

Распознавание 3D изображений групповых точечных объектов по их проволочным моделям на основе кватернионного исчисления

Хафизов Д. Г., Рябинин К. Б.

rts@marstu.mari.ru

Йошкар-Ола, ГОУ ВПО Марийский гос. тех. университет

Предложено решение проблемы распознавания 3D изображений пространственных групповых точечных объектов (ПГТО) с неизвестной нумерацией точек. Разработана программа, позволяющая реализовать алгоритмы упорядочения и распознавания ПГТО по их проволочным моделям при воздействии координатных шумов. Построение проволочных моделей зашумленных ПГТО возможно при объединении граней синтезированного многогранника с близкими нормальями.

Постановка задачи

Широкий спектр задач обработки изображений, в том числе и радиолокационных, связан с обработкой групп точечных объектов. Обработка плоских изображений таких объектов подразумевает решение следующих задач: обнаружение, локализация, измерение групповых признаков, упорядочение точек в групповом объекте, кодирование группового точечного объекта, распознавание и оценка параметров, решению которых посвящено ряд ранее опубликованных работ [1]. Однако при переходе в третье измерение, т. е. при обработке пространственно расположенных групповых точечных объектов применение ранее известных алгоритмов невозможно. При этом одной из важнейшей и наиболее трудных среди перечисленных является задача упорядочения точек в пространственном групповом точечном объекте, так как от успешного решения данной задачи зависит решение таких задач, как распознавание и оценка параметров. Для решения данной задачи применяется теория кватернионного анализа, что обусловлено удобством описания ПГТО векторными кватернионными сигналами с позиций их последующей обработки и анализа с точки зрения теории сигналов.

Формирование проволочной модели зашумленного пространственного группового точечного объекта

Формирование проволочной модели пространственного группового точечного объекта, необходимой для задания порядка точек в объекте и формирования кватернионного сигнала, основано на том, что любую совокупность точек в пространстве можно ассоциировать с совокупностью вложенных друг в друга выпуклых многогранников. Подход к решению данной проблемы в отсутствии координатных шумов рассмотрен в [3].

При появлении координатного шума проволочная модель ПГТО может разрушиться, что обусловлено разрушением граней многогранника из-за невыполнения условия принадлежности всех точек грани плоскости.

Синтез выпуклого многогранника по заданному множеству точек является многоэтапной процедурой. На каждом этапе выделяется одна из граней многогранника и упорядочиваются точки множества, лежащие в пределах этой грани (плоскости). Полученный многогранник описывается с помощью графа, задающего связи между гранями и является ее математической моделью с уже известным порядком вершин в пределах каждой грани и аналитическим представлением всех граней в виде их контуров. Также известны нормали, площади и периметры граней. Так как в условиях воздействия координатных шумов некоторые из граней многогранника могут разрушиться, то необходимо ввести условия, по которому эти распавшиеся грани будут объединены в одну общую грань.

В качестве такого условия можно ввести критерий близости нормалей, построенных к граням. Задав порог по расстоянию между векторами нормалей, можно объединить близкие грани и получить многогранник, близкий по своим характеристикам к исходному.

Данный результат позволяет использовать алгоритм построения проволочной модели и упорядочить точки ПГТО в условиях воздействия координатных шумов, что дает возможность получить модель ПГТО в виде одномерного вектора, компонентами которого являются векторные кватернионы.

Процесс дальнейшей обработки — упорядочение граней и точек — совпадает с алгоритмом упорядочения точек ПГТО в отсутствие шумов.

Решение задачи распознавания ПГТО производится по величине меры схожести с эталонным сигналом, введенной на основе скалярного произведения кватернионных сигналов (КТС) [2]. Предполагается, что распознаваемый (сигнальный) КТС принадлежит к одному из M классов. Решение задачи распознавания КТС осуществляется на основе критерия минимума расстояния между сигнальным и эталонным КТС. На основе данных алгоритмов было разработано программное обеспечение, позволяющее проводить исследование влияния координатных шумов на результаты обработки ПГТО. По результатам моделирования данных алгоритмов были получены характеристики правильного распознавания ПГТО.

Заключение

Применение кватернионов для описания моделей пространственных групповых точечных объектов позволяет строить оптимальные, с позиций теории обработки сигналов, алгоритмы распознавания 3D изображе-

ний групповых точечных объектов. Рассмотренные в работе алгоритмы были проверены методом машинного моделирования, что позволяет говорить об их работоспособности и практической значимости для решения задач подобного рода.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 07-01-00058а.

Литература

- [1] Введение в контурный анализ и его приложение к обработке изображений и сигналов / Под ред. *Я. А. Фурмана*.— М.: Физматлит, 2002.
- [2] Комплексные и гиперкомплексные системы в задачах обработки сигналов / Под ред. *Я. А. Фурмана*.— М.: Физматлит, 2004.
- [3] *Фурман Я. А.* Визуализация изображений в трехмерных сценах. Учебное пособие. — Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007.