Візуалізація пухлин головного мозку людини шляхом створення тривимірної полігональної моделі

Богдан Компанієць, Дмитро Кухаренко, Кирил Вадурін

Кафедра електронних апаратів, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, УКРАЇНА, Кременчук, вул. Першотравнева, 20. email: dkuch100@gmail.com

Анотація: В роботі побудовано тривимірну модель менінгіоми та черепу за відповідними даними. Виконання тривимірної моделі базується на використанні програми InVesalius 3, яка працює з кінцевим форматом DICOM файлів збережених під час проходженням пацієнтом МРТ чи КТ.

На даний час подібні моделі мають невелику точність відтворення, близько 10-30%, але більша кількість практичного матеріалу та часу на відтворення моделей, дозволить моделювати необхідні елементи оперативного втручання з точністю достатньою для виконання прецизійних операцій з великим шансом на сприятливий перебіг післяопераційного відновлення.

***Ключові слова*:** модель, планування, гемангіома.

I. ВСТУП

В останні роки в Україні можна простежити значне зростання онкологічних захворювань. Згідно з інформацією наведеною у [1], в Україні щорічно виявляють 160 – 170 тисяч хворих на рак. Хоча в більш економічно розвинутих країнах, таких як Фінляндія або Данія зростання захворюваності навіть вище, але рівень смертності в таких країнах значно нижчий. Однією з основних проблем онкології України є пізнє виявлення пухлин, та недосконаліть методів лікування.

З-поміж первинних внутрішньочерепних новоутворень значну частку (13 – 25%) складають менінгіоми [2]. Менінгіома (арахноїдендотеліома) – пухлина, котра росте з клітин павутинної мозкової оболонки, а саме з арахноїдального ендотелію – тканини, яка оточує головний мозок. Сам термін і анатомічна класифікація, використовувані і нині, введені американським нейрохірургом Кушингом у 1922 році.

Макроскопічно, пухлина в більшості випадків являє собою добре відмежований вузол округлої або підковоподібної форми, нерідко спаяний з твердою мозковою оболонкою. Зустрічаються і плоскі вузли. За величиною варіюють від кількох міліметрів до 15 см і більше в діаметрі.

II. МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для діагностування менінгіом використовують наступні методи:

– магнітно-резонансна томографія – в даний час МРТ з контрастним посиленням є провідним методом діагностики менінгіом практично будь-якої локалізації. МРТ дозволяє візуалізувати васкуляризацію пухлини, ступінь ураження артерій і венозних синусів;

– комп'ютерна томографія (КТ) з контрастуванням супроводжується помірно-вираженим гомогенним посиленням у більшості випадків. За допомогою КТ діагностуються близько 90% менінгіом. Головна роль КТ – демонстрація зміни кісток і кальцинатів у пухлині;

– ангіографія – дозволяє візуалізувати кровопостачання пухлини. З огляду на інвазивність і променеве навантаження, значення даного методу в основному допоміжне. Однак в поєднанні з селективною емболізацією судин пухлини, може бути використаний як метод передопераційної підготовки, а в ряді випадків і як самостійний метод лікування.

Складність хірургічної операції і її результат, визначаються розташуванням пухлини – її близькістю до функціонально значущих відділів мозку і співвідношенням з анатомічними структурами – судинами і нервами.

У більшості випадків радикальне видалення менінгіоми забезпечує фактично «одужання» або знижує ризик повторного утворення пухлини практично до нуля.

Існує багато моделей та методів комп'ютерного планування оперативних втручань. Наприклад, спеціалізовані комплекси Stereotactic Planning Software (рис.1) від Brain Lab або MNPS від Mevis informatica medica, мають основний недолік – це неможливість вибору мало травматичної траєкторії доступу, заснованої на побудові так званої ризикової карти структур головного мозку, при якій кожній структурі присвоюється певний індекс, пов'язаний з ризиком її пошкодження при операції.

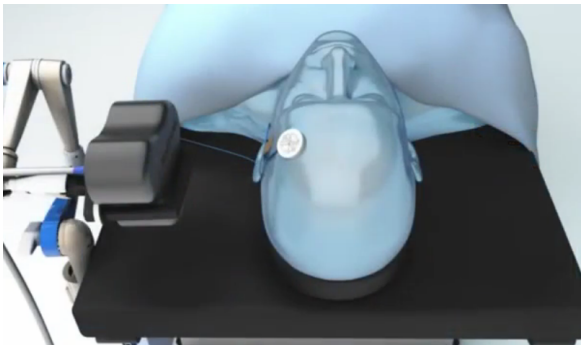
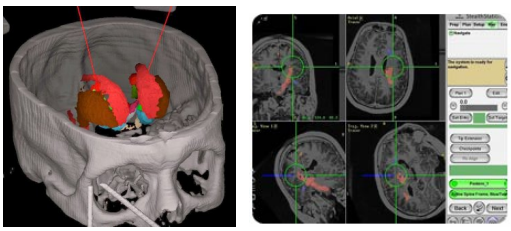


Рис. 1. Спеціалізований комплекс Stereotactic Planning Software від Brain Lab

Підсистема комп'ютерного планування стереотаксичних операцій за допомогою спеціального програмного забезпечення дозволяє виконувати визначення хірургічного доступу до оперованих внутрішньо мозкових структур і виробляти віртуальне моделювання оперативних втручань. Дане завдання відноситься до траєкторної задачі наведення - планування оперативного доступу, заснованого на знаходженні оптимальної (переважно з точки зору мінімальної інвазивності) траєкторії хірургічного інструменту до внутрішньомозкової структури, що оперується. Цікаві також підходи, спрямовані на застосування натурних моделей голови пацієнта - так званих стереотаксичних фантомів для реального (а не віртуального) відпрацювання оперативних прийомів [3].

Система Stereotactic Planning Software от Brain Lab в якості вихідних даних може використовувати дані комп'ютерної томографії і дані магніто-резонансної томографії і інші інтроскопічні дослідження. Побудова моделі голови пацієнта здійснюється в напівавтоматичному режимі, система автоматично визначає серединну сагітальну площину головного мозку. Після цього в ручному режимі проводиться введення лінії CA - CP з наступним автоматичним коригуванням даних стереотаксичних атласів. Під контролем цієї системи можна здійснювати як рамні стереотаксичні втручання, так і безрамні.

Система MNPS від Mevis informatica medica (рис. 2,а,б) обмежується здійсненням нейрохірургічних втручань з використанням рамних стереотаксичних засобів. Дана система планування підтримує значну кількість стереотаксичних систем, серед яких апарат конструкції Leksell.



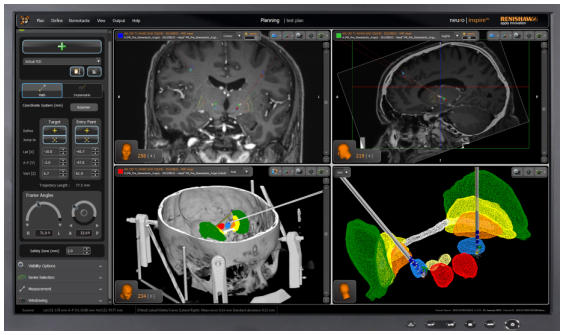
а б

а – Stereotactic Planning Software от BrainLab;
б – MNPS від Mevis informatica medica

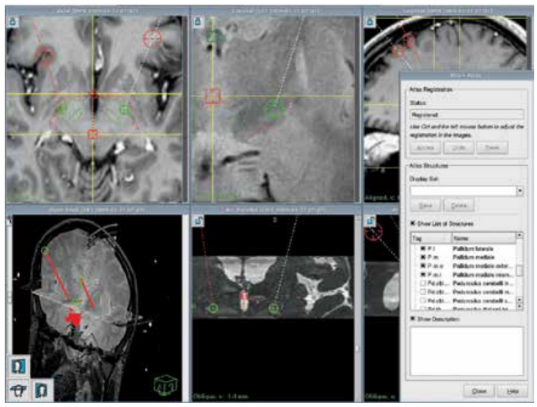
Рис. 2. Екранні форми засобів комп'ютерного планування

Система Stealth від Medtronic забезпечує використання не тільки даних комп'ютерної томографії і даних магніто-резонансної томографії, а й результати функціональних досліджень, що істотно полегшує мультимодальну навігацію. Система підтримує процедури як рамного, так і безрамного стереотаксіса.

Система Neuroinspire від Renishaw (рис.3) може комплектуватися різним набором модулів. Повний пакет включає в себе модулі як ручного виділення анатомічних структур, так і забезпечує додаток томографічного дослідження з даними цифрових стереотаксичних атласів. Крім того, для здійснення функціональних нейрохірургічних втручань в системі присутня можливість моделювання введення широкого набору пристроїв, що імплантуються.



а



б

а – Neuroinspire от Renishaw;
б – Leskell SurgiPlan от Elekta

Рис. 3. Засоби комп'ютерного планування

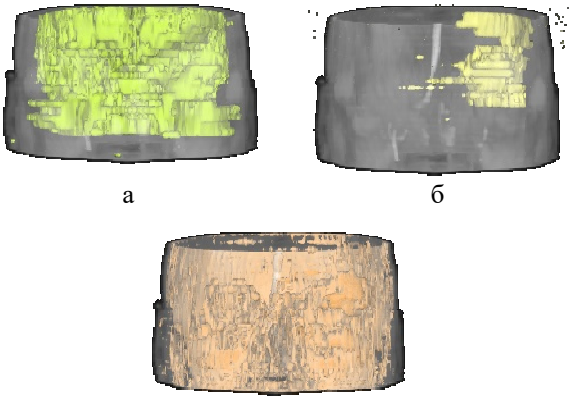
Проаналізувавши методи діагностування менінгіом та способи їх лікування, за мету наукової роботи було поставлено моделювання пухлин, виходячи з даних отриманих під час проведення МРТ чи КТ хворому.

Створення моделі повинно полегшити оперативне втручання з боку відповідних фахівців, оскільки можна скласти план виконання операції, та користуватися моделлю протягом часу видалення пухлини. Запропонована методика повинна забезпечити кращу ефективність проведення операцій та зменшити вірогідність виникнення непередбачуваних ситуацій таких як кровотеча, зачіпання тканин мозку та інше.

Виконання тривимірної моделі базується на використанні програми InVesalius 3, яка працює з кінцевим форматом DICOM файлів збережених під час проходженням пацієнтом МРТ чи КТ [3].

III. Висновки

У результаті виконання наукової роботи було побудовано тривимірну модель менінгіоми (рис. 4, а), мозку (рис. 4, б) та черепу (рис. 4, в) за даними наведеними у [4].



а б в

Рис. 4. Результати моделювання в програмному забезпеченні InVesalius 3

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

[1] Bondy M, Ligon BL. Epidemiology and etiology of intracranial meningiomas / M Bondy, BL. Ligon — A review. J Neuro-Oncology, 1996. — p. 197 – 205.

[2] Інтелектуальні технології моделювання хірургічних втручань: монографія / О. Г. Аврунін, С. Б. Безшапочний, Є. В. Бодянський, В. В. Семенець, В. О. Філатов – Харків: ХНУРЕ, 2018. – 224 с.

[3] Сайт программного забезпечення InVesalius 3: https://invesalius.github.io/.

[4] Сторінка Rentgenogram на Facebook: https://www.facebook.com/117671938-899820/photos/-менингиома-meningioma-download-dicom-httpsgoogl9tgbas/2601333246-53680/.

Алгоритм принятия управленческих решений

Виктор Косенко, Екатерина Батаева

Кафедра КИТАМ, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, УКРАИНА,
Харьков, пр. Науки 14, e-mail: kateryna.bataieva@nure.ua

Аннотация: В работе приведен алгоритм принятия управленческих решений управления линией оборудования для сложных биотехнических объектов.

***Ключевые слова*:** алгоритм, принятие решений, управление.

I. ВВЕДЕНИЕ

В современном мире для сложных биотехнических объектов создают наиболее оптимальные условия с целью повышения продуктивности. Для выполнения этой задачи необходимо специальное оборудование, а также есть необходимость автоматизировать управление этим оборудованием.

II. АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИИ

Для осуществления поставленной задачи автоматизации управления линией оборудования для сложных биотехнических объектов необходимо определить все параметры, которые влияют на рост и продуктивность, а соответственно и на принятие решений в планировании управлением автоматизированной линией оборудования для сложных биотехнических объектов.

В результате выявлены следующие группы факторов: участок (площадь, георасположение, состав, затененность, карта-схема– участка); работники или оборудование (количество, скорость выполнения каждой из видов работ, габариты, возраст); культура (вид, сорт, условия, технология посадки, возраст, температура, влажность, всхожесть); условия выращивания (открытый/закрытый грунт, отапливаемость, частота полива, количество солнечного тепла); погода (минимальная/максимальная и текущая температура, температурный прогноз, наличие осадков, влажность воздуха); тип задачи (высадка, сбор, полив, посев, прополка, подкормка, подготовительные работы, выполнение задачи, планирование); время выполнения задачи (тип задачи, количество и тип работников/оборудования, тип культуры, технология выращивания, погода, календари, длина светового дня, количество корней культуры/обрабатываемая площадь участка).

В результате анализа параметров становится ясно, что такие параметры, как прогноз температуры внешней среды будет взят из источников прогноза погоды в зависимости от георасположения, данные о текущей температуре, уровне влажности будут считаны в режиме реального времени с соответствующих датчиков, а данные о времени выполнения задач, типе культуры и условиях выращивания являются