

## АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ МНОГОМЕРНЫХ ДАННЫХ

© 2016 г. Е.Л. АЛЬШАКОВА, Е.А. АЛЬШАКОВА

Юго-Западный государственный университет, г. Курск  
e-mail: alshakova\_el@mail.ru, katya.alshakova@mail.ru

### Введение

Создание объективных процедур оценки уровня знаний и умений, а также компетенций обучающихся, является актуальной задачей, стоящей перед профессорско-преподавательским составом высших учебных заведений России. Качество освоения основных образовательных программ должно оцениваться посредством проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по каждой изучаемой дисциплине. Для оценки уровня знаний, умений и приобретенных компетенций обучающихся в ходе промежуточной аттестации по конкретной дисциплине в настоящее время используются тесты и методы контроля, которые позволяют получить объективный результат.

Данные, полученные при прохождении обучающимися теста, содержат множество параметров и могут быть представлены в виде точек в  $n$ -мерном евклидовом пространстве параметров. Визуальное динамическое представление многомерных данных дает возможность преподавателю эффективно принимать решения, является наглядным способом описания структуры многомерных данных и преобразований многомерного пространства.

### Задача исследования

Целью исследования является изучение возможности визуализации многомерных данных методом нелинейных нормированных отображений для их классификации, динамического анализа и применения для автоматизации анализа результатов тестирования в программе тестирования уровня знаний, умений и приобретенных компетенций обучающихся при проведении промежуточной аттестации по дисциплине.

Нелинейными нормированными отображениями  $x_{NR}$  называется класс отображений объектов многомерного пространства вида:

$$\begin{cases} x_L = (x, e_1)e_1 + (x, e_2)e_2, \\ \left[ \begin{array}{l} x_{NR} = \frac{\|x\|}{\|x_L\|} x_L, \text{ при } \|x_L\| \neq 0; \\ x_{NR} = 0, \text{ при } \|x\| = 0, \end{array} \right. \end{cases} \quad (1)$$

где  $x_L$  – ортогональная проекция точки  $x$ ;  $e_1, e_2$  – любой ортонормированный базис, задающий плоскость для нелинейного нормированного отображения, проходящую через начало координат;  $(x, e)$  – скалярное произведение векторов;  $\|x\|$  – любая норма для  $x$ .

Получаемое при визуализации отображение многомерных данных на плоскость должно сохранять интересующие наблюдателя характерные особенности исследуемой совокупности многомерных объектов. Показана информативность класса нелинейных нормированных отображений [1].

### Нелинейные нормированные отображения объектов многомерного пространства

Основным свойством нелинейных нормированных отображений является совпадение нормы вектора  $x$  с нормой его нелинейного нормированного отображения, другими словами, сохранение расстояния от начала координат многомерного пространства до любой точки пространства при переходе в двухмерное пространство:

$$\|x_{NR}\| = \left\| \frac{\|x\|}{\|x_L\|} x_L \right\| = \frac{\|x\|}{\|x_L\|} \|x_L\| = \|x\|. \quad (2)$$

Нелинейные нормированные отображения обладают свойством компактности: если нелинейные нормированные отображения двух точек находятся на плоскости внутри окружности радиуса  $r$  с центром в начале координат, то расстояние между ними в многомерном пространстве не более, чем  $2r$ .

Нелинейные нормированные отображения обладают свойством усиления влияния на приращения информативного признака: если координата точки  $x$ , откладываемая на базисном векторе  $x_i$ , получила значение  $\alpha$ , то смещение  $x_{NR}$  в направлении  $x_{iL}$  будет в

$$k = \|x + \alpha x_i\| / \|x_L + \alpha x_{iL}\| \quad (3)$$

раз больше, чем смещение ортогональной проекции  $x_L$  в том же направлении  $x_{iL}$ .

Существует разделяющая гиперсфера для нелинейных нормированных отображений: нелинейные нормированные отображения  $x_{NR}$  точек гиперсферы  $S_f$  на любую плоскость, проходящую через начало координат, будут находиться на окружности  $C$

$$\|x_{NR}\| = r, \quad (4)$$

аналогично для точек внутри и за гиперсферой  $S_f$ .

Кроме того, исследованы методы преобразований координат многомерного пространства и изменения положения плоскости нелинейных нормированных отображений в многомерном пространстве с осуществлением визуализации объектов пространства [1, 2].

Нелинейные нормированные отображения позволяют наблюдателю осуществить визуальную классификацию объектов многомерного пространства с произвольно заданной нормой. С использованием нелинейных нормированных отображений возможно визуально осуществить детерминистскую классификацию объектов нескольких классов в многомерном пространстве [3].

### Динамическая система визуального анализа объектов многомерного пространства

Нелинейные нормированные отображения позволяют реализовать динамическую систему визуального анализа объектов многомерного пространства: разработана программа, осуществляющая визуализацию объектов многомерного пространства, а также преобразования координат в многомерном пространстве в интерактивном режиме. Программа используется в единой среде тестирования уровня знаний, умений и приобретенных компетенций обучающихся с целью визуального анализа результатов тестирования.

Программа ведет базу данных по результатам тестов, обеспечивает ввод результатов теста (имени, фамилии тестируемого и ответов на все вопросы), осуществляет расчет значений критериев теста по заданным шкалам, а также отображение результатов расчета (многомерных объектов) на экране компьютера с помощью метода нелинейных нормированных отображений объектов многомерного пространства в форме, удобной для визуального анализа и сопоставления с результатами других тестов (отображение результатов тестирования нескольких человек одновременно).

Для удобства пользователя имеется возможность данные для визуализации

ввести в текстовом файле заданного формата (рис. 1). После открытия файла на экране появляется проекция пространства, представленного в файле, заданной мерности, изображаются оси этого пространства (рис. 2). Выполняется сохранение в файле, просмотр и редактирование результатов тестирования, загрузка результатов теста из файла, поддерживается составление и просмотр рекомендаций к результатам теста каждого тестируемого.

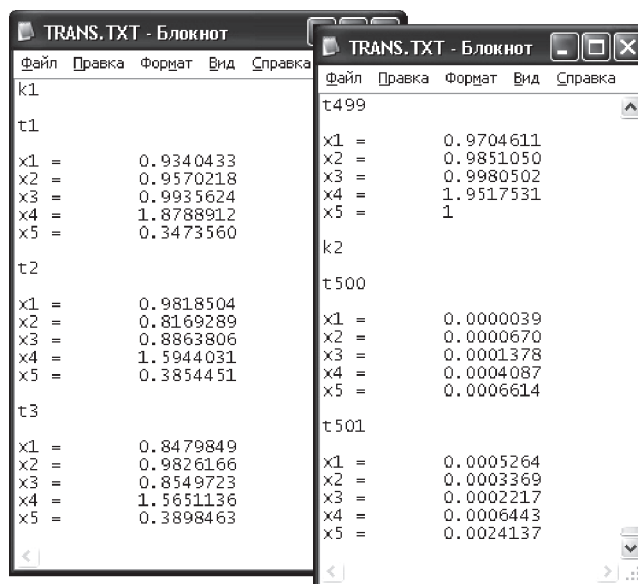


Рис. 1. Визуализируемые данные в текстовом формате.

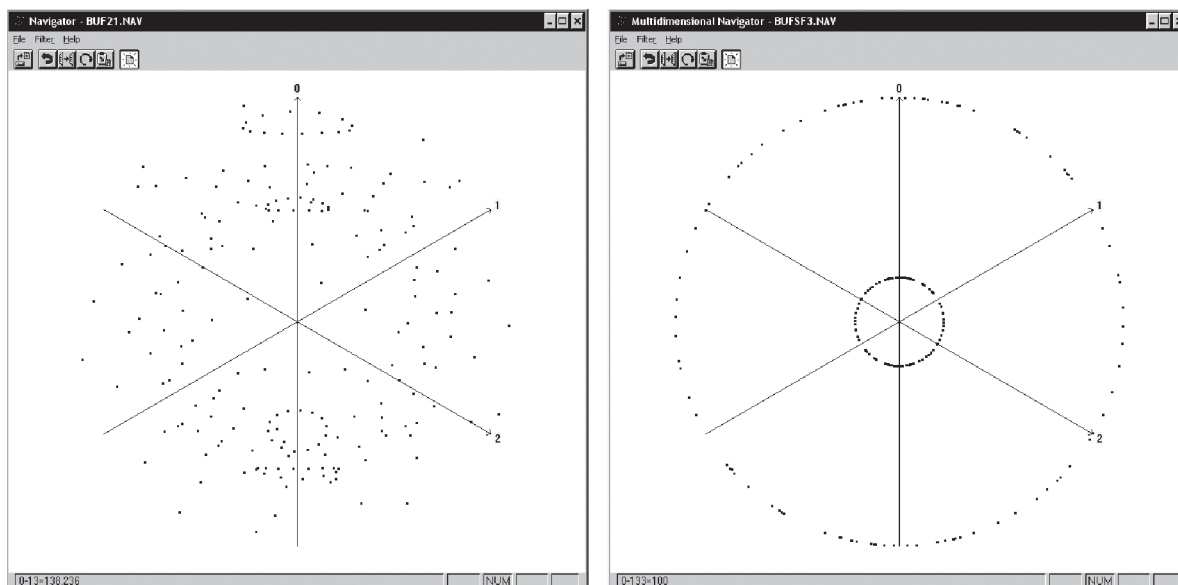


Рис. 2. Визуализация многомерных данных с помощью нелинейного нормированного отображения.

Программа выполняет перемещения в многомерном пространстве: центра координат в исследуемую точку множества для возможности визуальной классификации, по осям координат с заданием величины перемещения; поворот по всем координатным плоскостям многомерного пространства на заданный угол – определяются плоскость и направление поворота выбором номеров осей (рис. 3). Масштабирование по осям позволяет изменить направление оси координат на противоположное. В программе имеется возможность сохранить и наложить фильтр – полученные проекции многомерного пространства, той же размерности, что и отображаемое в данный момент пространство.

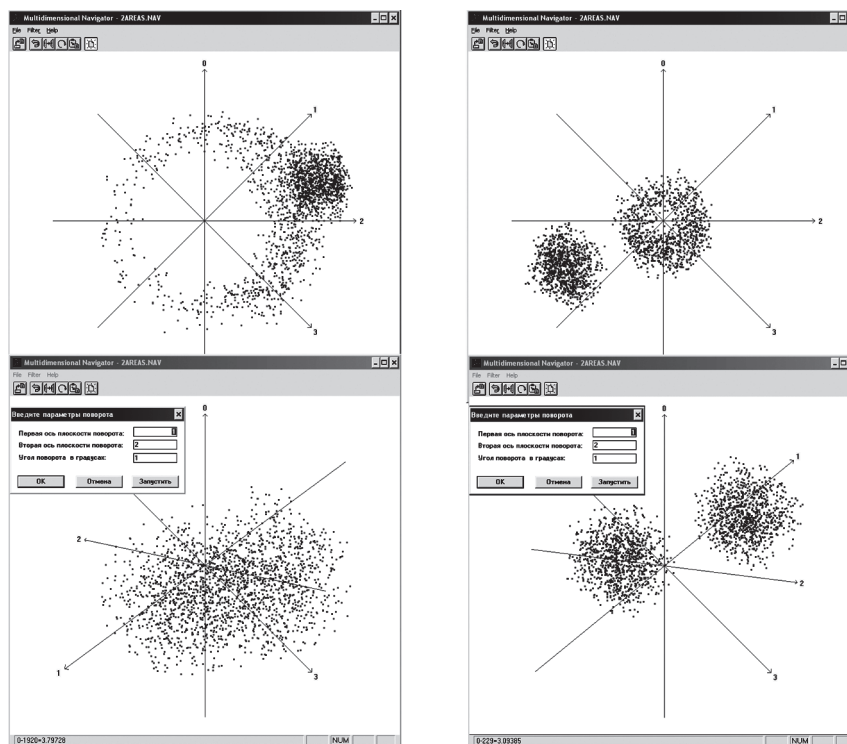


Рис. 3. Разбиение множества точек на два класса при переносе начала координат в точку и повороте в заданной координатной плоскости.

### Заключение

Система тестирования, функциональным модулем которой является программа визуального анализа, применяется для проведения текущей и промежуточной аттестации. Разработана программа автоматизации анализа результатов тестирования уровня знаний, умений и компетенций обучающихся, использующая нелинейные нормированные отображения объектов многомерного пространства [4, 5].

При расчете и определении значимых критериев имеется возможность улучшить ситуацию с прохождением обучающимися теста по дисциплине.

Планируется использовать программу для автоматизации психологического тестирования обучающихся.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альшакова Е.Л. Процессоры визуализации объектов n-мерного пространства // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Курск: Издательство Курск.гос.техн.ун-та, – 1997. – 20 с.
2. Альшакова Е.Л. Система визуализации объектов пространства произвольной мерности // Сборник трудов Международной научно-методической конференции по инженерной геометрии и компьютерной графике. – М.: МИТХТ, – 2010. – С. 4 – 11.
3. Альшакова Е.Л., Белов В.Г., Довгаль В.М., Захаров И.С. Визуальная детерминистская классификация состояний объекта управления в n-мерном пространстве состояний // Автоматика и телемеханика. – 2001. – № 6. – С. 111 – 117.
4. Юрин В.Н. Компьютерный инжиниринг в инженерном образовании: эволюция // Труды XXII Международной научно-технической конференции «Информационные средства и технологии». В 3-х томах. М.: Издательский дом МЭИ, – 2014. – Т. 2. – С. 102 – 108.
5. Альшакова Е.Л. Модель учебного процесса подготовки студента с применением CAD-технологий // Сборник трудов Международной научно-методической конференции по инженерной геометрии и компьютерной графике. – М.: МИТХТ, – 2010. – С. 49 – 52.