

Аналіз існуючих моделей підтримки наукових досліджень для обробки відеоінформації (огляд)

О.В. Багацький

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, 03187, м. Київ,
проспект Академіка Глушкова, 40, bagatskyu.o.v@gmail.com

O.V. Bahatskyi

ANALYSIS OF EXISTING RESEARCH SUPPORT MODELS FOR VIDEO INFORMATION PROCESSING

Abstract. Nowadays, the use of intelligent video cameras (IVC) or intelligent video systems (IVS) in various fields of science and technology is becoming more and more widespread from household appliances such as TVs, mobile phones to autonomous spacecraft and medical equipment. The use of computer tools in combination with measurement and control technology in medicine has allowed to create new effective tools for providing automated collection of information about the patient's condition, its processing in real time and cataloging of the obtained results. Images in medical information systems occupy a significant volume, which is an important source of data for the diagnosis, evaluation and planning of therapy. Computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI), x-ray, molecular imaging, ultrasound, photoacoustic tomography, X-ray, photoplethysmograms are just a small piece of the areas in which video information processing is used. The volume of medical imaging data can range from several megabytes per study (eg, histological images) to tens of gigabytes per study (eg, thin CT slices that can hold more than 2500 scans). For the storage and processing of such an array of data, specialized systems (hardware and software systems with specialized data processing algorithms) are needed, which allow automation of decision-making processes.

Key words: intelligent video cameras, medical equipment, video information.

Анотація. Використання комп'ютерних засобів у поєднанні з вимірною і керуючою технікою в медицині дозволило створити нові засоби для забезпечення автоматизованого збору інформації про стан хворого, її обробки в реальному масштабі часу і каталогізацію отриманих результатів. Значний обсяг у медичних інформаційних системах займають зображення, які є важливим джерелом даних при діагностиці, оцінюванні і плануванні терапії. Обсяг даних медичних зображень може варіювати від декількох мегабайт до десятків гігабайт на одне дослідження. Для зберігання та обробки такого масиву даних необхідні спеціалізовані системи (апаратно-

програмні комплекси зі спеціалізованими алгоритмами обробки даних), які забезпечують можливість автоматизації процесів прийняття рішень.

Ключові слова: інтелектуальні відеокамери, медичне обладнання, відеоінформація.

Аннотація. Использование компьютерных средств в сочетании с измерительной и управляющей техникой в медицине позволило создать новые средства для обеспечения автоматизированного сбора информации о состоянии больного, ее обработки в реальном масштабе времени и каталогизацию полученных результатов. Значительный объем в медицинских информационных системах занимают изображения, которые являются важным источником. Для хранения и обработки такого массива данных необходимы специализированные системы (аппаратно-программные комплексы со специализированными алгоритмами обработки данных), которые обеспечивают возможность автоматизации процессов принятия решений.

Ключевые слова: интеллектуальные видеокамеры, медицинское оборудование, видеoinформация.

Одним з головних шляхів підвищення ефективності вирішення ряду медичних, соціальних і економічних проблем у медицині є інформатизація роботи медичного персоналу. До таких проблем можна віднести пошук дієвих інструментів, здатних забезпечити підвищення трьох найважливіших показників охорони здоров'я: якості лікування, рівня безпеки пацієнтів, економічної ефективності медичної допомоги. Ключовим напрямом до підвищення цих показників є використання в лікарнях сучасних клінічних інформаційних систем, забезпечених механізмами підтримки прийняття рішень.

Однак, на теперішній час, такі системи не набули широкого розповсюдження, оскільки остаточно не сформульованими є медичні та апаратно-програмні підходи до створення клінічних інформаційних систем та систем підтримки наукових досліджень.

Мета роботи – аналіз існуючих моделей апаратно-програмних комплексів і систем, які

використовують відеоінформацію та можуть бути задіяні для підтримки наукових досліджень у медицині.

В результаті роботи будуть виявлені моделі апаратно-програмних комплексів і систем, що використовують відеоінформацію і які можуть бути використані як прототипи для створення або покращення моделей систем підтримки наукових досліджень у медицині.

У статті розглядаються системи, які допомагають безпосередньо фахівцю, а отже, використання таких систем буде відбуватися на прикладному рівні. Сутність таких систем – отримання та обробка результатів роботи лікарів-фахівців різних медичних напрямків. Такий підхід дозволить підвищити якість та швидкість виконання лабораторно-діагностичної роботи (тести, аналізи тощо), особливо в умовах дефіциту часу кваліфікованих фахівців. Системи можна розділити на:

1) консультативно-діагностичні системи, які застосовуються для діагностики патологічних станів, включаючи прогноз і вироблення рекомендацій щодо способів лікування, при захворюваннях різного профілю. Такі системи є окремим випадком експертних систем (ЕС). Головна частина такої системи – це програмний комплекс, що може проводити аналіз на основі певних вихідних даних і здатний замінювати фахівців вузького профілю у проблемних ситуаціях. Самі системи розглядаються як моделі поведінки експертів, так і як експерти-люди, які в своїй роботі використовують знання. Для ЕС «знання» представлені у вигляді баз знань (формалізованих сукупностей фактів і правил логіки в певних областях), які можна змінювати і доповнювати. Пошук рішення може здійснюватися за допомогою логічних (спрямованими на створення експертних систем з логічними моделями баз знань), математичних (імітаційним і аналітичним) та евристичних (які не мають строгого обґрунтування) методів;

2) автоматизовані робочі місця фахівців (АРМФ) (для автоматизації всього технологічного процесу лікаря-фахівця відповідної спеціальності та забезпечує інформаційну підтримку при прийнятті лікарських рішень). Вони містять широкий набір керуючих, аналітичних, образотворчих та конструкторських засобів, що дозволяють реалізовувати різноманітні методики як клінічного, так і науково-дослідного призначення. Тому робота з АРМФ з повнотою використання наданих можливостей вимагає під-

вищеної професійної кваліфікації і творчого мислення. Водночас після реалізації конкретної методики, вона може бути зафіксована, і подальше її виконання за своєю трудомісткістю і вимогою кваліфікації персоналу не буде істотно відрізнятися від роботи з клінічною системою.

В подальшому будемо розглядати лише АРМФ, які будуть застосовуватись для роботи в умовах безпосереднього контакту з об'єктом дослідження і в реальному режимі часу. Вони являють собою складні програмно-апаратні комплекси. Для роботи АРМФ крім обчислювальної техніки, необхідні спеціальні медичні прилади, обладнання, телетехніка, засоби зв'язку та ін.

Для прикладу АРМФ можуть бути медичні системи моніторингу за станом хворих, наприклад, при проведенні складних операцій; системи комп'ютерного аналізу даних томографії, ультразвукової діагностики, радіографії; системи автоматизованого аналізу даних мікробіологічних і вірусологічних досліджень, аналізу клітин і тканин людини.

У АРМФ можна виділити три основні складові: медичну, апаратну та програмну.

Медичне забезпечення АРМФ включає у себе способи реалізації обраного кола медичних завдань, що вирішуються відповідно до можливостей апаратної і програмної частин системи. До медичного забезпечення відносяться також методики, методи вимірювання та безпосереднє вимірювання фізіологічних параметрів, визначення способів і допустимих меж впливу системи на пацієнта.

Під апаратним забезпеченням розуміють способи реалізації технічної частини системи, що включає засоби отримання медико-біологічної інформації, засоби здійснення лікувальних впливів і засоби обчислювальної техніки.

До програмного забезпечення відносять математичні методи обробки медико-біологічної інформації, методи візуалізації отриманих результатів, алгоритми і власне програми, які реалізують функціонування всієї системи.

Розглянемо спрощені структурні моделі деяких систем, які використовують обробку відеоінформації, і можуть слугувати прототипами для створення моделей наукових досліджень у медицині.

На рис. 1 показана спрощена структурна схема моделі томографа, яка базується на описі з [1].

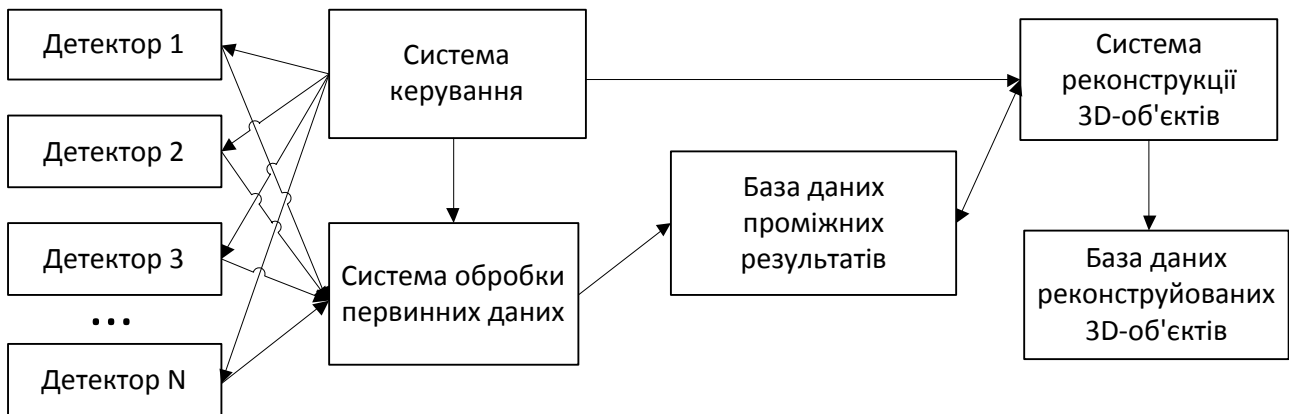


РИС. 1. Спрощена структурна схема моделі томографа

Результат опромінення рентгенівською трубкою фіксується декількома детекторами (Детектор 1, Детектор 2, ..., Детектор N), які по чергово (чергу задає Система керування) опитуються Системою обробки первинних даних. Результати зберігаються у Базу даних проміжних результатів. Цей етап аналогічний отриманню великої кількості рентгенівських знімків у різних проєкціях. Після закінчення процедури опромінення починається створення тривимірної моделі (3D-моделі) Системою реконструкції 3D-об'єктів, яка використовує Базу даних проміжних результатів. Отримана 3D-модель зберігається у Базі даних реконструйованих об'єктів.

На рис. 2 показана спрощена структурна схема моделі рентгенівського апарату, яка базується на описі з [2].

Випромінювання з рентгенівського джерела проходить через органічний об'єкт та потрапляє на Детектор, який передає дані до Системи обробки первинних даних. Отримані результати зберігаються у Базу отриманих результатів.

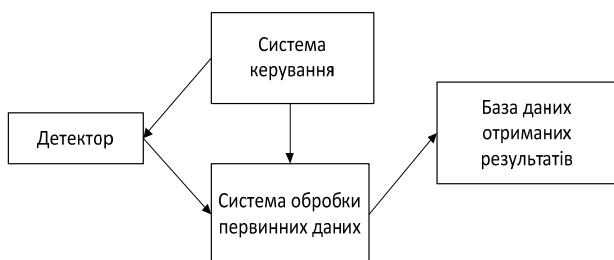


РИС. 2. Спрощена структурна схема рентгенівського апарату

На рис. 3 показана спрощена структурна схема моделі апарату для фотоплетізмограми (метод реєстрації кров'яного потоку з використанням джерела світлового випромінювання), яка базується на описі з [3]. Результати, отримані з датчиків (Оптичний датчик 1, Оптичний датчик 2, ..., Оптичний датчик N), за допомогою Системи керування передаються у Систему обробки первинних даних, яка зберігає результати у Базу даних проміжних результатів.

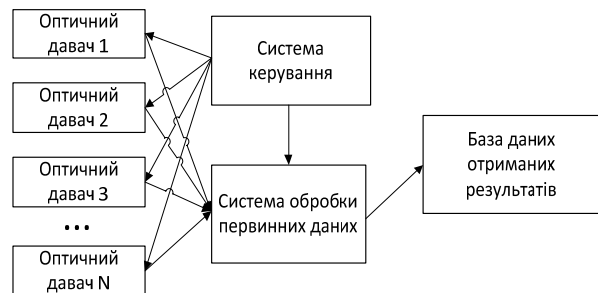


РИС. 3. Спрощена структурна схема апарату для фотоплетізмограми

Доволі перспективним виглядає використання у медицині технологій доповненої реальності (augmented reality, AR) або суміщеної реальності (mixed reality, MR).

Доповнена реальність – це середовище, в якому в реальному часі виконується доповнення реальності віртуальними даними за допомогою спеціалізованих апаратно-програмних комплексів. Типовим прикладом таких комплексів є розробка компанії Google «Google Glass» [4].

Суміщена реальність – це середовище, в якому реальний і віртуальний об'єкти співіснують і взаємодіють у реальному часі. Типовим

прикладом таких комплексів є розробка компанії Microsoft «Microsoft HoloLens» [5].

Використовуючи такі апаратно-програмні комплекси в медицині можливо значно підвищити ефективність лабораторно-діагностичної роботи. На теперішній час, над створенням таких систем працюють фахівці з багатьох країн світу. Так, американська компанія Magic Leap і німецька компанія Brainlab розробляють спеціалізований програмний продукт, який поєднує у собі програмне забезпечення, хмарні обчислення і візуалізацію. Він надає можливість створення повністю симульованого процесу планування і проведення операцій. В подальшому це рішення може використовуватися для радіотерапевтичного кабінету, відділення інтенсивної терапії та рентгенології [6].

Інший проект для візуалізації даних ProjectDR дозволяє відображати медичні зображення (наприклад, результати комп'ютерної томографії або дані МРТ) прямо на тілі пацієнта. Зображення переміщуються по пацієнту завдяки спеціальному програмному забезпеченню, що надає лікарю інформацію щодо стану внутрішньої анатомії пацієнта. Цей проект може використовуватися при хірургічному плануванні, високоточної хірургії, в реабілітації, лапароскопічній хірургії, фізіотерапії, а також у різних напрямках медичної освіти. За допомогою ProjectDR також можна показувати окремі зображення: наприклад, тільки легкі або кровоносні судини, в залежності від того, що саме потрібно лікарю [7].

У Лондоні, в лікарні Св. Марії група дослідників вперше показала, як можна використовувати комплекси MR при відновних операціях на нижніх кінцівках. Згідно результатів з [8], такі технології можуть допомогати лікарям визначити місцезнаходження і відновити ключові кровоносні судини під час реконструктивної хірургії. За допомогою цієї технології хірурги можуть накладати скановані зображення на пацієнта під час операції – так вони бачать кістки, кровоносні судини й інші органи. Технологія потенційно скорочує час, який пацієнт проводить в операційних, і зменшує ймовірність лікарської помилки.

Висновки. У роботі проаналізовано апаратно-програмні комплекси і системи, які використовують обробку відеоінформації. На базі таких систем створено моделі, які в подальшому можуть використовуватися як прототипи для

створення або покращення моделей систем підтримки наукових досліджень у медицині.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Марусина М.Я., Казначеева А.О. Современные виды томографии. СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. 132 с.
2. Кишковский А.Н., Тютин Л.А. Методика и техника электрорентгенографии. М.: Медицина, 1982. 208 с.
3. Sun Y, Papin C, Azorin-Peris V, Kalawsky R, Greenwald S, Hu S. Use of ambient light in remote photoplethysmographic systems: comparison between a high-performance camera and a low-cost webcam. J Biomed Opt. 2012;17(3):037005.
4. Glass [Електронний ресурс] <https://www.google.com/glass/start/>
5. Microsoft HoloLens [Електронний ресурс] <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>
6. Brainlab and Magic Leap Partner in Digital Surgery [Електронний ресурс] <https://www.brainlab.com/press-releases/brainlab-and-magic-leap-partner-in-digital-surgery>
7. Augmented reality system lets doctors see under patients' skin without the scalpel [Електронний ресурс] <https://www.ualberta.ca/science/science-news/2018/january/augmented-reality-tech-see-under-skin-without-scalpel>
8. Surgeons use Microsoft HoloLens to 'see inside' patients before they operate on them [Електронний ресурс] <https://news.microsoft.com/en-gb/2018/02/08/surgeons-use-microsoft-hololens-to-see-inside-patients-before-they-operate-on-them/>

REFERENCES

1. Marusina M.Ya., Kaznacheeva A.O. Modern types of tomography. M.Ya. Marusina, A.O. Kaznacheeva, St. Petersburg: St. Petersburg State University ITMO, 2006. 132 p.
2. Kishkovsky A.N., Tyutin L.A. Technique and technique of X-ray diffraction. Kishkovsky A.N., Tyutin L.A., M.: Medicine, 1982. 208 p.
3. Sun Y, Papin C, Azorin-Peris V, Kalawsky R, Greenwald S, Hu S. Use of ambient light in remote photoplethysmographic systems: comparison between a high-performance camera and a low-cost webcam. J Biomed Opt. 2012; 17 (3): 037005.
4. Glass [Electronic resource] <https://www.google.com/glass/start/>
5. Microsoft HoloLens [Electronic resource] <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>
6. Brainlab and Magic Leap Partner in Digital Surgery [Electronic resource] <https://www.brainlab.com/press-releases/brainlab-and-magic-leap-partner-in-digital-surgery>
7. Augmented reality system lets doctors see under patients' skin without the scalpel [Electronic resource] <https://www.ualberta.ca/science/science-news/2018/january/augmented-reality-tech-see-under-skin-without-scalpel>
8. Surgeons use Microsoft HoloLens to 'see inside' patients before they operate on them [Electronic resource] <https://news.microsoft.com/en-gb/2018/02/08/surgeons-use-microsoft-hololens-to-see-inside-patients-before-they-operate-on-them>

Одержано 29.10.2019