

УДК 004.4

к.ф.-м.н. Соломін А.В.,
andr-sol@i.ua, orcid.org/0000-0002-5226-8813,
к.т.н. Антонова-Рафі Ю.В.,
antonova-rafi@ukr.net, orcid.org/0000-0002-9518-4492,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
к.т.н. Гетун Г.В., galinagetun@ukr.net, orcid.org/0000-0002-3317-3456,
Київський національний університет будівництва і архітектури,
Репало А.Б., nastiarepalo@gmail.com, ORCID 0000-0003-2227-6828,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

РЕАЛІЗАЦІЯ В ПРОГРАМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ NI LabVIEW 3-ВИМІРНОГО ФІЛЬТРУ ГАУССА ДЛЯ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ

Обґрунтовано актуальність для задач 3D-моделювання та реалізовано в програмному середовищі NI LabVIEW фільтр Гаусса для 3-вимірних об'єктів, що призначено вдосконаленню технології виготовлення 3D-моделей за їх томографічними зображеннями.

Ключові слова: 3D-моделювання, 3D-реконструкція, NI LabVIEW

Актуальність роботи. У зв'язку із суттєвим удосконаленням технологій 3D-друку з'явилась можливість виготовлення 3-вимірних виробів за їх комп'ютерними моделями. Це актуально у багатьох галузях застосування та для різних засобів створення таких моделей. Один із варіантів ефективного використання можливостей 3D-моделювання пов'язано з виготовленням прототипів протезів бракуючих фрагментів скелету організму в реабілітаційній інженерії. Наприклад, доцільно створення такого прототипу шляхом віддзеркалення відповідного існуючого у пацієнта симетрично розташованого фрагмента [1]. Це стосується у тому числі протезів зубів, тобто віддзеркалюючи форму здорового зуба з однієї сторони щелепи, можна досить точно відтворити протез аналогічного зуба з іншої сторони.

Тут виглядає ефективним використання комп'ютерної томографії. Маючи комплекти томографічних знімків необхідної частини скелету або її дзеркального прототипу, можна шляхом 3D-реконструкції створити відповідну комп'ютерну модель. Але безпосереднє відтворення 3D-моделі за її томографічними зображеннями виглядає не дуже досконало. Позначаються технічні дефекти, спотворення, шуми цих зображень, які в процесі 3D-

реконструкції ще посилюються. Тому процес потребує якоїсь попередньої фільтрації в математичній моделі.

Постановка проблеми. Комп'ютерна томографія зараз досягла значного розвитку і оснащена могутнім комп'ютерним математичним апаратом. Також існує багато програмних засобів для обробки, фільтрації, редагування звичайних 2-вимірних зображень. Але фільтрації 2-вимірних зображень недостатньо для згладжування поверхонь 3-вимірних моделей. А в пакетах математичного забезпечення комп'ютерної томографії на такі фільтри зверталось недостатньо уваги, бо метою комп'ютерної томографії зазвичай є діагностика захворювань, коли будь-яка суттєва фільтрація зображень може знищити діагностичні ознаки. Таким чином задача розробки ефективних 3-вимірних фільтрів для 3D-моделювання залишається актуальною.

Метою роботи є розробка 3-вимірної реалізації фільтру Гаусса – одного з найефективніших згладжуючих фільтрів для задач 3D-моделювання через 3D-реконструкцію зображень комп'ютерної томографії.

Фільтр розроблявся в програмному середовищі NI LabVIEW, яка в даний час є неформальним стандартом у галузі медико-біологічного приладобудування і медико-біологічних досліджень і легко вбудовується в більшість сучасних програмно-апаратних комплексів [2].

Середовище NI LabVIEW (National Instrument Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench – середовище розробки лабораторних віртуальних приладів) дуже зручне для застосувань, які створюються і використовуються не програмістами, а фахівцями інженерної галузі, зокрема біомедичними інженерами. Замість текстових мов програмування із складними синтаксичними правилами тут використовується графічна мова G, яка має звичніший для інженерів вигляд блок-діаграм.

Додатковими перевагами середовища є наявність великої кількості вбудованих функцій і підпрограм, багатство розвинених, зручних і наочних елементів для побудови інтерфейсів, можливість взаємодії з іншими середовищами і навіть створення відповідних веб-застосувань з віддаленим доступом до сервісів.

Зокрема, серед готових підпрограм цього середовища зручним для використання є 3D-реконструктор, що призначений саме для відтворення 3D-об'єкта за його томографічними зображеннями. Його переваги пов'язані з відкритим кодом підпрограми, що дозволяє модернізувати її для конкретних задач, а також з можливістю обробки файлів комп'ютерної томографії будь-якого формату.

Проміжним результатом в підпрограмі 3D-реконструктора є 3-вимірний масив вокселів, що є результатом попередньої обробки файлів зображень

комп'ютерної томографії. Саме для обробки цього масиву був розроблений вищезазначений фільтр Гаусса. Це також спеціальна підпрограма в середовищі NI LabVIEW (рис. 1), яка містить ядро фільтру Гаусса у вигляді 3-вимірного масиву, що є дискретним представленням 3-вимірної функції Гаусса.

У фільтрах реалізована 3-вимірна лінійна фільтрація (згортка 3D-масиву з ядром фільтру). Ядро фільтру задається у вигляді 3-вимірного масиву (за умовчанням – фільтр Гаусса, але можна підставляти інші ядра). Для кожного вокселя вхідного 3-вимірного масиву підраховується результат суми добутків значень сусідніх вокселів всередині ковзаючого по вхідному масиву вікна з відповідними елементами масиву фільтра. У вихідному 3D-масиві цей результат підставляється на місце відповідного вхідного вокселя.

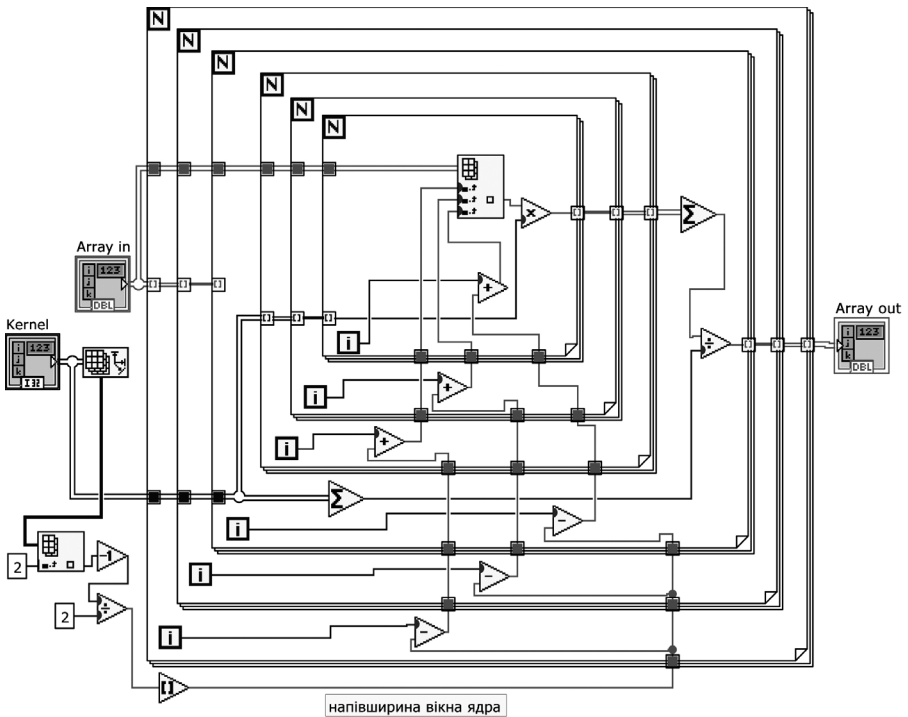


Рис. 1. 3-вимірний фільтр Гаусса для 3D-реконструктора

Результати застосування фільтра представлені на рис. 2 в порівнянні з рис. 3, де фільтр не застосовувався.

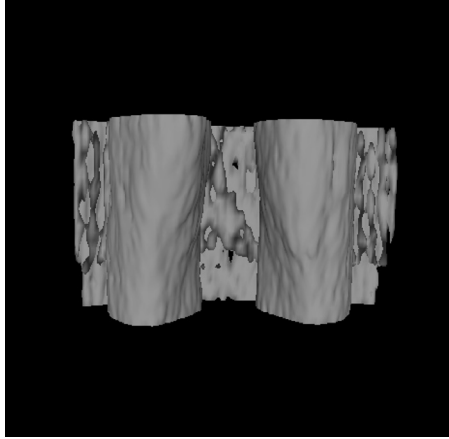


Рис. 2 – 3D-реконструкція фрагмента із застосуванням фільтра Гаусса

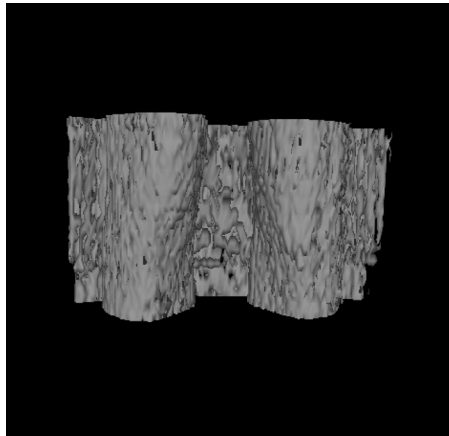


Рис. 3 – 3D-реконструкція фрагмента без застосування фільтрів

Висновки. Як видно, застосування 3-вимірного фільтра Гаусса дійсно значно згладжує поверхні моделі, що надає суттєві переваги для задач 3D-моделювання.

Оскільки розроблений в роботі фільтр досить універсальний і надає можливості легко змінювати його ядро (змінюючи лише відповідний масив, який представляє фільтр), то в конкретних ситуаціях можна налаштувати цей фільтр відповідно до задач 3D-моделювання, а також застосовувати послідовності таких фільтрів.

Хоч конкретно метою роботи було згладжування поверхонь 3D-моделей в біомедичній інженерії, розроблений фільтр може застосовуватись в багатьох суміжних галузях для удосконалення технологій 3D-моделювання.

Література

1. Solomin A.V., Repalo A.B. Mirror transformation as a method of prototyping in rehabilitation engineering // *Modern engineering and innovative technologies.* – 2018. – v.1, i.3. – p.50-54.

2. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision / Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю., Князь В.А., Ходарев А.Н., Моржин А.В. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 464 с.

к.ф.-м.н. Соломін А.В., к.т.н. Антонова-Рафі Ю.В., Репало А.Б.
Національний технічний університет України
Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського,
к.т.н. Гетун Г.В.,
Київський національний університет будівництва і архітектури

РЕАЛИЗАЦИЯ В ПРОГРАМНОЙ СРЕДЕ NI LabVIEW 3-х МЕРНОГО ФИЛЬТРА ГАУССА ДЛЯ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ

Обоснована актуальность для задач 3D-моделирования и реализована в программной среде NI LabVIEW фильтр Гаусса для 3-мерных объектов, предназначенный для совершенствования технологии изготовления 3D-моделей по их томографическим изображениям.

Ключевые слова: 3D-моделирование, 3D-реконструкция, NI LabVIEW.

candidate of physico-mathematical sciences Solomin A.V.,
candidate of technical sciences Antonova-Rafi Y.V.,
Repalo A.B., National tehnicnij University of Ukraine Kiiivskij
politehnicnij institute imeni Igorja Sikorskogo,
candidate of technical sciences Getun G.V.,
Kyiv National University of Construction and Arhitekture

IMPLEMENTATION IN THE PROGRAM ENVIRONMENT NI LabVIEW 3-DIMENSIONAL FILTRA GAUSE FOR 3D MODELING

Grounded the actuality of development of filter for the 3D-modeling and realized Gausse filter for 3-measured objects in the NI LabVIEW workbanch, that intended for perfection of 3D-modeling technology, based on tomography images.

Keywords: 3D-modeling, 3D-reconstruction, NI LabVIEW