

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** **2 809 021** (13) **C1**
(51) МПК
G06F 18/00 (2023.01)
G06T 7/60 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 19.10.2024)
Пошлина: учтена за 3 год с 05.07.2025 по 04.07.2026. Установленный срок для уплаты пошлины за 4 год: с 05.07.2025 по 04.07.2026. При уплате пошлины за 4 год в дополнительный 6-месячный срок с 05.07.2026 по 04.01.2027 размер пошлины увеличивается на 50%.

(52) СПК

G06F 18/00 (2023.08); G06T 7/60 (2023.08)

(21)(22) Заявка: **2023117573**, **04.07.2023**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.07.2023

Дата регистрации:
06.12.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **04.07.2023**

(45) Опубликовано: **06.12.2023** Бюл. № **34**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2533651 C2, 20.11.2014. RU 2423735 C1, 10.07.2011. RU 2714901 C1, 20.02.2020. US 2016/0189381 A1, 30.06.2016. US 2017/0032213 A1, 02.02.2017.**

Адрес для переписки:
190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67, лит. А, ФГАОУ ВО СПбГУАП, ГУАП, ЦКНИ

(72) Автор(ы):

**Дворников Сергей Сергеевич (RU),
Дворников Сергей Викторович (RU),
Обрезков Павел Сергеевич (RU),
Гудков Михаил Александрович (RU),
Дворников Александр Сергеевич (RU),
Васильева Дина Владимировна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения" (RU)

(54) Способ распознавания сигналов

(57) Реферат:

Изобретение относится к области вычислительной техники для распознавания сигналов. Технический результат заключается в обеспечении возможности распознавания объектов даже при их неполном отображении в пределах обрабатываемого кадра. Технический результат достигается за счет того, что в качестве сигналов используют сигнал, состоящий из элементов, последовательно считываемых из кадра видеоизображения, а вектор признаков формируют из значений гистограмм распределения частоты проявления яркости по градациям уровней, в соответствии с разрядностью битов, которые считают параметрами векторов признаков, а вычисленную разность значений параметров распознаваемого сигнала и

эталонных сигналов усредняют в соответствии с разрядностью вектора признаков. 7
ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к способам распознавания сигналов и может быть использовано в технических средствах распознавания объектов, изображенных на кадрах фото и видеоизображений.

Известен «Способ распознавания радиосигналов» (Патент РФ №2356064, МПК G01S 7/00, опубл.: 20.05.2009, Бюл. № 14).

В известном способе предварительно задают эталонные радиосигналы (РС). Затем для каждого эталонного РС формируют его матрицу распределения энергии (РЭ). С этой целью эталонные РС дискретизируют, квантуют и затем выполняют операцию фреймового вейвлет-преобразования (ФВП) путем фильтрации их квантованных отсчетов посредством фильтров, полосы пропускания которых каждый раз увеличивают в два раза с возрастанием порядкового номера фильтра. После этого, полученные с выхода каждого из фильтров вейвлет-коэффициенты (ВК) нормируют, ранжируют и исключают малозначимые ВК. В качестве малозначимых выбирают совокупность ВК, начиная от наименьшего, суммарная энергия которых составляет 10-30% от суммарной энергии всей совокупности ВК на выходе каждого из фильтров соответственно. Затем из оставшихся ВК формируют матрицу РЭ, причем строками матрицы РЭ каждого эталонного РС являются ВК, полученные на выходе фильтров. А из матриц РЭ эталонных РС формируют их векторы признаков путем построчной конкатенации всех ВК сформированных матриц РЭ. После этого принимают распознаваемый РС, из квантованных отсчетов которого формируют матрицу РЭ и вектор признаков аналогично, как и для эталонных РС. Идентифицируют принятый РС путем вычитания по модулю его вектора признаков из векторов признаков каждого из эталонных РС. Распознаваемый РС считают инцидентным эталонному РС, разница векторов признаков с которым минимальна.

Недостатком известного способа является то, что он ориентирован на работу с сигналами, имеющими малое число отсчетов, поскольку векторы признаков сигналов формируются путем построчной конкатенации значений их матриц РЭ, и поэтому они имеют очень большое число элементов, т.е. высокую размерность. А уменьшение размерности векторов признаков, формируемых в соответствии с известным способом, путем их усреднения, ведет к снижению достоверности распознавания.

Известен «Способ распознавания радиосигналов» (Патент РФ №2430417, МПК G06K 9/00, опубл.: 27.09.2011, Бюл. № 27).

В известном способе предварительно задают эталонные РС и формируют для каждого эталонного РС матрицу РЭ, для чего его дискретизируют, квантуют и затем выполняют операцию ФВП последовательности его квантованных отсчетов с помощью фильтров, полосы пропускания которых кратны числу два в степени К, где К – целое число. Затем из ВК эталонного РС формируют вектор признаков. Причем для каждого временного отсчета РС из числа соответствующих ему ВК на выходах фильтров выделяют максимальный, на который нормируют остальные ВК, соответствующие данному временному отсчету РС, а в качестве элементов векторов признаков выбирают средние значения мощности ВК, полученные на выходе каждого из фильтров. После чего принимают распознаваемый РС и формируют его вектор признаков аналогично, как для эталонного РС. Затем принятый РС идентифицируют путем последовательного вычитания по модулю элементов его вектора признаков из элементов векторов признаков каждого из эталонных РС. Распознаваемый РС считают инцидентным эталонному РС, разница векторов признаков с которым минимальна.

Недостатком известного способа является то, что в нем в качестве элементов векторов признаков выбирают средние значения мощности ВК, полученные на выходе

каждого из фильтров, что ведет к снижению достоверности распознавания.

Известен «Способ распознавания радиосигналов» (Патент РФ №2423735, МПК G06K 9/00, опубл.: 10.07.2011, Бюл. № 19).

В известном способе предварительно задают эталонные РС, формируют для каждого эталонного РС матрицу РЭ, для чего его дискретизируют, квантуют и выполняют операцию ФВП последовательности его квантованных отчетов с помощью фильтров, полосы пропускания которых кратны числу два в степени K , где K – целое число. После этого ВК ФВП нормируют относительно его максимального значения. Затем ВК эталонного РС, полученные в каждой полосе частот, ранжируют и формируют вектор признаков эталонного РС. Причем в качестве элементов векторов признаков выбирают средние значения мощности ВК, полученные на выходе каждого из фильтров. После чего принимают распознаваемый РС и формируют его вектор признаков аналогично, как и для эталонного РС. Идентифицируют принятый РС путем последовательного вычитания по модулю элементов его вектора признаков из векторов признаков каждого из эталонных РС. Распознаваемый РС считают инцидентным эталонному РС, разница векторов признаков с которым минимальна.

Недостатком известного способа является то, что в нем в качестве элементов векторов признаков выбирают средние значения мощности ВК, полученные на выходе каждого из фильтров, что ведет к снижению достоверности распознавания.

Наиболее близким по технической сущности к заявленному способу является «Способ распознавания радиосигналов» (Патент РФ №2533651, МПК G06K 9/00, опубл.: 20.11.2014 Бюл. №32).

В способе-прототипе предварительно задают эталонные РС равной длительности, которые дискретизируют и квантуют, затем выполняют операцию ФВП для последовательности квантованных отчетов каждого эталонного РС и формируют для каждого из них вектор признаков из ВК полученных матриц РЭ, затем принимают распознаваемый РС и формируют его вектор признаков аналогично, как и для эталонного РС, после чего идентифицируют распознаваемый РС путем вычитания по модулю его вектора признаков из вектора признаков каждого из эталонных РС, распознаваемый РС считают инцидентным эталонному РС, разница векторов признаков с которым минимальна. При том, что вектора признаков строят путем построчной конкатенации ВК полученных матриц РЭ, причем ВК в векторах признаков нормируют и ранжируют, а распознаваемый РС предварительно разбивают на фрагменты, длительность каждого из которых совпадает с длительностью эталонных РС, и вычисляют фрагмент средних значений распознаваемого РС, из которого затем формируют вектор признаков для распознаваемого РС.

Недостатком способа-прототипа является то, что он ориентирован на работу с сигналами, имеющими малое число отсчетов, поскольку векторы признаков сигналов формируются путем построчной конкатенации значений их матриц РЭ, и поэтому они имеют очень большое число элементов, т.е. высокую размерность. А уменьшение размерности векторов признаков, формируемых в соответствии с известным способом, путем их усреднения, ведет к снижению достоверности распознавания.

Задачей изобретения является разработка способа, который позволял бы использовать для распознавания объектов компактные векторы признаков, обладающие высокой контрастностью, получаемые из кадров изображений большой размерности.

Техническим результатом является повышение достоверности распознавания объектов.

Технический результат достигается тем, что в способе распознавания сигналов, заключающемся в том, что предварительно задают эталонные сигналы равной длительности, формируют для каждого из них вектор признаков, затем принимают распознаваемый сигнал и формируют его вектор признаков аналогично, как и для эталонного сигнала, после чего идентифицируют распознаваемый сигнал путем сравнения его вектора признаков с векторами признаков каждого из эталонных сигналов, а решение принимают по результатам вычисления разности значений параметров распознаваемого сигнала и эталонных сигналов, распознаваемый сигнал считают инцидентным эталонному сигналу, модуль разницы параметров векторов признаков с которым будет минимальным, при этом в качестве сигналов используют сигнал, состоящий из элементов, последовательно считываемых из кадра видеоизображения, а вектор признаков формируют из значений гистограмм распределения частоты проявления яркости по градациям уровней, в соответствии с разрядностью битов, которые считают параметрами векторов признаков, а вычисленную разность значений параметров распознаваемого сигнала и эталонных сигналов усредняют в соответствии с разрядностью вектора признаков.

Технический результат достигается путем формирования компактных векторов признаков, обеспечивающих возможность распознавания объектов даже при их неполном отображении в пределах обрабатываемого кадра.

Заявленный способ поясняется чертежами, на которых показаны:

- фиг. 1 – кадр с первым распознаваемым объектом, используемый для формирования первого эталонного сигнала;
- фиг. 2 – кадр со вторым распознаваемым объектом, используемый для формирования второго эталонного сигнала;
- фиг. 3 – сформированный вектор признаков для первого эталонного сигнала;
- фиг. 4 – сформированный вектор признаков для второго эталонного сигнала;
- фиг. 5 – кадр с распознаваемым объектом принятого сигнала;
- фиг. 6 – сформированный вектор признаков принятого для распознавания сигнала;
- фиг. 7 – модули векторов разности значений параметров: распознаваемого сигнала и первого эталонного сигнала (обозначен как R02); распознаваемого сигнала и второго эталонного сигнала (обозначен как R12).

Все кадры представлены в одинаковом формате, а все векторы признаков представлены в одинаковом масштабе.

Реализация заявленного способа объясняется следующим образом.

П.1 Задают эталонные сигналы равной длительности. В качестве эталонных сигналов используют сигналы, состоящие из элементов, последовательно считываемых из кадра видеоизображения, на которых изображены объекты, подлежащие распознаванию.

В качестве примера, на фиг. 1 и фиг. 2 показаны кадры видеоизображений, являющиеся эталонными для распознавания изображенных на них объектов. Размеры кадра определяются стандартами изображений, разрешение которых представляется количеством пикселей. Для представленных примеров использованы кадры размером 1280×720 пикселей в режиме градации серого. В этом случае каждый пиксель изображения будет содержать значение яркости в диапазоне от 0 (черный) до 255 (белый), на кодирование которой требуется 8 бит. Следовательно, сигналы, состоящие из элементов, последовательно считываемых из кадра видеоизображения, будут представлять поток 8-битовых данных, длина которого определяется размерами исходного кадра. В представленном случае один кадр будет содержать 921 600 пикселей, объем кадра составит 7372800 байт.

П.2 Формируют для каждого из эталонных сигналов вектор признаков. Вектор признаков формируют из значений гистограмм распределения частоты проявления яркости по градациям уровней, в соответствии с разрядностью битов, которые считают параметрами векторов признаков.

В качестве примера, на фиг. 3 и фиг. 4 показаны векторы признаков эталонных сигналов. На фиг. 3 показан вектор признаков, соответствующий объекту, изображенному на фиг. 1, а на фиг. 4 показан вектор признаков, соответствующий объекту, изображенному на фиг. 2.

Для 8 битового потока размерность вектор признаков будет равна 256 значениям. Формировать вектор признаков можно следующим образом. Битовый поток подают на компаратор, число входов которого определяется количеством битов, приходящихся на пиксель (для рассматриваемого примера 8 битов). На каждом выходе компаратора, по числу возможных комбинаций (для рассматриваемого примера их 256), стоит свой счетчик, который посчитывает количество комбинаций, приходящихся на градацию яркости, которые встречаются в кадре. Значения счетчиков представляют собой параметры вектора признаков.

В результате проведения указанных технических операций, вектор признаков будет представлять собой гистограмму распределения частоты проявления яркости по градациям уровней, в соответствии с разрядностью битов.

П.3 Принимают распознаваемый сигнал и формируют его вектор признаков аналогично, как и для эталонного сигнала.

В качестве примера, на фиг. 5 показаны кадр видеоизображения, формируемый сигнал с которого подан на распознавание. На фиг. 6 показан вектор признаков, соответствующий объекту, изображенному на фиг. 5.

П.4 Идентифицируют распознаваемый сигнал путем сравнения его вектора признаков с векторами признаков каждого из эталонных сигналов. При этом решение принимают по результатам вычисления разности значений параметров распознаваемого сигнала и эталонных сигналов.

В качестве примера на фиг. 7 показаны модули разности значений параметров распознаваемого сигнала с каждым из эталонных сигналов для каждого элемента векторов признаков.

П.5 Вычисленную разность значений параметров распознаваемого сигнала и эталонных сигналов усредняют в соответствии с разрядностью вектора признаков. Распознаваемый сигнал считают инцидентным эталонному сигналу, модуль разницы параметров векторов признаков с которым будет минимальным.

Для представленного примера усредненное значение модуля разницы параметров векторов признаков распознаваемого сигнала и первого эталонного сигнала равно $R02_{cp} = 4,5$. А разность с вектором признаков второго сигнала составила $R12_{cp} = 4,77$.

В соответствии с заявляемым способом, кадр видеоизображения распознаваемого сигнала будет отнесен к первому эталонному кадру видеоизображения. Причем на кадре запечатлен лишь фрагмент распознаваемого объекта.

Для рассматриваемого примера контрастность признакового пространства, представляющая собой модуль разницы параметров векторов признаков эталонных сигналов, составил $R01_{cp} = 5,0$.

Для подтверждения работоспособности заявляемого способа было проведено 200 экспериментов, в ходе которых распознаванию подвергались кадры видеоизображения, на которых были запечатлены различные части объекта (автомобиля) от 100% до 2% его общей площади. Установлено, что заявляемый способ устойчиво осуществляет распознавание, если на кадре видеоизображения запечатлено не менее 7-8% объекта при неизменной освещенности местности, представленной на кадре видеоизображения фиг. 2.

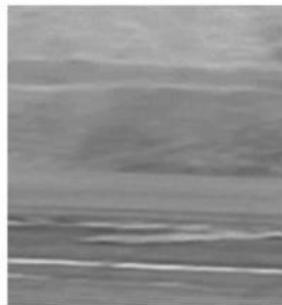
Таким образом, благодаря новой совокупности существенных признаков в заявленном способе обеспечивается достижение заявляемого технического результата: формирование компактных векторов признаков, обеспечивающих возможность распознавания объектов даже при их неполном отображении в пределах обрабатываемого кадра.

Формула изобретения

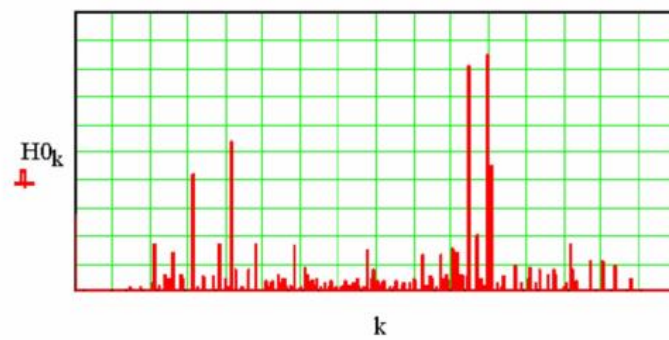
Способ распознавания сигналов, заключающийся в том, что предварительно задают эталонные сигналы равной длительности, формируют для каждого из них вектор признаков, затем принимают распознаваемый сигнал и формируют его вектор признаков аналогично, как и для эталонного сигнала, после чего идентифицируют распознаваемый сигнал путем сравнения его вектора признаков с векторами признаков каждого из эталонных сигналов, а решение принимают по результатам вычисления разности значений параметров распознаваемого сигнала и эталонных сигналов, распознаваемый сигнал считают инцидентным эталонному сигналу, когда модуль разницы параметров векторов признаков с которым будет минимальным, отличающийся тем, что в качестве эталонных и распознаваемых сигналов используют сигнал, состоящий из элементов, последовательно считываемых из кадра видеоизображения, а вектор признаков формируют из значений гистограмм распределения частоты проявления яркости по градациям уровней, в соответствии с разрядностью битов, которые считают параметрами векторов признаков, после чего вычисленную разность значений параметров распознаваемого сигнала и эталонных сигналов усредняют в соответствии с разрядностью вектора признаков.



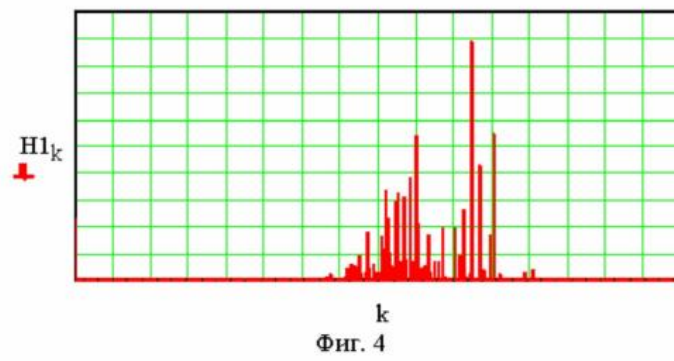
Фиг. 1



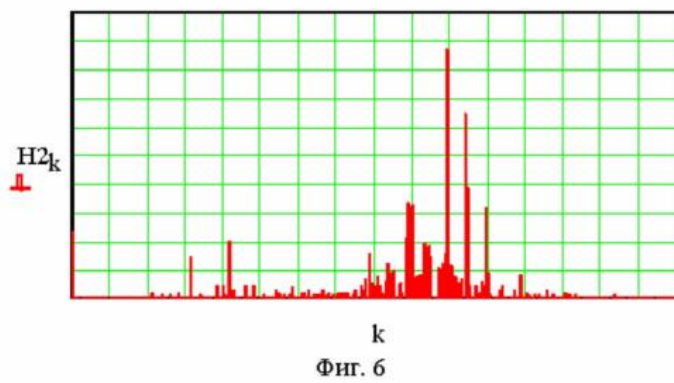
Фиг. 2

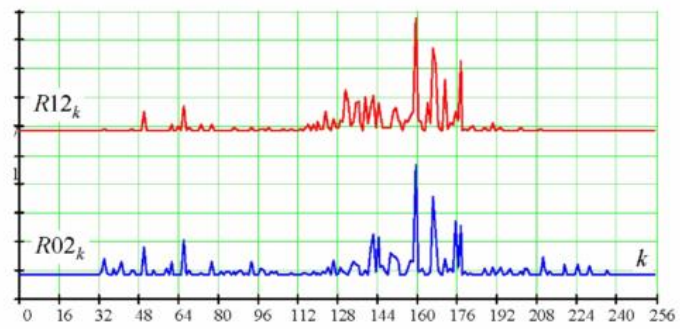


Фиг. 3



Фиг. 5





Фиг. 7