

УДК 004.62

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА СОПОСТАВЛЕНИЯ ПЛОТНЫХ ВОКСЕЛЬНЫХ ДАННЫХ В ОПТИЧЕСКОЙ КОГЕРЕНТНОЙ ТОМОГРАФИИ

Пинаев З.А. (Национальный исследовательский университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., доцент Волынский М.А.

(Национальный исследовательский университет ИТМО)

Аннотация. В статье приведены результаты экспериментов по сопоставлению и совмещению частей объекта в плотном воксельном пространстве с помощью трёхмерного алгоритма SIFT. По итогу работы определены максимально допустимый угол поворота частей объекта в пространстве относительно друг друга, оптимальный размер области перекрытия частей объекта и погрешность сопоставления исследуемых объёмов.

Введение. Оптическая когерентная томография (ОКТ) – перспективный метод анализа состояния предметов живописи при их реставрации. Для таких задач актуально исследование объектов по площади, значительно превышающей поле зрения систем ОКТ. Это достигается последовательным сканированием объектов в латеральной плоскости, что ставит задачу корректного объединения фрагментов объекта с учетом сдвигов, поворотов и области перекрытия частей объекта. Объединение нескольких перекрывающихся объёмов ОКТ в единый трёхмерный набор данных позволяет увеличить поле зрения без усложнения конструкций используемых оптических систем.

В настоящее время существует ряд методов совмещения плотных воксельных данных, которые можно разделить на три основные группы. Методы первой группы основаны на вычислении взаимной корреляции объёмов частей для нахождения наиболее качественного совмещения. Недостаток этих методов заключается в необходимости усложнения алгоритма совмещения вспомогательными техниками для повышения эффективности и уменьшения погрешности сшивания объёмов-частей. Следующая группа методов основана на использовании метода оптического потока Лукаса-Канаде. В качестве преимуществ авторы приводят высокие эффективность и точность совмещения, однако сам алгоритм недостаточно подробно описан в литературе. Поэтому для данной работы была выбрана третья группа методов, в основе которой лежит использование SIFT-дескриптора.

Основная часть. Данные для работы получены при помощи экспериментальной установки, основанной на модифицированном микроинтерферометре Линника. Такая схема корреляционной ОКТ имеет следующие характеристики сканирования: разрешение по глубине (в воздухе) – 3.4 мкм, предельная глубина сканирования – до 1 мм, скорость визуализации – 72 Мегавокселя/с. Исходные ОКТ данные преобразованы в объём вокселей. Далее, в среде разработки MATLAB реализован алгоритм, позволяющий искусственно разделить объём воксельных данных на две части, таким образом, чтобы получить заданный размер области пересечения. Этот размер задаётся в процентах и выражает часть объёма, которая входит в область пересечения совмещаемых объёмов-частей. Таким образом, если задать размер области пересечения равным 50%, то половина каждой из совмещаемых частей будет входить в область пересечения объёмов.

Использование алгоритма SIFT позволило получить информацию для дальнейшего аффинного преобразования, а также информацию о координатах точек интереса и их дескрипторах. Далее, в работе произведено аффинное преобразование, необходимое для корректирования угла поворота частей объекта в пространстве относительно друг друга. Затем по найденным точкам интереса определялся размер области перекрытия частей объекта и производился их линейный сдвиг по трём осям в пространстве относительно друг друга.

Выводы. В ходе работы проведены исследования зависимости качества совмещения частей объекта в воксельном пространстве от области пересечения частей и угла поворота одной части относительно другой. В результате, дисперсия разности исходного и восстановленного объектов (по интенсивности) в ходе экспериментов находилась в интервале 0,08-0,25%. При этом значения дисперсии более 0,18% наблюдались только в экспериментах с поворотом одной части объекта по одной оси на 5° , что для рассматриваемой задачи считается большим углом. Погрешность оценки линейного сдвига частей объекта в ходе экспериментов находилась в интервале 0,2-2 вокселя, при этом значения погрешности более 0,9 вокселя наблюдались с увеличением угла поворота.

Также, выявлено, что при увеличении области перекрытия частей объекта увеличивается и количество найденных точек интереса. Однако, по результатам экспериментов, увеличение количества точек интереса не влияло на качество совмещения. Установлено, что оптимальным размером области перекрытия является 15–20%. Меньшие значения не позволяют алгоритму найти достаточное количество точек интереса, а при больших – не наблюдается значительное увеличение точности совмещения.

В силу того, что совмещаемые части получены искусственным разделением исходного объёма, в ходе экспериментов не могло возникнуть артефакта шва, т. к. экспозиция частей была идентичной. При работе же с реальными данными, необходимо учитывать возможность возникновения данного дефекта.

Наконец, в ходе экспериментов с увеличением обрабатываемых объёмов данных возникала необходимость снижения требуемых ресурсов, т. к. обработка занимала слишком много времени.