

Автоматический мониторинг случаев мастита КРС

В ряде зарубежных и отечественных работ рассматривается задача своевременной идентификации случаев возникновения скрытого мастита у животного [1-3]. Данная задача на многих предприятиях является ключевой, так как точное определение диагноза требует непосредственного ветеринарного осмотра и химического анализа молока, по возможности из разных частей вымени животного. Подобный анализ занимает большое количество времени и требует дорогостоящую аппаратную базу или даже оборудованную лабораторию внутри предприятия. В условиях рискованного земледелия, в умеренных широтах, с жесткими погодными условиями и небольшой продолжительностью светового дня добиться высоких надоев, позволяющих предприятию зарабатывать достаточно для оборудования собственной лабораторной станции, крайне затруднительно. Поэтому в работах [1-3] предлагается проводить предварительный анализ стандартного набора данных, поступающих с датчика предприятия. Здесь речь идет о резком росте электропроводности молока.

Исследования на реальном предприятии, проведенные на 300-ах заболевших маститом животных показали, что резкое увеличение электропроводности во многих случаях сопровождается незначительным понижением уровня надоя. Таким образом, на основе данного результата исследования был спроектирован и реализован алгоритм поиска случаев потенциально возможного мастита.

В рамках решения задачи выявления случаев потенциально возможного мастита животного на графиках молокоотдачи и электропроводности выделяются стабильные участки, а также периоды с резкими нехарактерными перепадами значений, которые сигнализируют о некотором изменении состояния животного. Всплески этого периода должны идентифицироваться алгоритмом.

На стабильном участке графика электропроводности и молокоотдачи можно разложить на разложить на две составляющие: тренд и отклонение от тренда.

Тренд молокоотдачи – это усредненный ряд значений надоев всех здоровых животных предприятия за лактацию. Тренд электропроводности – это усредненный ряд значений электропроводности всех здоровых животных предприятия за лактацию. Пусть t – среднее количество дней в лактации (примерно 305 дней), n – количество животных предприятия. Примем за $\mu_i(t)$ – значение каждого дня наблюдения показателя молокоотдачи, а за $\eta_i(t)$ – значение каждого дня наблюдения показателя электропроводности.

Опишем алгоритм выявления случаев потенциально возможного мастита животных:

1. Расчет значения функции тренда (эталонной кривой лактации) $T(t)$ по формуле 1.

$$T(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mu_i(t), \quad \text{где } i = 0, 1 \dots n \quad (1)$$

Расчет значений разности исходных производственных данных и усредненной кривой молокоотдачи для каждого животного отдельно (формула 2).

$$R_i(t) = \mu_i(t) - T(t), \quad \text{где } i = 0, 1 \dots n \quad (2)$$

Расчет значения среднего-квадратического отклонения (СКО) данных молокоотдачи всего стада по формуле 3.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (R_i(t))^2}, \quad \text{где } i = 0, 1 \dots n \quad (3)$$

По формуле 4 рассчитывается значение центрированной функции $R(t)$ относительно значений СКО. Значение нормированной функции инвертируется путем умножения на -1, в случае, если это данные молокоотдачи. Полученный график нормированного инвертированного параметра молокоотдачи показывает, что падения значений удоев теперь демонстрируются в виде положительных скачков графика относительно оси OX . Если $\mu_i(t)$ – функция значений молокоотдачи, то на формуле 4 получаем нормированную функцию молокоотдачи $\hat{\mu}_i(t)$.

$$\hat{\mu}_i(t) = \frac{R_i(t)}{\sigma}, \quad \text{где } i = 0, 1 \dots n \quad (4)$$

Проведя аналогичную процедуру (первые 5 шагов) с данными об электропроводности, получим

Секция 4. Информационные технологии в образовании и производстве

нормированный производственный параметр электропроводности. Он не требует инверсии, так как положительные изменения в точках графика электропроводности молока демонстрируют отрицательную динамику изменения качества молока и, следовательно, ухудшение в состоянии здоровья животного.

Таким образом, за первые пять шагов были получены два нормированных параметра: молокоотдачи $\hat{\mu}_i(t)$ и электропроводности молока $\hat{\eta}_i(t)$ для каждого животного.

Продолжением алгоритма будет следующее:

2. По формуле 5 вычисляется мультипликативный признак, который отражает изменения состояния животного сразу по двум параметрам, объединяя их.

$$\Phi_i(t) = \hat{\mu}_i(t)\hat{\eta}_i(t), \quad \text{где } i = 0, 1 \dots n \quad (5)$$

3. Строится гистограмма статистического распределения значений фактора $\Phi_i(t)$. Далее оператором на месте задается значение допустимого интервала колебания комплексного признака. Рассчитывается порог P , больше которого значение комплексного признака быть не может.

4. Если $\Phi_i(t) > P$, имеется подозрение на возникновение мастита у животного.

При перемножении значений нормированных признаков молокоотдачи и электропроводности амплитуда негативного скачка усиливается и довольно сильные нехарактерные всплески значений выходят за допустимую границу P .

В исследовании обрабатывались данные, полученные более чем с 300 коров в течение приблизительно 305 дней с датчиков измерения двух параметров. Объективные количественные результаты экспериментальных исследований алгоритма применительно к данным о электропроводности и объемах надоя животных сведены в таблицу 1. Результаты работы алгоритма сопоставлены с выводами экспертов (зоотехников предприятия).

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

	Значения параметра, отнесенные экспертом к маститу	Значения параметра, отнесенные экспертом к нормальному состоянию животного
Значения параметра, отнесенные алгоритмом к потенциально возможному маститу	39	4
Значения параметра, отнесенные алгоритмом к нормальному состоянию животного	7	342

Литература

1. Hillerton, J. E., J. E. Semmens. Comparison of treatment of mastitis by oxytocin or antibiotics following detection according to changes in milk electrical conductivity prior to visible signs. // J. Dairy Sci. - 1999. P. 82-93.
2. Milner, P., K. L. Page, J. E. Hillerton. The effects of early antibiotic treatment following diagnosis of mastitis detected by a change in the electrical conductivity of milk. // J. Dairy Sci. - 1997 P. 850-859.
3. Waage, S., P. Jonsson, A. Franklin. Evaluation of a cow-side test for detection of Gramnegative bacteria in milk from cows with mastitis. // Acta Vet. Scand. – 1994. P. 200-207

Д.В. Бейлекчи
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, 23
E-mail: kaf-eivt@yandex.ru

Алгоритм оценки аппаратно-программной структуры устройств телекоммуникационных систем

В докладе рассматривается алгоритм оценки результатов принятия решения с использованием метода оптимизации аппаратно-программной структуры рассматриваемого в [1] и применяемого в автоматизированной системе принятия решения по выбору оптимальной аппаратно-программной структуры при проектировании устройств телекоммуникационных систем, а также результаты, полученные при применении данного алгоритма для проектируемой структуры коммутационных центров и абонентских устройств разрабатываемой оперативно-командной телекоммуникационной системы связи.

Современные системы телекоммуникаций имеют сетевую распределённую структуру в виде многоканальной системы передачи информации с применением цифровых проводных (Ethernet, ISDN) и беспроводных (WiFi, 3G, Bluetooth и т.п.) технологий. Системы должны обеспечивать увеличенную пропускную способность канала связи вследствие требования на значительное число абонентских постов обмена. Также при разработке современных систем оперативно-командной связи и оповещения требуется обеспечить передачу по единому каналу связи не только речевой информации, но и информацию другого вида, например, командную текстовую информацию, аудиосигналы оповещения, аудиотрансляцию художественных передач, биометрический мониторинг, видеоинформацию.

При проектировании аппаратно-программной системы решается задача распределения вычислительных задач и данных по уровням иерархии и узлам системы. Эффективность системы в большой степени определяется тем, насколько удачно распределены потоки данных и функции по узлам системы между отдельными структурными элементами. Метод синтеза вариантов структур обеспечивает выбор элементов согласно их параметрам с учётом заданных критериев аппаратно-программных средств, которые влияют на проектирование системы. [1]

Таким образом, актуальной является задача автоматизация процесса оценки результатов оптимизации аппаратно-программной структуры при синтезе нескольких допустимых в рамках технического задания структур системы с разными аппаратно-программными блоками.

Для формирования обобщенного критерия при оценке вариантов структур можно построить регрессионную модель зависимости величины обобщенного критерия от других критериев. Однако при значительном числе характеристик для построения регрессионного уравнения требуется большой объём статистических данных, который не всегда имеется. Другим методом является вычисление обобщённой оценки при помощи суммирования критериев, умноженных на весовые коэффициенты.

Для оценки структуры предлагается алгоритм, в котором для минимизации количества критериев, используемых для вычисления оценки и формируемых экспертом (разработчиком), можно использовать закон Парето, согласно которому в интерпретации данной задачи на оценку системы в большей степени оказывает влияние лишь небольшое множество факторов. При этом в зависимости от значений весовых коэффициентов критериев вводимых экспертом, множество весовых коэффициентов автоматически балансируется таким образом, что сумма коэффициентов всегда равна единице, и данное множество можно представить в виде диаграммы Парето. Блок-схема алгоритма приведена на рис. 1.

Результаты работы алгоритма получены при применении алгоритма в разрабатываемой системе принятия решения по выбору оптимальной аппаратно-программной структуры.

Алгоритм применялся в системе для оценки аппаратно-программной структуры коммутационных центров и абонентских устройств, разрабатываемой оперативно-командной телекоммуникационной системе связи.

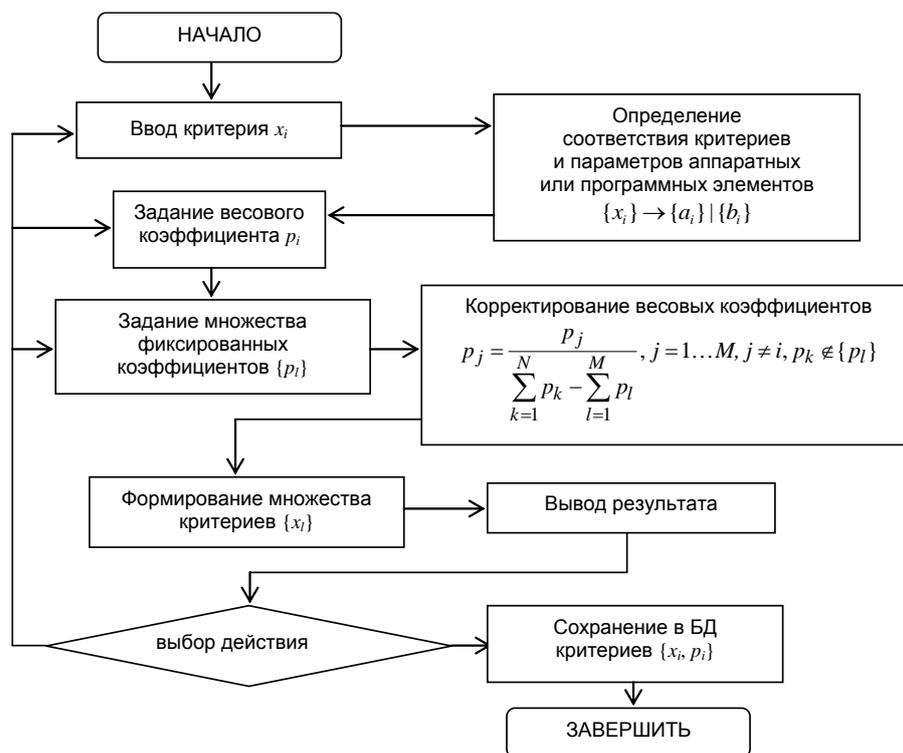


Рис. 1. Алгоритм определения критериев оценки вариантов структуры

Был рассмотрен ряд аппаратных конфигураций на базе процессоров, с учетом особенностей реализации программных алгоритмов и, с помощью системы принятия решения, получена оценка оптимальности данных конфигураций (таблица 1).

Таблица 1. Параметры вариантов аппаратно-программной структуры коммутационного центра

Тип процессора	Производительность, %	Стоимость, %	Оценка варианта
1892BM3T «Мультикор» MC-12	75	68	0,25
1892BM2Я «Мультикор» MC-24	87	75	0,3
1892BM5Я «Мультикор» MC-0226	100	100	0,67
KS8695P	85	78	0,85
AT91C140	65	50	0,34

В качестве управляющего процессора коммутационных центров, до появления отечественного аналога, предложено использовать микросхему KS8695P.

Таким образом, рассмотренный алгоритм и система позволяет автоматизировать процесс принятия решения по выбору структуры телекоммуникационных систем и обосновать выбор элементной базы на этапе технического предложения.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-07-31064.

Литература

1. Бейлекчи, Д.В. Метод определения критериев оценки оптимизации аппаратно-программной структуры устройств систем телекоммуникаций // Радиотехнические и телекоммуникационные системы, 2013. - №1 – с. 32-36.

Д.В. Бейлекчи, А.Н. Коноплев
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, 23
E-mail: kaf-eivt@yandex.ru

Разработка алгоритма для определения оценки выполнения производственного плана в отведенные производственные сроки

Производственное расписание является идеализацией технологического процесса. В реальных условиях существует большая вероятность появления отклонений, таких как случайный отказ технологического оборудования, точечное отклонение от технологии производства, перебои в снабжении материальными ресурсами, брак каких-либо изделий и т.д. Поэтому возникает необходимость вносить изменения в расписание работы. Обычно разработчики систем оперативного календарного планирования строят расписание без учета факторов выхода из строя технологического оборудования и в разрабатываемом плане используют резервирование времени, ранжирование деталей по срочности и т.д. Использование этих методов ухудшают область допустимого решения, и сводит к нулю все преимущества оптимизации при сокращении непроизводительного времени. Поэтому разработанный алгоритм позволяет проводить анализ вероятности отказов специализированных станций по производству радиоэлектронных изделий. Данный алгоритм, основываясь на данных по прогнозам, может дать оценку выполнения производственного плана в отведенные сроки, определить состав наиболее надежного технологического оборудования, вычислить оптимальное необходимое число бригад наладчиков для своевременного устранения неисправностей и восстановления системы.

Разработка данного алгоритма основывалась на математической модели рассматриваемой авторами в [1] и результатам исследований вероятностных параметров из [2].

На реализации работы алгоритма выполняется определение значений следующих коэффициентов:

- количество единиц специализированных станций по производству радиоэлектронных изделий (N), задается в зависимости от конкретного производства;
- количество бригад наладчиков (R), которые занимаются обслуживанием и наладкой станций (необходимое условие $N > R$);
- станции по производству радиоэлектронных изделий (k), которые стоят в очереди и нуждаются в обслуживании, или станции которые обслуживаются в данный момент;
- интенсивности появления отказов (λ), данное значение определяется с помощью прогнозирования непланового технологического обслуживания станций, которое формируется путем обработки статических данных о количестве отказов станций
- интенсивность потока обслуживания (μ).

Следующим этапом алгоритма происходит оценивание количества состояний системы [1] и автоматизированное формирование уравнений Колмогорова. Для автоматизации формирования уравнений Колмогорова необходимо выполнить следующие. Происходит формирование матрицы, которая показывает переходы по графу, представленному в [1]. Столбцы и строки в матрице показывают осуществления перехода, поэтому и имеют размер 2^{N+R} . Элементы матрицы M заполняются следующим образом: M_{ij} элемент присваивается «0» если переход не возможен (вызывается интенсивностью появления отказов λ). Если переход возможен, то элементу M_{ij} присваивается «1», а также элементу M_{ji} присваивается «-1». Как известно, слева в каждом i -м уравнении Колмогорова стоит вероятность данного состояния p_i , умноженная на суммарную интенсивность всех потоков, ведущих из данного состояния, а справа – сумма произведений интенсивностей всех потоков, входящих в i -е состояние, на вероятности тех состояний, из которых эти потоки исходят.

В каждой строке и каждом столбце матрицы имеем $(N+R)$ ненулевых элементов. По строкам матрицы M составляется левая часть уравнений, а по столбцам - правая часть. В итоге получим систему 2^{N+R} уравнений, которую можно решить, если воспользоваться нормировочным условием:

Секция 4. Информационные технологии в образовании и производстве

$\sum_{k=0}^{N+R} P_k = 1$, где P_k вероятность отказа для k -ой станции. При этом, как известно, одно любое из уравнений отбрасывается, поскольку оно вытекает как следствие из остальных. Таким образом, происходит автоматизация формирования системы алгебраических уравнений Колмогорова с целью определения вероятностей P_k для каждой станции.

На следующим этапе алгоритма происходит расчет вероятностей для каждой станции P_k . Для определения достоверности построенного расписания сначала рассматривается станции, которое имеет наибольшую финальную вероятность отказа P_k . Согласно формуле из [1]: $T_k^{\text{неп}} = P_k * \phi_k$, где $T_k^{\text{неп}}$ показывает, какое время k -ая станция будет находиться на обслуживании. Поскольку точное время поступления заявки на обслуживания для k -ой станции неизвестно, то для анализа необходимо рассматривать самые неблагоприятные интервалы времени, те интервалы времени, когда k -ая станция занята обработкой партий изделий (для мелкосерийного производства).

Выход из строя k -ой станции приведет к тому, что обработку партий изделий в расписании работ придется сместить по оси времени вправо на время, равное $T_k^{\text{неп}}$.

На финальном этапе алгоритма проверяется условие типа $T_k^{\text{неп}} < T_N^{\text{HB}}$, где T_N^{HB} – неиспользованное время в конце горизонта планирования. Данное условие показывает, что после обслуживания k -ой станции расписание работы выйдет за пределы горизонта планирования. Если же условие $T_k^{\text{неп}} > T_N^{\text{HB}}$ не выполняется, тогда возникает ситуация, когда отказ станции приведет к невозможности выполнения всего расписания на отведенном горизонте планирования. В данном случае, анализируя данную ситуацию, если значение вероятности P_k является таким, что при любой поступившей заявки будет приводить к сдвигу расписания за пределы горизонта планирования.

Тогда разумно во избежание данной ситуации или вводить дублирующее оборудование, или увеличивать время T_N^{HB} . В данной ситуации перед разработчиком производственного плана стоит вопрос о принятии наиболее выгодных критериев обхода сложившейся ситуации, либо экономических (внедрение в обработку дополнительного дублирующего оборудования), либо временных (увеличения дополнительного времени T_N^{HB}). Однако, если разработчик выбирает временной критерий, то необходимо проводить проверку, которая покажет что при смещении на горизонта планирования приводит к нарушению времени выполнения всего заказа и тогда для решения данной проблемы разработчику необходимо только внедрение в обработку дополнительного дублирующего оборудования.

Разработанный алгоритм системы позволяет проводить анализ вероятности отказов специализированных станций по производству радиоэлектронных изделий. Используя данную модель [2] и алгоритм [1], и основываясь на данных по прогнозам, можно дать оценку выполнения производственного плана в отведенные сроки, определить состав наиболее надежного технологического оборудования, вычислить оптимальное необходимое число бригад наладчиков для своевременного устранения неисправностей и восстановления системы.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-07-31064.

Литература

1. Коноплев А.Н., Кропотов Ю.А., Алгоритм оперативно-календарного планирования мелкосерийного производства // Автоматизация в промышленности, 2013- №11.- с. 52-55.
2. Коноплев А.Н., Суворова Г.П., Математическая модель диагностики и восстановления технологического оборудования в мелкосерийном производстве // Информационные системы и технологии, 2013- №3 (77).- с. 30-36.

Подсистемы контроля и вторичной обработки временных рядов данных о загрязняющих выбросах промышленных производств в атмосферу

Автоматизированная система мониторинга загрязняющих выбросов промышленных производств, включая выбросы токсичных и взрывоопасных веществ в атмосферу, может строиться с применением подсистем первичного контроля и вторичной обработки и анализа данных мониторинга. Подсистема первичного контроля, обеспечивающая реализацию контролирующих и оповещающих функций, называется подсистемой сбора, предварительной обработки и представления данных о загрязняющих выбросах и их распространении на местности, с привязкой к картографической основе геоинформационной системы (ГИС) [1]. Структура подсистем первичного контроля и вторичной обработки представлены на рис. 1 и 2.

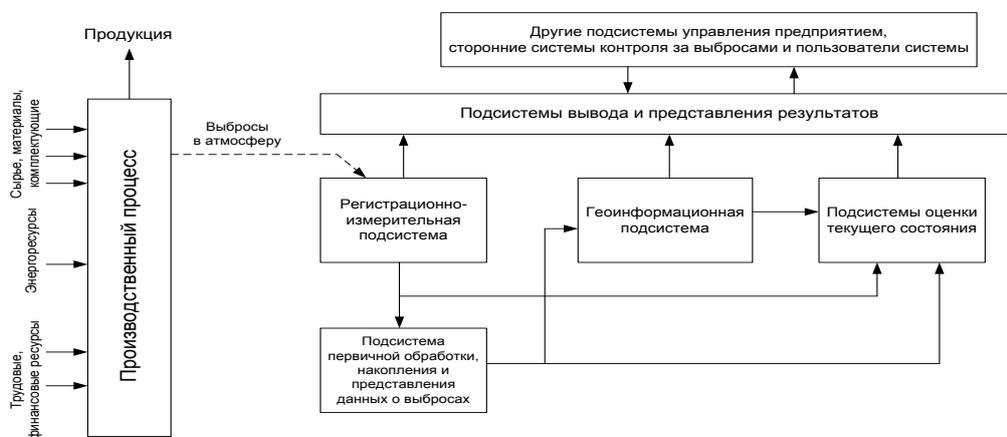


Рис. 1. Структура подсистемы первичного контроля в задаче экологического мониторинга загрязняющих выбросов в атмосферу



Рис. 2. Подсистема вторичной обработки временных рядов данных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Основные функции вышеуказанных подсистем заключаются в реализации контроля с предварительным анализом и обработкой временных рядов концентраций загрязняющих выбросов, в прогнозировании динамики концентраций загрязняющих веществ на территории с отображением на картах ГИС, в оценке функции риска и поддержке принятия решений, направленных на минимизацию выбросов и возможного экологического и материального ущерба.

Литература

1. Проскуряков А.Ю. Автоматизированная система мониторинга загрязняющих выбросов промышленных производств на локальном уровне: Автореф. дис. канд. техн. наук. - ОРЕЛ: Госуниверситет – УНПК, 2014. - 16 с.

Анализ методов оценки приоритетности критериев оптимизации

Существуют несколько основных направлений методов оценки приоритетности критериев и управленческих решений [1 – 3].

Проанализируем *метод простой ранжировки*, принцип которого заключается в том, что каждый производственный процесс имеет набор признаков, например, время выполнения процесса, увеличение степени качества продукции, издержки. Далее лицо, принимающее решение разграничивает эти признаки на базе своих предпочтений. Цифрой 1 обозначается наиболее важный признак, цифрой 2 - следующий за ним по важности и т.д. Полученные данные сводятся в таблицу и обрабатываются либо вручную, либо с помощью методов математической статистики.

Метод парных сравнений (парная сортировка) реализуется путем парных сравнений признаков решений. Для осуществления парных сравнений управленческое решение записываются подряд в любом порядке. Далее производится парное сравнение двух решений на основе выбранных признаков. Лучшее из двух решений сравнивается с третьим решением и т.д. В результате парных сравнений выбирается одно оптимальное решение.

Метод задания весовых коэффициентов заключается в том, что каждому показателю ставится в соответствие весовой коэффициент (коэффициент значимости). Существуют два варианта формирования весовых коэффициентов:

- сумма всех коэффициентов должна быть равна определенному целому числу.
- для наиболее важного признака решения устанавливают предельный коэффициент, все остальные коэффициенты равны долям этого числа.

Этот метод является наиболее распространенным методом [1, 3], учитывающим относительную важность частных критериев оптимальности. В [1, 3] построена скалярная функция F от частных критериев оптимальности, которая является обобщенным критерием относительно векторного критерия, и решена однокритериальная задача оптимизации вида

$$F(\xi, K(X)), \\ X = (X_1, X_2, \dots, X_n) \in \Omega_{\text{дон}}$$

где $\xi = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n)$ – весовые коэффициенты относительной важности критериев (вектор параметров свертки).

В качестве обобщенных критериев могут быть использованы функции F следующего вида:

- аддитивный критерий оптимальности:

$$F(\xi, K(X)) = \sum_{j=1}^n \xi_j K_j(X)$$

- мультипликативный критерий оптимальности:

$$F(\xi, K(X)) = \prod_{j=1}^n \xi_j K_j(X)$$

- обобщенные логические критерии оптимальности:

$$F_{\max}(\xi, K(X)) = \max_{1 \leq j \leq n} (\xi_j K_j(X))$$

$$F_{\min}(\xi, K(X)) = \min_{1 \leq j \leq n} (\xi_j K_j(X))$$

В исследовательской работе в качестве векторной оптимизации параметров системы выбран линейный метод свертки критериев, и в качестве обобщенного критерия оптимальности выбран аддитивный критерий оптимальности.

Существуют различные способы назначения весовых коэффициентов важности:

- упорядочение критериев по важности;
- определение отношений весовых коэффициентов;
- построение таблиц на основе попарного сравнения критериев по важности.

В данной работе весовые коэффициенты относительной важности частных критериев задаются в соответствии с условиями:

$$0 \leq \xi_j \leq 1, j = 1 \dots n$$

$$\sum_{j=1}^n \xi_j = 1, j = 1 \dots n$$

В результате свертки векторного критерия K в аддитивный критерий оптимальности, называемый функцией свертки, исходная задача многокритериальной оптимизации заменяется на задачу скалярной оптимизации с целевой функцией и условиями, накладываемыми на вектор параметров свертки.

Сформулируем алгоритм линейной свертки критериев в обобщенный аддитивный критерий оптимальности.

Рассмотрим подробнее алгоритм векторной оптимизации, включающий в себя следующие шаги [3]:

1. Ввести переменную i , которая будет определять порядковый номер весового коэффициента относительной важности критериев, и присвоить ей значение равное нулю;

2. Задать ξ_i из вектора параметров свертки, распределенного в диапазоне $\xi_i \in \{0,1\}$;

3. Задать необходимые значения для метода оптимизации (требуемую точность для условия сходимости метода, размер популяции и число поколений (для генетического алгоритма) и т.д.) и для разработанной модели оптимизации. Задать интервал времени функционирования системы;

4. Задать область допустимых значений $\Omega_{доп}$ для вектора оптимизируемых параметров;

5. Задать переменную j , которая будет определять порядковый номер оптимизируемого параметра вектора $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$, и присвоить ей значение равное единице;

6. Выбрать X_j и присвоить ему произвольное значение, выбранное на усмотрение ЛПР.

Последующие оптимизируемые параметры вектора определяются в соответствии с выбранным методом оптимизации;

7. Вычислить значения критериев оптимальности в соответствии с оптимизируемым параметром X_j и затем сформировать обобщенный аддитивный критерий оптимальности F .

8. Выполнить инкремент j .

9. Вычислить требуемую точность для условия сходимости метода оптимизации. Если условие сходимости выполнено, то перейти к шагу 10, иначе перейти на шаг 6.

10. Запомнить полученный оптимизируемый параметр и значения критериев оптимальности. Они будут являться одними из значений вектора оптимальных по Парето значений для оптимального параметра и значений критериев оптимальности.

11. Если $\xi_i < 1$, то перейти на шаг 12, иначе перейти на шаг 13.

12. Выполнить инкремент i . Перейти на шаг 2.

13. Выбрать из множества оптимальных по Парето значений вектора оптимизируемых параметров X_i , соответствующие критерии оптимальности и значение функции свертки. Выбор наиболее подходящего решения осуществляется ЛПР с учетом максимального приближения к реальным данным.

В качестве методов оптимизации, упомянутых в алгоритме свертки критериев, предлагается использовать детерминированные и стохастические методы.

Литература

1. Догадина Е. П., Кропотов Ю. А., Суворова Г. П. Вероятностные модели прогнозирования экологического состояния // Радиотехника. 2009. № 11. С. 106-108.

2. Майоров С. А. Основы теории вычислительных систем. – М.: Высшая школа, 1978. – 408 с.

3. Саати Т. Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. – М.: Сов. радио, 1971. – 520 с.

Разработка этапов обслуживания производственных процессов

Необходимо сформулировать этапы обслуживания производственных процессов с дальнейшей возможностью упрощения понимания функционирования и оптимизации процессов как систем обслуживания [1, 2, 3]. Разграничение процесса функционирования деятельности промышленного предприятия необходимо для упрощения понимания задач автоматизации управления при дальнейшей разработке алгоритмов и модификации методов оптимизации применительно к требуемому производственному процессу. Этапы процесса обслуживания требований производственной системы представлены на рис. 1.



Рис. 1. Этапы процесса обслуживания производственной системы

Первый этап представляет собой учет всех поступающих требований на обслуживание в математическую модель функционирования производственных процессов. На втором этапе производится анализ характеристик, которые необходимы для обслуживания. К данным характеристикам может относиться: интенсивность поступления заявок, интенсивность обслуживания заявок, число обслуживаемых устройств и т.д. Третий этап связан с выбором организации обслуживания, а именно с выбором метода планирования организации обслуживания и приоритетностью обслуживания. Четвертый этап представляет собой непосредственно выполнение требований с изменением состояния системы под воздействием этих требований. Пятый этап связан с учетом, фиксацией завершения процесса обслуживания требований. Последний

Секция 4. Информационные технологии в образовании и производстве

этап осуществляет непосредственное использование данных, полученных в ходе процесса обслуживания требований. В основном эти данные используются для анализа и оптимизации производственных процессов промышленного предприятия.

Литература

1. Догадина Е. П., Кропотов Ю. А. Разработка программного комплекса для выявления зависимостей характеристик систем массового обслуживания на примере распределения вероятностей состояний вычислительной системы во времени // Методы и устройства передачи и обработки информации. 2009. № 11. С. 336-340.
2. Догадина Е. П., Кропотов Ю. А., Суворова Г. П. Оценка параметров вычислительных процессов при циклическом планировании // Информационные системы и технологии. 2010. № 3 (59). С. 12-19.
3. Догадина Е. П., Кропотов Ю. А., Суворова Г. П. Вероятностные модели прогнозирования экологического состояния // Радиотехника. 2009. № 11. С. 106-108.

Алгоритм проверки топологической согласованности на картах разных масштабов

В многомасштабной ГИС очень важной и актуальной задачей является сохранение топологической корректности между объектами [1,2]. Нарушение топологической корректности может произойти по нескольким причинам. Это можно наблюдать при автоматической генерализации карт, где происходит упрощение объектов, что влечет за собой ошибки по их расположению. Также это происходит при ручном вводе информации в случае наложения большого количества слоёв, где достаточно сложно предусмотреть взаимодействие всех связанных объектов.

Например, пусть дано 2 объекта: А - полигон, В - линейный объект, причем А содержит В.

При генерализации возможны следующие варианты:

1. Сохранение топологии между А и В, а также сохранение типов объектов, не смотря на то, что каждый из объектов имеет некоторое упрощение.

2. Сохранение топологии между А и В, но меняется тип одного из объектов, например, линейный объект В становится точкой.

3. Исчезновение топологии в виду отсутствия на карте объекта В.

4. Некорректное отображение пространственных объектов по отношению к исходной карте, потому что объект В не включен в объект А.

5. Преобразование топологии, при котором меняется тип топологического отношения между объектами, например, В соседствует с А.

В работе рассмотрены варианты преобразования топологических отношений между пространственными объектами для сохранения топологической корректности между ними. Предложен алгоритм проверки топологической корректности при масштабировании карты. Разработаны правила корректности, позволяющие провести анализ пространственных объектов и топологических отношений между ними. При этом учитывается возможность наследования топологии и изменения типов объектов. Представлено взаимодействие классов, описывающих типы и топологические отношения между объектами до и после генерализации. Кроме того, представлен класс, содержащий возникающие при преобразованиях ошибки. Приведены результаты работы алгоритма на тестовой и реальной карте, которые показывают точность определения и предупреждения ошибок при преобразовании топологических отношений между пространственными объектами. Разработанные алгоритмы дают возможность повысить точность топологической согласованности между пространственными объектами на картах, имеющих разные масштабы, что в итоге повышает качество генерализации карт.

Разработанная библиотека классов взаимодействует с географической информационной системой ИнГео и обрабатывает картографические данные этой системы с помощью функциональных возможностей языка программирования C#. Данная библиотека после сбора и анализа данных информирует пользователя о тех или иных ошибках генерализации, что позволяет ему повысить точность данных путем редактирования объектов карты.

Литература

1. Deng, M., Cheng, T., Chen, X., Li, Z., 2007. Multi-level topological relations between spatial regions based upon topological invariants. *GeoInformatica*, 11(2), pp. 239-267.

2. Corcoran, P., Mooney, P., and Winstanley, A., 2011. Planar and nonplanar topologically consistent vector map simplification. *International Journal of Geographical Information Science*, 25 (10), pp. 1659–1680.

Нейрокомпьютерная модель прогнозирования гладких зависимостей

Задача прогнозирования или предсказания заключается в нахождении будущих значений временного ряда или непрерывной зависимости на интервале, называемом горизонтом предсказания, в пределах которого обеспечивается необходимая точность решения задачи. Для непрерывных зависимостей – это интервал $(t, t + \tau]$, который для временного ряда, полученного, в частности, посредством дискретизации непрерывной зависимости, записывается как $(n, n + N]$. Здесь t и nT_0 – текущие моменты времени, при этом T_0 – период дискретизации. Прогнозирование обычно осуществляется по значениям временного ряда или зависимости на конечном, предшествующем, интервале $[t - T, t]$ времени.

Горизонт предсказания является не только одной из важнейших мер качества предсказуемости, но и используется в качестве критерия степени детерминированности и случайности наблюдаемых явлений, служит характеристикой динамического хаоса (характеристикой хаотических колебаний в динамических системах). В основе этого утверждения лежит зависимость горизонта предсказания не только от используемых алгоритмов, но и от свойств анализируемых временных рядов и зависимостей. В задачах собственно прогнозирования выбор алгоритма осуществляется исходя из соображений максимизации горизонта предсказания. Один из принципов прогнозирования временных рядов или процессов основывается на их представлении непрерывными или дискретными моделями.

Настоящая работа в этом плане преследует цель оценить возможности прогнозирования временных рядов и гладких зависимостей методами искусственных нейронных сетей, аналогичными методам локальной аппроксимации на искусственных нейронных сетях. Основной вопрос здесь заключен в адекватности динамических характеристик такой модели наблюдаемому временному ряду. Новизна при этом состоит в применении сети со многими выходами, каждый из которых отвечает за результат предсказания на свое число шагов вперед. Рассматривается модель в форме двухслойной нейронной сети прямого распространения, обучаемой методом обратного распространения ошибки. Исследуются два подхода к прогнозированию, а именно, исследуются одноэтапная и многоэтапная, с использованием обратной связи, процедуры прогноза. В рамках первого подхода обучение сети предшествует каждому этапу прогноза, а в рамках второго – предшествует только первому этапу многоэтапной процедуры.

Горизонт предсказания любой модели прогноза зависит от того, насколько точно эта модель воспроизводит динамику временного ряда или системы, порождающей наблюдаемый процесс. В этой связи значим, в частности, и вопрос о горизонте предсказания моделей в форме искусственных нейронных сетей прямого распространения. Вопрос здесь заключается в том, насколько точно динамика процесса может быть представлена весовыми коэффициентами сети в отсутствие обратных связей. Конечно, в этом случае отсутствие обратных связей в какой-то степени компенсируется алгоритмами обучения типа обратного распространения ошибки. Немаловажное значение имеет и тот факт, что ошибки скрытых слоев оказываются зависящими от выходов сети, отвечающих значениям прогноза на разное число шагов вперед, то есть факт их смешивания.

По завершении обучения, многоэтапная процедура прогнозирования на втором и последующих этапах предполагает пополнение входных данных, выходными данными сети, (пополнение по шине обратной связи), при неизменных весовых коэффициентах сети. Ошибки прогноза естественно зависят от того, насколько размеры сенсорного слоя соответствуют характерной величине интервала временного ряда, по которому можно восстановить его динамику, что подтверждается графиками на рис. 1. При моделировании, результаты которого приведены рис. 1, в качестве функции активации выбран гиперболический тангенс.

Секция 4. Информационные технологии в образовании и производстве

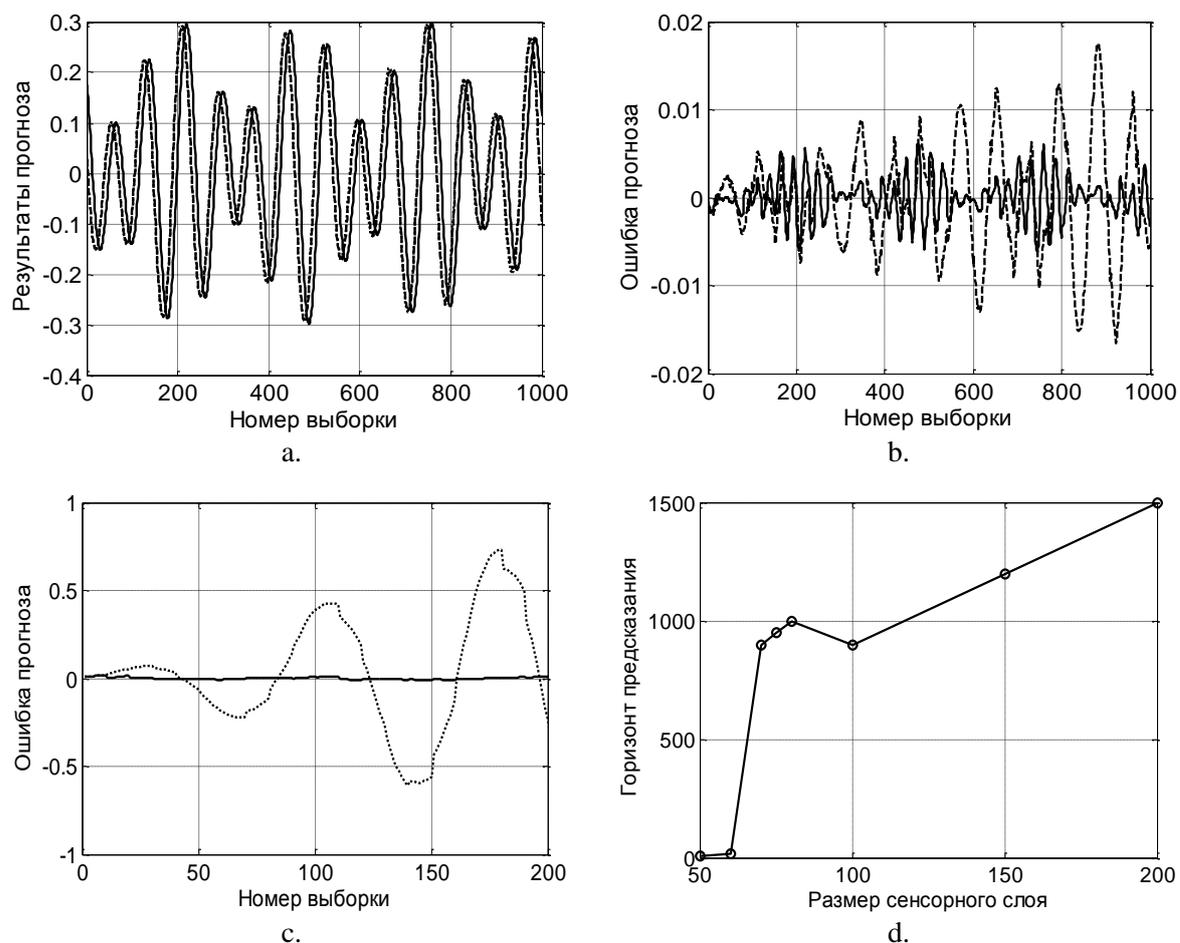


Рис. 1. Результаты моделирования: (a) – исходная зависимость и результат прогноза (размер сенсорного слоя 200); (b) – ошибка прогноза на 10 и 1000 шагов (размер сенсорного слоя 200); (c) – ошибка прогноза на 10 и 200 шагов (размер сенсорного слоя 60); (d) – зависимость горизонта предсказания от числа сенсоров

Результаты, приведенные на рис. 1, получены для нейронной сети с размерами скрытого и выходного слоя соответственно 110 и 10. На рис. 1 *a* приведена исходная зависимость (сплошная линия) и результат ее 100-этапного прогноза (пунктирная линия), практически совпадающий с одноэтапным прогнозом. Ошибки одноэтапного и 100-этапного прогноза изображены на рис. 1 *b* сплошной и пунктирной линиями. Входной слой в обоих случаях состоит из 200 нейронов. Картина изменяется с уменьшением размера входного слоя. При 60 сенсорных нейронах сети ошибки одноэтапного и 100-этапного прогноза изображены на рис. 1 *c* (сплошной и пунктирной линиями). При этом зависимость горизонта предсказания 100-этапного прогноза от размера сенсорного слоя по уровню 0,06 приведена на рис. 1 *d*.

Моделирование показало, что увеличению точности и горизонта предсказания способствует не столько число сенсорных нейронов, сколько соотношение размера окна данных, поступающих на сенсорный слой, с периодом или почти периодом прогнозируемой зависимости. Так, если для сети с 60-мя сенсорными нейронами горизонт предсказания может быть принят равным 10 (в крайнем случае – 20), то в случае 200-х нейронов он увеличивается до 1000 и более.

М.С. Иванов, Рябков П.В., Аганесов А.В., Дахужев А.С.
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
г. Воронеж ул. Краснознаменная 153
E-mail: point_break@rambler.ru

Сравнительная оценка развития информационных технологий вооружённых сил США и России в рамках концепции сетецентрических операций

Необходимость в пересмотре основ военной науки состоит в том, что изменившийся за последнее время характер угроз практически не оставил времени на принятие решений командирам всех уровней. Существовавшие ранее концепции противоборства и созданные на их основе вооружённые силы плохо приспособлены к противодействию угрозам нового времени. В настоящее время уже нет возможности тратить месяцы или даже недели на разработку планов применения войск и их развёртывание. Вместо этого необходимо применять силы уже в первые часы военного конфликта. При этом первыми будут применены те средства, которые воздействуют на цели, воздействие на которые способно произвести к желаемым эффектом и повлиять на дальнейшее поведение противника. Кроме того, вооружённые силы технически развитых государств имея высокоточное оружие и достаточно глобальные средства разведки, способны разведать и поразить цель с большой точностью, испытывают сложности в информационном комплексировании и управлении, для достижения превосходства в принятии решений [1, 2].

Существующая концепция развития вооружённых сил определяет приоритетные направления развития системы вооружения, такие как создание единой автоматизированной системы разведывательно-информационного обеспечения войск во всех звеньях управления, разработка и создание различных видов высокоточного оружия, роботизированных систем и комплексов, беспилотных летательных аппаратов, а также других комплектов оборудования, обеспечивающих применение образцов вооружения в режиме дистанционного управления.

Кроме того, предполагается создание боевой экипировки с элементами интеллектуальных систем, малогабаритных и сверхмалых средств вооружённой борьбы на основе микроминиатюризации и нанотехнологий [1, 3].

Ключевое положение новой, стратегической концепции НАТО осталось прежним: в области безопасности блок будет проводить политику с позиции силы. Теперь прямая военная конфронтация России с Североатлантическим союзом считается маловероятной. Однако в случае развязывания войны в Европе альянс, в соответствии с новой стратегией, не должен допустить потери своей территории. С самого начала военных действий операции он будет вести с решительными целями, которым должны отвечать мобилизационные мероприятия и мероприятия по переброске резервов [7].

За последние годы наивысший приоритет в программах военного строительства США получили именно те системы вооружения, которые отличаются высокой точностью, трудностью их обнаружения и повышенной дальностью. К таким системам, в частности, относятся крылатые ракеты морского и воздушного базирования (для нанесения ударов с рубежей, недоступных для средств обороны противника), самолеты, выполненные по технологии «стелс» (стратегические и тактические), беспилотные средства поражения (прежде всего для ударов по РЛС и космическим аппаратам воздушно-космической обороны), разведывательно-ударные комплексы (для поражения групповых бронетанковых, а также точечных высокозащищённых целей в глубине обороны противостоящей стороны). Новым этапом в развитии этих средств стали работы в области гиперзвуковых средств доставки, что к уже упомянутым качествам ВТО добавляет ещё одно важнейшее для воздействия на ядерный потенциал России качество – минимальное подлётное время. Постановка таких систем на вооружение фактически вернёт национальную безопасность России в положение 80-х годов XX века, когда в Европе были развёрнуты ракеты средней дальности, и время реагирования на военную угрозу снижалось до 8–10 минут [1, 4, 7].

Что имеет российская армия по реализации «сетецентрической» концепции (по результатам анализа грузинской войны 2008 г. с точки зрения военных аналитиков М. Клейн – сотрудницы немецкого Института международной политики и безопасности, и Р. Макдермотта – сотрудника одного из управлений Командования подготовки и научных исследований СВ США) [1]:

- не хватает систем дальнего радиолокационного обнаружения и управления, БПЛА и средств разведки типа американской объединённой радиолокационной разведывательной системы J-STARS;

Секция 4. Информационные технологии в образовании и производстве

- в распоряжении ВС РФ имелись либо технически и морально устаревшие комплексы, либо трудно перенацеливаемые средства без возможности быстрой передачи собранной разведывательной информации.

Это стало причиной несвоевременного вскрытия системы ПВО Грузии.

В ходе военных действий на Балканах США и НАТО использовали около 120 спутников различного назначения, в том числе 36 спутников связи, 35 – разведывательных, 27 – навигационных и 19 – метеорологических [5].

Все военнослужащие США в зоне боевых действий имели приёмники GPS, способные точно определить местонахождения бойца в любой точке и в любых условиях. В Югославии впервые использовались GPS для наведения ВТО в таких масштабах независимо от погоды и времени суток. Для выполнения поставленных задач командование НАТО создало авиационную и морскую группировки в составе свыше 950 самолетов, из них около 480 боевых и 30 разведчиков, 3 авианосца и около 50 других боевых кораблей. За период проведения воздушной операции удары наносились более чем по 30 городам и населённым пунктам Югославии. Анализ действий боевой авиации и применения крылатых ракет в ходе операций НАТО свидетельствует о том, что в Югославии применялись формы и способы их использования, опробованные в войне в Персидском заливе (1991-1992 гг.), в Боснии и Герцеговине (1994-1995 гг.), а также в ходе операции "Лиса в пустыне" против Ирака (декабрь 1998 г.) [5].

В конфликте с Грузией существенные проблемы имелись с системами связи и передачи данных, что привело к невозможности эффективного управления войсками [7]. Подразделения ВВС и СВ действовали без какой-либо координации и взаимодействия, что не позволило сформировать действительно объединённую группировку, хотя это одно из неотъемлемых условий проведения операций в соответствии с принципами «сетевых» концепций [6].

Проведённый анализ основывается на конфликтах десяти, пятнадцатилетней давности. Авторам хотелось обратить внимание на отставание развития вооружённых сил России в начале XXI века, что бы рассматривая сегодняшнее состояние информатизации вооружённых сил можно было выделить динамику в развитии информационно-технического, сетецентрического и других видов современного обеспечения вооружённых сил.

В течении нескольких последних лет вооружённые силы России позиционируются нашим «партнёрам», как высокотехнологичные, обученные, хорошо экипированные и подготовленные, что в большинстве своём соответствует действительности. В современной геополитической ситуации как, в общем, и всегда у России только два союзника «Армия и Флот».

Литература

1. Бобков Ю.Я., Тютюнников Н.Н. Концептуальные основы построения АСУ Сухопутными войсками ВС РФ: монография. – М.: Издательство «Палеотип», 2014. – 92 с.
2. Гриняев С.Н. Поле битвы – киберпространство. Теория, приёмы, средства, методы и системы ведения информационной войны / С.Н. Гриняев. – М.: Харвест, 2004. – 426 с.
3. Пирумов В.С. Информационное противоборство // Москва. – 2013. – 252 с.
4. Цымбал В.И. О концепции информационной войны // Информационный сборник «Безопасность». – 1995. – № 9. – С. 21-23.
5. Самардак В.А. Вооруженная борьба и ее развитие в XXI в. часть 1. год. URL: <http://www.almanacwhf.ru/> (дата обращения 22.01.2014).
6. Богданов А.Е., Попов С.А., Иванов М.С. Перспективы ведения боевых действий с использованием сетевых технологий // Военно-теоретический журнал «Военная мысль». – 2014. – №3. – С 3-13.
7. Иванов М.С., Попов С.А. Применение теории сетевых войн войсками НАТО // Охрана, безопасность, связь 2013: материалы международной научно-практической конференции. Часть 2. – Воронеж: Воронежский институт МВД России. – 2014. – С157-164.

Алгоритм аудио микширования для использования в системах с массово-параллельной архитектурой

Хотя графические процессоры достаточно производительны, существует несколько проблем в использовании их для аудио микширования, которые связаны с архитектурой и ограниченностью функционала.

Во-первых, пропускная способность шины между графическим процессором и основной памятью, которая меньше, чем между основным процессором и основной памятью. Поскольку общие вычисления на GPU базируются на 3D рендеринге, скорость записи обычно выше, чем скорость чтения. Такая асимметрия делает процедуру считывания результата достаточно продолжительной [1].

Во-вторых, общие вычисления на GPU базируются на 3D моделях, различные задачи требуют различных настроек GPU, таких как 3D модели, трансформирующие матрицы и программы шейдеров. Также CPU вынужден периодически проверять статус GPU.

В-третьих, недостатком GPU является производительность в логических операциях. Как известно, CPU отслеживает ветвления, GPU же работает по другому: каждая ветка ветвления сначала выполняется, а потом уже выбирается нужный результат. Это делает распараллеливание легче, но требует больше ресурсов.

И наконец, набор инструкций GPU несовместим с набором CPU. Кроме того, время выполнения и длина кода лимитированы. Все это делает сложным перенос существующих алгоритмов на GPU.

В разрабатываемом алгоритме предлагается загрузка единой текстуры. В качестве примера представлен первый проход алгоритма. Входные данные содержат n семплов последовательностей размером L байт и n коэффициентов затухания. Используется два текстурных буфера формата RGBA. Текстура T1 имеет размерность $[L/4]*n$ и хранит все семплы последовательностей в линию. Текстура T2 имеет размерность $1*n$ и хранит коэффициенты затухания. Координаты всех текстур приведены в таблице 1.

Таблица 1. Координаты текстур

Вершины	Координаты текстуры T1	Координаты текстуры T2
(-1, -1, 0)	(1/2w, 1)	(0.5, 1)
(1-2/(w+1), -1, 0)	(1, 1)	(0.5, 1)
(-1, 1, 0)	(1/2w, 0)	(0.5, 0)
(1-2/(w+1), 1, 0)	(1, 0)	(0.5, 0)

Аудио микширование производится независимо для каждого пикселя. Процесс микширования для пикселя с координатам (x,y) приведено в виде псевдокода, показанного ниже

```
float2 ptCur=pt.t0 ;
for(int y=0 ; y<TOTAL_SOURCE ; y++)
if(y!=pt.v.Y)
{
ptCur.y=(Y+0.5)/TOTAL_SOURCE;
iSum += decodePCMU(tex2D(s[0], ptCur)*256);
}
int4 w = tex2D(s[1], pt.t1)*256 ;
iSum=iSum * w.b/16;
```

Текстурные координаты пикселя (x,y) рассчитываются путем интерполяции текстурных координат вершин. Исходя из таблицы 1, текстурная координата для T1 или pt.t0 должна быть (X,Y), а для T2 или pt.t1 – (0.5,Y). Pt.t0 указывает на семпл, для которого производятся текущие преобразования микширования, данный семпл назовем «точкой прицеливания». Для исключения появления эха другая текстурная координата ptCur ограничена по доступу T1 вместо pt.t0.

Секция 4. Информационные технологии в образовании и производстве

Составляющая x текстуры $ptCug$ идентична текстуре $pt.t0$, а составляющая y рассчитывается из циклической переменной, которая обозначает каждый источник звука. В цикле регистр положения v используется, чтобы пропустить «точку прицеливания». Наконец, коэффициенты затухания считываются из текстуры $pt.t1$. Поскольку коэффициент хранится в первом байте, выборка производится только по синей составляющей.

Тестовые входные данные для микширования представляют собой 8 последовательностей по 320 семплов. Все семплы сгенерированы случайно. В качестве тестового стенда использован компьютер с процессором Intel Core i3-4130, 4 ГБ оперативной памяти, графическая карта NVIDIA GeForce GT730. Результаты для CPU и GPU на выходе идентичны. Время работы алгоритма и дисперсия результатов приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты тестирования

Вычислительное устройство	Время работы алгоритма, мс	Дисперсия результатов
CPU	1.351	3.757
GPU	2.226×10^{-1}	1.426×10^{-3}

Результаты тестирования показывают, что GPU требуется в шесть раз меньше времени на обработку данных, чем CPU. Однако GPU использует только 44.1% времени на вычисления, остальное тратит на операции ввода/вывода, тогда как CPU использует 99.8% времени на вычисления.

В данной работе представлен алгоритм аудио микширования для использования вычислений общего назначения на графических процессорах. Главное его достоинство – это комбинирование множества этапов микширования путем использования двухпроходного рендера, что существенно снижает время переключения между буферами. Использование для расчетов одной текстуры повышает эффективность операций ввода/вывода. Хотя операции ввода/вывода занимают приблизительно половину времени вычислений, данный алгоритм достаточно производителен и пригоден для практического использования.

Литература

1. Колпаков А.А. Теоретическая оценка роста производительности вычислительной системы при использовании нескольких вычислительных устройств / Колпаков А.А. // В мире научных открытий, 2012. – №1. – С. 206-209.
2. Кропотов Ю.А., Ермолаев В.А. О корреляционном оценивании параметров модели акустических эхо-сигналов / Кропотов Ю.А., Ермолаев В.А.. // Вопросы радиоэлектроники, 2010. – №1. – С. 46-50.
3. Kropotov Y.A., Ermolaev V.A. Investigation of model parameters of acoustic echo correlation estimation method Proceedings of 20-th International Crimean Conference "Microwave & Telecommunication Technology" (CriMiCo'2010). Sevastopol, 2010, v.1, p. 422 - 423.

Вопросы корреляционного оценивания параметров модели эхо-сигналов

В простейшем случае [1] модель множественных отражений представляет собой систему формирования $K + 1$ неискаженных и задержанных на величину τ_k , $k = 0, 1, \dots, K$, копий известного сигнала $u(t)$. Формируемый с помощью этой модели эхо-сигнал описывается выражением

$$y_a(t) = \sum_{k=0}^K a_k u(t - \tau_k). \quad (1)$$

Оценивание задержки и интенсивности эхо-сигналов в различных каналах можно обеспечить посредством анализа взаимной корреляционной функции наблюдаемых на конечном интервале сигналов $u(t)$ и $y(t)$ [2]. Выборочная взаимная корреляционная функция с окном $w(t)$ записывается при этом в виде

$$\hat{R}_{uy}(t, \tau) = \begin{cases} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2-\tau} w(v)u(v)y(t, v+\tau)dv, & \tau \in [0, T], \\ \frac{1}{T} \int_{-T/2-\tau}^{-T/2} w(v)u(v)y(t, v+\tau)dv, & \tau \in [-T, 0]. \end{cases} \quad (2)$$

Функция $y(t, v)$ в этом выражении представляет собой локализованный на интервале $[-T/2, T/2]$ сигнал (1) и описывается формулой

$$y(t, v) = \begin{cases} y(t+v), & v \in [-T/2, T/2], \\ 0, & v \notin [-T/2, T/2]. \end{cases}$$

Задержки распространения эха определяются по точкам локальных максимумов взаимной корреляционной функции (2). В этих условиях представляется обоснованным применение модели с долговременными задержками. При этом число настраиваемых коэффициентов адаптивных фильтров можно заметно снизить. Дальнейшее развитие этого подхода приводит к идее применения многоканальной эхо-компенсации.

В простейшем случае модель множественных отражений, в соответствии с (1) описывается выражением $y_a(t) = \sum_{k=0}^r a_k u(t - \tau_k) = \sum_{k=0}^r a_k u(t - D_k T_0)$. Задача при этом заключается в определении параметров затухания a_k и запаздывания $\tau_k = D_k T_0$ для $r + 1$ каналов эхо-сигнала.

Взаимную корреляционную функцию (2) сигналов $u(t)$ и $y(t)$ можно записать в виде

$$\hat{R}_{uy_a}(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^T u(t)y_a(t+\tau)dt, \quad (3)$$

в этом случае можно принять, что оценки задержек $\hat{\tau}_k = \hat{D}_k T_0$ являются точками ее локальных максимумов, то есть получаются в результате решения задачи [2]

$$\hat{\tau}_k = \hat{D}_k T_0 \arg \operatorname{loc} \max_{\tau \in [0, T_M]} \hat{R}_{uy_a}(\tau). \quad (4)$$

Коэффициенты затухания a_k вычисляются по формуле

$$\hat{a}_k = \frac{1}{\hat{R}_{uu}(0)} \hat{R}_{uu_a}(D_k T_0). \quad (5)$$

Однако если эхо-сигнал наблюдается на фоне помехи $n(t)$, то корреляционная функция (3) примет вид

$$\hat{R}_{ux}(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^T u(t)y_a(t+\tau)dt + \frac{1}{T} \int_0^T u(t)n(t+\tau)dt. \quad (6)$$

Так как сигналы $u(t)$ и $n(t)$ являются независимыми, то второе слагаемое в выражении (6) равняется нулю: $E\{u(t)n(t+\tau)\} = R_{un}(\tau) = 0$. Тогда выражение (6) преобразуется к виду $E\{\hat{R}_{ux}(\tau)\} = E\{\hat{R}_{uy}(\tau)\}$, в соответствии с которым можно принять, что оценки задержки локальных максимумов, определяемые выражениями (4) и (5) для случая наличия помех $n(t)$ являются справедливыми.

Оценки затухания \hat{a}_k используются при нормировании входного сигнала $u(n)$ адаптивного фильтра, влияя и на его выходной сигнал и на его скорость сходимости. Оценки запаздывания $\hat{D}_k T$ обеспечивают, в соответствии с рис. 1, формирование входных сигналов коррелятора $u(n)$ из опорного сигнала $u_g(n)$.

Принцип оценивания этих параметров поясняется схемой, приведенной на рис. 1.

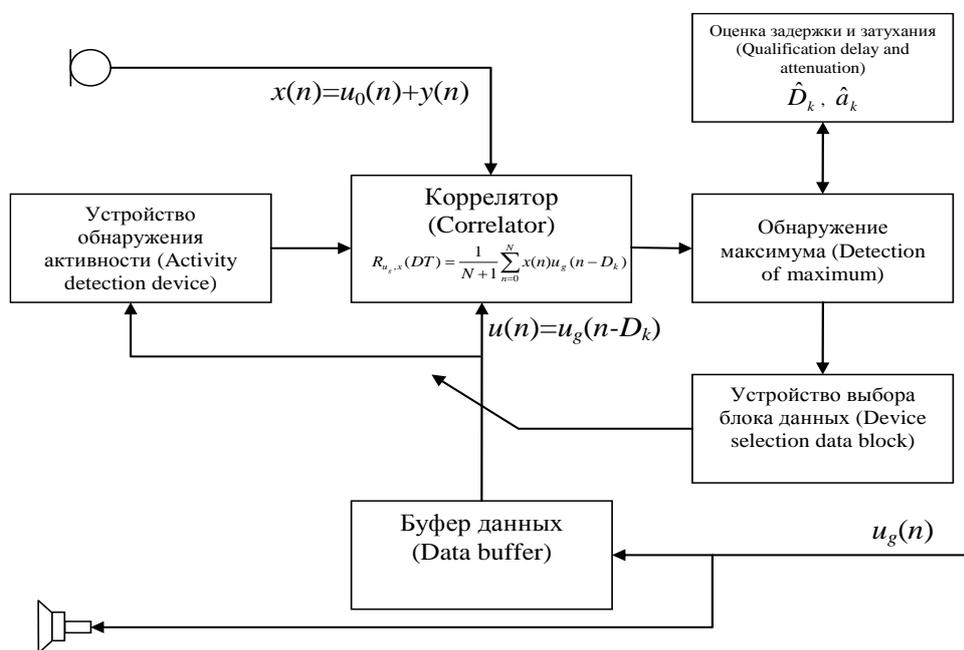


Рис.1. Схема оценивания долговременных параметров эха

Исследованные корреляционные характеристики эхо-сигналов, а также результаты корреляционно-экстремального оценивания долговременных параметров эха были верифицированы с использованием программно-сформированных тестовых и реальных речевых эхо-сигналов. Моделирование осуществлялось с использованием формул (4), (5). Была рассмотрена задача нахождения значимых каналов эха.

Литература

1. R.N. Sharma, A.K. Chaturvedi, G. Sharma. Multipath Delay Estimation for Acoustic Echo Channel. IEEE TENCON 2004, 2004, vol. 2, pp. 128-130.
2. Kropotov Y.A., Ermolaev V.A. About the correlation parameters estimation models of acoustic echo. Questions of radioelectronics, 2010, vol. 1, pp. 46 - 50.

Топологические методы распознавания пространственно-распределенных объектов и их взаимного расположения

Распознавание объектов является одной из самых сложных и интересных задач при работе с картами. Применяется множество различных методов для освоения данного направления, некоторые из которых приведены в [1,2]. Первоочередными задачами, стоящими перед проблемами распознавания, являются идентификация и классификация пространственных объектов различных типов, таких как «здания и сооружения» [3], «водоемы» [4], «транспортные средства» [5].

Особое внимание следует уделить распознаванию пространственно-распределенных объектов на основе топологических признаков. Данная группа имеет особые перспективы. Уход от привязки к координатам и задание геометрических типов данных в описания баз данных, хранящих объекты, будут являться новым шагом в развитии решения данной задачи. Расположение объектов относительно друг друга будет определяться топологическими отношениями в пространстве. Можно выделить следующие виды топологических отношений: пересечение пространственно-распределенных объектов; объект, содержащий в себе другой объект; соприкосновение объектов. Важным шагом является разработка правил и алгоритмов взаимоотношений пространственных объектов и их последующая реализация. Это позволит совершить существенный прорыв при интеграции геометрических типов в базу картографической информации и ускорит деятельность по работе с растровыми и векторными картами, а также с базами данных, которые на данный момент хранят информацию в координатах, что занимает существенный объем памяти и замедляет получение результатов запроса. Использование геометрических типов данных будет работать быстрее и будет занимать меньшее пространство в памяти.

Литература

1. Andrianov D.E., Ereemeev S.V., Kuptsov K.V. The review of spatial objects recognition models and algorithms // International Conference on Industrial Engineering, Procedia Engineering 129 (2015) 374 – 379
2. Купцов К.В., Буланова Ю.А. Исследование алгоритмов выделения объектов на изображении // Научный потенциал молодежи – будущее России. VI Всероссийские научные Зворыкинские чтения: сб. тез. докл. Всероссийской межвузовской научной конференции. Муром, 25 апр. 2014 г.- Муром: Изд.- полиграфический центр МИ ВлГУ, 2014. - С. 635 – 636
3. Чернов А. В., Титова О. А., Чупшев Н. В Автоматическое распознавание контуров зданий на картографических изображениях // Математические методы распознавания образов, 13-я всероссийская конференция, 30 сентября –6 октября 2007 г., г. Зеленогорск, Ленинградская область, сборник докладов, 424-427
4. Андрианов Д.Е., Еремеев С.В., Баринов А.Е., Титов Д.В. Алгоритмы поиска объектов по пространственным характеристикам в задачах муниципальных ГИС // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение, номер 2-3, 2012
5. Купцов К.В. Алгоритм поиска транспортных средств на высокоточных снимках в задачах анализа чрезвычайных ситуаций // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2 (2015) 50–58.

Подходы к автоматизации мониторинга состояния животных на основе комплексирования информации с электронных датчиков

В настоящее время применение информационных технологий как высокотехнологичных средств является необходимым условием для успешного функционирования и развития животноводческих предприятий.

Современные фермерские предприятия, осуществляющие переход к автоматизированным технологиям оснащаются разнообразными техническими и программными средствами автоматизации производства, комплексами сенсоров (датчиков), роботизированными системами.

Внедрение автоматизированных технологий позволяет решать следующие задачи:

- автоматизация процесса доения;
- контроль качества получаемого молока;
- управление процессом кормления и формирования рациона;
- управление стадом (контроль индивидуальных показателей животных, выявление животных с заболеваниями);
- мониторинг активности коров;
- выявление периода охоты у животных;
- учет и хранение ключевых показателей состояния животных, характеристик процессов функционирования животноводческого предприятия;
- селекция и многое другое.

Основными источниками данных, поступающих в автоматизированные информационные системы (АИС) для хранения и обработки, являются данные с разнообразных сенсоров, размещаемых как на животных, так и на объектах предприятия. Как правило, существующие подходы сравнивают данные с сенсоров с некоторыми нормативными показателями и затем принимаются управляющие решения [1, 2].

Применение существующих подходов к автоматизации мониторинга состояния животных на современных фермерских предприятиях не позволяет решить следующие проблемы:

- высокие квалификационные требования к менеджерам животноводческих предприятий;
- несвоевременное выявление животных с отклонениями в здоровье (в результате снижается оперативность принимаемых мер по изоляции и лечению животных);
- большие трудозатраты на анализ данных индивидуально по каждому животному;
- недостаточная степень достоверности получаемых результатов анализа состояния животных в результате использования неинвариантных ко времени данных с сенсоров, применяемых для оценки состояния животных;
- отсутствие возможности настройки существующих АИС с учетом особенностей конкретного фермерского хозяйства (т.е. показатели с сенсоров не инвариантны к условиям содержания стада).
- отсутствие экрана мониторинга для визуализации состояния всего поголовья животноводческого комплекса для выявления групп животных, находящихся в определенных состояниях.

Для решения проблем, связанных с отсутствием оперативного и достоверного мониторинга состояния животных на фермерских предприятиях, предлагается использование подходов, связанных с выделением и комплексированием (слиянием) признаков [3,4].

Применение данных подходов позволит обеспечить высокий уровень надежности получаемых результатов анализа данных.

В качестве основных результатов работы ожидается получить следующие результаты:

- методы выделения нормированных признаков (обладающих свойством инвариантности относительно параметра времени и условий содержания стада) для определения состояния животных, отличающиеся использованием статистических и накопленных данных с сенсоров по всем животным фермерского предприятия и позволяющие более достоверно идентифицировать животных с критическими значениями признаков;
- методы выделения комплексных признаков для определения состояния животных, основанные на комплексировании показателей с различных сенсоров, и обеспечивающие выявление

Секция 4. Информационные технологии в образовании и производстве

особенно важных состояний животных (мастит, тугодойность, недержание молока, заболевания конечностей и др.);

Литература

1. C. Kamphuis, H. Mollenhorst, J. A. P. Heesterbeek, H. Hogeveen. Detection of clinical mastitis with sensor data from automatic milking systems is improved by using decision-tree induction. *Journal of Dairy Science* Vol. 93 No. 8, 2010. Pages 3616 – 3627
2. H. Mollenhorst, L. J. Rijkaart, H. Hogeveen. Mastitis alert preferences of farmers milking with automatic milking systems. *Journal of Dairy Science* Vol. 95 No. 5, 2012. Pages 2523 – 2530
3. Vohra A.; Sarkar M.; Lee G. A smart transmission scheme for emergency data from a network of bio-sensors on the human body .*Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems (MFI)*, 2012 IEEE Conference on 13-15 Sept. 2012. Pages: 200 - 205
4. Jong-Hann Jean ; Jheng-Liang Wang. Development of an indoor patrol robot based on ultrasonic and vision data fusion. *Mechatronics and Automation (ICMA)*, 2013 IEEE International Conference on 4-7 Aug. 2013. Pages 1234 – 1238

К вопросу формирования оценок качества знаний студентов в автоматизированных контролирующих программах

Формирование объективных оценок для контроля качества знаний является одной из основных задач при разработке контролирующих программ [1,2]. С целью повышения объективности и точности, стремятся прибегнуть к многобалльной шкале, с последующим приведением к привычной, пятибалльной системе. В некоторой степени такой подход позволяет повысить объективность оценки, но в этом случае на преподавателя ложится трудоёмкая работа по высчитыванию баллов для отдельных тем и разделов, которая опять же строится на субъективной оценке сложности темы преподавателем. В повседневной жизни человек привык оценивать ситуацию не в условных баллах, а в неких, понятных всем, терминах: лучше, хуже, плохо, хорошо... Опираясь этими понятиями нет надобности с высокой точностью давать оценку в баллах, к тому же какую бы систему не применяли, хоть 100 балльную, повышается только видимая точность, так как степень субъективности остаётся очень высокой. Другими словами традиционный, математический аппарат оказывается малоприменимым для этих целей, гораздо более полно отвечает поставленной задаче, аппарат нечеткой логики, впервые предложенный Лофти Заде в 1968 году.

Применительно к нашей задаче, суть заключается в том, что каждая переменная может принимать не два значения, как в обычной логике, а несколько, этим значениям (термам) присваиваются имена, наиболее подходящие к решаемой задаче. Например, в случае формирования итоговой оценки, это могут быть: «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично», при необходимости легко добавить промежуточные оценки: «очень хорошо», «не очень хорошо» и т.д. Для оценки отдельных разделов темы, параграфов могут быть полезны термы: «лучше», «хуже», «еще лучше», «ещё хуже», «достаточно», «недостаточно». Количество термов между максимальным и минимальным уровнями оценок может колебаться от 2-3 до 10 и выше, однако не всегда увеличение числа термов даёт прирост точности, на практике их число обычно выбирается в диапазоне от 3 до 6. Конкретные значения термам в диапазоне от максимума до минимума присваиваются в процессе фазификации, в соответствии с выбранной функцией принадлежности, вид которой определяется для каждого конкретного применения. Функция принадлежности может быть линейной или нелинейной, например. Нелинейные функции принадлежности можно более точно подобрать под конкретную задачу, главное определиться с видом. Выбирая ту или иную функцию принадлежности можно в некоторой степени менять характер поведения оценки в зависимости от значения входных термов.

Как показали оценочные эксперименты, проведенные в учебных группах, линейная функция принадлежности не позволяет достигнуть максимума объективности в формировании итоговой оценки. Это связано с тем, что все оценки оказывают одинаковое влияние на итоговую и иногда аномально низкая или аномально высокая оценка может исказить картину. В практических же случаях хотелось бы уменьшить аномальное, случайное отклонение оценки в любую сторону. Другими словами, если обучаемый по некоторым темам имеет высокие оценки и вдруг получает случайно низкую оценку по малозначащей теме, это не должно сильно влиять на общий итог. И наоборот, слабый студент, случайно угадавший ответ на тест, не должен получить высшую оценку. В результате экспериментов, на наш взгляд наиболее приемлемой оказалась нелинейная функция принадлежности. Она позволяет заметно уменьшить влияние случайных погрешностей. Количественную оценку уменьшению погрешностей дать затруднительно, но по результатам эксперимента было очевидно, что более сильные студенты получали более высокие оценки, даже при наличии ошибок. Это дает возможность рекомендовать именно эту функцию принадлежности для формирования оценок, хотя не исключает и применение других. Например, разные задачи могут потребовать разные функции принадлежности. Для выявления наиболее сильных студентов требуется одна функция, для отсева наиболее слабых, другая, а для средней оценки успеваемости вполне может подойти и линейная.

После того, как термы определены и выбрана функция принадлежности определяется список правил по которым производится обработка входных сигналов, после обработки с помощью

Секция 4. Информационные технологии в образовании и производстве

обратной процедуры дефашификации, в соответствии с выбранной функцией принадлежности определяется итоговая оценка в привычной, например, пятибалльной форме.

Таким образом, задача преподавателя, при подготовке контролирующей программы, сведется к последовательной оценке всего материала, начиная с тем и кончая параграфами и даже отдельными абзацами, присвоить им значения в выбранных терминах, рассмотренных выше. Такой подход значительно упрощает процедуру подготовки материала к оценке, повышает объективность оценки и позволяет ослабить влияние аномально низкой или высокой оценок на результат.

Литература

1. Марголис А.А. Проблемы и перспективы развития педагогического образования в РФ // Психологическая наука и образование. - 2014. - №3
2. Е.А.Самойлова. Количественное представление результатов интеллектуальной деятельности школьников и учителей. Дистанционное и виртуальное обучение. №12, 2012г. Издательство: Издательство Современного гуманитарного университета, Москва

Определение оптимальной частоты дискретизации при представлении непрерывных процессов систем автоматизированного мониторинга

В автоматизированных системах мониторинга непрерывных процессов актуальна проблема определения оптимальной частоты и периода дискретизации временного ряда, отражающего изменение определенных параметров процесса, например концентраций загрязняющих веществ, полученных в ходе автоматизированного экологического мониторинга. Часто, экспериментально получают функцию изменений концентраций загрязняющих выбросов в виде временного ряда, представленного следующим выражением

$$M(k) = \sum_{k=0}^{N-1} M(k \cdot t_{\text{отсч}}),$$

где $t_{\text{отсч}}$ – период дискретизации в экспериментальном временном ряде.

Значение $t_{\text{отсч}}$ в экспериментальном временном ряде принимается в соответствии с ограничениями $t_{\text{отсч}} \ll T_{\text{техн.проц}}$ и $t_{\text{отсч}} \in \{1 \div 15\}$ сек, где $T_{\text{техн.проц}}$ – время реализации технологического процесса. Пример табличной функции отсчетов экспериментального временного ряда концентраций выбросов с периодом $t_{\text{отсч}} = 12$ сек приведен в сокращенном виде в таблице 1.

Таблица 1 – Таблица отсчетов концентраций испарений ацетона

i , номер отсчета	1	2	3	...	601	602	603	...	1198	1199	1200
$xi(t_i)$, сек	12	24	36	...	7212	7224	7236	...	14376	13988	14400
$yi [M(t_i)]$, мг/м ³	5,1	5,25	5,38	...	15,94	15,97	15,99	...	5,05	5,04	5,05

Определение минимальной частоты сбора данных об уровнях концентраций загрязняющих веществ осуществляется путем определения верхней частоты спектра дискретной функции $M(i \cdot t_{\text{отсч}})$ по ее спектральной функции представленной в виде отсчетов коэффициентов ДПФ, вычисленных методом дискретного преобразования Фурье (ДПФ).

Вычисления коэффициентов ДПФ последовательности конечной длины из N отсчетов концентраций загрязняющих выбросов и, соответственно, вычисление значений функции спектральной плотности процесса осуществляется по выражению [1]:

$$S(jl2\pi f_1) = \frac{1}{N} \sum_{l=0}^{N/2} \sum_{k=0}^{N-1} M(k) e^{-j \frac{2\pi}{N} l \cdot k}, \quad (1)$$

где $S(l \cdot f_1)$ -коэффициенты ДПФ спектральной плотности временного ряда из N отсчетов в l -равномерно распределенных точках на половине единичной окружности Z -плоскости, l – номер точки на окружности единичного радиуса Z -плоскости [2], в которой вычисляются коэффициенты спектральной плотности $S(l \cdot f_1)$, $l=0,1,\dots,N/2$, $f_1 = \frac{F_o}{N}$ - частотный интервал разрешения

спектральной функции по частоте, $F_o = \frac{1}{t_{\text{отсч}}} = 0,083$ Гц.

Для повышения разрешения спектральной функции по частоте [2], представленной коэффициентами ДПФ через частоту разрешения f_l , производится уменьшение частоты разрешения f_l дополнением временного ряда нулевыми отсчетами, т.е. число отсчетов временного ряда увеличивается с $N=1200$ до $N_l=2400$. В этом случае частотный интервал разрешения спектральной функции определяется выражением

Секция 4. Информационные технологии в образовании и производстве

$$f_1 = \frac{F_0}{N_1} = \frac{0.083 \text{ Гц}}{2400} = 0,347 \cdot 10^{-4} \text{ Гц}.$$

В соответствии с выражением (1), вычисляются значения модулей коэффициентов ДПФ $S(l \cdot f_1)$ в следующих точках оси частот: $S_0(0)$, $S_1(0,0000347)$, $S_2(0,0000694)$, $S_3(0,0001041)$... $S_l(l \cdot f_1) = S_l(l \cdot 0,347 \cdot 10^{-4})$.

График коэффициентов ДПФ в точках оси частот lf_1 при значениях $l=0,1,2,\dots,7$, приведен на рис. 1.

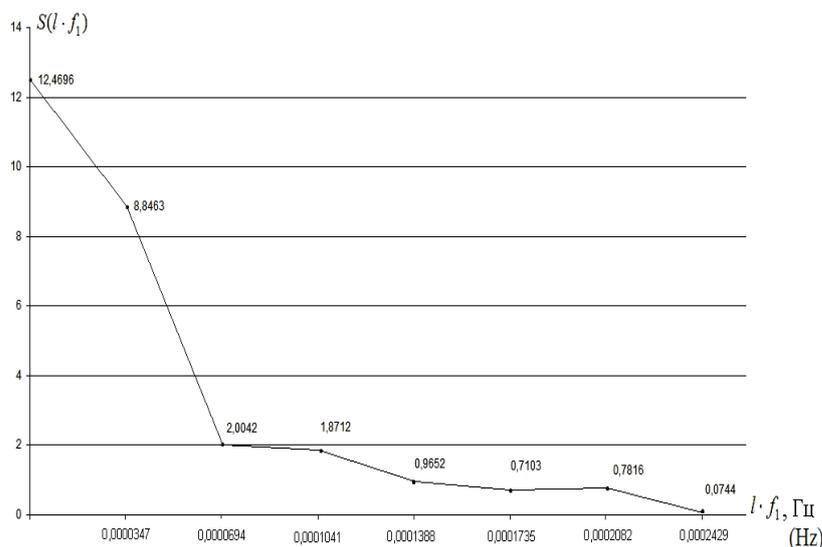


Рис.1. График значений коэффициентов ДПФ

Абсцисса точки, при которой значение $S(l \cdot f_1)$ приближается к нулю принимается равной нулю с погрешностью до 1%, определяет верхнюю частоту спектра временного ряда $F_g = 7f_1$. Максимально допустимое значение периода дискретизации T_{\max} соответственно определяется по формуле

$$T_{\max} = \frac{1}{2F_g} = \frac{1}{14f_1} = 2057,6 \text{ сек.} = 34,3 \text{ мин.} \quad (2)$$

Согласно (2) период процесса, представленного в таблице 1, принимается в соответствии с условием $T \leq T_{\max}$.

Литература

1. Рабинер, Л. Теория и применение цифровой обработки сигналов / Л. Рабинер, Б. Гоулд. – М.: «МИР», 1978. – 848с.
2. Проскураков А.Ю. Автоматизированная система мониторинга загрязняющих выбросов промышленных производств на локальном уровне: Автореф. дис. канд. техн. наук. - ОРЕЛ: Госуниверситет – УНПК, 2014. - 16 с.

Е.В. Шарапова
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Россия, Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, 23
E-mail: sharapovamivlgu@gmail.com

Понятие нечеткого дубликата текста

С развитием и глобальным внедрением в человеческую жизнь информационной сети Internet особо остро проявилась проблема определения первоисточника текста. Является ли документ оригинальным или он копия другого документа, или конфигурация документов? Такая задача стоит в сфере обучения перед преподавателями, а также в сфере авторского права перед правообладателем на текст. Самым важным в этой задаче является определение факта заимствования в одном тексте из другого текста. Эта задача может быть решена проще, если документы систематизировать по типу и мере использованных в нем заимствований. В связи с этим различные копии и дубликаты документов условно можно поделить на 3 группы:

1) Копия документа (полный дубликат документа) – это второй его экземпляр, то есть дубликат в классическом его понимании, с сохранением содержания и всех особенностей форматирования текста.

Чаще всего копия используется для того, чтобы размножить существующий документ. Распознать, что копия – это дубликат другого текста, не представляет труда. Например, когда мы делаем ксерокопию документа, второй получившийся его экземпляр – это копия документа (полный дубликат документа). Или, когда мы копируем файл из одной папки в другую, получившаяся копия во второй папке – это полный дубликат документа.

2) Неполный дубликат – это частичный дубликат текста, то есть его часть, которая взята из текста с сохранением всех особенностей форматирования и содержания, и вставлена в другой текст, возможно, в текст другого автора.

Неполным дубликатом может являться как одна страница текста, так и его абзац, а также половина всего текста или другое его количество. Главное условие неполного дубликата – абсолютное сохранение содержания оригинала. Такой вид дубликата сложнее поддается распознаванию, нахождению в тексте другого автора, потому что не всегда можно определить, откуда взят определенный кусок текста. Например, когда студент составляет определенный реферат по какому-то предмету и вставляет кусок текста из документа, находящегося, например, в сети Internet, без исправлений и редактирования в свой реферат, то таким образом студент создает у себя в реферате неполный дубликат другого текста, кусок из которого он взял. Таких кусков различного размера студент может набрать несколько в своем реферате, тем самым создавая неполный дубликат нескольких различных текстов.

Самый сложный для обнаружения вариант дубликата – это нечеткий дубликат.

3) Нечеткий дубликат – это комбинация различных вариантов переделанных каким-то образом неполных дубликатов текстов.

Нечеткий дубликат текста может быть изначально неполным дубликатом, но переделанным настолько, что невозможно будет понять, что в новом, переделанном тексте есть какие-либо скрытые заимствования из других источников информации. Если воспользоваться предыдущим примером о студенте с рефератом, то в случае, если он переделает свой реферат – неполный дубликат различными способами и вариантами, то его работа уже становится нечетким дубликатом тех заимствованных текстов, которые он использовал в своей работе над рефератом.

Такое условное разделение дубликатов дает возможность систематизировать различного типа дубликаты текстов, а также автоматизировать решение проблемы поиска заимствований в документах.