

Формирование когнитивных метафор для сопоставления концептуальных моделей в инженерных онтологиях

В. Л. Горохов

Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

vlgorohov@mail.ru

И. А. Брусакова

Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

kafim@mail.ru

Аннотация. Предлагается формирование когнитивных метафор на основе фазовых и семантических пространств для сопоставления онтологических моделей киберфизических систем. Это позволяет тренировать и усиливать интуицию исследователя, повышать его интерес и мотивацию к творческому, научному познанию, одновременно осуществляя процесс диалога лица принимающего решение с интеллектуальным интерфейсом.

Ключевые слова: когнитивная графика; Data Mining; инженерная метафора; бизнес моделирование; интеллектуальные машинные интерфейсы; киберфизическая система

I. ВВЕДЕНИЕ

Киберфизические системы, цифровые экосистемы можно представить как взаимосвязанную совокупность технической и социально-экономической подсистем. Управленческие решения в таких экосистемах принимаются на основе консолидации, синхронизации, интеграции информационных ресурсов различного происхождения.

Обычно для построения знаний в предметных областях используются формальные представления инженерных онтологий (например, OWL/RDF) [1–4]. В тех ситуациях, когда надо принимать конструктивное решение, влекущее за собой необратимые действия, идея использовать интеллектуальную и эстетическую интуицию лица принимающего решения кажется весьма актуальной. Здесь возникает «проблема взаимодействия», вызванная семантическим препятствием в определениях бизнес-терминов и в определениях классов в программном обеспечении [1–2]. Именно здесь уже достаточно давно существует арсенал программных средств когнитивной визуализации (в рамках технологий Data Mining), который может дать существенный эффект [5–10].

Практика проведения современных наблюдений показала, что для эффективной работы с современными программными системами обработки многомерных данных (таких как MAIDAS, ENVI, MATLAB, STATGRAPHICS, SPSS и др.) нужно провести достаточно подробный «диалог» между системой обработки данных и пользователем. В этой ситуации под пользователем понимается менеджер или ученый, который осуществляет постановку, проведение

наблюдения, обработку экспериментальных данных и он же осуществляет принятие научных решений, которые являются главным результатом наблюдения. С учетом традиций принятых в компьютерных науках пользователь, принимающий решение обозначается, как лицо, принимающее решение – ЛПР.

Для подобных ситуаций активное использование интеллекта и интуиции ЛПР в Data Mining привело к новым и достаточно неожиданным идеям и методам. Настоящая статья преследует цель – обратить внимание широкой научной общественности на эти весьма перспективные идеи и программные продукты.

Развитие такого рода программных продуктов требует от ЛПР практического освоения целого комплекса достижений в области математической статистики, когнитивной машинной графики, когнитивной психологии.

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В данном разделе делается попытка изложения ряда идей и достижений в перечисленных областях [1–7] с учетом инженерной специфики их возможного применения. Работа опирается на возможности использования этих достижений на уже действующих программных средствах интеллектуальной поддержки принимаемых решений в задачах управления сложными системами с глубокой априорной неопределенностью. Это, прежде всего средства, использующие когнитивную машинную графику (SWOT, PEST-анализа, системы динамической визуализации многомерных данных X-GOBI, SW, SCV и т. д.) и программы, переводящие графические изображения фазовых и онтологических пространств в концептуальные модели инженерных онтологий (VVL, VLM). Внимание концентрируется на принципиальных идеях и понятиях, освоение которых позволит сопоставлять концептуальные модели онтологических концептуальных моделей, используя их когнитивные образы, которые можно назвать когнитивными метафорами. Когнитивные метафоры позволяют ЛПР интегрально (одним взглядом) увидеть весь спектр многомерных характеристик киберфизической системы формально представленный концептуальной моделью. Они обеспечивают решение ряда проблем («проблема взаимодействия», семантические препятствия в определениях бизнес-терминов и классов) возникающих в практике

управления процессами цифровых трансформаций наукоемких предприятий. Разработанный в когнитивной машинной графике и теории познания набор понятий, включающих понятия онтологии, семантики, ноэмы, ноэзы, интенции, описывающих феномен когнитивного образа многомерных данных (порожденных объектом мониторинга и отражающих его фундаментальные свойства), построен на аналогиях между задачами поддержки принятия решений в условиях глубокой априорной неопределенности и познавательными процессами, описываемыми в теории познания [7]. Этот набор понятий даст возможность модернизировать интеллектуальные интерфейсы современных систем поддержки принятия решений и систем машинной графики. Появляется возможность формирования новых идей, методологий и основанных на них методик работы с интеллектуальными интерфейсами. Современные объекты мониторинга киберфизических систем представляют собой столь сложные и мало исследованные объекты, что неизбежно для их изучения требуется активизация не только конкретных теоретических парадигм информатики, но и подключение всего комплекса гносеологических концепций лица принимающего решения (ЛПР), его научной и эстетической интуиции, всего комплекса эмпирических знаний и навыков в рамках феноменологии intersubjectivity (Э.Гуссерль Картезианские размышления СПб Наука 1998) [7]. Это обеспечивается средствами формирования семантических, онтологических и фазовых пространств киберфизических систем для конкретных предметных областей [9]. Рассмотрим этапы работы с предлагаемыми инструментами для формирования когнитивных метафор семантических пространств и когнитивных образов фазовых пространств киберфизических систем.

III. ПРОГРАММНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ГЕНЕРАЦИИ КОГНИТИВНЫХ ОБРАЗОВ МНОГОМЕРНЫХ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АДАПТИВНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ

Программные инструменты генерации когнитивных образов многомерных данных мониторинга позволяют воспользоваться возможностями наглядно-образного мышления человека. В настоящее время разработаны программные и алгоритмические средства представления многомерных данных мониторинга киберфизических систем (фазовых пространств) в виде динамических проекций этих многомерных данных, которые порождают в сознании ЛПР «псевдо-трехмерный когнитивный образ», отражающий геометрические свойства многомерных данных наблюдений [5–6, 11–15]. Данное направление BIG DATA получило название компьютерная когнитивная графика, а технологии их использующие получили название технологий когнитивной визуализации (ТКВ) [5, 6, 12–19].

Когнитивный образ, порожденный ТКВ, позволяет ЛПР адекватно природе данных выбрать математические средства их обработки и наглядно представить их математическую и физическую природу. Подобный подход, очевидно, вписывается в современную традицию обработки данных, обозначенную Тьюки, как разведочный анализ данных. Зрительное изучение «псевдо-трехмерного» когнитивного образа позволяет

ЛПР увидеть уникальные структурные особенности многомерных данных, отражающие принципиально новые свойства объекта исследования. Пример работы программы реализующий генерацию подобных когнитивных образов представлен на рис. 1. Здесь демонстрируется когнитивный образ многомерного массива наблюдений радиисточников, полученный в результате терабайтного обзора RATAN-600 radio sources catalog. Когнитивные образы многомерных фазовых пространств других киберфизических систем представлены в работах [17–19].

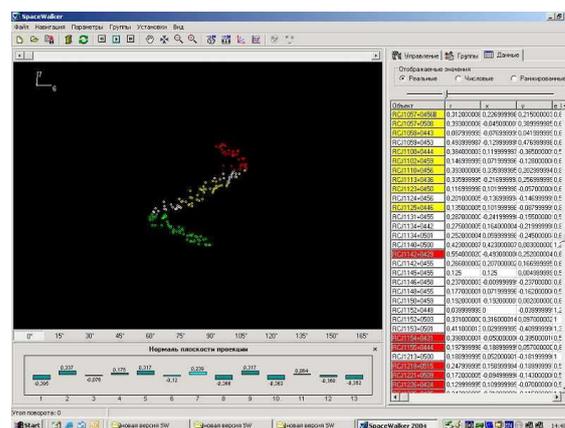


Рис. 1. Пример когнитивного образа многомерных данных для обзора RATAN-600 radio sources catalog

В качестве когнитивных метафор могут выступать и графические образы семантических и онтологических пространств уже разработанных в инженерной онтологии. Псевдо-трехмерные когнитивные динамические образы могут выступать, как еще один графический инструмент для количественного описания киберфизических систем, обнажая их фазовую структуру. Совокупность подобных когнитивных метафор позволяет не только описать различные аспекты киберфизических систем в рамках инженерных онтологий, но и обеспечить уточнение предметных установок ЛПР столь актуальное в настоящее время.

IV. ЭТАПЫ СОПОСТАВЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ, СЕМАНТИЧЕСКИХ И ФАЗОВЫХ ПРОСТРАНСТВ СФОРМИРОВАННЫХ РАЗНЫМИ ЛПР И ФОРМИРОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ МЕТАФОР ИНЖЕНЕРНЫХ ОНТОЛОГИЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Здесь речь идет, прежде всего, о процессах сопоставления и отображения познавательных установок ЛПР с визуальными образами онтологических пространств и многомерных данных объектов (фазовых пространств) киберфизических систем, порожденными когнитивной машинной графикой в сознании ЛПР.

Результаты такого отображения можно трактовать как когнитивные (обобщенные компьютерные) метафоры. Здесь традиционное толкование метафоры удачно отражает смысл отображения языковых и когнитивных образов в сознании ЛПР. Предлагаемые идеи представлены в виде схемы на рис. 2.

На рисунке представлена техническая схема сопоставления инженерных онтологий (например,

зафиксированных средствами языка логики Лесневского) и словесного (языкового) описания когнитивных образов фазовых пространств той же киберфизической системы. Здесь ключевым факторами являются использование программы словесного (языкового) описания когнитивного изображения VVL и использование технологий 3D восстановления по проекциям. Сочетание этих технологий позволяет решить проблему сопоставления семантических и многомерных фазовых (векторных) пространств.

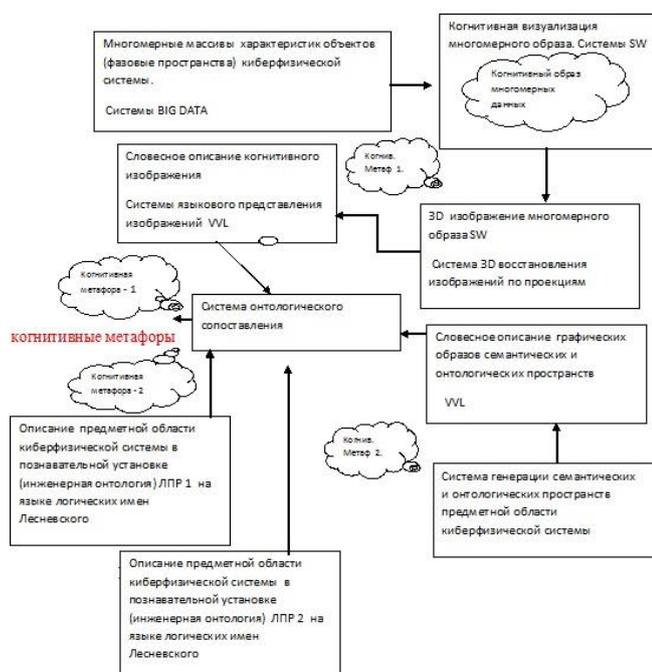


Рис. 2. Техническая схема сопоставления графических образов киберфизических систем, представленных семантическими, онтологическими и фазовыми пространствами. Результат может быть оформлен в виде когнитивных метафор

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагается формирование когнитивных метафор на основе фазовых и семантических пространств для сопоставления онтологических моделей киберфизических систем. Это позволяет тренировать и усиливать интуицию исследователя, повышать его интерес и мотивацию к творческому, научному познанию, одновременно осуществляя процесс диалога лица принимающего решение с интеллектуальным интерфейсом. Использование такого диалога приводит к интересным и полезным практическим результатам [16–19].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Stefanuk U.L. Towards intelligent operating system flexible lisp environment // UTT Sem/ on man-machine interface. TSP00:Tech. Res.Cetr. Finlnd, 1987.p 117-127
[2] Асунсьон Гомес-Перес, Мариано Фернандес-Лопес, Оскар Корчо (2004). Онтологическая инженерия: на примерах из областей управления знаниями, электронной коммерции и семантической сети. Springer, 2004.

[3] Riichiro Mizoguchi (2004). Учебник по онтологической инженерии: часть 3: Углубленный курс онтологической инженерии: Вычислительная техника нового поколения. Ohmsha Springer-Verlag, 22 (2): 198-220.
[4] Елена Паслару Бонтас Симперл и Кристоф Темпич (2006). Инженерия онтологий: проверка реальности. М.: Высшая школа, 2004. 616 с.
[5] Горохов В.Л., Муравьев И.П. Когнитивная машинная графика. Методы динамических проекций и робастная сегментация многомерных данных. Методология, методики и интерфейсы. Монография. СПб.: ИНЖЭКОН. 2007, 173 с.
[6] Горохов В.Л. Управление в условиях неопределенности: Монография. / Прокопчина С.В., Шестопапов М.Ю., Уткин Л.В., Куприянов М.С., Лазарев В.Л., Имаев Д.Х., Горохов В.Л., Жук Ю.А., Спесивцев А.В. СПб. Изд-во: СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2014 303 с.
[7] Горохов В.Л., Гусева Е.А., Леонов В.Е. Компьютерные иллюзии интенциональных и эйдетических объектов в когнитивных образах // Логико-философские штудии-4. Вып. 4. / Под ред. Я.И. Слинниной, Е.Н. Лисанюк СПб.: Изд-во С.-Петербургского университета. 2006 г. с. 112-132.
[8] Зенкин А.А. Когнитивная компьютерная графика / Под ред. Д.А.Поспелова. М.: Наука, Гл. ред. Физ.мат. лит., 1991. 192 с.
[9] Гаврилова Т.А., Кудрявцев Д.В., Муромцев Д. И. Инженерия знаний. Модели и методы: Учебник. СПб.: Издательство «Лань», 2016. 324 с.
[10] Allen R.B. Cognitive Factors in Human Interaction with computers. Behavior and Information Technology, volume 1, number 3, 1989, p.257-278.
[11] Горохов В.Л., Иванов Л.Н. Пакет программ квантильной визуализации и классификации многомерных данных и его развитие для задач обработки сигналов // Материалы 45 науч.-тех. конф. «Актуальные проблемы развития радиотехники электроники и связи» 16-18 апреля 1990 г Ленинград. 1990.
[12] Buja D., Cook D., F. Swayne Interactive High-Dimensional Data Visualization, *Journal of Computational and Graphical Statistics* 5(1) 78-99 (1996).
[13] Koschat M., Swayne D.F. Interactive Graphical Methods in the Analysis of Customer Panel Data, *Journal of Business and Economics Statistics* 14(1) 113-132 (1996).
[14] Кулинич А.А. Когнитивная система поддержки принятия решений «Канва» // Программные продукты и системы. 2002. №3, с. 25-28.
[15] Горохов В.Л., Тееррикорпи П., Барышев Ю.В., Витковский В.В. Синтез новых когнитивных метафор для интерактивного анализа многомерных данных мониторинга космических систем ближнего и дальнего космоса // Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции «Современные проблемы прикладной информатики» 23-25 мая 2007 г. СПб.: Изд-во СПбГТУ, с. 90-93.
[16] Горохов В.Л., Тееррикорпи П., Барышев Ю.В., Муравьев И.П. Компьютерные метафоры феноменологических конструкций Ф Брентано, М. Хайдегера, Ж.П. Сартра для систем обработки астрофизических наблюдений // Труды международной конференции по мягким вычислениям, 25-27 июня 2007, (SCM-2007), Санкт-Петербург. 2007.
[17] Горохов В.Л., Адмакин М.Ю., Степанов В.Ю., Журавлев А.А. Опыт 3-D представления когнитивных образов динамического проецирования многомерных данных / Мягкие измерения и вычисления №8 (20). 2019. С.42-50.
[18] Горохов В.Л., Цаплин В.В. Когнитивные технологии визуализации многомерных данных для интеллектуальной поддержки принятия решений / Цаплин В.В., Горохов В.Л., Витковский В.В. / Программные продукты и системы. №3(107), 2014. с. 22-25.
[19] S.I. Shirokov, R.I. Gainutdinov, N.Yu. Lovyagin, and V.L. Gorokhov Solving the inverse cosmological calibration problem of gamma-ray bursts / *MNRAS* 527, 2214–2231 (2024).