МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ

Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова

кафедра біологічної фізики, медичної апаратури та інформатики

МАТЕРІЛИ ІІІ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ З МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ

«МЕДИКО-ТЕХНІЧНА СПІВПРАЦЯ ЗАРАДИ ПЕРЕМОГИ: АКТУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ МЕДИЧНОЇ, БІОЛОГІЧНОЇ ФІЗИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ»

5-6 квітня 2024 року

м.Вінниця

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ

Вінницький національний медичний університет
ім. М.І. Пирогова

МАТЕРІАЛИ ІІІ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ З МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ

«МЕДИКО-ТЕХНІЧНА СПІВПРАЦЯ ЗАРАДИ ПЕРЕМОГИ: АКТУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ МЕДИЧНОЇ, БІОЛОГІЧНОЇ ФІЗИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ»

5-6 квітня 2024 року

м. Вінниця

УДК 577.35+004
ISBN 978-617-7417-21-6 (електронне видання)

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

Доктор медичних наук, професор, голова вченої ради
«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 ПОВОРОЗНЮК, доктор технічних наук, професор, професор кафедри «Комп'ютерна інженерія та програмування, ЗВО Національній технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;

Юрій ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ, доктор технічних наук, професор кафедри програмного забезпечення комп'ютерний систем «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)**

Медико-технічна співпраця заради перемоги: Актуальні завдання медичної, біологічної фізики та інформатики. Матеріали доповідей та виступів III всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю 5-6 квітня 2024 року Вінниця. – Вінниця: Едельвейс. – 230 с.

УДК 577.35+004
ISBN 978-617-7417-21-6 (електронне видання)

Збірник містить матеріали доповідей та виступів учасників III всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Медико-технічна співпраця заради перемоги: Актуальні завдання медичної, біологічної фізики та інформатики» яка зареєстрована на сайті Наукові заходи для ЗВО – Інститут модернізації змісту освіти (imzo.gov.ua) в розділі наукові заходи для ЗВО, перелік проведення наукових конференцій з проблем вищої освіти і науки в системі Міністерства освіти і науки України на 2024 рік ПЕРЕЛІК - Зміни 2024 (1).pdf - Google Диск за номером 921. Конференція відбулась в Вінницькому національному медичному університеті ім. М.І. Пирогова 5-6 квітня 2024 року. У поданих матеріалах висвітлюється широке коло актуальних проблем розвитку теоретичних та практичних аспектів, пов'язаних з використанням технічних засобів та інформаційних технологій в галузях медицини та біології.. 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 № 10 від 31.05.2024 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, Сергій ПАВЛОВ, Вальдемар ВУЙЦІК, Andrzej Jerzy SMOLARZ, Orken MAMYRBAYEV, Валентина ВАСИЛЕНКО, Роман КВЄТНИЙ, Олександр ЧАЛИЙ, Ольга ДОЦЕНКО, Юрій ТРІУС, Володимир ЛУЖЕЦЬКИЙ, Ірина ЖУРАВСЬКА, Олег АВРУНІН, Наталія ТИТОВА, Юрій ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ, Олександр НІКОЛЬСЬКИЙ.

Метою конференції є висвітлення здобутків 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.

ОСНОВНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ТРИВИМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ГЕНЕТИЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ

Олександр РОМАНЮК[1], Роман ЧЕХМЕСТРУК[1], Наталія ТІТОВА[2], Сергій РОМАНЮК[2], Сергій КОТЛИК[3]

[1]*Вінницький національний технічний університет*
[2]*Національний університет «Одеська політехніка»*
Одеський національний технологічний університет
rom8591@gmail.com

На сучасному етапі розвитку медичної науки виявлення і лікування генетичних захворювань є актуальним завданням, що стоїть перед Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВОЗ). Збільшення кількості осіб із генетичними аномаліями підкреслює необхідність оперативної діагностики, яка є ключовою для своєчасного початку лікування чи подальшого втручання для підтримки.

Здобутки в галузі аналізу морфології обличчя, антропометричних вимірювань та програмних засобів для діагностики свідчать про потенційні можливості їхнього використання у діагностиці генетичних захворювань. Особливий інтерес викликає можливість розробки алгоритмів і програмних продуктів, що базуються на полігональних моделях обличчя для виявлення ознак генетичних та психологічних відхилень.

Генетичні захворювання можуть варіюватися від дуже рідкісних станів, які вражають одного із мільйона людей, до відносно поширених, які можуть впливати на одного з кількох сотень.

Вважається, що існує від 5 000 до 8 000 рідкісних захворювань, більшість з яких мають генетичну природу. Разом вони вражають приблизно 6-8% населення світу, що становить від 400 до 500 мільйонів людей.

Для діагностування тривимірних зображень широко використовують тривимірне моделювання [1-6]

Тривимірне моделювання в генетиці може включати:

Створення тривимірних моделей молекул ДНК або білків длвизначення структурних аномалій, які можуть бути причиною генетичних захворювань.

Аналіз та візуалізація великих наборів генетичних даних для ідентифікації зв'язків між конкретними генетичними варіаціями та захворюваннями.

Використання комп'ютерних моделей для дослідження взаємодій між молекулами, що може допомогти у розробці нових ліків або терапевтичних методів лікування генетичних захворювань.

Тривимірне моделювання дозволяє детально візуалізувати та аналізувати клітинні процеси на молекулярному рівні, що може допомогти у виявленні аномалій або мутацій.

Ця технологія має великий потенціал для покращення діагностики, розуміння механізмів захворювань та розробки цільових методів лікування. Завдяки можливості глибокого аналізу на молекулярному рівні, тривимірне моделювання відкриває нові перспективи у боротьбі з генетичними захворюваннями.

За допомогою молекулярного моделювання можна ідентифікувати конкретні мутації в генах, що відповідають за виробництво білків, та аналізувати, як ці зміни впливають на структуру і функцію білка. Такий підхід допомагає у розробці цільових терапевтичних стратегій, зокрема в дизайні молекул ліків, що можуть взаємодіяти зі зміненими білками та коригувати їхню функцію

Тривимірна модель обличчя в контексті діагностики генетичних захворювань є частиною великої галузі, відомої як комп'ютерна фенотипізація або комп'ютерний візуальний

аналіз. Цей напрямок дослідження зосереджений на використанні алгоритмів машинного навчання та комп'ютерного зору для аналізу обличчя з метою виявлення фенотипічних ознак, які можуть бути пов'язані з певними генетичними захворюваннями або синдромами.

Для діагономтики використовують такі етапи.

Зазвичай починається зі збору тривимірних зображень обличчя осіб, які мають певні генетичні умови, та контрольної групи без цих умов.

Тривимірні зображення обличь аналізуються за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, яке може ідентифікувати і квантифікувати різноманітні анатомічні ознаки та розміри, такі як відстань між очима, форма носа, контур щелепи тощо.

Використовуючи алгоритми машинного навчання, дослідники аналізують ці дані, щоб виявити шаблони або відхилення, які часто асоціюються з певними генетичними умовами.

Отримані знання можуть допомогти у встановленні діагнозу генетичних захворювань на ранніх стадіях або в дослідженні нових генетичних синдромів.

Важливо забезпечити високу точність та валідність даних, оскільки неправильна інтерпретація може призвести до хибних діагнозів.

Збір та аналіз тривимірних зображень обличчя ставлять питання приватності та конфіденційності даних пацієнтів. Важливо забезпечити, щоб ці дані були захищені та використовувалися етично.

Існує ризик, що використання таких технологій може сприяти стигматизації певних генетичних або фенотипічних особливостей, особливо в культурах з різними уявленнями про красу та нормальність.

Тривимірне моделювання знаходить застосування в діагностиці генетичних захворювань на кількох рівнях, від молекулярних структур до цілих організмів. Ось декілька конкретних прикладів, які ілюструють потенціал цієї технології:

Краниосиностоз - це стан, при якому один або кілька швів на черепі дитини зростаються раніше, ніж це має статися, що може призвести до проблем з розвитком мозку та формою голови. Використовуючи тривимірне сканування черепа, лікарі можуть точно виміряти форму голови дитини та визначити, чи присутній краниосиностоз, що дозволяє планувати лікування та хірургічні втручання.

Синдром Ді Джорджа - це генетичний розлад, який впливає на різні частини тіла і може мати складні фенотипічні ознаки. Тривимірне моделювання обличчя може допомогти ідентифікувати характерні риси, такі як низько посаджені вуха, широкий ніс або зміни в структурі щелепи, що сприяє ранній діагностиці та втручанню.

Муковісцидоз - це генетичне захворювання, яке впливає на дихальну та травну системи. Використовуючи тривимірне моделювання на молекулярному рівні, вчені можуть вивчати структурні мутації CFTR білка, що відіграє ключову роль у розвитку захворювання. Це дозволяє не тільки діагностувати захворювання, але й розробляти цільові ліки, які можуть коригувати або компенсувати ці мутації.

Хвороба Марфана - це спадковий розлад сполучної тканини, який впливає на серце, очі, кровоносні судини та скелет. Тривимірне моделювання серця та інших органів може допомогти ідентифікувати аномалії в структурі та функції, наприклад, розширення аорти, що є ключовою ознакою хвор

Синдром Тернера впливає тільки на жінок і дівчат і характеризується відсутністю частково або повністю однієї з Х хромосом. Тривимірне моделювання може допомогти в ідентифікації типових фізичних особливостей, які асоціюються з цим станом, наприклад, низький зріст, широка шия та відсутність розвитку певних статевих ознак. Раннє виявлення дозволяє вжити необхідних заходів, включаючи гормональну терапію, для поліпшення якості життя та здоров'я пацієнток.

Розглянемо використання тривимірного моделювання для діагностування хвороби Хантінгтона.

Хвороба Хантінгтона (ХХ) — це спадкове захворювання, яке викликається дефектом у конкретному гені, відомим як ген HTT. Цей дефект призводить до поступового руйнування деяких нервових клітин у мозку, що спричиняє рухові, когнітивні та психіатричні симптоми. Використання тривимірного моделювання у діагностиці Хвороби Хантінгтона може мати кілька аспектів, від молекулярних досліджень до візуалізації змін у мозку.

На молекулярному рівні тривимірне моделювання дозволяє детально вивчити структуру білка хантингтину, який кодується мутованим геном HTT. Вчені можуть використовувати ці моделі для розуміння, як зміни в структурі білка впливають на його функцію та як це призводить до симптомів захворювання. Таке дослідження може сприяти розробці молекулярно-цільових терапій, спрямованих на зменшення токсичності або відновлення нормальної функції білка.

На анатомічному рівні тривимірне моделювання може бути застосовано для візуалізації структурних змін у мозку, спричинених Хворобою Хантінгтона. Зокрема, за допомогою МРТ або КТ можна створити детальні тривимірні зображення мозку, що дозволяє виявити зменшення об'єму певних областей мозку, наприклад базальних гангліїв, які відіграють ключову роль у координації рухів. Ці зображення можуть допомогти у підтвердженні діагнозу Хвороби Хантінгтона, особливо у випадках, коли генетичне тестування показує наявність мутації в гені HTT. Крім того, вони можуть бути корисними для моніторингу прогресування захворювання та оцінки ефективності лікування.

Розглягнемо ще один приклад.

Муковісцидоз (цистичний фіброз) є спадковим захворюванням, що впливає на дихальну систему, шлунково-кишковий тракт та інші органи, спричиняючи вироблення густого, липкого слизу, який може призвести до блокування дихальних шляхів та інших комплікацій. Діагностика та дослідження муковісцидозу за допомогою тривимірного моделювання відкривають нові можливості для розуміння захворювання та розробки лікування.

Молекулярне моделювання білка CFTR (Cystic Fibrosis Transmembrane Conductance Regulator), мутації в якому відповідають за розвиток муковісцидозу, є ключовим напрямком у вивченні цього захворювання. Тривимірне моделювання дозволяє детально вивчити структуру білка та його взаємодії з молекулами ліків, що може сприяти розробці нових терапевтичних агентів, які відновлюють функцію білка або модулюють його активність.

Тривимірне моделювання також застосовується для візуалізації змін у легенях, що викликані муковісцидозом. За допомогою високороздільної комп'ютерної томографії (КТ) можна отримати детальні тривимірні зображення легеневої тканини, виявляючи області з утворенням слизу, запаленням, а також структурні зміни, такі як бронхоектази. Це дозволяє не тільки точно діагностувати захворювання, але й оцінювати його прогресування та ефективність лікувальних втручань.

Тривимірне моделювання також може бути застосоване для вивчення механізмів транспорту слизу в дихальних шляхах. Використання комп'ютерного моделювання для симуляції руху слизу через дихальні шляхи допомагає розуміти, як зміни, викликані мутаціями в гені CFTR, впливають на муколітичний кліренс та розвиток хронічних легеневих інфекцій.

Тривимірне моделювання в контексті синдрому Дауна має потенціал революціонізувати діагностику, дослідження, а також підхід до освіти та навчання медичних фахівців. Синдром Дауна є генетичною варіацією, при якій людина має три копії 21-ї хромосоми замість звичайних двох. Цей додатковий генетичний матеріал призводить до ряду фізичних особливостей та розвиткових викликів.

Тривимірне сканування обличчя може використовуватися для ідентифікації характерних ознак синдрому Дауна вже у новонароджених. Це включає, але не обмежується, такими рисами, як плоска форма обличчя, особлива форма очей, малий розмір рота та інші особливості. Рання діагностика важлива для планування втручань та підтримки розвитку

дитини. Науковці використовують тривимірне моделювання для створення деталізованих моделей мозку та інших органів, що дозволяє вивчати, як синдром Дауна впливає на різні системи організму на більш глибокому рівні. Це допомагає у виявленні потенційних терапевтичних цілей та розробці стратегій лікування.

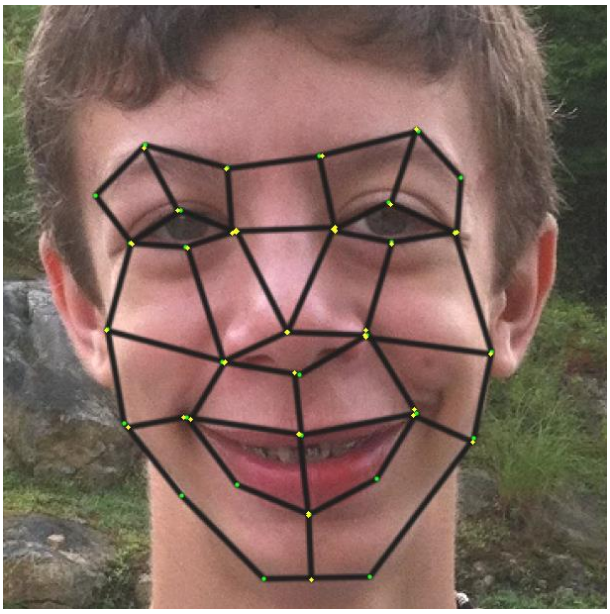

Рисунок 1 – Полігональна модель для генетичного захворювання Синдром Віл’ямса

Розглянемо використання тривимірного моделювання для діагностики Синдрому Вільямса. Специфічні риси обличчя осіб з синдромом Вільямса, такі як широкий лоб, маленький носик з піднятими кінчиками, повні щоки, широко розставлені очі та довгі верхні щілини очей, можуть бути ідентифіковані за допомогою тривимірного сканування обличчя. Ця технологія може поліпшити точність та швидкість діагностики. З огляду на поширеність серцево-судинних проблем у осіб з синдромом Вільямса, тривимірне моделювання серця та великих судин може допомогти в оцінці анатомічних особливостей та плануванні лікувальних втручань. Такі моделі можуть бути створені на основі даних з МРТ або КТ сканувань. Синдром Вільямса також впливає на розвиток мозку, що відображається у специфічних когнітивних профілях та поведінці пацієнтів. Тривимірне моделювання мозку, створене на основі нейровізуалізаційних даних, може допомогти дослідникам краще зрозуміти структурні зміни в мозку, пов'язані з синдромом, і їх вплив на функціонування.

Розвиток тривимірного моделювання відкриває нові можливості не лише для діагностики та лікування, але й для глибшого розуміння синдрому Вільямса.

Тривимірне моделювання сприяє розвитку персоналізованої медицини, дозволяючи створювати індивідуальні лікувальні плани на основі унікальних анатомічних особливостей кожного пацієнта. Це особливо важливо для осіб з синдромом Вільямса, у яких можуть бути складні серцево-судинні аномалії, що вимагають точної хірургічної інтервенції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Романюк О. Н. Захарчук1М. Д. Коробейнікова Т. І. Використання тривимірної графіки у медичній галузі // Матеріали молодіжної науково-практичної інтернет-конференції студентів аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2020)» : збірник матеріалів. – Вінниця: ВНТУ, 2021. – 3 с.

2. Романюк О. Н., Бажан В. М., Михайлов П. І., Чехместрук Р. Ю. Галузі використання боді-сканерів // Тези доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційно-комп'ютерні технології – 2021 (ІКТ-2021)», м. Житомир, 01 - 03 квітня 2021 р. – Житомир: Житомирська політехніка, 2021. – 205 с. – С. 80-82.
3. Романюк С. О. Метод і система для епідеміологічних досліджень гострих респіраторних захворювань [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.11.17 / Сергій Олександрович Романюк ; Вінницький національний технічний університет. – Вінниця, 2019. – 30 с. – Бібліогр. : с. 20-24 (44 назви).
4. Романюк О.Н. , Захарчук М.Д. , Романюк С.О. , Чехместрук Р.Ю. , Тітова Л.В. Діагностика генетичних захворювань за тривимірною моделлю обличчя. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXI міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2023, 17–20 травня 2023 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. — Харків : НТУ «ХПІ». — С. 1134.
5. Романюк О.Н., Бажан В.М., Захарчук М.Д. , Романюк О.В., Коробейнікова Т. І. Комп'ютерні програми для медичного діагностування за зовнішніми ознаками людини. Сучасна наука: проблеми та перспективи (частина ІІ): матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції м. Київ, 12-13 січня 2022 року. – Київ: МЦНіД, 2022. – с. 64-66.
6. Романюк О. Н. Використання відбивних властивотей шкіри людини при комп'ютерній діагностиці захворювань [Текст] / О. Н. Романюк, А. Л. Чан, Ю. О. Панфілова // XII Міжнародна науково-практична конференція "Інформаційні технології і автоматизація – 2019", Одеса, 17-18 жовтня 2019 : збірник доповідей. Одеса, 2019. – Ч. 2 . – С. 71-74.