

Возможности когнитивных компьютерных технологий при мониторинге опасных факторов и охране труда в строительстве и других отраслях

Горохов В.Л.
savinsn@gmail.com

*Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет*

Предлагается концепция универсального пакета программных средств для широкого круга задач практики охраны труда, согласованного с современными технологиями мониторинга. Концепция опирается на хорошо апробированные классические многомерные методы восстановления и распознавания изображений и технологии когнитивной машинной графики – SPACE WALKER, XG Gobi.

Ключевые слова: управление рисками в техносфере, охрана труда, когнитивные технологии, интеллектуальные системы поддержки принятия решений.

В настоящее время «Охрана труда», как область науки и техники, изучающая связи и закономерности обеспечения безопасных условий труда, сохранения жизни и здоровья работников в процессе производственной деятельности предприятий промышленности, строительства и на транспорте предполагает исследования в области прогнозирования параметров состояния производственной среды, опасных ситуаций и опасных зон, разработки систем и методов мониторинга – опасных и вредных производственных факторов, автоматизированных систем сигнализации об опасностях, разработки научно обоснованных методов учета, анализа, прогноза и социально-экономических последствий аварийности, производственного травматизма и профессиональной заболеваемости, изучение эффективности реализации систем управления и организации охраны труда на предприятиях и по отраслям, разработка информационных систем для сбора оперативной информации по аварийности, травматизму и профзаболеваемости [1]. Все выше перечисленные исследования немислимы без формирования и эксплуатации терро-байтных распределенных баз данных содержащих многомерные неоднородные многомерные массивы факторов описывающих аттестацию рабочих мест, совокупности данных мониторинга производственных опасностей.

Однако статистический анализ подобных неоднородных (включая неколичественные характеристики) многомерных данных подчас наталкивается на серьезные трудности и проблемы связанные априорной неопределенностью в отношении статистических свойств этих многомерных данных, ибо без

знания этих свойств использование мощных средств статистического многомерного анализа становится ненадежным. Для преодоления этих трудностей развиваются непараметрические и робастные подходы [2], неколичественные методы статистики [3] и когнитивные технологии анализа многомерных данных [4]. Когнитивная машинная графика обеспечивает визуализацию и наглядное представление сразу всего объема многомерных терро-байтных данных и при этом активизируется профессиональный опыт и интуиция человека эксперта, что позволяет увидеть возможные аномальные особенности многомерных данных и породивших их объектов. Дальнейшая объективация увиденных аномальных явлений реализуется на основе непараметрической и робастной статистики. Все это тесно переплетается с еще одним направлением развития охраны труда, таким как исследования человеческого фактора в системе человек – техническая система – производственная среда с целью повышения безопасности труда.

Целью данной статьи является демонстрация возможностей когнитивных компьютерных технологий для решения трудных задач своевременного выявления и предупреждения аномальных ситуаций на основе когнитивного анализа многомерных совокупностей опасных и вредных производственных факторов. Здесь важны инновационные методы прогнозирования параметров состояния производственной среды, опасных ситуаций и опасных зон, о разработке систем и методов мониторинга – опасных и вредных производственных факторов, автоматизированных систем сигнализации об опасностях, разработки научно обоснованных методов учета, анализа, прогноза и социально-экономических последствий аварийности.

Прежде всего речь идет о разработанных авторами методах динамического проектирования многомерных данных [4]. Предложенный метод позволяет осуществлять двумерную проекцию многомерных данных на произвольно заданную оператором-исследователем плоскость в многомерном конфигурационном (фазовом) пространстве. А подбор наилучшего положения плоскости проекции осуществляет сам пользователь, опираясь на свою интуицию и когнитивный образ перед глазами. Имея возможность активно влиять на ориентацию плоскости проекции в многомерном пространстве, исследователь свободен от предварительных соображений о статистической (геометрической) структуре данных, которые представляют объекты. Человек непосредственно видит на экране проекции кластеров или многомерных поверхностей, в которые формируются его данные. И этот зрелищный образ стимулирует его интуитивное понимание исследуемых объектов (рис. 1). Особенно это важно при анализе статистических связей, факторном анализе, обнаружении целей и при их распознавании.

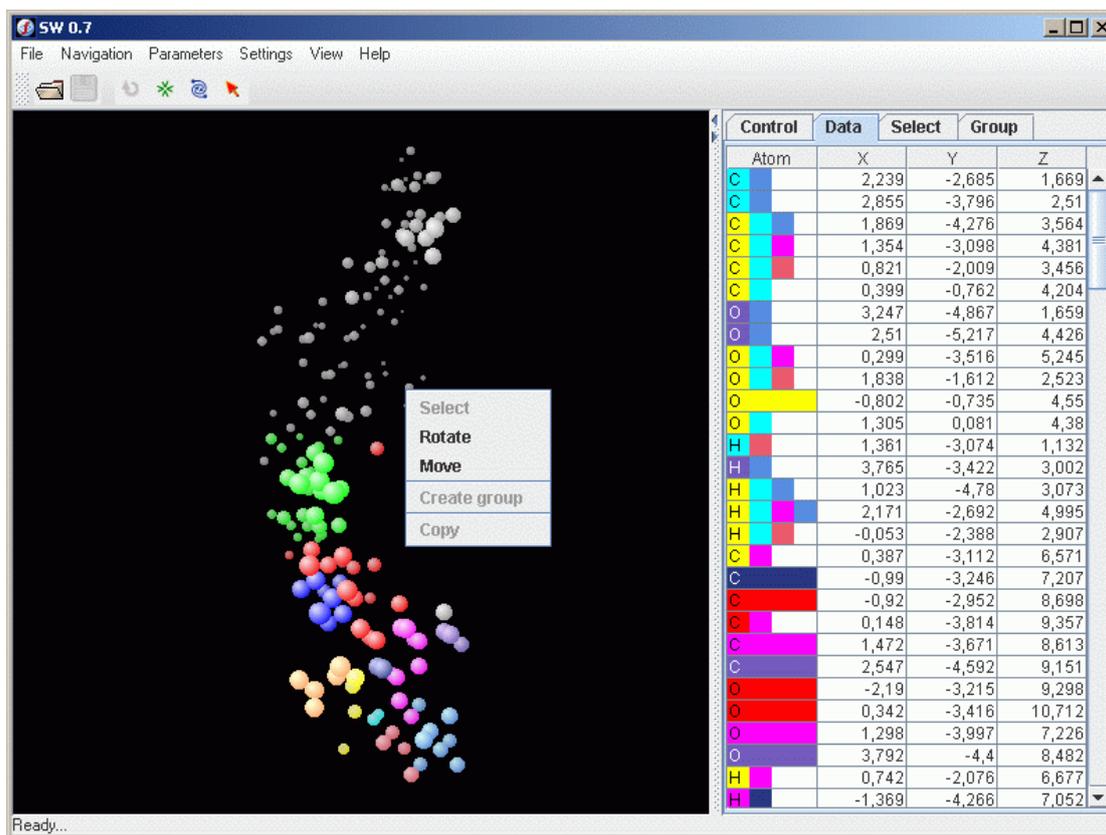


Рис. 1. Пример визуализации многомерных данных в виде когнитивного облака точек в сетевых приложениях

Тот факт, что процедура динамической визуализации не опирается на возможно ложные априорные сведения о природе объектов, а значит и не привносит в проекции искажающих влияний той или иной модели, дает возможность использовать визуализированные образы в условиях глубокой априорной неопределенности в отношении многомерных данных [4–5]. Авторами выполнена разработка мультиплатформенной Java-версии системы SpaceWalker, проведено тестирование системы на примерах анализа разнородных архивов медико-экологических данных и данных технических экспериментов, подготовлены методические материалы для использования системы в области охраны труда, охраны окружающей среды и других областях прикладной науки.

Кроме того, использование перечисленных применений когнитивной графики в области охраны труда может быть еще более эффективным при ее внедрении в сетевые технологии. Впечатляющий эффект может быть получен при внедрении метода оперативного анализа в онлайн-овых системах мониторинга опасных и вредных производственных факторов [6–11].

Ниже приводится ряд примеров применения разработанной когнитивной технологии для мониторинга производственных факторов в строительстве и железнодорожном транспорте.

На сегодняшний день мониторинг строительных конструкций является важным аспектом обеспечения безопасности строительства во всем мире.

Надежная и безопасная работа строительных конструкций зданий и сооружений может быть обеспечена при правильном и своевременном проведении технического диагностирования с использованием современных методов и средств контроля на всех стадиях жизненного цикла строительных объектов с целью достоверного прогнозирования ресурса их безопасной эксплуатации.

В данном примере предложена к использованию программа SW-Space Walker, которая реализует преобразование числовой информации об объектах с большим количеством параметров в наглядные графические динамические образы. Такой способ обработки данных мониторинга поможет сделать оценку технического состояния строительных конструкций зданий визуально наглядной, используя многомерные оценки фиксируемых дефектов и повреждений.

Предметом когнитивного мониторинга является конкретное здание – бывшая тюрьма (историческое название «Арестантская башня»), которое находится в Адмиралтейском районе Санкт-Петербурга на территории острова Новая Голландия.

Поперечные стены имеют толщину 270–930 мм, продольные стены – 560–1480 мм. Стены первого этажа имеют толщину несколько больше чем стены второго и третьего этажей.

В ходе эксплуатации назначение здания неоднократно менялось, из-за чего присутствует множество проемов заложенных кирпичом, существуют арочные перемычки, ранее устроенных проемов. Здание трехэтажное, с чердаком, без подвала. Максимальная высота здания составляет 15,7–15,9 м, минимальная – 14,8 м. Было произведено обследование здания, в ходе которого выявлены дефекты и повреждения строительных конструкций. Полученные результаты сведены в таблицу, приведенную ниже.

Согласно представленным данным мониторинга наблюдались следующие дефекты: зоны намокания, высолы, деструкция, выветривание раствора, разрушение кирпичной кладки и трещины различной ширины и длины.

Данные мониторинга представляют собой совокупность типов объектов в виде фрагментов стен (первый столбец таблицы) и набор значений параметров – остальные столбцы. Объекты представляются «облаком» точек в многомерном пространстве параметров.

Феномен когнитивной машинной графики состоит в генерации на экране дисплея особых графических изображений, создающих в мозгу человека зрелищные образы, представляющие объекты именно как облака точек в многомерном пространстве параметров. Эти образы кажутся человеку эстетически привлекательными и, тем самым, стимулируют его образное воображение, тесно связанное с интуитивными механизмами мышления. При этом особенности этих образов несут полезные практические сведения об изучаемых объектах. В данном примере – о фрагментах стен здания.

Результаты обследования здания «Арестантская башня»

Стена в осях	Зоны намокания	Высолы	Деструкция	Выветривание раствора	Разрушение кирпичной кладки	1 мм	2 мм	3 мм	4 мм	5 мм	10 мм
1–2	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2–3	0,3	0	0	0	0,02	0	1,5	1	0	0,8	0,8
3–4	3	0	0	0,5	0	0	0,6	2	0	1,4	5
4–5	0,7	0	0,025	0	0	0	0,6	1	0	1,2	0
5–6	0,5	1,5	0,025	0	0	0	0	1	4	0	0
6–7	0,6	0	0	0	0	0	0,2	0,4	1	1,2	0
7–8	2,5	1,25	0	0,4	0	0	0,4	1,6	0,3	0	0
8–9	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0
9–10	0,8	0	0	0,6	0	0	0,5	1	1,5	3,2	0
10–11	1,2	0	0	0	0	0,3	0,4	0,4	2,5	0,8	1,2
11–12	1	0,4	0	0	0	0,2	0,8	0	0	0	0
12–13	0,4	0,5	0	0	0	0	1,5	0	0,6	0,7	3,8
13–14	2,4	0,2	0	0	0	0	0	1,5	1	3,5	0
14–15	0,4	0	0	0,3	0	0	0	0,5	2,9	3,2	0
15–16	2,4	2	0,05	0	0,01	0,4	0,4	1,2	2,3	1,5	4,6

С помощью программы SW-Space Walker и разработанной методики с использованием данных мониторинга был получен наглядный когнитивный образ, позволивший выделить опасные фрагменты стен. Это выполняется следующим образом. Визуально на облаке точек выделяется группа точек, которая и отмечена красным цветом (рис. 2). Далее эта индикация с помощью программы переносится на соответствующие ячейки исходной таблицы данных, выделяя опасные фрагменты стен.

Когнитивное облако состоит из набора точек в многомерном пространстве, которые в свою очередь соответствуют дефектам и повреждениям обследуемого здания. Точки, отмеченные красным цветом, соответствуют набору повреждений следующих стен: 3–4, 5–6, 7–8, 9–10, 13–14, 15–16, для которых характерны большие зоны намокания, обширные территории высолов и выветривания растворов. Остальные точки соответствуют наименьшим характеристикам повреждений.

Согласно ГОСТ Р 53778-2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния», существуют четыре категории технического состояния: нормативное, работоспособное, ограниченно-работоспособное техническое состояние и аварийное состояние.

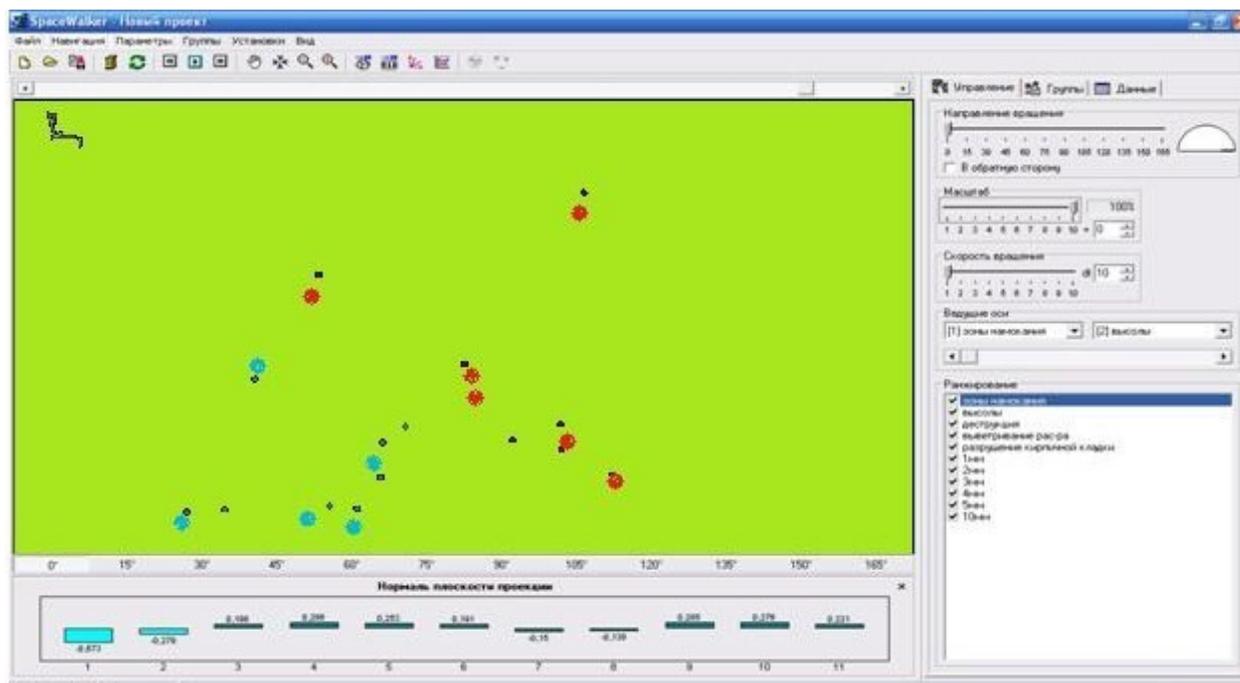


Рис. 2. Пример когнитивного облака, выявляющий опасные фрагменты стен

С помощью полученного облака, можно дать заключение о техническом состоянии стен обследуемого здания:

✓ Стены под номерами 3-4, 5-6, 7-8, 9-10, 13-14, 15-16 находятся в ограниченно-работоспособном состоянии, при котором идет снижение несущей способности, но отсутствует опасность внезапного разрушения, потери устойчивости или опрокидывания.

✓ Остальные стены находятся в работоспособном состоянии, при котором контролируемые параметры не отвечают требованиям, но имеющиеся нарушения требований в конкретных условиях эксплуатации не приводят к нарушению работоспособности, и необходимая несущая способность конструкций и грунтов основания с учетом влияния имеющихся дефектов и повреждений обеспечивается.

Аналогичным образом исследовалась совокупность (несколько тысяч) железнодорожных станций РЖД по сорока параметрам. Удалось выявить ряд аномальных станций, которые ранее не выявлялись более традиционными методами.

В заключение данной статьи можно еще раз подчеркнуть важность и актуальность развития и применения когнитивных компьютерных технологий для решения трудных задач своевременного выявления и предупреждения аномальных ситуаций по терабайтным массивам данных, отражающих многомерные совокупности опасных и вредных производственных факторов для создания современных систем и методов мониторинга опасных и вредных производственных факторов, для разработки автоматизированных систем сигнализации об опасностях.

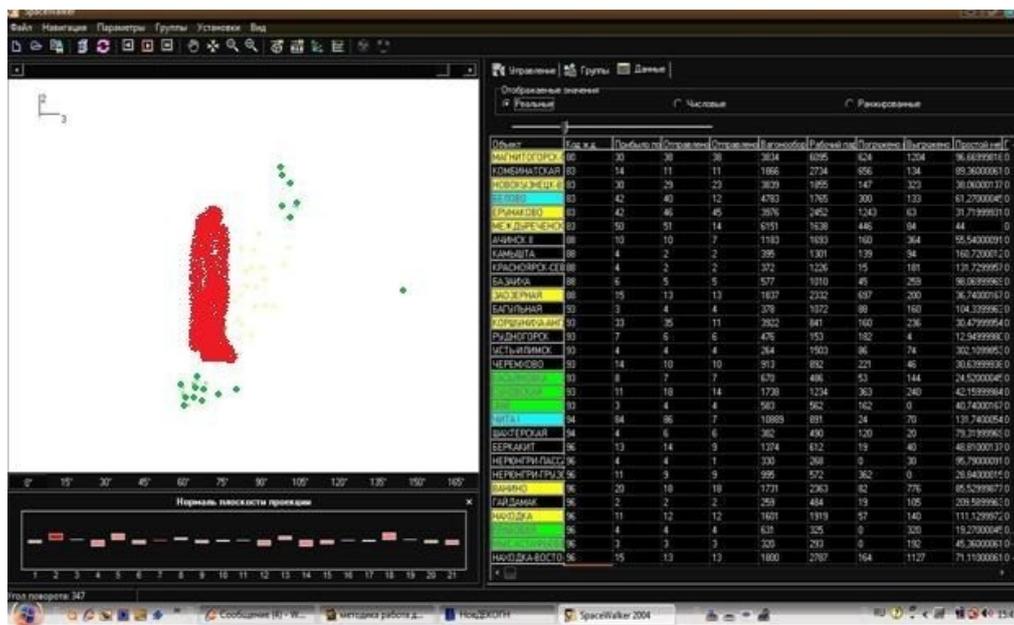


Рис. 3. Пример когнитивного облака, выявляющий аномальные характеристики станций РЖД

Работа выполнялась при поддержке гранта РФФИ №12-07-00752 «Разработка когнитивной технологии оперативного анализа данных, контроля и управления сложными системами».

Список литературы:

1. ВАК - Паспорта специальностей. Паспорт специальности 05.26.01 «Охрана труда».
2. Эфрон Б. Нетрадиционные методы многомерного анализа. – М.: Финансы и статистика 1988. – 345 с.
3. Орлов А.И. Нечисловая статистика. – М.: МЗ Пресс, 2004. – 513 с.
4. Горохов В.Л., Лукьянец А.А., Чернов А.Г. Современные методы когнитивной визуализации многомерных данных. – Томск: Некоммерческий фонд развития региональной энергетики, 2007. – 216 с.
5. Горохов В.Л., Муравьев И.П. Когнитивная машинная графика. Методы динамических проекций и робастная сегментация многомерных данных / Под ред. проф. А.И. Михайлушкина. – СПб: СПбГИЭУ, 2008.– 172 с.
6. Бузников А.А., Горохов В.Л. Систематизация сегментированных структур на многоспектральных изображениях, преобразованных методами динамических проекций // Оптический журнал. 2004. № 3. Т. 71.
7. Горохов В.Л., Витковский В.В., Муравьев И.П. Перспективы развития метода динамических проекций в когнитивной машинной графике // Сборник научных трудов «Проектирование информационных систем». – СПб: Изд-во СПбГИЭУ, 2006. – С. 16–20.
8. Горохов В.Л., Лукьянец А.А., Ротарь В.Г., Чернов А.Г. Методы когнитивной визуализации многомерных данных для поддержки принятия

решений // Труды международной конференции по мягким вычислениям, 25-27 июня 2007, (SCM – 2007), Санкт-Петербург, 2007.

9. Струков Д.Р., Горохов В.Л. Геоинформационные системы и многомерные статистические методы пространственного анализа для исследования заболеваемости // Информационно-управляющие системы, 2009, т. 3 (40), с. 56–62.

10. Горохов В.Л., Цаплин В.В., Витковский В.В. Когнитивные технологии управления рисками в техносфере. Проекты и исследования. // Вестник гражданских инженеров. – СПб ГАСУ, 2011, №3, с. 122–127.

11. Горохов В.Л., Витковский В.В., Муравьев И.П., Цаплин В.В. Перспективы когнитивных технологий нового поколения для систем поддержки интеллектуальных решений. Пленарный доклад. // Труды международной конференции по мягким вычислениям, 23-25 июня 2011, (SCM – 2011), Санкт-Петербург, 2011.

Cognitive capabilities of computer technology for monitoring hazards and health and safety in construction and other industries

Gorohov V.L.

The concept of the universal package of software programs is offered for a broad range of labor protection tasks coordinated with the modern monitoring technology. The concept is based on well approved classical multivariate methods of the reconstruction and recognition of images and cognitive technologies of machine graphs – SPACE WALKER, XG Gobi.

Keywords: risk management in technosphere, labor protection, cognitive technologies, intellectual decision support system.