

Информационные технологии в образовании и производстве

Разработка алгоритма идентификации отклонений производственных параметров от нормальных значений

В последнее время стабилизация ситуации в отрасли автоматизации животноводства активизировала спрос на программные продукты, призванные обеспечить эффективное производство с минимальными денежными потерями и высоким уровнем качества продукции. Повсеместное внедрение автоматизированных систем управления животноводческими предприятиями дало возможность получить информацию с различных датчиков о состоянии животного. За мониторинг и подсчет общей активности животного ответственны электронные шагомеры, специальные ошейники, детекторы движений. Большинство из них предназначены для выявления беспокойства и резкого изменения поведения животных. Обнаружение и идентификация случаев резкого увеличения активности и беспокойства животного требует специального программного обеспечения, поставляемого в составе систем управления фермой (например, AlproWinDeLaval). Совместно с измерением ежедневной активности животного в автоматизированных системах часто используются такие параметры как: надой молока, температура молока, электропроводность, химический состав молока. Каждая узкопрофильная система использует перечисленные параметры согласно своему профилю работы на предприятии, но не существует единого метода, позволяющего контролировать все жизненные и производственные параметры животного одновременно. Таким образом, если система не способна отследить резкие перепады значений состояния животного, производственный процесс может быть нарушен.

Целью настоящей работы является разработка метода автоматического мониторинга отклонений производственных параметров; исследование алгоритма на реальных производственных данных об активности и его апробация для работы с данными других датчиков для своевременного выявления критических отклонений значений показателей жизнедеятельности в других производственных задачах.

На рисунке 1 представлен временной ряд активности животного за один лактационный цикл. В рамках решения задачи выявления охоты этого животного на графике выделяются стабильный участок (А-В), а также период с резкими нехарактерными перепадами значений (В-С), который сигнализирует об изменении в поведении животного. Всплески этого периода должны идентифицироваться алгоритмом.



Рис. 1. Временной ряд изменения показателя активности животного

На стабильном участке график ряда значений ежедневной активности можно разложить на две составляющие: тренд и отклонение от тренда. Взаимодействие между собой регулярных составляющих может быть представлено как аддитивная комбинация:

$$Y(t) = T(t) + E(t), \quad (1)$$

где $Y(t)$ – значение активности в день измерения t ; $T(t)$ – тренд активности в этот день; $E(t)$ – отклонение от тренда.

Примем за x – текущий день наблюдения за особью. Пусть D – количество дней в ретроспективном периоде. В соответствии с математической моделью был разработан алгоритм поиска всплесков и провалов параметра животного, сигнализирующих о вероятных проблемах с ним в текущий момент времени. Он состоит из следующих этапов:

1. Используя метод наименьших квадратов, определяются коэффициенты k_x и b_x прямой линии - тренда изменения исследуемого параметра на ретроспективном промежутке $[x-D, x-1]$.
2. Рассчитываются значения функции $T(t) = k_x t + b_x$ на ретроспективном периоде $[x-D, x-1]$.
3. Из формулы (1) рассчитываются значения функции $E(t)$ на ретроспективном периоде.
4. Определяется ожидаемое прогнозное значение параметра для текущего дня $T(x)$.
5. Оценивается среднеквадратическое отклонение σ значений функции $E(t)$ на ретроспективном периоде.
6. Если $Y(x) - T(x) > 3\sigma$, то сигнализируется о всплеске значения параметра.
7. Если $T(x) - Y(x) > 3\sigma$, то сигнализируется о резком падении значения параметра.

Применение разработанного метода возможно, только если исходные данные подчинены нормальному закону распределения [2].

На рисунке 2 визуальны показаны пороги, полученные разработанным адаптивным алгоритмом. Можно наблюдать, что за эти границы выходят только значения сильных всплесков и провалов, характерных для изменения состояния коров.

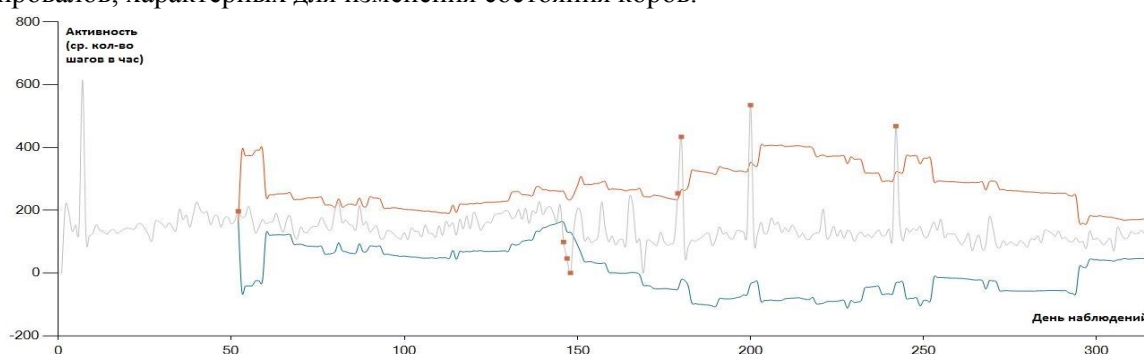


Рис. 2. Результаты работы алгоритма выявления отклонений значений ежедневной активности животного

В исследовании обрабатывались данные, полученные со 100 коров в течение приблизительно 330 дней с датчиков измерения пяти параметров. Объективные количественные результаты экспериментальных исследований алгоритма применительно к данным о ежедневной активности животного сведены в таблицу 1. Результаты работы алгоритма сопоставлены с выводами экспертов.

Таблица 1 - Сопоставление выявления отклонений алгоритмом по отношению к мнению эксперта

	Значения параметра, отнесенные экспертом к пикам и спадам	Значения параметра, отнесенные экспертом к стабильному участку
Значения параметра, отнесенные алгоритмом к пикам и спадам	922	71
Значения параметра, отнесенные алгоритмом к стабильному участку	50	33705

В работе получен новый метод идентификации внеплановых всплесков значений параметров производственных данных животноводческого предприятия, основанный на применении правила трех сигм по отношению к разности исходного и аппроксимированного временных рядов. Результаты работы алгоритма по всем рассматриваемым критериям превосходят существующие. Процент ошибки определения периодов отклонения от нормы составляет менее одного, что в значительной степени ниже показателей систем-аналогов.

Алгоритм определения положения и ориентации трехмерных объектов по изображениям с использованием спектральной теории графов

Часто на промышленных предприятиях для транспортировки грузов используются мостовые краны. Они двигаются по рельсам и могут доставлять различные объекты производства по территории завода. За движением мостового крана необходимо вести контроль, так как в процессе его работы, могут возникнуть различные ситуации: столкновение с другим краном или элементами производства; повреждение груза.

Для предотвращения столкновения в процессе транспортировки, могут использоваться системы контроля движения мостового крана. Все они обладают схожим принципом действия. На кран ставится отражатель и сенсор. Сенсор направлен на другой отражатель, который может быть установлен на объекте, с которым необходимо избежать столкновения. Рассмотрев такие системы можно выделить следующие недостатки: высокая цена за отдельный комплект; необходимость замены всего комплекта при поломке какого-либо отдельного составного устройства; один комплект на один мостовой кран.

Визуальный контроль технологических процессов по изображениям является актуальной задачей при производстве деталей машин, электроники и т.д. С помощью систем визуального контроля можно отслеживать такие характеристики, как размеры, качество геометрии поверхностей, корректность операций сборки, последовательность выполнения технологических операций.

Вместо готовых систем можно использовать методы компьютерного зрения. Они обладают следующими преимуществами: бесконтактная обработка; отслеживание множества объектов одновременно; тонкая настройка программного обеспечения; модификация и модернизация; приемлемая цена компонентов; автоматизация процесса принятия решения.

В данной работе для анализа положения и ориентации объекта предполагается использовать методы компьютерного зрения. В качестве описания объектов выбраны графы, так как с помощью них можно кодировать пространственную взаимосвязь между компонентами объекта. Анализ совпадений графов будет осуществляться путем спектральной декомпозиции. Термин спектральной теории графов применим к семейству методов, которые могут характеризовать свойства глобальной структуры графов. В основе лежит использование собственных значений и собственных векторов матрицы смежности или схожей с ней матрицы Кирхгофа. Данная теория имеет широкое применение как в химии, или теории нахождения путей, так и в компьютерном зрении [1].

Граф рассчитывается для нескольких положений объекта. В результате в базе эталонов будут храниться как положительные результаты (движения крана можно продолжать), так и негативные (кран нужно немедленно остановить). Для расчета графа необходимо извлечь с изображения точечные особенности при помощи специальных детекторов. Главным требованием к алгоритму выделения точечных особенностей является стабильность выделения одних и тех характеристик изображения, когда объект претерпевает трансформации (поворот, деформация, масштабирование). В данной работе предлагается использовать FAST (feature from accelerated segment test) детектор особенностей [2], так как он дает приемлемую стабильность выделения особенностей при достаточно низкой процессорной сложности и высокой скорости обработки. Полученные особые точки будут вершинами графа, между которыми необходимо установить связь. Для установления связей между вершинами необходимо использовать весовые функции. Под весовой функцией понимается такая функция, которая позволяет судить о взаимосвязи между двумя точками, в данном случае вершинами графа [3].

Чтобы охарактеризовать какое-либо изображение с точки зрения спектральной теории, необходимо провести следующие действия: получение точечных особенностей изображения; расчет весовой матрицы смежности; выделение спектральных характеристик. По полученному

изображению объекта извлекаются особенности при помощи FAST детектора. Такими особенностями могут быть, например, угловые точки. Координаты этих точек используются при расчете весовой матрицы смежности [1].

Получив точечные особенности изображения объекта можно получить граф, описывающий данный объект. Так как все вершины обладают связью друг с другом, между любыми двумя вершинами должно быть ребро, соответственно вес рассчитывается для каждого из них. Получив собственные значения весовой матрицы смежности графа, необходимо рассчитать модальную матрицу. Модальная матрица состоит из собственных векторов. Каждая строка матрицы характеризует отдельную особенность графа [4, 5].

Совпадения двух графов устанавливается путем нахождения соответствий между всеми характерными особенностями, которые описаны данными графами. Если размерности модальных матриц этих графов различаются, производится обрезка. В результате у матрицы с большим размером удаляются столбы и строки, до тех пор, пока размеры матриц не будут одинаковы.

Матрица соответствий строится путем сравнения строк модальных матриц и получения меры различия. Зная матрицу соответствий, рассчитывается бинарная матрица. Она строится следующим образом:

1. Проверяются все элементы матрицы соответствий.
2. Если текущий элемент является минимальным и в строке, и в столбце, в бинарную матрицу записывается значение 1.
3. В противном случае 0.

Бинарная матрица обладает следующими важными свойствами: 1) Если на главной диагонали большинство значений равно 1, значит сравниваются очень похожие объекты; 2) Если количество значений равных 1 близко к размерности матрицы, но не все они принадлежат главной диагонали, значит сравниваемые объекты схожи, но второй претерпел трансформацию, например поворот.

Представлен алгоритм анализа положения и ориентации трехмерного объекта на промышленном производстве при транспортировке с помощью мостового крана. Ключевой особенностью алгоритма является спектральная декомпозиция графа, позволяющая описывать пространственные взаимосвязи между характеристиками изображения. Алгоритм позволяет отследить трансформации объекта, такие как поворот, деформация и т.д. Также он не чувствителен к масштабу.

В будущих работах необходимо исследовать возможность кластеризации данных, для увеличения объема кодируемой информации с уменьшением итераций работы всего алгоритма. Это даст большую точность вычислений. Также важным моментом является решение проблемы с перекрывающимися объектами.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 13-07-97523

Литература

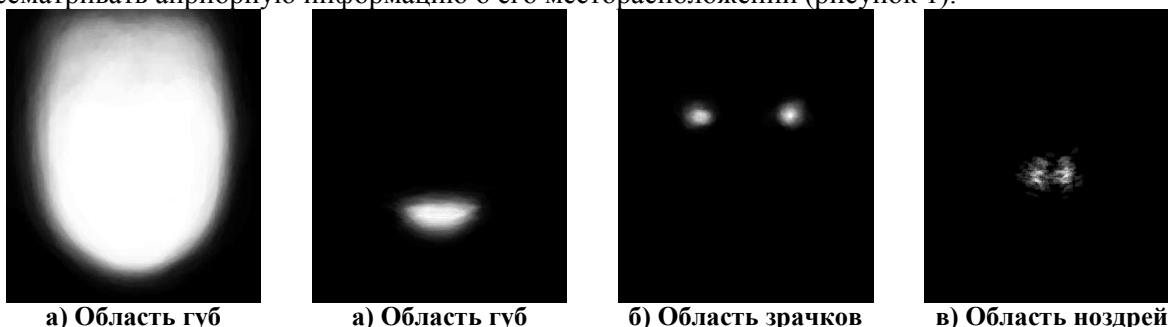
1. Цветкович Д., Дуб М., Захс Х. Спектры графов. Теория и применение // Наук. думка. – 1984. – 384 с.
2. Rosten E., Porter R., Drummond T. Faster and better: a machine learning approach to corner detection // IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2010. – Pp. 105-119.
3. Haseeb M. Spectral Representation for Matching and Recognition. – 2013.
4. Carcassoni M., Hancock E.R. Correspondence Matching with Modal Clusters // IEEE Trans, on PAM. 2003. – Pp. 1609-2003.
5. Carcassoni M., Hancock E.R. Spectral correspondence for point pattern matching // Patter Recognition. 2003. – Pp. 193-204.

А.Д. Варламов, Е.М. Акопян
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, д.23
Кулебакский металлургический колледж
607010, г. Кулебаки, Нижегородская обл., ул. Адмирала Макарова, 25
E-mail: varlamov_aleks@mail.ru, karin-akopya@yandex.ru

Оценка биометрических признаков лица на основе априорной информации о месторасположении его объектов

Среди всего многообразия биометрических характеристик человека, используемых для идентификации личности [3], особо стоит отметить изображение лица. В силу уникальности биометрических признаков [5] можно достичь очень высокой достоверности идентификации, но при условии точной оценки их значений.

Особенность выделения деталей лица (как и самого лица) заключается в том, что, в отличие от многих других задач сегментации, эти объекты расположены в определенных зонах относительно границ прямоугольной области лица [1,2]. Поэтому среди главных признаков изображения, которые используются при сегментации лица и объектов на нем, предлагается рассматривать априорную информацию о его месторасположении (рисунок 1).



а) Область губ а) Область губ б) Область зрачков в) Область ноздрей
Рис. 1. Визуализация априорных данных об областях расположения объектов на лице и самого лица

Эту информацию целесообразно использовать при машинном обучении для получения алгоритма сегментации [4] в качестве одного из признаков для принятия решения по каждой точке сегментируемого изображения.

Экспериментальная работа по оценке влияния априорной информации о месторасположении лица на точность его выделения проводилась на 164 изображениях. Для реализации машинного обучения выбрана формальная нейронная сеть. Значения признака, полученные статистической обработкой большого количества размеченных изображений (из обучающей выборки) применяются при обучении нейронной сети.

Результаты исследования показывают, что автоматически выделенные системой лица мало отличаются от результатов работы специалиста, а исключение из набора исследуемого признака привело к неудовлетворительному результату. Такие же результаты были получены при сегментации объектов лица: губ, зрачков, ноздрей, подбородка, бровей.

Таким образом, в работе экспериментально доказана необходимость использования априорной информации о месторасположении объектов лица для оценки его биометрических признаков.

Литература

1. Горбачевич В.С., Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю., Хаин С.А. Алгоритмы предобработки и постобработки данных для биометрических систем распознавания лиц // Вестник компьютерных и информационных технологий. № 6(120), 2014. – С. 9-14.
2. Дмитриев Д.В., Капранов С.Н., Марков Е.В. Исследование алгоритмов предварительной обработки биометрических образов для целей верификации // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. Выпуск 3, 2014. – С. 52-55.
3. Хрулев А. Системы распознавания лиц. Состояние рынка. Перспективы развития // Системы безопасности. № 1, 2012.
4. Чижов В.С., Ковалев Ю.А., Варламов А.Д. Разработка метода повышения качества поиска лиц на изображениях анализом их биометрических признаков. // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. Выпуск 2(27), 2014. – С. 55-63.
5. Li H., Toh K.-A., Li L. Advanced Topics in Biometrics, World Scientific, 2012. – 500 pages.

Применение синтеза приоритетов на иерархии для решения производственных задач

Для эффективного функционирования любой организации необходимо оптимальное управление запасами, в соответствии с такими факторами, как спрос на данную продукцию, где имеют место качество товара и его стоимость. Актуальной является задача распределения запасов. В частности, интерес представляют задачи оптимизации [1,4 – 5], самая простая из которых – определение комбинации (альтернатив, проектов), максимизирующей «общие выгоды» при ограничениях на издержки.

Общая постановка задачи определения комбинации альтернатив с максимальной эффективностью (или эффективностью на единицу требуемого запаса) заключается в определении сочетаний альтернатив, удовлетворяющих некоторым целевым функциям. Эффективность исходного множества альтернатив (запасов) рассчитывается на основе метода анализа иерархий, который предполагает декомпозицию проблемы на все более простые составляющие части и обработку суждений лица, принимающего решение [2, 3]. В результате определяется относительная значимость исследуемых альтернатив для всех критериев, находящихся в иерархии.

После построения иерархии устанавливается метод сравнения ее элементов. При применении метода попарного сравнения, строится множество матриц парных сравнений. Для этого в иерархии выделяют элементы двух типов: элементы-"родители" и элементы-"потомки". Элементы-"потомки" воздействуют на соответствующие элементы вышестоящего уровня иерархии, являющиеся по отношению к первым элементами-"родителями". Матрицы парных сравнений строятся для всех элементов-"потомков", относящихся к соответствующему элементу-родителю". Элементами-"родителями" могут являться элементы, принадлежащие любому иерархическому уровню, кроме последнего, на котором расположены, как правило, альтернативы. Полученные суждения выражаются в целых числах с учетом девятибалльной шкалы [1].

Для того чтобы заполнить матрицу парных сравнений, необходимо установить преобладание одной альтернативы над другой с учетом приоритета по девятибалльной шкале («одинаковая значимость», «слабая значимость», «сильная значимость», «очевидная значимость», «абсолютная значимость»).

Выбор наилучшего решения производится путем иерархического синтеза. Иерархический синтез используется для взвешивания собственных векторов матриц парных сравнений альтернатив весами критериев (элементов), имеющихся в иерархии, а также для вычисления суммы по всем соответствующим взвешенным компонентам собственных векторов нижележащего уровня иерархии. Векторы приоритетов альтернатив заносятся в столбцы одной матрицы. Результирующим вектором будет произведение матрицы приоритетов альтернатив по всем критериям и собственного вектора, определяющего приоритеты критериев. Общий вид выражения для вычисления векторов приоритетов альтернатив определяется следующим образом:

$$W_{E_j^i}^A = \left[W_{E_1^{i-1}}^A, W_{E_2^{i-1}}^A \dots W_{E_j^{i-1}}^A \right] W_{E_j^{i-1}}^E, \quad (1)$$

где $W_{E_j^i}^A$ — вектор приоритетов альтернатив относительно элемента E_j^{i-1} , определяющий j -й столбец матрицы;

$W_{E_j^i}^E$ - вектор приоритетов элементов $E_1^{i-1}, E_2^{i-1}, \dots, E_n^{i-1}$ связанных с элементом E_j^i вышележащего уровня иерархии.

Полученный собственный вектор будет определять эффективность каждой альтернативы.

Эффективность множества альтернатив может быть определена либо на одной иерархии, отражающей критерии эффективности, либо на основе отражения значений векторов приоритетов альтернатив, характеризующих выгоды и издержки, получаемые при их реализации.

Таким образом, для определения комбинации альтернатив, обеспечивающей оптимальное управление запасами необходимо:

- 1) Определить альтернативы, для каждой из которых устанавливается требуемый ресурс и вычисляется относительная эффективность;
- 2) Найти все парные, тернарные и т.д. комбинации альтернатив;
- 3) Для каждой сгенерированной комбинации определить суммарные значения: требуемого запаса, относительной эффективности на единицу требуемого запаса;
- 4) Определить искомую комбинацию альтернатив с учетом задаваемой целевой функции:

$$\max \mathcal{E} = \max \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_i ; \quad (2)$$

при выполнении следующего условия:

$$P_T \leq P_H,$$

где \mathcal{E} – эффективность рассматриваемой комбинации альтернатив, полученной с помощью нахождения множества сочетаний с различным числом альтернатив;

\mathcal{E}_i – эффективность i -й альтернативы, входящей в рассматриваемую комбинацию из n альтернатив;

P_T – требуемый ресурс рассматриваемой комбинации альтернатив;

P_H – имеющийся в наличии ресурс рассматриваемой комбинации альтернатив.

В ходе исследования решена задача распределения запасов. Проведен анализ сочетаний альтернатив, удовлетворяющих некоторым целевым функциям. Эффективность исходного множества альтернатив (запасов) рассчитана на основе метода анализа иерархий. Оценка элементов иерархии и критериев осуществлена методом попарного сравнения.

Литература

1. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: Пер.с англ. – М.: Радио и связь, 1989. – 316 с.
2. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике – М.: Финансы и статистика, 2000. – 368 с.
3. Моисеев Н.Н. Элементы теории оптимальных систем. М., 1975. – 526 с.
4. Авен О.И., Гурин Н.Н., Коган Я.А. Оценка качества и оптимизация вычислительных систем – М.: Наука, 1982. – 464 с.
5. Хеллман О. Введение в теорию оптимального поиска. М.: Наука, 1985. – 435 с.

Модификация метода деформируемого многогранника Нелдера-Мида

Основное достоинство метода деформируемого многогранника Нелдера-Мида состоит в том, что он не требует непрерывности целевой функции и существования производных. Данный метод является существенно более эффективным, чем простейший алгоритм регулярных симплексов, за счет того, что симплекс меняет свою форму от цикла к циклу.

Принцип реализации метода состоит в сравнении значений функции в $(n+1)$ -й вершинах многогранника-симплекса и перемещении симплекса в направлении оптимальной точки в n -мерном пространстве с помощью определенной итерационной процедуры (для $n=2$ выпуклым многогранником является треугольник).

Под вершинами симплекса в данном случае будем понимать соответствующие значения $X = (X_{k1}, X_{k2}, \dots, X_{kn}) \in \Omega_{доп}, k = 1, n+1$ вектора оптимизируемых параметров, а симплексом $X^j, j = 0, 1, 2, \dots$ называется упорядоченная совокупность таких вершин $(X^j_1, X^j_2, \dots, X^j_{n+1}) \in \Omega_{доп}$.

Метод деформируемого симплекса обладает большей общностью и позволяет учитывать локальные свойства поверхности целевой функции. Симплексы вытягиваются в направлении наклона поверхности, их оси поворачиваются при встрече с оврагом на поверхности целевой функции, вблизи минимума они сжимаются.

В существующем методе деформируемого многогранника Нелдера-Мида симплекс перемещается с помощью трех основных операций над симплексом: отражение, растяжение и сжатие. Если выполнение данных операций не позволяет найти наилучшую вершину симплекса по отношению к наилучшей, то производится операция редукции.

Данный метод можно модифицировать с учетом разработанной математической модели управления [1, 2]. Предложенная далее модификация необходима в целях экономии времени на автоматизацию управления за счет исключения вычисления лишних операций с данными (параметрами управления), выходящими за пределы ограничений, накладываемых на оптимизируемые параметры (1–3).

Если поверхность уровня рассматриваемой целевой функции характеризует «склон оврага», то необходимо выполнять циклическое отражение, иначе при незначительном изменении функции выполнить растяжение или сжатие. Если точка симплекса, полученная в результате сжатия или растяжения неприемлема, то пропустить шаги, относящиеся к исследованию поведения функции при сжатии или растяжении. В алгоритм необходимо ввести дополнительную переменную – счетчик количества неизменных значений наилучшей вершины симплекса. При достижении данной переменной выбранного пользователем программы значения будет осуществляться выход из цикла. Это необходимо для того, чтобы избежать заикливания метода.

В предложенном методе экономится время на выполнение работы по автоматизации управления за счет невыполнения неприемлемых операций и невычисления значения функции в точках, не принадлежащих области допустимых решений.

На практике задача определения района расположения производственного объекта с комплекующими в зависимости от среднего относительного числа производственных подразделений, требующих пополнения комплекующими, и количества занятого персонала по обслуживанию и обеспечению комплекующими.

В данном программном модуле автоматизированной системы управления входной информацией являются координаты нахождения производственных подразделений, требующих снабжение комплекующими. В качестве условия сходимости может быть достижение определенного расстояния между вариантами расположения точек базирования производственного объекта с комплекующими или, например, достижение заданного количества итераций. В каждом цикле моделирования происходит определение и оценка работы системы в зависимости от определенных критериев [3].

Литература

1. Догадина, Е.П. Математическая модель определения вероятностей состояний системы обслуживания / Е.П. Догадина, Ю.А. Кропотов, Г.П. Суворова // Радиотехника. 2009. №11. – С. 103-105.
2. Догадина, Е.П. Функциональная модель управления производственными процессами с последовательной ячеистой структурой / Е.П. Догадина // Методы и устройства передачи и обработки информации: Межвуз. сб. науч. тр. – № 1 (13) / Под ред. В.В. Ромашова, В.В. Булкина. – М.: «Радиотехника», 2011. – С.119-120.
3. Догадина, Е.П. Многокритериальное управление процессами мелкосерийного производства радиоэлектронной аппаратуры / Е.П. Догадина, А.Н. Коноплев // Методы и устройства передачи и обработки информации: Межвуз. сб. науч. тр. – № 1 (13) / Под ред. В.В. Ромашова, В.В. Булкина. – М.: «Радиотехника», 2011. – С.121-123.

Кодирование пространственных иерархических топологических структур

В геоинформатике остро стоит задача хранения пространственных отношений между объектами так, чтобы можно было быстро получить доступ к взаимосвязям пространственных объектов и чтобы время на обработку и анализ этих запросов стремилось к минимуму.

В работе рассматривается метод для хранения информации о связях между объектами непосредственно в идентификаторах этих объектов. Это связано с тем, что идентификатор в ГИС может содержать значительно больше информации, чем просто номер объекта. Это позволяет избежать использования дополнительных таблиц баз данных для хранения топологии. Преимущество данного метода – сокращение объема памяти и увеличение скорости обработки данных.

Деревья, которые отражают структуру линейных объектов, представим следующим образом:

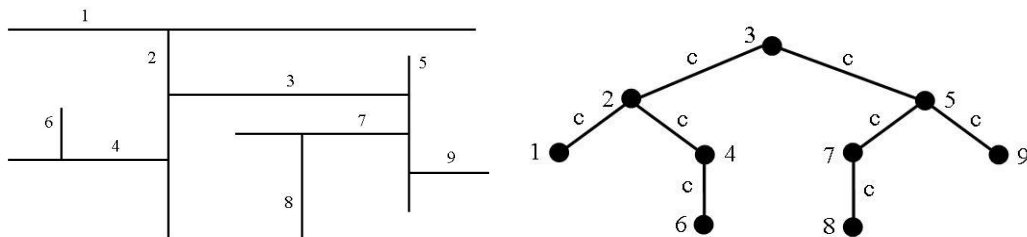


Рис. 1. Представление объектов с минимальной высотой дерева

На рис.1 предполагается, что каждый объект соседствует с другим объектом.

Структура деревьев перестраивается таким образом, чтобы наибольшая длина пути в дереве от корневой вершины была минимальной. При этом все связи между объектами сохраняются, т.е. потери топологических свойств карты не происходит, но зато уменьшается высота дерева.

Это необходимо для кодирования пространственных связей между объектами и записи информации в идентификатор. Чем меньше высота дерева, тем проще будет структура идентификатора и меньше памяти потребуется для хранения связей.

На рис.2 представлено кодирование пространственных объектов по примеру рис.1. В этом случае идентификаторы объектов будут иметь следующие коды: 1.0.0.0 – это корневой объект, который изначально был под номером 3, 1.1.0.0 – это объект под номером 2, далее 1.1.1.0 – это 1, 1.1.2.0 – это 4, 1.1.2.1 – это 6, 1.2.0.0 – это 5, 1.2.1.0 – это 7, 1.2.1.1 – это 8 и 1.2.2.0 – это 9.

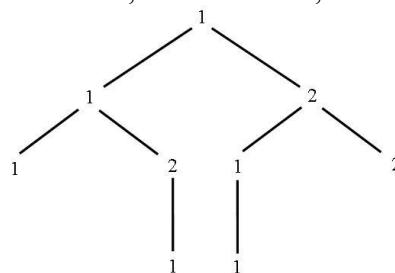


Рис.2. Кодирование пространственных объектов

То есть для данного примера имеем четырехуровневую иерархию объектов. Количество уровней иерархии зависит от объема данных используемой ГИС и должно быть фиксировано на протяжении всей работы с картой. Если объект имеет в коде хотя бы одно число 0, то это означает, что он находится не на последнем уровне иерархии и, возможно, является родителем. Объект, имеющий в своем идентификаторе числа, отличные от нуля, является листом дерева.

Данный метод предназначен для быстрой обработки пространственных данных, имеющих иерархическую структуру представления.

Информационные технологии для мониторинга учебного процесса

К прогрессивным методам контроля знаний умений и навыков учащихся относится рейтинговый метод. Так как рейтинг – это шкала достижений студента, то, очевидно, что должен быть стандартный инструмент измерения этих достижений. Таким инструментом является правильно построенный и хорошо составленный тест, который соответствует не только предмету обучения, но и его задачам. Студенты, подвергающиеся регулярному тестированию, показывают более высокие результаты, чем студенты, обучающиеся по традиционной методике. Проведение мониторинга с использованием информационных технологий позволяет значительно сократить время анализа результатов и при этом повышает их информативность.

Актуальной является задача разработки информационной рейтинговой системы позволяющей:

- наблюдать динамику развития студента в течение всего семестра, что повысит объективность оценки в сессию.

- учитывать всю активную деятельность обучаемых, связанную с приобретением знаний, умений и других показателей, такие как, участие в УИРС, написание реферата, выступление с докладом на конференции и др. Таким образом, формируется портфолио студента за все время обучения.

- получать срез данных по результатам обучения в любой студенческой группе, по дисциплине в целом, по разделам дисциплины, по группе дисциплин. Желательно наглядное представление данных в виде диаграмм.

Разработка такой объемной системы требует глубокого анализа образовательного процесса, больших затрат времени и участия коллектива авторов.

В настоящее время в нашем ВУЗе (смею предположить, что и во многих других) информация о результатах учебной деятельности студентов хранится в разрозненном виде в различных форматах, в различных подразделениях. Фактически документами доступными для анализа являются только экзаменационные ведомости. У каждого преподавателя своя система учета знаний студентов в течение семестра. Доступ к результатам всех контрольных мероприятий, кроме итоговых, имеет только сам преподаватель. Таким образом, наполнение итоговой оценки скрыто, затруднен контроль качества преподавания.

На наш взгляд полезным для повышения качества образовательного процесса является внедрение проектного подхода в обучение [1]. При этом каждая студенческая работа сохраняется как документ, фиксируется время выдачи задания и время завершения. При проведении текущего или итогового тестирования, контрольной работы, также необходимо формировать документ с подробными результатами и полученной оценкой. Эти документы прикрепляются к соответствующей задаче и также хранятся в системе.

Существует большое количество различных систем тестирования, применяемых в образовании. Для применения в рамках проектного подхода минимальным необходимым требованием к такой системе является формирование подробного отчета по результатам тестирования каждого студента, который можно прикрепить и хранить в системе в рамках проекта. Желательным также являются : простота использования, минимальные требования к компьютерам - клиентам, возможность одновременного тестирования большой группы студентов, возможность формировать тесты по любому количеству разделов имеющихся в базе вопросов, что позволит проводить текущее и итоговое тестирование по одной и той же базе.

Приложение для сетевого тестирования, разработанное на кафедре ПМ и САПР удовлетворяет представленным требованиям.

Вся информация хранится в базе данных и защищена от несанкционированного доступа.

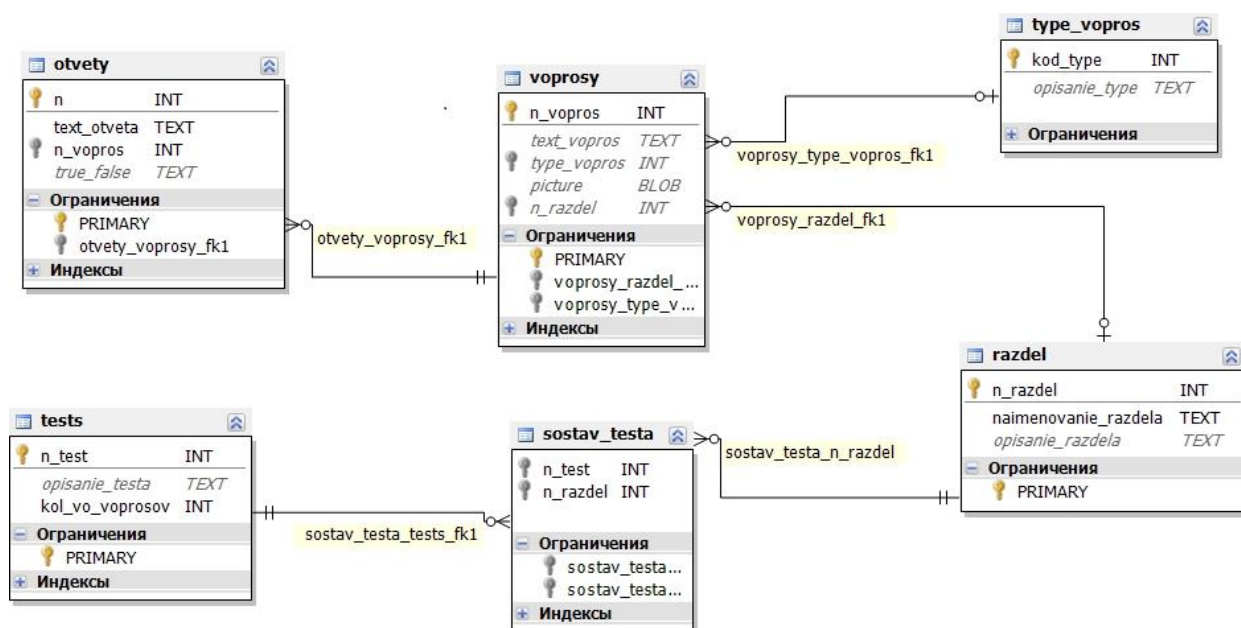


Рис. 1. Модель данных

Пользователю для тестирования на своем компьютере ничего устанавливать не нужно, достаточно браузера (Microsoft Internet Explorer, Opera, Mozilla и т.п.).

Для организации тестирования требуются:

- Web-сервер — разработка велась с использованием бесплатного сервера Apache 2.2.
- Система управления базами данных MySQL — разработка велась с применением версии 5.5.

- PHP-интерпретатор.

В настоящий момент в системе реализовано:

- Разработана структура базы данных, позволяющая сформировать тест, включающий вопросы из одного или нескольких разделов (рис. 1).
- Вопросы могут содержать графическое изображение.
- Реализованы процедуры формирования для каждого студента случайной выборки вопросов.
- Разработано клиентское приложение для проведения тестирования.
- После прохождения теста студент видит на экране количество данных им правильных ответов и его балл.
- Преподаватель может ознакомиться с отчетом по каждому студенту. В отчет заносится информация о студенте (фамилия, имя, отчество, группа, название теста, дата и время начала и окончания теста, количество вопросов в данном тесте, вопросы, задаваемые студенту и выбранные им ответы, количество данных студентом правильных ответов и его балл в процентах).

В настоящее время система заполнена вопросами по дисциплине «Базы данных» и проходит тестирование в рамках проектного подхода на кафедре ПМ и САПР.

Литература

1. Рогов, В.П. Проектный подход, как инструмент повышения качества подготовки студентов [Текст] / В.П. Рогов // «Актуальные проблемы профессионального образования» Сборник научных трудов XXII Всероссийской научно-методической конференции, посвященной 60-летию высшего образования в городе Коврове Ковров 2013г. – С. 19-21.

Создание пакета программ для поддержки процессов управления информационными ресурсами музея

Исследования в области разработки алгоритмов управления ресурсами музеев, методов и систем автоматизированной реставрации цифровых изображений архивных документов являются весьма актуальными. Это связано с развитием новых информационных технологий и, как следствие, появлением новых подходов к хранению и использованию исторических и архивных текстовых документов.

В настоящее время большинство музеев, как в России, так и за рубежом участвуют в программах оцифровки и копирования уникальных фондов. Процессы внедрения в музеи электронных коллекций приводят к необходимости создания баз видеоданных, систем удобного хранения и распределения видеоданных, а также автоматизации реставрации графических данных, в частности изображений текстовых и фотографических документов.

В отличие от существующих подходов предложенный автором проект направлен на создание пакета программ для поддержки процессов управления информационными ресурсами музея. Внедрение разработанного пакета программ в Муромском историко-художественном музее значительно ускорило скорость обработки изображений документов и позволило сформировать базу данных информационного фонда для целей изучения истории края или региона.

Автором были решены следующие задачи:

1. Разработан алгоритм управления распределением изображений музейного фонда[1];
2. Разработаны алгоритмы формирования, оценки и учета информационных ресурсов регионального музея[1];
3. Создана структурно-функциональная организация системы управления информационными ресурсами музея[2];
4. Разработан пакет программ для поддержки процесса управления ресурсами музея[1,3].

В докладе подробно рассмотрены особенности разработки каждого из рассмотренных выше этапов. Приводятся результаты работы разработанных алгоритмов управления информационными ресурсами. Отмечаются способы усовершенствования разработанного программного продукта.

Литература

1. Канунова Е.Е. Информационная система регионального музея: структура, опыт разработки и использования //Современные проблемы науки и образования. 2013. №6.
2. Канунова Е.Е., Варламов А.Д. Структурно-функциональная организация системы управления информационными ресурсами регионального музея // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2011.
3. Садыков С.С., Канунова Е.Е., Варламов А.Д. Автоматизированная реставрация изображений архивных текстовых и фотографических документов// Автоматизация и современные технологии. 2007. № 8. – С.10-12.

Анализ эффективности использования ресурсов вычислительной системы при использовании видеопроцессоров на примере генетических алгоритмов

В последнее время большое распространение получают технологии, позволяющие использовать графические процессоры видеокарт (Graphical Processing Unit, GPU) для различных вычислений. Причиной этого является то, что стало сложнее повышать производительность центральных процессоров (Central Processing Unit, CPU) путем увеличения тактовой частоты. Поэтому основным способом повышения производительности стали параллельные вычисления.

Многие генетические алгоритмы требуют больших объемов вычислений, которые можно выполнять параллельно (например, вычисления значений функции приспособленности различных особей). В данной статье анализируются две задачи (о расстановке ферзей и о нахождении нулевого битового вектора) и две технологии (CUDA и OpenCL) параллельных вычислений с использованием видеокарт.

Технологии вычисления на видеокартах хорошо зарекомендовали себя во многих областях. Поэтому возникает вопрос о применимости этих технологий для реализации генетических алгоритмов.

Существуют работы, посвященные исследованию применимости технологии CUDA для генетических алгоритмов, например, [1, 2]. Кроме того, некоторые исследователи пытались совместить использование распределенных систем и технологию CUDA [3]. Во многих случаях был получен значительный прирост производительности по сравнению с традиционной реализацией. В то же время, некоторые исследователи скептически относятся к столь большому приросту производительности. В частности, в статье [4] показано, что во многих случаях эффективное использование ресурсов современных процессоров позволяет сократить разрыв в производительности до 2,5 раз.

Задача настоящей работы состоит в экспериментальном исследовании реализации генетических алгоритмов с использованием технологий CUDA и OpenCL. Постановка задачи подразумевает:

1. Отказ от рассмотрения распределенных систем.
2. Небольшие расходы на модификацию кода для последующего запуска на видеокarte.
3. Предсказание рациональности приложенных усилий по переносу кода на видеокарту.
4. Обозначение возможных проблем.
5. Сравнение технологий CUDA и OpenCL.

В качестве задач генетического программирования рассмотрена задача про нулевой битовый вектор, в которой можно легко добиться того, чтобы основное время работы занимали параллельное вычисление значений функций приспособленности различных особей, операций скрещивания и мутации. Генетические алгоритмы решения этой задачи хорошо изучены и для некоторых из них получены оценки времени работы [5]. Также она проста в реализации и используемый алгоритм ее решения имеет свойства, характерные для многих генетических алгоритмов.

Операция мутации стандартна для таких особей — изменение значения одного случайного бита. В качестве операции скрещивания используется одноточечный кроссовер.

Функцией приспособленности особи является число единиц в ней. Соответственно, необходимо вывести идеальную особь с нулевой функцией приспособленности. Существует алгоритм, позволяющий вычислять число единиц в 32-битном числе, используя только арифметические операции.

Таким образом, сопоставляя результаты по данным двум задачам, выполним сравнение эффективности выполнения различных видов операций на графическом процессоре. Также при решении этой задачи выполнение операций мутации и скрещивания особей происходило параллельно.

Исследовалось среднее время, потраченное на получение нового поколения для различных размеров задачи и числа особей в поколении. Для этого запускалось несколько итераций получения очередного поколения (около 100 - 1000 запусков) и общее время, потраченное на всю работу алгоритма, делилось на число полученных поколений.

Для задачи варьировалось N — число 32-битных целых в массиве (число бит в векторе в 32 раза превосходит размер массива) и число особей в поколении.

При кажущейся простоте получения прироста производительность, для получения существенных результатов необходимо хорошее знание архитектуры видеокарты. Существует большое число возможных проблем, которые необходимо учитывать:

1. Индивидуальные особенности видеокарты.
2. Накладные расходы на пересылку данных между оперативной памятью и памятью видеокарты.
3. Сложную архитектуру памяти.

Кроме того, производители видеокарт оптимизируют свою продукцию для нужд игровой индустрии, а внутренняя архитектура практически не стандартизирована. Поэтому гарантировать прирост производительности можно лишь в случае мощного устройства и использовании сложных арифметических операций для получения значения функции приспособленности. Кроме всего прочего, следует избегать большого размера особей. Последнее связано с тем, что при повышении размера особи, возрастают расходы на пересылку данных между оперативной памятью и памятью видеокарты. По закону Амдала [8] проблемы такого рода могут практически свести на нет использование большого числа вычислительных устройств. Именно это явилось причиной поражения видеокарты во второй задаче.

Справедливости ради, отметим, что одним из путей решения этой проблемы является выполнение всех действий на видеокарте. Однако, эта задача не всегда тривиальна. Кроме того, память видеокарты обычно существенно уступает в размере оперативной памяти компьютера.

Как и ожидалось, в некоторых случаях использование видеокарты позволяет получить существенный прирост производительности без необходимости существенно модифицировать программный код.

Интересным результатом является возможность применения технологии OpenCL для более полного использования ресурсов CPU. В то же время данная технология позволяет переносимым образом использовать различные многоядерные устройства, в том числе графические процессоры.

Литература

1. Langdon W.B. A Many Threaded CUDA Interpreter For Genetic Programming // EuroGP. 2010, – С. 146-158.
2. Harding S.L., Banzhaf W. Fast genetic programming on GPUs // LNCS: Proceedings of the 10th European Conference on Genetic Programming. 2007, Vol. 4445. – С. 99-101.
3. Harding S.L., Banzhaf W. Distributed genetic programming on GPUs using CUDA // WPABA: Proceedings of the Second International Workshop on Parallel Architectures and Bioinspired Algorithms. 2009, – С. 1-10.
4. Колпаков А.А. Оптимизация генетических алгоритмов при использовании вычислений на графических процессорах на примере задачи нулевых битовых векторов // Информационные системы и технологии. 2013, - №2(76) – С. 22-28
5. Догадина Е.П., Кропотов Ю.А., Суворова Г.П. Математическая модель определение вероятностей системы обслуживания // Радиотехника, 2009. – №11. – С.103-105.
6. Колпаков А.А. Теоретическая оценка увеличения производительности вычислений при распараллеливании процессоров вычислительных систем // В мире научных открытий, 2012. №1. – С. 51-52.
7. Догадина Е.П., Суворова Г.П., Кропотов Ю. А. Оценка параметров вычислительных процессов при циклическом планировании // Информационные системы и технологии, 2010. – №3(59). – С. 12-19.
8. Колпаков А.А., Кропотов Ю.А. Аспекты оценки увеличения производительности вычислений при распараллеливании процессоров вычислительных систем // Методы и устройства передачи и обработки информации, 2011. №1(13). – С.124-127.

Применение виртуальной инфраструктуры в образовательном процессе

В ходе выполнения лабораторного практикума по дисциплинам «Операционные системы» и «Администрирование компьютерных сетей» перед студентами ставятся такие задачи, как установка ОС, настройка домена, настройка подключения к домену, объединение нескольких рабочих станций в сеть. Разумеется, для обеспечения каждого студента соответствующей аппаратной базой потребовалось бы большое количество компьютеров, что невозможно реализовать на практике.

В связи с этим предлагается проводить соответствующие работы на базе виртуальной сети, основанной на VMWare. Система VMWare vSphere Hypervisor устанавливается на один аппаратный сервер. Этот гипервизор (монитор аппаратных машин) устанавливается непосредственно «на железо», т.е. без операционной системы. Управление виртуальными машинами осуществляется с помощью приложения VMWare vSphere Client, устанавливаемого на одну из клиентских машин в сети. Далее каждого из студентов создаётся одна или несколько виртуальных машин, к которым они получают полный доступ через программу-клиент.

На рис.1 показана принципиальная структура виртуальной системы. Основой является аппаратный сервер, на который установлен гипервизор VMWare ESXi, в котором, в свою очередь, работает некоторое число виртуальных машин (VM).

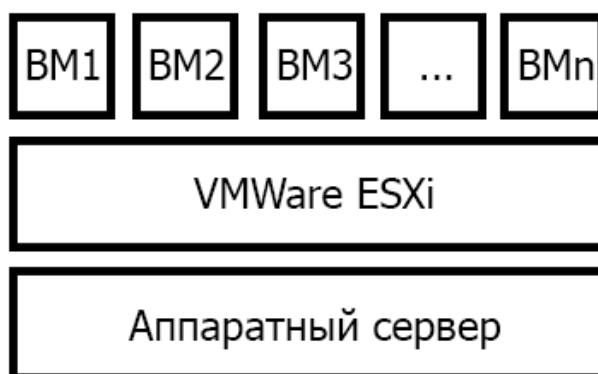


Рис. 1. Структура виртуальной системы

Поскольку VMWare ESXi поддерживает аппаратную виртуализацию, производительность гостевых систем практически не снижается. По данным производителя, снижение производительности составляет всего 1-2%.

Политика лицензирования позволяет бесплатно использовать версию VMWare ESXi с некоторыми ограничениями. В частности, общий объём памяти виртуальных машин не может превышать 32 Гб. В учебном процессе это ограничение не является значимым.

На рис. 2 показано окно клиента vSphere с перечнем созданных виртуальных машин. Машины с именами, начинающимися со «student», являются студенческими.

При создании виртуальной машины можно настроить число виртуальных процессоров, которые будут доступны этой машине, назначить объём оперативной и дисковой памяти, число сетевых адаптеров. При необходимости эти параметры можно будет изменить и после создания виртуальной машины.

После создания виртуальной машины на неё можно установить операционную систему, подключить к сети и работать с ней так же, как и с физически отдельным компьютером.

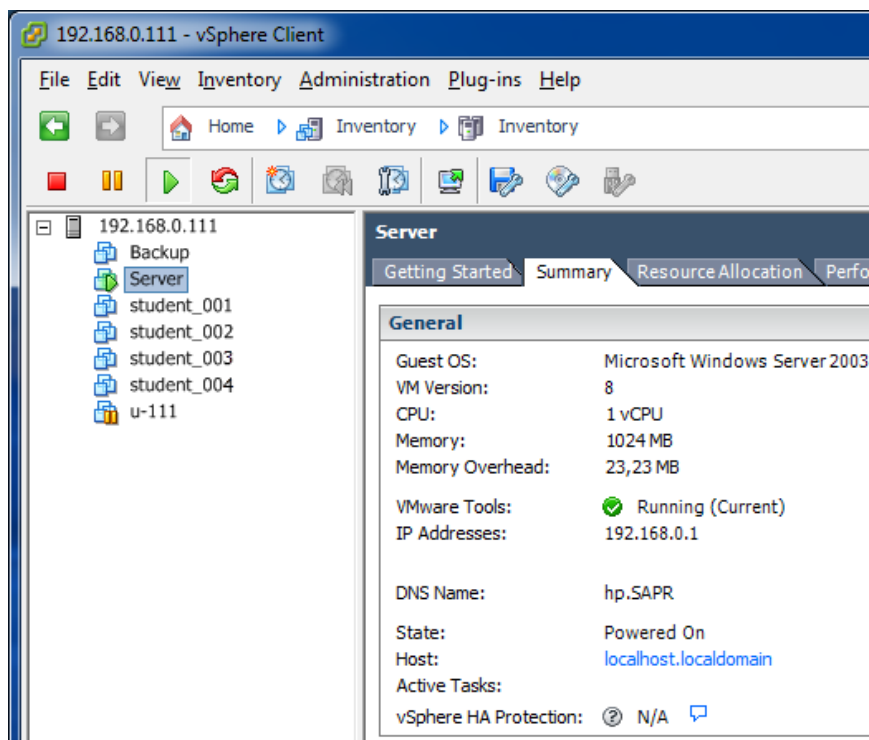


Рис. 2. Окно клиента vSphere с перечнем созданных виртуальных машин

Перечислим, какие преимущества имеет виртуальная лаборатория в сравнении с «аппаратной» применительно к учебному процессу.

1. Создание виртуальной сетевой инфраструктуры практически не требует первоначальных затрат (если сервер для установки гипервизора уже имеется).

2. Виртуальные технологии позволяют более полно обеспечить студентов рабочими местами. При использовании «аппаратной» лаборатории студенты работают с компьютерами 1-2 раза в неделю, остальное время техника должна «ждать» их. Фактически, на каждого студента нужно выделить собственный компьютер. Виртуальная лаборатория позволяет использовать один и тот же аппаратный ресурс для нужд различных студентов.

3. Виртуализация позволяет более эффективно использовать ресурсы сервера. Фактически, все ресурсы сервера (процессорное время, память, дисковое пространство) делятся между активными виртуальными машинами. Можно осуществлять балансировку нагрузки, чтобы приоритетные задачи не перекрывались второстепенными.

Кроме того, технологии vSphere позволяют назначать виртуальным машинам объемы виртуальной памяти (vRAM), превышающие объемы физической памяти сервера. При этом память динамически распределяется между машинами, при необходимости выполняется подкачка. Кроме того, при наличии одинаковых страниц в памяти у различных виртуальных машин (это довольно распространенная ситуация), гипервизор позволяет нескольким машинам обращаться к одной физической странице памяти, тем самым экономя физическую память.

3. Виртуальная инфраструктура позволяет легко создавать гетерогенную сетевую среду с различными операционными системами (например, Windows, Linux). В частности, в курсе «Операционные системы» студенты знакомятся с системами MS DOS, Windows 3.1, Windows 95.

4. Студенты получают навыки работы с виртуальными машинами; с учетом современных тенденций эти знания являются весьма актуальными и востребованными.

В целом, можно считать опыт использования виртуальных машин в деятельности ВУЗа при обучении по дисциплинам «Операционные системы» и «Администрирование компьютерных сетей» положительным.

Разработка метода повышения разборчивости речи в системах диспетчерской связи

При передаче информации, содержащейся в речевом сигнале, с целью повышения эффективности и надежности связи производится обработка сигнала в передающей части. В таких системах сигналы обрабатываются цифровыми методами в реальном масштабе времени с последующим преобразованием в форму, удобную для непосредственной передачи. Поэтому, чтобы согласовать наилучшим образом скорость передачи информации с быстродействием вычислительного устройства и максимально понизить вычислительные затраты, цифровая обработка речевого сигнала сводится к оптимизации минимального уровня информационной избыточности в речевом сигнале [1]. Для того, чтобы подготовить сигнал для передачи по цифровым каналам связи, необходимо произвести некоторые преобразования, изменяющие сигнал таким образом, чтобы максимально увеличить эффективность алгоритмов сжатия данных.

Любой канал связи имеет ограниченный динамический диапазон, следовательно, передаваемый речевой сигнал должен иметь согласованный динамический диапазон, который определяется максимальной амплитудой рассматриваемого сигнала. Очевидно, что для того, чтобы уменьшить динамический диапазон сигнала, необходимо понизить максимальную амплитуду сигнала. Можно произвести эту операцию простым ограничением, то есть понизить амплитуду тех выборок, уровень которых выше определенного уровня.

Однако это приведет не только к уменьшению информационной ёмкости сигнала, но и к появлению комбинационных и гармонических спектральных составляющих достаточно высокого уровня, которые в значительной мере искажают форму сигнала и, соответственно, приводят к потере информации [2].

Поэтому желательно применять методы компрессии динамического диапазона, которые нелинейно уменьшают амплитуду сигналов высоких уровней.

Целью синтеза функции компрессии является выбор такой нелинейной функции передачи сигнала, которая подразумевает максимальную компрессию для максимальных амплитуд, выборки же с низкими амплитудами не изменяются. В спектре сигнала также появляются гармоники высших порядков и комбинационные составляющие, однако их суммарное влияние на форму сигнала существенно меньше.

Данная функция представляет собой полином седьмой степени, полученный методом наименьших квадратов.

$$y(x)=0.0162+1.5989x-0.0788x^2+1.8021x^3+0.4503x^4+1.1178x^5+0.9928x^6 \quad (1)$$

Реализация компрессии динамического диапазона, используя данную функцию, требует большого объема вычислений. Поэтому ставится задача поиска аналитической функции, близкой по характеристикам к данной.

Был найден аналитический вид функций определяемой выражением (2), приближенной к заданному полиному (1). Исследована передаточная характеристика, при сжатии динамического диапазона сигнала в 10 раз (на 20 дБ).

$$f_2(U_{ex}) = \frac{b_1}{|U_{ex}| + b_2} \quad (2)$$

$$b_1 = \frac{U_{вых.макс} \cdot (U_{ex.макс} + b_2)}{U_{ex.макс}}, \quad b_2 = 0.11 \cdot U_{ex.макс}$$

где

Очевидно, что наилучшей математической моделью функции сжатия динамического диапазона является функция, которая при одном и той же степени сжатия дает наименьший уровень комбинационных и гармонических составляющих по сравнению с уровнем полезных составляющих, то есть дает наименьшее значение (3).

$$K = \frac{\sum P_{\text{комб.}} + \sum P_{\text{гарм.}}}{\sum P_{\text{полезн.}}} \quad (3)$$

Было проведено исследование сжатия динамического диапазона данными функциями, а также линейно-ломаной и аппроксимированной функциями на тестовом речевом сигнале. Как было сказано выше, при сжатии динамического диапазона появляются нежелательные спектральные составляющие. Для оценки соотношения этих вредных составляющих к полезным было определено значение параметра К, для тестового сигнала, представляющего сумму двух гармоник с частотами 400 и 500 Гц.

Функцией, обеспечивающей наименьший уровень комбинационных составляющих, является функция, аппроксимированная полиномом седьмой степени. Наиболее близкой по параметру К к аппроксимированной полиномом функции является функция вида $1/x$, задаваемая выражением (2). При реализации её в вычислительном устройстве она также является предпочтительной, так как обеспечивает минимум вычислительных затрат. При сжатии динамического диапазона по закону экспоненциальной функции получается наихудший уровень комбинационных составляющих (-8 дБ), что делает нежелательным ее применение для выполнения вышеуказанной процедуры.

На основании проведенных исследований показано, что предложенная функция компрессии динамического диапазона имеет достаточной низкий уровень комбинационных составляющих (-17 дБ), а также требует меньших вычислительных затрат при её реализации. Результаты исследования позволяют говорить о высокой эффективности разработанного алгоритма, и могут быть реализованы в уже имеющихся или установленных коммуникационных системах оперативного управления на объектах промышленности.

Литература

1. Алдошина И. Основы психоакустики. Часть 17. Речь и слух. /Звукорежиссер, №9, Москва, 2002, стр.10-15
2. Кульков Я.Ю. Анализ факторов снижения разборчивости речи в системах громкоговорящей связи/ Известия ОрелГТУ, серия «Фундаментальные и прикладные проблемы инженерии и технологии», Орел, 2008, стр.129-133.

Расчет функции расстояния инфракрасного дальномера Sharp

С каждым годом роботы всё больше проникают в различные сферы человеческой деятельности. Ведь по сравнению с компьютерами и мобильными устройствами в робота можно заложить больше интерактивных, мобильных и социальных функций. Современные роботы используются человеком в различных областях: в производстве, дома, в офисе, в центрах реабилитации, в школах и университетах, в военных целях и в работе спецслужб.

Для измерения расстояния до объекта существуют оптические датчики, работающие на методе триангуляции. Самые распространенные из них - это работающие на длине волны, инфракрасные (на английском языке infra-red, сокращенно IR) датчики расстояния с выходным аналоговым напряжением, производимые фирмой Sharp. У датчиков Sharp имеется IR LED с линзой, который излучает узкий световой луч. Отраженный от объекта луч направляется через другую линзу на позиционно-чувствительный фотоэлемент (на английском языке position-sensitive detector, сокращенно PSD). От местоположения падающего на PSD луча, зависит его проводимость. Проводимость преобразуется в напряжение и, к примеру, дигитализируя его аналого-цифровым преобразователем микроконтроллера, можно вычислить расстояние. На рисунке 1 показан путь отраженного луча на различных расстояниях.

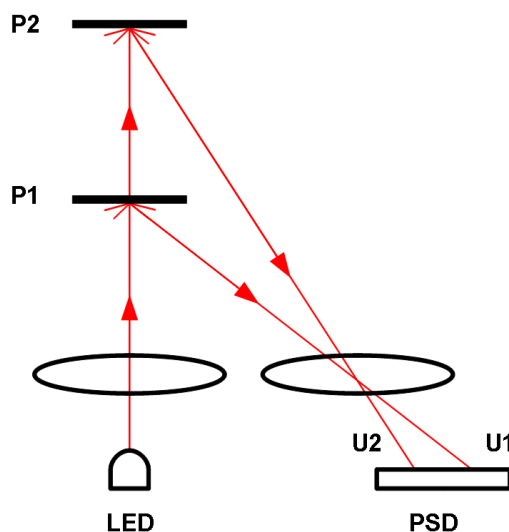


Рисунок 1 – принцип работы инфракрасного датчика измерения расстояния

Инфракрасный датчик приближения общего назначения, тип SHARP GP2Y0A21YK. Расстояние измерения датчика от 10 см (4 ") до 80 см (30"). Значение напряжения на выходе датчика изменяется нелинейно в зависимости от расстояния до объекта. График зависимости приведен в документации на сам датчик.

Выход датчика расстояния Sharp обратно пропорциональный - с увеличением расстояния напряжение уменьшается. Измерение максимально реального расстояния ограничивают два аспекта: уменьшение интенсивности отражающегося света и невозможность PSD регистрировать изменение местоположения отображенного маленького луча. Минимально измеряемое расстояние ограничено особенностями датчика Sharp, а именно - выходное напряжение на определенном расстоянии (в зависимости от датчика: 4-20 см) начинает резко падать при уменьшении расстояния. По существу это означает, что одному значению выходного напряжения соответствует два расстояния. Для предотвращения проблемы нужно избегать слишком близкого приближения объектов к датчику.

Значение напряжения на выходе датчика изменяется нелинейно в зависимости от расстояния до объекта. График зависимости приведен в документации на сам датчик и показан на рисунке 2.

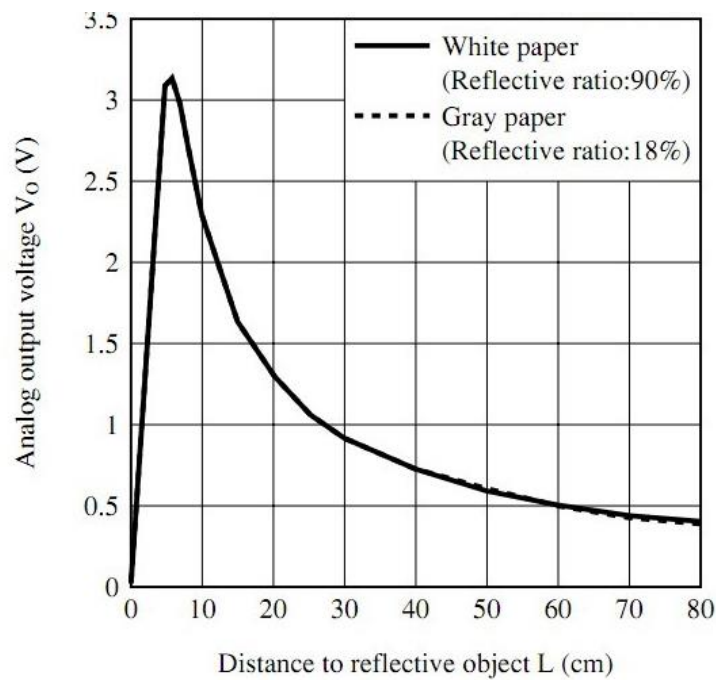


Рисунок 2 – зависимость напряжения на выходе датчика от расстояния

При использовании данного датчика ставится задача получения расстояния в сантиметрах путем аппроксимации графика зависимости напряжения от расстояния. Наиболее точное приближения дает полиномиальная аппроксимация полиномом четвертой степени (1).

$$y = 0,0051x^4 - 0,2219x^3 + 3,6183x^2 - 27,665x + 103,5 \quad (1)$$

При реализации в программно-аппаратной платформе наиболее оптимальным способом является использование функций, получающим на входе значение напряжения с датчика и возвращающая расстояние по формуле (1).

А.В. Леншин, В.В. Лебедев, А.А. Ляпунов
Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
(г. Воронеж)
 394052, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, 153
 E-mail: andrey-lenshin@yandex.ru

Математическая модель создания помех при подавлении каналов систем радиосвязи и навигации

Новые формы и способы боевых действий авиации развиваются в условиях широкого применения информационно-управляющих систем, созданных на базе передовых информационных технологий, что определяет особую роль радиоэлектронной борьбы в условиях вооруженных конфликтов. Команды управления летательным аппаратом (ЛА) или ракетой передаются по каналам радиосвязи и командным радиопередачами управления (КРУ). Воздействие помех на эти системы может привести к ошибкам наведения, размыканию контура наведения и, в конечном итоге, к невыполнению боевого задания. При создании помех радионавигации возникают ошибки в определении местоположения ЛА, что приводит к неточному выходу ЛА в требуемую зону. Особенность подавления КРУ, каналов систем радиосвязи и навигации в том, что источник полезного сигнала и источник помех находятся по отношению к подавляемому приемнику примерно в одинаковых условиях [1]. В процессе создания помех КРУ, каналов систем радиосвязи и навигации дезорганизуется система ПВО противника, исключается или затрудняется наведение истребителей и ракет, снижается точность навигационных систем.

Управляемым параметром в информационном конфликте систем радиоэлектронного подавления (РЭП) и КРУ, каналов систем радиосвязи и навигации (СРН) является отношение сигнал/помеха q . [2]. Средства РЭП должны обеспечить уровень помеха/сигнал $h = 1/q \geq K_{\Pi}$, где K_{Π} – коэффициент подавления, под которым понимают минимально необходимое отношение мощности помехи $P_{\text{ПВХ}}$ к мощности полезного сигнала $P_{\text{СВХ}}$ на входе подавляемого приемника СРН в пределах полосы пропускания $\Delta f_{\text{ПРМ}}$ линейной части приемника, при котором обеспечивается заданный информационный ущерб C_0 [1]

$$K_{\Pi} = \min_{\Delta f_{\text{ПРМ}}} \frac{P_{\text{ПВХ}}}{P_{\text{СВХ}}} \Big|_{U\left(\frac{P_{\text{ПВХ}}}{P_{\text{СВХ}}}\right) \geq U_0} \quad (1)$$

Необходимые условия радиоподавления канала передачи информации определяются пространственно-энергетическими, частотными, структурно-динамическими возможностями системы РЭП, включающей N передатчиков помех (ПП)

$$\sum_{i=1}^N \frac{\theta_{\text{П}i} P_{\text{П}i} G_{\text{П}i} G_{\text{ПРП}i}}{\theta_{\text{С}} P_{\text{С}} G_{\text{С}} G_{\text{ПРС}}} \eta_i \zeta_i f_i (\Delta F_0, \Delta F_{\text{П}i}) \exp(b_1 R_{\text{С}} - b_{2i} R_{\text{П}i}) \frac{R_{\text{С}}^2}{R_{\text{П}i}^2} \geq K_{\Pi} \quad (2)$$

где $P_{\text{С}}$ – мощность передатчика СРН; $P_{\text{П}i}$ – мощность i -го ПП; $G_{\text{С}}$ – коэффициент усиления (КУ) передающей антенны СРН в направлении на приемник; $G_{\text{ПРС}}$ – КУ приемной антенны в направлении передатчика СРН; $G_{\text{П}i}$ – КУ антенны i -го ПП в направлении на подавляемый приемник; $G_{\text{ПРП}i}$ – КУ приемной антенны СРН в направлении i -го ПП; $R_{\text{П}i}$ – расстояние между i -м ПП и подавляемым приемником; $R_{\text{С}}$ – расстояние между передатчиком и приемником СРН; $\theta_{\text{П}i}$, $\theta_{\text{С}}$ – коэффициенты, не зависящие от $R_{\text{С}}$ и $R_{\text{П}i}$, но являющиеся функцией других параметров; η_i – коэффициент согласования поляризации i -й помехи с рабочей поляризацией антенны подавляемого приемника ($0 \leq \eta_i \leq 1$); ζ_i – коэффициент качества i -й помехи ($0 \leq \zeta_i \leq 1$); b_1 , b_{2i} – коэффициенты затухания сигнала и i -й помехи на трассах распространения; $f_i(\Delta F_0, \Delta F_{\text{П}i}) = \Delta F_0 / \Delta F_{\text{П}i}$ – коэффициент фильтрующих свойств приемника по ослаблению i -й помехи.

Для подавления КРУ, линий радиосвязи и навигации используются забрасываемые на территорию противника ПП одноразового действия (ППОД), работающие в диапазоне рабочих частот 3...50 ГГц, и беспилотные ЛА (БЛА), эффективная поверхность рассеяния которых не превышает 0,01 м², что представляет значительные трудности их обнаружения даже самыми современными радиолокационными системами [1].

При подавлении информационных каналов связи «земля–БЛА» и «БЛА–земля» эффективность подавления достаточна при $K_{\Pi} = 1...2$. Энергетический потенциал канала «земля–БЛА» при дальности связи до 70 км составляет 30...50 Вт. При дальности ПП – БЛА» до 30 км энергетический потенциал ПП должен составлять 10...20 Вт. Необходимая мощность ПП для подавления канала «БЛА–земля» при мощности передатчика БЛА 2...5 Вт и дальности «ПП–пункт управления БЛА» от 30 до 50 км должна составлять 5...10 Вт [3].

Сложность расчета зон эффективного действия помех при подавлении каналов систем радиосвязи и навигации связана с привязкой координат объектов и направленных свойств их антенных систем к геометрическому месту точек, по которым осуществляется построение зон. Реализация модели (2) воздействия преднамеренных помех в зависимости от пространственного расположения ПП относительно объектов радиоподавления выполнена в виде программного продукта «Автоматизированное построение зон эффективного действия помех при подавлении линий навигации и радиосвязи», реализованного в среде программирования Visual Basic 6.0 SP5 [4]. Диалоговое окно программы представлено на рисунке 1.

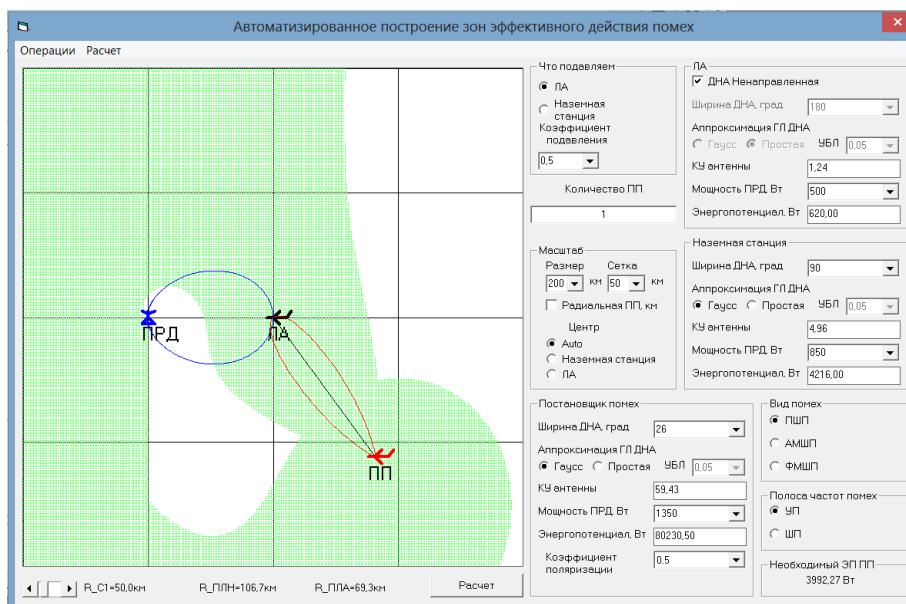


Рис. 1. Диалоговое окно программы для автоматизированного построения зон эффективного действия помех при подавлении каналов средств радиосвязи и навигации

В окне программы можно выбрать объект подавления системы радиосвязи и навигации (ЛА или наземный пункт управления). Методы масштабирования и привязки центра координат к объекту СРН, а также дополнительная полярная система координат с центром, привязанным к текущим координатам ПП, позволяют удобно определять границы зон эффективного действия помех. ПП могут располагаться в любом месте объекта (рисунка) PictureBox, выбор их местоположения определяется по щелчку манипулятора «мышь» или стрелками клавиатуры клавишей Enter, запуск расчета и вывода в область PictureBox с результатами расчета зон производится автоматически после установки всех ПП. Объект PictureBox позволяет загружать и выводить на экран любые другие растровые рисунки, включая, например, карты местности. В этом случае зоны эффективного действия помех будут наложены поверх загруженного рисунка.

Командная кнопка «Расчет» запускает цикл построения в PictureBox зон эффективного действия помех, при этом координаты ПП не изменяются, а остальные параметры, включая расстояние между объектами СРН, установки масштабирования, привязка центра координат к объекту СРН, установление шага координатной сетки и поля данных для расчета, можно

изменять. Данные для расчета вводятся в соответствующие поля в фреймах, включающие выбор заданного коэффициента подавления, мощности передатчиков и параметры антенных систем объектов конфликтного взаимодействия. Расстояния между объектами СРН устанавливаются вручную слайдером. Расстояния между ПП и объектом подавления вычисляются автоматически и выводятся под рисунком PictureBox.

В программе используются следующие аппроксимации, характеризующие диаграммы направленности антенн (ДНА),

$$F_{\text{и}}(\Theta) = \begin{cases} 1, & 0 \leq |\Theta| \leq \frac{1}{2} \Theta_{0,5}, \\ b^2, & \frac{1}{2} \Theta_{0,5} < |\Theta| < \pi, \end{cases} \quad (3)$$

$$F(\Theta) = \exp\left[-1,4 \cdot \left(\frac{\Theta}{\Theta_{0,5}}\right)^2\right], \quad (4)$$

$F_{\text{и}}(\Theta)$, $F(\Theta)$ – функции, описывающие ДНА; Θ – угол между указанным направлением и направлением главного луча ДНА; $\Theta_{0,5}$ – ширина ДНА в соответствующей плоскости сечения по уровню половинной мощности; $b^2 \ll 1$ – относительный уровень мощности бокового лепестка [1].

Коэффициенты усиления антенн и энергопотенциалы объектов взаимодействия вычисляются автоматически с учетом данных о ширине ДНА. Коэффициент согласования поляризации помехи с рабочей поляризацией антенны подавляемого приемника выбирается в фрейме постановщика помех. В программе предусмотрен выбор помех: прямошумовой помехи (ПШП), амплитудно-модулированной шумовой помехи (АМШП) или фазомодулированной шумовой помехи (ФМШП) [1, 5]. Варьируется выбор ширины спектра помехи. Отдельно выводится необходимый энергопотенциал ПП для обеспечения заданного коэффициента подавления.

Таким образом, количество параметров, используемых в программном продукте «Автоматизированное построение зон эффективного действия помех при подавлении линий навигации и радиосвязи», реализующей модель (2), позволяет всесторонне исследовать эффективность решения задачи радиоэлектронного подавления каналов систем радиосвязи и навигации. Используемые показатели энергетического уровня в заданных оперативно-тактической и электромагнитной обстановках, позволяют определить требования к техническим характеристикам и стратегии использования постановщиков помех, размещенных на ЛА или БЛА.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Леньшин А.В. Бортовые системы и комплексы радиоэлектронного подавления. – Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2014. – 590 с.
2. Владимиров В.И., Владимиров И.В., Наметкин В.В. Избранные вопросы радиоэлектронного подавления цифровых каналов систем радиосвязи. Монография. – Воронеж: ВАИУ, 2010. – 119 с.
3. Быстров Р.П., Дмитриев В.Г., Перунов Ю.М. Использование средств радиоэлектронной борьбы для снижения боевых возможностей беспилотных летательных аппаратов // Успехи современной радиоэлектроники. – 2014. – № 1. – С. 15-22.
4. Карпов Б. Visual Basic 6: Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002. – 416 с.
5. Душкин А.В., Лихачев В.П. Основы теории радиоэлектронного подавления и средства радиоподавления. Часть 1. Основы радиоподавления средств радиолокации: Учебное пособие. – Воронеж: ВИРЭ, 2005. – 204 с.

К.В. Михеев
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, д.23
E-mail: kiri-mikheev@yandex.ru

Современная математическая модель управления параметрами производственных процессов с учетом широкого спектра критериев.

Автоматизированные, поточные производственные процессы, характерные для крупносерийного массового производства, характеризуются высокой степенью синхронизации операций, а также логистикой транспортировки заготовок, полуфабрикатов и готовых изделий межоперационных заделов.

Производственные процессы характерные для мелкосерийного или единичного производства, а также процессы изготовления не периодически повторяющихся изделий характерны отсутствием упорядоченности (хаотичностью) поступления межоперационных заделов.

В целях достижения максимальной производительности необходимо обеспечить изготовление изделий (продукции), обладающих требуемыми свойствами и отвечающими критериям качества.

Процесс производства – система, которая не имеет установившегося режима работы, может определяться изменением характеристик процесса поступления тех или иных требований, а также процесса их обслуживания в зависимости от времени и состояния системы. Осуществление технологических процессов должно соответствовать спектру критериев к качеству готовых изделий и производительности установки. Наиболее важной частью автоматизированной системы управления производственными процессами является система выбора оптимального решения.

Целью данной работы является разработка современной математической модели, позволяющей проводить анализ отдельных стадий производства и производственного цикла в целом для оптимизации загрузки производственных простоев предприятий материальными ресурсами в целях уменьшения простоев и повышения эффективности использования оборудования.

Очередность событий, поступающих в систему, можно описать при помощи следующих величин:

- интенсивность входного потока заявок ($Q_i(t)$);
- интенсивность обслуживания поступивших заявок $\tau_i(t)$

Разработаем математическую модель производственных процессов функционирования технологической линии:

$$\begin{cases} dS_0 / dt = Q \cdot S_0 + \tau \cdot S_1 \\ dS_1 / dt = Q \cdot S_0 - (Q + \tau)S_1 + \tau \cdot S_2 \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ dS_k / dt = Q \cdot S_{k-1} - (Q + \tau)S_k + \tau \cdot S_{k+1}, \quad k = \overline{2, M}; \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ dS_{M+1} / dt = Q \cdot S_M - \tau \cdot S_{M+1} \end{cases}, \text{ где} \quad (1)$$

S_0 – вероятность простоя производственного подразделения;

S_1 – вероятность обработки деталей;

$S_2 - S_k$ – вероятность нахождения деталей в буферной емкости для дальнейшей обработки.

Вероятность того, что производственный процесс в определенный момент времени t находится в состоянии S_i определяется по:

$$\begin{cases} \frac{dS_i(t)}{dt} = -(Q_i + \tau_i)(t)S_i(t) + Q_{i-1}(t)\tau_{i-1}(t) + Q_{i+1}(t)\tau_{i+1}(t) \\ \frac{dS_0(t)}{dt} = -(Q_{0i})\tau_0(t) + Q_1(t)\tau_1(t), i = 0 \\ S_i(0) = S_{i0}, i = 1 \dots n \end{cases} \quad (2)$$

Также при выполнении производственного процесса технологической линии необходимо соблюдать условие нормировки: $\sum_{k=1}^n S_k(t) = 1$. (3)

Математическая модель представлена как нестационарный производственный процесс. Общее количество деталей, производственного цикла включает в себя следующие составляющие:

1. $N_{\text{очер.}}$ – количество деталей, ожидающих в очереди;
2. $N_{\text{обр.}}$ – количество деталей, находящихся в обработке;
3. $N_{\text{трансп.}}$ – количество деталей, находящихся в процессе передвижения

$$N = N_{\text{очер.}} + N_{\text{обр.}} + N_{\text{трансп.}}$$

Математическая модель позволяет сопоставить такие данные как вероятность простоя, загруженность технологической линии, количество деталей, которые не прошли весь цикл обработки.

Следует различать определенные виды пропускных способностей:

- абсолютная – показывает какое количество деталей может обработать то или иное подразделение;
- относительная – позволяет определить вероятность обработки деталей в технологическом процессе.

Выполнение каждой последующей операции будет прекращено, если вместимость каждого последующего контейнера не будет соответствовать.

Плотность вероятностей перехода n из одного состояния в другое определяется следующим образом:

$$n_{ab} = \begin{cases} Q_a(t), b = a + 1, t \in \{0; T\} \\ \tau_a(t), b = a - 1, t \in \{0; T\} \end{cases} \quad (4)$$

$$0, a \neq b, a = 0, 1, 2, \dots$$

Вероятность того, что производственный процесс технологической линии в определенный момент времени t находится в одном из состояний, определяется напрямую из (1).

Реализация представленного алгоритма предполагает разработку экспертной системы для поддержки управленческих решений. В реальном масштабе времени проводится анализ выполняемых работ и формируется соответствующее управление путем перераспределения имеющихся ресурсов или привлечения дополнительных ресурсов.

В работе сформулирована современная математическая модель анализа производства изделий и оптимизации загрузки производственных подразделений материальными ресурсами, с целью улучшения условий реализации технологического процесса, выбран алгоритм определения оптимальной загрузки оборудования.

Литература

1. Михеев К.В., Суворова Г.П. Совершенствование методов обслуживания межцеховых транспортировок деталей для оптимизации работы технологической линии // Методы и устройства передачи и обработки информации. Вып. 16, 2014. – С.79-83.
2. Советов, Б.Я. Теоретические основы автоматизированного управления: Учебник для вузов / Б.Я. Советов, В.В. Цехановский, В.Д. Чертовской. – М.: Высш.шк., 2006. – 463 с.

Модель прогнозирования временных рядов на трехслойном персептроне в информационной системе мониторинга загрязняющих выбросов

Влияние производства на экологическую ситуацию является актуальной проблемой. В рамках локальной минимизации негативного воздействия загрязняющих выбросов на окружающую среду в непосредственной близости от вредного производства или на территории самого предприятия, требуется система автоматизированного мониторинга загрязняющих выбросов. В целях создания системы автоматизированного прогнозирования, была исследована модель прогнозирования временных рядов [1] на многослойном персептроне прямого распространения по критерию меньших вычислительных затрат. Основными задачами исследования модели прогнозирования на многослойном персептроне является разработка рекомендаций по выбору числа слоев нейронной сети. Исследование зависимостей ошибок обучения нейронной сети показало, что трехслойная нейронная сеть имеет такие же характеристики погрешности обучения, что и четырехслойная сеть. Также исследование показывает, что при наличии в сети 50-80 нейронов, ошибки обучения достигаются в пределах $0,1 \div 1\%$ при достаточно высоком быстродействии времени обучения. Результаты исследования показывают, что время обучения, для получения вышеуказанных погрешностей, может составлять несколько циклов обучения.

С учетом прогнозирования на r -отсчетов, математическая модель экспериментального временного ряда при вейвлет-разложении до уровня $i=b$, может быть представлена в виде:

$$s(k+r) = \frac{1}{p} \left[u(k) \cdot \psi_1(k) + \left[\sum_{i=1}^{n=4} (C_i) \cdot \psi_{i+1}(k) \right] + (C_5 - C_6^{*r}) + C_6^{*r} \right]. \quad (1)$$

На рис. 1 представлены трехмерные графики кривых зависимостей ошибок обучения от числа циклов обучения q и числа нейронов в сети m .

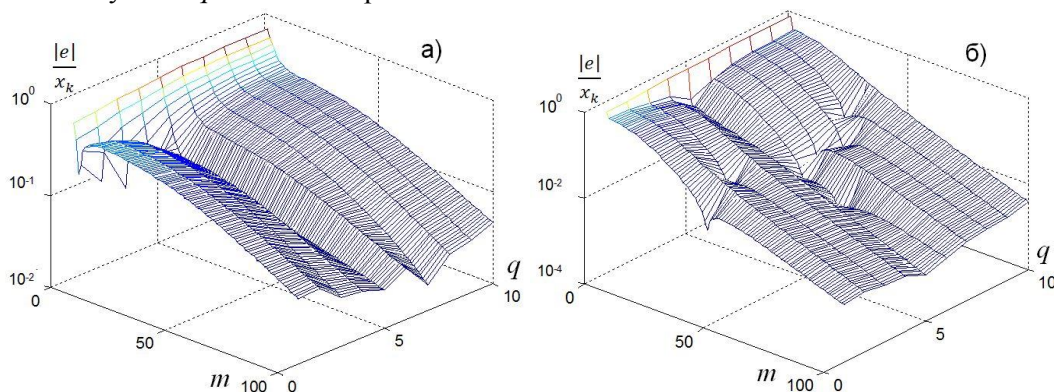


Рис.1. Графики зависимости ошибки обучения от числа циклов q и числа нейронов m в сети при значениях шага настройки: а) $\alpha = 0,3$; б) $\alpha = 0,9$

Графики на рис. 1 показывают, что число циклов обучения нейронной сети может находиться в пределах 1-3. Дальнейшее увеличение числа циклов существенно не увеличивает параметры обучения. Также из графиков на рис.1 “а” видно, что для получения удовлетворительных параметров обучения сеть должна содержать 50-80 нейронов. По графику “б” видно, что обучение сети с шагом настройки $\alpha > 0,3$ позволяет получить лучшие результаты. Т.о., результаты исследований показали, что модель прогнозирования с помощью нейронной сети прямого распространения должна реализовываться предпочтительно по схеме трехслойного персептрона[2]. Нейронная сеть в этом случае состоит из трех слоев, первый слой содержит 64 нейрона, второй слой десять нейронов, третий слой также десять нейронов.

После выполнения этапа прогнозирования значений временных рядов концентраций осуществляется восстановление временного ряда в соответствии с указанным выше выражением.

На основании математической модели обработки и прогнозирования, разработана структурная схема канала обработки и прогнозирования отсчетов временного ряда концентраций загрязняющих выбросов, полученного на выходе одного из датчиков системы контроля, представленная на рис.2.

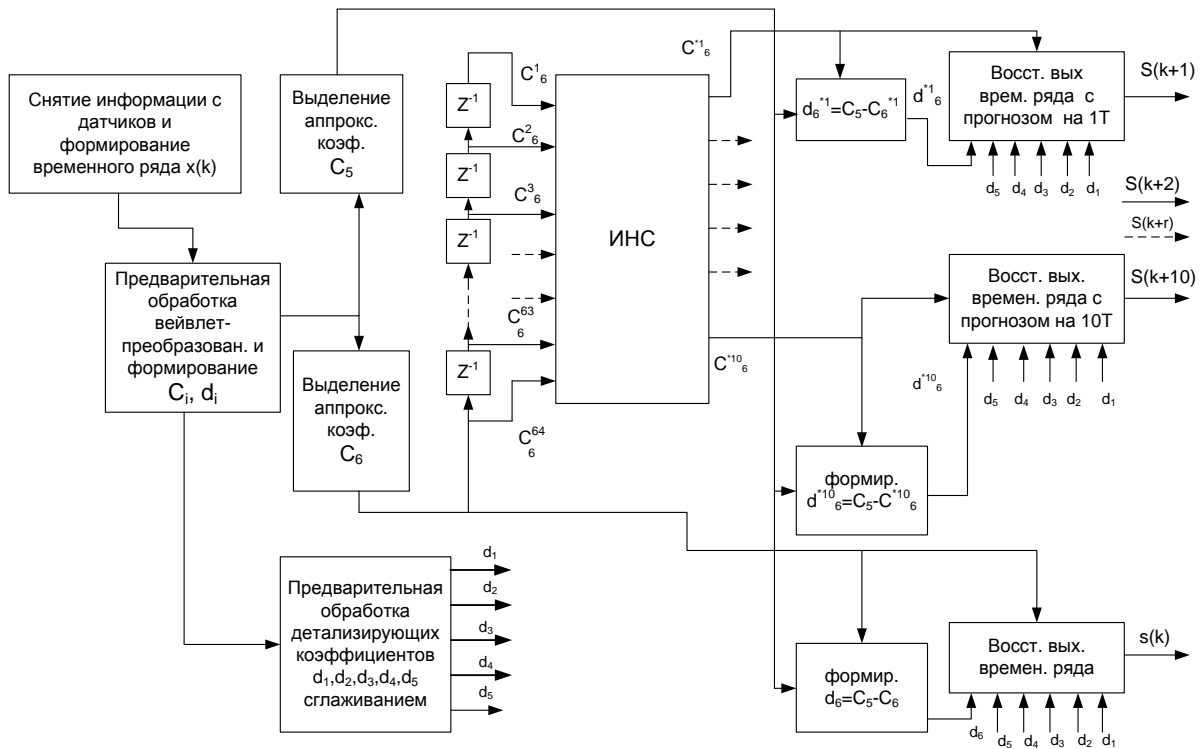


Рис.2. Структурная схема реализации модели канала прогнозирования

Как видно, из структурной схемы, на рис. 2, информация, снятая с выхода одного из датчиков определения наличия загрязняющего вещества в окружающей среде с соответствующим уровнем концентрации, формирует временной ряд отсчетов.

Таким образом, получены очищенные от помех выходной временной ряд в реальном времени и выходной временной ряд прогноза с более низкой погрешностью представления информации о загрязняющих выбросах в устройствах отображения и в системах принятий решений.

Литература

1. Проскуряков А.Ю., Белов А.А., Кропотов Ю.А. Анализ и обработка экспериментальных временных рядов в системах автоматизированного контроля. Proceedings of 20 th International Crimean Conference "Microwave & Telecommunication Technology". Sevastopol, Ukraine. 2010. – V.1. – P.308-309. IEEE Catalog Number CFP10788.
2. Проскуряков, Белов А.А., А.Ю., Ермолаев В.А. Algorithms of data forecasting in industrial telecommunication environment control system. // 23-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2013). Севастополь, Украина, 9-13 сентября 2013 г.: CrSTC. IEEE Catalog Number: CFP13788. – С. 436-437.

Разработка алгоритма расчета трудоемкости проектирования средств оснащения в среде Visual Studio

Актуальной задачей для современных машиностроительных предприятий является количественная оценка процесса конструкторской подготовки производства, в т.ч. – проектирования трехмерных моделей изделий, с целью сокращения сроков подготовки производства и вывода на рынок новой продукции.

Основная цель работы – разработка унифицированной методики проектирования трехмерных моделей на базе использования пользовательских элементов построения – UDF (User-Defined Feature) и автоматизация расчета трудоемкости проектирования.

Для достижения основной цели требуется решение следующих задач:

- Разработка дерева конструкторских элементов на основе анализа типовых конструкций тел вращения,
- Создание унифицированных типовых конструкторских элементов с применением функционала Autodesk Inventor,
- Разработка методики расчета трудоемкости проектирования моделей, параметров и коэффициентов, в той или иной степени влияющих на конечное значение трудоемкости.

Расчет трудоемкости проектирования будет основываться на использовании эмпирических значений трудоёмкости, определенных в параметрах каждого типового элемента. Кроме этого, для большей гибкости расчета применяются коэффициенты, учитывающие квалификацию работника (при повышении квалификации работника применяется понижающий коэффициент трудоемкости) и иные специфические факторы.

В ходе апробации работы были построены детали вида «тела вращения» в среде Autodesk Inventor 2014; произведена параметризация созданных деталей; созданы пользовательские параметрические конструктивные элементы с разработанных деталей; разработано унифицированное дерево типовых элементов на основе анализа наиболее распространённых конструкций тел вращения; подробно показан алгоритм создания типового конструкторского элемента на примере шпоночного паза; представлена математическая модель расчета трудоемкости проектирования на основе применения типовых элементов; реализована программа расчета трудоемкости в среде Visual Studio с применением функционала Autodesk Inventor.

Разработанная модель детали, состоящая из конструкторских элементов, представлена на рис. 1.

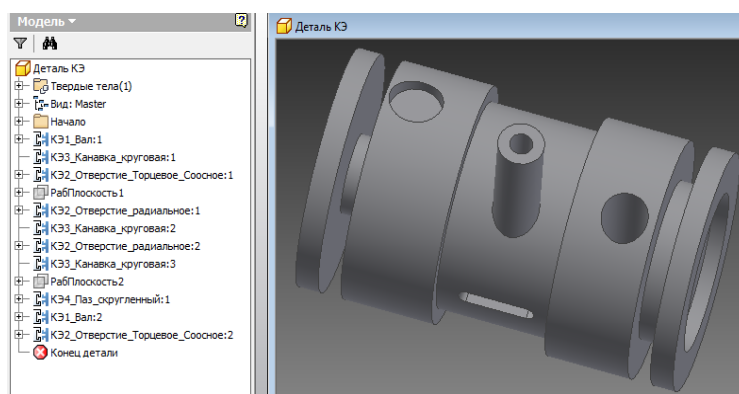


Рис.1. 3D модель детали

На рис.2 представлен внешний вид программного средства. Интерфейс состоит из кнопки автоматического определения конструкторских элементов, входящих в деталь, трудоемкости

каждого элемента и коэффициента, зависящего от квалификации работника, а так же кнопки расчета трудоемкости.

The screenshot shows a window titled 'Form1' with the following elements:

- Buttons: 'Получить данные с модели' (top left) and 'Рассчитать трудоемкость' (bottom left).
- Text: 'Укажите трудоемкость 1 единицы' (top right).
- Table of features:

Feature	Count	Unit Labor Intensity
<input checked="" type="checkbox"/> Вал	2	0.2
<input checked="" type="checkbox"/> Отверстие радиальное	2	1.9
<input checked="" type="checkbox"/> Отверстие торцевое соосное	2	0.8
<input type="checkbox"/> Канавка выдавленная		
<input checked="" type="checkbox"/> Канавка круговая	3	1.5
<input type="checkbox"/> Паз прямоугольный		
<input checked="" type="checkbox"/> Паз скругленный	1	2.3
- Text: 'Коэффициент, зависящий от квалификации работника' with a value of 3.5.
- Equation:
$$T_{общая} = Коэф \cdot \left(\sum_{i=1}^n T_i \right) = 44,1$$

Рис.2. Интерфейс программы

Проведенная работа доказывает достижимость поставленных задач и практическую возможность автоматизации расчета трудоемкости проектирования изделий в системах трехмерного моделирования.

Сборка RPM-пакетов для Linux-дистрибутивов с использованием Koji

В современном мире все большее значение приобретает использование свободно распространяемого программного обеспечения с открытым исходным кодом. В особенности это касается операционных систем, как наиболее базового и широко распространенного программного продукта. В России сейчас развиваются несколько проектов по разработке и использованию собственной ОС на базе Linux в государственных органах, в том числе – проект по созданию национальной операционной системы.

ОС на базе Linux по сути представляет собой набор пакетов, основой которых являются kernel (ядро системы) и glibc (библиотека, обеспечивающая системные вызовы). Вокруг них собрано от нескольких сотен до нескольких тысяч других программ, оформленных в виде пакетов. Создание собственного дистрибутива предполагает сборку всех этих пакетов из исходных кодов в одном программном окружении. Выполнить такую сборку вручную – задача нетривиальная и трудоемкая. Поэтому различными разработчиками дистрибутивов выпущены разные системы автоматической сборки пакетов. Одна из наиболее популярных и используемых систем сборки на данный момент – Koji, которая используется разработчиками дистрибутивов Fedora, Scientific Linux и некоторыми другими.

Она позволяет собирать RPM-пакеты автоматически и единообразно. Для сборки используется утилита mock, которая собирает пакеты в независимом окружении (chroot). Процесс сборки пакета с помощью mock выглядит следующим образом:

- создается минимальное необходимое для сборки окружение в виде набора основных файлов и каталогов ОС;
- из SPEC-файла собираемого пакета определяется перечень пакетов, необходимых для сборки, и их зависимости;
- нужные пакеты устанавливаются в созданное окружение из репозитория ПО, указанных в конфигурации mock;
- собираемый пакет помещается внутрь окружения и там запускается его сборка;
- полученные в результате RPM-пакеты копируются из окружения в основную систему.

Такой подход имеет несколько преимуществ. Во-первых, сборка пакетов потенциально небезопасна, особенно если она выполняется от имени администратора (root), а повреждение независимого окружения никак не скажется на основной ОС. Во-вторых, такие сборки являются воспроизводимыми, т.е. если собрать один и тот же пакет несколько раз (даже с большим временным интервалом), полученные двоичные файлы будут одинаковыми, что имеет большое значение для сертификации ПО и его отладки. В-третьих, на мощных сборочных серверах можно организовать несколько окружений и пакеты в них будут собираться одновременно, никак не влияя друг на друга.

Koji позволяет организовать сборку RPM-пакетов с использованием различных тегов. Это дает возможность собирать на одном сервере пакеты для различных дистрибутивов или разных их версий. Например, может использоваться следующий набор тегов: redos-6.5-os, redos-6.5-updates, redos-7-os, redos-7-updates, redos-7-extras, redos-8-testing. На базе тегов строятся репозитории пакетов, которые могут предоставляться непосредственно пользователям, установившим соответствующую ОС. Каждому собираемому пакету должен быть назначен хотя бы один тег, что позволяет, с одной стороны для любого пакета определить какие его версии существуют на сборочном сервере и к каким репозиториям они относятся, а с другой – для каждого репозитория определить список всех входящих в него пакетов.

Таким образом, использование koji радикально облегчает сборку большого количества RPM-пакетов и дальнейшую их поддержку в виде дистрибутива ОС.

Моделирование модуля тактирования современных микроконтроллеров

Современные микроконтроллеры содержат несколько источников тактовых сигналов, причем реконфигурация и подключение к ним периферийных модулей могут осуществляться программно в процессе работы [1,2]. С увеличением тактовой частоты микроконтроллера растет число событий, на которые модель должна реагировать. Это приводит к существенному замедлению процесса симуляции.

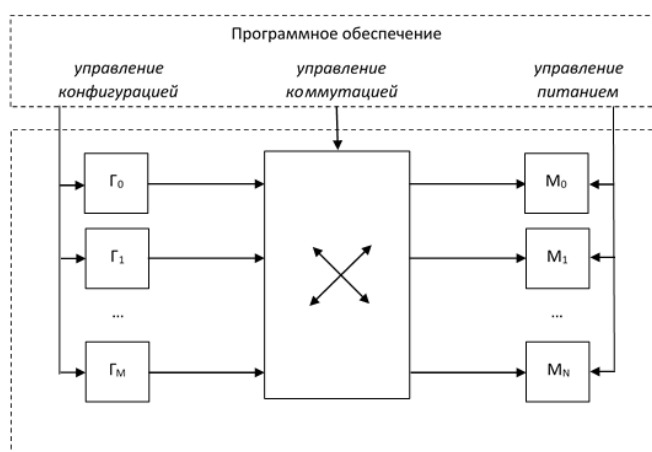


Рис. 1. Структурная схема модели подсистемы тактирования микроконтроллера

В данной работе представлена структурная схема модели универсальной тактовой подсистемы, которая может быть адаптирована к любому современному микроконтроллеру. Ее можно разделить на две части: программную и аппаратную (рисунок 1). Настройка параметров, изменение порядка коммутации источников тактовых сигналов, изменение состояния периферийных модулей происходят с помощью программного обеспечения.

В аппаратной части выделим три составляющие: генераторы ($G_0 \dots G_M$), системные модули ($M_0 \dots M_N$), а также мультиплексор, отвечающий за коммутацию каждого модуля к выбранному генератору. Системный модуль представляет собой объект, который для корректной работы требует источника тактового сигнала. При этом он должен находиться в одном из состояний, устанавливаемым программно: включен или выключен. В любой момент времени он должен быть подключен к какому-либо одному генератору. Генератор является объектом, который способен инициировать события в соответствии с частотой, задаваемой в конфигурационных регистрах. Поскольку для тактирования используется цифровой сигнал, то события генерируются для логических состояний «0» и «1». Анализ результатов экспериментов [3] показал, что для некоторых периферийных модулей достаточно осуществлять генерацию события лишь для одного фронта. Это позволит увеличить быстродействие симулятора за счет избавления от излишних вычислительных операций для неиспользуемого фронта сигнала. Данный подход можно применить для усовершенствования имитационных моделей из [4, 5].

Литература

1. Joseph Yiu. The Definitive Guide to the ARM Cortex-M0. Elsevier Inc., 2011, 518 p.
2. S.Sirowy, D.Sheldon, T.Givargis, and F.Vahid. Virtual microcontrollers. SIGBED Rev. 6, 1, Article 6 (January 2009), 8 pages.
3. Усачев М.В., Мольков Н.П. Обобщенная имитационная модель микроконтроллера смешанных сигналов для SPICE-симуляции // Методы и устройства передачи и обработки информации: межвуз. сб. науч. трудов. – Вып.12 / Под ред. В.В.Ромашова. – М.: «Радиотехника», 2010. – С. 75-78.
4. Усачев М.В., Мольков Н.П. Разработка имитационной модели ядра ARM Cortex-M3 для интегрированных сред разработки на примере семейства микроконтроллеров NXP LPC 13xx // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. Муром: Муромский институт (филиал) Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Владимирский государственный университет им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых", №2, 2013 г. – С. 69-74.
5. Усачев М.В., Мольков Н.П. Имитационная модель ядра микроконтроллера с архитектурой ARM Cortex-M3 для SPICE-симуляции // Вестник РГРТУ. – Вып. 44. Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2013. – С.61-66.

Применение технологий радиочастотной идентификации в образовательных учреждениях

Радиочастотная идентификация (RFID) – способ автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в транспондерах или RFID-метках [1].

RFID-технологии находят применение в самых различных областях народного хозяйства: в системах контроля и управления доступом, розничной торговле, производстве, системах защиты от подделок, инвентаризации и прочих. По сравнению с другими системами идентификации (например, на основе штрихового кодирования) RFID обладает рядом преимуществ, среди которых: возможность перезаписи, большее расстояние считывания, отсутствие необходимости в прямой видимости, считывание метки при любом расположении, устойчивость к внешним воздействиям, высокий уровень защиты данных [1, 2] и т.п.

Принципы работы данной технологии допускают ее применение и в образовательных учреждениях для автоматизации многих процессов. Среди возможных областей применения RFID можно выделить следующие.

1. Контроль и учет доступа. Позволяет вести учет рабочего времени сотрудников, контролировать доступ сотрудников и обучающихся к охраняемым помещениям, контролировать посещаемость обучающимися всех видов занятий, отслеживать факты опоздания.

Возможно расширение стандартных функций систем подобного рода, например, рассылка SMS-уведомлений по фактам входа (выхода) обучающихся в образовательное учреждение, организация автоматических проходных на входах в здания, организация въезда (выезда) служебного и личного транспорта на автостоянки и другие территории учреждения, а также оценка заполненности стоянок.

Подобные системы могут быть использованы службой охраны для контроля за всеми входами (въездами) в здания, помещения и прилегающие территории, обеспечения порядка, а также учета количества всех посетителей. Отдел кадров и деканаты могут использовать подобные системы для контроля трудовой дисциплины и реализации дисциплинарных и других видов взысканий в случаях ее нарушения.

2. Библиотечные системы. Применение RFID позволит вести автоматизированный учет библиотечных фондов и читателей, существенно сократить время проведения инвентаризации, а также контролировать несанкционированный вынос книжных изданий из библиотеки и читального зала.

3. Платежные системы. Оплата покупок пластиковыми картами уже зарекомендовала себя как надежная и удобная система. Применение RFID позволяет реализовать некий аналог подобных систем в рамках отдельно взятого учреждения. В инфраструктуре образовательного учреждения возможно предоставление сотрудникам и обучающимся платных товаров и услуг, напрямую не относящихся к образовательной деятельности, например, в буфетах, столовых, типографии или терминалах оплаты сотовой связи. Во всех этих случаях возможна замена реальных денег на виртуальные, находящиеся на внутреннем счете сотрудника (обучающегося), пополняемом, например, через бухгалтерию организации. Доступ к счету при этом реализуется посредством идентификации владельца через RFID-метку.

Применение RFID не ограничивается описанными задачами, возможно построение и других автоматизированных систем, требующих надежной и однозначной идентификации объекта.

Литература

1. RFID [Электронный ресурс] // <https://ru.wikipedia.org/wiki/RFID>
2. Барсуков В.С. RFID или не RFID? Вот в чем вопрос // Специальная техника. 2005. №6. – С. 32-43.

Применение информационно-поисковых систем в решении проблемы определения авторства текста

Информационная революция коренным образом изменила отношение людей к информации. На сегодняшний день в мировой компьютерной сети Internet доступно огромное количество документов, книг, статей, журналов в любое время суток. Чтобы найти нужную книгу, сейчас не обязательно идти в библиотеку или книжный магазин, потому что в электронном виде они есть в компьютерных сетях. Такую информацию можно легко скачивать, копировать, пересылать, редактировать, а так же использовать ее в своих работах. Для авторов таких текстов возникает проблема установления своего права собственности на работу. Перед учителями так же стоит задача определения авторства работ студентов: сам сделал реферат (контрольную работу, сочинение) или списал?

Если ориентироваться на узкую категорию людей, устанавливающих авторство текста (на учителей), то для них не так существенны правовые аспекты этого вопроса. Важно установление степени оригинальности работы студента, количество и качество его собственного мыслительного процесса в работе. То есть, в итоге для учителя главным является воспитание в ученике способности мыслить самостоятельно.

Но для воспитания нужен и надзор. Контроль со стороны преподавателя по установлению авторства текста работы может осуществляться несколькими методами. Первый способ – обычная проверка - применялся ранее, а результат ее имел субъективный характер. Он зависел от осведомленности учителя в специальной литературе, в новых и старых публикациях по определенным темам. Эта информированность даже не зависит от уровня преподавателя: учитель может быть прекрасный, но часто очень тяжело быть в курсе всех тематических новинок. Да и помнить все ранее прочитанное бывает сложно.

Задача определения авторства или степени самостоятельности текста усложняется произошедшей в обществе информационной революцией. Компьютерные сети содержат в себе огромные базы уже написанных рефератов, сочинений, контрольных работ, прочитать которые преподавателю физически невозможно. А тем более нельзя все их запомнить. Но ученики вполне охотно пользуются этими базами для написания своих работ, используя чужие тексты, выследить которые вручную учителю иногда не под силу. Это проблема современной школы. Но такая же задача определения авторства текстов стоит и перед многими авторами: писателями и научными работниками. Нередко сопоставить материалы и найти заимствования бывает очень тяжелой задачей. Эта проблема требует проникновения в текст, внимательности и большого объема прочитанного текста, который тоже не гарантирует нахождения воспроизведений.

Итак, серьезной проблемой науки и преподавания стала задача определения авторства текстов. Эта цель была всегда труднодостижимой ввиду большого количества тематической информации. Со времен внедрения компьютеров таких сведений стало намного больше. Поэтому в настоящее время найти совпадения материалов ручным способом очень трудно. Таким образом, компьютерная революция усугубила проблему нахождения заимствований в текстах авторов.

На помощь научным работникам, учителям и преподавателям пришли компьютеры. Сейчас разработаны системы, позволяющие найти определенный текст в огромном пространстве информационных сетей и тематических баз данных. Такие комплексы получили название информационно-поисковые системы (ИПС).

Информационно-поисковая система – программный комплекс, функция которого – искать информацию, соответствующую потребности пользователя.

Метод и ареал поиска зависят от конкретной системы и являются тайной разработчика, но все же такие системы имеют типовое строение. ИПС состоит из нескольких частей. Первая часть – это модуль, который просматривает сайты информационной сети, находит в них страницы и

ссылки на другие документы. Этот модуль имеет название «паук». «Паук» преобразует найденные документы и страницы и заносит информацию в специальное хранилище измененных данных – «поисковый индекс». Правила преобразования информации зависят от поисковой системы. Потом с определенной периодичностью «паук» снова просматривает страницы и обновляет «поисковый индекс». Перед обработкой запросов пользователя в качестве подготовительной работы ИПС строит «поисковый индекс».

Основная работа ИПС – обработка запросов. Система имеет интерфейс с пользователем. Основным модуль ИПС – поисковая машина, модуль, который в соответствии с запросом обращается к «поисковому индексу» и ищет информацию. Результаты своей работы поисковая машина представляет пользователю.

Комплекс, имеющий сходство с информационно-поисковой системой – программный комплекс поиска заимствований текстов. Он ищет соответствия между текстом, введенным в комплекс для сравнения, и огромным количеством информации из компьютерных сетей и тематических баз данных. Преподаватель, имея такую систему у себя на компьютере, может сравнить работу ученика или студента с работами других людей и выявить допустимый (или неприемлемый) процент заимствований в ней.

Принцип работы комплекса поиска заимствований следующий. Система делит введенный в нее текст на определенные последовательности слов или предложений. После проведенной работы по адаптации текста начинается процесс сравнения работ из компьютерной сети с данной работой. Идентификация осуществляется по одинаковым цепочкам слов (предложений) [1, стр.167].

Метод разбиения текста на последовательности элементов – ноу-хау автора системы поиска заимствований. Но чем лучше алгоритм выделения таких блоков, тем лучше осуществляется процесс сравнения. Для быстрого сравнения система выборочно берет кусочки текста (один из абзаца или со страницы). От алгоритма деления работ на блоки зависит полнота результатов сравнения текстов [2, стр. 55-56].

Таким образом, плагиат, как прямое последствие компьютерной революции, становится более обнаружимым для людей проводящих проверку работ студентов, учеников или оппонентов, при использовании компьютерных комплексов обнаружения заимствований в текстах.

Литература

1. Зеленков Ю.Г., Сегалович И.В. Сравнительный анализ методов определения нечетких дубликатов для WEB-документов // Труды 9-ой Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» RCDL'2007: сб. работ участников конкурса –Переславль-Залесский, 2007. Т. 1. – С. 166-174.

2. Шарапова Е.В., Шарапов Р.В. Универсальная система проверки текстов на плагиат "Автор.NET" // Информатика и ее применения, 2012, Том 6, Выпуск 3. - С. 52-58. ISSN 1992-2264.

Алгоритмы суффиксных деревьев

Алгоритмы на основе суффиксных деревьев предназначены для обнаружения точного вхождения строки в текст, а также эти алгоритмы могут использоваться для обнаружения максимально длинных общих подпоследовательностей текстов (строк). Решение этих задач абсолютно необходимо для сравнения текстов при определении их относительной схожести или различия.

Суффиксное дерево – это структура символов, чисел или других данных, определенных словарем, по которому составлены сравниваемые строки (тексты). Суффиксное дерево строки демонстрирует разложение этой строки на ее суффиксы с учетом совпадения префиксов суффиксов. Структура суффиксного дерева имеет корень и отходящие от корня листья с возможными на них внутренними вершинами. Суффикс строки – это окончание строки, которое начинается с любого ее места. Префикс строки – это начало строки, заканчивающееся на любом ее месте. Каждый суффикс суффиксного дерева называется листом и имеет свой порядковый номер. Если префиксы суффиксов совпадают, то в конечной точке совпадения на листе ставится новая путевая (внутренняя) вершина (на рис. 1 – путевые вершины «х» и «у»), от которой отходит новый лист со следующим порядковым номером. Например, предположим, что у нас есть строка Р длины р. Элементы этой строки – Р(і), значит і может изменяться от 1 до р: (Р(і), Р(і+1), ..., Р(р)). Суффиксы этой строки будут иметь обозначение Р(і, ..., р), (где і=1, ..., р). Пример построения суффиксного дерева приведен на рисунке 1.

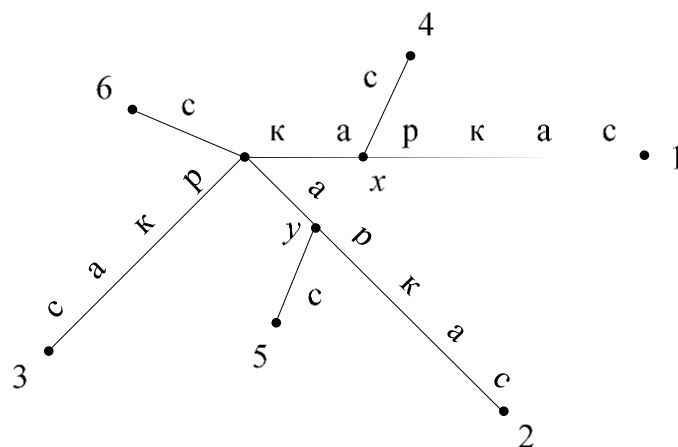


Рис.1. Пример построения суффиксного дерева для слова «каркас»

На построении суффиксных деревьев основаны алгоритмы Укконена, Вайнера, Маккрейга:
1. Алгоритм Укконена [1].

В алгоритме Укконена используется понятие неявного суффиксного дерева. Неявное суффиксное дерево – это преобразованное суффиксное дерево, в котором удалены концевые метки строки, для которой строится дерево, а также соответствующие им листья и путевые вершины. Таким образом получается «сжатое» суффиксное дерево. Оно менее информативно, чем обычное дерево, но такие деревья используются в алгоритме Укконена, как вспомогательное средство.

Этот алгоритм строит последовательность неявных суффиксных деревьев для каждого префикса строки Р, начиная с первого элемента строки и заканчивая последним. Настоящее суффиксное дерево для строки Р будет построено из префикса, заканчивающегося на последнем элементе строки Р. Трудоемкость алгоритма: $O(p)$, где р – длина строки Р.

Алгоритм Укконена более применим для поиска точных совпадений строк. При поиске сильно отличающихся текстов время его работы значительно увеличивается.

2. Алгоритм Вайнера [1].

Этот алгоритм идентичен с алгоритмом Укконена по трудоемкости, но отличается в способе построения суффиксного дерева строки. В алгоритме Вайнера суффиксы добавляются в дерево в обратном порядке. Трудоемкость алгоритма: $O(p)$, где p – длина строки P .

3. Алгоритм МакКрейга.

Этот метод, предложенный МакКрейгом [2], схож с алгоритмом Укконена, с той разницей, что суффиксы добавляются в обратном порядке. Трудоемкость этого алгоритма такая же, как и у алгоритмов Укконена и Вайнера, т.е. $O(p)$, где p – длина строки P .

Недостаток алгоритмов, работающих с использованием суффиксных деревьев - поиск точных совпадений строк. Таким образом, использование алгоритмов на основе суффиксных деревьев не полностью решает задачу поиска нечетких дубликатов текстов.

Литература

1. Дэн Гасфилд. Строки, деревья и последовательности в алгоритмах: Информатика и вычислительная биология. – СПб.: Невский Диалект; БХВ-Петербург, 2003. – 654 с: ил.
2. McCreight E.M. A space-economical suffix tree construction algorithms // J. ACM. 1976. Vol. 23. – P. 262–272.