



признаки состояний, позволяющие увеличить глубину диагностирования – амплитуды и фазы напряжения и тока на входе рельсовой линии.

Процедура функционального диагностирования станционных систем автоматики и телемеханики осуществляется сравнением текущего состояния объекта с пространством исправного состояния по алгоритму:

- при нормальном функционировании устройства осуществляется непрерывный прогноз ресурса объекта диагностирования;
- в случае равенства пространству исправного состояния осуществляется диагностирование объекта;
- при ухудшении текущего значения определяется место отказа, за этим следует непосредственное восстановление работоспособности системы.

Для разработки математических моделей порождения диагностических признаков станционных рельсовых цепей в работе предложен метод редукции импедансных параметров четырехполюсников.

Суть методики заключается в последовательном определении входных параметров нагруженных четырехполюсников, начиная с релейных концов, нагруженных на пассивные двухполюсники:

$$Z_v = F[Z_{v_i}(\Theta_i), Z_{v_j}(P_j), \dots, Z_{v_k}(Y_k)], i, p, \dots, k \in M,$$

Формирование математических моделей осуществляется с использованием входных рабочих параметров.

$$\left. \begin{aligned} \bar{U}_j &= F[Z_{v_j}, r_j(t), z_k(t), \ell, f], & j \in \{\bar{1}, \bar{h}\} \\ \bar{I}_j &= F[Z_{v_j}, r_j(t), z_k(t), \ell, f], & j \in \{\bar{1}, \bar{h}\} \end{aligned} \right\}$$

Для всех сопротивлений стыков и сопротивлений изоляции рельсовых линий.

$$\left. \begin{aligned} z_k(t), & \quad \forall k \in \{min, max\}, \\ r_j(t), & \quad \forall j \in \{min, max\}. \end{aligned} \right\}$$

где матрицы $\|A\|, \|A_j\|, \|A_k\|$, - параметры четырехполюсников рельсовых линий.

Для проведения численного моделирования в классический алгоритм расчета параметров СКРЛ добавлены цикл по изменению координаты и величины сопротивления токопроводящего стыка.

С использованием математического пакета Mathcad и разработанной процедуры формирования диагностирующих функций восстановлено семейство индивидуальных диагностирующих функций для всех сегментов подклассов маршрутов диагностирования. По результатам проведенного моделирования предложенной дискретно распределенной DRL – моделью рельсовой линии и известной моделью с равномерно распределенными параметрами RRL – моделью рельсовой линии определено, что максимальная относительная погрешность моделей составила не более 1,8%. Это констатирует факт адекватности DRL и RRL – моделей, и подтверждает возможность исследования информативных признаков разработанной DRL – моделью.



Литература

1. Сапожников, В.В. Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи [Текст] / Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта. / В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников, В.И. Шаманов / Под ред. Вл.В. Сапожникова. – М.: Маршрут, 2003. – 263 с.
2. Дмитренко, И.Е. Техническая диагностика и автоконтроль систем железнодорожной автоматики и телемеханики [Текст] / И.Е. Дмитренко – М.: Транспорт, 1986. – 144 с.
3. Сизов, К.В., Анализ причин отказов классификаторов состояний рельсовых линий [Текст] / К.В. Сизов, Е.М. Тарасов // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. №6-1(37). С. 76-78.
4. Тарасов, Е.М. Анализ дестабилизирующих воздействий на рельсовые линии и принцип обеспечения инвариантности классификатора [Текст] / Е.М. Тарасов, А.С. Белоногов // Вестник СамГУПС. 2013. №4. С. 60-65.
5. Железнов, Д.В., Концепция мониторинга и диагностики состояний токопроводящих стыков [Текст] / Д.В. Железнов, А.Г. Исайчева // Вестник транспорта Поволжья. 2015. №4(52). С. 15-17.
6. Березин, С.А. Представление признаков пространства объекта в самоорганизующейся системе технической диагностики [Текст] / С.А. Березин // Методы исследования технической устойчивости и качественных свойств систем железнодорожного транспорта: Межвузовский сборник научных трудов. – М.: РГОТУПС МПС РФ, 2003. – С. 10-14.

Н.П. Кислинский, М.В. Медведев

ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТЕРЕОСИСТЕМЫ ВИДЕОКАМЕР

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ)

С развитием информационных технологий и средств видеонаблюдения появилась возможность получать видеоданные от систем, состоящих из двух и более оптических датчиков. В отличие от машинного зрения, основанного на использовании одной камеры, стереозрение, в определенной степени повторяя особенности человеческого зрения, позволяет компьютеру получать информацию не только о цвете и яркости объекта, но и о расстоянии до него. Это дает возможность обойтись без использования разнообразных дорогостоящих датчиков измерения расстояний, снижая таким образом себестоимость технического решения, что в ряде задач, связанных с робототехникой, является критичным условием. Визуализировав полученные данные, можно приметить их в различных целях, как для обучения и развлечения (системы расширенной и виртуальной реальности), так и для последующей обработки и принятия решений о возможных манипуляциях с объектом.



Для решения задачи построения трехмерной модели объекта с использованием стереосистемы видеокamеры было предложено решение, состоящее из следующих этапов.

1. Первичная калибровка камер (определение внутренних параметров камеры, уменьшение дисторсии).
2. Ректификация изображения.
3. Регистрация изображений.
4. Сегментация.
5. Сопоставление изображений и поиск сопряженных точек (определение диспаратета).
6. Совмещение набора пространственных данных.
7. Построение объемной триангуляционной сетки.

На первом этапе осуществляется калибровка камер стереопары, которая происходит по отдельности, так как такой подход уменьшает количество неизвестных параметров калибровки и улучшает устойчивость работы численных методов. Калибровка камеры включает в себя выбор модели камеры, численных алгоритмов поиска параметров модели и объекта калибровки. Для калибровки используется метод, основанный на использовании плоского калибровочного объекта в виде шахматной доски.

Второй этап является основой для последующей обработки. Пара стереоснимков должна быть пересчитана в единую прямоугольную систему координат с приведением изображения к эпиполярной стереопаре.

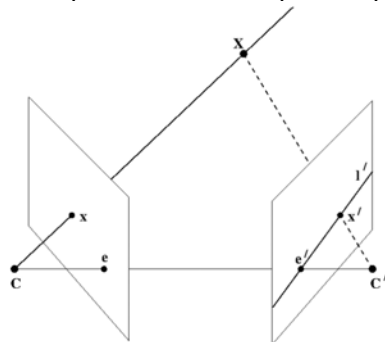


Рис. 1. Эпиполярная геометрия

Пусть имеются две камеры, как изображено на рис. 1, где C — центр первой камеры, C' — центр второй камеры. Точка пространства X проецируется в точку x на плоскость изображения левой камеры и в точку x' на плоскость изображения правой камеры. Прообразом точки x на изображении левой камеры является луч xX . Этот луч проецируется на плоскость второй камеры в прямую l' , называемую эпиполярной линией. Образ точки X на плоскости изображения второй камеры обязательно лежит на эпиполярной линии l' . Таким образом, каждой точке x на изображении левой камеры соответствует эпиполярная линия l' на изображении правой камеры. При этом пара для x на изображении



правой камеры может лежать только на соответствующей эпиполярной линии. Аналогично, каждой точке x' на правом изображении соответствует эпиполярная линия l на левом. Эпиполярную геометрию используют для поиска стереопар и для проверки того, что пара точек может быть стереопарой (т.е. проекцией некоторой точки пространства).

Третьим этапом алгоритма является регистрация изображений. Регистрация проводится камерами стереоскопической системы, использующей две камеры и регистрирующие изображения объекта с различных ракурсов. Камеры жестко закреплены на общем основании неподвижно. Необходимо синхронизировать работу камер стереосистемы для исключения возможности искажения регистрируемого трехмерного образа.

На четвертом этапе осуществляется выделения объекта из фона, полученные изображения проходят этап сегментации алгоритмом k -средних [1]. Общая идея алгоритма состоит в том, что заданное фиксированное число k кластеров наблюдения сопоставляются кластерам так, что средние в кластере (для всех переменных) максимально возможно отличаются друг от друга, т.е. стремится минимизировать суммарное квадратичное отклонение точек кластеров от центров этих кластеров:

$$V = \sum_{i=1}^k \sum_{x_j \in S_i} (x_j - \mu_i)^2,$$

где k — число кластеров, S_i — полученные кластеры, $i=1,2,\dots,k$ и μ_i — центры масс векторов $\mu_i \in S_i$. К его достоинствам можно отнести простоту реализации, быстроту исполнения, понятность использования и прозрачность алгоритма. Однако, алгоритм обладает определенными ограничениями и недостатками: алгоритм слишком чувствителен к выбросам и требует задания количества кластеров.

На пятом этапе обработанные изображения необходимо сопоставить и обнаружить сопряженные точки для расчета диспаратности. Полуглобальный алгоритм стереозрения (Semi-Global Stereo Matching) [2] является достаточно быстродействующим для работы в реальном времени и имеет приемлемое качество работы по сравнению с другими алгоритмами.

На шестом этапе после расчета диспаратности и получения набора точек необходимо объединить несколько наборов точек с разных ракурсов в единое облако точек. Для этого используется итеративный алгоритм ближайших точек (Iterative Closest Point) [3], использующийся для сведения к минимуму разницы между двумя облаками точек. ICP часто используется для восстановления двумерных (2D) или трехмерных (3D) поверхностей из разных наборов точек. Алгоритм концептуально прост и часто используется в режиме реального времени. Он многократно применяет преобразования (смещение, вращение), необходимые для сведения к минимуму расстояние между точками из двух необработанных наборов.

Данное решение может быть применено как в развлекательных и образовательных целях (системы виртуальной и расширенной реальности), так и для



дистанционных работ в агрессивной среде, где присутствие человека невозможно (тепловое воздействие, химическое, радиационное загрязнения).

Литература

1. Fasulo, D. An Analysis Of Recent Work on Clustering Algorithms [Электронный ресурс]. URL: <http://logic.pdmi.ras.ru/ics/papers/aca.pdf> (дата обращения 1.02.2015).
2. Пономарев, С.В. Методика сравнения алгоритмов стереозрения при восстановлении трехмерной модели лица человека // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. - № 6. Санкт-Петербург, 2013. С. 40 - 45.
3. Rusinkiewicz, S. Efficient Variants of the ICP Algorithm / S. Rusinkiewicz, M. Levoy. // [Электронный ресурс]. URL: https://www.cs.princeton.edu/~smr/papers/fasticp/fasticp_paper.pdf (дата обращения 1.02.2015).
4. Скворцов, А.В. Алгоритмы построения и анализа триангуляции // Научное издание - Томск: Изд-во томского ун-та, 2006. С. 1 - 168.

М.А. Корякина

РАЗРАБОТКА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ПРИ ОБУЧЕНИИ КУРСАНТОВ В АВТОШКОЛЕ ООО «АВТОМОБИЛИСТ»

(Оренбургский государственный аграрный университет)

В настоящее время на российских дорогах с каждым годом увеличивается количество автомобильного транспорта разных категорий и моделей. В связи с этим возрастает потребность в профессиональном обучении курсантов автошкол и получение ими водительских прав. Современные автошколы представляют большой спектр услуг: обучение водителей транспортных средств, оборудованные тренажерами учебные классы, программное обеспечение, техническое обслуживание и ремонт автопарка, технический контроль автомобилей и т. д. Весь перечень услуг направлен на получение качественных теоретических и практических знаний, внедряя современные и эффективные методы и средства. При выборе автошколы будущему курсанту необходимо принять правильное решение, так как от него будет зависеть безопасность жизни людей на дорогах.

Цель – разработать автоматизированную информационную систему обучения курсантов в автошколе ООО «Автомобилист» и осуществить поддержку принятия решения о поэтапном прохождении экзаменов в автошколе (внутренний) и ГИБДД (внешний).

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи анализа и синтеза.

К **задачам анализа** относятся:



- 1) анализ предметной области;
- 2) анализ информационных потоков в автошколе;
- 3) выбор метода проектирования базы данных;
- 4) выбор средств проектирования базы данных.

К **задачам синтеза** относятся:

- 1) проектирование и разработка базы данных;
- 2) разработка алгоритма поэтапной сдачи экзаменов в автошколе;
- 3) выбор и разработка математической модели задачи поддержки принятия решения.

Информационные потоки представлены документами. Анализ информационных потоков позволяет определить состав входных и выходных документов, обрабатываемых и получаемых в рамках проектируемой АИС.

Организационная структура автошколы ООО «Автомобилист» представляет собой схему, изображенную на рисунке 1.

Следующий этап моделирования предметной области – разработка логической модели базы данных «Обучение курсантов в автошколе» средствами СУБД MS ACCESS'2010, состоящую из 11 объектов, как показано на рисунке 2.



Рисунок 1 – Организационно-штатная структура автошколы ООО «Автомобилист»

Проводимый преподавателями внутренний и внешний экзамен в автошколе осуществляется в условиях определенности (рисунок 3). При разработке математического аппарата наиболее удобно применить статистический метод – дискриминантный. На примере анализа проведения внутреннего экзамена (автошколы) были зафиксированы следующие три этапа:

- 1 этап – теоретический экзамен (тестирование 40 вопросов);
- 2 этап – стандартные упражнения на автодроме;
- 3 этап – практический экзамен по вождению в условиях города.

Эти группы характеризовались двумя переменными: X_1 – количество баллов; X_2 – ошибки (указаны в таблице 1).