

УДК 616-089.5+617-053.2-089.11

НОВІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩІ ПОВЕРХНЕВИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ТА АНАТОМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ В АНЕСТЕЗИОЛОГІЇ ТА ХІРУРГІЇ ДИТЯЧОГО ВІКУ

Д. В. Дмитрієв, Д. В. Коноплицький, В. П. Янович

Вінницький національний медичний університет імені М. І. Пирогова,
Вінницький національний аграрний університет

NEW APPROACHES FOR DETERMINATION OF AREA OF SUPERFICIAL FUNCTIONAL AND ANATOMIC OBJECTS IN PEDIATRIC ANESTHESIOLOGY AND SURGERY

D. V. Dmytriiev, D. V. Konoplitskyi, V. P. Yanovych

В теперішній час відзначають необхідність обробки, зберігання та передачі значних обсягів інформації, що стосуються поверхневих зображень медичних об'єктів. Новітніми в цьому плані вважають методи структурного аналізу контурів на основі використання контрольних точок контуру, під якими розуміють точки зламів ліній, що утворює контур зламаної лінії, складається з почергових вертикальних і горизонтальних ліній. До переваг такого методу аналізу контуру об'єктів відносять можливість його однопрохідного опису за будь-якої складності конфігурації зображення, суттєву економію пам'яті, необхідної для аналізу, та, як наслідок, зменшення тривалості обробки зображення [1]. Крім того, сучасна медична інформатика неможлива без використання візуальних образів, тому перспективи розвитку інформаційних технологій в галузі медицини визначаються ефективністю засобів і методів обробки візуальної інформації [2 – 4]. Структурний аналіз контурів зображень як послідовностей відрізків прямих та дуг кривих є одним з завдань обробки зображень з метою їх інтерпретації в системах штучного інтелекту. У більшості спостережень зображення можливо розглядати як частину площини, розділеної на ділянки з постійними або змінними параметрами. Невід'ємною ознакою кожної ділянки є її межі, тобто, контур — однозв'язкова послідовність, що складається з відрізків прямих та дуг кривих [5]. Автоматизована обробка

Реферат

Висунута гіпотеза про доцільність використання кривих Без'є в анестезіології при розв'язанні задач розпізнавання образів функціональної ділянки гіпералгезії та гемангіоми.

Ключові слова: анестезіологія; гіпералгезія; гемангіома.

Abstract

A hypothesis concerning expediency for application of a Beze's curves in anesthesiology while solving the tasks of the images recognition of a functional part hyperalgesia and hemangioma.

Key words: anesthesiology; hyperalgesia; hemangioma.

таких зображень передбачає зіставлення їх формальних контурів з метою ідентифікації різних процесів або об'єктів. Розв'язання цього завдання засобами статистичного розташування візуальних образів ускладнюється тим, що кожне зображення може відрізнятися за своїми масштабами, рівнем перешкод, кількістю вимірювань. Для подолання цих проблем застосовують метод нейромережевого розпізнавання контурів зображень з використанням кривих Без'є, що дозволяє забезпечити інваріантність опису контурів зображень відносно їх положення в полі зору, масштабу, повороту [6]. Все це обґрунтовує актуальність проблеми і змушує шукати нові способи математичної ідентифікації параметрів зони гіпералгезії. Гіпералгезія — це стан підвищеної чутливості до болю, що виникає внаслідок інтенсивної ноцицептивної стимуляції або може бути індукований опіоїдними анальгетиками [7, 8].

Для діагностики гіпералгезії стандартно визначають больовий поріг за допомогою монофіламентів

вон Фрея в зоні операційної рани, використовуючи монофіламенти у зростаючому порядку до найменшої сили тиску, яку досліджуваний сприймає як больове відчуття [4, 6].

Мета дослідження: розробити нові способи визначення площі

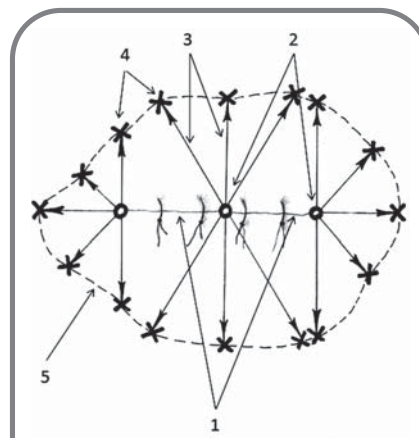


Рис. 1.

Схема маркування контрольних точок контуру об'єкта.

- 1 - проекція лінії операційної рани;
- 2 - умовні точки розподілу об'єкта по довжині; 3 - векторні напрямки вимірювання; 4 - контрольні точки;
- 5 - визначений периметр об'єкта.

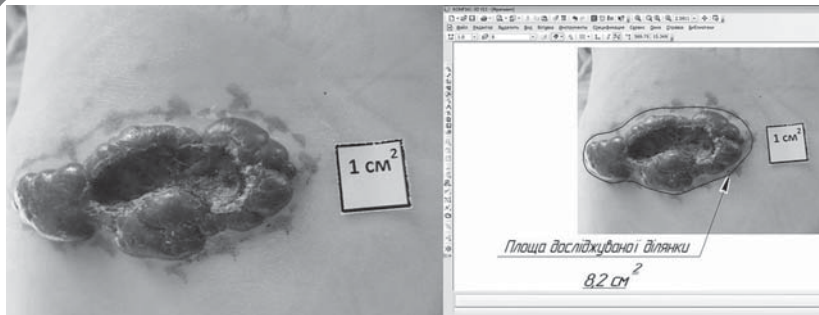


Рис. 2.
Хвора К.

Етап фотофіксації та визначення площі анатомічного об'єкту в програмному середовищі Kompas 3DV13.

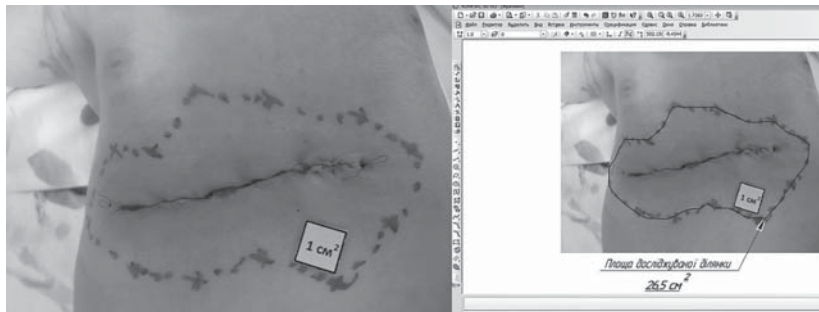


Рис. 3.
Хвора К.

Визначення периметру зони гіпералгезії після операції (етап фотофіксації) та площі функціонального об'єкту (зони гіпералгезії) в програмному середовищі Kompas 3DV13.

функціональних та анатомічних об'єктів методом фотоаналітичної ідентифікації геометричних параметрів, їх контурів у дітей.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

З 2012 по 2014 р. в дитячому онкогематологічному відділенні лікували 18 пацієнтів, у тому числі 8 — з приводу гемангіоми (ГА) в ділянках тулуба й кінцівок за її ускладненого перебігу, 10 — пухлинних утворень грудної, черевної порожнини та заочеревинного простору. Вік хворих від 2 міс до 16 років. Хлопчиків було 10 (55,6%), дівчаток — 8 (44,4%). До операції всім хворим проведено обстеження з використанням клінічних, лабораторних, інструментальних методів (ЕКГ, ехоКГ, УЗД, доплерографія, ГДФС, КТ, МРТ). Як анатомічний об'єкт визначали площу ГА, як функціональний — площу гіпералгезії ділянки операційної рани.

Визначення площі заданих об'єктів включало два етапи. Першим етапом створювали систему інформаційних ознак, чутливих до зони визначення образу, другим етапом — будували вирішальні правила, за якими комп'ютер класифікував запропоновані для розпізнавання образи.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Для вирішення поставленої мети використане розпізнавання форми візуальних об'єктів математичної абстракції у вигляді кривої Без'є з системою інтерактивних ознак, які будували на основі координат контрольних точок кривої Без'є. За складної конфігурації анатомічного або функціонального об'єкту візуальний образ попередньо сегментували на окремі ділянки контуру, який, в свою чергу, представляли кривою Без'є [7, 9]. Вибір саме кривої Без'є зумовлений її властивостями:

безперервністю заповнення сегмента між початковою та кінцевими точками; розташуванням кривої завжди всередині фігури, утвореної точками, що з'єднують контрольні точки; симетричністю, тобто відсутністю впливу обміну місцями між початковою та кінцевою точками на форму кривої; збереженням стабільності при масштабуванні та змінах пропорцій, оскільки з математичної точки зору вона "афінно інваріантна"; зміною форми всієї кривої при зміні координат хоча б однієї точки, при цьому будь-який відрізок кривої Без'є також є кривою Без'є; ступінь кривої завжди на один ступінь нижче кількості контрольних точок [9].

В ранньому післяопераційному періоді (у 1—шу, на 3—ттю і 5—ту добу) у пацієнтів визначали периметр мінімального порогу болю навколо операційної рани. Проекцію лінії операційної рани умовно поділяли на два рівних відрізка трьома точками, через які у 16 векторних напрямках з кутом між ними 45° за допомогою набору з 10 каліброваних монофіламентів вон Фрея (VFMs) здійснювали тиск на шкіру з зростаючою силою від 4 г (39.216 mN) до 300 г (2941.176 mN) (Touch—Test Sensory Evaluator, North Coast Medical Inc., CA, США), притискаючи монофіламенти у зростаючому порядку до поверхні шкіри під кутом 90°, доки останній не зігнеться, на 1 — 1,5 с. Адаптаційний інтервал між дослідженнями 10 с. Механічний больовий поріг визначали як найменшу силу тиску, що спричинила больову реакцію пацієнта. Больовий поріг вимірювали на поверхні навколо операційної рани. Кожну з 16 визначених точок помічали кольоровим маркером на шкірі, а з'єднавши їх одна з одною, отримували дійсний периметр мінімального порогу болю навколо операційної рани, з подальшою фотофіксацією, яку здійснювали паралельно площині шва і вважали площиною периметру зони гіпералгезії на тілі пацієнта (рис. 1).

Аналогічно визначали зовнішній контур ГА. На етапі фотофіксації біля функціонального або ана-

томічного об'єкту з метою масштабування розташовували паперовий квадратний маркер площею 1 см². В подальшому отримане зображення інтегрували у програмне середовище Kompas 3DV13, (ліцензія № АГ—12—00651), в якому за допомогою графічних кривих визначали площу об'єкту в цифровому виразі.

Оскільки досліджувана зона, як правило, має виражені нерегулярні геометричні параметри, контур дублювали за допомогою кривих Без'є, що цілком лежать в опуклій оболонці своїх контрольних точок. Крива Без'є — параметрична крива, яка задається виразом:

$$B(t) = \sum_{i=0}^n P_i b_{i,n}(t), \quad 0 \leq t \leq 1 \quad (1)$$

де P_i — функція компонент векторів контрольних точок; $b_{i,n}(t)$ — базисні функції кривої Без'є, які називають поліномами Бернштейна.

$$P_i b_{i,n}(t) = \binom{n}{i} t^i (1-t)^{n-i} \quad (2)$$

де $\binom{n}{i} = \frac{n!}{i!(n-i)!}$ — число n за i ; n — ступінь поліному; i — порядковий номер контрольної точки.

Після відтворення контурного сплайну кривих Без'є зони периметру функціонального або анатомічного об'єкту за допомогою вмонтованого модуля "вирахувати" ідентифікували величину площі отриманої зони. Наводимо спостереження.

Дитина К., віком 4 міс, госпіталізована в онкогематологічне відділення з діагнозом: кавернозна ГА передньої черевної стінки з виразкуванням. За запропонованою методикою визначена площа ГА, що становила 8,2 см² (рис. 2).

Після відповідної передопераційної підготовки виконане оперативне втручання — видалення ГА.

На 2—гу добу після операції за допомогою набору каліброваних монофіламентів вон Фрея (VFMs) визначений периметр зони гіпералгезії навколо операційної рани. От-

римане зображення інтегроване в програмне середовище Kompas 3DV13 з метою визначення площі гіпералгезії, яка становила 26,5 см² (рис. 3).

ВИСНОВКИ

1. Властивість кривих Без'є дозволяє здійснювати інтуїтивно зрозуміле управління параметрами кривої в інтерфейсі програмного середовища Kompas 3DV13, значно спрощує побудову складних геометричних конфігурацій об'єкту на основі їх сплайну.

2. Застосування методики допомагає чітко визначати площу функціональних та анатомічних об'єктів за будь-якої складності їх контурів.

Перспективи подальших досліджень: впровадження адскватних методів знеболання після операції, створення можливості точної топічної оцінки ГА під час динамічного спостереження та лікування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Калмыков В. С. Анализ контуров объектов в бинарных изображениях / В. Г. Калмыков, В. В. Вишнеvский // Математические системы и машины. — 1997. — № 2. — С. 68 — 71.
2. Нагорнов Ю. С. Применение генетического алгоритма для оптимизации формы модели эритроцита / Ю. С. Нагорнов, И. В. Жилев // Фундаментальные исследования. — 2013. — № 4, ч. 1. — С. 75 — 80.
3. Чернухин Н. А. Математические и программные средства обработки рентгенографических медицинских изображений: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Н. А. Чернухин. — Ростов н/Д, 2014. — 23 с.
4. Местецкий Л. М. Непрерывная морфология бинарных изображений: фигуры, скелеты, циркуляры / Л. М. Местецкий. — М.: ФИЗХМЛИТ, 2009. — 288 с.
5. Вишнеvский В. В. Структурный анализ цифровых контуров изображений как последовательностей отрезков прямых и дуг кривых / В. В. Вишнеvский, В. Г. Калмыков / Штучний інтелект. — 2004. — № 3. — С. 479 — 488.
6. Vishnevsky V. Approximation of experimental data by Bezier curves / V. Vishnevsky, V. Kalmykov, T. Romanenko // Intern. J. Information Theories & Applications. — 2008. — Vol. 15. — P. 235 — 239.
7. Вишнеvский В. В. Интерационный алгоритм построения кривой Безье по заданным точкам / В. В. Вишнеvский, И. К. Рыццов, М. В. Волжева // Математические машины и системы. — 2004. — № 4. — С. 108 — 116.
8. Роджерс Д. Математические основы машинной графики / Д. Роджерс, Дж. Адамс. — М.: Мир, 2001. — 604 с.
9. Куссиль М. Э. Кодирование контуров, представленных кривыми Безье, в задачах нейросетевой классификации / М. Э. Куссиль // Математические машины и системы. — 2004. — № 3. — С. 17 — 30.

