Развитие методов принятия управленческих решений на основе теории распознавания образов и систем распознавания на их основе

Development of Management Decision-making Methods Based on the Theory of Pattern Recognition and Recognition Systems Based on Them

УДК 658
Получено: 19.10.2021 Одобрено: 16.11.2021 Опубликовано: 25.12.2021

Тебекин А.В.
Д-р техн. наук, д-р экон. наук, профессор, почетный работник науки и техники Российской Федерации, профессор кафедры Менеджмента Московского государственного института международных отношений (Университета) МИД России,
e-mail: Tebekin@gmail.com

Tebekin A.V.
Doctor of Technical Sciences, Doctor of Economics, Professor, Honorary Worker of Science and Technology of the Russian Federation, Professor of the Department of Management of the Moscow State Institute of International Relations (University) of the Ministry of Foreign Affairs of Russia,
e-mail: Tebekin@gmail.com

Тебекин П.А.
Главный эксперт отдела сопровождения информационных коммуникаций АО «Альфа-Банк»
Tebekin P.A.
Chief Expert of the Information Communications Support Department, Alfa-Bank JSC

Егорова А.А.
Ведущий специалист отдела технического маркетинга ООО «Научно-технический центр «Интайр»

Egorova A.A.
Leading specialist of the department of technical marketing of LLC "Scientific and technical center" Intayr

Аннотация
Рассмотрена динамика развития теории распознавания образов как раздел информатики и смежных дисциплин, развивающий на основе методов классификации возможности идентификации предметов и явлений, сигналов и процессов, ситуаций и состояний исследуемых объектов, характеризуемых набором отличительных свойств и признаков. Показано место методов принятия управленческих решений на основе теории распознавания образов в группе класса методов принятия управленческих решений на основе оптимизации показателей эффективности, относящихся к категории общеприменимых классов методов принятия управленческих решений. В результате анализа современных тенденций развитие методов принятия управленческих решений на основе теории распознавания образов показано, что дальнейшее развитие методов

принятия управленческих решений будет связано с комплексным использованием различных методов распознавания, базирующихся на классических подходах теории распознавания, и направлено на повышение качества распознавания. Определены основные тенденции развития систем распознавания образов с точки зрения преследуемых целей и способов их достижения.
Ключевые слова: развитие, методы, принятие управленческих решений, теория распознавания образов.

Abstract
The dynamics of the development of the theory of pattern recognition as a branch of computer science and related disciplines is considered, which develops, on the basis of classification methods, the possibilities of identifying objects and phenomena, signals and processes, situations and states of the objects under study, characterized by a set of distinctive properties and features. The place of managerial decision-making methods based on the theory of pattern recognition in the group of the class of managerial decision-making methods based on the optimization of performance indicators related to the category of generally applicable classes of managerial decision-making methods is shown. As a result of the analysis of modern trends in the development of methods for making managerial decisions based on the theory of pattern recognition, it is shown that the further development of methods for making managerial decisions will be associated with the complex use of various recognition methods based on the classical approaches of recognition theory, and is aimed at improving the quality of recognition. The main trends in the development of image recognition systems are determined from the point of view of the goals pursued and ways to achieve them.
Keywords: development, methods, management decision making, pattern recognition theory.

Введение

Одной из характерных тенденций цифровизации экономики и социальной среды является постепенный отказ в процедуре идентификации объектов (документов, предметов и т.д.) от участия человека.

Эта тенденция во многом определяется развитием методов распознавания образов, базирующихся на одноименной теории.

В этой связи представляет интерес рассмотрение с теоретико-методологических позиций тенденций и перспектив развития методов принятия управленческих решений на основе теории распознавания образов.

Цель исследования

Таким образом, целью представленных исследований является анализ процессов развития методов принятия управленческих решений на основе теории распознавания образов.

Методологическая база исследований

Методологическую базу исследований составили известные научные труды по теории распознавания образов таких авторов, как Аркадьев А.Г., Браверман Э.М. [1], Барабаш Ю.Л., Варский Б.В., Зиновьев В.Т. [2], Вапник В.Н., Червоненкис А.Я. [3], Васильев В.И. [4], Горелик А.Л., Скрипкин В.А. [5], Дуда Р., Харт П. [6], Журавлев Ю.И., Рязанов В.В., Синько О.В. [11], Розенблатт Ф. [12], Ту Дж., Гонсалес Р. [31], Файн В.С. [32], Фомин Я.А., Тарловский Г.Р. [35], Форсайт Д., Понс Дж. [36], Фу К. [37], Шапиро Л., Стокман Дж. [38] и др.

Методическую основу исследований также составили авторские наработки по исследуемой проблеме, а также по более широкой проблематике исследования методов принятия управленческих решений, получившие отражение в трудах [8, 13−30] и др.

Основное содержание исследований

Методы принятия управленческих решений на основе теории распознавания образов являются одной из групп класса методов принятия управленческих решений на

основе оптимизации показателей эффективности (рис. 1) [27], относящихся к категории общеприменимых классов методов принятия управленческих решений (рис. 2) [20].

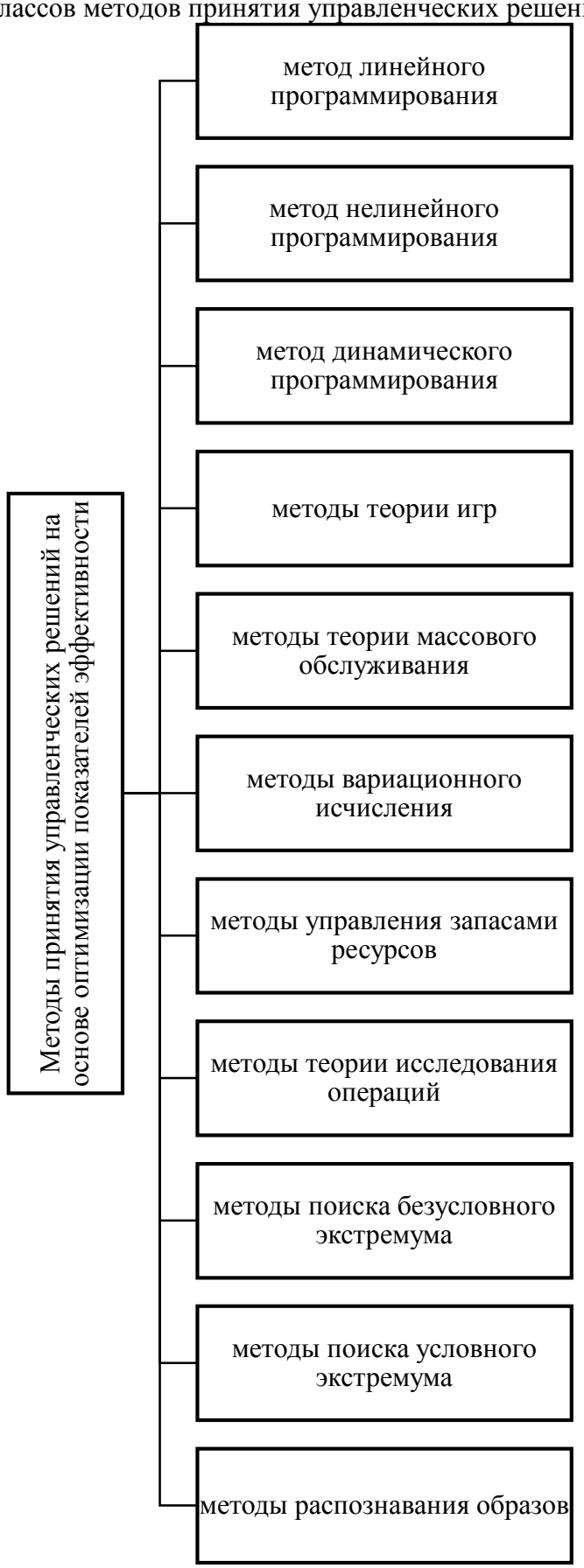

Рис. 1. Классификация методов принятия управленческих решений на основе оптимизации показателей эффективности [27]

Рис. 2. Категории общеприменимых методов принятия управленческих решений [20]

При этом общее количество классов общеприменимых и прикладных методов принятия управленческих решений сегодня насчитывает несколько десятков [26].

Данное исследование является логическим продолжением исследований, посвященных методам принятия управленческих решений на основе оптимизации показателей эффективности, включая:

− методы программирования [22];
− методы теории игр [17, 18, 19, 28];
− методы теории массового обслуживания [24];
− методы вариационного исчисления [30];
− методы управления запасами ресурсов [15, 20];
− методы теории исследования операций [16].

Отметим, что в основе методов принятия управленческих решений на основе распознавания образов (рис. 1) лежит теория распознавания образов, представляющая собой раздел информатики и смежных с нею дисциплин, формирующих основы и развивающих методы классификации и идентификации предметов, процессов, сигналов, ситуаций, явлений и других тому подобных объектов, которые характеризуются конечным набором некоторых присущих только им свойств и признаков, позволяющих отличить их от других классов объектов или идентифицировать среди других индивидуальных объектов рассмотрения, что и

предопределяет основные тенденции развития методов принятия управленческих решений на основе теории распознавания образов и систем распознавания на их основе.

Считается, что задача распознавания образов была сформулирована еще древнегреческим философом Демокритом – одним из основателей материалистической философии: «Если тебе нужно разобраться в сложном нагромождении фактов или вещей − сначала разложи их на небольшое число куч по похожести. Тогда картина прояснится, и ты поймёшь природу этих вещей» [10].

Проведенные исследования показывают, что существует достаточно большое число вариантов классификации методов распознавания образов, выделяемых по различным признакам, результаты систематизации которых представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты систематизации вариантов классификации методов распознавания образов, выделяемых по различным признакам

№	Признаки классификации	Состав групп классификации	Характеристики групп классификации
1	Отношение к эталонному признаку [9]	Сравнение с образцом	К этой группе относятся структурные методы и методы, использующие приближение и расстояние (классификации по ближайшему среднему и по расстоянию до ближайшего соседа)
		Статистические методы	Статистические методы основаны на вычислении вероятности, примером которых группы служит байесовский метод принятия решения
		Нейросетевые методы распознавания	Методы, базирующиеся на применении различных типов нейронных сетей (персептронов, однослойных и многослойных нейронных сетей, сверхточных нейронных сетей, нейронные сети высокого порядка, нейронные сети Хопфилда, ячеистые нейронные сети, самоорганизующиеся нейронные сети Кохонена, нейронные сети с радиально-базисной функцией, когнитроны, неокогнитроны и др.), представляющих собой программное и аппаратное воплощение математических моделей, строящихся на принципах функционирования биологических нейросетей, способных обучаться уже в процессе распознавания и обладают хорошим потенциалом развития
2	Использование методов анализа и синтеза [1]	Использование методов анализа	Изучение способностей к распознаванию, которыми обладают живые существа, объяснение и моделирование их
		Использование методов синтеза	Развитие теории распознавания образов и методов построения

			соответствующих устройств, предназначенных для решения прикладных задач распознавания
3	Масштабы изображения образа по сравнению с размером чувствительного элемента приемной матрицы [14]	Методы распознавания изображения образа, распределенного на множестве элементов приемной матрицы	Методы распознавания пространственно распределенных изображений, включая: - распознавание на основе пространственных методов обработки изображений; - распознавание на основе методов геометрической и алгебраической обработки изображений; - распознавание на основе методов межкадровой обработки изображений; - методы распознавания с использованием анализа изображений на основе разложения по базисным функциям; - распознавание на основе методов статистического анализа текстур; - распознавание на основе методов анализа формы изображений; - распознавание на основе метрик для измерения сходства изображений
		Методы распознавания изображения образа, соизмеримого с размерами элемента приемной матрицы (распределенного на нескольких элементах приемной матрицы)	Применение методов распознавания пространственно распределенных изображений совместно с распознаванием на основе точечных методов обработки изображений
		Методы распознавания изображения образа, меньшего размера изображения элемента приемной матрицы	Применение распознавания на основе точечных методов обработки изображений совместно с методами распознавания динамических сцен и других методов
4	Оценка прецедентов [33]	Метод K ближайших соседей	Метрический алгоритм для автоматической классификации объектов (когда объект присваивается тому классу, который является наиболее распространённым среди k соседей данного элемента, классы которых уже известны) или регрессии (когда объекту присваивается среднее значение по k ближайшим к нему объектам, значения которых уже известны), применяемый к выборкам с большим количеством атрибутов (многомерным выборкам) и

			предполагающий предварительное определение функции расстояния, например, евклидовой метрики
		Метод эталонов	Предполагает, что объекты каждого класса занимают достаточно компактную область в пространстве признаков, что позволяет выделить эталонное описание класса, рассматриваемого в качестве объекта сравнения
		Метод наивной байесовской классификации	Представляет собой простой вероятностный классификатор, основанный на применении теоремы Т. Байеса, позволяющей определить вероятность события при условии, что произошло другое статистически взаимосвязанное с ним событие, со строгими предположениями о независимости событий, именуемыми наивными, и использующий во многих практических приложениях для оценки параметров для наивных байесовых моделей метод максимального правдоподобия. При этом метод наивной байесовской классификации характеризуется такими достоинствами как: - высокая эффективность обучения; - потребность в минимальном количестве данных, необходимых для обучения, оценки параметров модели и классификации объектов
		Метод распознавания образов на основе использования алгоритма корректирующих приращений	Данный метод, именуемый также алгоритм перцептрона или алгоритм «подкрепления-наказания», базируется на учете вклада каждого сигнала с датчика предыдущего уровня в реакцию датчика последующего уровня и сравнении получаемого уровня сигнала с требуемым уровнем, позволяющим отнести объект к тому или иному классу
		Метод распознавания образов на основе использования алгоритма наименьшей среднеквадратичной ошибки (НСКО)	Данный метод, известный также как алгоритм Хо-Кашьяпа, позволяет для решения задачи распознавания использовать построение линейных решающих функций (ЛРФ) для разделения классов, содержащих наши образы. При этом метод при возникновении ситуации, когда

			классы объектов линейно неразделимы, метод НСКО позволяет построить ЛРФ, при которых ошибки неправильной классификации объектов стремятся к минимуму
5	Логические подходы машинного обучения [7]	Методы, основанные на принципе разделения	Основаны на реализации процессов выделения чистых веществ из смесей по физическим и химическим свойствам
		Статистические методы	В основе этих методов распознавания лежит представление о классе распознаваемых объектов как об ансамбле реализаций некоторых случайных величин с определенными статистическими характеристиками, представляющих собой статистическую модель класса распознаваемых объектов
		Методы распознавания на основе построения «потенциальных функций»	Метрический классификатор, представляющий собой частный случай метода «ближайших соседей», в котором с помощью простого алгоритма оценивается весомость (значимость) признаков объектов обучающей выборки при решении задачи классификации
		Методы распознавания на основе вычисления оценок (голосования)	Базируется на реализации алгоритма вычисления оценок (АВО), заключающемся в вычислении приоритетов (оценок сходства), характеризующих «близость» исследуемого и эталонных объектов по системе ансамблей признаков на системе подмножеств заданного множества признаков
		Методы распознавания, основанные на исчислении высказываний, в частности на аппарате алгебры логики	Основаны на дискретном анализе и базирующемся на нем исчислении высказываний. Они предусматривают наличие логических связей, выраженных через систему булевых уравнений, которые используют переменные, имеющие значение «ИСТИНА» или «ЛОЖЬ» и поэтому практически идеально подходят для описания цифровой логики
		Методы на основе дерева решений	Основаны на использовании иерархической древовидной структуры, состоящей из правила вида «Если …, то ...». При этом за счет обучающего множества правила

			генерируются автоматически в процессе обучения, формируя: - для дискретных целевых переменных − древо классификации; - для непрерывных целевых переменных − древо регрессии
		Композиция методов распознавания (бустинг).	Предполагают улучшение качества распознавания в результате объединения различных методов.

Анализируя современные тенденции развития методов принятия управленческих решений на основе теории распознавания образов, необходимо отметить, что поскольку в основе распознавания образов лежат хорошо известные классические подходы (табл. 1), то дальнейшее их совершенствование будет связано с комплексным использованием различных методов распознавания, направленным на повышение качества распознавания.

При этом перспективы комплексного использования различных методов распознавания образов обусловлены бурным развитием информационных технологий, начиная от технологий больших данных, нейротехнологий и технологий искусственного интеллекта, и заканчивая квантовыми технологиями, сенсорными технологиями и технологиями виртуальной и дополненной реальности, возможности которых описаны, например, в работе [29].

В результате основными тенденциями развития систем распознавания образов с точки зрения преследуемых целей и способов их достижения являются представленные на рис. 3.

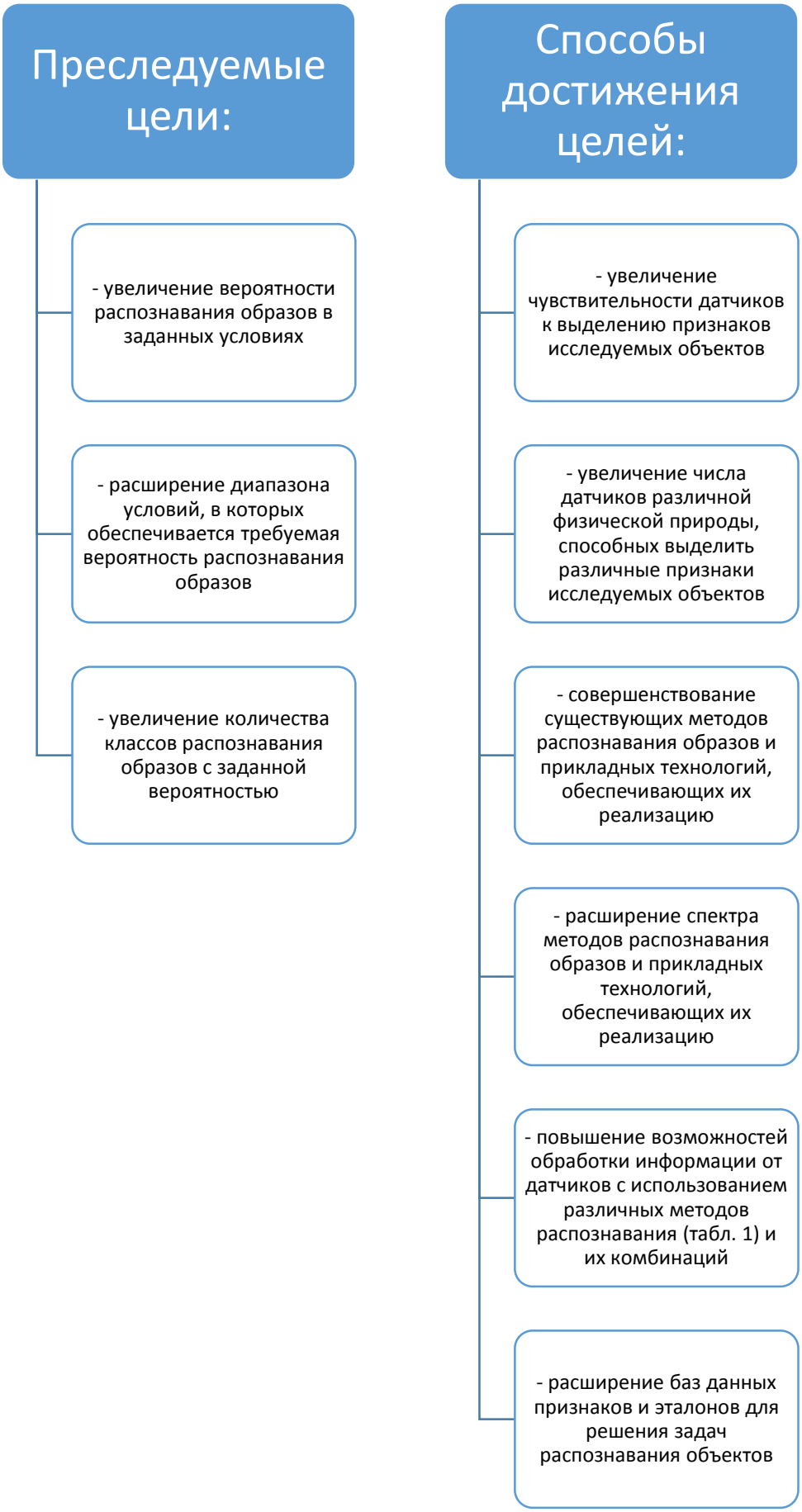

Рис. 3. Основные тенденции развития систем распознавания образов с точки зрения преследуемых целей и способов их достижения

Фрагмент типового алгоритма совершенствования системы распознавания образов представлен на рис. 4.

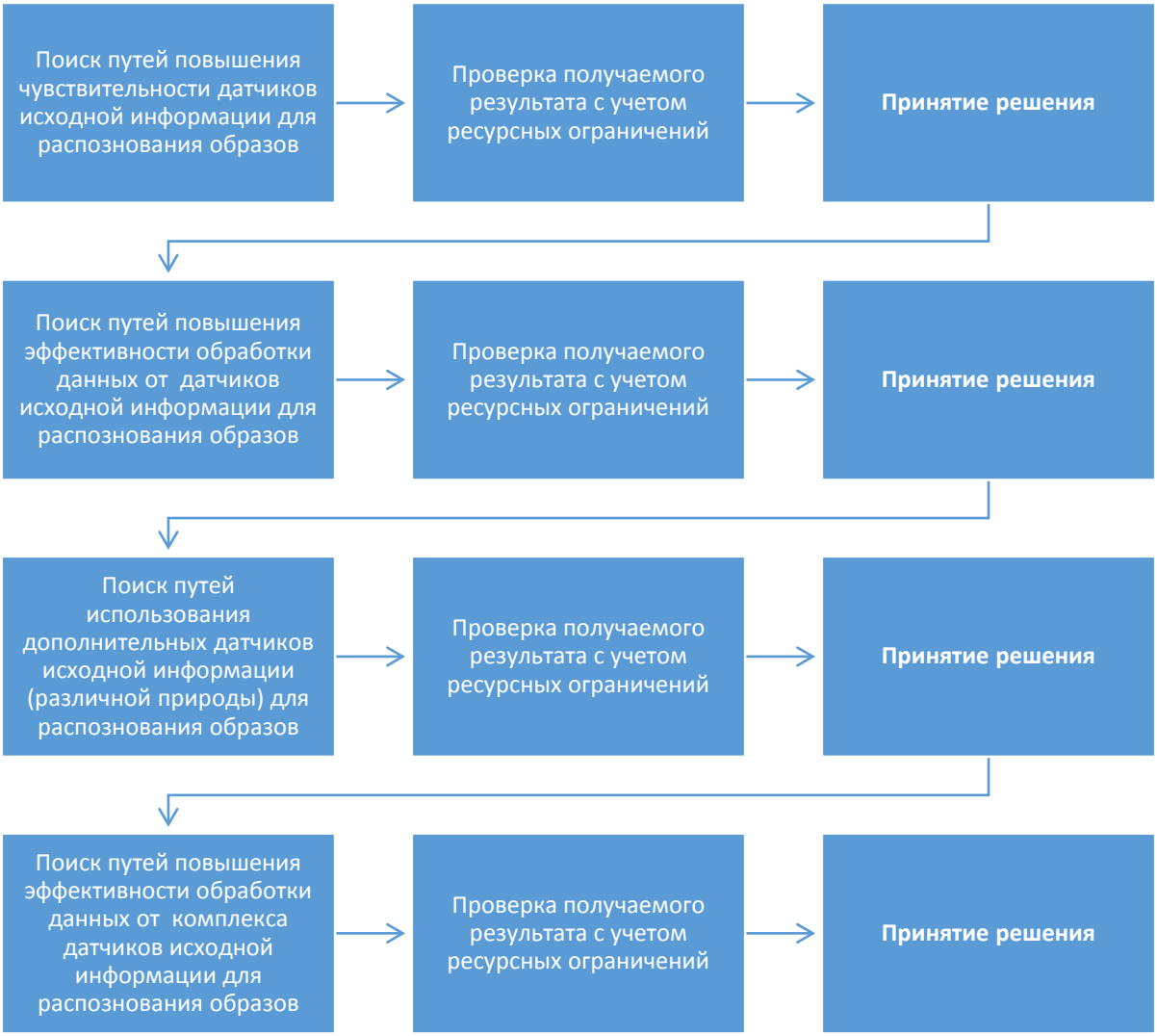

Рис. 4. Фрагмент типового алгоритма совершенствования системы распознавания образов

Как следует из фрагмента типового алгоритма совершенствования системы распознавания образов (рис. 4), каждый этап совершенствования системы распознавания образов сопряжен с проверкой ресурсных ограничений (эксплуатационных – масса, габариты, энергопотребление, надежности и т.д.; стоимостных – стоимость разработки, стоимость производства, стоимость эксплуатации и др.).

Обсуждение результатов и выводы

Таким образом, проведенные исследования процессов развития методов принятия управленческих решений на основе теории распознавания образов и систем распознавания на их основе позволяют сделать следующие выводы.

Во-первых, методы принятия управленческих решений на основе теории распознавания образов являются одной из групп класса методов принятия управленческих решений на основе оптимизации показателей эффективности, относящихся к категории общеприменимых классов методов принятия управленческих решений (разграниченных с категорией прикладных методов принятия управленческих решений), куда также входят:

− класс общенаучных методов принятия управленческих решений;

− класс традиционных методов принятия управленческих решений на основе обработки статистической информации;

− класс методов принятия управленческих решений на основе детерминированного факторного анализа;

− класс методов принятия управленческих решений на основе стохастического факторного анализа.

Во-вторых, показано, что в основе методов принятия управленческих решений на основе распознавания образов лежит теория распознавания образов, представляющая собой раздел информатики и смежных с нею дисциплин, формирующих основы и развивающих методы классификации и идентификации предметов, процессов, сигналов, ситуаций, явлений и других тому подобных объектов, которые характеризуются конечным набором некоторых присущих только им свойств и признаков, позволяющих отличить их от других классов объектов или идентифицировать среди других индивидуальных объектов рассмотрения, что и предопределяет основные тенденции развития методов принятия управленческих решений на основе теории распознавания образов и систем распознавания на их основе.

В-третьих, анализ современных тенденций развития методов принятия управленческих решений на основе теории распознавания образов показал, что дальнейшее развитие методов принятия управленческих решений будет связано с комплексным использованием различных методов распознавания, базирующихся на классических подходах теории распознавания, и направлено на повышение качества распознавания. При этом перспективы комплексного использования различных методов распознавания образов обусловлены бурным развитием информационных технологий, начиная от технологий больших данных, нейротехнологий и технологий искусственного интеллекта, и заканчивая квантовыми технологиями, сенсорными технологиями и технологиями виртуальной и дополненной реальности.

В-четвертых, показано, что основными тенденциями развития систем распознавания образов с точки зрения достижения ключевых преследуемых целей (увеличение вероятности распознавания образов в заданных условиях; расширение диапазона условий, в которых обеспечивается требуемая вероятность распознавания образов; увеличение количества классов распознавания образов с заданной вероятностью) являются следующие основные способы достижения этих целей:

− увеличение чувствительности датчиков к выделению признаков исследуемых объектов;

− увеличение числа датчиков различной физической природы, способных выделить различные признаки исследуемых объектов;

− совершенствование существующих методов распознавания образов и прикладных технологий, обеспечивающих их реализацию;

− повышение возможностей обработки информации от датчиков с использованием различных методов распознавания (табл. 1) и их комбинаций;

− расширение баз данных признаков и эталонов для решения задач распознавания объектов.

В-пятых, на каждом этапе алгоритма совершенствования системы распознавания образов осуществляется проверка выполнения ресурсных ограничений для предлагаемого способа совершенствования (эксплуатационных − масса, габариты, энергопотребление, надежности, и т.д.; стоимостных – стоимость разработки, стоимость производства, стоимость эксплуатации и др.).

Литература

1. *Аркадьев А.Г., Браверман Э.М.* Обучение машины распознаванию образов. − Москва: Наука, 1964. − 110 с.
2. *Барабаш Ю.Л., Варский Б.В., Зиновьев В.Т.* Вопросы статистической теории распознавания. − Москва: Советское радио, 1967. − 399 с.
3. *Вапник В.Н., Червоненкис А.Я.* Теория распознавания образов. − Москва: Наука, 1974. − 416 с.
4. *Васильев В.И.* Распознающие системы: Справочник / В. И. Васильев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Киев: Наук. думка, 1983. − 422 с.
5. *Горелик А.Л., Скрипкин В.А.* Методы распознавания. − 4-е изд. − Москва: Высшая школа, 1984, 2004. − 262 с.
6. *Дуда Р.* Распознавание образов и анализ сцен [Текст] / Р. Дуда, П. Харт; Пер. с англ. Г.Г. Вайнштейна и А.М. Васьковского; Под ред. В.Л. Стефанюка. − Москва: Мир, 1976. − 511 с.
7. *Дюк В.А.* Логические методы машинного обучения (инструментальные средства и практические примеры). – Санкт-Петербург: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2020. – 248 с.
8. *Егорова А.А., Петров В.С., Тебекин А.В., Тебекин П.А.* Основы принятия управленческих решений. Учебник для бакалавров / Москва, 2020.
9. *Зенин А.В.* Анализ методов распознавания образов / А.В. Зенин. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. − 2017. − № 16 (150). − С. 125-130.
10. *Лурье С.Я.* Демокрит: Тексты, перевод, исследования. — Л.: Наука, 1970. 664 с.
11. Распознавание. Математические методы. Программная система. Практические применения. / Ю.И. Журавлёв, В.В. Рязанов, О.В. Сенько. М.: ФАЗИС, 2006. - 147 с.
12. *Розенблатт, Ф.* Принципы нейродинамики: Перцептроны и теория механизмов мозга. − Москва: Мир, 1965. − 480 с.
13. *Тебекин А.В.* Принятие управленческих решений на основе методов программирования как подгруппы методов оптимизации показателей эффективности. // Журнал исследований по управлению. − 2018. − Т. 4. − № 9. − С. 34-44.
14. *Тебекин А.В.* Влияние точности измерения признаков объектов на качество их распознавания. // Экономика и производство. − 1998. − № 7. − С. 11-13.
15. *Тебекин А.В.* Логистика [Текст]: учебник: учебник для студентов экономических вузов, обучающихся по направлению подготовки "Экономика", специальности "Менеджмент" и другим экономическим специальностям / А. В. Тебекин. − Москва: Дашков и К°, 2021. − 354 с.
16. *Тебекин А.В.* Место и роль методов теории исследования операций в системе методов принятия оптимальных управленческих решений. // Журнал технических исследований. − 2021. − Т. 7. − № 3. − С. 3-21.
17. *Тебекин А.В.* Методы принятия управленческих решений на основе оптимизации показателей эффективности с использованием некооперативных игр. // Журнал исследований по управлению. − 2019. − Т. 5. − № 1. − С. 48-64.
18. *Тебекин А.В.* Методы принятия управленческих решений на основе оптимизации показателей эффективности с использованием кооперативных игр. // Журнал исследований по управлению. − 2018. − Т. 4. − № 11. − С. 39-53.

19. *Тебекин А.В.* Методы принятия управленческих решений на основе теории игр как группа методов класса принятия стратегических решений на основе оптимизации показателей эффективности. // Стратегии бизнеса. − 2018. − № 10 (54). − С. 3-12.
20. *Тебекин, А.В.* Методы принятия управленческих решений: учебник для вузов / А. В. Тебекин. − Москва: Издательство Юрайт, 2020. − 431 с.
21. *Тебекин А.В.* Общенаучные методы принятия управленческих решений. Москва, 2019.
22. *Тебекин А.В.* Принятие управленческих решений на основе методов программирования как подгруппы методов оптимизации показателей эффективности. // Журнал исследований по управлению. − 2018. − Т. 4. − № 9. − С. 34-44.
23. *Тебекин А.В., Денисова И.В., Тебекин П.А.* Использование методов стохастического факторного анализа при принятии управленческих решений. // Журнал исследований по управлению. − 2017. − Т. 3. − № 10. − С. 17-53.
24. *Тебекин А.В., Митропольская-Родионова Н.В., Хорева А.В.* Методы принятия управленческих решений на основе инструментов теории массового обслуживания. // Журнал исследований по управлению. − 2019. − Т. 5. − № 6. − С. 34-54.
25. *Тебекин А.В., Сурат И.Л.* Основы принятия управленческих решений: принципы, функции, типология, условия и факторы обеспечения качества, целевая ориентация, анализ альтернатив / Москва, 2018.
26. *Тебекин А.В., Тебекин П.А.* К вопросу о классификации методов принятия управленческих решений. // Транспортное дело России. − 2018. − № 5. − С. 110-115.
27. *Тебекин А.В., Тебекин П.А.* Классификация методов принятия управленческих решений на основе оптимизации показателей эффективности. // Журнал исследований по управлению. − 2018. − Т. 4. − № 4. − С. 13-24.
28. *Тебекин А.В., Тебекин П.А.* Методы принятия управленческих решений на основе оптимизации показателей эффективности с использованием гибридных игр. // Журнал исследований по управлению. − 2019. − Т. 5. − № 2. − С. 34-47.
29. *Тебекин А.В., Тебекин П.А., Егорова А.А.* Анализ перспектив развития национальной экономики при внедрении сквозных цифровых технологий. // Журнал экономических исследований. − 2020. − Т. 6. − № 4. − С. 3-18.
30. *Тебекин А.В., Тебекин П.А., Тебекина А.А.* Использование информационно-технологической модели управления (итму) в принятии решений. // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. − 2016. − № 1 (16). − С. 128-135.
31. Ту, Джулиус. Принципы распознавания образов [Текст] / Д. Т. Ту, Р. К. Гонсалес; Пер. с англ. И. Б. Гуревича. Под ред. Ю. И. Журавлева. − Москва: Мир, 1978. - 411 с.
32. *Файн В.С.* Опознавание изображений [Текст]: Основы непрерывно-групповой теории и ее приложения / АН СССР. Ин-т проблем передачи информации. − Москва: Наука, 1970. − 296 с.
33. *Фомин В.В., Александров И.В.* Об одном опыте применения параллельных вычислений при разработке Web-инструментария распознавания образов. // Программные продукты, системы и алгоритмы. − 2017. − №1.
35. *Фомин Я.А., Тарловский Г.Р.* Статистическая теория распознавания образов. − Москва: Радио и связь, 1986. − 624 с.
36. *Форсайт Дэвид А., Понс Джин.* Компьютерное зрение. Современный подход. − Москва: Вильямс, 2004. − 928 с.
37. *Фу К.* Структурные методы в распознавании образов [Текст] / К. Фу; Перевод с англ. Н.В. Завалишина [и др.]; Под ред. М.А. Айзермана. − Москва: Мир, 1977. − 319 с.
38. *Шапиро Л., Стокман Дж.* Компьютерное зрение. − Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2006. − 752 с.