

ДОДАТОК А СЛАЙДИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ

Харківський національний університет радіоелектроніки
Кафедра ІМІ

Магістерська кваліфікаційна робота
на тему

Використання систем автономних смарт-агентів у процесі кодування відеоінформації у реальному часі

Виконав: Бойчку М.І.
Керівник: доц. Харченко Н.А.

Харків - 2021

2

МЕТА РОБОТИ

Дослідження принципів застосування схеми на базі смарт-агентів для обробки відеоданих.

ЗАВДАННЯ, ЯКІ НЕОБХІДНО ВИРІШИТИ

1. Виконати аналіз особливостей розвитку сервісів на базі інфокомунікаційних мереж
2. Провести аналіз особливостей обробки даних на кінцевих вузлах
3. Розглянути існуючі підходи до кодування відео на рівні представлення
4. Дослідити процес кодування відеоінформаційних потоків на базі використання системи автономних смарт-агентів

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ МЕРЕЖЕВИХ СЕРВІСІВ

3



Рисунок 1 – Ключові чинники, що впливають на існуючі особливості розвитку мережесервісів

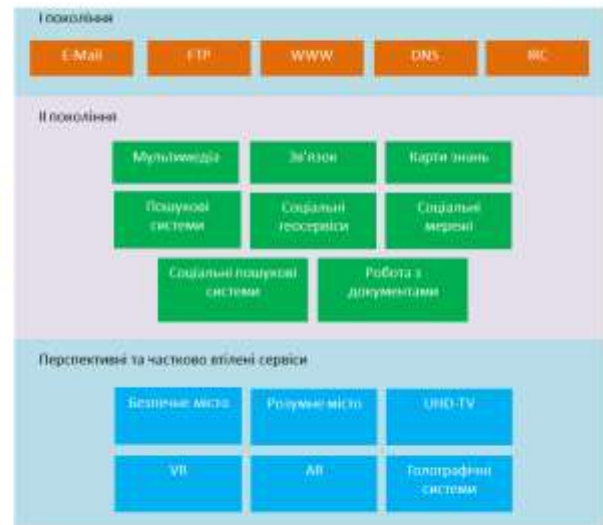


Рисунок 2 – Ієрархія мережесервісів

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ МЕРЕЖЕВИХ СЕРВІСІВ

4

Таблиця 1 – Рік впровадження та поточна аудиторія деяких мережесервісів

Сервіс	Рік впровадження	Кількість користувачів, млн.
Відеосервіси		
YouTube	2005	2000
Vimeo	2004	25
Megogo	2011	55
Соціальні мережі		
Facebook	2004	2000
Instagram	2010	750-800
Vk	2006	300
Сервіси зв'язку		
Skype	2003	1100
Telegram	2013	650
Ekiga	2006	80
Signet	2005	40
Сервіси створення та редагування документів		
GoogleDocs	2006	130
Zimbra	2004	30



Рисунок 3 – Приклад взаємної інтеграції сервісів

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ МЕРЕЖЕВИХ СЕРВІСІВ

Прогноз Cisco VNI Forecast

5

- зростання відсотку відео до 82,5% у загальносвітовому об'ємі трафіку;
- зниження відсоткової долі відео формату SD у 5,5 разів;
- збільшення відсотку UHD-відео у 5-6 разів

ОБРОБКА ВІДЕОДАНИХ НА РІВНІ КІНЦЕВОГО ВУЗЛА

6

Загальні вимоги до даних

- достовірність;
- цілісність;
- оперативність.

Таблиця 2 – Вимоги QoS для деяких типів трафіку.

Тип трафіку	Відсоток втрати пакетів	Джиттер	Затримка доставки пакетів
Відео (інтерактивне)	не більше, ніж 1%	не більше, ніж 30 мсек	не більше, ніж 150 мсек
Потокове відео	не більше, ніж 2%	не встановлено	4-5 сек
Зв'язок VoIP	не більше, ніж 0,25%	не більше, ніж 10 мсек	не більше, ніж 150 мсек
Передавання файлів, доступ до БД	визначається типом додатку		
AR/VR	чітко не регламентовано		
Інтерактивне управління	мінімально можливі значення		

ОБРОБКА ВІДЕОДАНИХ НА РІВНІ КІНЦЕВОГО ВУЗЛА

7

Час обробки пакетів на кінцевому вузлі:

$$T_{\text{proc}} = T_{\text{cc}} + T_{\text{df}} + T_{\text{dq}} + T_{\text{ac}} + T_{\text{vc}} \quad (1)$$

де T_{cc} - затримка, яка вноситься у ході процедури каналного кодування;

T_{df} - затримка на пакетування даних;

T_{dq} - час, необхідний для формування масиву даних для відправки;

T_{ac} - затримка, що вноситься під час процедури стиснення аудіоданих;

T_{vc} - час, що витрачається на стиснення даних відео.

Час обробки пакетів на кінцевому вузлі для випадку застосування систем кіберзахисту, а також присутності стеганографічних каналів:

$$T_{\text{proc}} = T_{\text{cc}} + T_{\text{df}} + T_{\text{dq}} + T_{\text{ac}} + T_{\text{vc}} + T_{\text{scs}} + T_{\text{stc}} \quad (2)$$

де T_{scs} - величина затримки, яка вноситься при обробці системами кіберзахисту масиву пакетів даних;

T_{stc} - час, що додається до загальної затримки у випадку використання систем маскування та демаскування даних.



Рисунок 4 – Базові фактори, що впливають на сумарну затримку, яка вноситься на кінцевому вузлі

ОБРОБКА ВІДЕОДАНИХ НА РІВНІ КІНЦЕВОГО ВУЗЛА

8

Підсумковий вираз для опису затримки на випадок багатомірного інформаційного потоку:

$$T_{\text{proc}} = T_{\text{co}} + T_{\text{df}} + T_{\text{dq}} + T_{\text{ac}} + T_{\text{vc}} + T_{\text{scs}} + T_{\text{stc}} + T_{\text{mla}} \quad (3)$$

де T_{mla} - затримка, що вноситься у процесі аналізу багатомірного інформаційного потоку з наступним його прийманням.

Таблиця 3 – Рекомендовані показники інтенсивності В деяких типів трафіку

Тип трафіку		Рекомендована інтенсивність
Відео	UHD (4K)	70-75 Мбіт/с
	FullHD (2K)	2 Мбіт/с
	HD-ready (2K)	1,5 Мбіт/с
Аудіо VoIP	G.711	192-256 Кбіт/с
	G.729	128 Кбіт/с
Передавання файлів		Визначається типом додатку
Текстові повідомлення		Залежить від категорії додатку

Шляхи зменшення навантаження на кінцевий вузол:

- скорочення бітсової швидкості трафіку відеоданих;
- застосування більш продуктивних алгоритмів обробки;
- збільшення обчислювальних можливостей кінцевих пристроїв.

Обмеженість підходу, що базується на підвищенні обчислювальної потужності кінцевих вузлів:

- вартість нового модельного ряду, що має потужність на 5-10% вищу, ніж у попереднього, буде на 150-200% вищою, ніж у попередній моделі; це обмежить їх широкі застосування протягом деякого часу;
- підвищення потужності процесорів мобільних пристроїв лімітоване зростанням тепловідведення та необхідністю його компенсації;
- ріст продуктивності процесорів мобільних пристроїв приводить до зростання енергоспоживання та необхідності впровадження більш досконалих акумуляторних батарей підвищеної ємності.

ПРОБЛЕМАТИКА ТРАДИЦІЙНОГО ПІДХОДУ ДО КОДУВАННЯ ВІДЕО У СХЕМІ MPEG

9

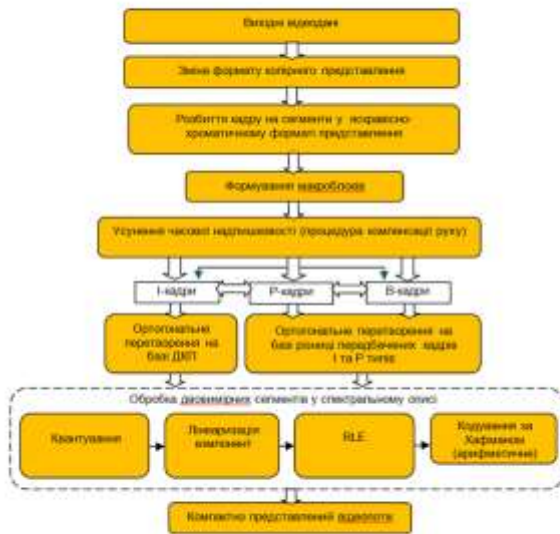


Рисунок 5 – Загальна схема MPEG-кодування відео

Умови ефективного кодування відеоданих на рівні вузла

$$\begin{cases} R \leq P \\ \Theta \leq \Theta' \end{cases} \quad (4)$$

де Θ та Θ' – необхідний та фактичний рівні якості відновлених даних

Загальна проблематика існуючого порядку обробки відеоданих у схемі MPEG

- попереднє налаштування кодеку сприяє нераціональному розподілу бітрової швидкості усередині кадру;
- ріст просторової роздільної здатності кадру суттєво збільшує навантаження на кінцевий пристрій у ході обробки

ПРОБЛЕМАТИКА ТРАДИЦІЙНОГО ПІДХОДУ ДО КОДУВАННЯ ВІДЕО У СХЕМІ MPEG

10

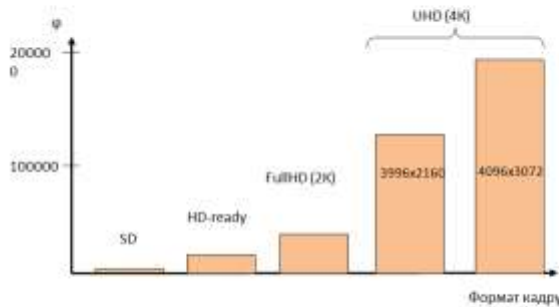


Рисунок 6 – Порівняння кількості сегментів 8x8 для кадрів різної просторової роздільної здатності

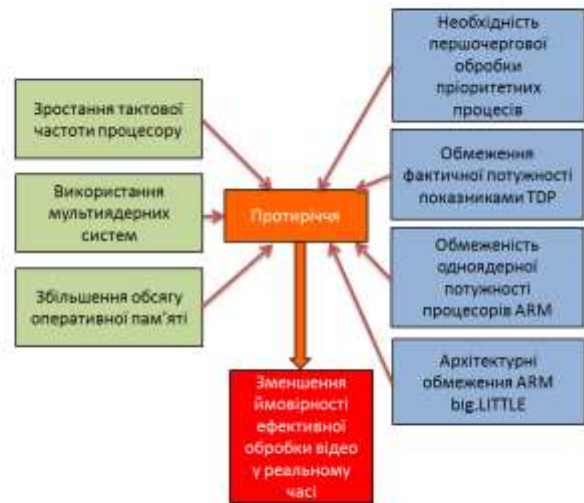


Рисунок 7 – Проблематика обробки відеоданих на рівні джерела для мобільних терміналів

ЗАСТОСУВАННЯ СХЕМИ НА ОСНОВІ СМАРТ-АГЕНТІВ У БАЗИСІ MPEG

11

Загальна вимога до оперативності обробки даних на рівні кінцевого вузла

Час обробки має бути мінімально можливим:

$$T_{\text{proc}} \rightarrow 0 \quad (5)$$

Основні властивості ССА:

- **автономність** – агенти, хоча б частково, незалежні між собою;
- **децентралізація** – відсутність загального керуючого агента, який задає роботу усієї ССА;
- **обмеженість представлення** – жоден з агентів «не уявляє» ісієї структури системи, або система є досить складною, щоб «знання» про неї мало практичне значення для агента.
- **самоорганізація** – агенти виконують завдання пошуку оптимальних рішень без зовнішнього втручання;
- **гнучкість** – система може бути доповнена або модифікована без зміни її структури.

Переваги використання ССА у ході кодування відео:

- суттєве зменшення часу на виконання обчислювальних дій за рахунок делегування функцій кожного з технологічних етапів окремим агентам;
- вищі, у порівнянні з традиційним підходом, показники якості результату виконання процесу обчислення.

ЗАСТОСУВАННЯ СХЕМИ НА ОСНОВІ СМАРТ-АГЕНТІВ У БАЗИСІ MPEG

12

Множина інтелектуальних обчислювальних модулів:

$$M = \{\mu_{\text{cscb}}, \mu_{\text{cst}}, \mu_{\text{q}}, \mu_{\text{code}}, \nu_{\text{gr}}, \nu_{\text{mc}}\}, \quad (6)$$

де μ_{cscb} – модуль, що відповідає за етап вибору та зміни схеми колірного представлення;

μ_{cst} – модуль керування етапом вибору моделі колірної субдискретизації;

μ_{q} – модуль, що керує процесом трансформування сегментів з просторового до спектрального простору спису;

μ_{code} – модуль управління етапом квантизації;

ν_{gr} – модуль етапу кодування без втрат;

ν_{mc} – модуль групування;

ν_{ao} – модуль компенсації раку.

Множина оптимальних параметрів кодування для кожного з агентів з урахуванням вимог до якості:

$$\{S^i\} = \varphi(\Theta) = \bigcup_{i=1}^n \bar{S}_i^i, \quad (7)$$

де \bar{S}_i^i – множина опцій кодування, що є оптимальними на певному технологічному етапі (для одного з ІОМ).

Перелік оптимальних опцій для кожного з агентів ССА:

$$\bar{S}_i^i = \psi(\Theta, R; \Theta_{i,t}; R_{i,t}), \quad (8)$$

де $\Theta_{i,t}$ – розрахований підсумковий рівень якості після попереднього кроку обробки;

$R_{i,t}$ – розраховане значення бітової швидкості за результатами виконання $(i-1)$ -го кроку у загальному циклі обробки;

R – необхідний рівень бітової швидкості у поточний момент часу.

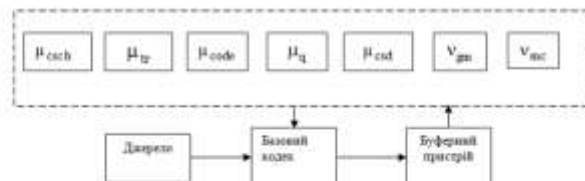


Рисунок 8 – Узагальнена схема обробки відеопотоку на базі ССА.

ЗАСТОСУВАННЯ СХЕМИ НА ОСНОВІ СМАРТ-АГЕНТІВ У БАЗИСІ MPEG



Рисунок 9 – Типова структура IOM

Таблиця 4 – Виявлення характеристик обробленої структурної одиниці потоку за сукупністю часткових ознак

Походження (Q)	«Природна» збірка (N)	Комп'ютерна графіка (G)	Комбінований (K)
Колірна схема (C)	RGB	Відтінок одного каналу (1CH)	Білішма (B)
Складність (D)	Висока (H)	Середня (M)	Низька (L)

ЗАСТОСУВАННЯ СХЕМИ НА ОСНОВІ СМАРТ-АГЕНТІВ У БАЗИСІ MPEG

Таблиця 5 – Множини сукупностей ознак, на базі яких формуються первинні налаштування процесу кодування відеокadre в CSA

Сукупність ознак $\Phi(Q, C, D)$	Пічинні налаштування потоку	
	Формат кольорової субдискретизації (θ)	Величина кроку квантування ($\lambda = \lfloor 12 \rfloor$)
(N)RGB(H)	4:4:4-4:2:2	1-2
(N)RGB(M)	4:2:2	2
(N)RGB(L)	4:2:1-4:2:0	2-4
(N)1CH(H)	4:1:1	4-5
(N)1CH(M)	4:1:1	5-6
(N)1CH(L)	4:1:1	6-8
(N)VB(H)	4:0:0 (канал відривості)	6-8
(N)VB(M)	4:0:0 (канал відривості)	6-8
(N)VB(L)	4:0:0 (канал відривості)	8-10
(G)RGB(H)	4:2:2	2-3
(G)RGB(M)	4:1:1	2-4
(G)RGB(L)	4:1:1	4-5
(G)1CH(H)	4:1:0	6-8
(G)1CH(M)	4:1:0	8-10
(G)1CH(L)	4:1:0	10-12
(G)VB(H)	4:0:0 (канал відривості)	6-8
(G)VB(M)	4:0:0 (канал відривості)	8-10
(G)VB(L)	4:0:0 (канал відривості)	11-12
(K)RGB(H)	4:2:2	2
(K)RGB(M)	4:2:1-4:2:0	2-3
(K)1CH(H)	4:1:1	5-6
(K)1CH(M)	4:1:1	6-8
(K)1CH(L)	4:1:1	8
(K)VB(H)	4:0:0 (канал відривості)	8
(K)VB(M)	4:0:0 (канал відривості)	8
(K)VB(L)	4:0:0 (канал відривості)	8-10

Принцип вибору моделі в колірній субдискретизації та кроку квантування за отриманою ознаковою комбінацією:

$$\Phi(Q, C, D) \rightarrow (\theta, \lambda) | (R, \Theta) \rightarrow \text{suitable} \quad (9)$$

Повна технологічна модель обробки:

$$\Xi = \varphi(\Phi(Q, C, D); \theta, \lambda; \gamma; \sigma(\tau, \Omega); R; \Theta) | (R, \Theta) \rightarrow \text{suitable} \quad (10)$$

Теоретично можливий обсяг технологічних моделей:

$$Z \geq \alpha^v \quad (11)$$

де v - мінімальна кількість значень, які може приймати один з параметрів, що належать технологічній моделі.

Часткова модель обробки для окремого агента:

$$\Xi = \bigcup_{j=1}^n \mu_j(\epsilon_j) \quad (12)$$

де $j = \overline{1, n}$ - визначені діапазон градаций параметру ϵ_j смарт-модулю μ_j .

ЗАСТОСУВАННЯ СХЕМИ НА ОСНОВІ СМАРТ-АГЕНТІВ У БАЗИСІ MPEG

15

Загальний принцип навчання ССА

$$R, \Theta \rightarrow \text{suitable} \quad (13)$$

Перелік субетапів у ході навчання навчання ССА під час формування попередньої стратегії:

- виявлення сукупності ознак $\Phi(Q, C, D)$ структурної одиниці відео потоку, на рівні якої виконується обробка;
- обчислення ймовірно необхідного часу τ для кодування за умов, що доступно у поточний момент Ω ресурсів системи;
- вибір основних налаштувань кодування;
- кодування структурної одиниці відеопотоку, використовуючи первинні параметри θ та λ ;
- розрахунок величин R_i та Θ_i , отриманих після кодування сегменту;
- внесення використаних величин λ , θ (та інших за наявності) разом з параметрами τ та Ω і величинами R_i та Θ_i , отриманими тут, до статистичного модулю;
- розрахунок величини розподілення одержаних значень R_i та Θ_i від їхніх оптимальних значень у відповідності до критерію бінімальності, який задається співвідношенням:

$$\begin{cases} R_i \rightarrow \min; \\ \Theta_i \rightarrow \min; \end{cases} \quad (14)$$

- корегування опцій обробки беручи до уваги факт присутності, та існуючий характер розбіжності величин R_i та Θ_i з оптимальними значеннями;
- корекція локальної технологічної моделі (фіксація змінених величин опцій обробки).

ЗАСТОСУВАННЯ СХЕМИ НА ОСНОВІ СМАРТ-АГЕНТІВ У БАЗИСІ MPEG

16

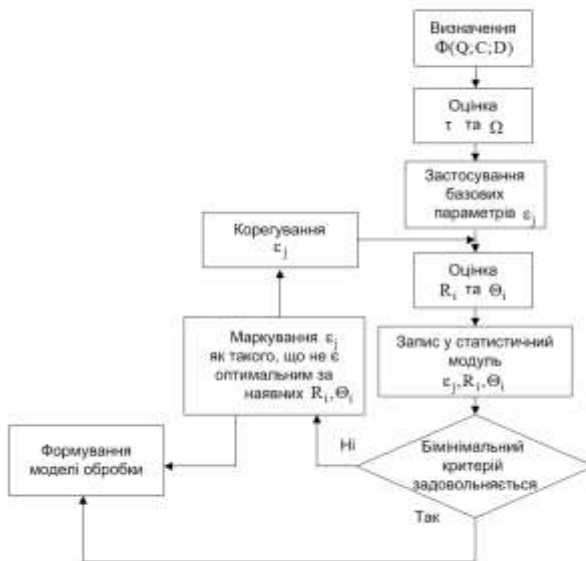


Рисунок 10 – Схема побудови локальної технологічної моделі ССА

Перелік дій ССА за умови функціонування у базовому режимі:

- розрахунок значень Q, C, D, τ і Ω ;
- застосування тієї чи іншої локальної моделі Ξ обробки (ϵ_j у локальних моделях) серед утвореної сукупності (тут $\Xi = \psi(Q, C, D, \tau, \Omega)$);
- розрахунок ступеня розбіжності одержаних значень R_i і Θ_i з оптимальним за критерієм (4.11).

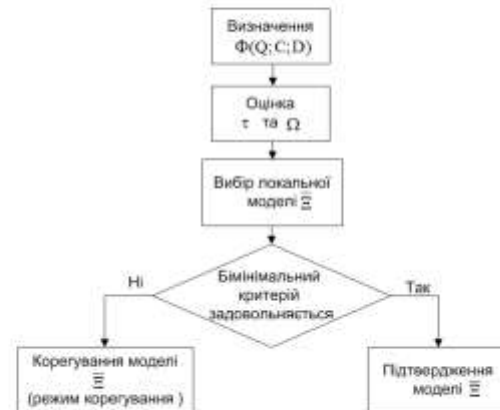


Рисунок 11 – Схема роботи ССА у базовому режимі

1. Виконано загальну оцінку вектору та особливостей процесів розвитку і удосконалення поширених зараз сервісів, що надаються з використанням інфокомунікаційних технологій та мереж. За результатами цієї оцінки може бути зазначено, що на сьогодні має місце постійне розширення обсягу платформ надання сервісів на базі мережі та моносервісів, суттєво збільшуються аудиторії їхніх користувачів, як постійних, так і потенційних.
2. Виконано аналіз операцій, які беруть участь у процесі кодування відеоінформації на рівні кінцевих вузлів.
3. Досліджено принципи побудови та функціонування технологій кодування відеоінформації у рамках поширеного та традиційного сьогодні підходу, що базується на конверсійній монолітній схемі обробки з використанням стандартів сімейства MPEG.
4. Досліджено підхід до побудови технологічного циклу кодування відео, що базується на використанні системи смарт-агентів у ході обробки відеоінформації на засадах MPEG.

За результатами виконаних досліджень архітектурних особливостей, а також принципів роботи системи смарт-агентів, виявлено, що використання СА у процесі кодування відео на засадах MPEG забезпечує:

- потенційну можливість до суттєвого скорочення обчислювального навантаження, що здійснюється у ході обробки відео на клієнтських терміналі;
- можливість виконувати пошук опцій кодування, що можуть вважатися оптимальними, керуючись бімінімальним критерієм;
- підвищити швидкодію базового кодеку.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

ДОДАТОК Б
ПУБЛІКАЦІЇ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

SCI-CONF.COM.UA

**MODERN SCIENCE:
INNOVATIONS AND
PROSPECTS**



**ABSTRACTS OF II INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
NOVEMBER 7-9, 2021**

**STOCKHOLM
2021**

MODERN SCIENCE: INNOVATIONS AND PROSPECTS

Proceedings of II International Scientific and Practical Conference
Stockholm, Sweden
7-9 November 2021

Stockholm, Sweden

2021

UDC 001.1

The 2nd International scientific and practical conference “Modern science: innovations and prospects” (November 7-9, 2021) SSPG Publish, Stockholm, Sweden. 2021. 804 p.

ISBN 978-91-87224-02-7

The recommended citation for this publication is:

Ivanov I. Analysis of the phaumistic composition of Ukraine // Modern science: innovations and prospects. Proceedings of the 2nd International scientific and practical conference. SSPG Publish. Stockholm, Sweden. 2021. Pp. 21-27. URL: <https://sci-conf.com.ua/ii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-modern-science-innovations-and-prospects-7-9-noyabrya-2021-goda-stokholm-shvetsiya-arhiv/>.

Editor

Komarytskyy M.L.

Ph.D. in Economics, Associate Professor

Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine, Russia and from neighbouring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

e-mail: sweden@sci-conf.com.ua

homepage: <https://sci-conf.com.ua>

©2021 Scientific Publishing Center “Sci-conf.com.ua” ®

©2021 SSPG Publish ®

©2021 Authors of the articles

51. *Полянський О. С., Д'яконов В. І., Д'яконов О. В., Насальський В. А., Піріжок В. С.* 286
 ПЕРЕРОБКА ВІДХОДІВ МЕБЛЕВИХ ВИРОБНИЦТВ В
 ГЕНЕРАТОРНИЙ ГАЗ ГАЗОГЕНЕРАТОРНИХ ДВИГУНІВ З
 ВИКОРИСТАННЯ НВЧ-ТЕХНОЛОГІЙ.
52. *Скрыпник В. С., Журавлев Д. Ю., Андрейчиков Е. Ю., Болонный В. Т.* 292
 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛООБМЕНА В ПАРАХ ТРЕНИЯ ТОРМОЗОВ.
53. *Сорокіна А. П., Бабич М. І.* 302
 ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗУВАННЯ СПОРТИВНИХ
 РЕЗУЛЬТАТІВ СПОРТСМЕНІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ
 РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ ЗБІРНОЇ.
54. *Стефанович І. С., Стефанович П. І., Прокопенко І. О.* 306
 ЯДЕРНИЙ ВИБУХ ТА ЙОГО ВРАЖАЮЧІ ФАКТОРИ.
55. *Твердохліб В. В., Харченко Н. А., Калініченко В. М., Галушка С. В., Дяченко Д. А.* 313
 ШЛЯХИ ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ
 КОДУВАННЯ ВІДЕОІНФОРМАЦІЇ.
56. *Твердохліб В. В., Юрченко В. Р., Ольховський В. І., Дяченко Д. А.* 317
 АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ БАЛАНСУВАННЯ БІТОВОЇ ШВИДКОСТІ
 ВІДЕО ТРАФІКУ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ.
57. *Фіалко Н. М., Дінжос Р. В., Прокопов В. Г., Меранова Н. О.* 323
 ЗАЛЕЖНІСТЬ ГУСТИНИ НАНОКОМПОЗИТІВ ВІД ВЕЛИЧИНИ
 ПЕРЕГРІВУ РОЗПЛАВУ ПОЛІМЕРУ.
58. *Харченко Н. А., Бойчук М. І., Дяченко Д. А.* 328
 ПІДХІД ДО ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ
 МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ТРАФІКУ.
59. *Чупайленко О. А., Ломова К. В., Журавель Н. В.* 331
 ПРОПУСКНА ЗДАТНІСТЬ АВТОМОБІЛЬНИХ МІЖНАРОДНИХ
 ТРАНСПОРТНИХ КОРИДОРІВ.
60. *Штрибець В. В., Трофименко А. О., Бойко С. О., Ткаченко В. В.* 335
 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ДЕФЕКТІВ ПІДШИПНИКІВ
 СУДНОВИХ ВАЛОПРОВОДІВ.

PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES

61. *Піна К. Е., Лыстопадова В. В.* 340
 UNSOLVABLE MATHEMATICAL PROBLEMS AND THEIR IMPACT
 ON STUDENTS.

ARCHITECTURE

62. *Тіхонова О. А.* 343
 АСПЕКТИ GREEN BIM-МОДЕЛЮВАННЯ В АРХІТЕКТУРІ.
63. *Фостащенко О. М., Архіпова К. К., Фостащенко Д. О., Трушина В. С., Захарова С. О.* 348
 ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ РЕНОВАЦІЇ ПАРКІВ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ.

ПІДХІД ДО ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ТРАФІКУ

Харченко Наталія Андріївна

к.т.н., доц.

Бойчук Микита Іванович

студент

Дяченко Денис Андрійович

студент

Харківський національний університет радіоелектроніки
м. Харків, Україна

Вступ. Однією з найбільш характерних рис процесу розвитку інформаційно-комунікаційних систем сьогодні є з одного боку, стійке зростання частки мультимедійного трафіку у загальносвітовому масштабі. При цьому, домінуюча роль серед даних мультимедіа належить відеоінформації. З іншого боку, спостерігається тенденція щодо збільшення роздільної здатності відеокадрів, що породжує ріст як бітових швидкостей окремих потоків, так і обчислювального навантаження на клієнтські термінали у ході обробки відеоданих. Проте у таких умовах для значного відсотку кінцевих пристроїв загального використання можливість обробки відеотрафіку UHD у реальному часі не гарантується. Таким чином, актуальними є питання збільшення продуктивності процесів обробки відеоінформації в існуючому технологічному базисі.

Мета роботи. Дослідження загальних напрямків збільшення продуктивності процесів обробки відеоінформації на рівні джерела.

Матеріали і методи. Використовуються описи стандартизованих алгоритмів та технологій, що беруть участь у кодуванні відеопотоку. Обґрунтування обмежень щодо існуючого сценарію обробки відео виконується на базі системного підходу, ґрунтуючись на теоретичному інструментарію аналізу складних систем. Синтез підходу щодо удосконалення сценарію обробки відеоінформації на положеннях теорії інформації та кодування.

Незалежно від архітектури CPU, на базі якого виконується кодування відео, для забезпечення даного технологічного процесу динамічно виділяється деякий обсяг $Q = \{C; M\}$ ресурсів, де C - деякий відсоток процесорної потужності, M - виділений обсяг пам'яті. Процес перетворення відеоінформації у базисі MPEG являє собою послідовність технологічних етапів. Вихідними даними для n -го етапу є дані, отримані на $(n-1)$ -му етапі. У таких умовах пропонується замість стандартизованого монолітного сценарію відеокодування сценарій, у рамках якого кожен етап технологічних перетворень виконується, орієнтуючись на деякі значення бітової швидкості $r(n)$ та рівня $d(n)$ помилки, що вважаються оптимальними для n -го етапу перетворень. Тобто, кожен технологічний етап розглядається як smart-агент, що виконує обробку відеопотоку відповідно до наступного принципу:

$$d(n), r(n) = f(\xi(n-1), \theta(n)) \rightarrow \text{optimal} , \quad (1)$$

де $\xi(n-1)$ - дані, що отримує n -й агент від попереднього етапу (агенту) обробки; $\theta(n)$ - один або декілька параметрів кодування, які може бути застосовано агентом для того, щоб забезпечити умови для кодування відео з оптимальними параметрами. У свою чергу, виявлення ймовірних оптимальних параметрів для кожного окремого етапу потребує попереднього визначення належності оброблюваного кадру, (чи окремих фрагментів) до одного з типів за показниками насиченості S (насичені, середньо- та ненасичені) та походження G (комп'ютерна графіка, природного чи комбінованого характеру). Для цього у режимі навчання виконується обробка певної кількості різнорідних відео фрагментів. При цьому, для усіх можливих комбінацій S та G на етапі навчання системи формуються множини:

$$\{n\} = (n_1, n_2 \dots n_i \dots n_R) \quad (2)$$

умовно-оптимальних параметрів обробки, що потенційно здатні забезпечити оптимальні параметри кодування для кадру у цілому. Тут R - кількість smart-агентів, задіяних у процесі обробки. У свою чергу, умову оптимальної обробки ілюструє наступний вираз:

$$d(n) \rightarrow \min | p(n) \rightarrow p'(n). \quad (3)$$

де $p'(n)$ - допустимий рівень бігової швидкості, за якого забезпечується трансляція кодованого потоку відповідно до умов QoS.

Після того, як певну кількість множин $\{n\}$, кожна з яких відповідає одній комбінації S та G сформовано, пошук оптимальних опцій кодування на випадок реальних відеопослідовностей може розглядатися як ітераційний процес. При цьому, для того чи іншого smart-агенту початково розглядається множина $\{n\}$ опцій, як оптимальна. Якщо при цьому справедливості умови (3) не забезпечується, виконується пошук прийнятних параметрів за виразом:

$$\{n\} := \{n\} \pm \Delta n, \quad (4)$$

де Δn - крок зміни параметрів кодування для n -го агента. У свою чергу, величина Δn може змінюватися за принципом дихотомії або золотого січення.

Результати та обговорення. Реалізація означеного підходу потенційно дозволяє забезпечити гнучкий розподіл обчислювальних ресурсів Q між усіма агентами, шляхом децентралізації обчислень та виділенню кожному з них деякої частки C_i процесорної потужності та пам'яті M_i . При цьому, підхід орієнтується на досягнення оптимальних параметрів обробки відеоінформації, для чого початково формується загальна модель, як сукупність множин опцій $\{n\}$ кодування відео фрагменту певного типу. Далі загальна модель уточнюється за ітераційним принципом. Простір пошуку рішень для уточнення загальної моделі є локальним, що дозволяє мінімізувати час обробки.

Висновки. Розглянуто загальні напрямки збільшення продуктивності процесів обробки відеоінформації на рівні джерела. Обґрунтовано доцільність розгляду монолітного процесу кодування відео у вигляді окремих технологічних етапів, реалізованих на базі незалежних smart-агентів. У цьому випадку кодер попередньо функціонує у режимі навчання для визначення потенційно прийнятних параметрів кодування для відеофрагментів залежно від їхніх характеристик.

$$d(n) \rightarrow \min | p(n) \rightarrow p'(n). \quad (3)$$

де $p'(n)$ - допустимий рівень бігової швидкості, за якого забезпечується трансляція кодованого потоку відповідно до умов QoS.

Після того, як певну кількість множин $\{n\}$, кожна з яких відповідає одній комбінації S та G сформовано, пошук оптимальних опцій кодування на випадок реальних відеопослідовностей може розглядатися як ітераційний процес. При цьому, для того чи іншого smart-агенту початково розглядається множина $\{n\}$ опцій, як оптимальна. Якщо при цьому справедливість умови (3) не забезпечується, виконується пошук прийнятних параметрів за виразом:

$$\{n\} := \{n\} \pm \Delta n, \quad (4)$$

де Δn - крок зміни параметрів кодування для n -го агента. У свою чергу, величина Δn може змінюватися за принципом дихотомії або золотого січення.

Результати та обговорення. Реалізація означеного підходу потенційно дозволяє забезпечити гнучкий розподіл обчислювальних ресурсів Q між усіма агентами, шляхом децентралізації обчислень та виділенню кожному з них деякої частки C_i процесорної потужності та пам'яті M_i . При цьому, підхід орієнтується на досягнення оптимальних параметрів обробки відеоінформації, для чого початково формується загальна модель, як сукупність множин опцій $\{n\}$ кодування відео фрагменту певного типу. Далі загальна модель уточнюється за ітераційним принципом. Простір пошуку рішень для уточнення загальної моделі є локальним, що дозволяє мінімізувати час обробки.

Висновки. Розглянуто загальні напрямки збільшення продуктивності процесів обробки відеоінформації на рівні джерела. Обґрунтовано доцільність розгляду монолітного процесу кодування відео у вигляді окремих технологічних етапів, реалізованих на базі незалежних smart-агентів. У цьому випадку кодер попередньо функціонує у режимі навчання для визначення потенційно прийнятних параметрів кодування для відеофрагментів залежно від їхніх характеристик.

