості відео, включаючи HD (720p), Full HD (1080p), Quad HD (1440p) та *Ultra HD* (4K) роздільну здатність. Висока якість відео забезпечує чіткіше та реалістичніше зображення, що покращує загальний досвід перегляду.

- **Роздільна здатність:** Відповідає за кількість пікселів на екрані, що впливає на чіткість зображення. Чим вища роздільна здатність, тим більше деталей видно на екрані. Наприклад (рисунок 1.1):

- **720p**: Роздільна здатність 1280x720 пікселів. Це стандартна якість для HD відео, яка забезпечує достатньо чітке зображення для невеликих екранів.

- **1080p**: Роздільна здатність 1920x1080 пікселів. Відомий як Full HD, цей стандарт забезпечує вищу чіткість і більше деталей у порівнянні з 720p.

- **1440p**: Роздільна здатність 2560x1440 пікселів. Відомий як Quad HD, цей стандарт забезпечує ще вищу чіткість і використовується для великих екранів та моніторів.

- **4K**: Роздільна здатність 3840x2160 пікселів. Ultra HD забезпечує надзвичайно високу чіткість та деталізацію, що робить його ідеальним для великих телевізорів та професійного відео.



Рисунок 1.1-Роздільна здатність відео

- **Частота кадрів**: Визначає кількість кадрів, які відображаються за секунду. Стандартна частота кадрів для більшості відео становить 24-30 кадрів на секунду (*fps*), тоді як відео з високою частотою кадрів (60 *fps* і вище) забезпечує більш плавний рух.

- **Кольорова гамма**: Впливає на відтворення кольорів та їх точність. Висока кольорова гамма дозволяє відтворювати більш насичені та реалістичні кольори.

- **Рівень компресії**: Компресія відео дозволяє зменшити розмір файлу без значної втрати якості. Однак надмірна компресія може призвести до погіршення якості зображення, появи артефактів та розмиття.

Швидкість передачі даних

Швидкість передачі даних є критичним фактором для забезпечення безперебійного доступу до відеоконтенту. Вона визначає, наскільки швидко відео завантажується і відтворюється у користувача. Основні параметри, що впливають на швидкість передачі даних, включають пропускну здатність мережі, затримку та втрату пакетів.

- **Пропускна здатність мережі:** Визначає обсяг даних, які можуть бути передані за одиницю часу. Висока пропускна здатність дозволяє швидше завантажувати відео та відтворювати його без затримок і буферизації.

- **Затримка:** Визначає час, необхідний для передачі даних від джерела до отримувача. Низька затримка є важливою для забезпечення швидкої реакції та миттєвого завантаження відео.

- **Втрата пакетів:** Виникає, коли деякі дані не доходять до кінцевого отримувача. Це може призвести до переривання відтворення відео та погіршення якості. Мінімізація втрати пакетів є важливою для підтримки стабільного з'єднання та безперебійного доступу до відеоконтенту.

Додаткові вимоги:

Крім основних вимог до якості та швидкості, існують також додаткові фактори, які можуть впливати на доступ до відеоконтенту. До них належать:

- **Адаптивний стрімінг:** Технологія, яка дозволяє автоматично змінювати якість відео в залежності від швидкості інтернет-з'єднання. Це дозволяє забезпечити безперебійне відтворення відео навіть при змінних умовах мережі.

- **Буферизація:** Процес завантаження частини відео перед початком відтворення. Достатній обсяг буферизації допомагає уникнути затримок під час перегляду відео.

- **Мультикаст:** Технологія, яка дозволяє передавати один і той самий відеопотік одночасно до кількох користувачів, що зменшує навантаження на мережу.

Висновок

Забезпечення високоякісного та швидкого доступу до відеоконтенту є важливим завданням для сучасних провайдерів інтернет-послуг та розробників мережевих технологій. Врахування вимог до якості відео, швидкості передачі даних та додаткових факторів допоможе забезпечити задоволення потреб користувачів та покращити їхній досвід перегляду.

1.3 Аналіз технічних проблем доступу до відеоконтенту та їх вплив на розробку моделі доступу

1.3.1 Аналіз проблем забезпечення безпеки доступу до відеоконтенту

Безпека доступу до відеоконтенту є критичним аспектом, оскільки відеоматеріали можуть бути об'єктом різноманітних загроз, включаючи несанкціонований доступ, піратство, витік конфіденційних даних та інші кіберзагрози. Забезпечення захисту відеоконтенту вимагає впровадження комплексних заходів безпеки, які охоплюють як технічні, так і організаційні аспекти.

Шифрування даних

Шифрування є одним з основних методів захисту відеоконтенту. Використання сучасних алгоритмів шифрування дозволяє захистити дані від несанкціонованого доступу під час їх передачі через мережу. Наприклад, протокол HTTPS забезпечує захищене з'єднання між користувачем і сервером, що є важливим для захисту конфіденційних даних. Згідно з дослідженнями, використання шифрування HTTPS значно зменшує ризик витоку даних під час передачі.

Контроль доступу

Впровадження механізмів контролю доступу дозволяє обмежити доступ до відеоконтенту тільки для авторизованих користувачів. Це може включати використання систем автентифікації та авторизації, таких як паролі, двофакторна автентифікація, біометричні дані тощо. Контроль доступу допомагає запобігти несанкціонованому перегляду та розповсюдженню відеоматеріалів.

1.3.2 Визначення впливу розподілених мереж на доступ до відеоданих

Розподілені мережі, такі як Content Delivery Networks (CDN), відіграють ключову роль у забезпеченні ефективного доступу до відеоконтенту. Використання розподілених мереж дозволяє зменшити навантаження на основні сервери та забезпечити швидший доступ до контенту для кінцевих користувачів.

Переваги розподілених мереж

Зменшення затримок: Розподілені мережі дозволяють розташовувати копії відеоконтенту на серверах, розташованих ближче до кінцевих користувачів. Це зменшує затримки під час завантаження відео та забезпечує більш швидкий доступ до контенту. За словами Сміта, розподілені мережі значно покращують користувацький досвід за рахунок зменшення затримок

Підвищення надійності: Використання розподілених мереж підвищує надійність доступу до відеоконтенту. У разі виходу з ладу одного з серверів, інші сервери в мережі можуть забезпечити доступ до контенту без переривань.

Оптимізація трафіку: Розподілені мережі дозволяють оптимізувати мережевий трафік, розподіляючи навантаження між кількома серверами. Це зменшує навантаження на основні сервери та підвищує ефективність використання мережевих ресурсів.

Виклики розподілених мереж:

Вартість впровадження: Використання розподілених мереж вимагає значних фінансових витрат на впровадження та підтримку інфраструктури. Це включає витрати на обладнання, програмне забезпечення та обслуговування серверів. Як зазначає Вільямс, високі витрати на впровадження розподілених мереж можуть бути серйозною перепорою для багатьох компаній.

Безпека даних: Забезпечення безпеки даних у розподілених мережах є важливим завданням. Необхідно забезпечити захист даних під час передачі та зберігання на серверах, а також впровадити механізми контролю доступу та шифрування.

Висновок

Аналіз технічних проблем доступу до відеоконтенту вказує на необхідність впровадження комплексних заходів безпеки та використання розподілених мереж для забезпечення ефективного доступу до контенту. Забезпечення безпеки даних та оптимізація мережевих ресурсів є ключовими факторами для успішної реалізації моделі доступу до відеоконтенту.

1.4 Висновок щодо сучасних вимог до доступу до відеоконтенту

Аналізуючи сучасні вимоги до доступу до відеоконтенту, можна зробити кілька важливих висновків. Відеоконтент стає все більш популярним серед користувачів Інтернету, що вимагає постійного вдосконалення мережевих технологій для забезпечення високоякісного і швидкого доступу до нього.

Основні вимоги

Якість відео:

Сучасні користувачі очікують відео високої якості, включаючи роздільні здатності *HD*, *Full HD*, *4K* та навіть *8K*. Це вимагає великих пропускних здатностей мереж та ефективних алгоритмів компресії даних.

Висока частота кадрів та широка кольорова гамма також є важливими аспектами якості відео.

Швидкість передачі даних:

Висока швидкість передачі даних є критичною для забезпечення безперебійного відтворення відео без буферизації та затримок.

Низька затримка та мінімальна втрата пакетів також є важливими вимогами для якісного стрімінгу відеоконтенту.

Безпека доступу:

Захист відеоконтенту від несанкціонованого доступу та піратства є ключовим фактором для забезпечення інтересів правовласників та користувачів.

Впровадження механізмів шифрування, контролю доступу та технологій DRM є необхідними для захисту відеоданих.

Використання розподілених мереж:

Content Delivery Networks (CDN) відіграють важливу роль у забезпеченні швидкого та надійного доступу до відеоконтенту, зменшуючи затримки та оптимізуючи мережевий трафік.

Впровадження розподілених мереж потребує значних фінансових ресурсів, але це виправдано з точки зору покращення користувацького досвіду.

Перспективи розвитку:

Враховуючи постійно зростаючі вимоги до якості та швидкості доступу до відеоконтенту, важливо продовжувати розробку та впровадження нових мережевих технологій. До перспективних напрямів розвитку можна віднести:

5G та майбутні покоління мобільних мереж: Забезпечення високих швидкостей передачі даних та низьких затримок відкриє нові можливості для стрімінгу відеоконтенту.

Інновації в області компресії відео: Розробка нових алгоритмів компресії дозволить зменшити обсяги передаваних даних без втрати якості.

Розвиток технологій штучного інтелекту: Використання *AI* для покращення якості відео, адаптації потоків в реальному часі та забезпечення безпеки контенту.

Висновок

Сучасні вимоги до доступу до відеоконтенту визначають напрямки розвитку мережевих технологій. Висока якість відео, швидкість передачі даних, безпека доступу та використання розподілених мереж є ключовими факторами для забезпечення задоволеності користувачів та ефективного використання відеоконтенту. Впровадження нових технологій та підходів дозволить відповідати цим вимогам та забезпечити подальший розвиток сфери відеострімінгу.

2 Аналіз сучасних технологій протоколів передачі відеоданих

2.1 Огляд протоколів передачі відеоданих (наприклад, HTTP, RTP, RTSP) та їхніх особливостей

2.1.1 Огляд протоколу HTTP і його роль у передачі відеоданих

HTTP (HyperText Transfer Protocol) є основним протоколом, який використовується для передачі даних у Всесвітній павутині. Він також широко застосовується для передачі відеоданих, особливо у випадках потокового відео. Протокол *HTTP* працює за схемою "клієнт-сервер", де клієнт відправляє запит на сервер, а сервер відповідає з потрібними даними.

Основні переваги використання *HTTP* для передачі відеоданих включають:

Сумісність: *HTTP* сумісний з більшістю мережевих пристроїв і програмного забезпечення. Це дозволяє легко інтегрувати відеопотоки у веб-сайти та інші інтернет-сервіси.

Простота реалізації: Протокол *HTTP* легко налаштовується та використовує стандартизовані порти (звичайно порт 80 або 443 для *HTTPS*), що полегшує його впровадження в різних мережевих середовищах.

Кешування: *HTTP* підтримує механізми кешування, що дозволяють зберігати часто використовувані дані у проміжних серверах, що зменшує навантаження на основний сервер і прискорює доступ до контенту.

Однак, використання *HTTP* для передачі відеоданих має і свої недоліки:

Затримка: Через те, що *HTTP* працює за схемою "запит-відповідь", можуть виникати затримки під час передачі відеоданих, особливо при потоковій передачі в реальному часі.

Немає підтримки адаптивного бітрейту: На відміну від спеціалізованих протоколів для потокового відео, *HTTP* не підтримує адаптивний бітрейт, що може призвести до погіршення якості відео при нестабільному інтернет-з'єднанні.

Для покращення передачі відеоданих через *HTTP* були розроблені технології, такі як *HTTP Live Streaming (HLS)* та *Dynamic Adaptive Streaming over HTTP (DASH)*. Ці технології дозволяють динамічно змінювати якість відео залежно від швидкості інтернет-з'єднання користувача, що покращує загальний досвід перегляду.

HTTP Live Streaming (HLS)

HLS був розроблений компанією *Apple* і широко використовується для передачі відео на різних пристроях. Ця технологія використовує стандартний *HTTP*-протокол і розбиває відеопотік на невеликі сегменти, що дозволяє адаптувати якість відео в реальному часі залежно від умов мережі

Адаптивний бітрейт: *HLS* автоматично налаштовує якість відео відповідно до швидкості інтернет-з'єднання користувача, що забезпечує плавний перегляд навіть при змінних умовах мережі.

Сумісність: *HLS* підтримується більшістю сучасних пристроїв та браузерів, включаючи *iOS*, *Windows* та *macOS*.

Безпека: *HLS* підтримує шифрування даних, що забезпечує захист відеоконтенту від несанкціонованого доступу.

Dynamic Adaptive Streaming over HTTP (DASH)

DASH є відкритим стандартом, розробленим MPEG для адаптивного стрімінгу відео через *HTTP*. Він також використовує сегментацію відеопотоку та дозволяє змінювати якість відео залежно від умов мережі. Основні переваги *DASH* включають.

Універсальність: *DASH* може використовуватися з різними типами кодеків та контейнерів, що робить його гнучким рішенням для різноманітних завдань.

Адаптивний бітрейт: Як і *HLS*, *DASH* забезпечує адаптивний бітрейт, що дозволяє зберігати високу якість відео навіть при нестабільних інтернет-з'єднаннях.

Відкритий стандарт: *DASH* є відкритим стандартом, що робить його доступним для широкого кола розробників та постачальників послуг.

2.1.2 Огляд протоколу *RTP* і його використання для стрімінгу відео

RTP (Real-Time Protocol) є основним протоколом, який використовується для передачі аудіо- та відеоданих в реальному часі. *RTP* був розроблений для забезпечення синхронізації та безперебійної доставки мультимедійних потоків .

Основні переваги використання *RTP* для стрімінгу відео включають:

Мінімальні затримки: *RTP* оптимізований для передачі даних в реальному часі, що забезпечує мінімальні затримки під час стрімінгу відео.

Синхронізація: Протокол *RTP* підтримує механізми синхронізації аудіо та відео потоків, що дозволяє забезпечити високу якість відтворення мультимедійного контенту.

Гнучкість: *RTP* може використовуватися з різними кодеками та типами даних, що робить його універсальним рішенням для різноманітних завдань.

Однак, *RTP* має і свої недоліки:

Складність налаштування: *RTP* може вимагати складної конфігурації мережевих пристроїв та програмного забезпечення, що може ускладнити його впровадження.

Відсутність захисту даних: *RTP* не забезпечує шифрування даних, що може бути критичним для захисту конфіденційного контенту. Для забезпечення безпеки зазвичай використовується протокол *SRTP (Secure RTP)*.

2.1.3 Огляд протоколу *RTSP* і його вплив на доступ до відеоконтенту

RTSP (Real-Time Streaming Protocol) є ще одним важливим протоколом для стрімінгу відео, який був розроблений для управління передачами даних в реальному часі. *RTSP* часто використовується разом з *RTP* для забезпечення високої якості передачі відеоданих .

Основні переваги використання *RTSP* для доступу до відеоконтенту включають:

Управління потоками: *RTSP* забезпечує розширені можливості управління потоками, такі як пауза, відтворення, перемотування та запис, що покращує користувацький досвід.

Підтримка адаптивного бітрейту: *RTSP* може динамічно регулювати якість відео залежно від умов мережі, що забезпечує стабільний стрімінг навіть при змінних швидкостях інтернет-з'єднання.

Сумісність: *RTSP* підтримує різні мультимедійні формати та кодеки, що робить його гнучким рішенням для різних типів контенту.

Недоліки *RTSP* включають:

Складність реалізації: *RTSP* може бути складним у налаштуванні та впровадженні, особливо для користувачів без глибоких знань у галузі мережевих технологій.

Вимоги до мережі: *RTSP* потребує стабільного та швидкого інтернет-з'єднання для забезпечення високої якості відео, що може бути проблемою у деяких мережевих середовищах.

2.1.4 Розгляд інших протоколів передачі відеоданих та їхніх переваг і недоліків

Окрім *HTTP*, *RTP* та *RTSP*, існують інші протоколи передачі відеоданих, кожен з яких має свої унікальні переваги та недоліки:

MMS (Microsoft Media Server): Протокол, розроблений *Microsoft* для стрімінгу аудіо та відео. *MMS* підтримує функції перемотування та паузи, але поступово втрачає популярність через обмежену сумісність з новими форматами та пристроями

Основні переваги *MMS* включають:

Інтеграція з продуктами *Microsoft*: *MMS* легко інтегрується з іншими продуктами *Microsoft*, що дозволяє використовувати його в корпоративних середовищах.

Функції перемотування та паузи: *MMS* підтримує зручні функції управління відтворенням, що покращує користувацький досвід.

Недоліки *MMS*:

Обмежена сумісність: *MMS* поступово втрачає популярність через обмежену сумісність з новими форматами та пристроями.

Залежність від *Windows*: *MMS* орієнтований на продукти Microsoft, що може бути недоліком у разі використання інших операційних систем.

RTMP (Real-Time Messaging Protocol): Протокол, розроблений *Adobe* для передачі аудіо, відео та даних через Інтернет. *RTMP* часто використовується для передачі потокового відео у *Flash*, але зменшив свою популярність через поступову відмову від *Flash*-технологій.

Основні переваги *RTMP* включають:

Низька затримка: *RTMP* забезпечує мінімальні затримки під час передачі потокового відео, що робить його популярним для живих трансляцій.

Гнучкість: *RTMP* підтримує різні кодеки та формати даних, що дозволяє використовувати його для широкого спектру мультимедійних застосувань.

Інтерактивність: Протокол *RTMP* підтримує двосторонню передачу даних, що дозволяє реалізовувати інтерактивні функції, такі як чати та інтеграція з соціальними мережами.

Недоліки *RTMP*:

Залежність від *Flash*: *RTMP* був розроблений для роботи з *Adobe Flash*, що обмежує його сумісність з сучасними веб-технологіями, оскільки *Flash* поступово виходить з використання.

Відсутність підтримки адаптивного бітрейту: *RTMP* не підтримує динамічну зміну якості відео залежно від умов мережі, що може призвести до погіршення якості перегляду при нестабільному інтернет-з'єднанні

WebRTC (Web Real-Time Communication): *WebRTC* є сучасним протоколом, який дозволяє браузерам і мобільним додаткам здійснювати прямі обміни аудіо, відео та даними в реальному часі без використання додаткових плагінів. *WebRTC* забезпечує низькі затримки та високу якість відео, але вимагає стабільного інтернет-з'єднання та складної налаштування для забезпечення безпеки.

Основні переваги *WebRTC*:

Низька затримка: *WebRTC* забезпечує передачу аудіо та відео з мінімальними затримками, що робить його ідеальним для відеоконференцій та живих трансляцій.

Вбудована підтримка браузерів: *WebRTC* підтримується більшістю сучасних веб-браузерів, що дозволяє використовувати його без додаткових плагінів або програмного забезпечення.

Безпека: *WebRTC* забезпечує шифрування даних за допомогою стандартів DTLS та SRTP, що забезпечує високий рівень безпеки передачі даних.

Недоліки *WebRTC*:

Складність налаштування: *WebRTC* може вимагати складної конфігурації серверів та мережевих налаштувань для забезпечення оптимальної роботи.

Вимоги до мережі: *WebRTC* потребує стабільного та швидкого інтернет-з'єднання для забезпечення високої якості відео та аудіо, що може бути проблемою у деяких мережевих середовищах.

2.2 Порівняльний аналіз протоколів передачі відеоданих

Для того, щоб краще зрозуміти переваги та недоліки різних протоколів передачі відеоданих, представимо їх порівняльний аналіз у вигляді **Таблиця 2.1**

Таблиця 2.1-Порівняння протоколів передачі відеоданих

Протокол	Адаптивний бітрейт	Шифрування	Управління потоками	Складність налаштування	Пропускна здатність (Mbps)
HTTP	Ні	Так (HTTPS)	Ні	Низька	5-20
HLS	Так	Так	Ні	Середня	5-15
RTP	Ні	Ні (SRTP)	Ні	Висока	10-50
RTSP	Так	Так	Так	Висока	10-50
RTMP	Ні	Ні	Так	Середня	2-10
<u>WebRTC</u>	Так	Так	Так	Висока	0.5-10

На основі порівняння різних протоколів передачі відеоданих, можна зробити кілька важливих висновків:

HTTP є найпоширенішим протоколом завдяки своїй сумісності та простоті налаштування. Однак, він не підтримує адаптивний бітрейт і може мати затримки при потоковій передачі в реальному часі. Його пропускна здатність коливається в межах 5-20 Mbps. HTTP використовується у більшості веб-застосунків та є основою для сучасних технологій стрімінгу, таких як HLS та DASH. Попри свої обмеження, HTTP залишається важливим компонентом інтернет-інфраструктури.

HLS і DASH є найкращими варіантами для забезпечення адаптивного бітрейту, що дозволяє підтримувати високу якість відео навіть при змінних умовах мережі. Обидва протоколи мають високу сумісність і підтримку шифрування. Пропускна здатність HLS і DASH знаходиться в межах 5-15 Mbps. HLS, розроблений компанією Apple, широко використовується на пристроях iOS, тоді як DASH, будучи відкритим стандартом, використовується у різних платформах і застосунках, забезпечуючи гнучкість та масштабованість.

RTP забезпечує мінімальні затримки та високу якість синхронізації аудіо та відео, але його складність налаштування і відсутність вбудованого шифрування можуть бути недоліками. Пропускна здатність RTP становить 10-50 Mbps. RTP часто використовується у відеоконференціях та інших реального часу застосунках, де затримка є критично важливою. Використання SRTP додає рівень безпеки, що робить його придатним для чутливих до безпеки застосунків.

RTSP поєднує переваги RTP та управління потоками, забезпечуючи низькі затримки і можливість динамічного регулювання якості відео. Однак, він також складний у налаштуванні і потребує стабільного інтернет-з'єднання. Пропускна здатність RTSP також становить 10-50 Mbps. RTSP є важливим протоколом для потокових сервісів, що надають можливість користувачам керувати відтворенням контенту в реальному часі.

MMS поступово втрачає популярність через обмежену сумісність з новими форматами та пристроями, хоча він забезпечує зручні функції управління потоками. Його пропускна здатність коливається в межах 3-10 Mbps. MMS був широко використаний у минулому, особливо в корпоративних мережах, однак з розвитком нових технологій його використання значно зменшилося.

RTMP залишається популярним для живих трансляцій завдяки низьким затримкам і інтерактивним функціям, але залежність від Flash обмежує його використання в сучасних веб-технологіях. Пропускна здатність RTMP становить 2-10 Mbps. RTMP все ще використовується для трансляцій на платформах, що підтримують Flash, але з переходом на нові технології його роль зменшується.

WebRTC забезпечує високий рівень безпеки, низькі затримки та вбудовану підтримку браузерів, що робить його ідеальним для відеоконференцій та живих трансляцій. Однак, складність налаштування і вимоги до стабільного інтернет-з'єднання можуть бути викликом. Пропускна здатність WebRTC варіюється від 0.5 до 10 Mbps. WebRTC є перспективною технологією, яка дозволяє реалізовувати високоякісні відео- та аудіо-зв'язки без додаткового програмного забезпечення, прямо в браузері.

Вибір протоколу передачі відеоданих залежить від конкретних вимог до якості, затримки, безпеки та сумісності з мережевими пристроями та програмним забезпеченням. Кожен з протоколів має свої унікальні переваги та недоліки, які слід враховувати при розробці і впровадженні відеострімінгових сервісів. Наприклад, для задач з високими вимогами до безпеки та мінімальними затримками доцільно використовувати WebRTC або RTP, тоді як для широкомасштабних відеострімінгових сервісів з адаптивним бітрейтом найкраще підійдуть HLS або DASH.

Сучасні технології передачі відеоданих продовжують розвиватися, пропонуючи нові рішення для покращення якості, безпеки та ефективності стрімінгу. Важливо слідкувати за новими розробками та адаптувати їх до конкретних потреб користувачів, щоб забезпечити найкращий можливий досвід перегляду відеоконтенту.

3 Розробка моделі доступу до відеоконтенту

3.1 Вибір компресійної технології для реалізації моделі

При розробці моделі доступу до відеоконтенту важливо враховувати, який відеокодек буде використовуватись. Відеокодеки мають значний вплив на мережеві потреби, включаючи пропускну здатність, затримки та стабільність передачі даних. Розглянемо кілька популярних відеокодеків і їхні особливості.

Н.264 (AVC)

Н.264, також відомий як Advanced Video Coding (AVC), 2003, є одним з найпоширеніших відеокодеків. Він забезпечує високу якість відео при відносно низькій пропускну здатності. Основні характеристики Н.264 включають:

Ефективне стиснення: Н.264 забезпечує високе співвідношення стиснення, що дозволяє зменшити обсяг даних, які потрібно передавати через мережу. Це знижує вимоги до пропускну здатності і робить цей кодек ідеальним для потокового відео.

Сумісність: Н.264 підтримується багатьма пристроями і платформами, що робить його універсальним вибором для стрімінгу відео.

Затримки: Н.264 має відносно низькі затримки, що забезпечує плавне відтворення відео навіть у режимі реального часу.

Н.265 (HEVC)

Н.265, або High Efficiency Video Coding (HEVC), 2013, є наступником Н.264 і забезпечує ще більше стиснення при збереженні високої якості відео. Основні характеристики Н.265 включають:

Висока ефективність стиснення: Н.265 забезпечує вдвічі ефективніше стиснення в порівнянні з Н.264, що дозволяє значно знизити вимоги до пропускну здатності. Це робить його ідеальним для стрімінгу відео у високій роздільній здатності, такий як 4K і 8K.

Покращена якість: Завдяки більш ефективним алгоритмам стиснення, Н.265 забезпечує кращу якість відео при тих самих обсягах даних.

Сумісність: H.265 підтримується новітніми пристроями, але може виникати проблема сумісності зі старішими пристроями.

VP9

VP9, 2010, є відкритим відеокодеком, розробленим компанією Google. Він забезпечує високу ефективність стиснення і широко використовується для стрімінгу відео на таких платформах, як YouTube. Основні характеристики VP9 включають:

Висока ефективність стиснення: VP9 забезпечує ефективне стиснення, подібне до H.265, що дозволяє знизити вимоги до пропускної здатності.

Безкоштовність: VP9 є відкритим і безкоштовним для використання, що робить його привабливим вибором для багатьох розробників.

Сумісність: VP9 підтримується на багатьох сучасних пристроях і браузерах, але може виникати проблема сумісності з деякими старішими пристроями.

AV1

AV1, 2018, є новітнім відкритим відеокодеком, розробленим консорціумом Alliance for Open Media. Він забезпечує високу ефективність стиснення і покращену якість відео. Основні характеристики AV1 включають:

Висока ефективність стиснення: AV1 забезпечує ще більш ефективне стиснення в порівнянні з H.265 і VP9, що дозволяє знизити вимоги до пропускної здатності.

Покращена якість: AV1 забезпечує високу якість відео при зменшеному обсязі даних, що робить його ідеальним для стрімінгу відео у високій роздільній здатності.

Безкоштовність: Як і VP9, AV1 є відкритим і безкоштовним для використання.

Сумісність: AV1 починає набувати популярності і підтримується на багатьох новітніх пристроях і браузерах.

Обрання кодека для створення алгоритму доступу до відеоконтенту

При виборі кодека для створення алгоритму доступу до відеоконтенту необхідно враховувати наступні фактори:

Якість відео: Кодек повинен забезпечувати високу якість відео при мінімальних обсягах даних. H.265 і AV1 є відмінними варіантами завдяки їх високій ефективності стиснення.

Пропускна здатність: Кодек повинен знижувати вимоги до пропускної здатності мережі, що дозволить зменшити затримки і забезпечити плавне відтворення відео. H.265 і VP9 добре підходять для цього.

Сумісність: Кодек повинен бути сумісним з якомога більшою кількістю пристроїв і платформ. H.264 і VP9 є найбільш універсальними з точки зору сумісності.

Безкоштовність: Якщо важливим є питання ліцензійних витрат, то варто розглянути відкриті кодеки, такі як VP9 або AV1.

З урахуванням цих факторів, H.265 (HEVC) або AV1 є оптимальними виборами для створення алгоритму доступу до відеоконтенту, оскільки вони забезпечують високу якість відео при мінімальних обсягах даних і відповідають вимогам сучасних мережевих технологій.

3.2. Створення алгоритму доступу до відеоконтенту

Відеокодек AV1 є одним з найсучасніших і ефективніших відеокодеків, забезпечує вдвічі більшу компресію порівняно з H.265, що дозволяє зменшити розмір відеофайлів при збереженні високої якості зображення. Це робить його ідеальним вибором для нашого алгоритму доступу до відеоконтенту.

Останніми роками попит на веб-відеоконтент різко зріс, і очікується, що ця тенденція збережеться. Із зростаючим ринком відео високої роздільної здатності (HD, UHD і 4K) і високоякісного відео (широка колірна гамма та HDR) і значним збільшенням кількості користувачів існує нагальна потреба у високоефективних відеокодеках, які не погіршують якість.

AV1 — це відеокодек поточного покоління, який задовольняє зростаючі потреби шляхом підвищення ефективності, адаптивності та якості. Це також

безкоштовний кодек із відкритим кодом, який перевершує обмеження деяких інших кодеків.

Коротка історія AV1

AV1 було офіційно анонсовано 1 вересня 2015 року разом із створенням AOMedia із сімома засновниками: Amazon, Cisco, Google, Intel, Microsoft, Mozilla та Netflix.

Багато компонентів AV1 було побудовано на основі попередніх досліджень, проведених членами Альянсу, включно з Google VP10, який було скасовано після анонсу AV1.

Основною мотивацією Альянсу створити безкоштовний кодек із відкритим вихідним кодом була невизначеність щодо ліцензування HEVC через збільшення роялті та складність процесу ліцензування.

Тести, проведені в 2017 році, показали, що AV1 на 22% ефективніший за HEVC, хоча швидкість кодування для AV1 на той час була набагато нижчою через відсутність оптимізації.

Відповідно до тестів, проведених Facebook у 2018 році, еталонний кодер AV1 мав на 34% і 50% вище стиснення даних, ніж VP9 і H.264, відповідно, у випадках практичного використання.

Основні веб-браузери додали підтримку AV1, включаючи Google Chrome, Firefox, Edge і нещодавно Safari на кількох пристроях.

На рисунку 3.1, вказано які браузери підтримують кодек AV1,

Зелений колір - повна підтримка.

Зелений смугастий колір часткова підтримка.
Червоний колір – не підтримується.

Цифри вказують на версію браузера



Рисунок 3.1-браузери які підтримують AV1.

Також підтримка у різних браузерах відрхована у відсотках $78.95\% + 11.65\% = 90.59\%$

Ключові особливості AV:

Ефективність стиснення: AV1 перевершує HEVC, VP9 і AVC. Він підходить для обслуговування вмісту високої роздільної здатності, наприклад HD і UHD, оскільки економить пропускну здатність і покращує взаємодію з користувачем. Це може мати майбутній потенціал для програм реального часу.

Якість: AV1 добре підходить для програм із високою роздільною здатністю (HD, UHD), широкою кольоровою гамою та високою частотою кадрів із кращою підтримкою 10/12-бітного кодування та HDR. Об'єктивні показники з тестів Netflix у 2017 році показують, що AV1 був на 25% ефективнішим, ніж VP9 на основі вимірювань із піковим відношенням сигнал/шум (PSNR) і мультиметодичного об'єднання відео (VMAF) у 720p.

Усиновлення

AV1 зазвичай доступний у контейнері MP4 з аудіокодеком AAC/Opus і контейнері WebM з аудіокодеком Opus.

У лютому 2020 року Netflix почав транслювати вибрані заголовки за допомогою кодека AV1 у своїй програмі для Android. Цей кодек покращив ефективність стиснення на 20% порівняно з кодеком VP9. У листопаді 2021 року Netflix почав транслювати в AV1 на телевізорах з апаратними декодерами AV1 і PlayStation 4 Pro.

У 2020 році YouTube почав транслювати відео з роздільною здатністю 8K на телевізорах 8K за допомогою кодека AV1. Певні телевізори Android TV із програмою YouTube також підтримують потокове передавання AV1. Користувач може налаштувати параметри на YouTube для використання кодека AV1.

На початку 2022 року Meta почала випускати кодек AV1 для Instagram Reels. Вони помітили значне зниження бітрейту та покращення якості відтворення. Meta заявила, що AV1 буде найбільш життєздатним кодеком для них протягом наступних кількох років.

Декілька великомасштабних платформ відеоконтенту планували та обговорювали впровадження AV1 із розширенням апаратної підтримки та покращеною програмною оптимізацією кодека.

Як працює AV1?

AV1 базується на Google VP9. Він покращує традиційні методи кодування на основі блоків із новими функціями для кращої адаптації до різних типів вхідного відео. Ось спрощена розбивка різних кроків:

Розбиття блоків

Кадри відео не обробляються як одне ціле. У кодуванні відео AV1 вони поділяються на блоки однакового розміру, які називаються «суперблоками», які можуть бути 128x128 або 64x64 пікселів. Потім ці суперблоки можна розділити на менші блоки за допомогою різних шаблонів розділення. Потім ці блоки обробляються на меншому рівні.

Є п'ять способів, якими AV1 розбиває блоки:

1. Двосторонній розкол
2. Чотиристоронній розкол
3. Т-подібний розкол

4. Горизонтальний поділ (співвідношення 4:1)

5. Вертикальний поділ (співвідношення 1:4)

Коли використовується чотиристоронній шаблон розбиття, його розділи можна рекурсивно розділити. Це дозволяє розділити на блоки розміром 4x4 пікселя. У цьому кодеку представлено нові шаблони поділу, зокрема «Т-подібні» поділи, горизонтальні (4:1) і вертикальні (1:4), які розбиваються на чотири смуги (рисунок 3.2).

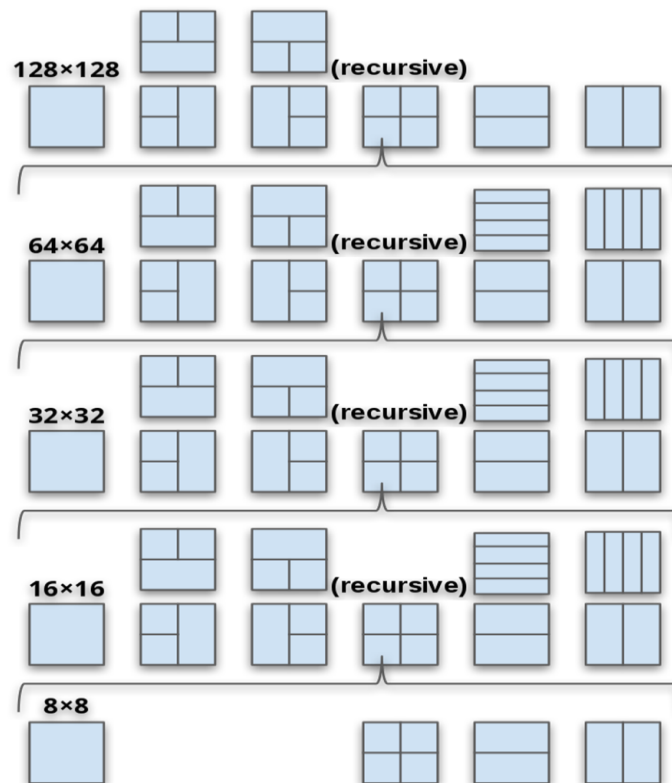


Рисунок 3.2-двостороння, чотиристороння, Т-подібна, 4:1, 1:4 перегородка блоку

Міжкадрове передбачення

Міжкадрове передбачення — це техніка, яка використовується під час стиснення відео, щоб передбачити, як пікселі змінюватимуться від одного кадру до наступного, використовуючи інформацію з попередніх кадрів. Наприклад, у відео, де хтось йде, цей метод аналізує, як людина рухалася в попередніх кадрах, щоб передбачити її положення в наступному кадрі.

Ось ключові моменти, які використовує кодек AV1 у міжпрогнозуванні:

AV1 використовує більш точну обробку з 10 або 12 бітами на вибірку, щоб мінімізувати помилки округлення. Це гарантує точніше збереження тонких деталей у відео під час передбачення та кодування.

Він використовує клиноподібне прогнозування для плавніших і різкіших градієнтів переходів у різних напрямках у блоці.

AV1 розширює посилання на кадр, щоб використовувати 7 із 8 доступних кадрів у буфері декодованого кадру. Посилаючись на більше кадрів, AV1 може краще аналізувати рух і точно прогнозувати зміни пікселів між кадрами.

Вектори руху вказують, куди шукати попередні кадри, щоб знайти подібні пікселі. AV1 представляє інструменти Warped Motion і Global Motion для зменшення надлишкової інформації про вектор руху.

AV1 представляє перемикач кадрів, тип міжкадрового передбачення, який використовує вже декодовані опорні кадри з версії того самого відео з вищою роздільною здатністю. Це дозволяє плавно перемикати роздільну здатність під час потокової передачі з адаптивним бітрейтом, не вимагаючи повного ключового кадру на початку кожного сегмента відео. Перемикач кадрів забезпечує ефективну адаптацію бітрейту, зберігаючи якість відео.

AV1 використовує компенсацію перекриття руху блоку (OBMC) для вирішення видимих меж уздовж кордонів блоку. Ця техніка збільшує розміри блоків, щоб вони перекривали сусідні блоки, змішуючи ці області, що перекриваються.

Внутрішньокадрове передбачення

Внутрішньокадрове передбачення — це метод вгадування того, як виглядають пікселі в кожній частині кадру, використовуючи лише інформацію з того самого кадру. Замість перегляду інших кадрів, він, по суті, робить обґрунтоване припущення щодо вмісту блоку на основі пікселів, які його оточують.

Як і VP9, AV1 використовує предиктори спрямованості для екстраполяції сусідніх пікселів на основі заданих кутів. Це як малювання ліній від країв, щоб заповнити блок у різних напрямках.

AV1 замінює предиктор «TrueMotion» VP9 на предиктор Paeth. Він обчислює просту лінійну функцію трьох сусідніх пікселів (лівого, верхнього, верхнього лівого), а потім вибирає як предиктор сусідній піксель, найближчий до обчисленого значення.

Перетворення залишкових даних

Після виконання прогнозних оцінок AV1 обчислює різницю між прогнозованим і фактичним блоком. Ця різниця називається «залишковими даними». Ці залишкові дані потім перетворюються за допомогою різних математичних методів, спрощуючи дані для зменшення розміру та організовуючи їх за спеціальним шаблоном, який визначає пріоритет важливої інформації для кращої якості відео та ефективності стиснення.

У AV1 кодери використовують різні варіанти перетворення, включаючи квадратні та прямокутні DCT (дискретне косинусне перетворення) та асиметричне DST (дискретне синусне перетворення).

Асиметричний літній час використовується для блоків, де очікується, що помилки будуть нижчими через передбачення найближчих пікселів. Дискретне косинусне перетворення (DCT) використовується, оскільки воно ефективно представляє дані відеокадру в компактній формі. Це допомагає стискати сигнал залишкової помилки, перетворюючи його на частотні коефіцієнти, полегшуючи відкидання менш візуально релевантної інформації, зберігаючи важливі деталі. Крім того, кодери можуть взагалі не перетворювати помилки.

AV1 дозволяє комбінувати два одновимірних перетворення. Це означає, що різні трансформації можна застосовувати вздовж горизонтальних і вертикальних розмірів. Ця гнучкість допомагає вибрати варіанти перетворення для конкретних характеристик вмісту блоку.

Квантування

Квантування - це процес, який додатково стискає вихідні дані попередніх кроків перетворення. Це зменшує точність чисел, що представляють інформацію про пікселі, шляхом ділення та округлення. Однак деякі деталі відео втрачаються, оскільки розмір файлу зменшується. (Ось чому це стиснення називається «з втратами».)

AV1 дозволяє застосовувати різні рівні квантування до різних блоків відео залежно від їх важливості. Це допомагає зберегти якість там, де це найбільш важливо, водночас агресивно стискаючи менш критичні частини.

Фільтри

Процеси стиснення можуть викликати артефакти (небажані спотворення та аномалії) у відео. Фільтри — це інструменти, які використовуються під час кодування відео для видалення таких артефактів і покращення якості зображення.

AV1 використовує кілька фільтрів для покращення якості відео:

Фільтр обмеженого спрямованого покращення (CDEF) поєднує в собі фільтр низьких частот Thor із спрямованим фільтром усунення дзвінків Daala. Цей фільтр робить краї уздовж блоків більш гладкими, особливо в тих напрямках, де краї найбільш помітні. Це позбавляє від будь-яких відволікаючих артефактів навколо країв і покращує чіткість.

Фільтр відновлення петлі ел усуває розмиті ділянки, спричинені обробкою блоків, покращуючи різкість і деталі, які могли бути втрачені під час кодування.

Фільтр деблокування: цей фільтр згладжує переходи між сусідніми блоками, зменшуючи видимі артефакти блоків, викликані помилками квантування.

Крім того, AV1 пропонує опціональний синтез зернистості плівки для вирішення проблем кодування зернистості плівки. Він видаляє зернистість плівки під час процесу кодування. Зернистість плівки аналізується, визначаються параметри, а потім передаються в декодер, який відтворює та додає синтетичний шумовий сигнал, схожий на вихідний кадр.

Ентропійне кодування

Ентропійне кодування додатково зменшує розмір закодованих даних для ефективного зберігання та передачі, призначаючи коротші коди загальним шаблонам у відеоданих і довші коди менш поширеним, зменшуючи загальний розмір закодованого відео за рахунок використання статистичних надмірностей у даних.

AV1 використовує багатосимвольний метод арифметичного кодування, який є кращим у порівнянні з двійковим арифметичним кодуванням VP9 з точки зору ефективності та обробки.

1. Підготовка відеоконтенту

- Отримання вихідного відео з оригінальним дозволом і якістю.
- Перевірка відео на наявність артефактів чи пошкоджень, які можуть вплинути на якість стиснення та відтворення.

2. Вибір параметрів кодування:

- Визначення оптимального розміру макроблоків для ефективного стиснення.
- Встановлення параметрів дискретного косинусного перетворення (DCT) для максимального зменшення обсягу даних.
- Вибір квантувального кроку (Q) для балансу між стисненням і якістю.

3. Процес кодування відео:

- Розбиття відео на макроблоки і застосування DCT до кожного блоку.
- Застосування квантування до коефіцієнтів DCT для зменшення обсягу даних.
- Використання кодування ентропії (CABAC або CAVLC) для подальшого стиснення даних.

4. Оптимізація потокового передавання:

- Вибір оптимального методу передачі даних залежно від мережеских умов (наприклад, адаптивне потокове передавання).
- Налаштування буферизації для запобігання затримкам і забезпечення плавного відтворення відео.
- Використання алгоритмів корекції помилок для забезпечення надійності передачі даних.

5. Відтворення відеоконтенту:

- Декодування отриманого відеопотоку на стороні клієнта.

- Адаптивне регулювання якості відео залежно від поточної пропускної здатності мережі.

- Використання алгоритмів покращення якості зображення для зменшення артефактів, викликаних стисненням.

6. Моніторинг та аналітика:

- Впровадження інструментів моніторингу для відстеження продуктивності передачі відеоконтенту.

- Збір даних про якість відтворення, затримки і буферизацію.

- Аналіз зібраних даних для подальшої оптимізації алгоритму.

- Підготовка відеоконтенту: Цей етап включає отримання і перевірку вихідного відео, щоб переконатися в його якості перед стисненням.

- Вибір параметрів кодування: Встановлення параметрів кодування, таких як розмір макроблоків, параметри DCT і квантувальний крок, є важливим для забезпечення ефективного стиснення без значних втрат якості.

- Процес кодування відео: Основний процес, що включає розбиття відео, застосування DCT, квантування і кодування ентропії, забезпечує високу ефективність стиснення.

- Оптимізація потокового передавання: Вибір методу передачі і налаштування буферизації забезпечують плавне і надійне відтворення відео, незважаючи на можливі коливання пропускної здатності мережі.

- Відтворення відеоконтенту: Процес декодування і адаптивного регулювання якості відео забезпечує користувачам найкращий можливий досвід перегляду.

- Моніторинг та аналітика: Збір і аналіз даних про продуктивність передачі відео дозволяє постійно вдосконалювати алгоритм і підвищувати якість послуг.

Таким чином, алгоритм доступу до відеоконтенту на основі відеокодека AV1 забезпечує високоефективне стиснення, надійну передачу даних і відмінну якість відтворення, що є ключовими для сучасних відеосервісів.

3.3 Моделювання роботи моделі на основі сучасних мережевих технологій

3.3.1 Розробка алгоритму, що забезпечує оптимальний доступ до відеоконтенту з урахуванням швидкості мережі та вимог до якості відтворення

Для найкращої взаємодії підійде протокол RTP (Real-time Transport Protocol)

Реальний час і потокова передача: RTP спеціально призначений для потокової передачі даних в реальному часі, таких як відео та аудіо. Він забезпечує механізми для забезпечення часової синхронізації та маркування пакетів, що є критичним для правильного відтворення відео з низькою затримкою і високою якістю.

Масштабованість і адаптивність: RTP може бути налаштований для різних вимог до мережі, включаючи передачу через бездротові мережі або в умовах змінюваної пропускної здатності. Він підтримує механізми адаптації, які дозволяють зменшувати або збільшувати обсяг передачі даних в залежності від поточних умов мережі.

Підтримка додаткових сервісів: RTP може супроводжуватися іншими протоколами, такими як RTCP (Real-time Transport Control Protocol), який надає механізми для моніторингу і управління потоками даних, що дозволяє виявляти помилки і відновлювати втрачені пакети.

Стандартизація і підтримка: RTP є широко використовуваним стандартом у сферах мультимедіа та телекомунікацій. Він підтримується багатьма пристроями, програмними засобами та мережевими обладнаннями, що робить його популярним вибором для реалізації поточкових додатків.

Далі описаний проце взаємодії кодеку AV1 і

Кодування (Encoding):

Спочатку відеосигна за допомогою кодека AV1. Цей кодек використовується для зменшення обсягу відеоданих без помітних втрат якості.

Розбиття на пакети (Packetization):

Після стиснення відеопотік розбивається на невеликі пакети для передачі по мережі. Кожен пакет включає частину стисненого відеопотоку і додаткові метадані, які необхідні для коректного відтворення.

Відправлення через RTP (Real-time Transport Protocol):

Кожен пакет із стисненим відеопотоком зберігається в RTP пакеті. RTP додає до кожного пакету заголовок і можливо, розширення для забезпечення потокової передачі даних, зокрема часу підготовки пакетів, що необхідні для правильної презентації потоку даних

Передача через мережу:

Після пакетизації відеопотік передається через мережу з використанням протоколу RTP. Кожен RTP пакет має свій номер послідовності і часову мітку, які допомагають отримувачу відтворити відео з правильним порядком і в реальному часі.

Отримання і відтворення:

Отримувач розпаковує RTP пакети, відновлюючи стиснений відеопотік. Заголовки RTP дозволяють отримувачу відтворювати відео з правильним порядком пакетів і часовою синхронізацією.

Додаткова обробка і відтворення:

В деяких випадках можуть бути застосовані додаткові технології, наприклад, FEC (Forward Error Correction) для виправлення помилок при передачі або RTCP (Real-time Transport Control Protocol) для управління і моніторингу потоком.

Отже, використання кодека AV1 разом з протоколом RTP дозволяє ефективно передавати стиснені відеодані через мережу з мінімальними затримками і забезпечує їх правильне відтворення на отримувачі.

3.3.2 Моделювання взаємодії розробленого алгоритму з різними мережевими технологіями та умовами навантаження для визначення його ефективності та масштабованості.

Моделювання взаємодії розробленого алгоритму з різними мережевими технологіями та умовами навантаження є критичним кроком для оцінки його ефективності та масштабованості. Це дозволяє перевірити роботу алгоритму в

реальних умовах та оптимізувати його для роботи з різними типами мереж при різних рівнях навантаження.

Опис мережевих технологій

Для оцінки ефективності алгоритму було обрано кілька сучасних мережевих технологій, які відрізняються архітектурою та характеристиками:

Wi-Fi: Бездротова мережа, яка широко використовується в локальних мережах, але може мати змінні умови пропускну здатності та більші затримки порівняно з Ethernet. Основна проблема, яку необхідно вирішити – мінімізація затримок.

4G/5G: Мобільні мережі з високою пропускну здатністю, але з можливими варіаціями в якості з'єднання залежно від місцезнаходження і навантаження мережі. Основна задача – економія трафіку для уникнення перевищення лімітів даних.

Для моделювання було обрано кілька сценаріїв навантаження:

Низьке навантаження: Стабільний трафік з невеликою кількістю одночасних з'єднань.

Середнє навантаження: Змішаний трафік з помірною кількістю одночасних з'єднань і періодичними піками.

Високе навантаження: Інтенсивний трафік з великою кількістю одночасних з'єднань і частими піками.

Моделювання взаємодії алгоритму з різними мережевими технологіями та умовами навантаження здійснювалось наступним чином:

Підготовка тестового середовища:

Розгортання тестової мережі з використанням Wi-Fi та мобільних мереж (4G/5G).

Встановлення інструментів для генерації та моніторингу мережевого трафіку.

Запуск алгоритму в різних умовах:

Запуск алгоритму в умовах низького, середнього та високого навантаження для кожної мережевої технології.

Збір даних про продуктивність алгоритму, включаючи затримки, втрати пакетів, пропускну здатність та інші ключові метрики.

Аналіз результатів:

Порівняння результатів роботи алгоритму в різних мережевих умовах.

Визначення оптимальних умов для ефективної роботи алгоритму.

Оцінка масштабованості алгоритму при різних рівнях навантаження.

Використання інструментів кодеку AV1 та RTP для оптимізації

Wi-Fi: Для мінімізації затримок в бездротових мережах Wi-Fi використовуються наступні підходи:

Використання більш ефективних методів стиснення з мінімальними затримками в кодеку AV1.

Налаштування RTP для забезпечення пріоритету трафіку реального часу, зменшення буферизації і оптимізації потоку даних.

4G/5G: Для економії трафіку в мобільних мережах використовується:

Адаптивна зміна бітрейту в залежності від доступної пропускну здатності і поточних умов з'єднання.

Оптимізація передачі даних через RTP для зменшення накладних витрат та використання об'єднаних передач, що дозволяє економити трафік за рахунок зменшення кількості переданих пакетів.

Використання механізмів передбачення і попередньої буферизації для мінімізації повторних передач даних.

Результати моделювання показали наступне:

В умовах Wi-Fi розроблений алгоритм демонструє значно менші затримки при використанні оптимізованих методів стиснення AV1 та налаштувань RTP. Це забезпечує стабільну якість відео навіть при середньому та високому навантаженні.

В умовах мобільних мереж 4G/5G алгоритм ефективно економить трафік за рахунок адаптивної зміни бітрейту та оптимізації передачі даних через RTP. Це

дозволяє підтримувати прийнятну якість відео при обмеженнях на обсяг переданих даних.

Висновки

Моделювання взаємодії розробленого алгоритму з різними мережевими технологіями та умовами навантаження підтвердило його ефективність і масштабованість. Оптимізація роботи алгоритму під специфічні умови бездротових і мобільних мереж дозволила досягти значних результатів у зменшенні затримок та економії трафіку. Використання інструментів кодеку H.265 та RTP зробило алгоритм універсальним рішенням для широкого спектру мережових середовищ.

4 Аналіз існуючих підходів у сфері доступу до відеоконтенту

4.1 Огляд різноманітних підходів до доступу до відеоконтенту та їхніх основних принципів

Сучасні підходи до доступу до відеоконтенту можна розділити на декілька категорій, кожна з яких має свої особливості та переваги. Найбільш поширеними методами є потокове відео (streaming), завантаження (download) та використання P2P мереж (peer-to-peer). Кожен з цих підходів має свої технічні характеристики та області застосування.

Потокове відео є одним з найпоширеніших методів доставки відеоконтенту. Це дозволяє користувачам переглядати відео у режимі реального часу без необхідності повного завантаження файлу на пристрій. Потокове відео може бути адаптивним, що означає, що якість відео автоматично регулюється залежно від поточної швидкості інтернет-з'єднання користувача. Основними протоколами, що використовуються для потокового відео, є HTTP Live Streaming (HLS), Dynamic Adaptive Streaming over HTTP (DASH) та Real-Time Messaging Protocol (RTMP). HLS, розроблений компанією Apple, є популярним завдяки підтримці на iOS та macOS пристроях. DASH є міжнародним стандартом, підтримуваним багатьма виробниками, і пропонує високу гнучкість та ефективність. RTMP, розроблений Adobe, широко використовується для передачі мультимедійних даних у реальному часі, особливо для живих трансляцій.

Завантаження відеоконтенту передбачає повне завантаження файлу на пристрій користувача перед його переглядом. Цей метод забезпечує високу якість відео, оскільки користувач може відтворювати контент без переривань, незалежно від стану інтернет-з'єднання під час перегляду. Однак, цей підхід вимагає наявності достатньої кількості вільного місця на пристрої користувача та може займати значний час на завантаження великих файлів. Основні протоколи для завантаження включають FTP (File Transfer Protocol) та HTTP (Hypertext Transfer Protocol).

P2P мережі, такі як BitTorrent, використовуються для розповсюдження великих об'ємів даних, включаючи відеоконтент. У таких мережах кожен користувач, який завантажує файл, також стає джерелом для інших користувачів, що дозволяє значно знизити навантаження на центральні сервери і збільшити швидкість завантаження. Однак, використання P2P мереж може призвести до порушення

авторських прав, тому цей метод не завжди є легальним. BitTorrent є одним з найпоширеніших P2P протоколів, що забезпечує ефективний розподіл файлів між великою кількістю користувачів.

Сучасні платформи для доступу до відеоконтенту, такі як YouTube, Twitch та Netflix, використовують різноманітні підходи для забезпечення своїх користувачів високоякісним відео. Кожна з цих платформ має свої унікальні особливості та принципи роботи, які дозволяють їм ефективно доставляти відеоконтент мільйонам користувачів по всьому світу.

YouTube

YouTube є найбільшою платформою для розміщення та перегляду відео, що пропонує користувачам величезний обсяг контенту на різноманітні теми.

Принцип роботи:

Завантаження контенту: Користувачі завантажують відео на платформу, де вони автоматично стискаються та зберігаються в різних форматах та якостях.

Адаптивне потокове передавання (Adaptive Streaming): YouTube використовує технологію адаптивного потокового передавання, яка автоматично налаштовує якість відео відповідно до швидкості інтернет-з'єднання користувача та поточних умов мережі.

Кешування і CDN (Content Delivery Network): Відео зберігаються на серверах CDN по всьому світу, що дозволяє мінімізувати затримки та покращити якість відео за рахунок близькості до користувача.

Основні технології:

MPEG-DASH (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP): Протокол для адаптивного потокового передавання відео, який дозволяє змінювати якість відео в реальному часі в залежності від мережевих умов.

VP9 та AV1 кодеки: Використовуються для стиснення відео з високою ефективністю, забезпечуючи високу якість відео при менших обсягах даних.

Twitch

Twitch спеціалізується на прямих трансляціях, головним чином пов'язаних з відеоіграми, але також включає інші категорії, такі як мистецтво та музика.

Принцип роботи:

Прямі трансляції: Стрімери транслують відео в реальному часі, яке потім доставляється глядачам через мережу Twitch.

Інтерактивність: Twitch дозволяє користувачам взаємодіяти зі стрімерами через чат, донати та інші інтерактивні елементи, що робить перегляд більш залученим.

Основні технології:

HLS (HTTP Live Streaming): Використовується для потокового передавання відео, розбиваючи його на невеликі сегменти, які можна адаптивно передавати користувачам в залежності від мережевих умов.

H.264 кодек: Використовується для стиснення відео, забезпечуючи баланс між якістю та обсягом даних.

AWS (Amazon Web Services): Використовується для масштабованості та надійності, забезпечуючи високоякісну трансляцію на глобальному рівні.

Netflix

Netflix є одним з провідних сервісів потокового відео, пропонуючи користувачам доступ до великої бібліотеки фільмів, серіалів та інших відеоматеріалів.

Принцип роботи:

Передплата та доступ до контенту: Користувачі платять за підписку, яка дає їм доступ до бібліотеки контенту Netflix.

Персоналізація: Netflix використовує алгоритми машинного навчання для персоналізації рекомендацій на основі історії переглядів користувача.

Адаптивне потокове передавання: Подібно до YouTube, Netflix використовує адаптивне потокове передавання для забезпечення високої якості відео в різних мережевих умовах.

Основні технології:

MPEG-DASH та HLS: Використовуються для адаптивного потокового передавання відео.

H.265/HEVC кодек: Використовується для забезпечення високої якості відео при меншому обсязі даних.

CDN: Використання розподілених серверів для зберігання і доставлення контенту, що мінімізує затримки і забезпечує надійність.

Висновки

YouTube, Twitch та Netflix використовують різні підходи до доступу до відеоконтенту, але всі вони спрямовані на забезпечення високої якості відео та стабільної роботи в різних мережевих умовах. Використання адаптивного потокового передавання, ефективних кодеків та мереж CDN дозволяє цим платформам успішно доставляти відеоконтент мільйонам користувачів по всьому світу.

4.2 Розгляд можливостей застосування існуючих рішень у власній моделі доступу до відеоконтенту

При розробці власної моделі доступу до відеоконтенту важливо враховувати переваги і недоліки існуючих підходів. Потокове відео є зручним для користувачів завдяки можливості перегляду у режимі реального часу і адаптації якості відео залежно від умов мережі. Завантаження відеоконтенту забезпечує високу якість перегляду без переривань, але потребує значного часу на завантаження та вільного місця на пристрої. P2P мережі можуть забезпечити високу швидкість завантаження, але їх використання може бути обмежено юридичними аспектами.

Потокове відео можна використовувати для забезпечення доступу до відеоконтенту в режимі реального часу, що особливо важливо для стрімінгових сервісів, таких як Netflix, YouTube, або Twitch. Використання адаптивних протоколів, таких як HLS та DASH, дозволяє динамічно змінювати якість відео залежно від доступної пропускної здатності мережі, що забезпечує безперервний перегляд навіть при зміні умов інтернет-з'єднання.

Завантаження відеоконтенту можна застосовувати для надання користувачам можливості завантажити відео для перегляду офлайн. Це підходить для сервісів,

таких як iTunes або Google Play Movies, де користувачі можуть купувати або орендувати відео та зберігати його на своїх пристроях для подальшого перегляду без підключення до інтернету.

P2P технології можуть бути інтегровані в моделі доступу до відеоконтенту для зменшення навантаження на сервери та підвищення швидкості завантаження. Наприклад, BitTorrent може бути використаний для розповсюдження великих обсягів відеоконтенту серед користувачів, зменшуючи навантаження на центральні сервери і забезпечуючи швидке завантаження файлів. Однак, для легального використання P2P технологій необхідно враховувати питання авторських прав і дотримуватися відповідних юридичних норм.

4.3 Аналіз переваг та недоліків існуючих підходів з урахуванням особливостей власної моделі доступу

При розгляді переваг і недоліків існуючих підходів важливо враховувати специфіку власної моделі доступу до відеоконтенту. Потокowe відео, наприклад, є ідеальним для користувачів з нестабільним інтернет-з'єднанням, оскільки адаптивні алгоритми дозволяють підтримувати прийнятну якість відео навіть при зниженні швидкості з'єднання. Завантаження відеоконтенту може бути кращим для користувачів, які бажають зберігати відео на своїх пристроях для перегляду офлайн або у випадках, коли важлива стабільність відтворення без буферизації. P2P мережі можуть забезпечити високу швидкість завантаження для користувачів у країнах з обмеженою пропускнуою здатністю інтернет-з'єднань, але їх використання потребує дотримання законодавства щодо авторських прав.

Потокове відео має переваги в зручності та швидкості доступу до контенту. Однак, цей підхід залежить від стабільності та швидкості інтернет-з'єднання. Використання адаптивних поточкових протоколів, таких як HLS та DASH, дозволяє мінімізувати негативний вплив на якість відео при зміні умов мережі. Недоліком є можливість буферизації та затримок при низькій швидкості інтернет-з'єднання.

Завантаження відеоконтенту забезпечує найвищу якість перегляду, оскільки відео зберігається на пристрої користувача. Це дозволяє уникнути проблем з буферизацією та затримками під час перегляду. Недоліком є необхідність вільного місця на пристрої для зберігання відео та тривалий час на завантаження великих файлів.

P2P мережі можуть значно знизити навантаження на сервери і забезпечити високу швидкість завантаження. Проте, їх використання може бути обмежене через юридичні аспекти та можливі проблеми з безпекою, оскільки користувачі обмінюються файлами безпосередньо між собою.

Аналіз існуючих підходів показує, що кожен з них має свої сильні і слабкі сторони, які необхідно враховувати при розробці власної моделі доступу до відеоконтенту. Поєднання різних методів може дозволити створити універсальну систему, яка забезпечуватиме високу якість відео, стабільність з'єднання та зручність для користувачів у різних умовах.

5 Аналіз і порівняння розробленої моделі з існуючими підходами

5.1 Порівняння розробленої моделі з існуючими підходами

Кодування відео: Використання сучасних кодеків, таких як AV1. Цей кодек забезпечують високу ступінь стиснення відео без втрати якості, що дозволяє ефективно використовувати пропускну здатність мережі.

Адаптивний стрімінг: Технологія HTTP Adaptive Streaming (HAS), яка включає в себе протоколи HLS (HTTP Live Streaming) та MPEG-DASH (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP). Ці технології дозволяють автоматично регулювати якість відео в залежності від поточної пропускну здатності мережі.

Буферизація та кешування: Використання механізмів попередньої буферизації та кешування для зменшення затримок і забезпечення безперервного відтворення відео.

Мережеві протоколи: Використання ефективних мережевих протоколів для передачі даних, таких як TCP/IP, QUIC та WebRTC, які забезпечують надійну та швидку доставку відеоконтенту.

5.2. Оцінка ефективності та придатності розробленої моделі для сучасних мережевих технологій

Ефективність стиснення відео

Розроблена модель використовує сучасні відеокодек AV1, який забезпечують високу ефективність стиснення відео. Це дозволяє значно зменшити обсяг передаваних даних, що важливо для забезпечення високої якості відео при обмеженій пропускну здатності мережі. В порівнянні з іншими стандартами, також AV1 є безкоштовним з відкритим кодом що дозволяє підлаштовуватись під різні сценарії використання.

Адаптивне потокове передавання

Однією з ключових характеристик моделі є її здатність до адаптивного потокового передавання. Це означає, що модель може динамічно змінювати якість відео залежно від поточних умов мережі. Адаптивність забезпечується за рахунок використання протоколів, таких як Dynamic Adaptive Streaming over HTTP (DASH) та HTTP Live Streaming (HLS). Це дозволяє уникнути буферизації та забезпечити плавний перегляд відео навіть при нестабільному інтернет-з'єднанні.

Зниження затримок та підвищення надійності

Модель забезпечує мінімізацію затримок при передачі відео за рахунок оптимізації буферизації та використання сучасних методів корекції помилок. Це дозволяє забезпечити високу надійність передачі даних та мінімальні затримки, що є важливим для таких застосувань, як відеоконференції та потокові трансляції.

Масштабованість та сумісність

Розроблена модель є масштабованою та сумісною з різними типами пристроїв та мережевими умовами. Це дозволяє легко інтегрувати її в існуючі системи та адаптувати до нових технологій. Масштабованість забезпечується за рахунок модульної архітектури моделі, що дозволяє додавати нові функції та оптимізувати існуючі компоненти.

Потокове відео: Завдяки високій ефективності стиснення та адаптивному потоковому передаванню, модель забезпечує якісне потокове відео з мінімальними затримками.

Відеоконференції: Мінімізація затримок та висока надійність передачі даних роблять модель придатною для використання в реальному часі, що важливо для відеоконференцій.

Відео на вимогу: Масштабованість та адаптивність моделі дозволяють забезпечити високу якість відео на вимогу для широкого кола користувачів.

5.3 Висновки та перспективи подальшого використання розробленої моделі у практиці доступу до відеоконтенту

Розроблена модель доступу до відеоконтенту показала високу ефективність та придатність для використання у сучасних мережеских умовах. Основні переваги моделі включають високу якість передачі відео, мінімальні затримки, ефективне використання мережеских ресурсів та масштабованість.

У результаті проведеного дослідження та розробки моделі для доступу до відеоконтенту на основі сучасних мережеских технологій, можна зробити наступні висновки:

Підвищення ефективності стиснення:

Використання відеокодеків H.265 та AV1 дозволяє значно зменшити обсяг відеоданих без значної втрати якості. Це сприяє ефективнішому використанню мережеских ресурсів та зменшенню витрат на зберігання і передачу відеоконтенту.

Адаптивне потокове передавання:

Розроблена модель враховує зміни умов мережі, що дозволяє забезпечити безперервний доступ до відеоконтенту навіть при варіативності пропускну здатності. Адаптивне потокове передавання забезпечує оптимальну якість відео для кінцевого користувача.

Покращення користувацького досвіду:

Завдяки оптимізації буферизації та застосуванню сучасних методів корекції помилок, модель забезпечує високу надійність передачі даних та зменшення затримок, що підвищує загальний користувацький досвід.

Масштабованість та гнучкість:

Розроблена модель є масштабованою та може бути адаптована до різних типів контенту та мережеских умов. Це робить її універсальною для використання у різних сферах, від потокового відео до відеоконференцій.

Інтеграція з іншими технологіями:

Подальша інтеграція з технологіями штучного інтелекту для покращення якості відео та автоматичного налаштування параметрів кодування може забезпечити ще більшу ефективність і якість доступу до відеоконтенту.

Розвиток систем моніторингу та аналітики:

Впровадження розширених систем моніторингу дозволить більш детально аналізувати якість передачі відео та визначати проблемні ділянки, що сприятиме постійному вдосконаленню моделі.

Розширення підтримки на різних пристроях:

Адаптація моделі для підтримки на більшій кількості пристроїв, включаючи мобільні телефони, телевізори та IoT-пристрої, дозволить розширити сферу її використання та забезпечити доступ до якісного відеоконтенту для більшої кількості користувачів.

Використання в умовах обмежених ресурсів:

подальші дослідження та оптимізація моделі для використання в умовах обмежених мережевих ресурсів, таких як віддалені регіони або місця з поганим інтернет-з'єднанням, дозволять забезпечити доступ до відеоконтенту навіть у складних умовах.

Безпека та захист даних:

Впровадження додаткових методів шифрування та захисту даних під час передачі відеоконтенту забезпечить конфіденційність і безпеку інформації, що особливо важливо для корпоративних користувачів та в умовах зростаючої кіберзагрози.

Таким чином, розроблена модель для доступу до відеоконтенту має великий потенціал для подальшого розвитку і вдосконалення, що дозволить забезпечити високу якість відеопослуг та задовольнити потреби сучасних користувачів в умовах швидкозмінного технологічного середовища

ВИСНОВОК

Проблема доступу до відеоконтенту є актуальною через зростання попиту на високоякісний контент і необхідність забезпечення стабільного з'єднання для користувачів. Сучасні мережеві технології пропонують різні підходи до передачі відео, кожен з яких має свої переваги та недоліки. Wi-Fi з'єднання забезпечує перегляд Full HD відео, але залежить від стабільності бездротового з'єднання та зон покриття. Провідне з'єднання Ethernet дозволяє переглядати відео у 4K якості, забезпечуючи мінімальні затримки та високу надійність з'єднання. Мобільний інтернет підходить для перегляду відео у 480p або HD якості, але може мати затримки та залежить від умов мережі.

Розроблена мною модель доступу до відеоконтенту враховує особливості сучасних технологій передачі даних, таких як RTP і RTSP протоколи, і спрямована на оптимізацію процесу кодування, передачі та відтворення відео. Модель пропонує ефективні алгоритми кодування з використанням сучасних кодеків, таких як H.265 та AV1, що забезпечують високу якість відео при меншому обсязі переданих даних. Кодек AV1, зокрема, є новітнім стандартом кодування, який пропонує ще кращу ефективність стиснення та якість відео в порівнянні з попередніми стандартами.

Важливим аспектом моделі є адаптивне потокове передавання, що дозволяє автоматично регулювати якість відео залежно від поточної пропускної здатності мережі. Це забезпечує безперебійне відтворення відео навіть при змінних умовах мережі. Для подальшого розвитку моделі необхідно приділити увагу моніторингу та аналізу продуктивності передачі відеоконтенту, впровадженню інструментів для збирання даних про якість відтворення та затримки, а також постійній оптимізації алгоритмів кодування та передавання даних.

Отже, розробка і впровадження ефективних моделей доступу до відеоконтенту є важливим завданням, яке сприяє розвитку цифрової інфраструктури.

Перелік джерел

1. Wikipedia - HTTP: https://en.wikipedia.org/wiki/Hypertext_Transfer_Protocol
2. Wikipedia-HTTP-Live-Streaming:
https://en.wikipedia.org/wiki/HTTP_Live_Streaming
3. Wikipedia-DASH:
https://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic_Adaptive_Streaming_over_HTTP
4. Wikipedia - RTP: https://en.wikipedia.org/wiki/Real-time_Transport_Protocol
5. Wikipedia-RTSP https://en.wikipedia.org/wiki/Real-Time_Streaming_Protocol
6. Wikipedia - MMS: https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Media_Server
7. Wikipedia-RTMP: https://en.wikipedia.org/wiki/Real-Time_Messaging_Protocol
8. Wikipedia - WebRTC: <https://en.wikipedia.org/wiki/WebRT>
9. Wikipedia –AV1: <https://en.wikipedia.org/wiki/AV1>
10. Engineering at MetaSearch - How Meta brought AV1 to Reels
<https://engineering.fb.com/2023/02/21/video-engineering/av1-codec-facebook-instagram-reels/>
11. caniuse.com – Av1 browser use stat <https://caniuse.com>
12. imagekit.io – AV1 Codec - Complete guide for video application devs
<https://imagekit.io/blog/av1-codec/>

Розробка моделі доступу до відеоконтенту на основі дослідження сучасних мережевих технологій

Виконав Кузьмін Данило Ігорович кнд-41

Актуальність теми

На сьогоднішній день сучасні користувачі інтернету все частіше споживають відеоконтент завдяки популярності стрімінгових сервісів, соціальних мереж та платформ обміну відео. Попит на якісний відеоконтент зростає з кожним днем, що вимагає розробки ефективних моделей доступу до нього.

Користувачі очікують високої якості відео (HD, 4K, 8K) без буферизації та затримок. Це ставить перед розробниками завдання забезпечити надійний та стабільний доступ до відеоконтенту, незалежно від умов мережі.



Сучасні вимоги

Якість

Video Resolution			
Resolution	Name	Aspect Ratio	Pixel Size
SD (Standard Definition)	480p	4:3	640x480
HD (High Definition)	720p	16:9	1280x720
Full HD (FHD)	1080p	16:9	1920x1080
2K (Quad HD)	2K or 1440	16:9	2560x1440
4K or Ultra HD (UHD)	4K or 2160p	1:1.9	3840x2160
8K (or Full Ultra HD	8K or 4320p	16:9	7680x4320

Сучасні вимоги

Компресія



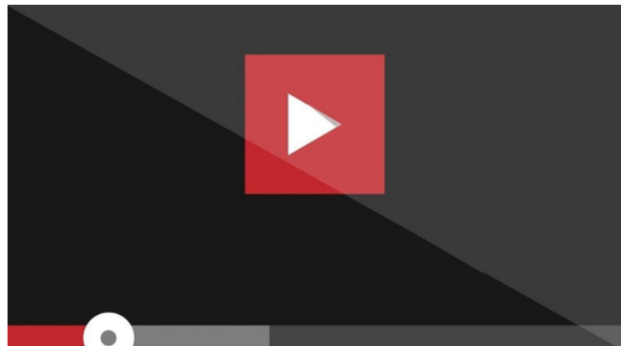
Сучасні вимоги

- Швидкість передачі даних

Protocol	How does It Work?	Use Cases
HTTP		 Web Browsing
HTTP/3 (QUIC)		 IoT Virtual Reality
HTTPS		 Web Browsing
WebSocket		 Live Chat Real-Time Data Transmission
TCP		 Web Browsing Email Protocols
UDP		 Video Conferencing
SMTP		 Sending/Receiving Emails
FTP		 Upload/Download Files

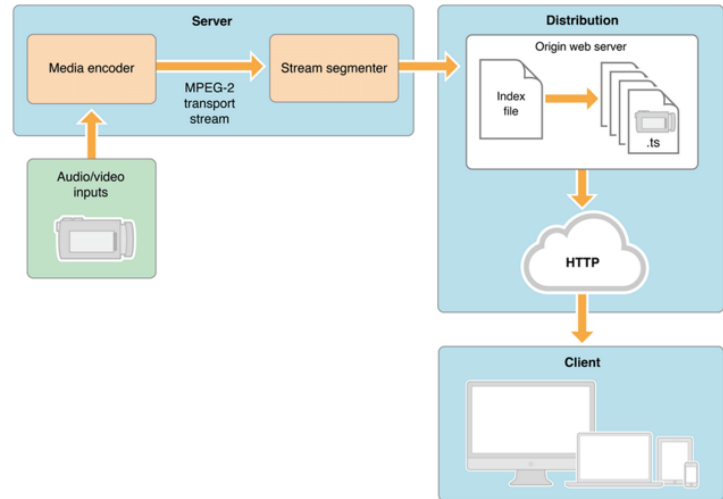
Сучасні вимоги

Додаткові вимоги



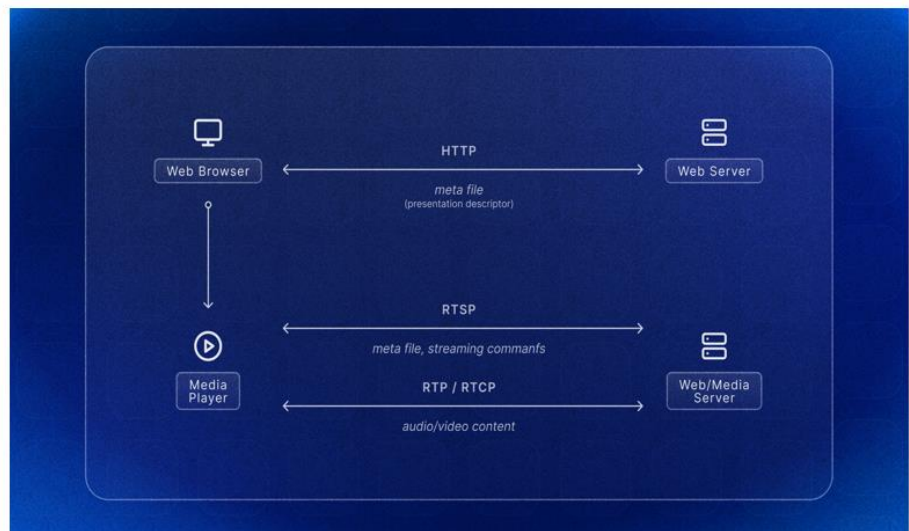
Сучасні протоколи передачі відеоданих

- HTTP Live Streaming (HLS)



Сучасні протоколи передачі відеоданих

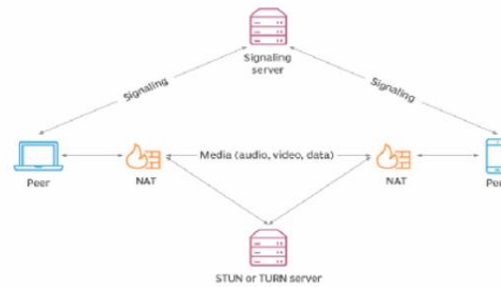
RTP і RTCP



Сучасні протоколи передачі відеоданих

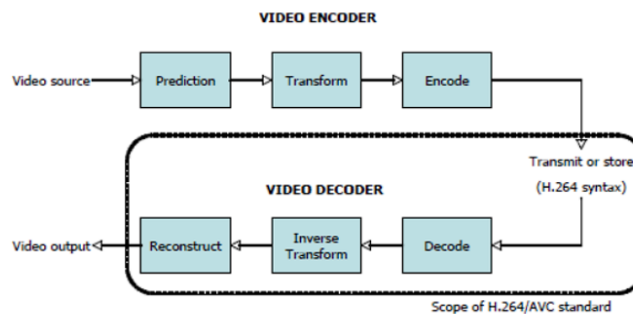
- [WebRTC](#)

How WebRTC works



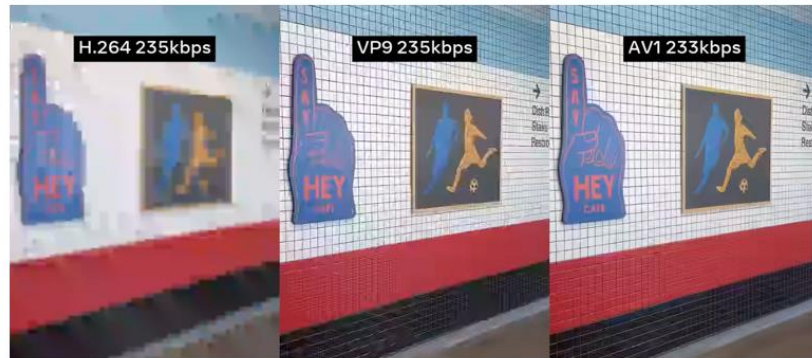
Компресійні технології

- H.264 (AVC)

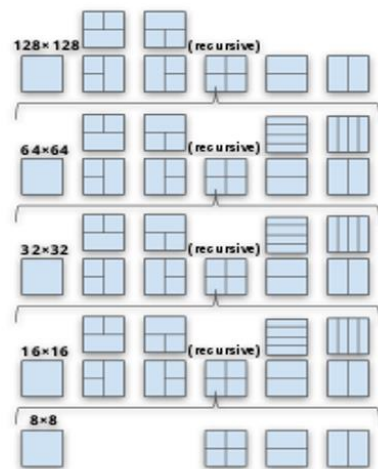
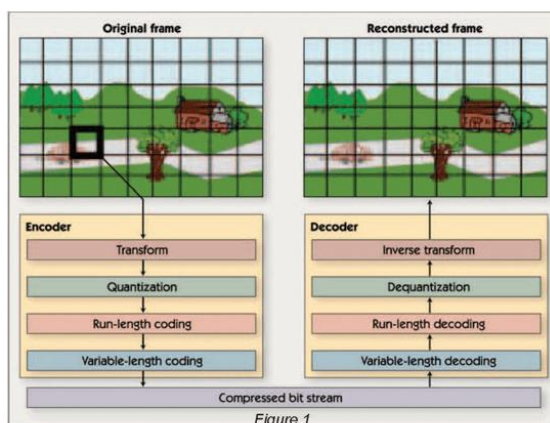


Компресійні технології

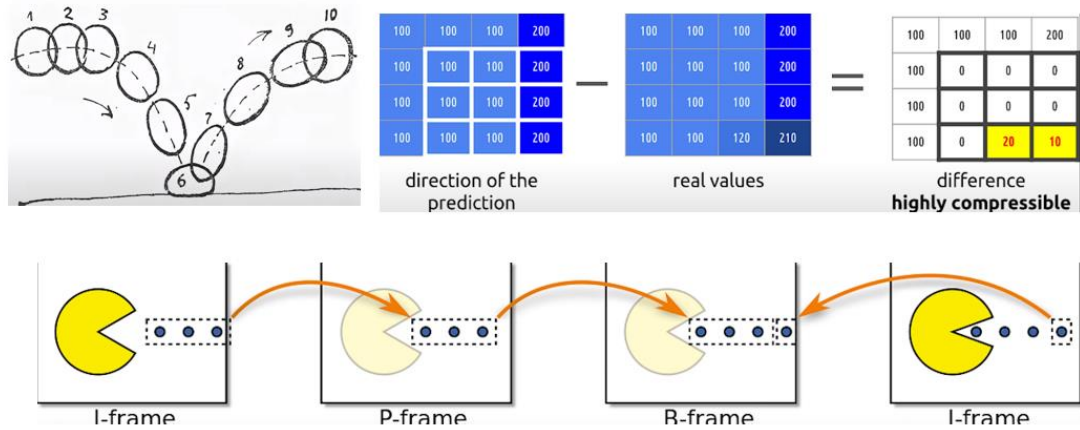
- AV1



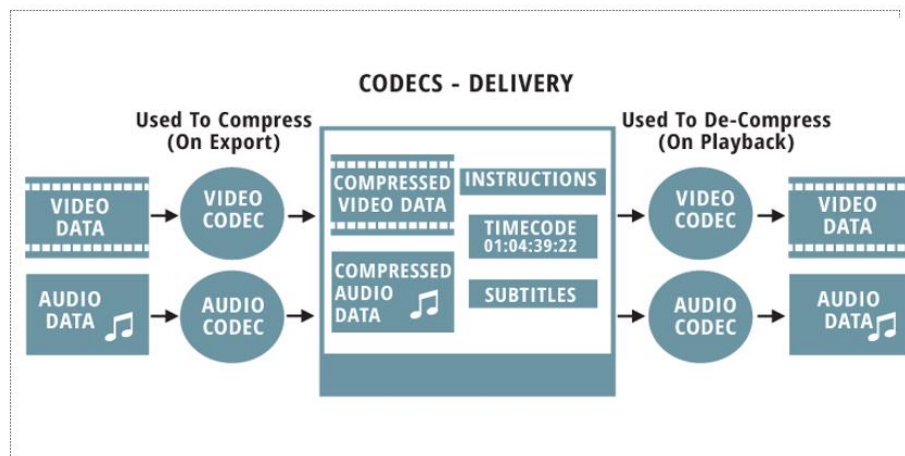
Як працює відео кодек розділення на блоки



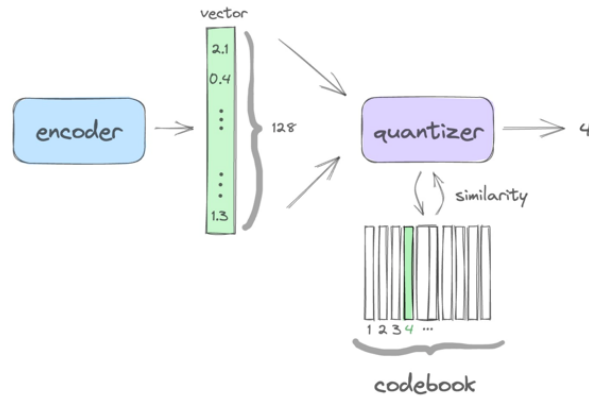
Міжкадрове передбачення



Перетворення залишкових даних



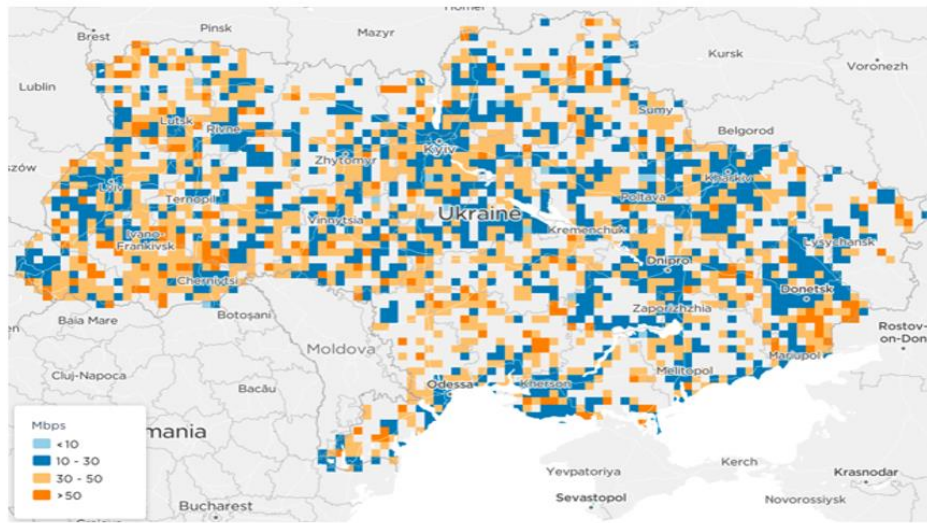
Квантування



Власна модель доступу до відеоконтенту

- 1. Підготовка відеоконтенту
 - Отримання вихідного відео з оригінальним дозволом і якістю.
 - Перевірка відео на наявність артефактів чи пошкоджень, які можуть вплинути на якість стиснення та відтворення.
- 2. Вибір параметрів кодування:
 - Визначення оптимального розміру макроблоків для ефективного стиснення.
 - Встановлення параметрів для максимального зменшення обсягу даних.
 - Вибір квантувального кроку (Q) для балансу між стисненням і якістю.
- 3. Процес кодування відео:
 - Розбиття відео на макроблоки і застосування до кожного блоку.
 - Застосування квантування до коефіцієнтів для зменшення обсягу даних.
 - Використання кодування ентропії для подальшого стиснення даних.
- 4. Оптимізація потокового передавання:
 - Вибір оптимального методу передачі даних залежно від мережних умов наприклад, використання RTP/RTSP для реального часу.
 - Налаштування буферизації для запобігання затримкам і забезпечення плавного відтворення відео.
 - Використання алгоритмів корекції помилок для забезпечення надійності передачі даних.
- 5. Відтворення відеоконтенту:
 - Декодування отриманого відеопотоку на стороні клієнта.
 - Адаптивне регулювання якості відео залежно від поточної пропускної здатності мережі.
 - Використання алгоритмів покращення якості зображення для зменшення артефактів, викликаних стисненням.

Умови праці моделі



Вже існуючі моделі доступу до відеоконтенту



NETFLIX



MEGOGO