

РАСПОЗНАВАНИЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ БЛИЗКО РАСПОЛОЖЕННЫХ ПРОТЯЖЕННЫХ КЛАССОВ ОБРАЗОВ

© 2012 И. А. Кочеткова¹, В. М. Довгаль², В. В. Гордиенко³

¹*аспирант каф. информационных технологий
e-mail: IneSuan@gmail.com*

Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова

²*докт. техн. наук, профессор каф. программного обеспечения
и администрирования информационных систем
e-mail: vmdovgal@yandex.ru*

³*канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник МНМЦВИТ
e-mail: vgord@yandex.ru*

Курский государственный университет

Рассмотрено расширение функциональных возможностей ранее разработанного нами интерактивного метода распознавания образов и диагностики преобразования многомерных форм представления классов образов в двумерные на новый вид классов, имеющих многомерную пространственно протяженную конфигурацию без пересечения или сложную пространственную конфигурацию с пересечением оболочек, дополняющих классы до выпуклых, на примере двух классов образов, заданных на прямом произведении диагностических признаков.

Ключевые слова: распознавание образов, класс, конфигурация, гиперплоскость, состояние, система, анализ, обработка биомедицинских данных, диагностика.

Современное состояние распознавания образов характеризуется интенсивным ростом числа методов и инструментальных средств. Существующее многообразие методов и средств не исключает поиска новых подходов или совершенствования существующих для эффективного решения задач распознавания образов в приложениях в сфере диагностики. В ряду методов распознавания образов особое положение занимают интерактивные процедуры, позволяющие – после обучения системы распознавания высококвалифицированными специалистами – осуществлять принятие решений персоналом среднего звена в удаленных условиях или экстренно труднодоступных, например на бортах морских и воздушных судов.

Решение задачи интерактивного распознавания образов состояний сложных объектов предполагается осуществлять на основе методов классификации в предварительно заданном многомерном пространстве. Для многомерных классов образов с заданным алфавитом имен нами был предложен метод преобразования в двухмерные формы представления классов и их элементов [Альшакова 2001; Довгаль 2011; Кочеткова 2011]. Инвариантом преобразования из N -мерного представления образов в форму представления на двумерной плоскости в реализованном нами методе является расстояние в N -мерном пространстве признаков до каждого образа (точки) от некоторой предварительно фиксированной точки пространства. Этот метод и алгоритм, его реализующий, и программный продукт по результатам обработки данных о пациентах продемонстрировали высокую эффективность в смысле минимума числа ошибок распознавания при решении задачи диагностики преимущественно для классов, для которых выпуклые оболочки G_i , под каждой из которых понимается

минимальное по числу элементов объединение исходного невыпуклого класса и класса, дополняющего исходный до общего выпуклого класса, не имеют пересечений. Вместе с тем у метода есть существенные недостатки, связанные с существованием хотя бы одного пространственно протяженного класса, который характеризуется малыми изменениями диагностического признака и одновременно широкими изменениями других. При этом все классы диагнозов не пересекаются в исходном N -мерном пространстве, но порождают множественные «ложные» пересечения после преобразования в формы представления классов на плоскости экрана. Кроме того, такие же «ложные» пересечения в двухмерных формах представления порождают невыпуклые классы, которые не имеют пересечений в N -мерном пространстве, но пересекаются их оболочки на двумерной плоскости экрана. Методы эффективного распознавания образов для случаев протяженных конфигураций классов образов или конфигураций с пересечением оболочек классов в пространстве признаков известны. Однако с целью унификации разработанного нами метода интерактивного распознавания предлагается способ с незначительными затратами памяти ЭВМ и скорости вычислений, который не является самостоятельным, а используется как вспомогательное инструментальное средство интерактивного метода, существенно расширяющего его функциональные возможности до уровня учета всех непересекающихся конфигураций классов в N -мерном пространстве признаков.

Пусть задано два пространственно протяженных класса в N -мерном пространстве признаков. Рассмотрим способ, в основу которого положено рассечение классов образов двумя параллельными гиперплоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии h_j ($j = 1, 2, \dots, M$, M – число классов образов в N -мерном пространстве признаков) классы, имеющие пространственно протяженные конфигурации. Проблема состоит в том, что для близко расположенных протяженных совокупностей (рис. 1а) расстояние от «центра тяжести» заданного класса в N -мерном пространстве до некоторых элементов другого класса меньше, чем до собственных элементов. Параметр h_j , как расстояние между двумя параллельными рассекающими плоскостями (гиперплоскостями), определяется в процессе настройки системы распознавания и не является равным для разных пар параллельных гиперплоскостей. На рисунке 1 приведены а) исходные конфигурации классов и б) «ложное пересечение» как результат преобразования в двумерные формы представления классов. Следовательно, двумерные формы представления классов образов, линейно разделимых в N -мерном пространстве, частично пересекаются (рис. 1б).

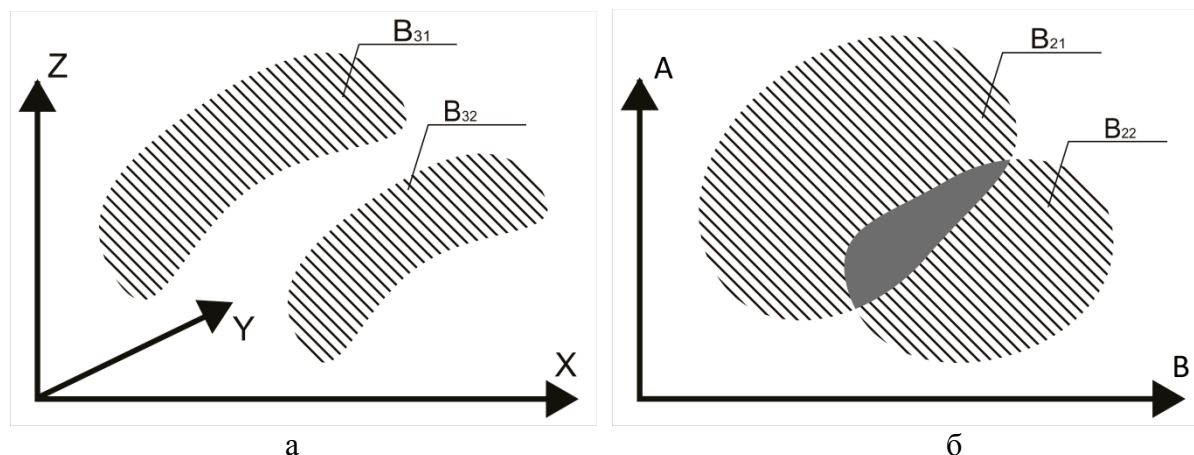


Рис. 1. Взаимное положение двух пространственно протяженных классов диагнозов в пространстве XYZ (а) и их двухмерная форма представления на плоскости $A \times B$ экрана видеомонитора (б)

Пусть B_1, B_2 – классы образов в N -мерном пространстве ($B_1 = \{b_{1i}\}; B_2 = \{b_{2i}\}$) с направляющими векторами d_x и d_y соответственно (рис. 2). Зададим в N -мерном пространстве две гиперплоскости – H_1 и H_2 , перпендикулярные d_x , расстояние между которыми равно h_j . Отобразим на плоскость $A \times B$ лишь те точки множеств B_1 и B_2 , которые попадают между парами параллельных гиперплоскостей H_1 и H_2 .

Перемещая H_1 и H_2 вдоль d_x с шагом h_j , получим пары классов в их двумерной форме представления (рис. 3). Шаг h_j следует выбирать таким образом, чтобы он был меньше g_1 – расстояния от центра тяжести одного фрагмента класса до ближайшей точки фрагмента другого класса в одном и том же рассечении, которое возникает между двумя ближайшими гиперплоскостями.

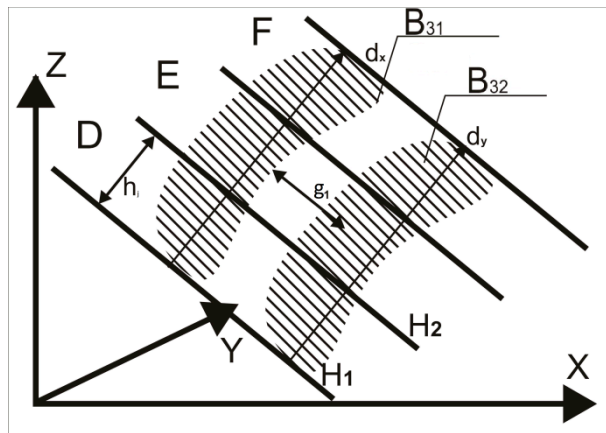


Рис. 2. Процесс разбиения параллельными гиперплоскостями двух классов диагнозов, представляющих собой близко расположенные протяженные области в трехмерном пространстве

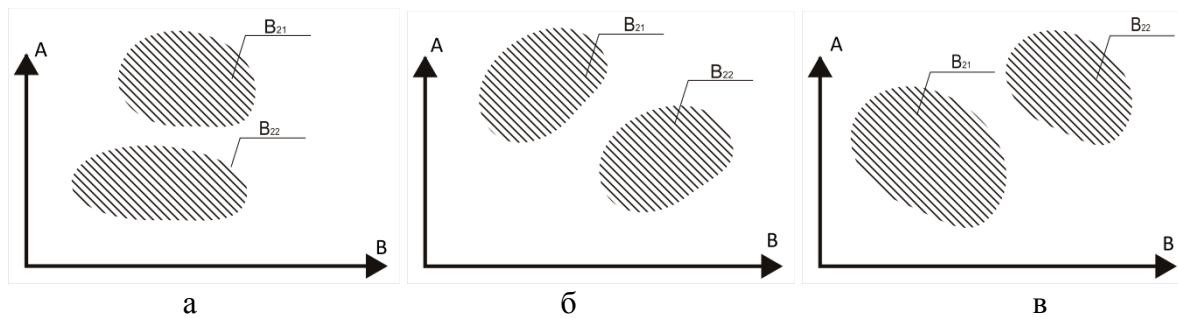


Рис. 3. Топология взаимного положения на плоскости $A \times B$ экрана двух классов диагнозов, полученных в результате разбиения A (а), B (б), C (в)

После разбиения протяженных классов диагнозов параллельными гиперплоскостями их двумерные формы представления, при соблюдении свойства компактности, не пересекаются на плоскости $A \times B$ экрана видеомонитора, что позволяет осуществлять классификацию с минимальным числом ошибок при адекватной предварительной настройке системы распознавания и соответствующем выборе параметров h_j . Исследование работы программного продукта «Диагност-24» для реализации метода рассечения при задании множества вариантов пространственно протяженных конфигураций в 24-мерном пространстве диагностических признаков позволило определить коэффициент эффективности при классификации не ниже 0,95. Для достижения рациональных двумерных форм представления фрагментов классов,

включенных между всеми парами ближайших гиперплоскостей (см. рис. 3), целесообразно выполнять перенос начала координат в «центр тяжести» одного из фрагментов пары классов. Перенос координат открывает пути для автоматизации процедуры распознавания после ее настройки и нанесения разделяющих кривых на двумерное изображение классов образов на экране [Невзорова 2007]. Способ разбиения классов диагнозов гиперплоскостями для случая конфигураций непересекающихся классов диагнозов, но с пересечением оболочек G_i будет рассмотрен в последующих публикациях. Разработанный способ расщепления и программный продукт его реализации предоставляют пользователю многомерные и недоступные для его восприятия двумерные формы представления классов диагнозов с предварительной настройкой системы распознавания.

В результате разработки интерактивной системы распознавания образов в приложениях статического анализа или динамических трансформаций состояний сложных объектов при мониторинге предложен эффективный метод и программный продукт с возможностями использования типовых персональных компьютеров, включая ноутбуки, для классификации в интересах распознавания образов, например при массовых обследованиях в процессе диспансеризации. Построение такого рода распознающих систем расширяет арсенал инструментальных средств, обеспечивающих интерактивное человеко-машинное взаимодействие для реализации принятия адекватных решений.

Библиографический список

Альшакова Е. Л., Захаров И. С., Довгаль В. М., Белов В. Г. Визуальная детерминистская классификация состояний объекта управления в N-мерном пространстве состояний // Автоматика и телемеханика. 2001. № 6. С. 36–41

Довгаль В. М., Невзорова М. В. Интерактивный метод распознавания точечных образов // Телекоммуникации. 2007. № 8. С. 8–13.

Довгаль, В. М., Кочеткова И. А., Никитин В. М., Липунова Е. А. Способ распознавания состояния сердечно-сосудистой системы по его многомерному образу // Компьютерные науки и технологии: сб. тр. Второй Междунар. науч.-техн. конф. 3–5 октября 2011, г. Белгород: ООО «ГиК», 2011. С. 193–198.

Кочеткова И. А., Довгаль В. М., Никитин В. М., Липунова Е. А. Метод формирования и распознавания многомерного образа состояния сердечно-сосудистой системы // Научные ведомости БелГУ. Серия «История. Политология. Экономика. Информатика». Белгород: Изд-во БелГУ, 2011. №19(114). Вып. 20/1. С. 180–184.