

**ОЦІНКА ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
МЕТОДАМИ 3D СКАНУВАННЯ**

Н. ВЕЛИЧКОВСЬКА, С. КИСІЛЬ, М. РЯБЧИКОВ

Луцький національний технічний університет

Процедура визначення розмірів за допомогою 3D-сканування дозволяє точно вимірювати об'єкти в цифровому вигляді та часто застосовується в промисловості, медицині, моді та архітектурі. Ось основні етапи процесу:

Підготовка до сканування, яка включає наступні пункти Вибір 3D-сканера: В залежності від задачі вибирається відповідний тип сканера — оптичний, лазерний, фотограмметричний тощо, підготовка об'єкта: Поверхня об'єкта повинна бути чистою. Якщо це необхідно, об'єкт може бути покритий спеціальним порошком для покращення зчитування деталей (для об'єктів з відбиваючими або прозорими поверхнями). **Вибір середовища**: Сканування зазвичай відбувається у стабільних умовах освітлення, оскільки різкі зміни світла можуть впливати на точність сканування.

Сканування об'єкта. Цей етап передбачає наступне. Розташування сканера: Сканер встановлюють на оптимальній відстані від об'єкта. У деяких випадках використовують кілька кутів для повного охоплення. Початок сканування: Сканер зчитує поверхню об'єкта та створює цифрову тривимірну модель. Сучасні сканери можуть автоматично зшивати зображення з різних кутів. Контроль якості: Скановані дані перевіряються на наявність дефектів чи пропущених ділянок. Якщо виникають проблеми, сканування повторюється для окремих зон.

Постобробка отриманих даних. Цей етап включає такі дії. Очистка моделі: Відбувається видалення зайвих точок чи артефактів, які можуть з'явитися під час сканування. Об'єднання сканів (реєстрація): Дані з різних сканів об'єднуються в єдину 3D-модель. **Сітка (мезхінг)**: Хмара точок перетворюється в сітку (mesh), що створює замкнену поверхню. На цьому етапі застосовуються алгоритми оптимізації, які роблять модель більш точною.

Вимірювання та аналіз. Цей етап проводиться за наступним алгоритмом. Визначення розмірів: За допомогою програмного забезпечення проводяться точні вимірювання розмірів, таких як відстані між точками, площі поверхонь, об'єми тощо. Аналіз форми: Програми дозволяють порівнювати результати з еталонними моделями, виявляти відхилення та аналізувати геометрію об'єкта.

Збереження та використання даних передбачає наступні дії. **Збереження результатів**: Створена 3D-модель та дані про розміри зберігаються у вигляді файлів CAD або інших популярних форматів (наприклад, STL, OBJ). **Використання даних**: Отримані дані можуть використовуватися для проектування, моделювання, створення креслень, контролю якості, інженерного аналізу тощо.

Процедура 3D-сканування забезпечує високу точність і дозволяє отримувати цифрові копії фізичних об'єктів, що значно спрощує аналіз, обробку та використання цих даних в різних сферах.

В даній роботі розроблено методологічні основи тривимірного сканування для безконтактного дослідження форми, розмірів та топології поверхні просторових об'єктів, що передбачають використання віртуального вимірювального інструменту, що визначає математичні залежності між координатами еталонного та вимірюваного об'єктів, заснованого на оптичних та лазерних зчитувальних пристроях для перетворення інформації про колірний зміст розмірах використовуваних міток еталона координати точок поверхні.

Процес проведення вимірювань показаний на рис. 1

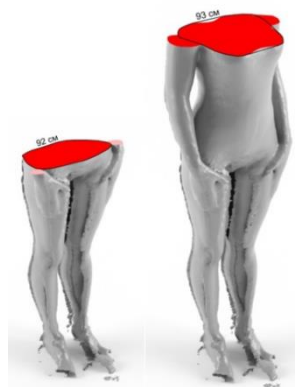


Рис. 1. Антропологічні вимірювання сканованої поверхні

Були проведені вимірювання за стандартною методикою і за методами, що передбачають тривимірне сканування. Результати досліджень представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняння вимірювання розмірних ознак

№	Антропометричні особливості	Означення	Згідно 3Д сканування	Стандартні вимірювання
1	Груди/Бюст	ОГ	93	91
2	Талія	ОТ	71	69
3	Стегна	ОС	92	91
4	Ширина плечей	ШП	44	44
5	Ширина спинки	ШС	40	41
6	Довжина до плечей	ШДП	13	13
7	Довжина рукава	ДР	59	59
8	Довжина передачі від середини талії до підлоги		107	106
9	Висота	Н	163	163
10	Відсоток відхилення для розмірів ширини	%	≈ 2,4	

Точність вимірювання тіла людини за допомогою тривимірного сканування залежить від декількох ключових факторів: типу та якості 3D-сканера, умов сканування, алгоритмів обробки даних, а також особливостей тіла людини, таких як рухливість та складність контурів.

Основні фактори точності сканування включають:

Тип і роздільна здатність сканера. Сучасні високоякісні сканери

забезпечують роздільну здатність до 0,1 мм, що є достатньо для точного вимірювання навіть невеликих деталей тіла, таких як зморшки чи текстура шкіри. Лазерні сканери зазвичай забезпечують найбільшу точність, але мають обмеження у швидкості роботи та вимогливі до умов освітлення.

Стабільність умов сканування. Зміни в освітленні та рухи людини під час сканування можуть негативно вплинути на точність вимірювань. Для досягнення найвищої точності важливо, щоб людина залишалася нерухомою протягом усього процесу сканування, а також щоб сканування відбувалося в контрольованих умовах освітлення.

Алгоритми обробки даних. Використання спеціалізованого програмного забезпечення для обробки знятих даних допомагає усунути артефакти та оптимізувати 3D-модель. Алгоритми об'єднання (зшивання) окремих сканів та створення сітки точок мають значний вплив на кінцеву точність моделі.

Особливості тіла людинию. Складні поверхні, наявність одягу або волосся можуть знижувати точність сканування, оскільки сканер може зчитувати неправильні контури. Найкращі результати досягаються, коли людина сканується без одягу та без зайвих об'єктів на поверхні тіла.

Точність вимірювань за допомогою тривимірного сканування тіла людини зазвичай складає від 0,5 до 2 мм, що дозволяє отримати дуже детальні моделі та точні антропометричні дані. Для медичних і наукових цілей точність до 0,1 мм забезпечується сучасними високоточними сканерами.

Загалом, точність вимірювання тіла людини за допомогою 3D-сканування забезпечує детальні антропометричні дані та можливість індивідуалізації у багатьох галузях.

Література

1. Riabchykov, M., Mytsa, V., Bondarenko, M., Popova T., Nechipor S., Nikulina, A., Bondarenko, S. (2023) Formation of complex 3D surfaces scans for garment CAD, *Vlakna a Textil*, 30(3), 13-18, <http://doi.org/10.15240/tul/008/2023-3-002>
2. Пашкевич К. Л. Дизайн одягу на засадах тектонічного підходу: методи, засоби, проектні практики: Ч.1. Конструктивне моделювання одягу: моногр. Київ: КНУТД, 2023. 130 с
3. Рябчиков М. Л., Назарчук Л. В. Дослідження плечової зони поверхні тіла людини для цілей проектування одягу з використанням 3D-сканування // *Товарознавчий вісник*. - 2023. - Вип. 16. - С. 298-309.
4. Пашкевич К. Л. Дизайн одягу на засадах тектонічного підходу: методи, засоби, проектні практики: Ч.1. Конструктивне моделювання одягу: моногр. Київ: КНУТД, 2023. 130 с.