

УДК 681.513



А.С. Свиридов, Ю.Ю. Завизиступ, О.Ф. Михаль
ХНУРЭ, г. Харьков, Украина, svyrydovartem@gmail.com

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕГМЕНТНОЙ ОБРАБОТКИ КИРЛИАН-ОБЪЕКТОВ

Применительно к алгоритмизации обработки *Кирлиан-объектов* для медицинской диагностики, показана допустимость и методологическая целесообразность подхода в целом, определена общая структурная схема, сформулирована этапность комплексного решения. Как вариант реализации, предложено фрагментирование *Кирлиан-объекта* и использование пофрагментного фрактального описания. Ключевые элементы рассмотренных алгоритмических решений отмакетированы с демонстрацией их работоспособности.

РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ, СЛАБАЯ СТРУКТУРИРОВАННОСТЬ, КИРЛИАН-ЭФФЕКТ, ФРАКТАЛЬНОСТЬ

Введение

Распознавание объектов окружающего мира есть базовое проявление *человеческого интеллекта* (ЧИ). Эволюционирование ЧИ включает использование *инструментальных средств*, которые на современном этапе сами становятся *интеллектуальными* (ИИС), поскольку не только «расширяют границы наблюдаемости» окружающего мира, но и реализуют предварительную обработку информации. Особый интерес в связи с тематикой применения ИИС представляют *слабо структурированные образы* (ССО) (объекты, изображения) [1], обработка (интерпретация) которых обычно (традиционно) трактуется как прерогатива традиционной (не компьютеризированной) части ЧИ. Применительно к этому классу задач, содержащими примерами являются *Кирлиан-объекты* [2], относящиеся к изучению живой природы (биология, медицина). Достаточно широкий класс *Кирлиан-объектов* может быть охарактеризован как кольцевые структуры, допускающие фрагментирование и пофрагментную фрактальную интерпретацию.

Цель настоящей работы – разработка элементов алгоритмической части для специализированных ИИС, применительно к распознаванию характерных фрагментов кольцевых ССО, имеющих место при интерпретации определённого класса *Кирлиан-объектов*.

1. Слабо структурированные объекты

Распознавание объектов окружающего мира (существенная часть которых может быть в той или иной степени отнесена к ССО), как базовый элемент деятельности ЧИ, предполагает выделение из общего информационного потока наиболее информационно ёмких элементов, с целью получения в дальнейшем, при последующей их обработке, определённых преимуществ от их использования. Существенная часть информации поступает к человеку на обработку в виде двумерных образов.

По своей сути, распознавание есть *предварительная обработка* информации. Полагается, что далее для распознанных образов будет найдено целевое применение. Распознавание включает выделение, согласно контексту обработки, отдельных элементов входного информационного потока, в соответствии с определёнными распознавательными признаками.

Эволюционирование ЧИ включает использование *инструментальных средств*. Первоначально это – раздельно средства наблюдения за объектом и средства манипулирования объектом [3]. Постепенно, по мере эволюционирования, их функции трансформируются и взаимно сближаются: реализуется манипулирование для лучшего наблюдения за объектом и наблюдение для лучшего манипулирования объектом. Слияние (объединение) этих функций, установление прямых и обратных связей между ними – знаменует собой образование ИИС. Интеллектуальность ИИС проявляется в том, что они не только меняют масштабы (пространственные и временные) и расширяют диапазоны (температурные, частотные и др.), но и включают интеллектуальные (алгоритмизированные компьютеризированные) элементы предварительной обработки информации. Этим ЧИ разгружается от рутинных процедур и, как следствие, может использовать высвободившиеся интеллектуальные ресурсы на решение задач *интерпретационного* уровня. В частности, ИИС могут «подхватывать» и эффективно реализовывать процедуры фильтрации, выделения из фона, сопоставления с набором распознавательных признаков, реализации распознавания, идентификации и др. Тогда ЧИ (собственно человек-специалист) может уже использовать результаты работы ИИС в сопоставлении с конкретным контекстом, в рамках определённой целевой ориентации.

Распознавание образов (изображений) актуально для множества сфер деятельности человека.

Различные формы (конфигурации объектов) задают различные требования к тому, каким образом и сколь точную информацию нужно получить из изображения. Одним из таких частных случаев является обработка ССО.

Слабое структурированные может быть охарактеризовано как форма группировки данных, не соответствующая строгой (детерминированной) структуре таблиц и отношений в рамках моделей типа реляционных баз данных. Впрочем, подобная характеристика является самоочевидной. В ходе познавательного процесса, объекты окружающего мира сначала вычленяются (идентифицируются, как отличающиеся от других), затем группируются (сопоставляются между собой), и только после этого строится некая структура (типа реляционной базы данных), являющаяся текущей версией модели окружающего мира. Далее, по ходу последующего познавательного процесса (накопления и упорядочения информации), версии сменяются, структура неоднократно переделывается и уточняется. Попутно, соответствующим образом модифицируется структура ИИС ЧИ [3]. Но всякий раз структура строится на основе познавательного процесса, а не познавательный процесс укладывается в готовую структуру, поскольку модель — вторична по отношению к реальному окружающему миру. «Инвертирование» процесса познания оказывается контрпродуктивным, чему имеется множество примеров в истории науки. Поэтому представляется более правильным характеризовать *слабое структурирование* как некоторый промежуточный (продвинутый, но ещё не завершённый) этап формирования научного знания.

Существует большое количество разных типов ССО. В отношении изображений, их можно объединить в классы изображений по конфигурационному принципу. Как отмечалось, «мощным источником» ССО являются объекты живой природы. Их изображения могут быть классифицированы (рассортированы) по видовым, морфологическим, функциональным и др. признакам; однако даже внутри каждого из таких классов сохраняется большое разнообразие. Наличие этого разнообразия является фактором продолжения структуризации модели. В качестве примеров ССО, только из области изучения устройства и принципов жизнедеятельности организма человека (биология, медицина), могут быть указаны, в частности, изображения сетчатки глаза, радужной оболочки глаза (ириодиагностика), отпечатки пальцев (дактилоскопия), а так же *Кирлиан-объекты*. Типовый пример — след контакта подушечки пальца — представлен на рис. 1.

2. Кирлиан-эффект

А. Эйнштейн высказал [4] следующую мысль о динамике развития науки. Новые парадигмы приходят на смену прежним не потому, что сторонники прежних теорий переучиваются или признают свою неправоту, а потому что они (прежние классики) просто постепенно вымирают. Так, Ньютоновская механика пришла на смену Аристотелевским представлениям, а затем Эйнштейновская теория относительности — на смену Ньютоновской механике. Легко видеть, что интервалы смены этих базовых концепций — достаточно велики. За это время успевают «сойти со сцены» не только «пророки» и «отцы-основатели», но и последующие сторонники примкнувших научных школ и направлений. Почему так происходит? Потому что *прижизненно*, в науке, как и во многих других областях человеческой деятельности, — «противоборствуют и бушуют» человеческие страсти и честолюбия. Должны проявиться противоречия, демонстрирующие несостоятельность прежней концепции; должны уйти прежние авторитеты, которые, вопреки противоречиям, поддерживали прежнюю концепцию; должна накопиться «критическая масса» фактов, подтверждающих новую концепцию. Как результат, — должна так или иначе реализоваться *правомочность* новых представлений.

В указанном контексте, показательна динамика развития представлений, связанных с *Кирлиан-эффектом* [5]. Разумеется, сам эффект несколько «мельче рангом», чем Эйнштейновская теория относительности. Тем не менее, по-видимому, он доставлял определённый дискомфорт «признанным авторитетам» в соответствующих областях. На текущий момент, мы находимся где-то в середине процесса становления: основная волна «борьбы со лженаучностью» концепции уже схлынула, но «по инерции» продолжают вяло «расклеиваться ярлыки». Показательна заметка в Большой Российской Энциклопедии (БРЭ), где в статье «Аура» [6] сказано:

«В парапсихологии — гипотетич. излучение «тонкой материи» вокруг всех одушевлённых, живых и неживых предметов, представляемое в виде некоего нефизич. силового поля (биополе, биорадиация, энергоинформационное поле и т. п.), свойства которого можно измерить электромагнитными приборами или сфотографировать (эффект С. Кирлиана и В. Кирлиан)».

В данной заметке тенденциозно выглядит само упоминание *Кирлиан-эффекта* — явления давно известного, подтверждённого, воспроизводимого, защищённого авторским свидетельством [5] — в связи с парапсихологией. Кроме того, автор явно

«не дружит» с логикой и философией. Ведь согласно даже «Ленинскому определению материи», если объект «...копируется, фотографируется...», то он *материален*, т.е. принадлежать к реальному *физическому* миру. Между тем, согласно заметке, свойства будто бы *нефизического* поля — фотографируются и измеряются электромагнитными приборами. Итак, в целом, речь идёт о довольно неуклюжей подмене понятий.

В связи с этим, — не в защиту парапсихологии, а исключительно для демаркации рассматриваемой предметной области, — в таблице 1 сформулированы *Положения*, инвариантные относительно инсинуаций вокруг *Кирлиан-эффекта*.

Таблица 1

Поз.	Формулировка
1	Имеется наблюдаемый эффект. Наличие и воспроизводимость эффекта — подтверждены [3]
2	Проявление эффекта (Поз. 1) объективно (аппаратурно) регистрируется на материальных носителях
3	После того, как результаты зафиксированы на материальном носителе (Поз. 2), они могут быть интерпретированы. Интерпретация результатов не является частью эффекта (Поз. 1)
4	Формализованные процедуры интерпретации (Поз. 3) в принципе (при желании) могут быть алгоритмизированы. Алгоритмы не являются частью эффекта (Поз. 1)
5	Принятие решений относительно применения интерпретационных результатов (Поз. 3), полученных с применением алгоритмов формализованных процедур (Поз. 4), не является частью эффекта (Поз. 1), интерпретации (Поз. 2) или алгоритмов формализованных процедур (Поз. 4)

Легко видеть, что основное содержание настоящей работы всецело касается Поз. 4, а область применения — медицинская диагностика — Поз. 5.

3. Применение в медицинской диагностике

Как отмечалось выше, *Кирлиан-объекты* интересны в плане исследования, в особенности в связи с изучением объектов живой природы. Живые сущности при применении *Кирлиан-эффекта*, ведут себя несколько иначе, чем объекты «мёртвой природы». *Кирлиан-объекты* живых сущностей более изменчивы и динамичны; что естественно, поскольку в них активно проходят сложные комплексы химических реакций. Как следствие, у живых сущностей постоянно в динамике находятся различные внешние проявления: температура, диэлектрическая проницаемость поверхности, собственные электромагнитные излучения, качество поверхности контакта биологического объекта с подложкой при фиксации изображения, а так же другие известные и не известные факторы. Эти внешние проявления неизвестным (не достаточно

исследованным) образом сказываются на картине *Кирлиан-эффекта*, что *метафорически* (в литературно-художественном смысле) может быть названо биополем, информационным полем, или как угодно ещё. Таким образом, картина столь многообразна, что нельзя отрицать, что в целом *Кирлиан-объекты* на настоящий момент «не достаточно изучены» в рамках стандартных представлений о классической науке.

(Попутно в скобках стметим, что «недостаточная изученность» — *естественное и неотъемлемое состояние истинной науки*. Так, следует напомнить: в продолжение смены крупномасштабных парадигм, в настоящее время глобальная космология, астрофизика и просто физика («святая-святых» человеческого научного понимания общемирового устройства) находятся в очередном глубоком кризисе, т.к. оказалось, что 80-85% массы Вселенной приходится на «чёрную материю», никак *в настоящее время* не наблюдаемую и аппаратно не регистрируемую. Таким образом, по степени обособанности «чёрная материя» мало чем отличается от «божьего промысла».)

В связи с отмеченной «недостаточной изученностью», *Кирлиан-объекты* порой «обвешиваются ярлыками» типа экстрасенсорности или антинаучности. По данному вопросу выше мы «провели демаркационные линии» (Таб. 1). Легко видеть, что любое «обклеивание» *Кирлиан-эффекта* «ярлыками» может касаться только *интерпретации* — Поз. 5, Таб. 1. А так же само «обклеивание» является по существу *интерпретацией*. А *интерпретация* — дело субъективное и глубоко личное. Что же касается содержания настоящей нашей работы, то оно всецело относится к Поз. 4, Таб. 1.

Отдельного рассмотрения требует вопрос о *принятии решений* относительно применения интерпретационных результатов (Поз. 5, Таб. 1). Более конкретно, речь может идти о правомочности использования *Кирлиан-объектов* в медицине, в частности, в медицинской диагностике.

Медицина, как область человеческого знания, имеет «две ипостаси»: *научную* и *прикладную*. Различие состоит в следующем.

Научная медицина выглядит как стандартная классическая наука. Её цель — накопление знаний и построение теорий, т.е. *познание* одного из объектов окружающего мира — устройства, принципов действия и закономерностей эффективного функционирования *Человека*. Накопление и обработка информации в *научной* медицине идёт согласно канонам классической науки. Научное знание должно быть объективным. Для этого применяется стандартный познавательный процесс: наблюдение, гипотеза, эксперимент, обработка

результатов, обобщение, построение теории, верификация, корректировка теории, и т.д.

Прикладная медицина опирается на результаты *научной* медицины, но цель её другая: максимальная помощь конкретному больному. Этот конкретный больной из прикладной медицины есть единичная реализация Человека из научной медицины. В стандартной науке субъективность недопустима. При этом объективность достигается, в частности, максимальным накоплением данных (статистики) и статистической обработкой результатов. В прикладной медицине статистическая достоверность выборки просто не достижима, поскольку конкретный больной существует в единственном экземпляре. Поэтому, с точки зрения прикладной медицины, функция набора статистики (для нужд научной медицины) — является уже вторичной; а первично — принятие текущих (по возможности, максимально эффективных) решений в интересах конкретного больного.

Следует отметить, что *прикладная* медицина, в основном, никого насильственно не лечит. Больной обращается и желает лечиться, а врач (дагност) консультирует и рекомендует. Таким образом (и это есть тонкие моменты, которые необходимо принимать во внимание), в *прикладной* медицине есть место для субъективного врачебного опыта и интуиции. Кстати, интуиция, по существу, есть принятие во внимание особенностей, обстоятельств и закономерностей, которые входят в человеческий опыт (индивидуальный опыт специалиста), но, возможно, не формулируются в явном виде. Таким образом, в *прикладной* медицине (в частности, в диагностике) применимо практически всё, что по мнению специалиста может пойти на пользу больного, а не исключительно только то, что имеет своё научно-теоретическое обоснование.

В связи с этим, использование *Кирлиан-эффекта* в медицинской диагностике допустимо, оправдано и не противоречит принципам *прикладной* медицины, если имеется специалист дагност, который имеет опыт интерпретации *Кирлиан-объектов*.

4. Анализ Кирлиан-объектов

Метод получения *Кирлиан-объектов* (изображений проявления *Кирлиан-эффекта*) [5], — газоразрядная визуализация (ГРВ). В литературе имеется так же термин ГРВ-грамма. Помимо ГРВ, существуют некоторые другие варианты этого метода. В основе его лежат общие принципы электрофотографии. Технические подробности целесообразно опустить, так как они не относятся к рассматриваемым в настоящей работе вопросам обработки информации.

При обработке и изучении изображений биологических объектов, полученных с использованием *Кирлиан-эффекта*, возникает необходимость их последующей классификации. На рис. 1 представлен типовой вид *Кирлиан-объекта* отпечатка (следа контакта) подушечки пальца. *Кирлиан-объекты* такой (подобной) конфигурации (обладающие кольцевой структурой) рассматриваются нами на данном этапе. Тип объекта рассмотрения определяется (изначально задаётся) простым прикладным применением (областью перспективного применения) — медицинской диагностикой отдельных видов заболеваний (не уточняется, так как выходит за пределы предмета разработки методов формализации изображений и алгоритмизации процедуры обработки) по *Кирлиан-объектам* отпечатков (следов контакта) пальцев пациента.

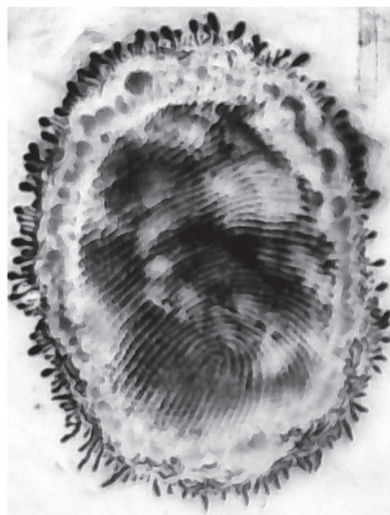


Рис. 1 Кирлиан-объект — след подушечки пальца

На фотографии (рис. 1) видны (могут быть идентифицированы) по крайней мере три области. *Центральная область* — дактилоскопический узор — отпечаток пальца. Это область непосредственного контакта (касания) с поверхностью. *Промежуточная область* — окаймляет центральную, является более светлой и содержит, судя по виду, некоторые неоднородности. Характер этих неоднородностей, а так же ширина промежуточной области, по-видимому, специфичны в зависимости от конкретного применяемого метода получения изображения (*Кирлиан-объекта*). *Периферийная область* — всплески и выбросы, образующие некоторый «узор», существенно более тёмного цвета по сравнению с промежуточной областью. Периферийная область и есть часть *Кирлиан-объекта*, несущая полезную информацию.

Полезное изображение (периферийная область) имеет форму, близкую к кольцевой. Информационную ценность имеет конфигурация

отдельных всплесков. Интенсивности и распределения всплесков по фрагментам (секторам) кольцевой структуры могут описывать отдельные классы состояний, и могут интерпретироваться как соотносящиеся с определёнными свойствами исследуемого объекта. Исходя из этого, целесообразна следующая структура обработки *Кирлиан-объектов*.

Шаг 1. Демаркация границ раздела центральной, промежуточной и периферийной областей *Кирлиан-объекта*.

Шаг 2. Аппроксимация демаркационных контуров стандартными геометрическими кривыми. Определение параметров этих кривых и характера их изменения для приведения их к окружностям.

Шаг 3. Удаление (очистка за ненадобностью) центральной и промежуточной областей.

Шаг 4. Деформация, масштабирование и приведение периферийной области к стандартной круговой конфигурации.

Шаг 5. Разбиение стандартной (приведённой) круговой конфигурации периферийной области на требуемое число секторов (равных или различных), согласно ориентации объекта, выявленной (уточнённой) при проведении процедуры приведения, и с учётом требований интерпретации, применительно к данной предметной области.

Шаг 6. Посегментная формализация — характеристика «узора» периферийной области, с использованием детерминированного алгоритма обработки.

Шаг 7. Посегментная фиксация параметров формализации

Шаг 8. Представление посегментных наборов параметров в виде, удобном для интерпретации.

Данная 8-Шаговая структура обработки допускает различные варианты подходов при реализации отдельных Шагов. В связи с этим, буквально каждый из Шагов требует отдельного детального рассмотрения и сопоставления вариантов. Рассмотрим далее более детально (но, возможно, не полно) некоторые (не все) из перечисленных Шагов.

5. Фрактальная размерность изображения

Может быть предложен подход, основанный на *фрактальном* представлении секторов периферийной области *Кирлиан-объекта*. Он пригоден на этапе подготовки данных для интерпретации (Шаг 6). Отдельные элементы его алгоритмической реализации применимы так же при «черновой» (предварительной) подготовке информации (Шаги 1 - 3); и частично, для скорректированной визуализации результатов для рассмотрения их специалистом-интерпретатором (Шаг 8).

В рамках рассматриваемого *фрактального* представления — принадлежность объектов изображения к тому или иному классу определяется путём посегментного сравнения эталонных и текущих *фрактальных* размерностей полученного изображения.

Так как наше изображение имеет не четкие границы, для повышения качества распознавания целесообразно применять размерность Минковского [7]. Последняя — является одним из способов задания *фрактальной* размерности ограниченного множества в метрическом пространстве, и определяется как:

$$D = \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \frac{\log N(\epsilon)}{\log \frac{1}{\epsilon}} = \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \frac{\log N(\epsilon)}{-\log \epsilon}, \quad (1)$$

где: $N(\epsilon)$ — минимальное число множеств диаметра ϵ , которыми можно покрыть исходное множество.

Если предел не существует, то рассматриваются верхний и нижний пределы и говорится, соответственно, о верхней и нижней размерностях Минковского, которые тесно связаны с размерностью Хаусдорфа [8]. Рассматриваемая задача по распознаванию в размерности Минковского выглядит как двумерный случай; хотя аналогичное определение распространяется и на n -мерный случай.

Рассмотрим некоторое ограниченное множество в метрическом пространстве. Исходное изображение — это черно-белая картинка. Добавим к ней равномерную сетку с шагом ϵ , и закрасим те ячейки сетки, которые содержат хотя бы один элемент рассматриваемого множества.

Следующим шагом, начнём уменьшать размер ячеек (значение ϵ), а размерность Минковского будет вычисляться согласно (1), исследуя скорость изменения отношения логарифмов. Алгоритм выводится следующим образом. Обозначим приближенное значение размерности Минковского как D_{bc} . Обозначим определение этой размерности, убрав предел. Его мы будем имитировать в итерациях, в которых будет изменяться размер ячеек.

$$D_{bc} = \frac{\log N(\epsilon)}{\log \frac{1}{\epsilon}} \Leftrightarrow D_{bc} \log \frac{1}{\epsilon} =$$

$$\log N(\epsilon) \Leftrightarrow D_{bc} \log \frac{1}{\epsilon} - \log N(\epsilon) = 0.$$

При условии, что мы зафиксировали размеры ячеек ϵ и рассматриваем D_{bc} как неизвестное, получаем, что приведенное выражение является формулой линии.

Далее, в продолжение рассматриваемому, подлежат уточнению границы нашего изображения при условии отслеживания контуров изображения.

6. Отслеживание контуров изображения

Отслеживание контуров даёт набор пригодных для обработки данных. На базе математической морфологии существуют алгоритмы оконтуривания, но обычно используются гибридные алгоритмы или алгоритмы в связке.

Полученные границы достаточно просто преобразуются в контуры. Например, алгоритм Кэнни [9] оконтуривает автоматически, для остальных алгоритмов требуется дополнительная бинаризация. Получить контур для бинарного алгоритма можно, например, алгоритмом «жука» [10] (рис. 2).

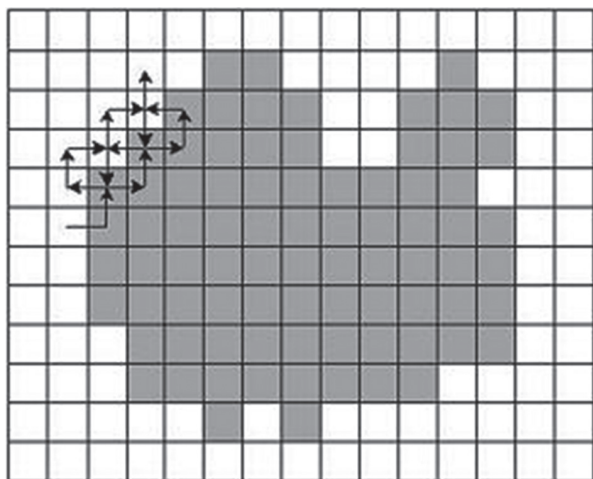


Рис. 2. Схема работы отслеживающего алгоритма «жука» [10]

Алгоритм работает следующим образом. Элементы («клеточки») поля последовательно рассматриваются (например по строке или по столбцу), пока «жук» не наткнется на объект. Далее «жук» захватывает объект и продвигается по его контуру. При этом, если элемент (текущее рассматриваемое поле) белый, «жук» поворачивается направо, иначе — налево. Поле, в котором «жук» побывал, помечается как *пройденное*. Процедура повторяется до тех пор, пока «жук» не вернется в исходную точку контура — наткнется на *пройденное* поле. Координаты точек перехода с черного на белое и с белого на черное — описывают границу объекта.

Результатом работы процедур выделения контуров является *контурный препарат*. Он представляет собой множество не связанных друг с другом краевых точек. Для дальнейшей работы с контурами необходимо из множества выделенных краевых точек сформировать кривые (ломанные).

Задача прослеживания контуров (edge following) — одна из ключевых, применительно к работе с определением границ, поэтому она так же является объектом рассмотрения. Метод базируется на достаточно продуктивном предположении, что точки, принадлежащие одному контуру, должны

иметь близкие значения модуля и направления вектора градиента. Иначе говоря, исключается возможность разрывности. В методе рассматривается окрестность точки (i, j) размером $M \times M$ (обычно используют окрестность 3×3), и в каждой точке (k, ℓ) окрестности проверяются условия:

$$|G_{i,j} - G_{k,\ell}| \leq \Delta G, \quad |\alpha_{i,j} - \alpha_{k,\ell}| \leq \Delta \alpha, \quad (2)$$

где (i, j) — центральная точка окрестности; G — модуль градиента; α — направление градиента в точке; ΔG — предельное значение расхождения модулей градиента в точках (i, j) и (k, ℓ) ; $\Delta \alpha$ — предельное значение расхождения направлений векторов градиента в точках (i, j) и (k, ℓ) . Если в точке (k, ℓ) выполняются условия (2), считается, что пара точек принадлежит контуру.

Для упрощенного вычисления направления края, весь диапазон возможных значений $0, \dots, 360^\circ$ разбивается на 8 направлений (секторов). Каждое направление отличается от соседнего на 45° . При этом поиск точек, принадлежащих одному контуру, следует проводить среди точек соседних секторов, имеющих расхождения градиентов меньше заданного порога.

Результатом выполнения *процедуры прослеживания* является дискретное представление контуров, при котором каждый контур определяется множеством точек, из которых он состоит.

Полученный *контурный препарат* в дискретном представлении далее подвергается анализу на предмет выделения на нем *точек ветвления* (точек соединения кривых). Наличие таких точек свидетельствует о сложной геометрической структуре объекта, что в свою очередь существенно затрудняет формальное описание и сам процесс распознавания объектов. Выделение *точек ветвления* упрощает структуру объекта путем разбиения единого контура на множество кривых.

Выявление четкого контура изображения позволяет перейти к внутренней составляющей изображения и применить *эталонные матрицы*.

7. Применение эталонных матриц

Для распознавания, собственно, изображения необходимо иметь различные эталонные части. Таким образом, надлежит реализовать набор эталонных образов в виде некоторых матриц, стандартной конфигурации, например, 3×3 . Такой набор описывает совокупность возможных состояний. Как вариант, набор может выглядеть согласно рис. 3. Черным и белым обозначены поля с детерминированной раскраской, серым — поля, раскраска которых безразлична. То есть, серым обозначены поля (пиксели), цвет которых не имеет значения: может быть либо черным, либо белым.

Восемь первых шаблонов (первая и вторая строки рис. 3), являются основной частью. Четыре остальных шаблона (третья строка рис. 3) — предназначены для устранения «шума». При этом, эти шаблоны могут быть так же повернуты на 90° , 180° и 270° градусов. То есть, в действительности «антишумовых» шаблонов имеется 13 штук. В варианте алгоритмической реализации с применением поворотов матриц «шумовых» эталонных образов, соответствующие совпадения ищутся повторными обходами *контурного препарата*.

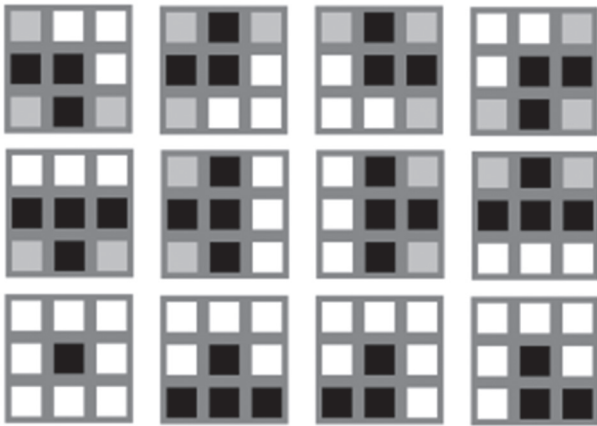


Рис. 3. Вариант реализации набора матриц эталонных образов

Также следует иметь ввиду что данный набор матриц не может покрыть все необходимые варианты сравнения. Тем самым принимается, что данный набор (рис. 3) является минимальным эталоном. Остальные сегменты должны быть реализованы (охвачены процессом распознавания фрагментов) в виде сочетаний этих эталонных матриц. С учётом этого, может быть реализовано покрытие всех существующих вариантов. В дальнейшем, может быть получена некоторая база данных образцов для сравнения, пригодная для использования при распознавании фрагментов контуров, выделяемых (отслеживаемых) согласно описанному выше, в п. 6.

Выводы

Рассмотрен структурно-методологический план алгоритмизации обработки *Кирлиан-объектов* для частного класса задач медицинской диагностики.

Показана допустимость и целесообразность самого подхода на основе *Кирлиан-эффекта*; очерчена граница реализуемости его возможной формализации. Сформулированы пункты (8 Шагов), определяющие этапность комплексного решения задачи, являющиеся одновременно крупномасштабной структурой системы (синтезируемого *интеллектуального инструментального средства*) в целом. Рассмотрены варианты реализации на алгоритмическом уровне, в числе которых предложено фрагментирование *Кирлиан-объекта* и использование пофрагментного фрактального описания. Ключевые элементы рассмотренных алгоритмических решений отмакетированы с демонстрацией их работоспособности. Намечена методологическая перспектива дальнейших исследований алгоритмов прикладной обработки *Кирлиан-объекта*, включающая, в частности, сопоставление фрагментов контура с базой эталонных (априорно заданных или ранее выделенных) фрагментов.

Список литературы:

1. Свиридов А.С. Метод обработки слабоструктурированных изображений кольцевой формы. // Проблемы информатизации. Тезисы докладов 4-й Международной н.-т. конф. — 2016 — с. 36.
2. Завизиступ Ю.Ю., Михаль О.Ф., Свиридов А.С. Метод обработки и классификации ГРВ подобных изображений. // Проблемы информатизации. Тезисы докладов 4-й Международной н.-т. конф. — 2016. — с. 24.
3. Михаль О.Ф. Эволюционирование мультиагентной системы как воспроизведение процесса формирования индивидуального человеческого интеллекта. // Тезисы докладов 1-й Международной научно-технической конференции «Полиграфические, мультимедийные и web-технологии» (PMW-2016). Т. 1. — Харьков: ХНУРЭ, 2016. — с. 73-74.
4. Эйнштейн А., Инфельд Л. Эволюция физики. / В кн. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 4. М.: Изд. «Наука» — 1967, с. 357-543.
5. Кирлиан С.Д. Авт. свид. №106401, кл. G03B 41/00, 1949.
6. БРЭ. Аура — <http://bigenc.ru/medicine/text/1840161>.
7. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. М., 2000. 352 с.
8. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. — Москва: Инст. комп. исслед., 2002, 656 с.
9. Canny J. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, vol. pami-8, no. 6, november 1986.
10. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. — М.: Мир, 1982. — Кн. 2 — 480 с.

Поступила в редакцию 24.11.2016