

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова
кафедра біологічної фізики, медичної апаратури та інформатики



**«АКТУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ МЕДИЧНОЇ,
БІОЛОГІЧНОЇ ФІЗИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ»**

**МАТЕРІАЛИ ІІ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-
ПРАКТИЧНОЇ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ З
МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ**

7 квітня 2023 року
Вінниця

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ

**Вінницький національний медичний університет
ім. М.І. Пирогова**

**МАТЕРІАЛИ ІІ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-
ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ З МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ
«АКТУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ МЕДИЧНОЇ,
БІОЛОГІЧНОЇ ФІЗИКИ
ТА ІНФОРМАТИКИ»**

7 квітня 2023 року

м. Вінниця

УДК 577.35+004
ISBN 978-617-7417-10-0 (електронне видання)

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

Доктор медичних наук, професор, виконувач обов'язків ректора ЗВО
«Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова»,
Вікторія ПЕТРУШЕНКО

ЗАСТУПНИКИ ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА

проректор з наукової роботи
ЗВО «Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова»,
доктор медичних наук, професор
Олег ВЛАСЕНКО
завідувач кафедри біологічної фізики, медичної апаратури та інформатики
ЗВО «Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова»,
доктор технічних наук, професор
Анатолій КУЛИК

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Анатолій ПОВОРІЗНИК, доктор технічних наук, професор, професор кафедри «Комп'ютерна інженерія та програмування, ЗВО Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;

Юрій ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ, доктор технічних наук, доцент, доцент кафедри фізики напівпровідників і наноструктур ЗВО «Чернівецький національний університет ім. Ю.Федьковича»;

Ірина ЖУРАВСЬКА, доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерної інженерії ЗВО «Чорноморський національний університет імені Петра Могили»;

Володимир ФЕДІВ, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри біологічної фізики та медичної інформатики, ЗВО «Буковинський державний медичний університет»;

Олександр НІКОЛЬСЬКИЙ, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри кафедри біологічної фізики, медичної апаратури та інформатики ЗВО «Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова» (**ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР**)

Актуальні завдання медичної, біологічної фізики та інформатики. Матеріали доповідей та виступів II всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю 7 квітня 2023 року Вінниця. – Вінниця: Едельвейс. – 172 с.

УДК 577.35+004
ISBN 978-617-7417-10-0 (електронне видання)

Збірник містить матеріали доповідей та виступів учасників II всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Актуальні завдання медичної, біологічної фізики та інформатики» ПОСВІДЧЕННЯ № 314 від 11 липня 2022 р., яка відбулась в Вінницькому національному медичному університеті ім. М.І. Пирогова 7 квітня 2023 року. У поданих матеріалах висвітлюється широке коло актуальних проблем розвитку теоретичних та технічних аспектів, пов'язаних з біологією та медициною. Збірник призначено для науковців, викладачів закладів вищої освіти, аспірантів, магістрів, здобувачів, і студентів.

Матеріали подані в авторській редакції. Автори опублікованих матеріалів несуть повну відповідальність за підбір, точність наведених фактів, цитат, даних, власних імен, посилань, грамотність, літературний стиль та інші відомості. Редколегія залишає за собою право скорочувати та редагувати подані матеріали. Рукописи не повертаються. Організатори конференції та члени редколегії не завжди поділяють думки учасників (авторів).

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова (протокол № 7 від 27.04.2023 р.)

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ



Вінницький національний
медичний університет
ім. М.І. Пирогова



Вінницький національний
технічний університет



Національний медичний
університет ім.
О.О.Богомольця



Донецький національний
університет ім. Василя Стуса

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова: Олег Власенко, проректор з наукової роботи ЗВО «ВНМУ ім. М.І. Пирогова», д.м.н., професор

Члени: Анатолій КУЛИК, Роман КВЄТНИЙ, Олександр ЧАЛИЙ, Ольга ДОЦЕНКО, Юрій ТРИУС, Володимир ЛУЖЕЦЬКИЙ, Ірина ЖУРАВСЬКА, Олег АВРУНІН, Вальдемар ВУЙЦИК, Сергій ПАВЛОВ, Наталія ТИТОВА, Юрій ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ, Олександр НІКОЛЬСЬКИЙ

Метою конференції є висвітлення здобутків молодих вчених України при розроблюванні, використанні і впровадженні технічних засобів та інформаційних технологій в галузях медицини та біології.

Напрями роботи конференції

- Актуальні проблеми біологічної фізики.
- Медична інженерія. Телемедицина.
- Моделювання та комп'ютерна діагностика.
- Захист інформації в медичних інформаційних системах.
- Математичні аспекти в задачах біології та медицини.
- Специфічні питання педагогіки для студентів медичного та біологічного профілю.
- Метрологічне забезпечення медико-біологічного обладнання.
- Отримання, оброблення та аналіз медичних і біологічних зображень і сигналів.

ВИКОРИСТАННЯ ТРИВИМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ХІРУРГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

Євген ЗАВАЛЬНЮК¹, Олександр РОМАНЮК¹, Роман ЧЕХМЕСТРУК¹, Наталія ТІТОВА²,
Сергій РОМАНЮК²

¹Вінницький національний технічний університет

²Національний університет «Одеська політехніка»

e-mail: rom8591@gmail.com

Вступ. Візуальна форма подання інформації характеризується підвищеною ефективністю [1] її сприйняття. Для візуалізації (рендерингу) об'єктів і сцен застосовуються методи й засоби комп'ютерної графіки. Однією із галузей застосувань комп'ютерної графіки є медицина, зокрема хірургія. На основі зібраних даних про організм формуються тривимірні моделі, що використовуються для підготовки до операцій і полегшення їх проведення.

Хірургічні операції, де використовуються засоби графічного моделювання, називаються комп'ютеризованими [2] (англ. CAS – computer-assisted surgeries). CAS характеризуються [3] підвищенням безпеки пацієнта, точності розрізів, якості планування.

Мета роботи. Проведення аналізу особливостей комп'ютеризованих операцій.

Попереднім етапом перед проведенням CAS є сканування [2] пацієнта. Основними двома видами сканування є СТ і MRI.

MRI [4] (магнітно-резонансна томографія) полягає у використанні радіохвиль і сильних магнітів при скануванні. Отримані зображення є більш детальними, однак процес сканування значно чутливий до рухів.

СТ [4] (комп'ютерна томографія) полягає у використанні рентгенівського випромінювання. Зображення отримуються швидше, ніж при MRI, сканування зазвичай більш дешево. Є доцільним для термінових випадків.

В результаті сканування певного органу отримується набір шарів двовимірних зображень. Для покращення якості отриманих зображень здійснюється їх обробка, наприклад, зміна контрасту для підкреслення деталей.

Для формування тривимірної моделі з шарів зображень використовується об'ємний рендеринг [5].

Один з підходів до об'ємного рендерингу включає побудову полігональної сітки [6].

Інший підхід, об'ємне трасування променя [7], є підвидом прямого об'ємного рендерингу. Сукупність шарів зображень представляється кубом вокселів (тривимірних аналогів пікселів). Між спостерігачем і кубом розміщується двовимірна площина, що представляє фінальне зображення. З кожного пікселя площини пропускається промінь у напрямку куба. З траєкторії променя всередині куба вибираються точки вибірки. Дані точки часто розташовуються між вокселями, тому їхні значення інтерполюються відносно сусідніх вокселів [7].

Для кожної точки вибірки визначається колір відносно її положення та освітлення. Останнім етапом об'ємного трасування променя є композиція [7]. На основі рівняння рендерингу та кольорів точок вибірки формується значення інтенсивності кольору для пікселя площини, через який було пропущено промінь.

Для реалізації об'ємного рендерингу використовуються спеціальні програмні засоби та пакети, наприклад, 3D Slicer, OciriX.

3D Slicer [8] – безкоштовний засіб з відкритим кодом для аналізу тривимірних зображень. До переваг засобу належать: підтримка більше 150 розширень, широкого діапазону DICOM-об'єктів (на основі стандарту «цифрові зображення та комунікації в медицині»), сегментації зображень на основі штучного інтелекту, скриптів Python, автоматичної та ручної реєстрації зображень, віртуальної та доповненої реальності, хмарних обчислень, тривимірної

розмітки.

OciriX [9] – пропріетарний програмний засіб аналізу DICOM-зображень від компанії Pixmeo SARL. Перевагами засобу є підтримка багатомоніторної конфігурації, з'єднань із сервером медичних зображень, широкого набору засобів роботи з регіонами інтересу, здобуття статистичних даних з медичних зображень, ультразвукових обчислень, засобів 3D-ліплення, корекції нахилу гантрі (рами утримання медичного обладнання), реєстрації зображень, особистої бази даних, бібліотеки DICOM-зображень.

Основними видами застосування сформованих тривимірних моделей для проведення операцій є передопераційне планування, операційна навігація та роботизовані операції.

Під час передопераційного планування [2] лікар розглядає зону інтересу сформованої тривимірної моделі, наперед визначає послідовність своїх дій. Системи планування операцій включають підсистеми [10] реєстрації діагностичних даних, обробки даних, формування параметрів хірургічного впливу та візуалізації.

До програмних засобів передопераційного планування належать Materialise Mimics Planner, BrainLab Cranial Planning.

Materialise Mimics Planner [11] – програмний засіб передопераційного планування від Materialise. Призначений для планування операцій грудної клітини (сегментектомії, лобектомії). До особливостей засобу належать взаємодія з тривимірною моделлю, аналіз сегментів зображення, можливість планування з різних пристроїв, підтримка засобів віртуальної реальності, підвищена безпека.

На першому етапі роботи Materialise Mimics Planner в систему завантажуються СТ-скани для подальшої обробки. На другому етапі хірург взаємодіє з моделлю та планує операцію. На третьому етапі сформований план використовується під час операції.

Cranial Planning [12] – програмний засіб планування операцій на мозку від BrainLab. Інтелектуальний інструмент SmartBrush дозволяє окреслити об'єкти, наприклад пухлини, на зображенні. Використовуються автоматичні сегментація та контурування зображення мозку, прості інструменти редагування. Підтримується планування операційних траєкторій (рисунк 1).



Рисунок 1– Планування операційних траєкторій у Cranial Planning

Операційна навігація полягає у візуалізації положення інструмента хірурга відносно організму у режимі реального часу. Використовуються спеціальні електромагнітні або оптичні датчики на інструментах. Внаслідок використання операційної навігації дії хірурга під час операції є більш безпечними та точними.

До відомих засобів операційної навігації належать StealthStation, NAV3i.

StealthStation [13] –система операційної навігації від Medtronic. Система включає застосування електромагнітних та оптичних датчиків, ультразвуку. Інтерфейс включає два сенсорні монітори. Підтримуються інтраопераційні способи отримання зображень: інтраопераційне MRI (iMRI), інтраопераційне CT (iCT), C-Arm, O-Arm.

NAV3i [14] – система операційної навігації від Stryker (рисунок 2). Система включає HD-монітор, сенсорний планшет, ручку навігаційної камери. Використовується оптична навігаційна технологія.



Рисунок 2 – Навігаційна система Stryker NAV3i

Роботизовані операції полягають у застосуванні операційних роботизованих систем. Основними двома типами роботизованих операцій [2] є виконання роботом наперед визначених інструкцій і дистанційне маніпулювання руками робота хірургом (дистанційна операція).

При проведенні дистанційних операцій рухи рук хірурга дистанційно передаються роботу, що здійснює розрізи. Водночас хірург спостерігає за масштабованим тривимірним зображенням органа. Зображення може надходити з камери або бути сформованою тривимірною моделлю анатомії пацієнта.

Серед роботизованих операційних систем відомими є da Vinci (рисунок 3), The Senhance Surgical System.



Рисунок 3 – Використання роботизованої операційної системи da Vinci

Da Vinci Surgical System [15] – роботизована система операцій від Intuitive Surgical.

Основними компонентами є: консоль хірурга (установка, за якою хірург управляє роботом і спостерігає за зображенням), візок пацієнта (установка з роботом, що здійснює операцію) та візок бачення (установка, що забезпечує міжкомпонентну комунікацію системи та трансляцію операції). Використовується сервіс анатомічної візуалізації Iris [16]. Візуалізовані СТ-скани застосовуються при плануванні операції. Під час операції тривимірну модель анатомії можна розглядати з консолі хірурга. Наявна флуоресцентна технологія Firefly (заснована на введенні флуоресцентного барвника), що полегшує ідентифікацію невизначених деталей на знімку. До типів операцій, де застосовується Da Vinci Surgical System, належать [17]: серцеві, колоректальні, голови/ший, грудної порожнини.

The Senhance Surgical System [18] – роботизована система проведення операцій від Asensus Surgical. Аналогічно Da Vinci Surgical System система включає консоль хірурга та робота, що здійснює операцію. Наявна система відстеження погляду [19], що дозволяє керувати видом на екрані та активізувати певні інструменти. Інструменти системи придатні до повторного використання. Система призначена для лапароскопічних операцій (операцій з використанням лапароскопа). Тривимірні моделі організму також використовуються при навчанні хірургів. Навчання на тривимірних моделях здійснюється за допомогою хірургічних симуляторів, наприклад, LapSim, ANGIO Mentor. LapSim [20] – хірургічний симулятор для тренування проведення лапароскопії від Surgical Science. Використовується шолом віртуальної реальності, підтримуються мультисенсорні відчуття, зокрема тактильні. Симулюється операційне приміщення (рисунок 4). Після тренування студент отримує детальний звіт з оцінкою. Наявна інтеграція з хмарними технологіями.

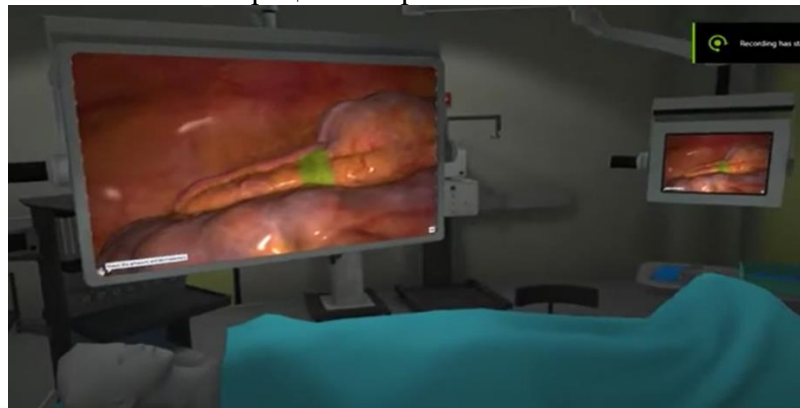


Рисунок 4 – Симуляція операційного приміщення у LapSim

ANGIO Mentor [21] – хірургічний симулятор для тренування ендovasкулярних (судинних) втручань від Symbionix. Симулятор включає роботу з манекеном у п'яти точках доступу. У моніторі в режимі реального часу виводиться анатомія «організму». Наявна бібліотека з 35 типів ендovasкулярних процедур, 220 сценаріїв операцій, можливе додання нових сценаріїв. З допомогою PROCEDURE Rehearsal Studio можливо сформувати тривимірну анатомічну модель для планування тренувальної операції. Використовуючи хмарні технології, викладач може відслідковувати прогрес студентів та організовувати навчальний процес.

Висновки. Застосування тривимірних моделей у сфері хірургії дозволяє покращити рівень підготовки студентів-хірургів, підвищити ефективність планування операцій і точність діагностики, зменшити частоту помилок при проведенні операцій.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] О. Н. Романюк, *Комп'ютерна графіка: Навчальний посібник*. Вінниця, Україна : ВНТУ, 1999.

- [2] «Computer-assisted surgery», *en.wikipedia.org*. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Computer-assisted_surgery. Accessed on: March 06, 2023.
- [3] «Computer-assisted surgery (CAS)», *neurosurgery.columbia.edu*. [Online]. Available: <https://www.neurosurgery.columbia.edu/patient-care/treatments/computer-assisted-surgery-cas>. Accessed on: March 06, 2023.
- [4] «MRI vs. CT Scan», *healthimages.com*. [Online]. Available: <https://www.healthimages.com/mri-vs-ct-scan/>. Accessed on: March 06, 2023.
- [5] «Volume rendering», *en.wikipedia.org*. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Volume_rendering. Accessed on: March 06, 2023.
- [6] С. Вяткін, О. Романюк, П. Величко, та А. Поліщук, «Эффективные области применения объемной визуализации», у *Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції*, Київ, 2014, с. 101-104.
- [7] «Volume ray casting», *en.wikipedia.org*. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Volume_ray_casting. Accessed on: March 06, 2023.
- [8] «3D Slicer image computing platform», *slicer.org*. [Online]. Available: <https://www.slicer.org>. Accessed on: March 11, 2023.
- [9] «OsiriX Features», *osirix-viewer.com*. [Online]. Available: <https://www.osirix-viewer.com/resources/technical-sheet/>. Accessed on: March 11, 2023.
- [10] С. Романюк, С. Павлов, О. Романюк, та Н. Тітова, «Інтелектуалізовані високопродуктивні системи планування пластичних і реконструктивних операцій на обличчі людини», *Онм-ел. інф-енерг. техн.*, вип. 40, № 2, с. 57–65, 2021.
- [11] «Materialise Mimics Planner», *materialise.com*. [Online]. Available: <https://www.materialise.com/en/healthcare/mimics-planner>. Accessed on: March 11, 2023.
- [12] «Cranial Planning», *brainlab.com*. [Online]. Available: <https://www.brainlab.com/surgery-products/overview-neurosurgery-products/cranial-planning/>. Accessed on: March 11, 2023.
- [13] «StealthStation S8 Surgical Navigation System», *medtronic.com*. [Online]. Available: <https://www.medtronic.com/us-en/healthcare-professionals/products/neurological/surgical-navigation-systems/stealthstation.html>. Accessed on: March 11, 2023.
- [14] «Stryker NAV3i», *stryker.com*. [Online]. Available: <https://www.stryker.com/us/en/navigation/products/nav3i.html>. Accessed on: March 11, 2023.
- [15] «Da Vinci Surgical Systems», *intuitive.com*. [Online]. Available: <https://www.intuitive.com/en-us/products-and-services/da-vinci/systems>. Accessed on: March 11, 2023.
- [16] «Da Vinci Vision», *intuitive.com*. [Online]. Available: <https://www.intuitive.com/en-us/products-and-services/da-vinci/vision>. Accessed on: March 11, 2023]
- [17] «da Vinci Surgery», *clevelandclinic.org*. [Online]. Available: <https://my.clevelandclinic.org/health/treatments/16908-da-vinci-surgery>. Accessed on: March 11, 2023.
- [18] «Digital Laparoscopy», *senhance.com*. [Online]. Available: <https://www.senhance.com/us/digital-laparoscopy>. Accessed on: March 11, 2023.
- [19] «Eye tracker», *srlabs.it*. [Online]. Available: <https://www.srlabs.it/en/gaze-integration-eye-tracking/senhance-system/>. Accessed on: March 11, 2023.
- [20] «Technology», *surgicalsecience.com*. [Online]. Available: <https://surgicalsecience.com/simulators/lapsim/technology/>. Accessed on: March 11, 2023.
- [21] «ANGIO Mentor», *simbionix.com*. [Online]. Available: <https://simbionix.com/simulators/angio-mentor/>. Accessed on: March 11, 2023.