

Використання хмарних технологій усуває необхідність інвестицій у фізичну інфраструктуру та її обслуговування. Це дозволяє компаніям сконцентруватися на розробці продукту, а не на утриманні власних серверів.

Хмарні провайдери пропонують широкий спектр додаткових сервісів, таких як системи аналітики, штучний інтелект, бази даних, що дозволяє інтегрувати нові можливості у продукти без необхідності розробки з нуля.

Хмарні платформи, такі як Xbox Cloud Gaming та NVIDIA GeForce Now, дозволяють користувачам грати в ігри, не встановлюючи їх на локальні пристрої. Аналогічно, медіасервіси, як Netflix чи Spotify, надають відео та аудіоконтент у реальному часі з високою якістю завдяки використанню хмарних рішень.

Незважаючи на значні переваги, використання хмарних технологій також супроводжується певними викликами:

- залежність від стабільного Інтернет-з'єднання;
- питання конфіденційності даних, особливо враховуючи різні юрисдикції та міжнародні норми зберігання інформації;
- потенційні високі витрати на тривале зберігання великих обсягів даних у хмарі.

Отже, хмарні технології є вирішальним компонентом сучасної ігрової та мультимедійної індустрії, забезпечуючи масштабованість, глобальну доступність, безпеку та зниження витрат. Хоча існують певні виклики, їх вплив зменшується завдяки постійному розвитку технологій. Хмарні рішення продовжують вдосконалювати користувацький досвід, забезпечуючи швидкий та надійний доступ до мультимедійного контенту та ігор.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Cloud Control Systems. Elsevier, 2020. Дата звернення: 9 верес. 2024. [Онлайн]. Доступно: <https://doi.org/10.1016/c2018-0-04413-8>
2. Systems Performance: Enterprise and the Cloud. Prentice-Hall, 2013.

УДК 615.47

МОЖЛИВОСТІ ВІРТУАЛЬНОЇ СТЕРЕОЕНДОСКОПІЇ

НОСОВА Я.В., АВРУНІН О.О., СОКОЛЬЦОВ А.О., ГАЛУШКО Д.Є.
(yana.nosova@nure.ua)

Харківський національний університет радіоелектроніки

Сучасна ендоскопія є важливим методом для діагностики та лікування внутрішніх патологій без великих хірургічних втручань. Віртуальна ендоскопія, заснована на даних КТ і МРТ, дозволяє створювати тривимірні моделі внутрішніх органів для неінвазивного огляду. Основною метою роботи є розробка модуля віртуальної ендоскопії з використанням стереоендоскопії для покращення візуалізації глибини та просторового розрізнення. Проведені дослідження підтвердили переваги стереоскопічного зору для хірургічних процедур, однак вказали на певні технічні та фізичні обмеження.

Сучасна ендоскопія є ключовим методом діагностики та лікування різноманітних патологій. Використання ендоскопічних технік дозволяє не лише візуалізувати внутрішні структури організму, але й здійснювати інтервенції без необхідності великих хірургічних втручань [1].

Віртуальна ендоскопія – це неінвазивний метод медичної візуалізації, що дозволяє оглядати внутрішні органи та структури тіла без використання традиційного ендоскопа. Основні принципи віртуальної ендоскопії базуються на застосуванні комп'ютерної

томографії (КТ) або магнітно-резонансної томографії (МРТ), так як базується на даних, отриманих з КТ або МРТ сканування, спеціальному програмному забезпеченні, що використовує зображення з КТ або МРТ для створення тривимірних моделей внутрішніх органів, віртуальній навігації, що імітує процес традиційної ендоскопії [2].

Віртуальна ендоскопія стає все більш поширеною завдяки своїм численним перевагам, проте вона доповнює, а не замінює традиційні методи ендоскопії [3, 4].

Тому, актуальною задачею є саме розробка модулю для віртуальної ендоскопії в 3D режимі та розрахунок параметрів стереоендоскопу. Метою роботи є розробка модуля віртуальної ендоскопії.

Для вирішення поставленої мети були виконані наступні завдання: провести огляд апаратури та методів сучасної ендоскопії; розробити структурну схему модуля віртуальної ендоскопії; розробити схему метода визначення характеристик стерео-ендоскопів; провести аналіз отриманих даних; сформувані основні медико-технічні вимоги для реалізації систем віртуальної ендоскопії.

Структурна схема модуля віртуальної ендоскопії наведена на рисунку 1. Схема містить ендоскопічні камери, блок освітлення; віртуальні камери, блок управління та збереження даних; інтерфейсний блок; блок обробки даних; блок 3D візуалізації; блок 2D візуалізації; блок візуалізації глибини простору.

Принцип роботи модуля заснований на тому, що можна отримувати дані як безпосередньо з ендоскопу, так і з завантажених відеопотоків, які передаються через віртуальні камери. Камери мають розрізнення не менш, ніж FullHD (2048*1024) елементів зображення.

Схема методу визначення характеристик стерео-ендоскопу містить блоки введення основних характеристик ендоскопу, таких як стереобаза, фокусна відстань об'єктивів, а далі йдуть розрахунки максимальної відстані стерео зору та розрізнення системи.

Проведені дослідження характеризували якісне і достатньо суб'єктивне відчуття покращення візуалізації операційного поля в режимі стереоендоскопії, тому доцільно оцінити саме чисельні характеристики щодо сприйняття простору, які можна отримати з системи ендоскопічних стерео камер.

Стереоскопічний паралакс P розраховується виходячи з формули

$$P = \frac{B \cdot F}{d} \quad (1)$$

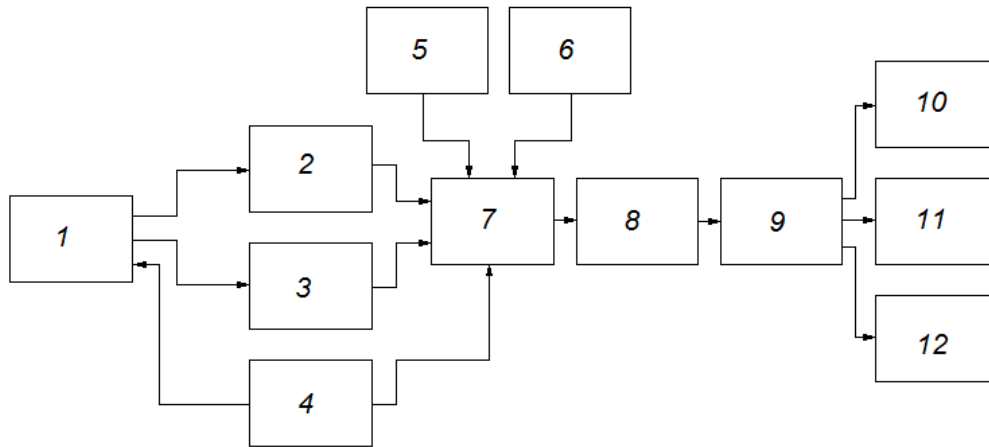
де B – стереобаза; F – фокусна відстань об'єктиву; d – відстань до об'єкту.

Виходячи з цієї формули (1), відстань від об'єкту до об'єктиву буде визначатись як

$$d = \frac{B \cdot F}{P} \quad (2)$$

Фокусна відстань обирається відповідно фокусної відстані стандартного 50 мм об'єктиву. Стереобаза відповідно до діаметру сучасних ендоскопів обирається як 2 та 4 мм.

При візуальному сприйнятті зображення радіус (дистанція) d_0 стереоскопічного зору згідно з формулою (2) за допомогою оптичного пристрою, такого як ендоскоп, приймається з урахуванням визначення мінімального паралакса P_0 як помноження кутового розрізнення ока людини $\delta_0=1'$ на відстань спостереження. При реєстрації зображення цифровими камерами як мінімальний паралакс P_0 обирається розмір елемента сенсора зображення. При використанні сучасних матричних сенсорів зображень з розміром елементів в діапазоні від 1 до 10 мкм та обраних стереобазах, максимальна дистанція стереозору составит декілька десятків метрів, що є більш ніж достатньою для ендоскопічних систем з дистанцією огляду до 10 см.



- 1 - Пацієнт;
- 2 - Ендоскопічна камера 1;
- 3 - Ендоскопічна камера 2;
- 4 - Блок освітлення;
- 5 - Віртуальна камера 1;
- 6 - Віртуальна камера 2;
- 7 - Блок управління та збереження даних;
- 8 - Інтерфейсний блок;
- 9 - Блок обробки даних;
- 10 - Блок 3D візуалізації;
- 11 - Блок 2D візуалізації;
- 12 - Блок візуалізації глибини простору.

Рисунок 1 – Структурна схема модуля віртуальної ендоскопії

Просторове розрізнення вздовж вісі z (яке саме надає стереозор) визначається як мінімальна відстань, для якої сприймається різниця сприйняття об'єкту по глибині за формулою

$$\Delta_z = \frac{L^2 \Delta_d}{F \cdot B} \quad (3)$$

Це демонструє квадратичну залежність розрізнення вздовж вісі z від відстані L до об'єкту в полі спостереження і лінійну від величини стереобазиса B .

Продемонстрований підхід свідчить, що стереоендоскопія покращує стереоскопічне сприйняття глибини, яскравість операційного поля та інтраопераційну візуалізацію [5, 6]. Наведені розрахунки можливо використовувати для оцінки можливостей стереоендоскопічних систем в різних галузях медицини. При цьому можна бачити, що для підвищення просторового розрізнення вздовж вісі z що доцільним є використання максимально можливої стереобазиса. Також точність просторової візуалізації зменшується пропорційно квадрату відстані до об'єктів спостереження, що необхідно враховувати при проектуванні таких систем та оцінки операційного поля. Стереоендоскопічна технологія є корисним доповненням до стандартних методів, особливо для навчання та розуміння анатомії навколоносових пазух і основи черепа. Додаткові дані щодо глибини простору спостереження сприяють більш точному виконанню процедур.

Найбільша перевага стереоендоскопії полягає в кращому розпізнаванні анатомічних деталей та глибини, що є особливо корисним для навчання, виділення топографічних зв'язків з критичними анатомічними структурами навколоносових пазух [1, 2]. Недоліками стереоскопічної візуалізації є необхідність носіння 3D-окулярів, додаткові зусилля при очищенні лінз (при навіть незначному забрудненні однієї з лінз взагалі зникає стереоскопічний ефект), погіршення якості зображення та складності з підключенням обладнання. При цьому можливе збільшення дискомфорту хірургів при використанні 3D-

ендоскопа, деякі з них зазнали побічних ефектів, таких як запаморочення, напруження очей, втома, мігрень та головний біль. Також об'єктив і камера є єдиним цілим, що ускладнює кутову ендоскопію.

Перспективою роботи є розробка тренінгових систем за допомогою створення натурних моделей анатомічних областей за допомогою 3D прототипування по реальним персоніфікованим даним комп'ютерної томографії та використання таких систем у телемедицині для збільшення інформації при огляді на відстані.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. O. G. Avrunin, Y. V. Nosova, I. Y. Abdelhamid, S. V. Pavlov, N. O. Shushliapina, W. Wójcik, and A. Kalizhanova, "Possibilities of automated diagnostics of odontogenic sinusitis according to the computer tomography data," *Sensors*, vol. 21, no. 4, p. 1198, 2021. doi: <https://doi.org/10.3390/s21041198>.
2. O. G. Avrunin, Y. V. Nosova, I. Y. Abdelhamid, S. V. Pavlov, N. O. Shushliapina, et al., "Research Active Posterior Rhinomanometry Tomography Method for Nasal Breathing Determining Violations," *Sensors*, vol. 21, p. 8508, 2021. doi: <https://doi.org/10.3390/s21248508>.
3. O. G. Avrunin, Y. V. Nosova, V. G. Paliy, N. O. Shushlyapina, M. Kalimoldayev, P. Komada, and A. Sagymbekova, "Study of the air flow mode in the nasal cavity during a forced breath," in *Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments*, 2017, vol. 10445, pp. 1054–1059. doi: <https://doi.org/10.1117/12.2280941>.
4. Y. V. Nosova, K. I. Faruk, and O. G. Avrunin, "A tool for researching respiratory and olfaction disorders," *Telecommunications and Radio Engineering (English Translation of Elektrosvyaz and Radiotekhnika)*, vol. 77, no. 15, pp. 1389–1395, 2018. doi: [10.1615/telecomradeng.v77.i15.90](https://doi.org/10.1615/telecomradeng.v77.i15.90).
5. O. G. Avrunin, et al., "Application of 3D printing technologies in building patient-specific training systems for computing planning in rhinology," in *Information Technology in Medical Diagnostics II*, Feb. 2019, pp. 1–8. doi: [10.1201/9780429057618-1](https://doi.org/10.1201/9780429057618-1).
6. O. Avrunin, K. Kolisnyk, Y. Nosova, R. Tomashevskiy, and N. Shushliapina, "Improving the methods for visualization of middle ear pathologies based on telemedicine services in remote treatment," presented at the 2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology, *KhPI Week 2020 - Conference Proceedings*, pp. 347–350, 2020. doi: [10.1109/KhPIWeek51551.2020.9250090](https://doi.org/10.1109/KhPIWeek51551.2020.9250090).

УДК: 004.8

МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ ЗНАЧЕНЬ ПАРАМЕТРІВ ЗА ЇХ ЧАСОВИМИ РЯДАМИ РЕКУРЕНТНОЮ НЕЙРОННОЮ МЕРЕЖЕЮ ІЗ ЗГОРТКОВИМ ШАРОМ

ОВЧАРУК О.М., МАЗУРЕЦЬ О.В., МОЛЧАНОВА М.О., ДІДУР В.О.
(off4aruk@gmail.com, exe.chong@gmail.com, m.o.molchanova@gmail.com,
mamont.m6@gmail.com)

Хмельницький національний університет

Запропоновано метод прогнозування значень параметрів за їх часовими рядами для швидкого прийняття рішень віртуальними ігровими персонажами у комп'ютерних іграх, особливістю якого є аналіз не поточних ігрових показників, а випереджуюче прийняття рішень за заделегідь спрогнозованими ігровими параметрами; ці спрогнозовані ігрові параметри передбачаються на основі попередніх значень, що одержуються в результаті моніторингу попередніх ігрових ситуацій. Запропонований метод прогнозування значень параметрів за їх часовими рядами рекурентною темпоральною нейронною мережею із згортковим шаром дозволяє за вхідними даними у вигляді вибірки залежних від часу значень визначеного параметру протягом досліджуваного періоду одержувати вихідні дані у вигляді