

ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ)

Прокопьев Р.О., Берестнева О.Г.
Томский политехнический университет
Tuz36@mail.ru

Актуальность проблемы заболеваний щитовидной железы (ЩЗ) у детей и подростков существует на протяжении длительного времени. Это связано и с проблемой недостатка йода в окружающей среде, приводящего к развитию целого ряда заболеваний, и с проведением скрининга на врожденный гипотериоз (т.е. снижение функции щитовидной железы у новорожденных детей).

Щитовидная железа – один из важнейших органов внутренней секреции человека. Особенно велико ее значение для развивающегося, растущего организма. Физиологическое действие тиреоидных гормонов разнообразно и направлено на все обменные процессы, функции многих органов и тканей, в том числе на развитие плода, процессы роста и дифференцировки тканей, особенно нервной системы. В отличие от взрослых, тиреоидная недостаточность у детей раннего возраста резко задерживает рост скелета и созревание ЦНС. Только раннее и адекватное лечение пациентов с подобным заболеванием тиреоидными препаратами обеспечивает хороший прогноз физического и умственного развития у детей с врожденным гипотиреозом.

В связи с этим актуальной является задача разработки информационных систем для оценки эффективности лечения заболеваний щитовидной железы, в том числе разработка технологий интегральной оценки и визуализации состояния пациентов.

Стремление человека выразить мысль, передать идею в форме графического изображения старо как мир. Графические изображения (на камне, холсте, бумаге, металле и других средствах отображения информации) давно используются в обучении. Экран компьютера как средство пассивного отображения графики не обладает принципиальной новизной. Новой для сферы обучения является интерактивность компьютерной графики, благодаря которой в процессе анализа изображений существует возможность динамически управлять их содержанием, формой, размерами и цветом, рассматривать графические объекты с разных сторон, приближать и удалять их, менять характеристики освещенности и продельвать другие подобные манипуляции, добиваясь наибольшей наглядности. Таким образом, это возможность не только для пассивного созерцания графических иллюстраций, но и для активного исследования характеристик графических моделей изучаемых объектов или процессов.

Воздействие интерактивной компьютерной графики (ИКГ) привело к возникновению нового направления в проблематике искусственного интеллекта, названного когнитивной (т.е. способствующей познанию) компьютерной графикой.

Когнитивная графика – это совокупность приемов и методов образного представления условий задачи, которое позволяет либо сразу увидеть решение, либо получить подсказку для его нахождения [2].

Отдельное направление когнитивная графика образует в медицине. Визуализация текущего состояния объекта и характерных особенностей позволяет обеспечить непрерывный контроль над состоянием групп лиц либо отдельного человека.

Значение медицинской визуализации в здравоохранении постоянно возрастает, так как она позволяет повысить эффективность медицинской помощи и создать более комфортные условия для пациентов. Новаторские технологии визуализации позволяют раньше и точнее диагностировать заболевания, лечить их более целенаправленно с помощью более щадящих методов, а также тщательно наблюдать за результатами лечения.

В результате работы исследователя возникает описание объекта. Каждый объект обладает некоторыми характеристиками. Такой объект можно описать в виде вектора n -порядка, где каждый его элемент есть некоторая числовая характеристика. Собранные в исследовании данные можно рассматривать в качестве набора векторов (точек) в соответствующем многомерном пространстве.

Обычно число объектов при описании системы измеряется сотнями, а число признаков десятками. Проанализировать данные, которые представлены числами очень трудно. Включение различных элементов визуализации, является хорошим способом представления информации.

В случае, когда математическая модель изучаемой ситуации известна, можно с той или иной степенью точности заранее представить себе, как точки – наблюдения будут расположены в этом пространстве. Однако более типичной является ситуация, когда исследование геометрии расположения точек предшествует формированию гипотез и построению моделей. Математические методы, используемые, при изучении расположения точек, опираются на понятие расстояния между ними.

Для визуализации могут быть использованы 1-, 2- и 3-мерные пространства отображений, но мы в своем рассмотрении практически целиком ограничимся способом визуализации с помощью 2-

мерных поверхностей, поскольку именно в таком виде человек воспринимает геометрические структуры наиболее естественно и отношения между объектами выглядят наиболее наглядно [3].

Формально исходная информация о лабораторных показателях может быть представлена в виде матрицы X .

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{pmatrix},$$

где n - число показателей;
 m - число детей.

Кроме того, имеем векторы, характеризующие диапазон нормы для каждого показателя, где вектор $(x_{1н}, \dots, x_{mн})$ - нижняя граница нормальных значений, вектор $(x_{1в}, \dots, x_{mв})$ - верхняя граница нормальных значений показателей для здоровых детей.

Задача заключается в анализе структуры экспериментальных многомерных медицинских данных на основе интегральных показателей и методов визуализации.

Критерий оценки текущего состояния объекта имеет следующий вид [1]:

$$I = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \ln \frac{1}{P_j},$$

P_j - апостериорная вероятность. Вероятность того, что значение признака X соответствует "норме".

Вероятность P_j вычисляется по формуле:

$$P_{ij} = P(|X - a| < \delta) = 2\Phi\left(\frac{\delta}{\sigma}\right) - 1,$$

где a - математическое ожидание признака x_j ;

δ - величина отклонений текущего значения x_j от a ;

σ - дисперсия признака x_j ;

Φ - стандартизованная функция нормального распределения.

Введены пороговые значения I для определения состояния биообъектов:

Первое пороговое значение - «норма».

Второе - «утомление».

Третье - «напряжение».

Четвертое - «Срыв».

Чем меньше вычисленное значение I , тем ближе состояние объекта к норме.

Многомерные пиктографики - не очень простой, но мощный исследовательский инструмент разведочного анализа данных. Главная идея такого метода анализа основана на человеческой способности "автоматически" фиксировать сложные связи между многими переменными, если они проявляются в последовательности элементов. С помощью пиктографиков можно представить элементарные наблюдения как отдельные графические

объекты, где значения переменных соответствуют определенным чертам или размерам объекта (обычно одно наблюдение = одному объекту). Иногда понимание, что некоторые элементы "чем-то похожи" друг на друга, приходит раньше, чем аналитик может объяснить, какие именно переменные обуславливают это сходство, т.е. анализ информации при помощи такого способа отображения основан на способности человека интуитивно находить сходства и различия в чертах объекта (лица). Конкретную природу проявившихся взаимосвязей между переменными позволяет выявить уже последующий анализ данных, основанный на изучении этого интуитивно обнаруженного сходства.

Для визуального отображения состояния биообъекта выбраны пиктографики «Лица Чернова».

Лица Чернова (ChernoffFaces) - это схема визуального представления многофакторных данных в виде человеческого лица.

Основная идея представления информации в «лицах Чернова» состоит в кодировании значений различных переменных в характеристиках или чертах человеческого лица [4]. Пример такого «лица» приведен на рисунке 1.



Лицо Чернова
Рис.33. Лицо Чернова

Для построения «Лиц Чернова» могут быть использованы различные подходы. В случае, когда необходимо отслеживать степень изменения отдельных параметров при построении пиктографика используются числовые значения параметров, привязанные к координатной плоскости. Данный подход реализован в пакете «STATISTICA». В нашем случае рассматривается только 3 градации параметров: норма, ниже нормы, выше нормы.

Таким образом, наша задача заключается только в отслеживании качественных изменений.

Ранее нами была разработана специализированная программа «Chern» для отображения состояния пациентов с бронхиальной астмой. На ее основе была разработана программа «ChernoffFaces» для отображения состояния пациентов с любыми заболеваниями, которая имеет 4 рабочих области.

Первая рабочая область работает с файлами Excel. При работе в ней пользователь может создавать файл с новыми пациентами или загружать

старый, изменяя в нем необходимые значения. Пример работы данной области представлен на рисунке 2.

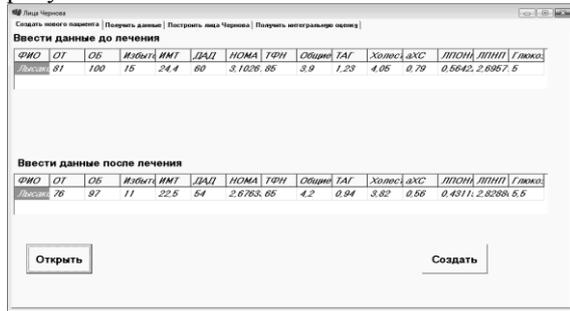


Рис.34. Первая рабочая область программы "ChernoffFaces"

Вторая рабочая область, так же работает с файлами Excel, но в ней пользователь может только загружать уже имеющиеся на компьютере файлы, затем в небольшом окошке выбирать фамилию нужного пациента и его параметры до и после лечения автоматически будут выводиться в соответствующих окнах. Пример работы данной области представлен на рисунке 3.

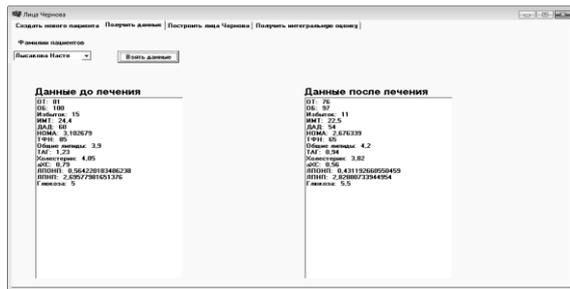


Рис.35. Вторая рабочая область программы "ChernoffFaces"

Третья рабочая область предназначена для отображения интегральной оценки по разработанному алгоритму. Пример работы данной области представлен на рисунке 4.

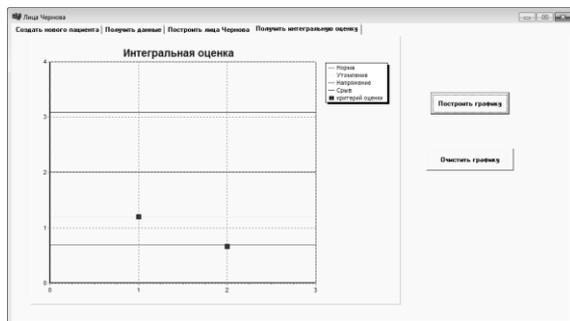


Рис. 36. Третья рабочая область программы "ChernoffFaces"

Четвертая рабочая область предназначена для отображения пиктограммы «Лица Чернова». Для построения лица используются 9 информативных

физиологических показателя, характеризующих состояние больных детей с заболеваниями щитовидной железы. Отношение параметров и элементов «Лица Чернова» в данном случае:

- ОТ – овал лица;
- ОБ – ухо;
- избыток – глаз;
- ДАД – зрачок;
- ТФН – бровь;
- общие липиды – 1-ый волос;
- ТАГ – 2-ой волос;
- холестерин – нос;
- глюкоза – рот.

Пример работы данной области представлен на рисунке 5. Если не отчетливо видно отклонение, то можно воспользоваться координатной системой, при нажатии на рисунок отображаются координаты этой точки и провести сравнение координат.



Рис.37. Четвертая рабочая область программы "ChernoffFaces"

Литература

1. Берестнева О.Г., Пеккер Я.С., Ротов А.В. Оценка функционального состояния организма человека с применением интегральных критериев энтропийного типа // Сибирский психологический журнал. 1996. № 2. С. 68-69.
2. Зенкин А.А. Когнитивная компьютерная графика / Под ред. Д.А. Поспелова // М.: Наука, 1991. – 187 с.
3. Зиновьев А.Ю., Питенко А.А., Россиев А.А. Проектирование многомерных данных на двумерную сетку // 2-я Всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2000». Ч.1. М.: МИФИ. – 2000. С.80-88.
4. Кабулов Б.Т. Метод построения лиц Чернова, ориентированный на интервальные оценки параметров // Техническая кибернетика, 1991. – 250с.