

*Романюк О. Н., д-р. техн. наук, проф.,
Кокушкін В. М.
Вінницький національний технічний університет,
Чехместрук Р. Ю., канд. техн. наук,
Перун І. В.
ТОВ «ЗД Джснерейшн Юей»*

МЕТОДИ РЕКОНСТРУКЦІ ЗОБРАЖЕНЬ ОБЛИЧЧЯ

Методи реконструкції зображень обличчя широко використовують в різних галузях, зокрема, в медицині, обробці зображень, криміналістиці і т.д.

Сьогодні найпоширенішими є такі методи реконструкції зображень обличчя [1-3].

1. Метод натурної побудови, коли тривимірну модель формують вручну. В цьому випадку часто вихідними даними є 2Д-зображення обличчя (голови) людини.

Побудова таких моделей характеризується значними витратами. При цьому модель має невисоку точність.

2. Стерео. Використовуються дві камери з відомим розташуванням для отримання стереопари зображень об'єкта. На отриманих зображеннях знаходяться відповідні точки та обчислюється положення зіставлених точок у тривимірному просторі.

Оскільки камера здійснює перетворення тривимірної сцени в двовимірне зображення, то можлива втрата інформації про деякі кути, дійсні розміри і т.д.

3. Структуроване світло. Цей метод використовує камеру та світловий проєктор: структурний світло проєкує на обличчя спеціальну текст-туру, а камера реєструє спотворення цієї текстури на об'ємному об'єкті. За допомогою методів відновлення форми обчислюється розташування точок у тривимірному просторі.

4. Лазерне сканування [5, 6] Лазерні сканери застосовують світло як джерело для виявлення відстані до об'єкта сканування. Вони вимірюють час відображення лазера від об'єкта та отримують інформацію про глибину розташування точок на його поверхні. Незважаючи на те, що подібні технології дають дуже високий результат, процес реконструкції має ряд недоліків. Наприклад, можлива поява на моделі артефактів через помилки відновлення.

Іншим недоліком сенсорних систем є недостатня глибина різкості для отримання необхідної інформації: для стереосистем – близько 0,3 м, для систем з структурованою підсвічуванням - близько одного метра. Для лазерного сканування необхідно мати дороге обладнання. На сьогоднішній день можна відзначити такі компанії, що займаються розвитком технології сенсорного 3D розпізнавання: Geometrix (США), Genex Technologies (США), Bioscrypt (Канада), L-1 Identity Solutions (Англія)

5. Метод SFS. Отримання поверхні з освітлення (Shape from shading, SFS) –метод реконструкції, у якому не використовується база тривимірних моделей об'єктів [7].

Ідея алгоритму полягає в використанні тіней на зображенні для обчислення інтенсивностей кольору та розрахунку векторів нормалей поверхонь для освітлення Ламберта.

На жаль, метод дозволяє виконати реконструкції виключно для видимої ділянки обличчя.

Слід зазначити, що метод є зворотнім до методів рендерингу, коли яскравість пікселя є залежить від ряду факторів і обчислюється згідно заданої математичної моделі освітлення.

Враховуючи високу обчислювальну складність методу SFS вико-ристовують різні спрощення, що, безумовно, впливає на точність ре-конструкції.

6. Метод реконструкції SFM [3] тривимірних сцен використовує відносний рух між камерою та сценою в послідовності зображень. Як і в стереовідновленні, задачу SFM можна розділити на дві підзадачі: знаходження взаємно однозначного відповідності характеристичних точок на послідовних кадрах і реконструкція сцени. Але є і деякі суттєві відмінності.

Різниця між послідовними кадрами набагато менше, ніж між зображеннями в типовій стереопарі, оскільки відео знімається з частотою кілька десятків кадрів в секунду.

Також, на відміну від стерео, в русі відносно зміщення між камерою і сценою не обов'язково викликане однаковим тривимірним перетворенням.

Задача реконструкції порівняно з стереоспівставленням, є складнішою, Відновлення руху і структури кадр за кадром виявляється більш чутливим до шуму.

Для реалістичної візуалізації обличчя людини важливо адекватно відтворювати оптичні властивості людської шкіри та волосся, а також склери ока. Оскільки кожен з розглянутих матеріалів по-різному взаємодіє зі світлом, для кінцевого зафарбовування необхідно підібрати від-повідну модель освітлення [9], яка найбільше відповідає фізичним законам відбиття світла для визначеного матеріалу.

При цьому важливо достовірно відтворити фонову, дифузну та спекулярні складові кольору [9].

Проведений аналіз дозволяє вибрати конкретний метод реконструкції відповідно від поставлених задач і наявних ресурсів.

1. Тупицын И. В. Реконструкция трехмерной модели объекта на основе стереопары при решении задач 3D моделирования. *Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета*, 2011, №3, С. 212- 216.
2. Шлянников А. В. Алгоритм восстановления трехмерной модели лица по фотографии, *Компьютерная оптика*. 2014, том 34, №2, С. 272-276.
3. Дьяченко А. В. Задача 3D распознавания лиц: современные методы решения”, *Искусственный интеллект*. 2011, № 4, С. 166- 171,
4. Федюков М. А. Моделирование головы человека по изображениям для систем виртуальной реальности. *Программные продукты и системы*. 2011, № 4, С. 177-179.
5. Адамская Н. А., Кармазановский Г. Г., Князь В. А., Косова И. А. Трехмерное моделирование поверхности тела для точного планирования реконструктивных операций. *Медицинская визуализация*, 2005, №5, С. 139-143.
6. Лесняков А. Ф. Возможности применения технологии 3D-сканирования для объемной визуализации в пластической хирургии лиц. *Вестник Северо-западного государственного медицинского университета*, 2016. т. 8 . № 1, С.7-12.
7. Feng M., Gilani S., Wang Y., and Mian A.. 3D Face Reconstruction from Light Field Images: A Model-free Approach, in *European Conference on Computer Vision (ECCV)*, Munich, 2018, pp. 508-526.
8. Романюк С. А., Вяткин С. И., и Поддубецкая М. П, Трехмерная реконструкция человеческого лица по данным стереопары с применением аналитических функций возмущения. *Наукові праці ДонНТУ. Серія “Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка”*. 2013.№ 1 (17), С. 53-56.
9. Романюк О. Н. А. В .Чорний. Високопродуктивні методи та засоби зафарбовування тривимірних графічних об’єктів. Монографія. Вінниця: УНІВЕСУМ-Вінниця, 2006, 190 с.