

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра дискретной математики и информационных технологий

**МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ В ДИАГНОСТИКЕ
ИНФАРКТА МИОКАРДА**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 421 группы
направления 09.03.01 — Информатика и вычислительная техника
факультета КНиИТ
Гасанова Даниила Поладовича

Научный руководитель
доцент, к.ф.-м.н.

Ю.А. Бродская

Заведующий кафедрой
доцент, к. ф.-м. н.

Л. Б. Тяпаев

Саратов 2021

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время люди проводят все больше и больше времени в интернете. Компьютер или мобильные устройства в данное время служат для связи людей между собой, для работы с финансами, видеоконференций, с различными информационными ресурсами. Поэтому разработка веб-страницы является как никогда актуальна.

Каждый человек беспокоится о своем здоровье, когда возникает какая-то проблема не всегда получается сходить к врачу из-за недостатка времени или других причин. Поэтому актуально создать сервис, который будет помогать человеку в распознавании образов возможных заболеваний. С этой целью в рамках данной работы планируется создать демо-версию такого сервиса, которое будет рассчитывать вероятность такого заболевания, как инфаркт миокарда.

Во второй половине 50-х годов XX в. начало формироваться научное направление, связанное с разработкой теоретических основ и практической реализацией устройств, а затем и систем, предназначенных для распознавания неизвестных объектов, явлений, процессов. Новая научная дисциплина получила название "Распознавание образов". Подобное название возникло в связи с тем, что процесс распознавания отождествляется с выявлением вопроса о том, к какому классу объектов (образу) может быть отнесен распознаваемый объект. При этом класс олицетворяет собой некоторую совокупность (подмножество) объектов, обладающих близкими свойствами. В настоящее время распознавание образов в медицине является актуальной проблемой, так как может помочь в постановке диагнозов, возможность более детального анализа больших объемов данных.

В работе будут рассмотрены математические методы распознавания образов и будет выбран наиболее подходящий.

В работе рассматриваются методы распознавания образов задач диагностики заболевания инфаркта миокарда. Математические методы распознавания образов позволяют ускорить диагностирование и свести к минимуму человеческие ошибки. Данный сервис будет разработан для пользователей настольных компьютеров и мобильных устройств. Для разработки будут использован язык программирования JavaScript.

Основной целью работы является разработка сайта, в котором будет

осуществлен функционал распознавания образа заболеваний инфаркта миокарда. Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- изучение литературных источников по математической модели распознавания образов, а также предметной области (литературных источников по диагностике инфаркта миокарда)
- изучение математических методов распознавания образов: вероятностный, геометрический, тестовый;
- сравнение вероятностного и тестового метода, выбор одного для реализации;
- реализация метода на языке JavaScript для диагностики инфаркта миокарда
- разработка функционала приложения

1 Краткое содержание работы

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, 5 разделов, заключения, списка использованных источников и 2 приложений. Общий объем работы - 50 страниц, из которых 38 страниц - основное содержание, включая 13 рисунков, список использованных источников информации - 20 наименований.

Первый раздел посвящен основной теорией по распознаванию образов. Первый подраздел «Общие сведения» посвящен основным понятиям распознавания образов. Распознавание образов (объектов) – это задача идентификации объекта по его изображению (оптическое распознавание), аудиозаписи (акустическое распознавание) или другим характеристикам. Образ – это классификационная группировка, которая позволяет объединить группу объектов по некоторым признакам [1].

Одним из базовых определений также является и понятие множества. В компьютере множество - это набор неповторяющихся однотипных элементов. «Неповторяющихся» - значит, что элемент в множестве либо есть, либо нет. Универсальное множество включает все возможные элементы, пустое не содержит ни одного.

Методика отнесения элемента к какому-то образу называется решающим правилом. Еще одно важное понятие - метрика - определяет расстояние между элементами множества. Чем меньше это расстояние, тем больше схожи объекты (символы, звуки и др.), которые мы распознаем.

Второй подраздел «Задачи в теории распознавании образов» посвящен основным задачам распознавания образов

Рассмотрим основные задачи, возникающие в процессе проектирования и построения систем распознавания. При этом необходимо иметь в виду следующее. Процесс разработки системы распознавания требует построения математической или физико-математической модели системы. Только наличие подобной модели позволяет реализовать итеративный процесс построения прообразов системы распознавания, все более и более приближающихся по своим характеристикам (точностным, временным, габаритным, весовым, стоимостным и т. д.) к требуемым характеристикам, задаваемым на стадии разработки тактико-технических требований к системе [2].

1. Задача определения полного перечня признаков (параметров), характе-

ризующих объекты или явления, для распознавания которых разрабатывается данная система;

2. Задача проведения первоначальной классификации распознаваемых объектов или явлений, в составлении априорного алфавита классов;
3. Задача разработки априорного словаря признаков;
4. Задача описания всех классов априорного алфавита классов на языке признаков, включенных в априорный словарь признаков;
5. Задача разбиения априорного пространства признаков на области, соответствующие классам априорного алфавита классов;
6. Задача выбора алгоритмов распознавания, обеспечивающих отнесение распознаваемого объекта или явления к тому или другому классу или их некоторой совокупности;
7. Задача определения рабочего алфавита классов и рабочего словаря признаков системы распознавания.

Третий подраздел «Выбор математические метода распознавания образов» посвящен знакомству в вероятностным, геометрическим и тестовым методами распознавания образов.

Вероятностный метод основан на теореме Байеса из теории вероятностей, которая применительно к задаче распознавания может быть сформулирована следующим образом [3]. Имеется полная группа несовместных гипотез, роль которых при распознавании выполняют образы:

$$A : A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_M$$

Известны априорные распределения вероятностей этих гипотез, т. е. известно, с какой вероятностью появляется данный образ:

$$P(A_1), P(A_2), \dots, P(A_M)$$

причем, так как группа полная, то

$$\sum_{i=1}^M P(A_i) = 1$$

В результате опыта наблюдалось какое-то событие j . В данном случае

таким событием является появление конкретной реализации объекта. Требуется определить, как изменяется вероятность появления образов (гипотез) после этого опыта. В общем случае считаются заданными условные вероятности

$$P(b_j/A_i), i = 1, 2, \dots, M, j = 1, 2, \dots, T;$$

требуется определить вероятность $P(A_j/b_i)$. По теореме умножения вероятностей

$$P(b_j/A_i) = P(b_j)P(A_i/b_j) = P(A_i)P(b_j/A_i)$$

Отбрасывая левую часть, получаем:

$$P(A_i, b_j) = \frac{P(A_i)P(b_j, A_i)}{P(b_j)}. \quad (1)$$

После определенных действий, рассмотренных в работе, получено:

$$P(A_i/b_j) = \frac{P(A_i)P(b_j/A_i)}{\sum_{i=1}^M P(A_i)P(b_j/A_i)} \quad (2)$$

Формулы (1) и (2) носят название «правило Байеса». Эти формулы имеют очень большое применение в теории распознавания образов. Отличие формулы (2) от (1) состоит в том, что в нее входят две группы величин: априорные вероятности $P(A_i)$ и условные вероятности $P(b_j/A_i)$, а в формулу (1) помимо этих двух групп величин еще входит третья величина $P(b_j)$ - безусловная вероятность появления j-го объекта. Последняя формула позволяет определять, как изменяется вероятность появления события при выполнении опытов, и тем самым позволяет выбрать наилучший опыт, при котором приращение вероятности будет наибольшим, т. е. планировать оптимальный эксперимент.

Геометрический метод распознавания основан на использовании некоторой функции подобия (принадлежности) S объекта данному классу [4]. Эта функция определяет некоторую меру близости объекта b_j с координатами

$x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$ к множеству эталонов

$$y^m = (y_1^m, y_2^m, \dots, y_N^m).$$

Пусть даны два класса A_1 и A_2 . Для распознавания принадлежности какого-нибудь объекта p к классу x_m определяется величина

$$\begin{aligned} S(p, \{x_m\}) &= \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M d^2(p', x'_m) = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N (p'_n - p'_{mn})^2 = \\ &= \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N \left[\sum_{s=1}^N a_{ns} (p_s - x_{ms}) \right]^2. \end{aligned}$$

Решающее правило состоит в следующем:

$$\begin{cases} p \in A_1, & \text{если } S_{A_1}(p, \{x_m\}) < S_{A_2}(p, \{x_m\}) \\ p \in A_2, & \text{если } S_{A_1}(p, \{x_m\}) > S_{A_2}(p, \{x_m\}), \end{cases}$$

причем в каждой из функции S_{A_1} и S_{A_2} коэффициенты a_{ns} ищутся, применительно к первому или второму множеству эталонов.

В тестовом методе решающее правило выглядит следующим образом. Для каждой строки $s = (s_1, \dots, s_n)$ матриц T_1 и T_2 находим скалярное произведение

$$s * p = \sum_{i=1}^n s_i * p_i$$

называемое весом строки. Пусть q — вес объекта $x = (x_1, \dots, x_n)$, подлежащего классификации. Тогда, если $q \geq h$, то отнесем x к классу K_1 а иначе — к классу K_2 . Значение h подбирается с учетом требования, чтобы наибольшее число строк матриц T_1 и T_2 классифицировались правильно. Разделяющей поверхностью в алгоритме A_2 является гиперплоскость, заданная уравнением

$$\sum_{i=1}^n x_i * p_i = h$$

Третий раздел «Общая информация о заболеваниях инфаркта миокарда» содержит общие данные об инфаркте миокарда. Данный раздел состоит из двух подразделов. Первый подраздел описывает общую информацию о

болезни [5]. Второй подраздел описывает осложнения в разных периодах болезни

В третьем разделе изложена формальная постановка задачи распознавания образов, а также реализации вероятностного метода для диагностики инфаркта миокарда, подобраны два примера работы программы.

Четвертый раздел посвящен основной теории по работе с сервисом Figma.

Пятый раздел посвящен процессу разработки веб-страницы для персональных компьютеров и мобильных устройств на языке программирования JavaScript [6].

Верстка веб-страницы - это создание такого HTML-кода, который позволяет размещать элементы веб-страницы (изображения, текст, линии и т.д.) в нужных местах документа и отображать их в окне браузера согласно разработанному макету. При этом следует принимать во внимание ограничения присущие HTML и CSS, учитывать особенности браузеров и знать приемы верстки, которые дают желаемый результат [?]. Для начала нужно сверстать фон страницы и определить, где будут располагаться вопросы. Код HTML страницы для теста показана на рисунке 1.

```
        <div class="u-menu-close"></div>
        <ul class="u-align-center u-nav u-popupmenu-items u-unstyled u-nav-2"><li class="u-
</li><li class="u-nav-item"><a class="u-button-style u-nav-link" href="Информация.html" style="...
</li><li class="u-nav-item"><a class="u-button-style u-nav-link" href="Точность.html" style="...>Т
</li></ul>
    </div>
</div>
    <div class="u-black u-menu-overlay u-opacity u-opacity-70"></div>
</div>
</nav>
</div></header>
<section class="u-clearfix u-palette-4-base u-section-1" id="sec-51ea">
    <div class="u-clearfix u-sheet u-sheet-1">
        <div class="u-preserve-proportions u-shape u-shape-svg u-text-palette-1-base u-shape-1 test
            <svg class="u-svg-link" preserveAspectRatio="none" viewBox="0 0 160 160" style=""><use xm
            <svg class="u-svg-content" viewBox="0 0 160 160" x="0px" y="0px" id="svg-fc87"><path d="
        </div>
        <ul class="u-text u-text-default u-text-1"...>
            <form name="quiz"...>
        </div>
    </section>

    <footer class="u-align-center u-clearfix u-footer u-grey-80 u-footer" id="sec-0cff"><div class=
        <p class="u-small-text u-text u-text-variant u-text-1">Для точного результата обратитесь к
    </div></footer>
</body>
</html>
```

Рисунок 1 – Страница Тест

Код JavaScript определяет поведение интерактивных, или динамиче-

ских, элементов на странице. В нашем случае стоит задача вывести на экран вопросы и выбрать правильный вариант ответа. Для этого создаем массив, как показано на рисунке 2, под названием `questions`, который состоит из

- Вопрос
- Список ответов
- Кодировка ответов
- Значение w_i вопроса

```
// Это ваши вопросы
var questions = [
  {
    text: "Ваш пол?",
    answers: ["Женский ",
              "Мужской"],
    weightAnswers: [0, 1], // Кодировка ответов
    weightQuestion: 2
  },
  {
    text: "Была ли стенокардия?",
    answers: [" Нет",
              "Стенокардия 1 степени",
              "Стенокардия 2 степени"],
    weightAnswers: [0, 1, 3], // Кодировка ответов
  },
  {
    text: "Степень коронарной недостаточности:",
    answers: ["0-1 степень, приступы не чаще раза месяц или не чаще 1 раза в не
              "1-2 степень, несколько раз в неделю при обычной нагрузке", "2 степень
              "3 степень, ежедневно частая стенокардия напряжения и покая"],
    weightAnswers: [0, 3, 5, 7], // нумерация ответов с нуля!
    weightQuestion: 5
  },
  {

```

Рисунок 2 – Массив `questions`

Далее генерируем отрисовку этого массива на странице с помощью JavaScript, выводим на экран вопрос, ответы, а также кнопку для выбора варианта, как показано на рисунке 3. Атрибут `type` тега `<input>` со значением `radio` обычно используется для создания группы радиокнопок (переключателей), описывающих набор взаимосвязанных параметров. Одновременно пользователь может выбрать лишь одну радиокнопку из предложенных. Радиокнопки обычно отображаются как небольшие кружки, которые заполняются или подсвечиваются при наведении. Кнопка работает если пользователь кликнет на нее, а также если нажмет на текст ответа.

Функция показанная на рисунке 4, после нажатия на кнопку "Проверить результаты" собирает информацию с радиокнопок, находит коэффици-

```

document.writeln('<span class="quest">' + ' Тест на распознавание вероятности ' +
' болезни инфаркта миокарда ' + '</span><br/>');
for (var q = 0; q < questions.length; ++q) {
    var question = questions[q];
    var idx = 1 + q;
    document.writeln('<li><span class="quest">' + question.text + '</span><br/>');
    for (var i in question.answers) {
        console.log("i = ", i);
        console.log("idx = ", idx)
        document.getElementsByClassName('ol-1')
        document.writeln('<input type="radio" class="custom-radio" id="color-'
+ idx + i + ' name="q' + idx + ' value="' + i +
' " onClick="Engine(' + q + ', this.value) " >' + '<label for="color-'
+ idx + i + ' name="q' + idx + ' " >' + question.answers[i] + '</label>'
+ '<br/>');
    }
}

function ShowResult(sum) {

```

Рисунок 3 – Отрисовка вопросов

ент ответа и коэффициент вопроса, рассчитывает вероятность прогноза и выводит результат на экран в процентах.

```

function Score() {
    var endSum = 0
    console.log("val = " + Validation())
    if (Validation() === 1) {
        for (var i = 0; i < yourAns.length; ++i) {
            var num = i + 1;
            endSum += questions[i].weightAnswers[yourAns[i]] * questions[i].weightQuestion;
        }
        console.log("endSum == " + endSum)
        ShowResult(endSum);
        yourAns = [];
        clearForm("quiz");
    } else {
        alert("Заполните все поля!")
    }
}

```

Рисунок 4 – Подсчет ответов

Проверка данных формы позволяет нам удостовериться в том, что пользователи заполняют форму в правильном формате, убедиться, что отправленные данные будут успешно обработаны в дальнейшем. Наша задача чтобы пользователь ответил на все вопросы, в случае если какой-то ответ не выбран, то пользователь узнает об этом во всплывающем окне и должен будет выбрать вопросы которые проигнорировал.

После того как пользователь ответил на все вопросы, и нажал на кнопку "Проверить результаты" высчитывается вероятность заболевания, а также

```
function Validation() { // если не выбран хотя бы один вопрос то функция возвращает
  var val = 1; // 0 и в дальнейшем пользователю всплывает окна что нужно
  if (yourAns.length === 0) // заполнить все вопросы {
    val = 0;
  }
  for (var i = 0; i < yourAns.length; ++i) {
    if (questions[i].weightAnswers[yourAns[i]] === undefined)
      val = 0;
  }
  return val;
}
```

Рисунок 5 – Валидация

подбирается наиболее нужные рекомендации для лечения, как показано на рисунке 6.

• Был 1 менее года назад
 Были 2 более года назад
 Были 2 менее года назад
 были 3 и более

13. Тяжесть течения острого периода

Нетяжелая
• Тяжелая

Проверить результаты

Вероятность заболевания = 23%

Посмотреть рекомендации

Рисунок 6 – Вывод прогноза

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время проблема распознавания образов в диагностике заболеваний является актуальной. Диагностика одна из наиболее трудных задач медицины. Она состоит в том, чтобы поставить больному диагноз тогда, когда имеющаяся симптоматика может проявляться при различных болезнях. Часто при этом окончательный диагноз коренным образом меняет тактику лечения.

В данной работе первым методом был рассмотрен вероятностный метод. Для определения вероятности диагноза по методу Байеса на основе предварительного статистического материала формируется диагностическая матрица. Строка соответствует возможному диагнозу, а количество столбцов возможным симптомам.

Вторым методом был рассмотрен тестовый подход. Этот метод используется когда число элементов в выборке мало, а размерность пространства признаков велика, когда ни геометрический, ни вероятностный метод не могут дать результата.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была достигнута следующая основная цель: разработка сервиса для распознавания образов в диагностике инфаркта миокарда. В рамках работы были рассмотрены и изучены следующие практические задачи:

- изучены литературные источники по математической модели распознавания образов и предметной области (медицинская литература по диагностике инфаркта миокарда)
- изучены такие методы как: вероятностный, геометрический, тестовый
- сделано сравнение вероятностного и тестового методов
- сделан обоснованный выбор в пользу вероятностного метода
- сделано сравнение двух методов и выбор вероятностного подхода для реализации
- выбранные методы детализированы до стадии алгоритмов
- подобраны тестовые примеры
- сделана программная реализация вероятностного метода на языке JavaScript.

Был разработан Web-сервис. Данный сервис создан для использования на настольных компьютерах в различных браузерах, а также им можно пользоваться и с мобильных устройств. Были разработаны следующие страницы:

- "Главная" страница содержит меню навигации
- Страница "Выбора симптома" для выбора симптомов пользователя
- Страница "Информация" для ознакомления с основной информацией.

Для работы сервиса был реализован вероятностный метод диагностики, так как данный подход по сравнению с тестовым методом имеет точность больше на 4 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Неймарк Ю.И., Баталова З.С., Васин Ю.Г., Брейдо М.Д., Распознавание образов и медицинская диагностика. - М., 1972 г., 328 стр.
- 2 Кузин Л. Т. Основы кибернетики. в 2 т. Т.2 Основы кибернетических моделей. Учеб. пособие для вузов. - М.: Энергия, 1979. - 584 с., ил.
- 3 Мазуров Вл. Д. Математические методы распознавания образов. Уч. пособ. 2-е изд., доп. и перераб. - Екатеринбург. Изд-во Урал. ун-та., 2010. - 101 с.
- 4 Горелик А. Л., Скрипкин В. А. Методы распознавания. Учеб. пособие. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1984. - 208с.
- 5 Дронов Владимир JavaScript и AJAX в Web-дизайне; БХВ-Петербург - М., 2015. - 736 с.
- 6 Эрик, Фримен Изучаем HTML, XHTML и CSS / Фримен Эрик. - М., 2013. - 608 с.
- 7 Клименко Роман Веб-мастеринг на 100%; Питер - М., 2015. - 920 с.
- 8 Климов Александр JavaScript на примерах; БХВ-Петербург - М., 2017. - 812 с.
- 9 Херман Дэвид Сила JavaScript. 68 способов эффективного использования JS; Питер - М., 2015. - 952 с.
- 10 Шпильман Сью JSTL. Практическое руководство для JSP-программистов; КУДИЦ-Образ - М., 2016. - 272 с.