

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СТАТИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СКАНЕРА

С.Н. Клещарь, В.В. Котов, А.А. Аршакян

Рассмотрены этапы формирования электронной формы документа. Выполнен анализ потерь информации в процессе сканирования. Предложена методика оценки статической передаточной характеристики сканера.

Ключевые слова: сканер, тест-объект, передаточная характеристика.

Формирование электронных копий документов путем сканирования информационного слоя микрофильма, представляет собой многостадийный и достаточно сложный информационно-измерительный процесс (рис. 1).



Рис. 1. Этапы формирования электронной формы документа

На каждом этапе формирования электронной копии документа информационно-измерительной системой сканера в факсимильную цифровую модель изображения документа могут быть внесены изменения, которые ниже будут называться потерями информации. Часть потерь, вызван-

ная конструктивными особенностями используемого сканера и характеристиками его узлов и блоков, закладывается на этапе проектирования, изготовления и настройки прибора. Другая часть потерь возникает в процессе сканирования за счет отклонения климатических факторов (температура, влажность) от идеальных значений, а также за счет существования внешних электрических и магнитных полей, внешнего электромагнитного излучения, радиационного фона и т.п. Третья часть потерь возникает за счет естественной деградации деталей и узлов оптической, механической и электронной компонент сканера в процессе его длительной эксплуатации.

Все потери информации могут быть разделены на два вида:

потери, связанные с неидеальными статическими передаточными характеристиками сканера;

потери, связанные с пространственной динамикой элементов, осуществляющих оптико-электронное преобразование сигнала.

В свою очередь, статические передаточные характеристики сканеров могут быть разделены на:

статическую передаточную характеристику канала измерения модулирующего фактора фрагментов изображения;

статическую передаточную характеристику канала измерения пространственных координат фрагментов изображения по координатам y, z .

Обе статические характеристики в общем случае являются нелинейными. Рассмотрим построение статических передаточных характеристик по элементам тест-объекта для канала измерения модулирующего фактора. Требования к элементу тест-объекта для канала измерения модулирующего фактора напрямую зависят от решаемой задачи и характера сигнала на выходе соответствующего канала измерения [1].

При построении экспериментальной кривой измерения цвето- и тонопередачи должен быть сформирован тест-объект, в котором уровень градаций цветовых составляющих в сигнале RGB и/или оттенков серого в документах, не имеющих цветового кодирования, нарастал бы по определенному закону, например, по линейному. При нарастании тестового сигнала Q по линейному закону наиболее просто проводить последующий анализ кривой $D(Q)$ передаточной характеристики канала модулирующего фактора и отклонение указанной кривой от идеальной линейной характеристики. При этом с целью повышения точности измерений тестовый сигнал Q должен меняться ступенчато и иметь значения $\{Q^0, Q^1, ..., Q^{n(Q)}, ..., Q^{N(Q)-1}\}$ (рис. 2).

При сканировании тест-объекта, помещаемого в предметную плоскость объектива, собственно измерительный сигнал наблюдается с шумом. Шум обусловлен многими факторами, указанными в схеме на рис. 1, поэтому форма эталонного сигнала и методика определения его параметров должны быть построены с учетом необходимости проведения многократ-

ных оценок величины $D(Y, Z)$ по элементу тест-объекта, помещаемого в предметную плоскость, и последующей обработки результатов измерений. Многократные измерения в рассматриваемом канале организуются естественным образом за счет сканирования предметной плоскости по строкам и столбцам при формировании цифровой модели изображения, поэтому для многократных измерений величины $D(Y, Z)$ элемент для измерения конкретных значений должен иметь конечные размеры, позволяющие проводить множество измерений одного и того же значения модулирующего фактора.

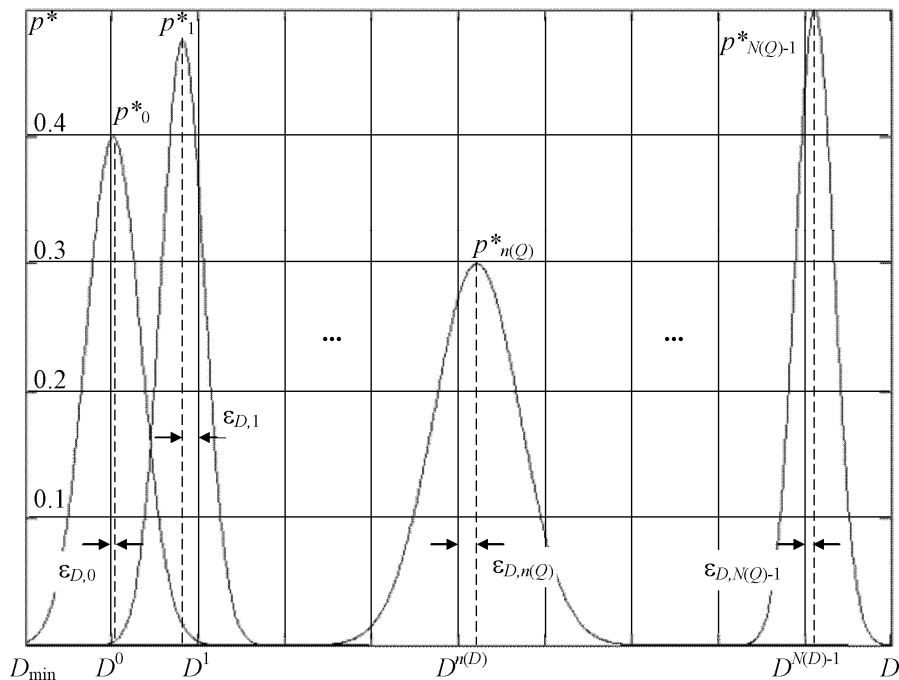


Рис. 2. Тестовый сигнал и гистограмма, его представляющая

В результате многократных измерений формируется простой статистический ряд, в котором результаты измерения неупорядочены. Для придания статистическому ряду большей компактности по результатам измерения должна быть построена гистограмма, которая имеет вид, приведенный в таблице.

Статистический ряд при измерении модулирующего фактора

$< D^{1[n(Q)]}$	$D^{2[n(Q)]} - D^{3[n(Q)]}$	$D^{3[n(Q)]} - D^{4[n(Q)]}$...	$D^{m[n(Q)]} - D^{m[n(Q)]+1}$...				$> Q_{M[n(Q)]}$
$P_{1[n(Q)]}^*$	$P_{1[n(Q)]}^*$	$P_{2[n(Q)]}^*$...	$P_{m[n(Q)]}^*$...				$P_{M[n(Q)]}^*$

В таблице использованы следующие обозначения: $m[n(Q)]$ — обозначение m -го разряда $n(Q)$ -й гистограммы; $D^{m[n(Q)]} - D^{m[n(Q)]+1}$ — границы $m[n(Q)]$ -

го разряда $n(Q)$ -й гистограммы; $p_{m[n(Q)]}^*$ — частота результатов измерения, попавших в $m[n(Q)]$ -й разряд; $M[n(Q)]$ — число разрядов.

Гистограмма должна строиться для каждого $n(Q)$ -го уровня градаций серого при сканировании микрофильма или для каждого оттенка цвета при сканировании изображений документов с цветовым кодированием, однако разряды, приведенные в таблице, должны формироваться по всему диапазону измерения соответствующего модулирующего фактора. Если увеличивать количество разрядов гистограммы, то она будет приближаться к плотности распределения величины D . Однако увеличение числа разрядов приводит к усложнению процедуры обработки, поэтому при построении гистограммы должно выполняться условие, что $M[n(Q)] \approx 10 \dots 15N(Q)$.

Для гистограмм, соответствующих каждому из значений $\{Q^0, Q^1, \dots, Q^{n(Q)}, \dots, Q^{N(Q)-1}\}$, должно быть найдено статистическое среднее величины D :

$$\bar{D}^{n(Q)} = \frac{\sum_{m[n(Q)]=1}^{M[n(Q)]} D_{m[n(Q)]}}{M[n(Q)]},$$

где $D_{m[n(Q)]}$ — $m[n(Q)]$ -й результат измерения модулирующего фактора, при задании номинального значения самого моделирующего фактора, равного $Q^{n(Q)}$; $M[n(Q)]$ — общее количество измерений номинального значения модулирующего фактора $Q^{n(Q)}$.

Дисперсия случайной величины $Q^{n(Q)}$ определяется по зависимости

$$\bar{\Delta}^{n(Q)} = \frac{\sum_{m[n(Q)]=1}^{M[n(Q)]} [D_{m[n(Q)]} - \bar{D}^{n(Q)}]^2}{M[n(Q)]}.$$

При увеличении числа наблюдений, очевидно, указанные статистические характеристики будут сходиться по вероятности к соответствующим математическим характеристикам и при достаточном большом $M[n(Q)]$ могут быть приняты приближенно равными им.

Результаты измерения с высоким разрешением модулирующего фактора микрофильма существенно зависят от концентрации диспергента при формировании требуемого его значения. С повышением концентрации диспергента шум в канале измерения модулирующего фактора увеличивается. Это явление свойственно также и сканерам документов на бумажном носителе при некоторых способах формирования изображений, например, при формировании изображений с помощью лазерного принтера. Поэтому порог допустимых значений дисперсии должен выбираться с учетом дан-

ного явления.

Для вычисленных значений дисперсии должно выполняться условие

$$\overline{\Delta}^n(Q) \leq \Delta^n(Q),$$

где $\overline{\Delta}^n(Q)$ - вычисленное значение дисперсии в результате измерения $n(Q)$ -го значения модулирующего фактора; $\Delta^n(Q)$ - эталонное значение дисперсии в результате измерения $n(Q)$ -го значения модулирующего фактора, задаваемое для каждого типа сканера.

Модулирующий фактор Q и результат его измерения D связаны функциональной зависимостью

$$D = \varphi(Q, a_1, a_2, \dots, a_k),$$

где φ - некоторая функция, в общем случае нелинейная; a_1, a_2, \dots, a_k - параметры, определяющие вид кривой φ и ее положение в пространстве.

Задача заключается в том, чтобы подобрать такие значения параметров a_1, a_2, \dots, a_k , которые дают наилучшее приближение кривой результатам экспериментальных измерений модулирующего фактора. Общепринятым при решении подобных задач методом является метод наименьших квадратов, при котором минимизируется сумма квадратов разностей величин. Метод приводит к сравнительно простому способу определения параметров a_1, a_2, \dots, a_k .

Согласно указанному методу необходимо выбирать функцию $\varphi(Q, a_1, a_2, \dots, a_k)$ таким образом, чтобы сумма квадратов отклонений установленных значений D_1, \dots, D_n от теоретических значений функции $\varphi(Q_1), \dots, \varphi(Q_M)$ была бы минимальной, т.е.

$$\sum_m^M [D_m - \varphi(Q_m)]^2 \rightarrow \min_{\{a_1, a_2, \dots, a_k\}}.$$

Дифференцирование левой части этого выражения по a_j дает

$$\sum_m [D_m - \varphi(Q_m, a_1, \dots, a_k)] \frac{\partial [D_m - \varphi(Q_m, a_1, \dots, a_k)]}{\partial a_i} = 0, i = 0, 1, \dots, k.$$

Последняя система включает k уравнений и содержит k неизвестных. Решение системы определяется видом функции $\varphi(Q_m, a_1, \dots, a_k)$.

В данном случае целесообразно аппроксимировать статическую передаточную характеристику канала измерения модулирующего фактора прямой вида

$$D = D_{\min} + \kappa_Q Q.$$

При этом в качестве значений модулирующего фактора, при которых производились измерения значений величины D , следует брать значения множества $\{Q^0, Q^1, \dots, Q^{n(Q)}, \dots, Q^{N(Q)-1}\}$, а в качестве измеренных значений величины D - значения $\overline{D}_{n(Q)}$. Неизвестными в данном случае

являются значения κ_Q и D_{\min} .

Система уравнений для этого случая принимает вид

$$\begin{cases} \sum_{n(Q)=0}^{N(Q)-1} \{ \bar{D}_{n(Q)} - [\kappa_Q Q^{n(Q)} + D_{\min}] \} Q^{n(Q)} = 0; \\ \sum_{n(Q)=0}^{N(Q)-1} \{ \bar{D}_{n(Q)} - [\kappa_Q Q^{n(Q)} + D_{\min}] \} = 0. \end{cases}$$

Её решение относительно κ_Q и D_{\min} дает

$$\kappa_Q = \frac{N(Q) \sum_{n(Q)=0}^{N(Q)-1} Q^{n(Q)} \bar{D}^{n(Q)} - \sum_{n(Q)=0}^{N(Q)-1} Q^{n(Q)} \sum_{n(Q)=0}^{N(Q)-1} \bar{D}^{n(Q)}}{N(Q) \sum_{i=1}^n [Q^{n(Q)}]^2 - \left[\sum_{i=1}^n Q^{n(Q)} \right]^2};$$

$$D_{\min} = \frac{\sum_{i=1}^n [Q^{n(Q)}]^2 \sum_{n(Q)=0}^{N(Q)-1} \bar{D}^{n(Q)} - \sum_{n(Q)=0}^{N(Q)-1} Q^{n(Q)} \sum_{n(Q)=0}^{N(Q)-1} Q^{n(Q)} \bar{D}^{n(Q)}}{N(Q) \sum_{i=1}^n [Q^{n(Q)}]^2 - \left[\sum_{i=1}^n Q^{n(Q)} \right]^2}.$$

На величины κ_Q и D_{\min} при оценке сканеров должны быть наложены ограничения

$$(\kappa_Q - \bar{\kappa}_Q)^2 \leq \epsilon_{Q\kappa}; \quad (D_{\min} - \bar{D}_{\min})^2 \leq \epsilon_{QD},$$

где $\bar{\kappa}_Q$ - эталонное значение κ_Q ; $\epsilon_{Q\kappa}$ - допустимая ошибка в установке статического коэффициента передачи по каналу измерения модулирующего фактора; \bar{D}_{\min} - эталонное значение D_{\min} ; ϵ_{QD} - допустимая ошибка в установке начального значения статической передаточной характеристики по каналу измерения модулирующего фактора.

Приведенная методика оценки статической передаточной характеристики канала измерения модулирующего фактора позволяет установить связь потерь информации в канале с параметрами характеристики.

Список литературы

1. Клещарь С.Н., Котов В.В. Контроль параметров светового потока в СИМ-устройствах // Сборник научных трудов Шестой Всероссийской научно-практической конференции «Системы управления электротехническими объектами «СУЭТО-6» Тула: Изд-во ТулГУ, 2012. С. 235-237.

Клещарь Сергей Николаевич, начальник отдела, Россия, Тула, Научно-исследовательский институт репрографии,

Котов Владислав Викторович, д-р техн. наук, доц., проф., Россия, Тула, Тульский государственный университет,

Аршакян Александр Агабекович, канд. техн. наук, докторант, Россия, Тула, Тульский государственный университет

A METHOD OF ESTIMATION OF TRANSFER FUNCTION OF SCANNER

V.V. Kotov, S.N. Kleschar, A.A. Arshakyan

The stages of the formation of the electronic form of the document are described. The analysis of the loss of information during the scanning process is performed. An estimation method for the static transfer function of scanner is offered.

Key words: scanner, test-object, transfer function

Kleschar Sergey Nikolaevich, head of department, Russia, Tula, Research Institute of Reprography (NIIR),

Kotov Vladislav Viktorovich, doctor of technical sciences, docent, professor, Russia, Tula, Tula State University,

Arshakyan Alexander Agabekovich, candidate of technical sciences, postgraduate, Russia, Tula, Tula State University

УДК 004.457

ПРОГРАММНЫЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ С ФУНКЦИЕЙ МОНИТОРИНГА

А.К. Клепиков, А.Н. Привалов

Рассмотрены алгоритм и программная составляющая распределителя задач в комбинированной вычислительной сети. Представлен алгоритм нахождения ожидаемого времени выполнения вычислительной задачи на ЭВМ.

Ключевые слова: облачные технологии, облако, распределение задач, комбинированная вычислительная сеть, распределитель-монитор.

В настоящее время облачные технологии прочно заняли свою нишу и продолжают развитие и внедрение в различные области ИТ-сферы. Благодаря хорошей масштабируемости и гибкости, достигаемой при управлении облачной инфраструктурой, конечному пользователю предоставляется множество возможностей по управлению комбинированной вычислительной сети, включающей локальную вычислительную сеть организации, и облачной вычислительной сети [1].