

17-ая Всероссийская конференция с международным участием
«Математические методы распознавания образов - 2015»

2-симплекс призма – когнитивное средство принятия и обоснования решений в интеллектуальных динамических системах

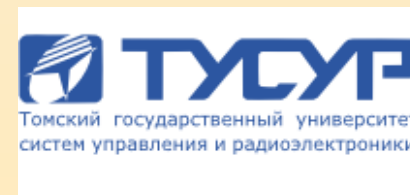
А.Е. Янковская^{1,2,3,4}, А.В. Ямшанов², Н.М. Кривдюк²

¹ Томский государственный архитектурно-строительный университет

² Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

³ Сибирский государственный медицинский университет

⁴ Национальный исследовательский Томский государственный университет



Содержание

1. Введение
2. Базовые понятия и определения
3. Представление данных и знаний
4. Математические основы представления исследуемого объекта в 2-симплекс призме
5. Применение 2-симплекс призмы
6. Заключение
7. Благодарности
8. Литература

Введение (1/10)

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

Зенкин А.А.

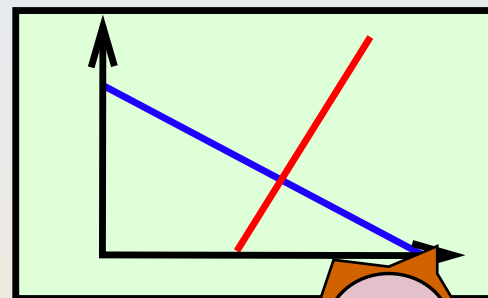
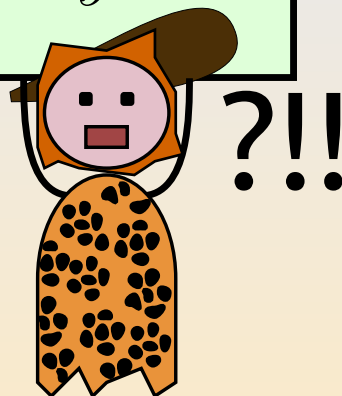
Введение (2/10)

1. Создание таких моделей представления знаний, в которых была бы возможность однообразными средствами представлять как объекты, характерные для логического мышления, так и образы-картины, с которыми оперирует образное мышление,
2. Визуализация тех человеческих знаний, для которых пока невозможно подобрать текстовые описания,
3. Поиск путей перехода от наблюдаемых образов-картин к формулировке некоторой гипотезы о тех механизмах и процессах, которые скрыты за динамикой наблюдаемых картин.

Поспелов Д.А.

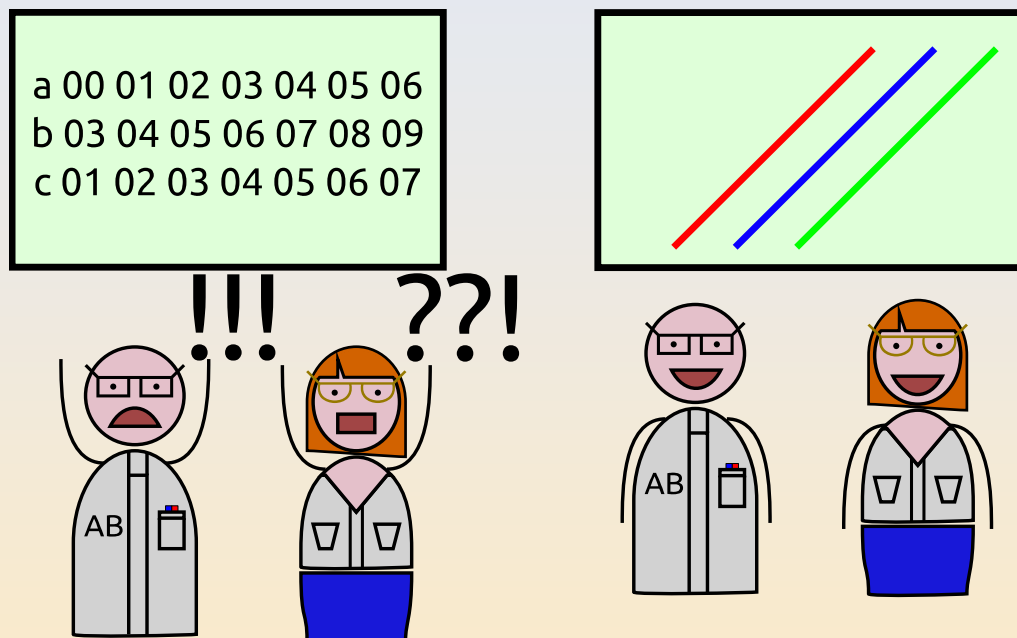
Введение (3/10)

$$\begin{cases} x + 2y = 8 \\ 3x - 2y = 32 \end{cases}$$



Восприятие через образы - природный механизм познания информации человеком.

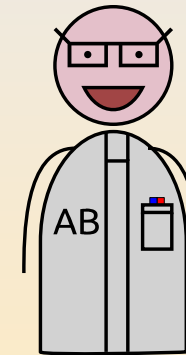
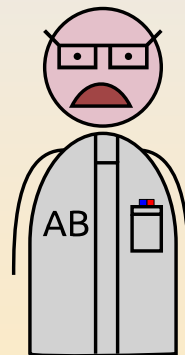
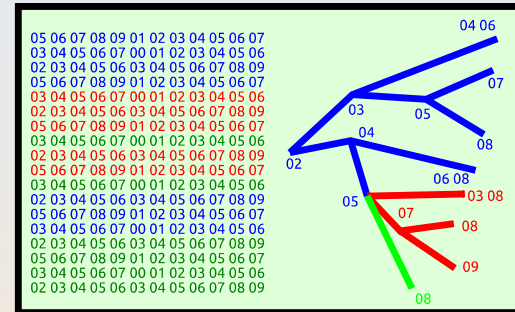
Введение (4/10)



Когнитивная графика - лучшее средство для междисциплинарного взаимодействия.

Введение (5/10)

00 01 02 03 04 05 06 03 04 05 06 07 08 09 01 02 03 04 05 06 07
03 04 05 06 07 08 09 01 02 03 04 05 06 07 00 01 02 03 04 05 06
01 02 03 04 05 06 07 00 01 02 03 04 05 06 03 04 05 06 07 08 09
00 01 02 03 04 05 06 03 04 05 06 07 08 09 01 02 03 04 05 06 07
03 04 05 06 07 08 09 01 02 03 04 05 06 07 00 01 02 03 04 05 06
01 02 03 04 05 06 07 00 01 02 03 04 05 06 03 04 05 06 07 08 09
00 01 02 03 04 05 06 03 04 05 06 07 08 09 01 02 03 04 05 06 07
03 04 05 06 07 08 09 01 02 03 04 05 06 07 00 01 02 03 04 05 06
01 02 03 04 05 06 07 00 01 02 03 04 05 06 03 04 05 06 07 08 09
00 01 02 03 04 05 06 03 04 05 06 07 08 09 01 02 03 04 05 06 07
03 04 05 06 07 08 09 01 02 03 04 05 06 07 00 01 02 03 04 05 06
01 02 03 04 05 06 07 00 01 02 03 04 05 06 03 04 05 06 07 08 09
00 01 02 03 04 05 06 03 04 05 06 07 08 09 01 02 03 04 05 06 07
03 04 05 06 07 08 09 01 02 03 04 05 06 07 00 01 02 03 04 05 06
01 02 03 04 05 06 07 00 01 02 03 04 05 06 03 04 05 06 07 08 09
00 01 02 03 04 05 06 03 04 05 06 07 08 09 01 02 03 04 05 06 07
03 04 05 06 07 08 09 01 02 03 04 05 06 07 00 01 02 03 04 05 06
01 02 03 04 05 06 07 00 01 02 03 04 05 06 03 04 05 06 07 08 09
00 01 02 03 04 05 06 03 04 05 06 07 08 09 01 02 03 04 05 06 07
03 04 05 06 07 08 09 01 02 03 04 05 06 07 00 01 02 03 04 05 06
01 02 03 04 05 06 07 00 01 02 03 04 05 06 03 04 05 06 07 08 09



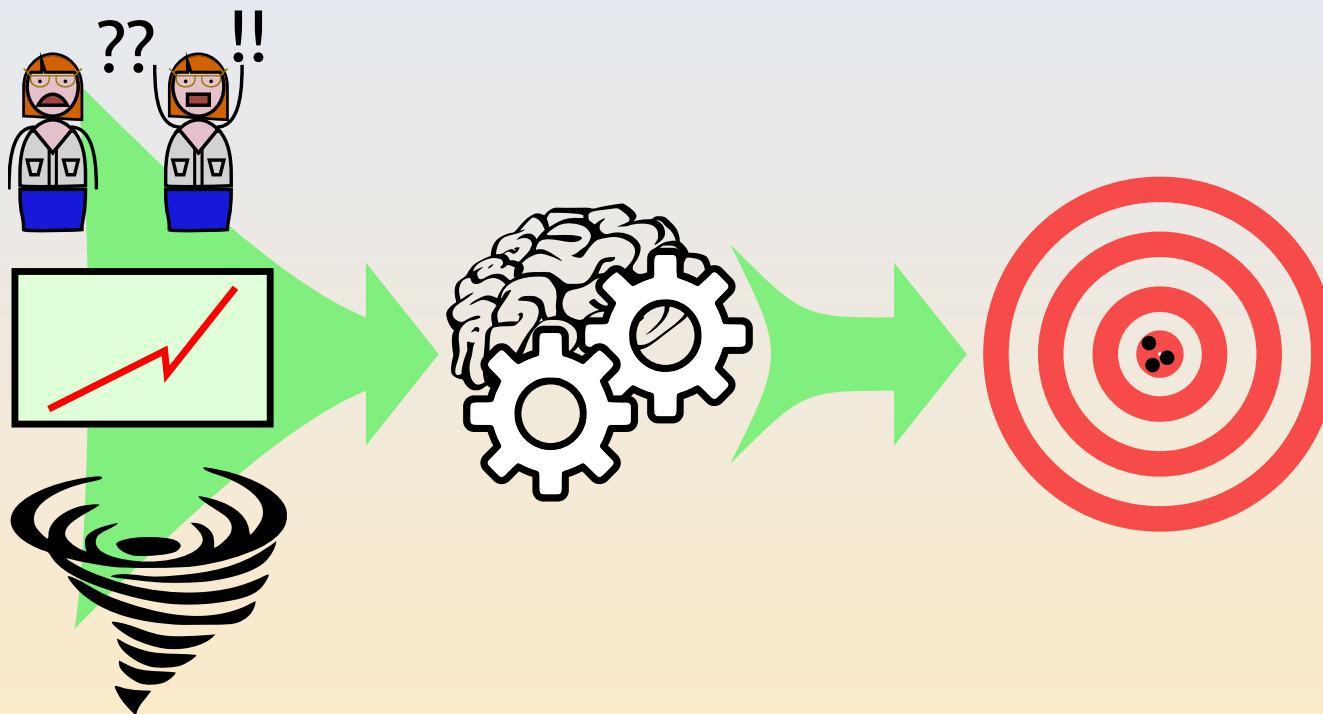
Когнитивная графика - простой способ восприятия
большого количества информации.

Введение (6/10)



Когнитивная графика находит применение в большом количестве проблемных областей.

Введение (7/10)



Когнитивная графика позволяет обрабатывать большое количество источников данных...

Введение (9/10)

Динамические когнитивные средства являются несомненно **актуальными** в **динамических интеллектуальных системах** для различных проблемных и междисциплинарных областей.

2-симплекс призма один из примеров **динамических когнитивных средств**, предложенных авторами доклада.

Введение (10/10)

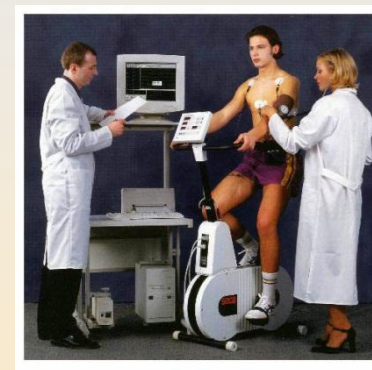
2-симплекс призма – это **правильная треугольная призма**, две грани которого являются конгруэнтными 2-**симплексами**, лежащими в параллельных плоскостях, а остальные грани — **прямоугольниками**, имеющими общие стороны с этими 2-симплексами.

Базовые понятия и определения (1/5)

- **Матрица описаний** (Q) – матрица, задающая описание обучающих объектов в пространстве характеристических признаков Z_1, Z_2, \dots, Z_m .
- **Матрица различений** (R) – матрица, задающая разбиение объектов на классы эквивалентности по каждому механизму классификации.
- **Образ** – подмножество объектов базы знаний с совпадающими значениями классификационных признаков. Каждому образу сопоставлен номер.

Базовые понятия и определения (2/5)

Диагностическим тестом (ДТ) называется совокупность признаков, различающая любые пары объектов, принадлежащих разным образам.



Безызбыточный ДТ (тупиковый по определению Ю. И. Журавлёва) содержит безызбыточное количество признаков.

Базовые понятия и определения (3/5)

Безусловный тест характеризуется одновременным предъявлением всех входящих в него признаков исследуемого объекта при принятии решений.



Безызбыточный безусловный диагностический тест (ББДТ) представляет собой безусловный тест, содержащий безызбыточное количество признаков.

Базовые понятия и определения (3/5)

Смешанный диагностический тест представляет собой оптимальное сочетание безусловных и условных составляющих.



Базовые понятия и определения (4/5)

Закономерности

1) подмножество признаков с определенными легко интерпретируемыми свойствами

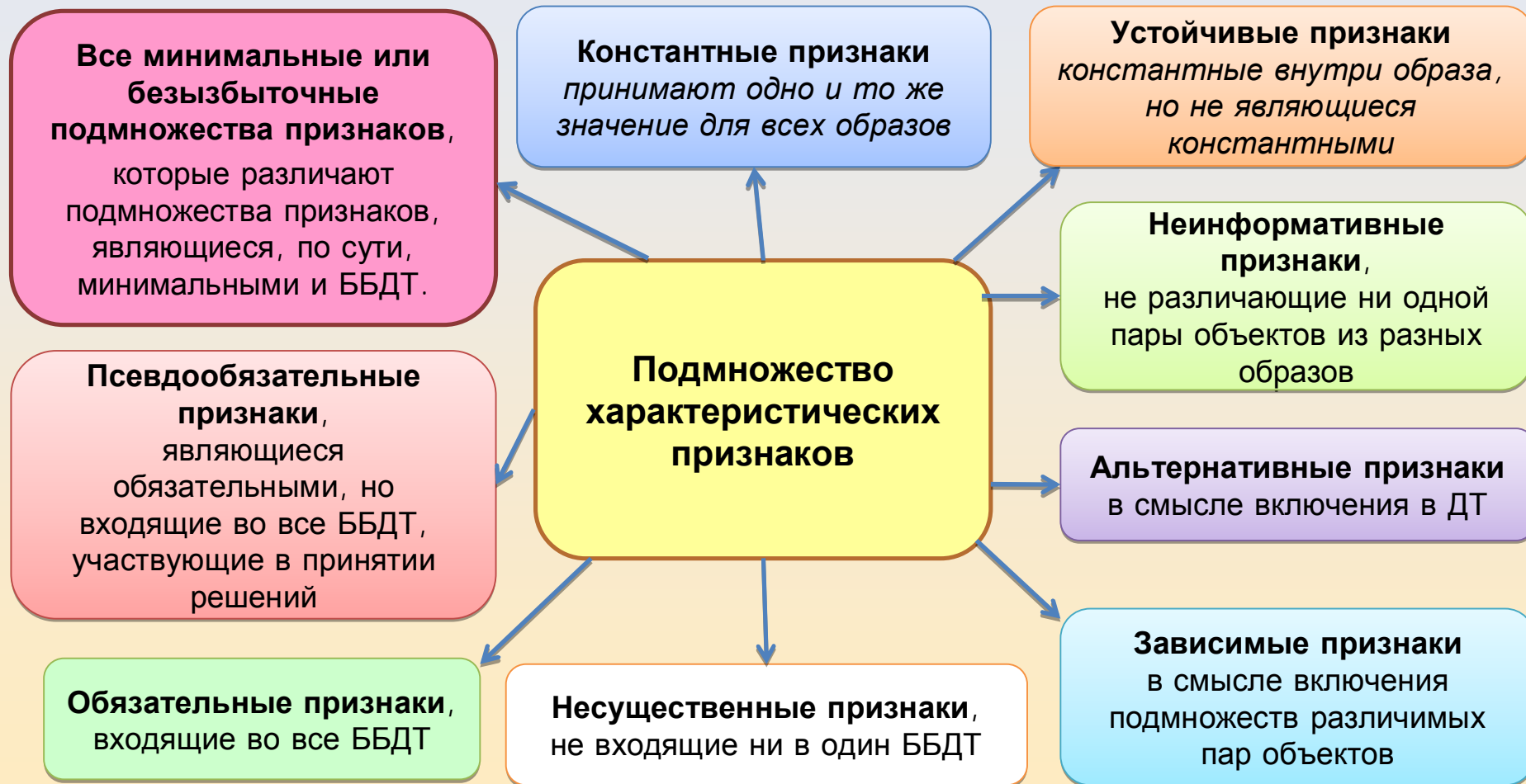
а) которые **влиять** на различимость объектов из разных образов

б) которые **устойчиво наблюдаются** для объектов из обучающей выборки

2) **весовые коэффициенты** признаков, которые характеризуют их **индивидуальный вклад** в различимость объектов и **информационный вес**, определяемый на подмножестве тестов, используемых для принятия итогового решения.

с) которые **проявляются** на других объектах той же природы

Базовые понятия и определения (5/5)

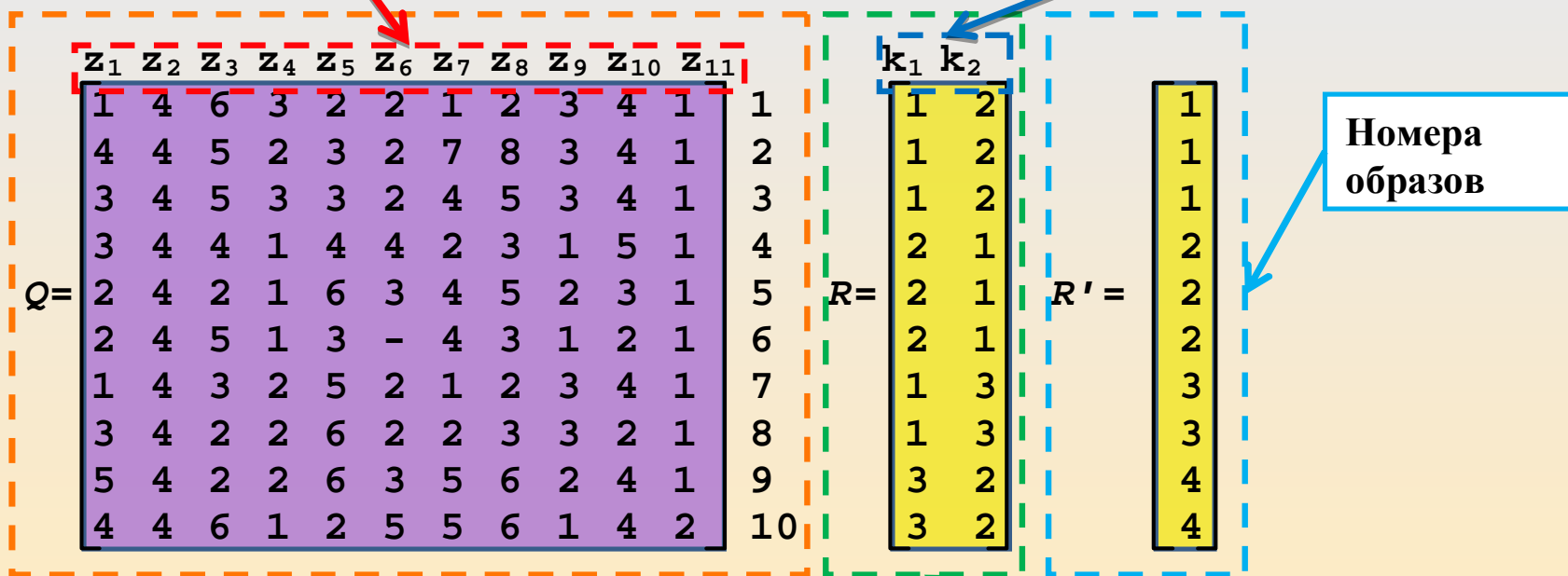


Представление данных и знаний (1/2)

Матричная модель представления данных и знаний:

Характеристические признаки

Классификационные признаки



Целочисленная матрица описания

Целочисленная матрица различения

Представление данных и знаний (2/2)

Строки матрицы Q сопоставляются объектам обучающей выборки

Столбцы матрицы Q сопоставляются характеристическим признакам описывающим каждый объект.

Элемент q_{ij} матрицы Q задает значение j -го признака для i -го объекта.

	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	z_6	z_7	z_8	z_9	z_{10}	z_{11}		k_1	k_2
1	4	6	3	2	2	1	2	3	4	1	1	1	2	
4	4	5	2	3	2	7	8	3	4	1	2	1	2	
3	4	5	3	3	2	4	5	3	4	1	3	1	2	
3	4	4	1	4	4	2	3	1	5	1	4	2	1	
2	4	2	1	6	3	4	5	2	3	1	5	2	1	
2	4	5	1	3	-	4	3	1	2	1	6	2	1	
1	4	3	2	5	2	1	2	3	4	1	7	1	3	
3	4	2	2	6	2	2	3	3	2	1	8	1	3	
5	4	2	2	6	3	5	6	2	4	1	9	3	2	
4	4	6	1	2	5	5	6	1	4	2	10	3	2	

Одностолбцовая матрица R' содержит номера образов.

Строки матрицы различий R сопоставляются одноименным строкам матрицы Q

Столбцы матрицы различий R сопоставляются классификационным признакам, определяющим различные механизмы разбиения объектов на классы эквивалентности

Математические основы представления исследуемого объекта в 2-симплекс призме (1/2)

Теорема: для любого набора одновременно не равных нулю чисел a_1, a_2, \dots, a_{n+1} , где n – размерность правильного симплекса, можно найти одну и только одну такую точку, что $h_1:h_2:\dots:h_{n+1} = a_1:a_2:\dots:a_{n+1}$, где h_i ($i \in \{1, 2, \dots, n+1\}$) – расстояние этой точки до i -ой грани.

$$\left\{ \begin{array}{l} H = \sum_{i=1}^3 h_i \\ H = A \sum_{i=1}^3 a_i \\ \frac{h_1}{a_1} = \frac{h_2}{a_2} = \frac{h_3}{a_3} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} h_i = A \cdot a_i, i \in \{1, 2, 3\}, \\ \text{где } A - \text{ коэффициент масштабирования} \end{array}$$

Теорема была ранее предложена А.Е. Янковской

Математические основы представления исследуемого объекта в 2-симплекс призме (2/2)

h' – расстояние 2-симплекса от основания призмы

H' – длина 2-симплекс призмы, задаваемая пользователем и сопоставленная продолжительности исследования,

t – момент фиксации параметров,

T_{\min} – момент первой фиксации параметров,

T_{\max} – момент последней фиксации параметров.

$$h' = H' \cdot \frac{t - T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}}$$

Применение 2-симплекс призмы (1/10)

Примеры применения 2- симплекс призмы в различных областях:

1) Диагностика и интервенция организационного стресса.

2) Образование.



Применение 2-симплекс призмы (2/10)

Стадии организационного стресса:

- 1 - **напряжение** (возбуждение)
- 2 – **адаптация** (сохранение энергии)
- 3 – **истощение**

Экспресс-диагностика по выявлению ОС на каждой стадии осуществляется на основе пороговой и нечеткой логик.

Применение 2-симплекс призмы (4/10)

- 1 - **напряжение**
(возбуждение)
- 2 – **адаптация**
(сохранение энергии)
- 3 – **истощение**

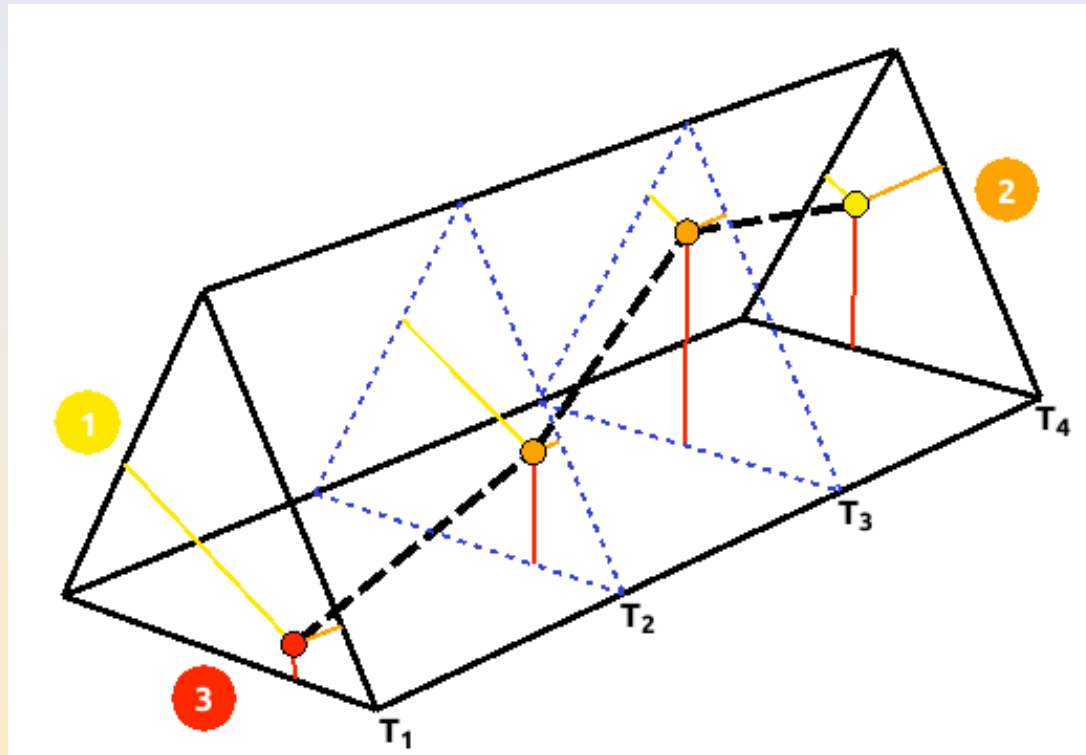


Рис. 1 Визуализация результатов четырех тестов диагностики ОС в 2-симплекс призме.

Применение 2-симплекс призмы (5/10)

0 – отсутствие стресса

1 - напряжение

(возбуждение)

2 – адаптация

(сохранение энергии)

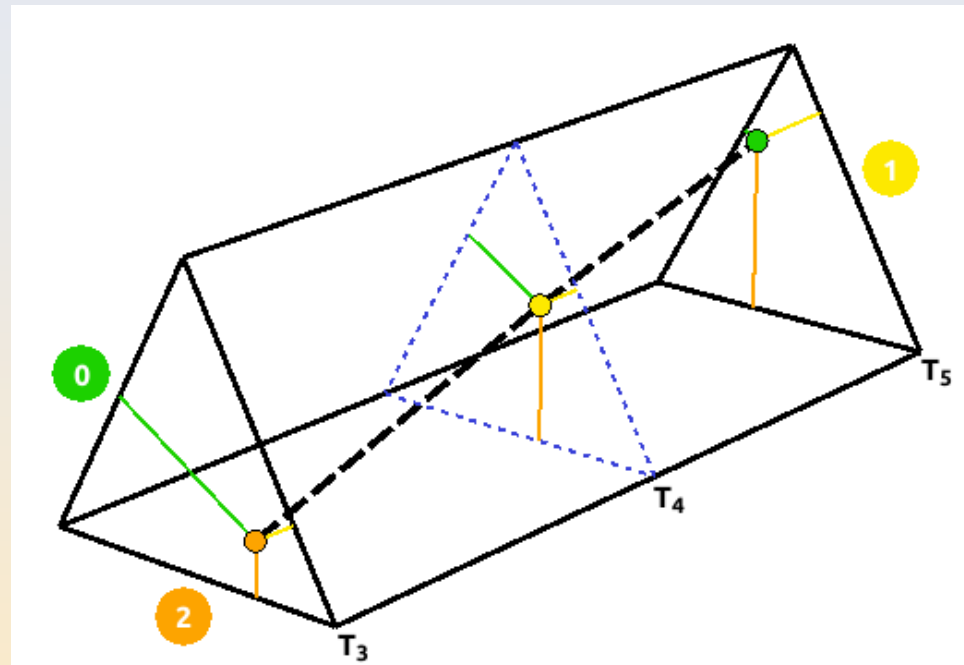


Рис. 2. Визуализация результатов трёх тестов диагностики ОС в 2-симплекс призме.

Применение 2-симплекс призмы (6/10)



Рис. 3. Архитектура обучающе-тестирующей системы

Применение 2-симплекс призмы (7/10)

1. Респондент проходит безусловную составляющую теста
2. Условная составляющая теста формируется на основе предыдущего ответа
3. На основе последовательности шагов и принимаемых на них решений респондента формируется карта действий респондента

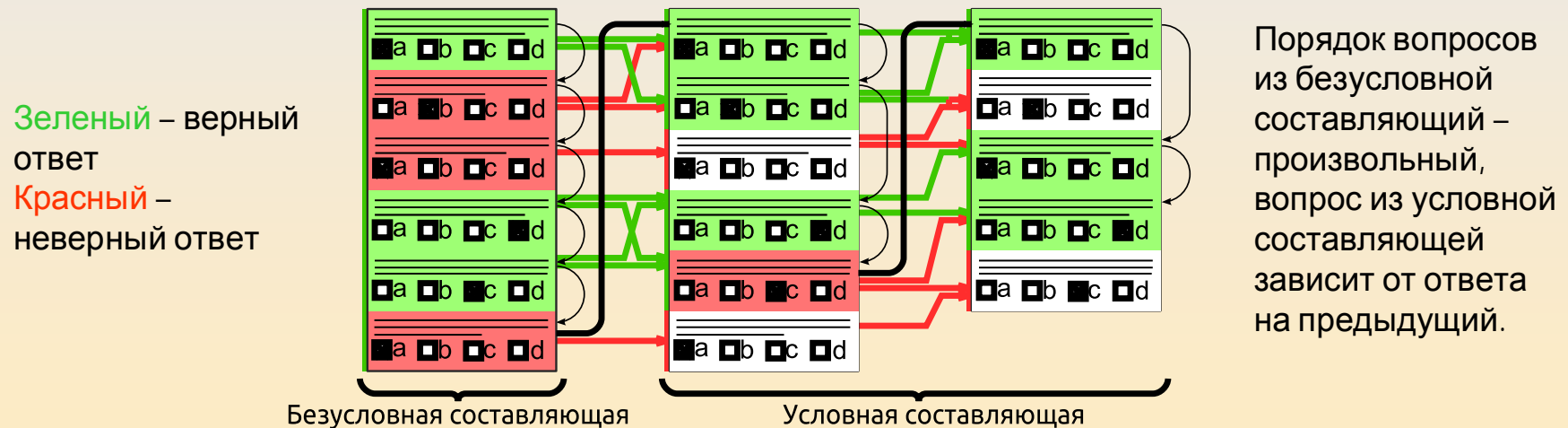
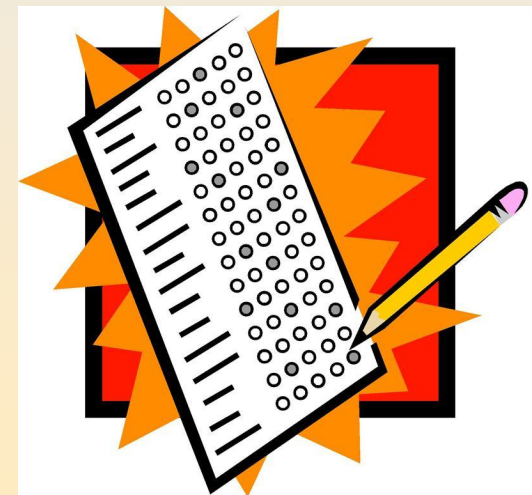


Рис. 4. Прохождение условной составляющей теста

Применение 2-симплекс призмы (8/10)

После ответов респондента на все вопросы **карта действий респондента** проецируется в **набор оценочных коэффициентов**, определяющих насколько хорошо респондент справляется с различными заданиями:

- 1) **запоминание** и **воспроизведение** учебного материала в **неизменённом виде**;
- 2) **воспроизведение учебного материала** в **переработанном виде**;
- 3) **извлечение новых знаний** на основе изученного учебного материала;
- 4) **решение практических и творческих задач** и т.д.



Применение 2-симплекс призмы (9/10)

При **разработке клиент-серверной программной системы** с мультимедийными возможностями целесообразен перевод **набора оценочных коэффициентов** в следующие показатели:

- 1) решение задач, требующих большой сосредоточенности;
- 2) решение нетривиальных задач;
- 3) быстрая обучаемость и знание большого количества технологий.



Применение 2-симплекс призмы (10/10)

- 1) **решение задач**, требующих большой сосредоточенности;
- 2) **решение нетривиальных задач**;
- 3) **быстрая обучаемость** и **знание большого количества технологий**.

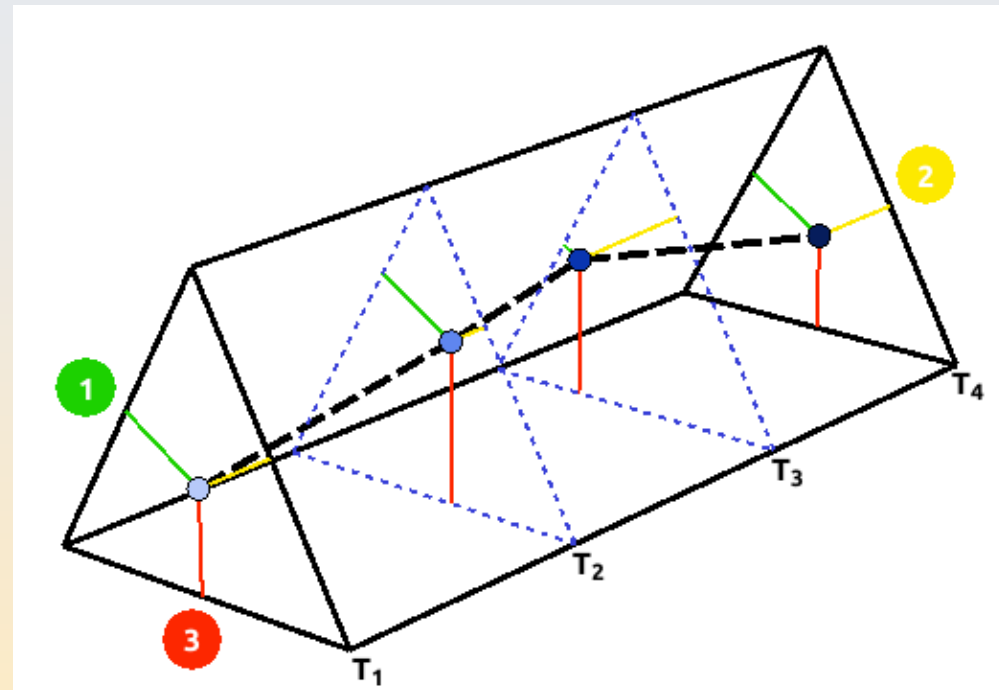


Рис. 5 Визуализация результатов четырех тестов оценки качества знаний в 2-симплекс призме.

Заключение (1/2) Результаты

2-симплекс призма позволяет:

1. **Анализировать динамику положения** объекта в заданные моменты времени.
2. **Принимать и обосновывать решения об отнесении исследуемого объекта к тому или иному образу** (классу) в фиксированный момент на заданном временном интервале.
3. **Исследовать объекты** из различных проблемных и междисциплинарных областях.
4. **Динамически исследовать объект** с более выраженными когнитивными свойствами.

Заключение (2/2)

Дальнейшие исследования

1. **Повышение степени когнитивности** разработанных нами средств когнитивной графики.
2. **Создание новых оригинальных когнитивных средств, инвариантных к проблемным областям.**
3. **Создание программного фреймворка для построения средств когнитивной графики.**
4. **Применение разработанных средств когнитивной** графики в интеллектуальных системах, созданными другими разработчиками.



Благодарности

Работа поддержана грантами РФФИ проекты:

- № 13-07-00373,
- № 13-07-98037,
- № 14-07-00673,

и частично РГНФ № 13-06-00709.



Литература (1 / 4)

1. R. Axelrod The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites Princeton University Press, 1976
2. R.G.Basaker, T.L.Saati Finite Graphs and Networks: An Introduction with Applications Research Analysis Corp., Mc Graw Hill Company, NY-London-Toronto, 1965
3. Д.А. Поспелов Когнитивная графика – окно в новый мир Программные продукты и системы, 1992, 4-6
4. Д.А. Поспелов Десять "горячих точек" в исследованиях по искусственному интеллекту Интеллектуальные системы (МГУ). – Т.1, вып.1-4., 1996, с.47-56 176
5. Д.А. Поспелов, Л.В. Литвинцева Как совместить левое и правое? Новости искусственного интеллекта. 1996. №2. С.66-71.
6. А.А. Зенкин Когнитивная компьютерная графика М. Наука, 1991
7. А.А. Зенкин Знание-порождающее технологии когнитивной реальности Новости искусственного интеллекта. –1996. -№ 2. – С. 72-78.
8. В.А. Албу., В.Ф. Хорошевский КОГР система когнитивной графики: разработка, реализация и применения Изв. АН СССР. Техническая кибернетика. -1990.-№5.
9. Б.А. Кобринский К вопросу учета образного мышления и интуиции в экспертных медицинских системах V Национальная конференция с международным участием "Искусственный интеллект-96": Сб. науч. тр. Т.2. – 1996. – С.110-117.
10. А.Е. Янковская Принятие и обоснование решений с использованием методов когнитивной графики на основе знаний экспертов различной квалификации Известия РАН. Теория и система управления, № 5, 1997, 125-126.

Литература (2/4)

11. A. Yankovskaya, D. Galkin Cognitive Computer Based on n-m Multiterminal Networks for Pattern Recognition in Applied Intelligent Systems Proceedings of Conference GraphiCon'2009. – Moscow.: Maks Press, 2009. – pp. 299-300.
12. A. E. Yankovskaya, D. V. Galkin, G. E. Chernogoryuk Computer Visualization and Cognitive Graphics Tools for Applied Intelligent Systems Proceedings of the IASTED International Conferences on Automation, Control and Information Technology, v.1. – 2010. – pp. 249-253.
13. А.Е. Янковская, Ф.Ф. Тетнев, Г.Э Черногорюк Отражение образного мышления специалиста в интеллектуальной распознающей системе патогенеза заболевания Компьютернаяхроника.– 2000. – №6. – С. 77-92
14. А.Е. Yankovskaya, V.I. Mozheiko Optimization of a set of tests selection satisfying the criteria prescribed 7th International Conference on Pattern Recognition and Image Analysis: New Information Technologies (PRIA-7-2004). Conference Proceedings, Vol. I, St. Petersburg: SPbETU 2004, 145-148
15. А.Е. Янковская Преобразование пространства признаков в пространство образов на базе логико-комбинаторных методов и свойств некоторых геометрических фигур Распознавание образов и анализ изображений: новые информационные технологии. Тез. докладов I Всесоюзной конференции. Часть II.– Минск, 1991. – С. 178-181
16. С.В. Кондратенко, А.Е. Янковская Система визуализации TRIANG для обоснования принятия решений с использованием когнитивной графики Тезисы докладов III конференции по Искусственному интеллекту. Том, Тверь, 1992, 152-155
17. Янковская А.Е., Китлер С.В., Силаева А.В. Интеллектуальная система диагностики и интервенции организационного стресса: её развитие и апробация Открытое образование 2012.– №2 (91). – С. 61-69

Литература (3/4)

18. Н.А. Корнетов, А.Е. Янковская, С.В. Китлер, А.В. Силаева, Л.В. Шагалова К вопросу динамики развития представлений об организационном стрессе и подходов к его оценке
Фундаментальные исследования №10, 2011
19. Zadeh, Lotfi A. Fuzzy Logic, Neural Networks, and Soft Computing Communications of the ACM. – Vol. 37. – N. 3. – P. 77-84.
20. Selye H. A Syndrome Produced by Diverse Nocuous Agents Nature. – 1936. Vol. 138, – P. 32
21. Beck A.T., Ward C., Mendelson M. Beck Depression Inventory (BDI) Arch Gen Psychiatry. – 1961. – Vol. 4, № 6. – pp. 561-571.
22. Янковская А.Е., Шурыгин Ю.А., Ямшанов А.В., Кривдюк Н.М. Определение уровня усвоенных знаний по обучающему курсу, представленному семантической сетью Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2015), Материалы V междунар. науч.-техн. конф. – Минск : БГУИР, с 331-339, 2015
23. Янковская А.Е. Логические тесты и средства когнитивной графики Издательский Дом: LAP LAMBERT Academic Publishing. – 2011. – 92 с. (ISBN: 978-3-8454-3409-4)
24. Янковская А.Е. Ямшанов А.В. Кривдюк Н.М. Средства когнитивной графики в интеллектуальных обучающе-тестирующих системах Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2014), Материалы IV междунар. науч.-техн. конф. – Минск : БГУИР, с 303-308, 2014
25. Yankovskaya A., Krivdyuk N. Cognitive Graphics Tool Based on 3-Simplex for Decision-Making and Substantiation of Decisions in Intelligent System Proceedings of the IASTED International Conference Technology for Education and Learning. – 2013. – pp. 463-469

17-ая Всероссийская конференция с международным участием
«Математические методы распознавания образов - 2015»



Спасибо за внимание!

А.Е. Янковская^{1,2,3,4}, А.В. Ямшанов², Н.М. Кривдюк²

¹ Томский государственный архитектурно-строительный университет

² Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

³ Сибирский государственный медицинский университет

⁴ Национальный исследовательский Томский государственный университет

