

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-1-102-114

УДК 004



РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ РАСПОЗНАНИЯ СИГНАЛОВ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Т.В. Аветисян, Я.Е. Львович, А.П. Преображенский

Современный этап развития радиотехнических информационных систем характеризуется одной общей тенденцией. Она заключается в том, что объектом их обработки являются различного рода изображения, достаточно сложные по структуре и с неоднородными статистическими свойствами. Примером могут служить телевизионные, диагностические и охранные системы, системы наблюдения за земной и водной поверхностями, ближним космическим пространством. Задачей таких систем является не только такая пассивная функция, как формирование самих изображений, но, в первую очередь, понимание изображений - обнаружение на сложном статистически неоднородном и многоградационном по яркости фоне представляющих интерес объектов, распознавание и оценка их параметров. Форма изображения является концентратором информации, содержащейся в изображении. Она интерпретируется как заданный в аналитическом виде сигнал. В работе предлагается подсистема распознавания сигналов сложной формы, базирующаяся на основе сенсорных сетей. Приведена иллюстрация структурной схемы подсистемы. Показана методика распознавания изображений. Приведены результаты распознавания.

Ключевые слова: *распознавание изображений; система; сенсорная сеть; помеха*

Для цитирования. *Аветисян Т.В., Львович Я.Е., Преображенский А.П. Разработка подсистемы распознавания сигналов сложной формы // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, № 1. С. 102-114. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-1-102-114*

DEVELOPMENT OF A SUBSYSTEM FOR THE RECOGNITION OF SIGNALS WITH A COMPLEX SHAPE

T.V. Avetisyan, J.E. Lvovich, A.P. Preobrazhensky

The modern stage of development of radio information systems is characterized by one general tendency. It consists in that object of their processing are various kinds of images, difficult enough on structure and with heterogeneous statistical properties. Television, diagnostic and security systems, observation systems for land and water surfaces, near space can serve as an example. The task of such systems is not only a passive function such as formation of images themselves, but first of all the understanding of images - detection on a complex statistically heterogeneous and multigradational in brightness background of the objects of interest, recognition and evaluation of their parameters. The image form is a concentrator of information contained in the image. It is interpreted as an analytically defined signal. This paper proposes a subsystem for the recognition of signals of complex shape, based on sensor networks. The illustration of the structural scheme of the subsystem is given. The technique of image recognition is shown. The results of the recognition are presented.

Keywords: *image recognition; system; sensor network; interference*

For citation. *Avetisyan T.V., Lvovich J.E., Preobrazhensky A.P. Development of a Subsystem for the Recognition of Signals with a Complex Shape // International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 1, pp. 102-114. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-1-102-114*

Введение

В настоящее время можно наблюдать активное развитие и внедрение систем, связанных с управлением, мониторингом и сбором данных. Во многих случаях подобные системы применяются в различных прикладных областях и являются распределенными

[1, 2]. Необходимо повышать эффективность их работы. Множество устройств, которые являются распределенными в пространстве, входят в состав беспроводных сенсорных сетей. Для того, чтобы осуществлять связь на коротких расстояниях, используется радиочастотный приемопередатчик. Для управления применяется микроконтроллер. Чтобы фиксировать информацию, используется набор датчиков.

С точки зрения изменений в условиях эксплуатации можно отметить самоорганизацию и адаптивность в качестве основных особенностей беспроводных сенсорных сетей. В этой связи необходимо использовать минимальные усилия в ходе установок, настроек и последующего сопровождения подобных сетей [3].

Целью работы является построение методики распознавания изображений в информационной системе, управляющей системой видеонаблюдения на основе сенсорных сетей.

Характеристики беспроводной сенсорной сети

Пусть необходимо распознавать сигналы, которые имеют сложную форму. Тогда на базе применения сенсорных сетей будем проводить рассмотрение подсистемы, которая направлена на реализацию процессов распознавания. Можно выделить в составе предлагаемой подсистемы несколько блоков (рисунок 1). Они являются следующими: база данных (БД), блок, необходимый для осуществления приема/отправки данных, блок, связанный с распознаванием образов, блок, позволяющий проводить расчет маршрутной карты [4].

Для хранения принимаемой и обрабатываемой информации необходимо применять базу данных.

Приемопередатчики будут входить в состав сети [5, 6]. Можно осуществлять их анализ в виде ретрансляторов. Они могут быть стационарными и подвижными. В этой связи требуется использование соответствующего блока, чтобы вести расчет по таблицам маршрутизации.

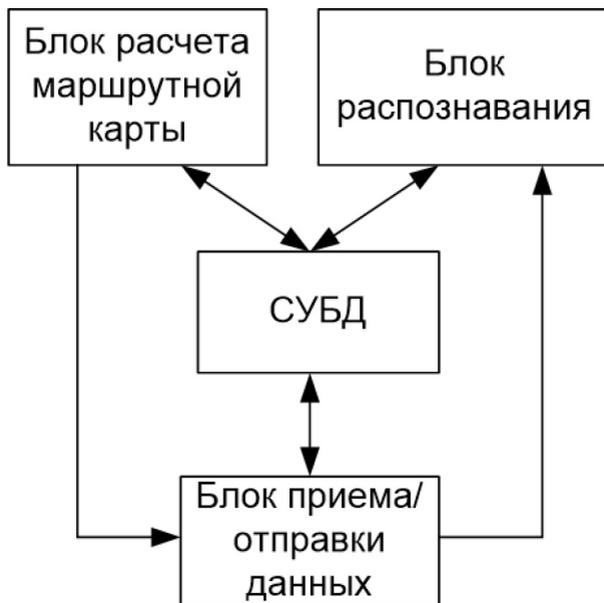


Рис. 1. Иллюстрация структурной схемы подсистемы, связанной с распознаванием образов

Следует проводить учет различных требований, если осуществлять расчет по маршрутным картам, в рамках соответствующего блока:

- по всем узлам, которые находятся внутри анализируемой сети необходимо проводить инициализацию;
- ретранслятор сигналов и приемо-передатчики могут быть рассмотрены в виде узлов в сетевой структуре;
- в ходе изменения местоположения приемо-передатчиков необходимо соблюдение работоспособности сети.

Тогда необходимо выделять отдельный блок, чтобы реализовывать расчеты по маршрутным картам. Он будет находиться в центральном коммутационном узле сети (ЦКУС) (рисунок 2). Тогда в ходе проведения расчетов по маршрутной карте в узлах сети не будет наблюдаться дополнительная нагрузка.

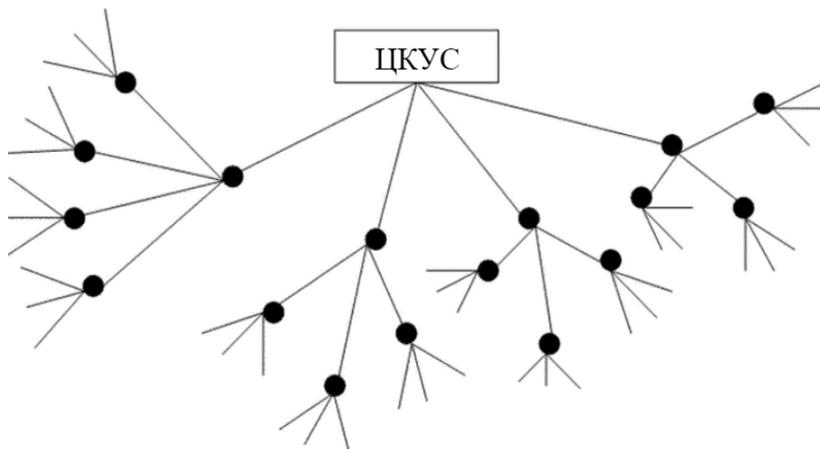


Рис. 2. Иллюстрация структуры построения сенсорной сети

Когда маршрутные карты рассчитываются, то необходимо использовать соответствующие шаги в алгоритме, на основе которого будет функционировать соответствующий блок. Будут такие этапы:

1. Все работающие узлы в сети будут проинициализированы.
2. Сетевые узлы, которые являются смежными, должны быть выделены.
3. Таблицу маршрутов определяем в рамках каждого из узлов [7].
4. Она передается ко всем сетевым узлам.
5. По сетевой структуре дается оценка.
6. В случае, если будет хотя бы один узел изменен, будет переход к шагу 2, в противном случае будет переход к шагу 5.

Использовался алгоритм Дейкстры, чтобы внутри таблицы маршрутизации осуществлять поддержку расчетов.

Методика распознавания изображений

Если осуществляется автоматический анализ изображений в различных устройствах, то в таких случаях должны быть решены задачи, которые связаны с тем, что выделяются признаки, формируются данные, которые связаны с количественными характе-

ристиками и др. На рисунке 3 дана иллюстрация того, как будут использоваться технические средства в ходе обработки изображений. Это позволит улучшать их зрительное восприятие.

Качество изображения оценивается визуальным образом. Необходимо его повышать. В этом состоит основная задача обработки.

Проведем рассмотрение в системе обработки изображений особенностей алгоритма, позволяющего проводить распознавание сигналов.

Форму изображений можно рассматривать в виде их достаточно информативной характеристики. Результаты измерений могут быть использованы как исходные данные в ходе классификации изображений. Тогда используются структурные или физические признаки.

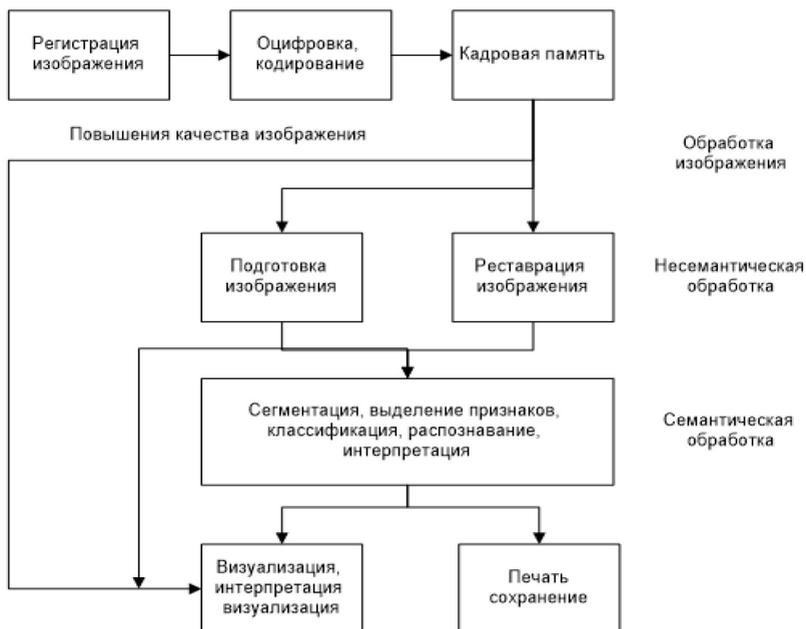


Рис. 3. Особенности обработки изображений на основе технических средств

Контурь предмета, особенности их наружного вида и внешних очертаний рассматриваются в виде формы. Если анализируется

замкнутая линия в некоторой системе координат, тогда не по всем классам изображений можно дать оценку ее формы при рассмотрении двумерных изображений. Помехоустойчивость того, как будут приниматься видео и радиосигналов связано с тем, какая будет у них форма. Она также будет оказывать влияние на разрешающую способность и точность осуществляемых измерений. При анализе изображений форма рассматривается как определенный визуальный код. Относительно объекта, который подвергается наблюдениям, можно сделать выводы по тому, какое у него назначение. Есть трудности с осуществлением измерений по форме изображений. Есть возможности только для того, чтобы показать то, насколько она будет соответствовать сигналу, который будет иметь аналогичную структуру. Он рассматривается в виде эталона.

Предположим, что сравниваются два сигнала $i(x, y)$ и $j(x, y)$. Требуется оценить, насколько они могут максимальным образом совпадать в случае, если один из них будет эталонным. В таких случаях представляет интерес анализ того, как будет вести себя корреляционный интеграл, который будет соответствовать точке экстремума.

$$K_{ij}(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} i(x', y') j(x' - x, y' - y) dx' dy' \quad (1)$$

В виде энергетической характеристик можно рассматривать представленный функционал K_{ij} . Яркость и площадь связанного с эталоном изображения будет оказывать влияние на ее величину. Когда будет наблюдаться ее экстремум? Это будет тогда, когда на изображении будет полностью уменьшаться эталон полностью. Необязательно при этом, чтобы по их формам было совпадение.

В работе [8] показано, что есть существенная зависимость второй производной от корреляционного интеграла $\left| K''_{ij} \right|$ от того, насколько по сигналам будет соответствие их форм. В случае, когда будет идеальное сходство, тогда корреляционный интеграл будет стремиться по абсолютной величине к бесконечности.

Происходило постепенное искажение изображений в ходе исследований. Реализовывалась оценка сходства получаемых изображений i и каждого из эталонов j (2).

$$i(x, y) = \frac{1}{2\pi\delta^2} \int_{-\infty}^{\infty} v(x_1, y_1) e^{-0,5 \frac{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2}{\delta^2}} dx_1 dy_1 \quad (2)$$

Изображение в ходе его классификации должно быть соотнесено с каждым из эталонов с точки зрения оценки его сходства. Тогда наибольший из функционалов $|K_{ij}''|$ будет выбран, и он будет сравниваться с соответствующим порогом. Будет соответствие изображения эталона и предъявленного функционала в тех случаях, когда величина $|K_{ij}''|$ превышает обозначенный порог. Отказ от распознавания будет реализовываться в тех случаях, когда величина функционала будет равна или меньше порога [9, 10].

Результаты распознавания

Были выбраны фигуры, которые рассматривались с точки зрения их распознавания. Они приведены на рисунке 4. Накладывался шум на изображение. Он характеризовался гауссовым распределением. После этого с эталоном осуществлялось сравнение.



Рис. 4. Иллюстрация геометрических фигур, которые рассматривались при распознавании

Мы видим величины $|K_{ij}''|$ в таблице 1, которые будут соответствовать соответствующим изображениям, когда рассматриваются разные значения площади S (выражается в пикселях) и контраста B (выражается в условных машинных единицах).

Таблица 1.

Значения по порогу в функционале $\left| K_{ij}'' \right|$

Изображение	S, пиксели	ΔB		
		50	-50	200
Эллипс	676	99	99	396
	2601	106	106	433
	10404	111	111	445
Кольцо	676	98	98	397
	2601	97	97	393
	10404	94	95	383
Треугольник	676	91	91	368
	2601	110	110	443
	10404	107	108	437
Шестиугольник	676	91	91	368
	2601	109	109	445
	10404	108	108	437

Значения по порогу изображения в функционале $\left| K_{ij}'' \right|$ при нормировании по контрасту

Таблица 2.

Изображение	S	ΔB		
		50	-50	200
Эллипс	676	2.7	2.7	2.7
	2601	2.8	2.8	2.8
	10404	2.8	2.8	2.8
Кольцо	676	2.7	2.7	2.7
	2601	2.6	2.6	2.6
	10404	2.6	2.6	2.6
Треугольник	676	2.6	2.6	2.6
	2601	2.7	2.7	2.7
	10404	2.7	2.7	2.7
Шестиугольник	676	2.7	2.7	2.7
	2601	2.8	2.8	2.8
	10404	2.8	2.8	2.8

Проведенный анализ показал, что форма и площадь изображений оказывают небольшое влияние на значение порога $\left| K_{ij}'' \right|$. Можно говорить о пропорциональной зависимости между порогом и тем, какое абсолютное значение его контраста. Если осуще-

ствить нормирование по контрасту изображения, то такая зависимость будет устранена. Соответствующие размещены внутри таблицы 2.

Проведенный анализ продемонстрировал, что как показатель сходства изображения и эталона по форме представляет интерес применение модуля нормированной по контрасту второй производной корреляционного интеграла, которая будет соответствовать точке экстремума.

Выводы

В работе рассмотрены некоторые возможности распознавания изображений сигналов для сенсорных сетей с учетом того, что воздействуют помехи. Представлено определение пороговых значений, на основе которых определяются возможности, связанные с распознаванием различных изображений сигналов.

Список литературы

1. Львович Я.Е., Преображенский Ю.П., Ружицкий Е. Анализ некоторых направлений повышения пропускной способности ip-сетей связи // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 42-45.
2. Львович Я.Е., Преображенский Ю.П., Ружицкий Е. Особенности оптимизации беспроводных систем связи // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 68-71.
3. Львович Я.Е., Преображенский Ю.П., Ружицкий Е. Анализ характеристик современных ip-сетей связи // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 3 (42). С. 64-67.
4. Львович Я.Е., Преображенский Ю.П., Ружицкий Е. Исследование характеристик алгоритмов классификации // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 2 (41). С. 96-99.
5. Львович Я.Е., Преображенский Ю.П., Ружицкий Е. Анализ особенностей современных беспроводных сенсорных сетей // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 3 (42). С. 99-102.

6. Мельникова Т.В., Питолин М.В., Преображенский Ю.П. Моделирование обработки больших массивов данных в распределенных информационно-телекоммуникационных системах // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2022. Т. 10. № 1 (36).
7. Синюков Д.С., Потудинский А.В. Экспериментальное исследование системы автоматического поиска и устранения неисправностей в базе данных // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2022. Т. 10. № 1 (36).
8. Мочалин, В. Д. Классификация изображений по форме / В. Д. Мочалин, А. А. Rogozin. – Измерительная техника, 2002, №5, С.35-38
9. Ветров А.Н., Потлов А.Ю. Оценка эффективности пространственной интерполяции при обработке совмещенных разнодиапазонных изображений // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2022. Т. 10. № 1 (36).
10. Ветров А.Н., Потлов А.Ю., Фролов С.В., Судаков Д.Е. Обработка разнодиапазонных изображений на базе матричных приборов с зарядовой связью // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2022. Т. 10. № 1 (36).

References

1. L'vovich YA.E., Preobrazhenskij YU.P., Ruzhickij E. Analiz nekotoryh napravlenij povysheniya propusknnoj sposobnosti ip-setej svyazi // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2022. № 1 (40). S. 42-45.
2. L'vovich YA.E., Preobrazhenskij YU.P., Ruzhickij E. Osobennosti optimizacii besprovodnyh sistem svyazi // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2022. № 1 (40). S. 68-71.
3. L'vovich YA.E., Preobrazhenskij YU.P., Ruzhickij E. Analiz harakteristik sovremennyh ip-setej svyazi // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2022. № 3 (42). S. 64-67.
4. L'vovich YA.E., Preobrazhenskij YU.P., Ruzhickij E. Issledovanie harakteristik algoritmov klassifikacii // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2022. № 2 (41). S. 96-99.

5. L'vovich YA.E., Preobrazhenskij YU.P., Ruzhickij E. Analiz osobennostej sovremennyh besprovodnyh sensornyh setej // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2022. № 3 (42). S. 99-102.
6. Mel'nikova T.V., Pitolin M.V., Preobrazhenskij YU.P. Modelirovanie obrabotki bol'shih massivov dannyh v raspredelennyh informacionno-telekommunikacionnyh sistemah // Modelirovanie, optimizaciya i informacionnye tekhnologii. 2022. T. 10. № 1 (36).
7. Sinyukov D.S., Potudinskij A.V. Eksperimental'noe issledovanie sistemy avtomaticheskogo poiska i ustraneniya neispravnostej v baze dannyh // Modelirovanie, optimizaciya i informacionnye tekhnologii. 2022. T. 10. № 1 (36).
8. Mochalin, V. D. Klassifikaciya izobrazhenij po forme / V. D. Mochalin, A. A. Rogozin. – Izmeritel'naya tekhnika, 2002, №5, S.35-38
9. Vetrov A.N., Potlov A.YU. Ocenka effektivnosti prostranstvennoj interpolyacii pri obrabotke sovmeshchennyh raznodiapazonnyh izobrazhenij // Modelirovanie, optimizaciya i informacionnye tekhnologii. 2022. T. 10. № 1 (36).
10. Vetrov A.N., Potlov A.YU., Frolov S.V., Sudakov D.E. Obrabotka raznodiapazonnyh izobrazhenij na baze matrichnyh priborov s zaryadovoj svyaz'yu // Modelirovanie, optimizaciya i informacionnye tekhnologii. 2022. T. 10. № 1 (36).

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Аветисян Татьяна Владимировна, преподаватель колледжа, специалист проектного отдела ВИБТ
Колледж ВИБТ; Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования Воронежский институт высоких технологий
ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация
vtatyana_avetisyan@mail.ru

Львович Яков Евсеевич, профессор, доктор технических наук
Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования Воронежский институт высоких технологий

*ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация
Komkovvivi@yandex.ru*

Преображенский Андрей Петрович, профессор, доктор технических наук

Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования Воронежский институт высоких технологий

*ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация
Komkovvivi@yandex.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Tatiana V. Avetisyan, project specialist VIVT

Voronezh Institute of High Technologies

73a, Lenin Str., Voronezh, 394043, Russian Federation

vtatyana_avetisyan@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3559-6070>

Jakov E. Lvovich, Doctor of Technical Sciences, Professor

Voronezh Institute of High Technologies

73a, Lenin Str., Voronezh, 394043, Russian Federation

Komkovvivi@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7051-3763>

Andrey P. Preobrazhenskiy, Doctor of Technical Sciences, Professor

Voronezh Institute of High Technologies

73a, Lenin Str., Voronezh, 394043, Russian Federation

Komkovvivi@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6911-8053>

Поступила 13.02.2023

После рецензирования 05.03.2023

Принята 10.03.2023

Received 13.02.2023

Revised 05.03.2023

Accepted 10.03.2023