

$$MS_8 = t_{ПВ} \sum_{k=0}^{\infty} \int_{t_k}^{t_{k+1}} \left\{ \sum_{i=k+1}^{\infty} [\Phi(t_{i+1}) - \Phi(t_i)] + \sum_{i=k+1}^j P_{ПН}(\overline{t_1, t_{i-1}}; t_i | \vartheta) \right\} dF(\vartheta). (19)$$

Для доведення співвідношень (14)-(19) достатньо в виразах (1)-(3) та (6)-(8) підставити значення $T = \infty$ та $N = \infty$.

Висновки

Розроблено метод побудови моделей процесу ТОiP РЕС ПС на "нескінченному інтервалі планування ТО", що дозволяє отримати показники ефективності експлуатації РЕС з урахуванням наявності як прихованих, так і явних відмов. Визначені стани, в яких може перебувати РЕС в процесі післягарантійної експлуатації. З доведеної теореми 1, отримані математичні вирази для розрахунку середньої тривалості перебування LRU в кожному з станів при

довільному законі розподілу часу безвідмовної роботи на нескінченному інтервалі часу планування ТО. Дані вирази, на відміну від відомих, враховують не тільки показники достовірності багаторазового КР і його періодичність, а й зовнішній прояв відмов, тобто наявність явних і прихованих відмов.

Список літератури

1. Навігаційне забезпечення ЗС України з використанням космічних систем / Козелков С.В., Неділько С.М., Храцевський Р.В., Козелкова К.С. / монографія. – Кіровоград: КЛА НАУ, 2013.
2. Документ ІКАО (Doc 9760-AN/967) «Руководство по летной годности»
3. Чинючин Ю.М., Полякова И.Ф. Основы технической эксплуатации и ремонта авиационной техники. Часть 2.М.: МГТУ ГА, 2006. - 74 с.

Поступила в редакцію 08.09.2014

Рецензент: д.т.н., проф. В.А. Краснобаев, ПолтНТУ імені Юрія Кондратюка, Полтава.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРИ СЛУЧАЙНОМ ЗАКОНЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАРАБОТКИ LRU ДО ОТКАЗА

С.В. Рагулин

В статье разработана математическая модель при случайном законе распределения наработки LRU до отказа. Полученные математические выражения для расчета средней продолжительности пребывания LRU в каждом из состояний при произвольном законе распределения времени безотказной работы на бесконечном интервале времени планирования ТО.

Ключевые слова: эффективность, математическое ожидание, ложный отказ, техническое обслуживание

MATHEMATICAL MODEL OF ACCIDENTAL LAW OF DISTRIBUTION HOURS LRU TO FAILURE

S.V. Ragulin

In this paper a mathematical model for random distribution law developments LRU to failure. The resulting mathematical expressions to calculate the average length of stay LRU in each state for an arbitrary distribution law uptime on an infinite time interval TO planning.

Keywords: efficiency, expectation, false failure, maintenance.

УДК 623.51

Ю.Н. Рябуха

Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков

МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ СТЕПЕНИ ИНФОРМАТИВНОСТИ СЕМАНТИЧЕСКОГО СОДЕРЖАНИЯ СЕГМЕНТА ВИДЕОКАДРА

Проводится обоснование того, что для повышения доступности и целостности видеoinформационного ресурса (ВИР) в системе интеллектуальной обработки требуется учитывать требования относительно эффективности маскирования контурной информации. Излагаются этапы создания метода интеллектуальной обработки видеоданных с учетом оценки степени информативности семантического содержания видеоснимка и последующей дифференцированной обработкой, направленной на сохранение контурной информации. Разрабатывается метод идентификации степени информативности семантического содержания ВИР, содержащий систему решающих правил и метрику относительно классификации сегментов маски по их контурной информации

Ключевые слова: семантическая информативность видеокadra, видеoinформационный ресурс.

Введение

Постановка проблемы. Разработка и исследование технологий обработки изображений [1 - 3] показывает, что основным подходом, применяемым

на практике для повышения эффективности обработки, является предварительный анализ и последующая обработка изображений, которая зависит от результата предварительного анализа (фильтрации, повышения резкости, уменьшения шума и т.д.).

Главным недостатком данных технологий является участие в процессе обработке лица принимающего решения или группы экспертов (выбор метода предварительного анализа, промежуточная оценка результатов, выбор последующего способа обработки и т.д.). Это является неприемлемым для практической реализации в системах автоматической обработки видеoinформационного ресурса для бортовых средств.

Для повышения эффективности синтаксического описания семантической оценки ВИР предлагается выполнять последовательность этапов дифференцированной обработки сегментов видеоснимков с введением интеллектуального анализа, а именно [4]:

а) обнаружение и локализация семантически значимой информации в видеоизображениях (функциональные преобразования F_M и $F(I)_{pp}$);

б) выполнение сегментного анализа видеоизображений с идентификацией семантической сложности по степени насыщенности контурами (функциональные преобразования $F(I)_{oc}$ и $F(I)_{ci}$);

в) создание адаптивной дифференцированной обработки сегментов видеоизображений с учетом идентификации степени информативности их семантического содержания (функциональные преобразования $F(S)_{огр}$, $F(\Psi^{(r)})$, $F(\Psi^{(r)})_k^{(r)}$ и $F(L)$) [5].

Отсюда **цель исследований** заключается в разработке метода идентификации семантической информации сегмента видеокadra как составляющей системы интеллектуальной обработки ВИР.

Основной материал

Предлагается для снижения временных затрат использовать однокаскадную схему маскирования с последующим дифференцированным прописыванием и сохранением необходимой контурной информации. При выборе однокаскадной схемы маскирования предлагается учитывать такие требования:

1) увеличение количества правильно выделенных контурных элементов (высокий уровень детектирования);

2) повышение степени локализации контуров с одновременной идентификацией степени семантической информативности сегментов изображений по степени насыщенности контурами;

3) обеспечение условий для сохранения необходимой контурной информации с одной стороны и снижение временных затрат на обработку для семантически незначимых сегментов – с другой стороны.

4) обеспечения информацией для управления процессом обработки видеоизображений путем выбора технологической линии и параметров методов преобразования данных.

Данные требования относительно создания метода интеллектуальной обработки ВИР с выделением информативной семантической информацией и после-

дующей дифференцированной обработкой необходимы для повышения доступности и целостности видеoinформационного ресурса видеоконференцсвязи.

Метод интеллектуальной обработки ВИР с учетом оценки степени информативности семантического содержания видеоснимка и последующей дифференцированной обработкой, направленной на сохранение контурной информации **предлагается** строить на основе реализации **концепция интеллектуальной обработки** ВИР. Концепция направлена на идентификацию степени информативности семантического содержания сегментов ВИР. Идентификацию предлагается реализовывать на основе обработки и анализа контурной информации сегментов с использованием системы решающих правил. Сюда входят следующие базовые этапы: оцениваемую по его контурной информации, которая получается по его синтаксическому представлению.

1. Однокаскадное маскирование, направленное на формирование контурной информации $M_{инф}$ по синтаксическому представлению S исходных сегментов. Здесь реализуются такие функциональные преобразования

$$F_M : S \rightarrow M_{cc} ; \quad F(I)_{pp} : M_{cc} \rightarrow M_{инф} ,$$

где $F(I)_{pp}$ - система решающих правила для оценки выделенных маскированных объектов относительно принадлежности информативным $M_{инф}$ или незначимым сегментам.

2. Идентификация степени семантической информативности сегментов видеоснимков. Данный этап **предлагается** реализовывать на основе оценки контурной насыщенности сегментов с использованием структурных количественных метрик. Результатом такой обработки является идентификация сегментов относительно уровня информативности содержащегося в них семантического содержания.

Данная концепция необходима для:

- получения оценки семантического содержания сегментов ВИР с позиции анализа соответствующих масок контурной информации;

Для этих целей необходимо использовать метод, обеспечивающий не пропуск реальных контуров (минимальное (максимальное) значение ошибки 2-го рода (чувствительности)). Для первого каскада предлагается использовать методы Собела или Лапласиана (LoG),

- синтеза метрики для оценки информативности семантического содержания сегмента по его контурной информации;

Здесь требуется учесть такие структурные характеристики как: количество двоичных перепадов, длина двоичных серий и др.)

- установления соответствия между степенью семантической информативности и значением структурной метрики.

В результате формирования маски $M_{\text{инф}}$, содержащей информацию о позиционном множестве контурных элементов, формируется оценка семантического содержания сегментов видеокладов. В свою очередь маска $M_{\text{инф}}^{(k;\ell)}$ для $(k;\ell)$ -го сегмента представляет собой двумерный двоичный объект, т.е.

$$M_{\text{инф}}^{(k;\ell)} = \{m_{i,j}^{(k;\ell)}\}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n},$$

где $m_{i,j}^{(k;\ell)}$ - $(i;j)$ -й элемент маски для $(k;\ell)$ -го сегмента видеоклада; n - линейный размер маски.

Это создает возможность для оценки структурной сложности сегмента, учитывая в основном контурную информацию.

Рассмотрим разработку методов $F(I)_{\text{оц}}$, реализующего систему правил и метрик для оценки степени информативности семантического содержания ВИР. Для выбора метрики оценки семантической сложности сегмента ВИР по его контурной информации необходимо учитывать следующие требования:

- 1) информативность метрики относительно оценки семантической информативности сегмента;
- 2) чувствительность метрики относительно изменений степени насыщенности сегмента маски контурной информацией;
- 3) интегрированность в двумерном пространстве, т.е. учет 2-мерной структуры контурной информации;
- 4) простота оценки с позиции алгоритмической реализации;

5) наличие возможности создания технологии обработки, учитывающей особенности выявления контурной информативности по выбранной метрике.

В качестве подхода для синтеза метрики оценки контурной информативности предлагается использовать характеристики, учитывающие структурные особенности двоичных масок, а именно:

- наличие контурного элемента на позиционной координате в сегменте $M^{(k;\ell)}$ маски;
- изрезанность двумерного двоичного поля переходами из фонового состояния в контурный элемент;
- наличие топологической взаимосвязи между контурными элементами.

Условимся принимать наличие контурного элемента на позиционной координате $(i;j)$ как элемент, имеющий значение равное единице, т.е. $m_{i,j}^{(k;\ell)} = 1$. Соответственно фоновый или семантически незначимый элемент маски будет иметь значение равное нулю, т.е. $m_{i,j}^{(k;\ell)} = 0$, где $m_{i,j}^{(k;\ell)}$ - $(i;j)$ -й элемент для $(k;\ell)$ -го сегмента маски видеоклада.

Для учета структурных особенностей маски контурной информации *предлагается* в качестве составляющих метрики использовать наборы весовых указателей. Под весовым указателем позиции с

координатами $(i;j)$ будем понимать величину $\theta_{i,j}$ несущую информацию о наличии контурного элемента либо в i -й строке либо в j -м столбце. Соответственно метрика информативности сегмента по контурной информации будет задаваться как сумма весовых указателей по всем позициям маски.

Достоинства такого подхода в оценке структурной сложности сегмента по контурной информации состоят в следующем:

1) в отличие от простого суммирования количества базовых элементов позволяет учитывать двумерность топологии контурной информации и взаимосвязи между ее элементами;

2) простота вычислительной оценки метрики (используются только операции арифметического сложения).

Определение структурной интегрированной метрики в двумерном пространстве для оценки степени контурной информативности сегмента базируется на следующих этапах:

- первый этап состоит в определении признаков наличия контурных элементов в строках маски $M^{(k;\ell)}$ сегмента. Это задается выражением:

$$\theta_i = \begin{cases} 0, \rightarrow \omega_i = \sum_{j=1}^{v_{\text{см}}} m_{i,j}^{(k;\ell)} = 0; \\ 1, \rightarrow \omega_i = \sum_{j=1}^{v_{\text{см}}} m_{i,j}^{(k;\ell)} \geq 1; \end{cases} \quad i = \overline{1, v_{\text{см}}}.$$

Здесь θ_i - признак наличия контурного элемента в i -й строке; $v_{\text{см}}$ - линейный размер сегмента маски контурной информации;

- второй этап заключается в нахождении признаков наличия контурных элементов в столбцах $(k;\ell)$ -го сегмента маски, что описывается как

$$\theta_j = \begin{cases} 0, \rightarrow \omega_j = \sum_{i=1}^{v_{\text{см}}} m_{i,j}^{(k;\ell)} = 0; \\ 1, \rightarrow \omega_j = \sum_{i=1}^{v_{\text{см}}} m_{i,j}^{(k;\ell)} \geq 1; \end{cases} \quad j = \overline{1, v_{\text{см}}},$$

где θ_j - признак наличия контурного элемента в j -м столбце текущей маски;

- третий этап сводится к определению признака наличия контурного элемента на позиционной координате $(i;j)$ двоичной маски. Данный этап описывается такой системой:

$$\theta_{i,j} = \begin{cases} 0, \rightarrow \theta_i + \theta_j = 0; \\ 1, \rightarrow \theta_i + \theta_j \geq 1, \end{cases}$$

где $\theta_{i,j}$ - признак наличия контурного элемента на $(i;j)$ -й позиционной координате сегмента маски;

- на четвертом этапе проводится расчет количественной метрики $\rho(F_M, F(I)_{\text{рп}})^{(k;\ell)}$ для оценки

уровня семантической информативности $(k; \ell)$ -го сегмента маски видеокadra. Для чего предлагается использовать следующее выражение

$$\rho(F_M, F(I)_{pp})^{(k; \ell)} = \sum_{i=1}^{v_{cm}} \sum_{j=1}^{v_{cm}} \theta_{i,j}.$$

Величина $\rho(F_M, F(I)_{pp})^{(k; \ell)}$ зависит не только от структурного содержания $(k; \ell)$ -го сегмента маски видеокadra, но и от метода маскирования F_M и от системы $F(I)_{pp}$ пороговых правил для отнесения выявленной контурной информации к значимой.

Полученное выражение позволяет оценить информативность сегмента видеоснимка по его маски контурной информации. В свою очередь для идентификации сегмента видеокadra по степени семантической информативности необходимо использовать классифицирующее правило. Предлагается оценивать степени информативности сегмента в процентах относительно максимально возможного (теоретического предела) уровня информативности. Для двоичной маски таким теоретическим пределом будет полная наполненность ее единичными (контурными элементами). Это соответствует случаю, когда весь сегмент содержит в себе часть контура объекта. Количественно такой предел для размера сегмента $(v_{cm} \times v_{cm})$ вычисляется как

$$\log_2 2^{v_{cm} \cdot v_{cm}} = v_{cm} \times v_{cm}.$$

Тогда правило идентификации задается следующим соотношением:

$$\eta(F_M, F(I)_{pp})_{исм}^{(k; \ell)} = \left(1 - \frac{\rho(F_M, F(I)_{pp})^{(k; \ell)}}{v_{cm} \cdot v_{cm}}\right) \cdot 100\% \leq P_{исм},$$

где $P_{исм}$ - пороговое значение для идентификации степени семантической информативности сегмента маски; $\eta(F_M, F(I)_{pp})_{исм}^{(k; \ell)}$ - степень семантической информативности $(k; \ell)$ -го сегмента по его контурной информации.

Исходя из практических расчетов, *предлагается* в качестве порогового уровня $P_{исм}$ выбирать 70%. С одной стороны такой уровень порога обусловлен тем, что количество единичных значений весовых указателей $\theta_{i,j}$ будет больше, чем количество контурных элементов в сегменте маски. С другой стороны такой пороговый уровень диктуется сохранением целостности сегментов с наибольшим уровнем семантической информативности. Тогда согласно правилу идентификации возможны следующие варианты:

1. Вариант, когда значение степени $\eta(F_M, F(I)_{pp})_{исм}^{(k; \ell)}$ контурной информативности будет равно 0 %, т.е.

$$\eta(F_M, F(I)_{pp})_{исм}^{(k; \ell)} = 0\%.$$

Это соответствует случаю отсутствия контурных элементов в сегменте маски. С позиции оценки степени семантической информативности такой сегмент будет идентифицироваться как незначимый.

2. Вариант, соответствующий случаю нахождения величины $\eta(F_M, F(I)_{pp})_{исм}^{(k; \ell)}$ в диапазоне значений $(0\%; 70\%]$, т.е.

$$0\% < \eta(F_M, F(I)_{pp})_{исм}^{(k; \ell)} \leq 70\%.$$

В такой ситуации сегмент видеоснимка будет идентифицироваться как достаточно информативный с позиции оценки семантической информативности по маски контурной информации.

3. Третий вариант соответствует ситуации, для которой степень информативности превышает уровень 70%, что задается соотношением

$$\eta(F_M, F(I)_{pp})_{исм}^{(k; \ell)} > 70\%.$$

В этом случае сегмент является значимым в плане семантической информативности.

В тоже время количество значимых значений величины $\theta_{i,j}$ может существенно превышать реальное количество контурных элементов в маске. Это является причиной формирования избыточного веса при оценке степени информативности сегмента. Отсюда сегмент с умеренной насыщенностью контурной информацией может быть идентифицирован как значимый. Для исключения таких случаев и повышения чувствительности предложенной структурной метрики *предлагается* дополнительно учитывать процентное содержание контурных элементов. Данная информация формируется как промежуточные сведения на первом этапе метода идентификации сегмента видеоснимка, в виде весовых коэффициентов ω_i строк

сегмента маски, т.е. $\omega_i = \sum_{j=1}^{v_{cm}} m_{i,j}^{(k; \ell)}$. С учетом чего,

вес $\omega^{(k; \ell)}$ всего $(k; \ell)$ -го сегмента маски по количеству контурных элементов будет определяться как:

$$\omega^{(k; \ell)} = \sum_{i=1}^{v_{cm}} \omega_i = \sum_{i=1}^{v_{cm}} \sum_{j=1}^{v_{cm}} m_{i,j}^{(k; \ell)}.$$

На основе полученного весового коэффициента адаптивная идентификация сегментов со значимым уровнем метрики $\eta(F_M, F(I)_{pp})_{исм}^{(k; \ell)}$ осуществляется за счет дополнительной проверки условия:

$$\left(1 - \frac{\omega^{(k; \ell)}}{v_{cm} \cdot v_{cm}}\right) \cdot 100\% \leq 50\%.$$

Если условие выполняется, то текущий сегмент идентифицируется как значимый по степени семантической информативности. В противном случае сегмент будет идентифицирован как достаточно информативный.

Выводы

1. Обосновано, что для повышения доступности и целостности видеоинформационного ресурса в системе интеллектуальной обработки при выборе однокаскадной схемы маскирования семантического содержания видеоснимков предлагается учитывать следующие требования: увеличение количества правильно выделенных контурных элементов; повышение степени локализации контуров с одновременной идентификацией степени семантической информативности сегментов изображений по степени насыщенности контурами; обеспечение условий для сохранения необходимой контурной информации с одной стороны и снижение временных затрат на обработку для семантически незначимых сегментов – с другой стороны; 4) обеспечения информацией для управления процессом обработки видеоизображений путем выбора технологической линии и параметров методов преобразования данных.

2. Разработан метод идентификации степени информативности семантического содержания ВИР, содержащий систему решающих правил и метрик относительно классификации сегментов маски по их контурной информации. Метод базируется на количественной метрике для учета структурных особенностей маски контурной информации на основе определения матрицы весовых указателей. Это позволяет учитывать следующие структурные особенности двоичных масок, а именно: наличие контурного элемента на позиционной координате в сегменте маски; изрезанность двумерного двоичного поля переходами из фонового состояния в контурный элемент; наличие топологической взаимосвязи между контурными элементами.

Технология определения структурной интегрированной метрики в двумерном пространстве для оценки степени контурной информативности сегмента базируется на следующих этапах:

1) этап формирования количественной метрики, включающий: определение признаков наличия контурных элементов в строках и столбцах маски сегмента; определение признака наличия контурного элемента на позиционной координате двоичной маски; расчет количественной метрики для оценки уровня семантической информативности сегмента маски видеокadra, как сумма весовых указателей по всем позициям маски.

2) этап идентификации сегмента видеокadra по степени семантической информативности.

3) этап повышения чувствительности структурной метрики для сегментов предварительно классифицируемых как значимо информативные. Здесь формируется метрика для дополнительного учета процентного содержания контурных элементов в сегменте. Это позволит исключить избыточные веса при оценке степени информативности сегмента, т.е. устраняется ситуация ошибочного идентифицирования сегментов с достаточной степенью информативности.

Список литературы

1. Анин Б. Защита компьютерной информации / Б.Анин. - СПб.: БХВ-Петербург, 2000. - 384 с.
2. Баранник В.В. Кодирование трансформированных изображений в инфокоммуникационных системах / В.В. Баранник, В.П. Поляков - Х.: ХУПС, 2010. - 234 с.
3. Баранник В.В. Анализ методов обнаружения границ объектов на изображениях и их классификация / В.В. Баранник, А.В. Власов, А.В. Яковенко // Сучасна спеціальна техніка. - 2012. - вип. 3 (30). - С. 17 - 27.
4. Баранник В.В. Методология двухкаскадного маскирования изображений в системах инфотелекоммуникаций / А.В. Власов, В.В. Баранник, А.В. Ширяев // АСУ и приборы автоматики. - 2013. - Вып. 162. - С. 50 - 55.
5. Красильников Н.Н. Цифровая обработка изображений. - М.: Вузовская книга, 2011. - 320 с.

Поступила в редколлегию 22.10.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Баранник В.В., Харьковский университет Воздушных Сил, Харьков.

МЕТОД ІДЕНТИФІКАЦІЇ СТУПЕНЯ ІНФОРМАТИВНОСТІ СЕМАНТИЧНОГО ЗМІСТУ СЕГМЕНТУ ВІДЕОКАДРА

Ю.М. Рябуха

Проводиться обґрунтування того, що для підвищення доступності та цілісності відеоінформаційного ресурсу в системі інтелектуальної обробки потрібно враховувати вимоги щодо ефективності маскуванню контурної інформації. Викладаються етапи створення методу інтелектуальної обробки відеоданих з урахуванням оцінки ступеня інформативності семантичного змісту відеознімку і подальшої диференційованої обробки, спрямованої на збереження контурної інформації. Розробляється метод ідентифікації ступеня інформативності семантичного змісту ВИР, що містить систему вирішальних правил і метрик щодо класифікації сегментів маски по їх контурній інформації.

Ключові слова: семантична інформативність відеокадра, ідентифікація ступеня інформативності.

METHOD OF IDENTIFICATION DEGREE OF INFORMATION THE SEMANTIC CONTENT OF THE VIDEO FRAME SEGMENT

Yu.M. Ryabukha

We justify the fact that to increase the availability and integrity of the video information of the resource in the intelligent processing required to consider the requirements concerning the effectiveness of contour masking information. Outlines the steps involved in creating a method for intelligent processing of video data based on assessment of the information content of the semantic content of video images and the subsequent differentiated treatment aimed at preserving the contour information. Developed a method of identifying the degree of informativeness of the semantic content of the VIR that contains a system of decision rules and metrics concerning the classification of segments of the mask contour information.

Keywords: semantic information content of a video, the identification of the degree of descriptiveness.