

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОЛОГИИ ЛАПАРОСКОПИЧЕСКОЙ AR

Волков Григорий Александрович

магистрант, Марийский государственный университет, РФ, г. Йошкар-Ола

Волкова Ксения Романовна

магистрант, Марийский государственный университет, РФ, г. Йошкар-Ола

PROBLEMS OF TECHNOLOGY OF LAPAROSCOPIC AR

Grigory Volkov

student of the magistracy, Mari State University, Russia, Yoshkar-Ola

Ksenia Volkova

student of the magistracy, Mari State University, Russia, Yoshkar-Ola

Аннотация. В данной статье описаны две основные проблемы, затрудняющие применение данной технологии: точность совмещения методов визуализации и анатомическая деформация. Многие методы, имеющиеся в дополненной реальности для лапароскопических операций, весьма дорогостоящие. Но некоторые из них не могут удовлетворить два основных критерия приемлемая латентность и хорошая частота кадров.

Abstract. In this article two main problems complicating use of this technology are described: accuracy of combination of methods of visualization and anatomic deformation. Many methods which are available in augmented reality for laparoscopic operations very expensive. But some of them can't satisfy two main criteria an acceptable latence and good frequency of shots.

Ключевые слова: дополненная реальность; лапароскопической AR; точность совмещения; анатомическая деформация; интраоперационная динамика; степень свободы.

Keywords: augmented reality; laparoscopic AR; accuracy of combination; anatomic deformation; intraoperative dynamics; freedom degree.

Дополненная реальность (AR) получила широкое распространение в профессиональной среде. Так, она может быть применима для проведения лапароскопических операций. Но на данный момент существуют две основные проблемы, затрудняющие применение данной технологии:

- точность совмещения методов визуализации в псевдостатической среде (комплексирование различных изображений);
- анатомическая деформация между временем сбора данных и интраоперационной динамики.

Рассмотрим более подробно первую проблему. Самым важным критерием дополненной реальности в хирургии будет являться точность. Так как, здоровые ткани, которые окружают опухоль, обязательно должны быть сохранены. Без этого невозможно применение дополненной реальности в проведении операций. От точности зависит, насколько достоверно виртуальная модель совместится с реальным органом. Для определения соответствий между ними используется такое понятие, как «степень свободы» (degree of freedom), которое является ключевым параметром для наложения объектов.

На рисунке 1 показано, что при лапароскопической операции система дополненной реальности обычно представляют собой трехмерную модель из предоперационных данных, которые в свою очередь дополняются изображением, полученным от лапароскопического инструмента. Стоит отметить, что ручное совмещение этих методов визуализации - задача не из простых.

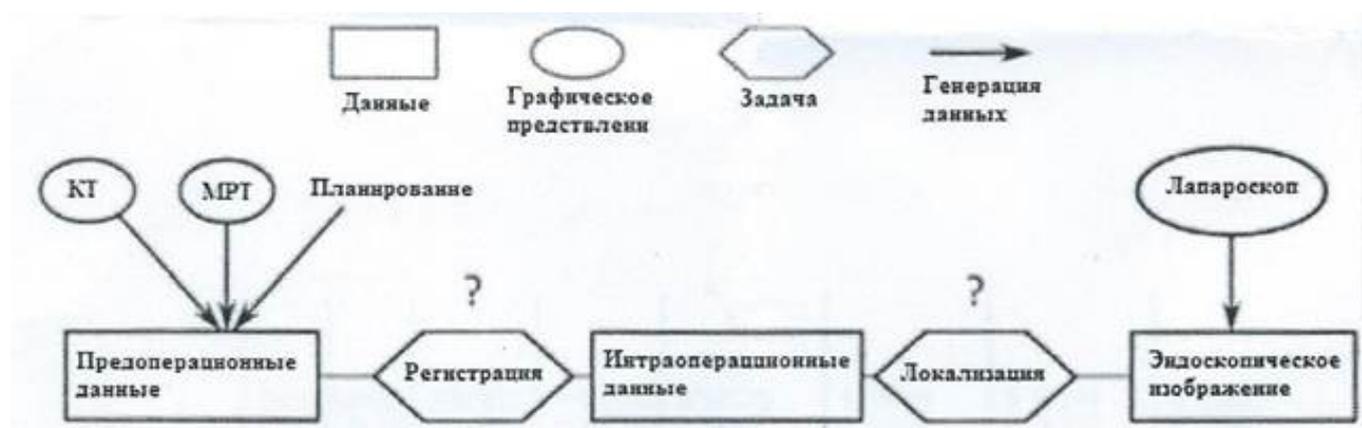


Рисунок 1. Общая концепция AR в лапароскопической хирургии [1]

Теперь обратим внимание на вторую проблему. Есть вероятность, что анатомия пациента может существенно деформироваться за период между предоперационным сбором данных и непосредственно хирургическим вмешательством. Существует два способа позиционирования обследуемого:

- намеренные (как требует операция);
- неумышленный (из-за различий осанки).

Помимо этого, пневмоперитонеум вводит большее давление в брюшную полость, что изменяет его механическое равновесие, заставляя структуры и органы смещаться и деформироваться [2]. Для примера рассмотрим смещение некоторых органов при таком способе оперирования. Материалы исследований печени могут сдвигаться до 28 мм [3], почки - до 46 мм [4]. Таким образом, получаются ошибки совмещения, величина которых недопустима для малоинвазивных операций. При этом нелинейное совмещение часто применялось в лапароскопической AR [5]. Стоит учитывать, что все органы деформируются и сдвигаются по-разному: при малоинвазивной операции почка может сдвигаться в той же степени, что и печень, но не деформироваться.

Не следует забывать о интраоперационной динамики. Серьезной проблемой будет достижение достаточной точности в лапароскопической дополненной реальности. Поддержание ее в режиме реального времени - задача не менее актуальная. Сцена во время проведения операции подвержена сильным изменениям из-за множества факторов. Не только движения камеры и инструментов вносят большие различия, но и действия самого хирурга, например, мобилизация и резекция тканей. У 11 пациентов, подвергшихся печеночной резекции, наблюдались деформации печени более чем на 20 мм и вариации объема от 13% до 24% [6].

Другие факторы изменения сцена - это физиология пациента, генерируемая дыханием и сердечными ритмами. Так по данным статистики, смещение печени из-за дыхания у 10 здоровых людей было в интервале от 7,8 мм до 22,5 мм [7].

Многие методы, имеющиеся в дополненной реальности для лапароскопических операций, весьма дорогостоящие. Но некоторые из них не могут удовлетворить два основных критерия:

- приемлемая латентность (до 300мс, 250мс - средний предел восприятия человеком мгновенности);

- хорошая частота кадров (не менее 10 кадров в секунду, в идеале 25 для восприятия непрерывного движения).

Постоянное увеличение разрешения изображения тоже играет свою роль и затрудняет соответствие основным критериям. Эту проблему можно решить, используя:

- усовершенствования в алгоритмах обработки;

- параллельные вычисления на процессорах (в том числе и графических процессорах);

- постоянное улучшение аппаратного обеспечения [8].

Список литературы:

1. Bemhardt S., Nicolau S. A., Soler L., Doignon C. The status of augmented reality in laparoscopic surgery as of 2016 // *Medical Image Analysis* (2017) - 2016. In press.
2. Sanchez-Margallo F.M., Moyano-Cuevas J.L., Latorre R., Maestre J., Correa L., Pagador J.B., Sanchez-Peralta L.F., Sanchez-Margallo J.A., Usón-Gargallo J. Anatomical changes due to pneumoperitoneum analyzed by MRI: an experimental study in pigs // *Surgical and radiologic anatomy: SRA* 33. - 2011. - Pp. 389-396.
3. Zijlmans M., Lango T., Hofstad E.F., Van Swol C.F., Rethy A. Navi-gated laparoscopy-liver shift and deformation due to pneumoperitoneum in an animal model // *Minimally Invasive Therapy & Allied Technologies*. - 2012. -Vol. 21- Pp. 241-248.
4. Schneider C., Nguan C., Longpre M., Rohling R., Salcudean S. Motion of the kidney between preoperative and intraoperative positioning // *Biomedical Engineering, IEEE Transactions on* 60. -2013. - Pp. 1619-1627.
5. Nicolau S.A., Diana M., Agnus V., Soler L., Marescaux J. Semi-automated augmented reality for laparoscopic surgery: First in-vivo evaluation // *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*. - 2013. -Vol. 8 - Pp. 109-110.
6. Heizmann O., Zidowitz S., Bourquain H., Potthast S., Peitgen H.O., Oertli D., Kettelhack C. Assessment of intraoperative liver deformation during hepatic re-section: prospective clinical study // *World journal of surgery*. -2010. -Vol. 34-Pp. 1887-1893.
7. Song R., Tipimeni A., Johnson P., Loeffler R.B., Hillenbrand C.M. Evaluation of respiratory liver and kidney movements for MRI navigator gating // *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. -2011- Vol. 33-Pp. 143-148.
8. Ronaghi Z., Duffy E.B., Kwartowitz D.M. Toward realtime remote processing of laparoscopic video // *Journal of Medical Imaging*. - 2015 - Vol. 2. - Pp.77-89.