

З. Птицына Л. К., Смирнов Н. Г. Разработка и анализ моделей интеграции сервис-ориентированных средств в гетерогенных сетях // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2011. № 6.1 (138). С. 71–81.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ДИАПАЗОНОВ

В.А. Рогачёв, С.Л. Ципуринда

Описаны особенности, достоинства и недостатки существующих датчиков различной физической природы, применяемых при формировании изображений динамических объектов и процессов, определены преимущества комплексирования изображений, связанные с повышением информативности создаваемых образов. Классифицированы процессы комплексирования изображений по различным признакам. Систематизированы известные технологии комплексирования изображений различных диапазонов и выделены соответствующие им модели, методы и средства. Раскрыт эвристический метод повышения достоверности классификации объектов и процессов по создаваемым образам.

Ключевые слова: датчики различной физической природы, построение изображений, комплексирование изображений, методы комплексирования, технологии комплексирования, достоверности классификации.

VARIOUS RANGE IMAGE FUSION METHODS RESEARCH

Rogachev V., Tsipurinda S.

Current research describes features, advantages and disadvantages of existing sensors of various physical nature used in the imaging of dynamic objects and processes, identifies benefits of image fusion concerned increased information content of created images. Also it classifies processes of image fusion on various features, systematizes discovered technologies of image fusion of different ranges and isolates corresponding models, methods and tools. Finally, the research reveals heuristic method of increasing the reliability of the classification of objects and processes to create images.

Keywords: sensors of various physical nature, construction of images, image fusion, image fusion methods, image fusion technology, classification of image fusion.

В системах машинного зрения часто возникают проблемы с получением достоверного, информативного изображения изучаемого объекта. Зачастую причиной этого является естественная низкая различимость объекта исследования на оптическом изображении, например, атмосферные осадки, либо другие природные явления, такие как туман, песчаные бури и прочие. Помимо этого, причинами могут послужить дополнительные помехи, такие как маскировка, заградительные элементы, а также шумовые компоненты сигналов, характерные для используемых типов датчиков и неидеальности каналов передачи данных. Факторы, влияющие на распознавание объектов, и на вычленение необходимой информации из изображений могут создавать серьёзные проблемы, и требуют особого внимания и особых средств борьбы с ними [1].

Большинство разработчиков перспективных систем управления видят основной путь борьбы группой проблем распознавания изображений в совместном использовании датчиков различной физической природы (ДРФП). Под физической природой в данном контексте понимается информационная природа получения сигнала от датчика. К датчикам различной физической природы относят видеодатчики, в том числе ночного видения, лазерные локаторы, датчики миллиметрового диапазона и другие. В различных областях применения машинного зрения неотъемлемой частью является совместное применение визуальных датчиков различной физической природы, будь то системы дистанционного видеонаблюдения или зрение роботов [2].

Большое распространение получили системы, снабженные тепловизионной и телевизионной камерами. Диапазон примеров совместного использования видимых и инфракрасных изображений простирается от фармацевтики и микроскопических методов производственного контроля до определения характеристик материалов, от систем видеонаблюдения до машинного зрения в робототехнике [3]. Полезная информация, необходимая для принятия решения оператором таких систем, может быть распределена между изображениями разного спектра. В этом случае оператор вынужден анализировать несколько изображений и сопоставлять их между собой, что приводит к задержкам в принятии решения. По этой причине целесообразно выводить на дисплей комплексированное изображение, синтезированное из исходных тепловизионных и телевизионных кадров. Такой режим позволяет повысить информативность системы, объединив на одном кадре детали наблюдаемой сцены в инфракрасном и в видимом диапазонах спектра [4].

Под комплексированием в области обнаружения и распознавания объектов понимается слияние двух и более изображений, полученных от датчиков различной физической природы, при этом целью такой операции является получение наиболее полной необходимой информации об объекте исследования.

На рисунке отображен пример того, насколько удобным может быть комплексирование изображений. Изображение, полученное от телевизионного датчика (слева), отображает интенсивность отраженного света в видимом диапазоне, изображение от инфракрасного датчика в диапазоне 3–5 мкм (в центре) отображает интенсивность излучения объектов, имеющих температуру около нескольких сотен градусов, а изображение от инфракрасного датчика в диапазоне 8–14 мкм (справа) отображает интенсивность излучения объектов, имеющих температуру около нескольких десятков градусов. Весьма целесообразно объединить эти изображения для удобства в одно.

Таким образом, можно отметить основные цели комплексирования многоспектральных изображений:

- получение новой, дополнительной информации об объекте исследования;
- увеличение информативности изображения;

– преодоление факторов, препятствующих получению изображения объекта [5].



Рисунок. Изображения городской сцены в ТВ и двух ИК-диапазонах (3–5 и 8–14 мкм)

Задачи комплексирования разделяют на геометрические и радиометрические. Геометрическое комплексирование состоит в субпиксельном совмещении видеоданных из различных спектральных зон в единой системе координат. Целью радиометрического комплексирования является объединение разнотональных данных с тем, чтобы с возможно максимальной четкостью передать на синтезируемом изображении все объекты, отображенные на разнотональных снимках [6].

На сегодняшний день известно несколько способов и методов комплексирования. Методы комплексирования в свою очередь широко используют следующие преобразования: Фурье преобразование, пирамидальное преобразование, Вейвлет-преобразование.

Комплексирование изображений можно классифицировать по следующим признакам:

1) По целям комплексирования:

- улучшение границ изображения;
- преодоление плохих условий видимости (туман, песчаные бури и т. д.);
- получение дополнительной информации об объектах (например, информации о тепловой составляющей, с помощью тепловизионного оборудования);
- преодоление границ видимости. например, обзор сквозь стены, с помощью микроволнового радара.

2) По природе датчиков:

- комплексирование изображений, полученных от датчиков различной физической природы;
- комплексирование изображений датчиков одной физической природы, но в разных диапазонах.

3) По областям применения:

- интеллектуальные робототехнические системы;
- получение и исследование изображений в медицине;
- производство;

- военные и правоохранительные органы;
- дистанционное зондирование.

4) По информационному уровню комплексирования:

- уровень элементов изображения (точечный уровень). Комплексирование на пиксельном уровне, то есть проведение попиксельного суммирования;
- уровень объектов. На уровне объектов комплексирование предполагает предварительной процедуры сегментации (выделения объектов на изображениях, которые в последствие подвергнутся обработке);
- уровень решений. На этом уровне происходит отдельная обработка исходных изображений для вычленения необходимой информации, после которой полученные результаты суммируются по определённым правилам согласования.

5) По методам комплексирования:

- работа с яркостями пикселей. Примером такого подхода может послужить «Метод формирования матричного изображения». При наложении двух разнодиапазонных изображений складываются яркости пикселей. Для этого способа характерно использование только черно-белых изображений с большим числом градаций яркости [7];
- замещение фрагментов. Этот метод продемонстрирован в «Способе дистанционного обследования объектов электрических сетей с помощью тепловидео съемочного устройства». Полученные тепловизионное и телевизионное изображения накладывают одно на другое, при этом нагретые электрические сети закрывают фрагменты изображения, полученные в видимом световом диапазоне [8];
- критериальное суммирование пикселей. Примером является «Комплексирование цифровых полутоновых телевизионных и тепловизионных изображений». Совмещение изображений происходит на основе критериального суммирования каждого пикселя, формировании результирующего изображения и нормализации яркостного диапазона изображения [9];
- чередование пикселей в результирующем изображении. Примером такого способа является «Способ совмещения изображений, полученных с помощью различных фотодатчиков». Формируются изображение видимого и инфракрасного спектров, затем пиксели попеременно записываются в общее изображение в шахматном порядке [10];
- чередование со смешиванием пикселей в результирующем изображении. Такой приём продемонстрирован в способе «Совмещение изображений от датчиков различных диапазонов частот». Формируются изображение видимого и инфракрасного спектров, после чего пиксели изображений построчно записываются в результирующее изображение. В полученном смешанном изображении организуется междустрочный обмен частями пикселей. Таким образом, получаем изображение, в котором каждый пиксель содержит в себе информацию от обоих исходных диапазонов [11].

Рассматривая методы комплексирования необходимо сказать, что каждый метод имеет свои достоинства и недостатки (см. таблицу).

После рассмотрения известных методов комплексирования необходимо отметить, что каждый может применяться лишь в отдельно взятых условиях и имеет свои недостатки, таким образом, является открытым вопрос по созданию универсального метода комплексирования многоспектральных изображений, который бы достигал наиболее высокой информативности. Более того, не определены критерии оптимальности комплексирования изображений.

ТАБЛИЦА. Достоинства и недостатки рассматриваемых методов комплексирования

Метод	Достоинства	Недостатки
Работа с яркостями пикселей	Повышение качества изображений путем формирования фотореалистичных изображений объектов с одновременной возможностью коррекции нелинейных искажений, вносимых низкокачественными объективами	Работа только с черно-белыми изображениями. Невозможно точно определить температуру участков объекта
Замещение фрагментов	Простота реализации. Хорошие результаты в области обследования объектов электрических сетей.	Отсутствие замещаемых фрагментов одного изображения и неиспользуемых фрагментов другого
Критериальное суммирование пикселей	Сравнительно высокое качество результирующего изображения, за счет повышения локального контраста и информативности	Пиксели либо ИК диапазона, либо видимого диапазона частот
Чередование пикселей	Наличие пикселей каждого из исходных изображений	Изображение растягивается в размерах, и становится неестественным за счёт чередования пикселей. Пиксели конечного изображения либо ИК, либо видимого диапазона
Чередование со смешиванием пикселей	Увеличивает информативность относительно исходных изображений в шесть раз	Изображение становится растянутым по высоте, то есть теряются первоначальные размеры объекта

Список используемых источников

1. Визильтер Ю. В., Желтов С. Ю. Проблемы технического зрения в современных авиационных системах // Техническое зрение в системах управления мобильными объектами: Труды научно-технической конференции-семинара. Вып. 4 / под ред. Р. Р. Назирова. М.: КДУ, 2011. С. 16–17.
2. Информационный проект профессионального сообщества «Техническое зрение» [Электронный ресурс] / Технологии и приложения машинного зрения. URL: <http://wiki.technicalvision.ru/index.php/> (дата обращения 09.11.2015).
3. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2005. 584 с.

4. Михеев С. М. Комплексирование изображений разных диапазонов спектра в многоканальных системах наблюдения: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.01 / Михеев Сергей Михайлович. Москва, 2011. 3 с.
5. Кисляков А. Н. Оценка информативности многоспектральных изображений земной поверхности // Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии: материалы X международной науч. конф., Владимир-Суздаль, 2012. Т. 3. С. 161–165.
6. Злобин В. К., Еремеев В. В., Кузнецов А. Е. Обработка изображений в геоинформационных системах: учебное пособие. Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2006. 264 с.
7. Бендицкий А. А. Способ формирования матричного объекта. Патент № 2305320 РФ; заявл. 02.07.2004 № 2004120046/09; опубл. 27.08.2007. Бюл. 24.
8. Кузнецов А. Е., Калужный В. И., Ковалев А. О., Ефремов И. Ф., Гектин Ю. М. Способ дистанционного обследования объектов электрических сетей с помощью тепловидео съемочного устройства. Патент № 2258204 РФ; заявл. 16.02.2004 № 2004104193/28; опубл. 10.08.2005. Бюл. 22.
9. Богданов А. П., Костяшкин Л. Н., Морозов А. В., Павлов О. В., Романов Ю. Н., Рязанов А. В. Способ комплексирования цифровых полутоновых телевизионных и тепловизионных изображений. Патент № 2451338 РФ; заявл. 23.12.2010 № 2010152858/08; опубл. 20.05.2012 Бюл. № 14.
10. Ерош И. Л., Соловьев Н. В., Филатов Г. П., Сергеев М. Б., Козлов А. А., Литвинов М. Ю., Ерош И. Л. Способ совмещения изображений, полученных с помощью различных фотодатчиков и устройство для его реализации. Патент № 2435221 РФ; заявл. 10.12.2007. № 2007145889/28; опубл. 27.11.2011 Бюл. № 33.
11. Ветров А. Н., Осипова А. А., Гахзар М. А., Артюхин И. Ю. Совмещение изображений от датчиков различных диапазонов частот // Современные проблемы науки и образования: электрон. научн. журн. 2013. № 6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=11589> (дата обращения 27.02.2016).

РЕШЕНИЕ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ В КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЕ MATHCAD

М.В. Рыжих, Е.Н. Трофимец

В статье рассматривается решение уравнения вынужденных колебаний струны с помощью формулы Даламбера в компьютерной системе MathCad. Решение краевой задачи представлено в виде двухмерного графика и в виде поверхности (трёхмерного графика).

Ключевые слова: краевая задача, уравнения гиперболического типа, формула Даламбера, компьютерная система Mathcad.

SOLVING BOUNDARY VALUE PROBLEMS MATHEMATICAL PHYSICS IN COMPUTER SYSTEMS MATHCAD

Ryzih M., Trofimes E.

The article deals with the solution of the forced vibrations of a string with strength in the formula of d'Alembert in the computer system MathCad. The solution of the boundary value problem is presented in the form of two-dimensional graphics and a surface (three-dimensional graphics).