



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2009112100/08, 01.04.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
01.04.2009

(45) Опубликовано: 27.12.2010 Бюл. № 36

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: АКАЕВ А.А. Оптические методы
обработки информации. - М.: Высшая
школа, 1988, с.168-169, рис.6.2. RU 2110826 C1,
10.05.1998. RU 2119683 C1, 27.09.1998. RU
2130640 C1, 20.05.1999. US 5264849 A
23.11.1993.

Адрес для переписки:

347928, Ростовская обл., г. Таганрог, ГСП-
17А, Некрасовский, 44, Технологический
институт ФГОУ ВПО "Южный федеральный
университет" в г. Таганроге (ТТИ ЮФУ)

(72) Автор(ы):

Курейчик Виктор Михайлович (RU),
Курейчик Владимир Викторович (RU),
Аллес Михаил Александрович (RU),
Ковалев Сергей Михайлович (RU),
Соколов Сергей Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

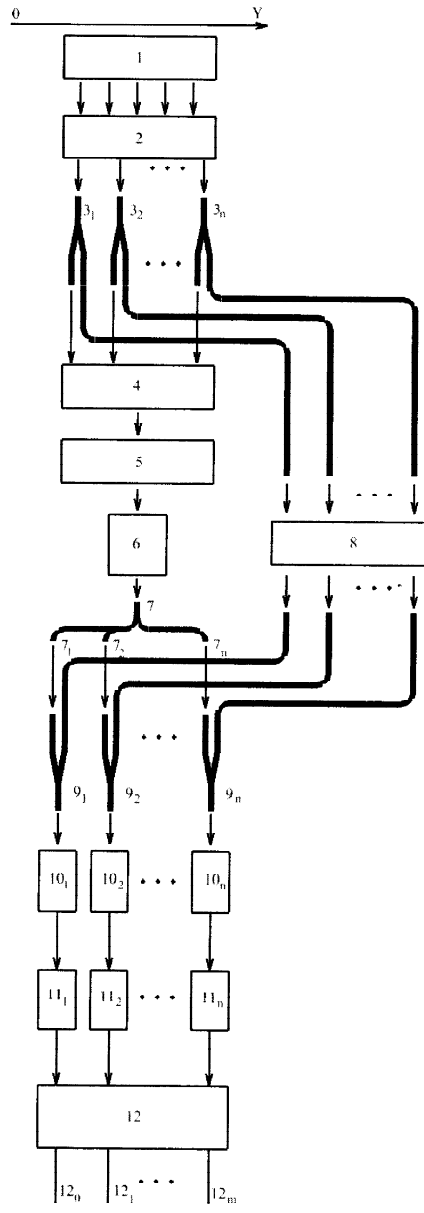
Федеральное государственное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "ЮЖНЫЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"
(ЮФУ) (RU)**(54) ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ ДЕФАЗЗИФИКАТОР**

(57) Реферат:

Изобретение относится к вычислительной технике и может быть использовано в оптических устройствах обработки информации, построенных на основе непрерывной (нечеткой) логики. Техническим результатом изобретения является повышение вычислительной производительности процесса дефаззификации. Технический результат достигается благодаря тому, что устройство содержит две последовательно расположенные системы преобразования Фурье и пространственный операционный фильтр, образующие оптический неопределенный интегратор, источник когерентного излучения, выход которого через первый линейный оптический транспарант подключен ко входам соответствующих оптических Y-разветвителей,

вторые выходы которых подключены к соответствующим входам оптического неопределенного интегратора, а первые выходы оптических Y-разветвителей через последовательно соединенные оптический определенный интегратор и второй линейный оптический транспарант подключены ко входу оптического фазового модулятора, выход которого через оптический n-выходной разветвитель подключен к первым входам оптических Y-объединителей, выходы оптического неопределенного интегратора подключены ко вторым входам оптических Y-объединителей, выходы которых через последовательно соединенные фотоприемники и нуль-индикаторы подключены ко входам шифратора, выходы которого являются выходом устройства. 1 ил.

RU 2408051 C1



RU 2408051 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
G06E 3/00 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2009112100/08, 01.04.2009**

(24) Effective date for property rights:
01.04.2009

(45) Date of publication: **27.12.2010 Bull. 36**

Mail address:

**347928, Rostovskaja obl., g. Taganrog, GSP-17A,
Nekrasovskij, 44, Tekhnologicheskij institut FGOU
VPO "Juzhnyj federal'nyj universitet" v g.
Taganroge (TTI JuFU)**

(72) Inventor(s):

**Kurejchik Viktor Mikhajlovich (RU),
Kurejchik Vladimir Viktorovich (RU),
Alles Mikhail Aleksandrovich (RU),
Kovalev Sergej Mikhajlovich (RU),
Sokolov Sergej Viktorovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe
uchrezhdenie vysshego professional'nogo
obrazovanija "JuZhNYJ FEDERAL'NYJ
UNIVERSITET" (JuFU) (RU)**

(54) OPTOELECTRONIC DEPHASING APPARATUS

(57) Abstract:

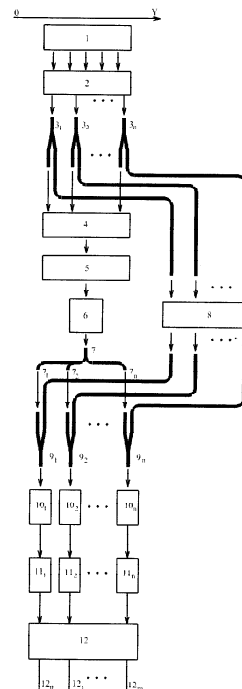
FIELD: physics.

SUBSTANCE: device has two series-arranged Fourier transformation systems and an operational spatial filter, which form an optical indefinite integrator, a coherent radiation source, whose output is connected through a linear transparency filter to inputs of corresponding optical Y-splitters, whose second outputs are connected to corresponding inputs of the optical indefinite integrator, and first outputs of the optical Y-splitters are connected through series-connected optical indefinite integrator and second linear transparency filter to the input of an optical phase modulator, whose output is connected through an optical n-output splitter to first inputs of optical Y-couplers, outputs of the optical indefinite integrator are connected to second inputs of optical Y-couplers, whose outputs are connected through series-connected photodetectors and null indicators to inputs of an encoding device, whose outputs are the output of the device.

EFFECT: high computational efficiency of the

dephasing process.

1 dwg



RU 2 4 0 8 0 5 1 C 1

RU 2 4 0 8 0 5 1 C 1

Предлагаемое изобретение относится к вычислительной технике и может быть использовано в оптических устройствах обработки информации, построенных на основе непрерывной (нечеткой) логики.

Известен дефаззификатор, построенный на основе микропроцессора и содержащий шифраторы, компараторы мультиплексоры, оперативную память, устройство ввода-вывода [Мелихов А.Н. Проектирование микропроцессорных средств обработки нечеткой информации / А.Н.Мелихов, В.Д.Баронец. - Ростов-на-Дону: Издательство Ростовского университета, 1990. - 128 с.].

Существенные признаки аналога, общие с заявляемым устройством, следующие: шифратор, компараторы.

Недостатками вышеописанного дефаззификатора являются высокая сложность и низкое быстродействие.

Известен дефаззификатор на основе устройства формирования нечеткого управляющего воздействия [Пат. RU 2110826 C1, МПК 6 G05B 13/02. Способ формирования нечеткого управляющего воздействия, устройство для его реализации, способ управления и система для ее реализации / Хадзиме Нисидай, Нобутомо Матсунага. - №5011569/09; заявл. 10.07.1990, фиг.4], содержащий компараторы, функциональные цепи, генератор функции, цепь минимума, цепь максимума, цепь центра гравитации, цепи генерации маркировочного напряжения, цепь генерации произвольно выбранного напряжения, переключающие блоки кода функции, блок фиксации кода правила.

Существенные признаки аналога, общие с заявляемым устройством, следующие: компараторы.

Недостатками вышеописанного дефаззификатора являются высокая сложность и низкое быстродействие.

Известно оптическое вычислительное устройство - оптический интегратор, выполняющий функцию неопределенного интегрирования, реализованный в виде Фурье-интегратора, описанного в [Акаев А.А. Оптические методы обработки информации / А.А.Акаев, С.А.Майоров. - М.: Высшая школа, 1988. - 236 с., страница 168, рис.6.2], принятый за прототип. Прототип содержит источник когерентного плоского светового потока, две последовательно расположенные системы преобразования Фурье, устройства ввода информации, пространственный операционный фильтр и детектор выходных данных.

Существенные признаки прототипа, общие с заявляемым изобретением, следующие: источник когерентного излучения, две последовательно расположенные системы преобразования Фурье и пространственный операционный фильтр.

Недостатками вышеописанного прототипа является невозможность вычисления четкого значения выходной лингвистической переменной (или номера на заранее определенной шкале выходной лингвистической переменной) после процедуры агрегирования всех термов этой лингвистической переменной в результате нечетко-логического вывода.

Задачей изобретения является повышение вычислительной производительности процесса дефаззификации до 10^5 - 10^6 операций в секунду при одновременном упрощении конструкции и состава дефаззификатора.

Технический результат достигается тем, что в него введены первый линейный оптический транспарант, группа оптических Y-разветвителей, оптический определенный интегратор, второй линейный оптический транспарант, оптический фазовый модулятор, оптический n-выходной разветвитель, группа оптических Y-

объединителей, группа фотоприемников, группа нуль-индикаторов, шифратор, выход источника когерентного излучения подключен ко входу первого линейного оптического транспаранта, выходы которого подключены ко входам соответствующих оптических Y-разветвителей, вторые выходы оптических Y-разветвителей подключены к соответствующим входам оптического неопределенного интегратора, а первые выходы оптических Y-разветвителей подключены к соответствующим входам оптического определенного интегратора, выход которого подключен ко входу второго линейного оптического транспаранта, выход которого подключен ко входу оптического n-выходного разветвителя, выходы которого подключены к первым входам соответствующих оптических Y-объединителей, а выходы оптического неопределенного интегратора подключены ко вторым входам соответствующих оптических Y-объединителей, выходы которых подключены ко входам соответствующих фотоприемников, выходы которых подключены ко входам соответствующих нуль-индикаторов, а выходы нуль-индикаторов подключены к соответствующим входам шифратора, выходы которого являются выходом оптоэлектронного дефаззификатора.

Для достижения технического результата в оптоэлектронный дефаззификатор, содержащий две последовательно расположенные системы преобразования Фурье и пространственный операционный фильтр, образующие оптический неопределенный интегратор, источник когерентного излучения, дополнительно введены первый линейный оптический транспарант, группа оптических Y-разветвителей, оптический определенный интегратор, второй линейный оптический транспарант, оптический фазовый модулятор, оптический n-выходной разветвитель, группа оптических Y-объединителей, группа фотоприемников, группа нуль-индикаторов, шифратор, выход источника когерентного излучения подключен ко входу первого линейного оптического транспаранта, выходы которого подключены ко входам соответствующих оптических Y-разветвителей, вторые выходы оптических Y-разветвителей подключены к соответствующим входам оптического неопределенного интегратора, а первые выходы оптических Y-разветвителей подключены к соответствующим входам оптического определенного интегратора, выход которого подключен ко входу второго линейного оптического транспаранта, выход которого подключен ко входу оптического фазового модулятора, выход которого подключен ко входу оптического n-выходного разветвителя, выходы которого подключены к первым входам соответствующих оптических Y-объединителей, а выходы оптического неопределенного интегратора подключены ко вторым входам соответствующих оптических Y-объединителей, выходы которых подключены ко входам соответствующих фотоприемников; выходы которых подключены ко входам соответствующих нуль-индикаторов, а выходы нуль-индикаторов подключены к соответствующим входам шифратора, выходы которого являются выходом оптоэлектронного дефаззификатора.

Оптоэлектронный дефаззификатор - устройство, предназначенное для вычисления четкого значения выходной лингвистической переменной (или номера на заранее определенной шкале выходной лингвистической переменной) после процедуры агрегирования всех термов этой лингвистической переменной в результате нечетко-логического вывода. Вычисление четкого значения (номера) выходной лингвистической переменной оптоэлектронный дефаззификатор выполняет по методу медианы, значение y_{out} которой определяется из интегрального уравнения:

$$y_{\text{OUT}} : \int_{y_1}^{y_{\text{OUT}}} \mu(y_{\Sigma}) dy = \int_{y_{\text{OUT}}}^{y_2} \mu(y_{\Sigma}) dy, \quad (1)$$

где y_{OUT} - искомое четкое значение выходной лингвистической переменной (точка, в которой площадь поверхности, ограниченной осью y и функцией $\mu(y_{\Sigma})$, делится пополам; $y_{\text{OUT}} \in [y_1, y_2]$);

y_1, y_2 - соответственно наименьшее и наибольшее значения аргумента функции $\mu(y_{\Sigma})$ из области ее определения;

$\mu(y_{\Sigma})$ - результирующая после процедуры агрегирования функция принадлежности выходной лингвистической переменной y .

Функциональная схема оптоэлектронного дефазсификатора показана на чертеже.

Оптоэлектронный дефазсификатор содержит:

- 1 - источник плоского когерентного излучения (ИКИ) с амплитудой $2n$ усл(овных) ед(иниц);

- 2 - линейный оптический транспарант (ЛОТ) с функцией пропускания, пропорциональной функции принадлежности $\mu(y_{\Sigma})$;

- 3₁, 3₂, ..., 3_n - n оптических Y-разветвителей;

- 4 - оптический интегратор, выполняющий функцию определенного интегрирования, который может быть реализован в виде оптического n -входного объединителя или фокусирующей линзы (далее - оптический определенный интегратор (ООН));

- 5 - линейный оптический транспарант (ЛОТ) с функцией пропускания, равной $1/2$;

- 6 - оптический фазовый модулятор (ОФМ), обеспечивающий постоянный сдвиг фазы оптического потока на π ;

- 7 - оптический n -выходной разветвитель;

- 8 - оптический интегратор, выполняющий функцию неопределенного интегрирования, который может быть реализован в виде Фурье-интегратора, описанного в [Акаев А.А. Оптические методы обработки информации / А.А.Акаев, С.А.Майоров. - М.: Высшая школа, 1988. - 236 с., страница 168, рис.6.1] (далее - оптический неопределенный интегратор (НОИ));

- 9₁, 9₂, ..., 9_n - n оптических Y-объединителей;

- 10₁, 10₂, ..., 10_n - n фотоприемников (ФП);

- 11₁, 11₂, ..., 11_n - n компараторов, работающих в режиме нуль-индикаторов, которые могут быть выполнены, например, аналогично описанному в [Щерба А. Программируемые аналоговые ИС Anadigm: применение конфигурируемых аналоговых модулей в составе программы AnadigmDesigner2 / А.Щерба // Компоненты и технологии. - 2007. - №12. - С.13, рис.6.] (далее - нуль-индикаторы (НИ));

- 12 - шифратор, обеспечивающий при подаче на его вход единичного сигнала с выхода соответствующего нуль-индикатора формирование на выходе двоичного числа, соответствующего значению (номеру) четкого значения на базовой шкале выходной переменной y .

Выход ИКИ 1 подключен ко входу линейного оптического транспаранта 2, выход которого подключен ко входам соответствующих оптических Y-разветвителей 3₁, 3₂, ..., 3_n. Первые выходы оптических Y-разветвителей 3₁, 3₂, ..., 3_n подключены к соответствующим входам оптического определенного интегратора 4, выход которого подключен ко входу линейного оптического транспаранта 5. Выход линейного оптического транспаранта 5 подключен ко входу оптического фазового модулятора 6.

Выход оптического фазового модулятора 6 подключен ко входу оптического n-выходного разветвителя 7, соответствующие выходы $7_1, 7_2, \dots, 7_n$ которого подключены к первым входам оптических Y-объединителей $9_1, 9_2, \dots, 9_n$. Вторые выходы оптических Y-разветвителей $3_1, 3_2, \dots, 3_n$ подключены к соответствующим входам неопределенного интегратора 8, соответствующие выходы которого подключены ко вторым входам оптических Y-объединителей $9_1, 9_2, \dots, 9_n$. Выходы оптических Y-объединителей $9_1, 9_2, \dots, 9_n$ подключены ко входам соответствующих фотоприемников $10_1, 10_2, \dots, 10_n$. Выход каждого фотоприемника $10_1, 10_2, \dots, 10_n$ подключен ко входу соответствующего нуль-индикатора $11_1, 11_2, \dots, 11_n$. Выход каждого нуль-индикатора $11_1, 11_2, \dots, 11_n$ подключен к соответствующему входу шифратора 12, выходы $12^0, 12^1, \dots, 12^m$ которого являются выходом устройства.

Работа устройства происходит следующим образом. С выхода ИКИ 1 когерентный плоский световой поток с амплитудой $2n$ усл.ед. поступает на ЛОТ 2 с функцией пропускания, пропорциональной функции принадлежности $\mu(y_\Sigma)$, на выходах которого формируется плоский оптический поток с амплитудой, пропорциональной $2n\mu(y_\Sigma)$. Этот оптический поток, проходя через оптические Y-разветвители $3_1, 3_2, \dots, 3_n$, разветвляется на две части. Первая часть разветвленного плоского потока с амплитудой, пропорциональной $n\mu(y_\Sigma)$, поступает на соответствующие входы ООИ 4, а вторая часть потока с той же амплитудой поступает на соответствующие входы НОИ 8. С выхода ООИ 4 плоский световой поток с амплитудой, пропорциональной

$$n \cdot \int_{y_1}^{y_2} \mu(y_\Sigma) dy,$$

поступает через ЛОТ 5 с функцией пропускания, равной $1/2$, на вход ОФМ 6, сдвигающего фазу светового потока на π . С выхода ОФМ 6 инвертированный плоский световой поток поступает на вход оптического n-выходного разветвителя 7, с каждого выхода которого $7_1, 7_2, \dots, 7_n$ снимается оптический поток с амплитудой, пропорциональной -

$$\frac{1}{2} \int_{y_1}^{y_2} \mu(y_\Sigma) dy.$$

Данные световые потоки поступают на первые входы соответствующих оптических Y-объединителей $9_1, 9_2, \dots, 9_n$.

С выхода НОИ 8 плоский световой поток с пространственной амплитудой, пропорциональной по оси OY $\int \mu(y_\Sigma) dy$, поступает на вторые входы соответствующих оптических Y-объединителей $9_1, 9_2, \dots, 9_n$.

Таким образом, на первые входы оптических Y-объединителей $9_1, 9_2, \dots, 9_n$ поступают сдвинутые по фазе на π оптические потоки с амплитудами, пропорциональными определенному интегралу

$$\frac{1}{2} \int_{y_1}^{y_2} \mu(y_\Sigma) dy,$$

а на вторые входы - оптические потоки с амплитудами, пропорциональными по оси OY $\int \mu(y_\Sigma) dy$ (для каждого конкретного значения y_1 из области определения функции $\mu(y_\Sigma)$ -

Интерферируя данные световые, потоки формируют на входе

$$\int_{y_1}^{y_2} \mu(y_\Sigma) dy).$$

соответствующего фотоприемника $10_1, 10_2, \dots, 10_n$ поток оптического излучения с

интенсивностью
$$\left(\int_{y_1}^{y_2} \mu(y_\Sigma) dy \right) \frac{1}{2} \int_{y_1}^{y_2} \mu(y_\Sigma) dy)^2$$

5 Наименьший по интенсивности (равный нулю) поток формируется на входе того фотоприемника 10_k , где выполнено условие, описываемое формулой (1). Сигналы с выходов фотоприемников $10_1, 10_2, \dots, 10_n$ поступают на входы соответствующих нуль-индикаторов $11_1, 11_2, \dots, 11_n$. Тот нуль-индикатор, на входе которого будет нулевой
10 сигнал, формирует на своем выходе сигнал логической «1». Этот сигнал поступает на соответствующий вход шифратора 12, который на своих выходах $12^0, 12^1, \dots, 12^m$ формирует двоичное число, соответствующее значению (номеру) четкого значения на базовой шкале выходной переменной y из условия, описываемого формулой (1).

15 Быстродействие оптоэлектронного дефаззификатора определяется динамическими характеристиками фотоприемников, компараторов в режиме нуль-индикаторов и шифратора. Фотоприемники, выполняемые в традиционном варианте на основе фотодиодов, имеют частоту среза порядка 10^9 Гц. Нуль-индикаторы на основе ПЛИС (ПАИС) имеют быстродействие порядка 2,5-3 мкс. Шифратор, построенный на базе
20 логики ТТЛШ (ИМС 155, 555 серий), обладает временем задержки порядка 9-9,5 нс. Для существующих непрерывнологических систем обработки информации подобное быстродействие обеспечивает их функционирование практически в реальном масштабе времени.

25

Формула изобретения

Оптоэлектронный дефаззификатор, содержащий две последовательно расположенные системы преобразования Фурье и пространственный операционный
30 фильтр, образующие оптический неопределенный интегратор, источник когерентного излучения, отличающийся тем, что в него введены первый линейный оптический транспарант, группа оптических Y-разветвителей, оптический определенный интегратор, второй линейный оптический транспарант, оптический фазовый модулятор, оптический n-выходной разветвитель, группа оптических Y-
35 объединителей, группа фотоприемников, группа нуль-индикаторов, шифратор, выход источника когерентного излучения подключен ко входу первого линейного оптического транспаранта, выходы которого подключены ко входам соответствующих оптических Y-разветвителей, вторые выходы оптических Y-разветвителей подключены к соответствующим входам оптического неопределенного
40 интегратора, а первые выходы оптических Y-разветвителей подключены к соответствующим входам оптического определенного интегратора выход которого подключен ко входу второго линейного оптического транспаранта, выход которого подключен ко входу оптического фазового модулятора, выход которого подключен ко входу оптического n-выходного разветвителя, выходы которого подключены к
45 первым входам соответствующих оптических Y-объединителей, а выходы оптического неопределенного интегратора подключены ко вторым входам соответствующих оптических Y-объединителей, выходы которых подключены ко входам соответствующих фотоприемников, выходы которых подключены ко входам соответствующих нуль-индикаторов, а выходы нуль-индикаторов подключены к
50 соответствующим входам шифратора, выходы которого являются выходом оптоэлектронного дефаззификатора.