

Ряшенцева Дарья Ильдаровна

Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: darial_87@mail.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 88634371773.

Кафедра систем автоматического управления; ассистент.

Кирильчик Светлана Валерьевна

E-mail: fin_val_iv@tsure.ru.

Кафедра систем автоматического управления; соискатель.

Ryashenceva Daria Ildarovna

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: darial_87@mail.ru.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: 88634371773.

Department of Automatic Control Systems; Assistant.

Kirilchik Svetlana Valentinovna

E-mail: fin_val_iv@tsure.ru

The Department of Automatic Control Systems; Competitor.

УДК 004.3

М.А. Аллес, С.В.Соколов, С.М. Ковалев

**РЕАЛИЗАЦИЯ НЕЧЕТКО-ЛОГИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ НА ОСНОВЕ
ОПТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ***

Рассматривается одна из проблем в области создания интеллектуальных систем и устройств обработки информации – аппаратная реализация нечетко-логиче-ских устройств и систем обработки информации. Указаны недостатки существующих микропроцессорных средств обработки нечеткой информации и рассмотрены альтернативные принципы конструирования нечетко-логиче-ских систем обработки информации на основе оптических информационных технологий на примере оптического фаззификатора.

Нечеткая логика; микропроцессор; оптические информационные технологии; опти-ческий фаззификатор.

M.A. Alles, S.V. Sokolov, S.M. Kovalev

**«FUZZY-LOGIC ALGORITHMS REALIZATION ON THE BASIS OF OPTIC
PROCESSING INFORMATION METHODS»**

Article is devoted one of the problems in the field of creation of intelligence processing in-formation systems and devices – hardware realization of processing fuzzy information devices. Disadvantages of the present microprocessor devices fulfilling processing of the fuzzy information are considered. The attention is paid the alternate method of designe of processing fuzzy infor-mation devices and systems on the basis of optic information technologies (for examples, the optic fuzzyfication device is devoted).

Fuzzy logic; microprocessor; optic information technologies; optic fuzzyfication device.

* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 10-07-00158.

В последние два десятилетия резко возрос интерес к различным аспектам проблемы интеллектуального управления. Одним из основных направлений, связанных с решением этой проблемы, является использование аппарата нечетких систем: нечетких множеств, нечеткой логики, нечеткого моделирования и т. п. Применение этого аппарата приводит к возможности построения систем управления в ситуациях, когда традиционные методы неэффективны, или вообще неприменимы, из-за отсутствия знаний об объекте управления или сложности его математической формализации [1].

Для эффективной реализации нечетких алгоритмов управления, требующих обработки большого объема информации при малом времени реакции системы управления, возникает задача создания специализированных технических средств, ориентированных на обработку нечеткой информации практически в реальном времени.

В настоящее время техническую базу реализации нечетких технологий составляют микропроцессорные средства и микроконтроллеры, основанные на цифровых вычислениях [2]. Однако микропроцессоры и однокристалльные микроконтроллеры не способны в полной мере реализовать все потенциальные возможности нечеткой логики по следующим объективным причинам:

- ◆ их быстродействие ограничено в части реализации ряда сложных нечетких операторов из-за последовательной обработки данных, присущей современным микропроцессорным средствам;
- ◆ неизбежна ошибка в вычислениях из-за использования цифровых методов вычисления.

Поэтому возникает задача конструирования нового класса вычислительных устройств, обладающих значительным быстродействием и реализующих при этом принципы нечеткой логики.

Анализ современных информационных технологий показывает, что простоту реализации элементарных действий над нечеткими множествами, на которых базируется этап нечетко-логического вывода [1], а именно:

- ◆ этап введения нечеткости – фаззификация;
- ◆ операция пересечения (логическая конъюнкция);
- ◆ операция объединения (логическая дизъюнкция);
- ◆ операция дополнения (логическое отрицание);
- ◆ этап приведения к четкости – дефаззификация;
- ◆ позволяет получить применение оптоэлектронной технологии и простейших методов оптической схемотехники [3].

Причем, подобная технология позволяет выполнять вышеперечисленные операции в режиме реального времени, то есть практически мгновенно. При этом отсутствует необходимость в дискретизации и последовательной обработке всех параметров, характеризующих нечеткие множества, что требуется для микропроцессорных схем и регистровых структур [2].

Примером такого класса устройств является оптический фаззификатор.

Оптический фаззификатор – устройство, предназначенное для вычисления в режиме реального времени значения функции:

$$\gamma = \text{MAX}_i \left\{ \alpha(x_i) \cdot \beta(x_i) \right\}; \alpha(x_i) \in [0;1], \beta(x_i) \in [0;1], \quad (1)$$

где $\alpha(x)$ – функция принадлежности, описывающая терм нечеткой лингвистической переменной x ;

x_i – конкретное числовое («четкое») значение входной лингвистической переменной, определенного на базовой шкале X (x_1, x_2, \dots, x_n , где n – определенное число значений базовой шкалы X , $x_i \in X$);

$\beta(x)$ – функция принадлежности нечеткого множества, в виде которого представлена входная переменная x .

Функциональная схема оптического фаззификатора показана на рис. 1.

Оптический фаззификатор содержит:

- ◆ 1 – источник излучения (ИИ) с интенсивностью n условных единиц;
- ◆ 2 – оптический n – выходной разветвитель;
- ◆ 3 – первый линейный оптический транспарант (ЛОТ) с функцией пропускания, пропорциональной $\sqrt{\alpha(x)}^{-1}$;
- ◆ 4 – второй ЛОТ с функцией пропускания, пропорциональной $\sqrt{\beta(x)}^{-1}$;
- ◆ 5 – селектор минимального сигнала (СМС), выполненный в виде СМС, описанного в [4];
- ◆ VT 6 – полевой транзистор с управляющим р-п-переходом, включенный по схеме с общим истоком;
- ◆ E7 – источник единичного напряжения.

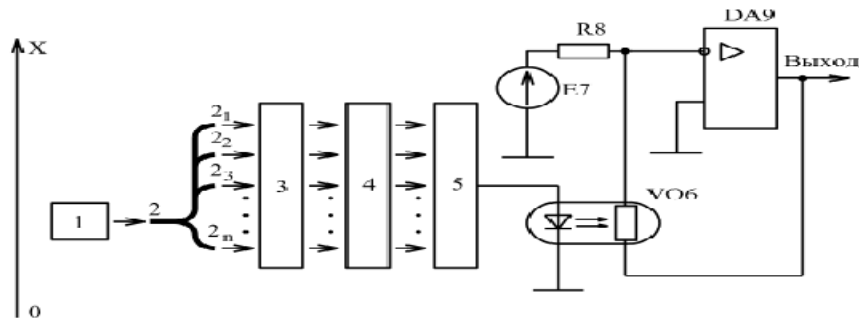


Рис. 1. Оптический фаззификатор

Работа устройства происходит следующим образом. С выхода ИИ 1 световой поток с интенсивностью n усл. ед. поступает на вход n – выходного разветвителя 2. С выходов $2_1, 2_2, \dots, 2_n$ оптического n – выходного разветвителя 2 световые потоки единичной интенсивности поступают на входы первого линейного оптического транспаранта 3 с функцией пропускания по оси OX , пропорциональной функции $\sqrt{\alpha(x)}^{-1}$, на выходах которого формируется плоский оптический поток с интенсивностью по оси OX , пропорциональной функции $1/\alpha(x)$. Данный оптический поток поступает на входы второго линейного оптического транспаранта 4 с функцией пропускания по оси OX , пропорциональной функции $\sqrt{\beta(x)}^{-1}$, на выходах которого формируется оптический поток с интенсивностью по оси OX , пропорциональной функции $1/(\alpha(x) \cdot \beta(x))$.

Данный оптический поток поступает на соответствующие входы СМС 5. Работа селектора минимального сигнала 5 описана в [А.с. № 1223259, СССР, 1986. Селектор минимального сигнала / Соколов С.В. и др.]. С выхода СМС 5 снимается сигнал на напряжения, пропорциональный:

$$U = \underset{i}{\text{MIN}} \{ (1 / \alpha(x_i) \cdot \beta(x_i)) \}, i = 1, \dots, n. \quad (2)$$

(При этом очевидно, что минимум значения функции $1 / \alpha(x_i) \cdot \beta(x_i)$ определен для того же значения аргумента x_i , для которого определен и максимум функции $\alpha(x_i) \cdot \beta(x_i)$, $i = 1, \dots, n$).

Выходной сигнал СМС 5 поступает на затвор полевого транзистора VT6.

Ток стока I_C в полевом транзисторе VT 6 определяется как

$$I_C = \frac{U_{\text{СИ}}}{R_C}, \quad (3)$$

где $U_{\text{СИ}}$ – напряжение между истоком и стоком полевого транзистора VT6;

R_C – сопротивление канала полевого транзистора VT6.

Так как напряжение $U_{\text{СИ}}$ – от источника единичного напряжения E7, равно единице, а сопротивление канала полевого транзистора VT 6 пропорционально напряжению $U_{\text{ЗИ}}$ ("затвор-исток"), поступающему от СМС 5 и пропорциональному соответствующему значению $1 / \alpha(x_i) \cdot \beta(x_i)$, то с учетом равенств (2) и (3) ток стока I_C полевого транзистора VT6 оказывается пропорциональным значению:

$$I_C \sim \frac{1}{\frac{1}{\alpha(x_i) \cdot \beta(x_i)}} \sim \alpha(x_i) \cdot \beta(x_i),$$

т.е. искомому значению γ ($\gamma \sim I_C$).

Быстродействие оптического фаззификатора определяется динамическими характеристиками селектора минимального сигнала и полевого транзистора. Селектор минимального сигнала, выполненный на лавинных фотодиодах, имеет время срабатывания до 80–100 пс, а полевой транзистор с управляющим р-п-переходом обладает частотным диапазоном до десятка МГц. Для существующих непрерывно-логических систем обработки информации подобное быстродействие обеспечивает их функционирование практически в реальном масштабе времени.

Применение вычислительных устройств подобного класса позволяет как получить существенный выигрыш в быстродействии, так и упростить конструкцию и процесс функционирования систем управления, благодаря более простой и быстродействующей реализации элементарных операций над нечеткими множествами по сравнению с регистровыми реализациями, описанными в [2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Пегат А.* Нечеткое моделирование и управление. – М.: БИНОМ, 2009.
2. *Мелихов А.Н., Баронец В.Д.* Проектирование микропроцессорных средств обработки нечеткой информации. – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1990.
3. *Акаев А.А., Майоров С.А.* Оптические методы обработки информации. – М.: Высшая школа, 1988.
4. А.с. № 1223259, СССР, 1986. Селектор минимального сигнала / Соколов С.В. и др.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.Е. Золотовский.

Аллес Михаил Александрович

Ростовский государственный университет путей сообщения.

E-mail: alles@nextmail.ru.

344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского стрелкового полка народного ополчения, 2.

Тел.: 88632726302.

Аспирант.

Соколов Сергей Викторович

E-mail: s.v.s.888@yandex.ru.

Д.т.н.; профессор.

Ковалев Сергей Михайлович

E-mail: ksm@rfniias.ru.

Д.т.н.; профессор.

Alles Mikhail Aleksandrovich

Rostov State Transport University.

E-mail: alles@nextmail.ru.

2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolchenia Sq, Rostov-on-Don, 344038, Russia.

Phone: +78632726302.

Postgraduate Student.

Sokolov Sergey Viktorovich

E-mail: s.v.s.888@yandex.ru.

Dr. of Eng. Sc.; Professor.

Kovalev Sergey Mikhailovich

E-mail: ksm@rfniias.ru.

Dr. of Eng. Sc.; Professor.

УДК 681.3.06: 681.323 (519.6)

М.Ю. Гуревич

РАСПОЗНАВАНИЕ МУЛЬТИКОНТУРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СОРТИРОВКИ

Приводится поставка задачи распознавания мультиконтурных изображений, описана схема распознавания изображений на основе сортировки. Метод обладает параллелизмом в силу максимальной параллельности сортировки.

Распознавание конструируется как идентификация с помощью сортировки экстремальных элементов числовой последовательности, сопоставленной просматриваемым изображениям или их фрагментам.

Контур; распознавание информации; графические изображения.

M.Yu. Gurevich

RECOGNITION OF MULTICONTOURS IMAGES ON THE BASIS OF SORTING

The article gives a delivery problem recognition multicontour imagerions, the scheme of image recognition based on sorting.

The method possesses parallelism by virtue of the maximal parallelism of sorting. Recognition is designed as identification by means of sorting extreme elements of the numerical sequence compared looked through images or their fragments.

Contour; detection of information; graphics.

Постановка задачи. Среди характерных задач распознавания изображений часто встречается необходимость распознать фигуры, состоящие из нескольких контуров, вложенных или пересекающих друг друга. В частности, сюда включается важная задача криминалистики – распознавание отпечатков пальцев.