

УДК 519.711

3D-МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ 2D ТА 3D-ПРОЕКЦІЙНИХ ДАНИХ

В.С. Бабков

Донецький національний технічний університет

У роботі розглядаються теоретичні та практичні проблеми побудови тривимірних моделей реальних об'єктів за проекційними даними. Узагальнюється результаті попередніх досліджень та досвід побудови програмної системи, що реалізує запропоновані раніше алгоритми. Наводиться інформація про програмну систему Med3D, розроблену автором.

У наш час у багатьох галузях науки і техніки важливу роль відіграє використання тривимірних комп'ютерних моделей, побудованих за результатами дослідження реальних об'єктів складної форми. Подібна задача виникає, наприклад, у таких випадках [1-3]:

- пошук дефектів у структурі об'єктів (будівництво, машинобудування і т.п.);
- вивчення внутрішньої структури об'єкта без його руйнування (медицина, археологія);
- відновлення об'єкту за неповними даними (криміналістика, реконструктивна археологія, медицина);
- побудова тривимірних моделей рухливих об'єктів у реальному часі (біометрія, медицина);
- оцінка, реконструкція і проектування великих промислових об'єктів і ділянок місцевості (будівництво, картографія і т.д.);
- обробка результатів наукових експериментів і складних обчислень.

Існує велика кількість методів одержання проекційних даних для побудови тривимірних моделей. Загальна риса цих методів – видача результатів сканування у вигляді „хмари” точок, що описують поверхню об'єкта або системи взаємопов'язаних об'єктів. Методи одержання таких даних можна розділити на дві категорій: методи неруйнівного дослідження внутрішньої структури об'єктів і методи сканування зовнішньої поверхні об'єктів.

Один з найвідоміших методів неруйнівного дослідження - це томографія в різних її проявах [2].

При одержанні проекційних даних про досить великі об'єкти складної форми (інженерні споруди, будинки, ділянки місцевості) застосовується метод лазерного сканування зовнішньої поверхні [3].

У загальному випадку процес побудови тривимірної моделі реального об'єкту складається з наступних етапів:

- сканування та одержання проєкційних даних;
- попередня обробка (фільтрація, редагування й ін.);
- сегментація, виділення окремих об'єктів у випадку сканування системи об'єктів (наприклад, окремих органів у ділянці людського тіла). Задача сегментації у двовимірному і тривимірному просторі за останні 30 років досить вивчена, і існує велика кількість методів її розв'язання [4-5]: обробка градієнтними фільтрами, ітераційні методи нарощування ділянок у двовимірному і тривимірному просторі, деформаційні методи, кластеризація і класифікація зображень, текстурна сегментація та ін.
- безпосередньо реконструкція тривимірної моделі об'єкта, тобто перехід від подання у вигляді „хмари” точок до однієї з форм [6]:

- каркасна форма;
- полігональна форма;
- функціональна форма у вигляді:
 - алгебраїчних поверхонь;
 - параметричних моделей;
 - процедурних моделей;
 - конструктивних щільних моделей;
 - поверхонь, що базуються на кістках.

- візуалізація тривимірної моделі.

У роботах [7, 8] були описані різні аспекти побудови програмної системи для створення тривимірних моделей реальних об'єктів. Відповідно до результатів досліджень, була запропонована наступна структура програмної системи для побудови тривимірних моделей об'єктів на основі проєкційних даних (див. рис. 1).

При розробці системи основною метою було: забезпечити максимальну швидкість обробки даних, зручність роботи користувача, наочну інтерактивну візуалізацію, максимальну адекватність результатів моделювання реальним об'єктам. Для цього в алгоритмічному забезпеченні системи використовувалися як відомі, так і оригінальні модифіковані алгоритми обробки.

Обробка даних у системі складається з наступних етапів:

- 2D, 3D-попередня обробка (корекція контрасту, видалення артефактів, фільтрація шумів, поворот і масштабування);

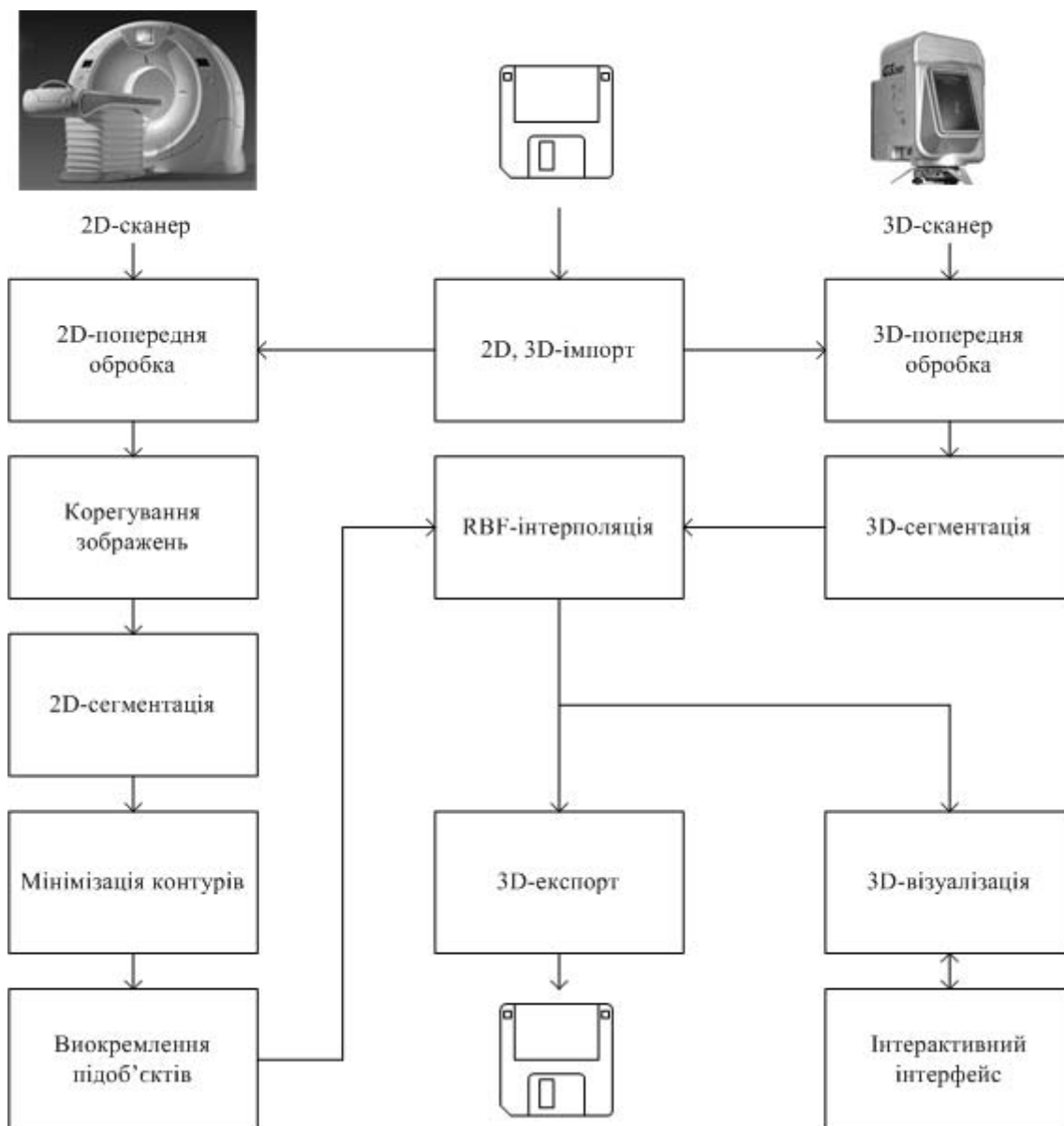


Рисунок 1

- коректування зображень (гістограмний аналіз, автоматична адаптивна корекція гістограми для виділення порогів);
- 2D-сегментація (використовувався модифікований метод нарощування ділянок для одержання замкнутих контурів підоб'єктів у кожній площині сканування);
- 3D-сегментація (використовувався метод нарощування областей у тривимірному просторі [4]);
- мінімізація контурів (очищення контурів від артефактів і мінімізація числа точок оригінальним алгоритмом);

- виділення підоб'єктів (формування «хмар» точок для кожного підоб'єктів з окремих площин);

- RBF-інтерполяція (розрахунок RBF-функції, розв'язання системи рівнянь, розрахунок коефіцієнтів інтерполянта, виділення точок поверхні з використанням методу компактної RBF [9])

- візуалізація хмари крапок з установкою висвітлення текстури і т.п. засобами Direct.

Таким чином, у результаті роботи була розроблена програмна система Med3D, що може бути використана в різних галузях, що вимагають побудови тривимірних моделей за 2D або 3D-проекційним даним. На рис. 2 показаний приклад застосування системи для побудови тривимірної моделі хребця за результатами томографічного сканування.

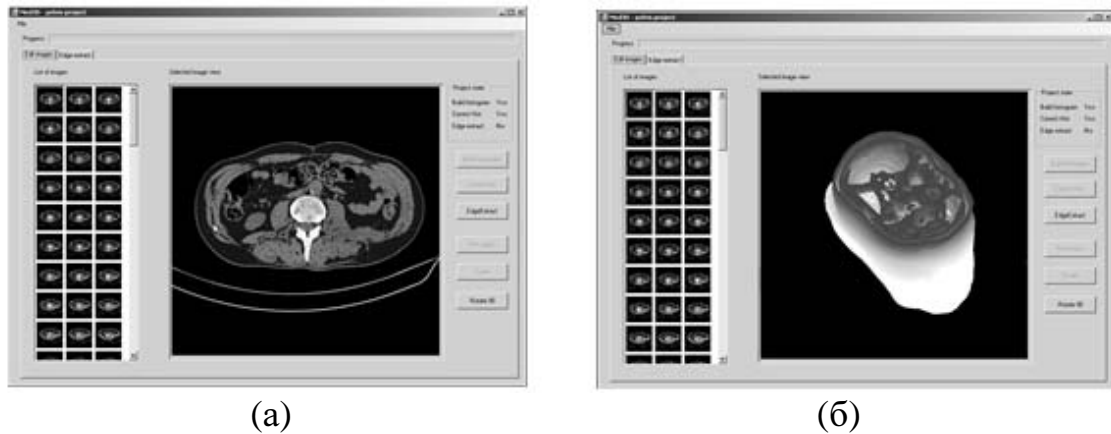


Рисунок 2 – (а) 2D-проекції, (б) 3D-модель

Використання системи Med3D може бути актуальним у таких галузях застосування як біометричні системи, тривимірні системи медичної діагностики, голографічні системи, системи віртуальної реальності і тренажери-симулятори. Використання при побудові системи алгоритмів, що забезпечують максимальну ефективність, дозволяє здійснювати за той самий час реконструкцію об'єктів з більшим ступенем деталізації (великою кількістю точок) або більшої кількості об'єктів (складних систем об'єктів).

Бібліографічні посилання

1. Ключев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник. - М.: Машиностроение, 1995 – 370 с.
2. Xi P., Won-Sook L., Shu C. Analysis of Segmented Human Body Scans. Graphic Interface 2007 Conference, Montreal, QC. May 28-30, 2007. NRC 49283

3. Мельников С.Р. Лазерное сканирование: новый метод создания трехмерных моделей местности и инженерных объектов // Информационный бюллетень „ГИС-Ассоциации” № 2(29) – 3(30), 2001
4. Jagannathan A., Miller Eric L. Three-Dimensional Surface Mesh Segmentation Using Curvedness-Based Region Growing Approach. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, vol. 29, num. 12, December 2007. – 2195 p.
5. Pham D. L., Xu C., Prince J.L. A survey of current methods in medical image segmentation, Annual Review of Biomedical Engineering, 1998
6. A. Pasko, V. Adzhiev, A. Sourin, V. Savchenko, "Function representation in geometric modeling: concepts, implementation and applications", The Visual Computer, vol.11, no.8, 1995, pp.429-446.
7. В.С.Бабков Реконструкція 3D-моделей органів в комп'ютерній томографії при обмеженому об'ємі вхідних даних. Наукові праці ДонНТУ. Серія “Проблеми моделювання та автоматизації проектування динамічних систем”. Випуск 52 – Донецьк: ДонНТУ. 2002. - 100-105 сс.
8. Бабков В.С., Ивашковец Е.В. Проектирование многофункциональной программной системы для реконструкции трехмерных объектов в медицинской практике. Сборник трудов третьей международной научно технической конференции молодых ученых и студентов «Информатика и компьютерные технологии» 11-13 декабря 2007 г. Донецк, ДонНТУ, с. 285-287
9. Morse, B.S. et al Interpolating implicit surfaces from scattered surface data using compactly supported radial basis functions, SMI 2001 International Conference – May 2001, P: 89-98

29.04.08