

215 с. 9. Атанас М., Фалб П.Л. Оптимальное управление. М.: Машиностроение, 1968. 763 с. 10. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. М.: Наука, 1984. 589 с. 11. Локационная системотехника. / Под. Ред. В.Б. Алмазова. Х.: ВИРТА, 1993. 195 с. 12. Симаранов С.Ю. Адаптивное управление параметрами режима сопровождения в многоканальных информационных системах // Техническая кибернетика. 1989. N 2. С. 121-124. 13. Смирнов О.Л., Кадубенко С.В., Коваленко А.Н., Филоненко С.Е. Критерий качества управления энергетическими ресурсами многофункциональной РЛС в режиме сопровождения // Сб. науч. трудов ХВУ, Х. 1996. Вып. 2. Ч. 3. С. 56-59. 14. Крылов И.А., Черноусько Ф.П. Алгоритм метода последовательных приближений для задач оптимального управления // Журн. вычислительной математики и математической физики. 1972. N 1. С. 36-44.

Поступила в редколлегию 21.02.98

Пискунов Станислав Николаевич, аспирант ХВУ, научный центр ВВС и ПВО. Научные интересы: оптимизация процессов управления. Хобби: спорт. Адрес: 310052, Украина, Харьков, ул. Маршала Конева, 13, кв. 28, тел. 431454.

Решетник Виктор Михайлович, канд. техн. наук, старший научный сотрудник ХВУ, научный центр ВВС и ПВО. Научные интересы: оптимизация процессов управления. Хобби: музыка. Адрес: 310036, Украина, Харьков, ул. 23 Августа, 4, кв. 31, тел. 431454.

Филоненко Сергей Евгеньевич, преподаватель ХВУ. Научные интересы: оптимизация процессов управления. Хобби: шахматы. Адрес: 310036, Украина, Харьков, ул. 23 Августа, 4, кв. 20, тел. 431454.

Титова Елена Витольдиевна, младший научный сотрудник ХВУ, научный центр ВВС и ПВО. Научные интересы: оптимизация процессов управления, системное программирование. Хобби: иностранные языки. Адрес: 310036, Украина, Харьков, ул. 23 Августа, 2А, кв. 2, тел. 431454.

УДК 621.532.3

РАСПОЗНАВАНИЕ ГРАФИКОВ ЗАВИСИМОСТЕЙ НА ЦВЕТНЫХ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ ДИАГРАММ

АДАМЕНКО В. А.

Предложены алгоритм автоматического распознавания кривых, измеряемая величина-время на цветных изображениях круговых диаграмм, который использует понятие цветового фильтра круговой диаграммы, алгоритм выполнения сечения вдоль маркера, процедура "захвата кривой" на диаграмме. Эти алгоритмы используются в газовой промышленности для вычисления давления, температуры и перепада давления газа в любой момент времени, а следовательно, вычисления расхода газа за сутки, месяц, год.

Проблема распознавания образов и вопросы цифровой обработки изображений привлекают внимание многих исследователей, так как являются наиболее значительными областями применения и развития теории сомоорганизующихся систем. В последние годы интерес к проблеме распознавания образов значительно возрос, поскольку во многих областях науки и техники остро ощущается необходимость ее решения. [1].

Одной из важнейших задач на производстве является вычисление расхода газа за сутки (месяц, год) по каждой линии (линия- точка, в которой измеряется расход газа). Чтобы вычислить расход газа за сутки по одной линии, необходимы следующие данные: две или три круговые диаграммы с нанесенными на них кривыми температуры, давления и перепада давления, а также все необходимые параметры, описывающие линию. Круговая диаграмма (КД) представляет собой сетку и одну или две кривые (температуры, перепада давления или давления). Сетка диаграммы это - совокупность окружностей и дуг времени. В настоящее время обработка круговых диаграмм предполагает активное участие человека, на обработку каждой диаграммы

тратится большое количество времени. Кроме того, так как диаграммы обрабатывают планиметрами, точность обработки получается очень низкой, поэтому расход газа за сутки вычисляется с большой погрешностью. В связи с этим возникает необходимость разработать эффективные методы и алгоритмы автоматического распознавания кривых на цветных изображениях круговых диаграмм. Это задача распознавания образов, поскольку необходимо "выделить" точки графика среди всех остальных точек. Задача еще усложняется тем, что диаграмма может содержать много помех: пятна, царапины, случайные обрывы линий. Для ее решения был разработан алгоритм автоматического распознавания кривых на цветных изображениях круговых диаграмм.

Он предназначен для оцифровки круговой диаграммы. В качестве подзадачи в этом алгоритме используется алгоритм выполнения сечения вдоль маркера, для его работы также необходимо построение аналитической модели [2] и цветового фильтра. Входные данные алгоритма: растровое изображение диаграммы с нанесенной на нее кривой. Выходные данные алгоритма: таблица значений измеряемая величина-время.

1. Понятие цветового фильтра круговой диаграммы

Фильтр графика - множество цветов пикселей, которые считаются принадлежащими графику. Если цвет точки входит в это множество, то точка отфильтровывается, т. е. считается принадлежащей графику. Кроме того, фильтр F задается функцией близости $L(F)$, которая равна нулю, если точка не попадает в фильтр, и имеет значение от 0 до 1, если точка попадает в фильтр, причем значение функции L тем больше, чем ближе цвет точки к базовому цвету. Базовый цвет фильтра - выбранный фиксированный цвет, который считается цветом графика.

Значение цветов представляется в виде трех составляющих: красного, зеленого, синего. Каждая составляющая - это число от 0 до 255, которое задает долю красного (зеленого, синего).

В предлагаемом алгоритме фильтр графика задается следующим образом:

$$F_C = \{ \forall C = (R_c, G_c, B_c) \mid s(C) \leq 1 \},$$

$$L_C(C) = \begin{cases} 1 - s(C), & s(C) \leq 1; \\ 0, & s(C) > 1, \end{cases}$$

$$s(C) = \left(\frac{R_c - R_b}{R_d} \right)^2 + \left(\frac{G_c - G_b}{G_d} \right)^2 + \left(\frac{B_c - B_b}{B_d} \right)^2,$$

где $B = (R_b, G_b, B_b)$ – фиксированный базовый цвет графика; $D = (R_d, G_d, B_d)$ – максимально допустимые отклонения от базового цвета по трем составляющим. Этот фильтр называется эллиптическим.

Далее рассмотрены прямоугольный фильтр

$$F_R =$$

$$= \left\{ \forall C = (R_c, G_c, B_c) \mid \left(|R_c - R_b| \leq R_d \right) \wedge \left(|G_c - G_b| \leq G_d \right) \wedge \left(|B_c - B_b| \leq B_d \right) \right\};$$

$$L_R(C) = \begin{cases} 1, & C \in F_R; \\ 0, & C \notin F_R \end{cases}$$

и сферический

$$F_C = \{ \forall C = (R_c, G_c, B_c) \mid s(C) \leq 1 \},$$

$$L_C(C) = \begin{cases} 1 - s(C), & s(C) \leq 1; \\ 0, & s(C) > 1, \end{cases}$$

$$s(C) = \left(\frac{R_c - R_b}{D} \right)^2 + \left(\frac{G_c - G_b}{D} \right)^2 + \left(\frac{B_c - B_b}{D} \right)^2.$$

Здесь D – максимально допустимое отклонение по всем трем основным цветам.

В результате экспериментальных проверок было обнаружено, что эллиптический фильтр – более качественный, несмотря на то, что он работает медленнее прямоугольного.

2. Процедура "захвата кривой" на диаграмме

Захват кривой выполняется с помощью маркера. Маркер – воображаемая полоса на диаграмме, вдоль которой выполняется сечение. Он характеризуется координатами начала и конца (точки $K_1(x_1, y_1)$ и $K_n(x_n, y_n)$), а также шириной (шириной сечения) SW и шириной графика GW (рис. 1).

Входными данными для процедуры захвата кривой являются: растровое изображение диаграммы, характеристики маркера, результат предыдущего сечения – точка K_{prev} (если она есть).

Результатом работы этой процедуры являются координаты точки $K(x, y)$, в которой середина маркера пересекает середину графика (рис. 1).

Алгоритм автоматического распознавания кривой и пояснения (рис. 2) приведены ниже.

3. Описание алгоритма

1. Установить маркер в начальные координаты.
2. Выполнить процедуру сечения вдоль маркера. Если сечение выполнить удалось, то запомнить результат сечения G и перейти к пункту 3, иначе к пункту 4.

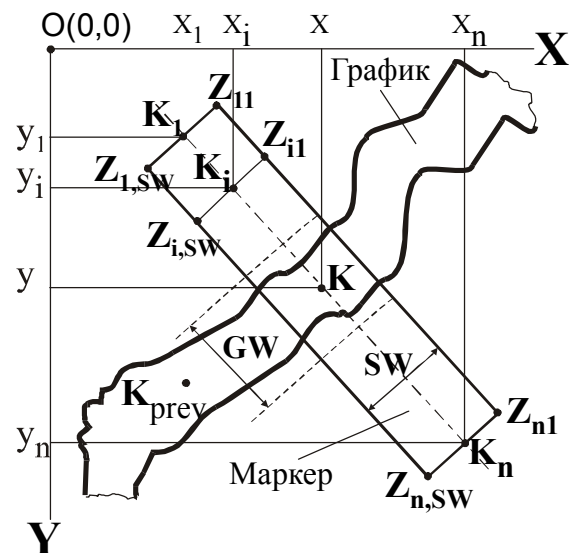


Рис. 1. Захват кривой на диаграмме

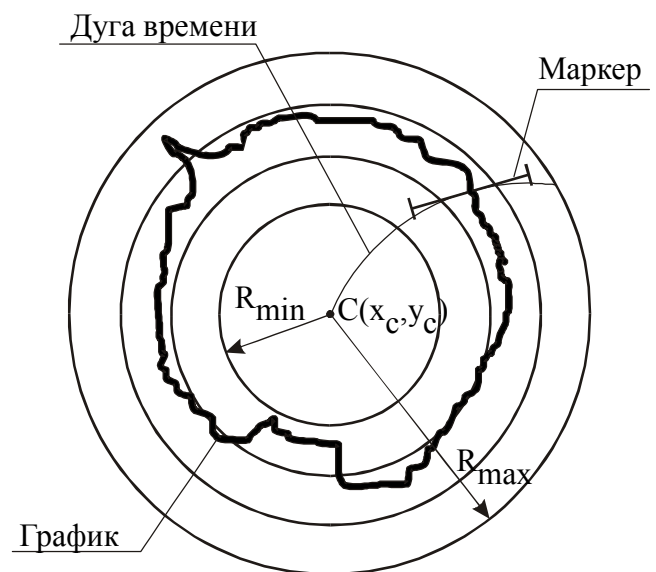


Рис. 2. Обработка кривой на диаграмме

3. Перевести результат сечения в систему координат B (измеряемая величина – время) и добавить его в таблицу результатов. Перейти к пункту 5.

4. Расположить маркер по касательной к воображаемой дуге времени в точке G .

5. Повернуть маркер вокруг центра диаграммы в направлении хода времени на определенный угол.

6. Таблица значений давление-время (перепад-время, температура-время) сформирована.

Литература: 1. Анисимов Б.В., Курганов В.Д., Злобин В.К. Распознавание и цифровая обработка изображений. М.: Высш. шк., 1983. 296 с. 2. Тевяшев А.Д., Адаменко В.А., Адаменко А.В., Пономарьов Ю.В. Комплекс задач автоматизованого планіметрування колових діаграм // Нафтова і газова промисловість. 1997. №2. С. 45–47.

Поступила в редколлегію 23.03.98

Адаменко Вера Анатольевна, аспирант кафедри прикладної математики ХТУРЭ. Научні інтереси: розпознавання образів, комп'ютерна графіка, методи оптимізації. Адрес: 310726, Украина, Харьков, пр. Ленин, 14, тел. 40-94-36.