

Повышение точности эндоскопических манипуляций с использованием систем стереоскопической визуализации

Шарыченкова Юлия Сергеевна (Самарский университет)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Кудрявцев И.А.

Введение. При применении различных видов эндоскопов в диагностике и малоинвазивной хирургии существуют проблемы, связанные с ограниченностью видимости. Так невозможность оценки глубины и визуализации трехмерной структуры внутренних органов значительно затрудняет диагностику и может приводить к травмам во время операции [1, 2]. Также это затрудняет применение медицинских роботизированных систем таких как Da Vinci [3], хирургический робот Versius [4] для управления инструментами с высокой точностью. Для решения этих проблем целесообразно использовать системы стереоскопического зрения [5].

Основная часть. Для получения пространственных изображений могут применяться следующие методы [6]: монокулярные методы (SFM), методы на основе глубокого обучения (DL), системы Structured-light (SL), использование двух камер для создания 3D-реконструкции через стереоскопическое сопоставление, использование дополнительных датчиков, таких как лазерный указатель или ToF сенсоры для получения визуализации глубины.

Методы SL, DL и бинокулярные методы, т.е. методы, использующие две камеры, имеют наименьшие значения (менее 1 мм) среднеквадратичной ошибки (RMSE) и средней абсолютной ошибки (MAE). Но метод SL недостаточно исследован и показывает высокую точность только на простых геометрических объектах, а методы DL имеют большее значение MAE. Можно сделать вывод, что бинокулярный метод является самым надежным и изученным методом [6].

Данный метод сопоставляет между собой пиксели изображений, полученных с правой и левой камер и, используя и свойство диспаратности, определяет расстояние до объекта, снимаемого камерами [7].

Чтобы обеспечить небольшой диаметр дистального наконечника необходимо применение микроскопических камер/сенсоров.

Важную роль в обеспечении точности манипуляций играет и система визуализации. Наиболее высокими точностью и качеством изображения обладают проекторы с поляризационным фильтром и системы VR [5].

В будущем подобные системы могут использоваться для навигации роботизированных систем во время проведения полностью автоматизированных операций. Применение бинокулярного метода совместно с методами DL или SL может существенно повысить качество визуализации изображения.

Выводы. Был проведен анализ имеющихся решений и описан метод получения стереоскопического изображения с помощью использования двух камер и алгоритма вычисления диспаратности.

Список использованных источников:

1. Higuchi K. Three-dimensional visualization improves the endoscopic diagnosis of superficial gastric neoplasia [Электронный ресурс] / Kazutoshi Higuchi, Mitsuru Kaise, Hiroto Noda, Kumiko Kirita (и др.) // BMC Gastroenterol. 2021 – URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8161972/> (Дата обращения: 20.12.2024).

2. Sinonquel P. Advanced Imaging in Gastrointestinal Endoscopy: A Literature Review of the Current State of the Art [Электронный ресурс] / GE Port J Gastroenterol. 2022 – URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10305270/> (Дата обращения: 20.12.2024).

3. Douissard, J. The Da Vinci Surgical System. In Bariatric Robotic Surgery: A Comprehensive Guide [Текст] / Domene, C.E., Kim, K.C., Vilallonga Puy, R., Volpe, P. // Springer International Publishing - Cham, Switzerland – 2019. - С.487-503.

4. Puntambekar, S.P. Colorectal Cancer Surgery: By Cambridge Medical Robotics Versus Surgical Robot System-a Single-Institution Study [Текст] / K.N. Rajesh, A.G. oel, M.Hivre, S. Bharambe, M. Chitale, M. Panse // J. Robot. Surg -2022. - №16. – С. 587–596.
5. S. Livatino et al., Stereoscopic Visualization and 3-D Technologies in Medical Endoscopic Teleoperation [Электронный ресурс] / IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2014 - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6848848> (Дата обращения: 20.12.2024).
6. Göbel, B.; Reiterer, A.; Möller, K. Image-Based 3D Reconstruction in Laparoscopy: A Review Focusing on the Quantitative Evaluation by Applying the Reconstruction Error [Электронный ресурс] / Journal of Imaging. 2024 – URL: <https://www.mdpi.com/2313-433X/10/8/180> (Дата обращения: 20.12.2024).
7. Мокаев Р. Реализация алгоритма Semi-Global Matching [Текст]/Р. Мокаев. – Санкт-Петербург: СПбГУ, 2012.