

УДК 681.5.007

Д.Н.Степанов (асп., ЦНИИ РТК), Е.И.Юревич, д.т.н., проф.

## К ВОПРОСУ О КОМПЛЕКСИРОВАНИИ СТЗ И ГАММА-ЛОКАТОРА СО ЩЕЛЕВЫМ КОЛЛИМАТОРОМ, УСТАНОВЛЕННЫХ НА МАНИПУЛЯТОРЕ, С ЦЕЛЬЮ ОБСЛЕДОВАНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

В настоящее время целью нашей работы является усовершенствование систем дистанционного и автоматического управления мобильным роботом в целях создания нового поколения интеллектуальных РТС.

В ЦНИИ РТК много внимания уделяется созданию роботов для радиационной разведки и работы с источниками ионизирующего излучения (ИИИ). Наша предыдущая разработка была призвана обеспечить комплексный радиационно-визуальный поиск источников ионизирующего излучения, для чего мы использовали СТЗ робота и установленный на его шасси гамма-пеленгатор. В этот раз мы хотим предложить развитие проекта автоматизированной системы управления роботом-разведчиком и описать алгоритм комплексирования видеокамеры и гамма-пеленгатора, установленных на манипуляторе мобильного робота. Целью данной работы является обеспечить локализацию ИИИ при нахождении робота вблизи него (в радиусе действия манипулятора) и исследование излучающего объекта.

Отличием данной проблемы является работа в существенно трехмерном пространстве координат, при этом для точного определения положения гамма-пеленгатора и видеокамеры используется решение кинематической задачи для манипулятора.

Итак, наша задача разбивается на три:

1. определение координат источника ионизирующего излучения;
2. определение экранных координат излучающего объекта;
3. выделение излучающего объекта на видеоизображении, поступающем с видеокамеры.

Отметим, что возможно пересечение этих задач; это требует комплексного подхода к решению проблемы.

Сложность решения первой задачи обусловлена статистической природой регистрируемого фотонного излучения, а также наличием радиационного фона. Решение на основе жалюзной угломерной пары было предложено нашими коллегами. На настоящий момент имеется действующая модель и результаты моделирования методов определения координат источника.

Решение второй задачи требует применения алгоритмов комплексирования информации. Мы не можем воспользоваться методом, предложенным ранее для решения задачи отображения ИИИ на основе СТЗ и гамма-пеленгатора, установленного на шасси робота, потому что в данном случае задача не сводится к плоской, а является существенно трехмерной.

Наиболее простым решением видится наведение центра телекамеры по координатам, полученным с угломерного устройства, после чего может быть осуществлена обработка изображения с целью выделения объекта, расположенного в центре кадра.

Альтернативу мы видим в подходе, основанном на принципах, близких к стереозрению, НО реализованных на основе единственной телекамеры, способной передвигаться в пространстве. При этом, естественно, делается предположение о неподвижности излучающего объекта. Использование такого алгоритма дает возможность ввести третью координату в получаемое изображение.

Третий этап является основным, все предыдущие этапы являются необходимой базой для него. Сама по себе задача выделения объектов на изображении не имеет общего, хорошо изученного решения, что обусловлено переменными условиями освещенности и другими факторами.

Поиск и выделение излучающего объекта на видеоизображении можно разбить на три этапа:

1. предварительная обработка изображения – выделение контуров объектов;
2. выделение объектов;
3. поиск нужного объекта.

Можно выделить еще один (предварительный) этап в этой цепочке – улучшение качества изображения.

Для выделения контуров мы используем вычисление градиента с помощью оператора Собела, что позволяет нам построить линии границ между темными и светлыми областями.

В рассматриваемой задаче выделению подлежит только тот объект, который является источником излучения. Остальные объекты выделять не требуется. Поэтому для избежания ненужных вычислений было бы желательно в одном алгоритме объединить и поиск, и выделение объекта.

Исходными данными для алгоритма поиска и выделения объекта являются изображение объекта с выделенными конурами и проекция источника излучения на плоскость изображения –  $(x, y)$ . Принцип алгоритма заключается в поиске связной области, содержащей заданную точку  $(x, y)$ . Для точек, принадлежащих выделяемому объекту, под связностью понимается четырехсвязность. Считается, что точка принадлежит выделяемому объекту, в том случае, если выполнены два условия:

$$\left\{ \begin{array}{l} |f(x, y) - F| < \Delta \\ f(x, y) \text{ не является граничной} \end{array} \right.$$

где  $(x, y)$  – рассматриваемая точка,  $f(x, y)$  – интенсивность яркости в точке  $(x, y)$ ,  $F$  – эталонная интенсивность, предполагаемая яркость объекта,  $\Delta$  – допустимое отклонение.

Понятно, что трудоемкость приведенного метода растет с ростом анализируемого объекта. Алгоритм не содержит никаких специальных действий по решению проблемы обнаружения объекта в том случае, когда его контур содержит разрывы. Тем не менее, в тех случаях, когда цвет объекта отличается от цвета фона, можно добиться того, что граница на участках, пропущенных при оконтуривании, будет обнаружена на данном этапе.

На настоящий момент мы проводим испытания нашего алгоритма и планируем в скором времени сделать доклад по их результатам. Развитие нашей системы мы видим в реализации алгоритма, благодаря которому можно будет осмотреть излучающий объект с разных сторон, оценить его размеры, построить трехмерную модель и получить рекомендации по захвату и эвакуации ИИИ.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. У. Прэтт. Цифровая обработка изображений. Москва, Мир, 1982.
2. К., Гонзалес. Р, Ли К. Робототехника. Москва, Мир, 1989.
3. А.Н. Писаревский. Системы технического зрения. Машиностроение, 1988.
4. R. C. Lou and M. G. Kay, "Data Fusion and Sensor Integration: State-of-the-Art 1990's," in Data Fusion in Robotics and Machine Intelligence, M. A. Abidi and R. C. Gonzalez, editors, Academic Press, pp. 7-135, 1992.
5. Single view and Two-View Geometry Andrew Zisserman, Robotics Research Group University of Oxford.
6. Gaefe V., Ta Q. An Approach to Self-learning Manipulator Control Based on vision. IMEKO International Symposium on Measurement and Control in Robotics, ISMCR'95.

7. Vollmann K., Nguen M. C. Manipulator control by calibration free stereo vision. SPIE Intern. Conference on Intelligent Robots and Computer Vision XV, 1996.