

ОТЗЫВ

официального оппонента Орлова Алексея Александровича на диссертацию Тюкина Александра Леонидовича «Разработка и анализ алгоритмов цифровой обработки телевизионных изображений для задач позиционирования в помещении по маякам с цветовой кодировкой», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Актуальность темы исследования

Диссертационная работа посвящена разработке алгоритмов обработки телевизионных изображений для задач позиционирования в помещении. В качестве опорных точек в работе предлагается использование специальных маяков с цветовым кодом. Исследования проводятся в помещении при наличии неоднородного цветового фона, в условиях изменения освещения, что является весьма характерным для функционирования прикладных телевизионных систем в реальных условиях их работы.

Высокие требования к точности систем позиционирования в помещении приводят к невозможности использования радиоканалов при создании опорных маяков. Данный факт ведет к необходимости использования прикладных телевизионных систем для надежной автономной работы в помещении.

Результаты исследований существующих систем позиционирования в помещении с использованием видимого диапазона электромагнитного спектра и некоторых других методов ориентации приведены в работах российских и зарубежных ученых. Все известные решения имеют сильную зависимость от рабочего фона и условий внешнего освещения, что делает актуальным исследование этого вопроса в данной диссертации.

Структура диссертации, степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Диссертация состоит из введения, четырех разделов и заключения. В первом разделе рассматриваются существующие системы прикладного

телевидения, применяемые в задачах позиционирования в помещении. Описываются преимущества и возможности телевизионных измерительных систем, используемые в предлагаемой системе способы фильтрации цифрового изображения, преимущества цветовой системы HSV перед другими, а также используемые в системе методы преобразования координат.

Во втором разделе представлена методика работы системы позиционирования в помещении по маякам с цветовой кодировкой. Приведено обоснование выбора предлагаемого вида маяка. Описана работа системы позиционирования, которая представляется в виде последовательного использования двух алгоритмов: распознавания маяков и позиционирования. Приведена настройка параметров фильтрации для усовершенствования алгоритма распознавания цветных маяков.

В третьем разделе представлены исследования предлагаемой системы позиционирования. Исследованы: влияние условий внешнего освещения на работу алгоритма распознавания маяков, влияние пространственного положения маяка относительно камеры, а также влияние на работу алгоритма скорости движения маяка в кадре объектива. Оценена стабильность и точность работы алгоритма позиционирования. Приведена оценка производительности системы позиционирования в целом.

В четвертом разделе исследуется влияние трех различных моделей шумового воздействия на работу системы позиционирования.

На защиту выносятся предлагаемые автором алгоритм распознавания цветных маяков и алгоритм позиционирования, а также усовершенствованный алгоритм распознавания маяков с цветовым кодом для работы в условиях изменения освещения и неоднородного цветового фона.

Положения, выносимые на защиту, являются обоснованными и логически увязанными друг с другом. Выводы и рекомендации, отражающие теоретическое и прикладное значение диссертационной работы, являются достаточно обоснованными.

Оценка новизны и достоверности

В рамках диссертационной работы получены следующие новые научные результаты:

- Разработан алгоритм по распознаванию маяков с цветовым кодом на телевизионном изображении, отличающийся использованием гладкой непрерывной функции (логистического сигмоида и гауссова колокола) для выделения цветового признака маяка и позволяющий идентифицировать маяки среди схожих по оттенку объектами (глава 2, параграф 2.3.2).
- Разработан алгоритм по расчету координат телекамеры в системе координат помещения методами телевизионных измерений, основанный на модели перспективной проекции и применении трехцветных маяков, обеспечивающий точность позиционирования лазерными и инфракрасными маяками (глава 2, параграф 2.3.3).
- Исследовано влияние условий внешнего освещения и влияние шума на телевизионную измерительную систему, основанное на вариации типа освещения, вида шума, угла поворота, скорости движения, количества трехцветных маяков и позволяющее определить границы работоспособности созданной системы позиционирования (главы 3, 4).

Практическая значимость диссертационной работы состоит в следующем:

- Предложенный алгоритм предобработки изображения с построением цветовой маски позволяет распознавать маяки с цветовым кодом при сложном фоне, содержащем сходные по оттенку с маяками цвета.
- Предложен алгоритм работы телевизионной измерительной системы для задач позиционирования в помещении на основе модели перспективной проекции, позволяющий достигнуть точности позиционирования $2,8 \pm \pm 0,6$ мм. Данная точность сравнима с получаемой при использовании лазерных и инфракрасных опорных маяков при значительной экономии временных и материальных ресурсов на этапе реализации системы.
- Проведено усовершенствование алгоритма распознавания маяков для минимизации влияния низкой освещенности сцены и цветовой неоднородности фона. Определены параметры фильтрации: для насыщенности системы HSV – кривизна сигмоида $k = 0,3$, смещение пороговой точки сигмоида $\Delta = 30$; для яркости системы HSV – кривизна $k = 0,1$, смещение $\Delta = 50$; для оттенка – дисперсия $D = 10$. Кроме того,

определены параметры распознавания маяка: порог разницы в длинах векторов маяка – 10%, максимальный угол между векторами – 7°.

- Получены результаты по влиянию шума на систему позиционирования. Величина ПОСШ работоспособности – $16,6 \pm 0,1$ дБ.

Полученные в диссертации результаты подтверждены большими объемами результатов натурных исследований алгоритмов распознавания и позиционирования, а также их сопоставлением с теоретическими расчетами для различных условий работы.

Основное содержание диссертационной работы отражено в 22 научных публикациях, среди которых 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК, и 2 публикации проиндексированы в SCOPUS. Также получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Замечания по диссертационной работе

1. Новизна работы сформулирована в выводах глав 2, 3, 4. Некоторые формулировки новизны не вынесены во введение диссертации.

2. Не приводится исследование влияния смазанности изображения при распознавании маяков, находящихся на различных фокусных расстояниях.

3. В исследованиях влияния типа освещения упущен такой распространенный источник света, как светодиодная лампа (глава 3, параграф 3.1.1).

4. При анализе влияния шума на алгоритм позиционирования учтен малый комплекс шумов (глава 4, параграф 4.1).

5. В актах о внедрении не отмечено, в рамках каких робототехнических систем применяется разработанная система позиционирования (приложение 1).

6. Заявленным объектом исследования в автореферате к диссертационной работе являются: «алгоритмы предобработки изображения, применяемые для обнаружения объектов и изменения их параметров с помощью телевизионной измерительной системы». Однако кроме этого в работе исследуются алгоритм распознавания цветных маяков на сложном фоне и алгоритм позиционирования в помещении на основе модели перспективной проекции. Они не являются объектом исследования?

7. В автореферате (стр.6) приведено излишне подробное описание аффинных преобразований.

Указанные недостатки не снижают достоинств диссертационной работы, которая в целом заслуживает положительной оценки.

Заключение

Диссертационная работа «Разработка и анализ алгоритмов цифровой обработки телевизионных изображений для задач позиционирования в помещении по маякам с цветовой кодировкой» соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Тюкин Александр Леонидович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Заведующий кафедрой «Физика и прикладная математика» Муромского института (филиала) ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», доктор технических наук, доцент
602264, Владимирская область,
г. Муром, ул. Орловская, д.23,
Телефон: 8-(49234) 77-1-24
E-mail: alexeyalexorlov@gmail.com



Орлов Алексей
Александрович

Подпись д.т.н., доцента Орлова А.А. заверяю
Ученый секретарь МИ (филиала) ВлГУ
03.12.2015




О.Н. Полулях