

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР

МРНТИ 50.09

Е.Н. Амиргалиев¹, Е. Айтбаев²

¹*Университет имени Сулеймана Демиреля, Каскелен, Казахстан*

²*Международный Университет Информационных Технологий, Алматы, Казахстан*

О ГРУППОВЫХ РЕШЕНИЯХ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

Аннотация: Статья посвящена теме использования моделей коллективного принятия решений в автоматизированных интеллектуальных системах. Рассматривается применение данных моделей для решения задач распознавания образов. Под коллективным распознаванием подразумевается задача использования множества классификаторов, каждый из которых принимает решение о классе одной сущности с последующим согласованием решений с помощью некоторого алгоритма. Рассмотрены правила интеграции частных решений независимых экспертов (алгоритмов). Таким образом, объединение решений представляет собой специальную проблему в области распознавания и классификации, которая не сводится к обычной задаче классификации (с одним классификатором). Она подлежит дальнейшему углубленному исследованию, а ее использование на практике может привести к качественно лучшим свойствам систем классификации, которые используют идею совместного использования множества классификаторов, формирующих коллективное решение.

Ключевые слова: распознавание образов, групповые решения, коллективный анализ, интеллектуальные системы

Введение

В последние годы наблюдается растущий интерес к задачам распознавания образов. Это обусловлено распространенностью задач, решаемых при распознавании изображений, символов, анализе сцен, технической и медицинской диагностике, идентификации сигналов, анализе экспертных данных, распознавании речи, создании экспертных систем и систем искусственного интеллекта.

Базовые теоретические и практические вопросы данного направления отражены в научных и практических работах отечественных и зарубежных специалистов, таких, как М.З. Згуровский, Г.С. Осипов, В.П. Гладун, В.И. Донской, О.П. Кузнецов, В.Ф. Хорошевский и др. [1]

Современный уровень научно-технического развития требует целенаправленного развития систем компьютерного зрения как важного механизма обеспечения эффективного взаимодействия техники с человеком. Одним из важнейших направлений компьютерного зрения является задача распознавания образов. Успешное ее решение необходимо для разработки систем, способных интеллектуально оценивать внешнюю среду и выполнять в ней те или иные действия.

Основополагающие работы в теории распознавания и классификации связаны с именами таких зарубежных ученых, как Нейман Дж., Пирсон К., Вальд А., Розенблат Ф. и др. Большой вклад в развитие теории распознавания и классификации внесли советские ученые: Айзерман М.А., Браверман Э.М., Розоноэр Л.И. (метод потенциальных функций), Вапник В.Н., Червоненкис А.Я. (статистическая теория распознавания, метод «обобщенный портрет»), Ивахненко А.Г. (метод группового учета аргументов), Журавлев Ю.И., Галушкин А.И. [2]

Исследования, связанные с развитием теории распознавания образов, не теряют своей актуальности уже на протяжении полувека. С развитием новых прикладных областей науки возникает необходимость и в новых математических инструментах распознавания.

Возникает потребность в алгоритмах, приспособленных к применению в нестандартных с точки зрения развитой ранее теории условиях [3].

Важным требованием к алгоритмам классификации является устойчивость к изменениям классифицируемого множества объектов. Для повышения эффективности распознавания в последнее время внимание специалистов привлекают коллективные классификаторы [4]. Их суть состоит в том, что окончательное решение принимается на основе “интеграции” частных решений отдельных классификаторов. В задачах классификации, используются групповые методы, заключающиеся в синтезе результатов, полученных при применении различных алгоритмов к заданной исходной информации, или выбора оптимальных алгоритмов из заданного набора [5]. При решении практических задач распознавания пользователь заинтересован в алгоритмах, обеспечивающих близкое к оптимальному решению прикладной задачи. Определенные гарантии успеха могут быть получены при наличии набора разнотипных моделей распознавания и средств построения коллективных решений [6].

Коллективное распознавание

Под коллективным распознаванием будем понимать задачу использования множества (комитета, ансамбля и др.) классификаторов (алгоритмов), каждый из которых принимает решение о классе одной сущности с последующим согласованием их решений с помощью некоторого алгоритма. Важным условием эффективного формирования комитета является соблюдение необходимого баланса между точностью и разнообразием членов. Под разнообразием понимают степень некоррелированности ошибок членов комитета, существенное влияние которой подтверждается, в том числе, экспериментально. В частности, продемонстрировано преимущество объединения 3-х классификаторов, каждый из которых обладал точностью на уровне 67% и низким уровнем коррелированности ошибок перед аналогичным объединением с точностью членов $\approx 95\%$.

Важным фактором эффективности комитета является схема объединения голосов членов. Существуют различные схемы голосования, выбор которых зависит от пространства признаков, моделей классификаторов и др. В данном исследовании показаны наиболее универсальные, для которых победителем является класс:

- 1) максимальное – с максимальным откликом членов комитета;
- 2) усредняющее – с наибольшим средним откликом членов комитета;
- 3) большинством – с наибольшим числом голосов членов комитета [7].

Имеются следующие алгоритмы построения коллективных решений: метод Байеса, области компетенции, шаблоны принятия решений, динамический метод Вудса, комплексные комитетные методы, логическая коррекция, выпуклый стабилизатор, обобщенный полиномиальный и алгебраический корректор. Как правило, использование стратегии коллективов алгоритмов позволяет улучшить точность прогнозирования за счет взаимной компенсации недостатков одного алгоритма преимуществами других [8].

Существуют разные подходы к интеграции частных решений. В одних случаях предлагается использовать метод голосования (majority vote method) или ранжирования (label ranking method). В других - использовать схемы, основанные на усреднении или линейной комбинации апостериорных вероятностей, которые оцениваются отдельными классификаторами, либо использовать алгоритмы нечетких правил (fuzzy rules). Предлагается также проводить независимое обучение комбинированного классификатора, рассматривая частные решения как новые комплексные признаки. Развиваются также подходы, основанные на выделении в пространстве наблюдений локальных областей, в каждой из которых только один из частных классификаторов “компетентен” принимать решение [4].

Сущность задачи коллективного принятия решений состоит в выработке согласованного коллективного решения о порядке предпочтения рассматриваемых объектов

на основе индивидуальных мнений членов коллектива. Необходимость использования множества классификаторов с последующим объединением их решений мотивируется по-разному в зависимости от постановки задачи. Главной мотивацией использования согласованного объединения решений множества классификаторов являются две идеи [9]:

- уменьшение сложности решаемой задачи (повышение вычислительной эффективности процедуры)
- увеличение компетентности принятия решений (повышение точности классификации)

Даже если один из классификаторов обладает лучшими свойствами по сравнению с другими, множества неправильно классифицированных объектов у разных классификаторов не обязательно будут пересекаться. По этой причине разные классификаторы могут обеспечивать различной информацией о классифицируемом объекте, что может оказаться существенным для улучшения свойств системы [10].

Так как разные алгоритмы распознавания проявляют себя по-разному на одной выборке объектов, то встает вопрос о синтетическом решающем правиле, адаптивно использующем сильные стороны этих алгоритмов. В таком решающем правиле применяется 2-уровневая схема распознавания. На 1-м уровне работают частные алгоритмы распознавания, результаты которых объединяются на 2-м уровне в блоке синтеза. Наиболее распространенные способы такого объединения основаны на выделении областей компетентности того или иного частного алгоритма. Простейший способ нахождения областей компетентности заключается в разбиении пространства признаков. Тогда для каждой из выделенных областей строится собственный распознающий алгоритм. Другой способ базируется на применении формального анализа для определения локальных областей пространства признаков как окрестностей распознаваемых объектов, для которых доказана успешность работы какого-либо частного алгоритма распознавания.

Общий подход к построению блока синтеза рассматривает результирующие показатели частных алгоритмов как исходные признаки для построения нового обобщенного решающего правила. В этом случае могут использоваться все перечисленные выше методы интенционального и экстенционального направлений в распознавании образов.

Рассмотрим структурную схему коллективного принятия решений (рис. 1). Коллективом решающих правил называют некоторое конечное подмножество $\{R\}$ множества всех возможных решающих правил C , $\{R\}$, где C , $\{R\} = \{R_l\}$; $l = 1, 2, \dots, L$, образованное для выработки коллективного решения, где R_l – l -е решающее правило, Y_l – решение на выходе l -го правила, C – коллективное решение. Вид коллективного решения конкретизируется типом задачи, решаемой данным коллективом. Поскольку речь идет о задаче распознавания образов, и коллективное решение, и индивидуальные решения, принимаемые членами этого коллектива, состоят в отнесении некоторой ситуации или объекта X к одному из классов или множеств K_k , $k = 1, 2, \dots, K$.

Ситуация X характеризуется вектором параметров или признаков:

$$P = \{p_1, p_2, \dots, p_m, \dots, p_M\}. \quad (1)$$

Формально, задача принятия коллективного решения ставится следующим образом: если Y_l , $l = 1, 2, \dots, L$ – индивидуальные решения, принимаемые членами коллектива – решающими правилами $R_n = 1, 2, \dots, n$, то коллективноерешение определяется как некоторая функция индивидуальных решений:

$$C = F(Y_1, Y_2, \dots, Y_L, X), \quad (2)$$

где F – алгоритм принятия коллективного решения.

Структурная схема:

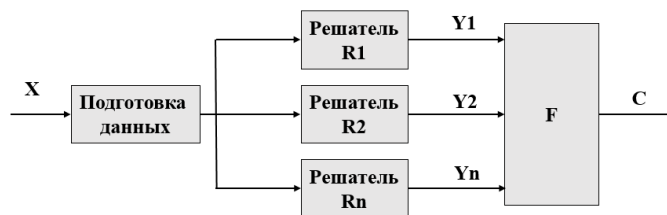


Рис 1. Структурная схема коллективного принятия решений

Решение C в задаче распознавания состоит в выборе номера одного из классов K_k , $k = 1, 2, \dots, K$, для каждой конкретной ситуации X , для которой правила R_l принимают различные решения:

$$R_l: X \in K_k, \text{ то } Y_l(X); l = 1, 2, \dots, L; k = 1, 2, \dots, K.$$

Очевидным подходом мог бы служить алгоритм голосования, когда итоговое решение определяется большинством алгоритмов. На практике подобные методы объединения решений не всегда демонстрируют высокие результаты, т.к. может возникнуть ошибка большинства членов коллектива. Веса отдельно взятых алгоритмов фиксированы, т.е. особенности конкретной ситуации не учитываются при определении конечного решения.

Существуют алгоритмы объединения решений на основе вероятностных подходов, когда среди решений различных алгоритмов выбирается то, которое имеет максимальную вероятность. Также существуют алгоритмы согласования на основе метаклассификации, когда объединение решений выполняет специальный метаклассификатор. Входными данными для него служат решения базовых классификаторов, которые интерпретируются как множество признаков нового признакового пространства.

Коллективное распознавание эффективно в следующих ситуациях:

- решение принимается различными алгоритмами;
- алгоритмы используют различные пространства признаков или различные источники данных;
- алгоритмы обучены с использованием различных обучающих данных (выбранных случайно из имеющейся большой выборки или построенных на основе предварительной кластеризации);
- размерность пространства признаков слишком велика и/или оно содержит признаки, измеренные в различных шкалах;
- пространство признаков содержит признаки различного уровня абстракции (агрегирования);
- выдвигаются специальные требования к ошибкам первого и второго рода (ложной тревоге и пропуску сигнала).

Можно выделить три стратегии коллективного распознавания: 1) выбор классификатора, чей результат определяет решение задачи распознавания (предполагается, что каждый классификатор является экспертом в определенной области пространства признаков);

2) слияние решений классификаторов (предполагается, что все классификаторы одинаково компетентны во всем пространстве признаков); 3) комбинация вышеназванных стратегий.

[11]

Уже упоминались методы распознавания, использующие не одно, а несколько параллельно работающих решающих правил. Каждое правило выдает частное решение. Окончательное решение принимается на основании этих вариантов с помощью той или иной процедуры обобщения. Этот подход целесообразно расширить на случай, когда используется не одна группа решающих правил, а несколько, т.е. «коллектив» групп. Иерархия групп или коллективов может быть сколь угодно большой. На каждом уровне вырабатываются частные решения, по ним — обобщенные решения данного уровня, которые играют роль частных для следующего уровня и т.д. На основании изложенного можно предложить следующую

общую схему класса эффективных алгоритмов для решения задач распознавания образов с помощью коллективно-групповых решающих правил. Алгоритмы этого класса состоят в выполнении 4-х последовательных этапов [12]:

- 1) генерации групп решающих правил;
- 2) получения частных решений и оценки компетентности групп;
- 3) формирования обобщенного решения;
- 4) оценки ожидаемой ошибки.

Для рационального использования особенностей различных алгоритмов при решении задач распознавания возможно объединить различные по характеру алгоритмы распознавания в коллективы, которые формируют классификационное решение на основе правил, принятых в теории коллективных решений. Пусть в некоторой ситуации X принимается решение S . Тогда $S=R(X)$, где R — алгоритм принятия решения в ситуации X . Предположим, что существует L различных алгоритмов решения задачи, т. е. $S_l=R_l(X)$, $l=1, 2, \dots, L$, где S_l — решение, полученное алгоритмом R_l . Будем называть множество алгоритмов $\{R\} = \{R_1, R_2, \dots, R_L\}$ коллективом алгоритмов решения задачи (коллективом решающих правил), если на множестве решений S_l в любой ситуации X определено решающее правило F , т. е. $S=F(S_1, S_2, \dots, S_L, X)$. Алгоритмы R_l принято называть членами коллектива, S_l — решением l -го члена коллектива, а S — коллективным решением. Функция F определяет способ обобщения индивидуальных решений в решения коллектива S . Поэтому синтез функции F , или способ обобщения, является центральным моментом в организации коллектива.

В задачах распознавания ситуацией X является описание объекта X , т. е. его изображение, а решением S — номер образа, к которому принадлежит изображение. Индивидуальное и коллективное решения в задаче распознавания состоят в отнесении некоторого изображения к одному из образов. Наиболее интересными коллективами распознающих алгоритмов являются такие, в которых существует зависимость веса каждого решающего правила R_l от распознаваемого изображения. Например, вес решающего правила R_l может определяться соотношением:

$$\mu_l(X) = \begin{cases} 1, & \text{если } X \in B_l \\ 0, & \text{если } X \notin B_l \end{cases} \quad (3)$$

где B_l — область компетентности решающего правила

Веса решающих правил выбираются так, что:

$$\sum_{i=1}^L \mu_i(X) = 1 \quad (4)$$

для всех возможных значений X . Соотношение (3) означает, что решение коллектива определяется решением того решающего правила R_l , области компетентности которого принадлежит изображение объекта X . Такой подход представляет собой двухуровневую процедуру распознавания. На 1-м уровне определяется принадлежность изображения той или иной области компетентности, а уже на 2-м вступает в силу решающее правило, компетентность которого максимальна в найденной области. Решение этого правила отождествляется с решением всего коллектива [13].

Выводы

Таким образом, объединение решений представляет собой специальную проблему в области распознавания и классификации, которая не сводится к обычной задаче классификации (с одним классификатором). Она подлежит дальнейшему углубленному исследованию, а ее использование на практике может привести к качественно лучшим свойствам систем классификации, которые используют идею совместного использования множества классификаторов, формирующих коллективное решение.

Список использованной литературы:

- 1 Глущенко В.Е., Глущенко Ю.В. Исследование структуры пространства описаний для формирования знаний интеллектуальной системы распознавания образов, Штучный інтелект [электрон. ресурс]. – 2005. – Available: http://iai.dn.ua/public/JournalAI_2005_3/Razdel8/04 (Дата обращения 27.08.2016)
- 2 Голубев М.Н. Разработка и анализ алгоритмов детектирования и классификации объектов на основе методов машинного обучения // MS Thesis abstract, Ярославский государственный университет, Ярославль, 2012. – С. 14
- 3 Измакова О.А. Рекуррентные алгоритмы обучения и самообучения в теории распознавания образов // MS thesis, Санкт-петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, 2004. – С. 41-49
- 4 Файнзильберг Л.С. Байесова схема принятия коллективных решений в условиях противоречий // Проблемы управления и информатики. – 2002. – no. 3– Р. 112–122
- 5 Айдарханов М.Б. Об устойчивости алгоритмов групповой классификации // Математические методы распознавания образов: 9-я Всероссийская конференция, Москва, 1991. – Р. 3–4.
- 6 Журавлев Ю.И., Бирюков А.С., Богомолов В.П., Ворончихин В.А., Катериночкина Н., Рязанов В.В. О некоторых практических алгоритмах распознавания по прецедентам и методах их коррекции // Математические методы распознавания образов: 9-я Всероссийская конференция, Москва, 1991. – Р. 190–191.
- 7 Кузьмицкий Н.Н. Актуальные вопросы использования сверточных нейронных сетей и их комитетов в распознавании образов // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2012. – no. 5. – Р. 6-10
- 8 Шмакова Е.Г., Поляков А.Е., Дударев В.А. Методика компьютерного эксперимента с целью поиска перспективных неорганических веществ // Технологии XXI века в легкой промышленности. – 2013. – vol. 1. – no. 7. – pp. 4-5
- 9 Растрингин Л.А., Эренштейн Р.Х. Метод коллективного распознавания [Электрон. ресурс]. – Москва: Энергоиздат, 1981. – Available: <http://www.twirpx.com/file/114108/>. Accessed: Mar. 8, 2016 (дата обращения: 18.01.2016)
- 10 Городецкий В.И., Серебряков С.В. Методы и алгоритмы коллективного распознавания: обзор // Наука. – 2006. – Т. 1. – № 3. – С. 33-40
- 11 Шамин Е.А., Истомина Т.В. Нечеткая модификация коллективных методов обработки биомедицинской информации // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего. – 2012. – Р. 20–26
- 12 Загоруйко Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний / Н.Г. Загоруйко. – Новосибирск: ИМ СО РАН, 1999. – 270 с.

E.N. Amirgaliev¹, E. Aitbaev²

¹*Suleyman Demirel University, Kaskelen, Kazakhstan*

²*IITU, Almaty, Kazakhstan*

ON GROUP DECISIONS IN PATTERN RECOGNITION PROBLEMS

Abstract: The article is devoted to the topic of collective decision-making models in automated intellectual systems. Application of such models for pattern recognition problems is being considered. What is meant by the term “collective recognition” is the task of using multiple classifiers, each of which will decide on the class of one entity with the subsequent coordination of their decisions with the help of a certain algorithm.

Rules of integration of particular solutions by independent experts are considered (algorithms). Thus, combined solution is a special problem in the field of pattern recognition and classification, which can not be considered as usual classification problem (with one classifier). It is

subject to further in-depth study, and its use in practice may lead to qualitatively best properties of classification systems, which use idea of sharing set of classifiers forming collective decision.

Keywords: Pattern recognition, group decisions, collective analysis, intellectual systems.

Е.Н. Әмірғалиев¹, Е. Айтбаев²

¹*Сулейман Демирел атындағы университеті, Қаскелең, Қазақстан*

²*ХИТУ, Алматы, Қазақстан*

БЕЙНЕЛЕРДІ ТАНУДАҒЫ ТОПТЫҚ ШЕШІМДЕР ТУРАЛЫ

Андатпа: Мақала автоматтандырылған интеллектуалды жүйелердегі ұжымдық шешім қабылдау үлгісін қолдану тақырыбына арналған. Мақалада бейнені тану мәселелерін шешу үшін қолданатын деректер үлгілері қарастырылады. Ұжымдық бейне тануда классификаторлар жиынын қолдану мәселелері тұспалданады. Кейбір алгоритмдердің көмегімен, классификаторлар жиынының әрқайсысы, келесі шешімдердің келісімі арқылы бір класстың мәні бойынша шешім қабылдайды.

Тәуелсіз эксперттердің (алгоритмдердің) жиі шешімдер жасау интеграциясының ережесі қарастырылған.

Түйінді сөздер: бейне тану, ұжымдық шешім, ұжымдық талдау, интеллектуалды жүйелер

ГТАХР 50.09

Е.Н. Әмірғалиев¹, Д.Ж. Қойшығұлова²

¹*Сулейман Демирел университет, Қаскелең, Қазақстан*

²*әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан*

РОБОТ – ҒЫЛЫМ ЖАҢАЛЫҒЫ, ҚОҒАМДЫҚ ДАМУ ҚАЖЕТТІЛІГІНІҢ ЖЕМІСІ

Андатпа: Адам қабілеті шексіз. Есте жоқ ескі замандардан бері жаратылыста тек адамның ғана сана-сезімі ұдайы дамып келеді. Алғашқы қауымдық құрылыста таспен ұрып аң аулаған бабаларымыздың бүгінгі ұрпағы көк жүзін бағындырып, алты ғаламды зымыранмен аралағаны айтар ауызға оңай. Осындай дәрежеде даму үшін адамзат баласының басынан қаншама ізденіс, ойлау, талдау өткенін бір жаратқан ғана білер. Біздің білетініміз – бұл тынымсыз еңбектердің нәтижесі. Ғылымды дамыту үшін барша қауым атсалысты десек, артық болар. Жетістік - тек «Ізденген жетер мұратқа» деп ізденісті серік еткен ғылым мен қоғам саласындағы қайраткерлердің арқасы. Зерттеуші ғалымдар Госвами мен Брайант: «Адамдар арасындағы ерекшелік олардың нейрофизиологиялық ерекшеліктерінде емес, керісінше тәжірибесінде» деген екен. Алғашқыда жабайы аңдарды үй жануарларына айналдырған адамзат баласының кейін техника жетістіктерін өз мүдделеріне қызмет жасауына қол жеткізуі ізденіс шыңына құлаш ұру болып табылады. Қоғамдық өндіргіш күштердің өркендеуіне орай дамыған қоғамдық сананың шарықтау шегі-барлық әрекетті пульспен басқару болатыны анық. Ғылымның дамыған шағындағы адам баласының игілігіне қызмет атқаратын «РОБОТ» терминін біз қалай түсінеміз? Оның пайдалы жақтары қандай? Кез-келген әрекеттің күнгейі мен көлеңкесі болатыны секілді робот атаулының зиянды жақтары да болуы мүмкін бе?

Кілт сөздер: Робот, ғылым, инновация, жетістік.

Қазіргі заманда «робот» термині күнделікті пайдаланылатын қолданыстағы сөзге айналған. «Робот» сөзінің шығу тегі чех тілінде «robot», «robota» еріксіз еңбек не роб-раб