

**Д.м.н., професор Яценко В.П., аспірант Алхімова С.М.,
студент Шмурак Д.Є.**

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

СЕГМЕНТАЦІЯ ЗОБРАЖЕНЬ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТОМОГРАФІЇ ЮВЕНІЛЬНОЇ АНГІОФІБРОМИ ОСНОВИ ЧЕРЕПА ЛЮДИНИ

Abstract

V.P. Yatsenko, S.M. Alkhimova, D.Y. Shmurak

Segmentation of Juvenile Nasopharynx Angiofibroma CT-images

The paper investigates the practical aspects of contrast enhanced CT-data application for segmentation process improvement. The segmentation algorithm is described.

Вступ

Незважаючи на різноманітність методів сегментації, що застосовуються для обробки медичних зображень, все одно виникає проблема вибору методу, що найбільш підходить для кожної конкретної задачі. При проведенні сегментації зображень рентгенівської комп'ютерної томографії (КТ) ювенільної ангіофіброми основи черепа (ЮАОЧ) людини на заваді стає поєднання клітинного, фіброзного та судинного компонентів новоутворення, що може значно відрізнитися навіть в межах однієї пухлини [1, 2]. Таким чином, ділянки КТ-зображень, що характеризують тканини ЮАОЧ, навіть на одному зображенні можуть бути наведені пікселами зі значною відмінністю в яскравості залежно від переважання в даній частині пухлини судинного чи сполучно-тканинного компонентів. Це спричиняє значну неоднорідність ділянок, що підлягають сегментації, та, як результат, погану ефективність роботи відомих алгоритмів сегментації медичних зображень. Методика внутрішньовенного контрастного посилення у багатьох випадках дозволяє уточнити характер виявлених патологічних змін та візуалізувати зміни, що не виявляються при звичайному КТ. Проведення КТ-обстеження з контрастним посиленням хворим з діагнозом ЮАОЧ надає два набори даних, що містять інформацію комплементарної природи [2, 3]: серію зрізів КТ-зображень без контрастного посилення та серію зрізів КТ-зображень з контрастним посиленням. Комбінація двох зображень, що відповідають

отриманим на одному рівні КТ-зрізам без контраста та з контрастним посиленням тканин, надає можливість використання додаткової інформації щодо щільності досліджуваних тканин з метою компенсування недоліків процесу сегментації КТ-зображень, на яких присутні тканини ЮАОЧ. Таким чином, КТ-зображення з контрастним посиленням можуть надати дані для уточнення границь пухлини.

Постановка задачі

Дане дослідження спрямоване на можливість використання додаткової інформації для покращення роботи алгоритмів сегментації медико-біологічних зображень. Дослідження проводилося з метою сегментації тканин ЮАОЧ за даними КТ з контрастним посиленням тканин. Об'єкт дослідження – сегментація медико-біологічних зображень. Предмет дослідження – використання зрізів з контрастним посиленням тканин для проведення сегментації КТ-зображень ЮАОЧ.

Опис алгоритму сегментації

Спосіб використання зрізів з контрастним посиленням для проведення сегментації КТ-зображень ЮАОЧ людини полягає у встановленні просторової відповідності між різними особливостями одних й тих самих анатомічних зон на зображеннях двох модальностей шляхом суміщення кожної точки зображення однієї модальності (серія зрізів без контрастного посилення) та відповідної точки зображення іншої модальності (серія зрізів з контрастним посиленням тканин) та може бути описаний наступним алгоритмом:

1. Визначити зону уваги.
2. Встановити просторову відповідність.
3. Одержати значення різницевої матриці.
4. Одержати максимально можливе значення різницевої матриці.
5. Визначити сегмент ЮАОЧ.

На першому етапі проводиться визначення відповідних одне одному КТ-зображень без контрастного посилення та з введеним контрастом, які були отримані на одному рівні вздовж об'єму пухлини.

Другий етап включає інтерактивне визначення контрольних точок та проведення необхідного геометричного перетворення даних ділянки КТ-зображення з контрастним посиленням з метою досягти просторової відповідності з даними відповідної ділянки КТ-зображення без контрастного посилення [2, 4].

Третій етап полягає в проведенні попикселного віднімання даних КТ-зображення без контрастного посилення від даних модифікованого на другому етапі КТ-зображення з контрастним посиленням тканин. Отримана різницева матриця може містити недоліки через неточність суміщення пікселів та застосування алгоритмів інтерполяції в процесі визначення нових значень яскравості пікселів при виконанні геометричних перетворень. Недоліки усуваються на наступних етапах роботи алгоритму.

Четвертий етап полягає у визначенні максимально можливого значення різницевої матриці через знаходження максимальної зміни яскравості при переході від зображення без контрастного посилення до зображення з контрастним посиленням в зонах, що відповідають розташуванню будь-якої найближчої до пухлини великої судини.

На п'ятому етапі виконується пошук сегмента ЮАОЧ відповідно до наступного псевдокоду:

```

Input:
    max value
    vessel mask region
    background region
Algorithm:
initialize queue with vessel mask region
while (queue not empty)
    pop a pixel k of the queue
    if (k's value above max value)
        mark k as being in the background region
        for each neighbor n of k
            if (n in the tumor region OR boundary) AND ( n not in queue)
                enqueue n
    else if (k is not marked as boundary)
        mark k as being in the tumor region
        for each neighbor n of k
            if (all n in the background region OR boundary)
                unmark k from tumor region
                mark k as being in the background region
                if (any of n is boundary) AND (n not in queue)
                    enqueue n
            else if (n in the background region)
                mark k as boundary
    else for each neighbor n of k
        if (all n in the background region OR boundary)
            unmark k from boundary
            mark k as being in the background region
            if (any of n is boundary) AND (n not in queue)
                enqueue n

```

В наведеному псевдокодi початковими даними є максимальне значення різницевої матриці (max value) та ділянка КТ-зображення без контрастного посилення, кожний піксел якої додатково містить маркер, що визначає його належність або до судинної ділянки (vessel region), або до ділянки фону (background region) за даними різницевої матриці. Під час роботи алгоритму дані для аналізу заносяться в чергу (queue). Покроковий

аналіз включає розгляд 8-зв'язних сусідів (neighbor) для кожного елемента. Після аналізу кожний елемент помічається або як ділянка пухлини (tumor region), або як границя сегмента ЮАОЧ (boundary), або як ділянка фону (background region) та вилучається з черги.

Отже, різницева матриця зображень двох модальностей, виступаючи в якості маркерів, що характеризують судинну маску тканин ЮАОЧ, слугує для уточнення визначення границь в районах значної зміни яскравості або однорідних ділянок з критерієм однорідності сусідніх пікселів за градієнтними ознаками в процесі сегментації КТ-зображення.

Для програмної реалізації сегментації КТ-зображень ЮАОЧ з використанням зрізів з контрастним посиленням була використана бібліотека розробки програмних додатків комп'ютерної графіки Visualization Toolkit (VTK), яка являє собою відкрите програмне забезпечення для обробки зображень та візуалізації. Основна відмінність бібліотеки VTK полягає в тому, що більшість функцій, потрібних при роботі із зображенням для поставленої задачі, вже представлені в готовому вигляді, що значно прискорює процес розробки алгоритмів геометричних перетворень з метою досягти просторової відповідності зображень. Крім цього, VTK використовується як бібліотека класів C++, що дає нам перевагу у використанні гнучких алгоритмів, на відміну від інших програмних засобів, які пропонують лише готові інструменти для обробки.

Висновки

Запропонований спосіб використання зрізів з контрастним посиленням тканин для проведення сегментації КТ-зображень ЮАОЧ людини дає можливість знаходити шукану ділянку в її дійсних границях після маркування зображення судинною маскою. Запропонований метод може знайти застосування для підтримки прийняття рішень стосовно стану хворого в медичних експертних системах та для проведення доопераційного планування і моделювання ходу майбутньої операції видалення пухлини в системах планування хірургічного лікування.

Література

1. *Hermans, R.* Head and neck cancer: how imaging predicts treatment outcome // *Cancer Imaging*. – 2004. – Vol. 6, Spec.No.A. – S145-S153.
2. *Алхімова, С. М.* Використання зрізів з контрастним посиленням тканин при сегментації КТ-зображень пухлин // *Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте '2010* : сб. материалов. – Одесса, 2010. – Т. 4. – С. 16-20.

3. *Vidal, F. Principles and Applications of Computer Graphics in Medicine / F.P. Vidal, F. Bello, K.W. Brodli, N.W. John, D. Gould, R. Phillips and N.J. Avis // COMPUTER GRAPHICS forum. – 2006. – Vol.25. – No.1. – P.113-137.*
4. *Алхімова, С. М. Мульти模альні перетворення медичних зображень // Перспективні інновації в науці, освіті, виробництві і транспорті '2010 : зб. матеріалів. – Одеса, 2010. – Т. 15. – С. 5-10.*