

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Кузнецова Олега Петровича на диссертационную работу

Королевой Марии Николаевны «Мониторинг сложного технического объекта на основе когнитивных измерений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям: 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в промышленности) и 05.13.17 – Теоретические основы информатики

Актуальность темы исследований

Диссертационная работа М.Н. Королевой посвящена решению актуальной научной и практической задачи – разработке интеллектуальной системы мониторинга (ИСМ) сложного технического объекта (СТО). Процедуры мониторинга СТО представляют собой технологическую цепочку, начинающуюся с измерений и обследований состояния объекта, после чего на основании полученных данных делаются оценки его состояния, прогнозируется его дальнейшая работоспособность и принимаются решения о возможностях и условиях его эксплуатации. В связи со сложностью объектов мониторинга актуальной является объединение всей указанной цепочки в единую автоматизированную систему. Поскольку этапы оценки, прогнозирования и принятия решений – это сложные и ответственные интеллектуальные процедуры, то компьютерная поддержка этих процедур должна разрабатываться с применением средств искусственного интеллекта; тем самым сама автоматизированная система мониторинга становится интеллектуальной. Поэтому тематика диссертационной работы М.Н.Королевой, посвященная разработке интеллектуальных средств мониторинга – интерпретации данных измерений и поддержке принятия решений на основе полученных интерпретаций – является актуальной.

Структура, объем и содержание работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложений. Полный текст диссертационной работы включает 195 страниц текста со 100 рисунками и 7 таблицами. Список литературы содержит 191 наименование.

Во введении обоснована актуальность диссертационного исследования, сформулированы объект, предмет, цели и главные задачи диссертации. Рассмотрены методологические и теоретические основы исследования. Дана краткая характеристика научной новизны и практической ценности работы. Указаны основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе на примере железнодорожных и автомобильных мостов

предварительно проведен системный анализ комплексной проблемы мониторинга СТО. Сделан обзор известных классификаций методов и систем приобретения знаний, на основе которого выявлено, что практически все эти системы используют только экспертные знания, а проблема получения знаний из измерений (основного источника знаний в задаче мониторинга) остается «узким местом». Обращается внимание на перспективность использования беспроводных сенсорных сетей как системы сбора данных (табл.1.1, с.43). Проведен критический анализ современных систем мониторинга на примере системы мониторинга моста на остров Русский во Владивостоке. Отмечено, что интеллектуальные технологии в этой системе практически отсутствуют.

Вторая глава посвящена изложению классических и нетрадиционных концепций, моделей и методов измерений. Отмечены ограничения классической концепции измерений. Построена система онтологий измерений, систематизирующая неклассические подходы к измерениям (например, гранулярные, мягкие, когнитивные измерения). Отмечается методологическое значение понятия неопределенности измерений, противопоставляемого прежним представлениям о погрешности измерений. Выделены различные аспекты неопределенности измерительной информации, предложен вариант описания так называемой неопределенности типа Б с использованием информационных гранул, в частности, нечетких интервалов.

Рассматриваются проблемы интеллектуализации измерений. Представление об измерении как едином процессе, включающем физические измерения, их интерпретацию, рассуждения и принятие решений, приводит автора к необходимости использовать понятие когнитивного измерения – как ключевого познавательного процесса, опирающегося на процедуры сопоставления, классификации, интерпретации и понимания. Предложена двухуровневая структура когнитивных измерений, где на нижнем уровне с использованием набора датчиков проводятся обычные измерения, результаты которых обеспечивают мелкозернистую информацию, а на верхнем уровне полученные результаты отображаются на прагматическую шкалу укрупненных оценок нормативного характера (крупнозернистая информация).

Третья глава является центральной в диссертации, поскольку в ней изложены основные теоретические результаты работы. В ней вводится понятие когнитивного информационно-измерительного устройства (КИИУ), которое способно не только измерять значения некоторого параметра объекта мониторинга и его среды, но и интерпретировать полученную информацию.

Разработан логико-алгебраический подход к построению моделей интерпретации (понимания) на основе алгебраических решеток и бирешеток и его реализация, использующая оригинальные приемы когнитивной графики. В частности, базовым КИИУ сопоставляются различные логические решетки и полурешетки, например, трехзначные решетки Васильева, Клини, классическая четырехзначная логическая решетка Белнапа. Для интерпретации измеренных данных предложены цветные диаграммы Хассе, двойные диаграммы Хассе для наглядного представления логических и информационных порядков в бирешетках и связей между ними. Для интерпретации бисенсорной информации (информации от двух сенсоров, которые могут давать не совпадающие значения измерений) построены бирешетки «9» и «14», которые иллюстрируют принципы разрешения противоречий при несовпадении данных от различных сенсоров. На основе этих бирешеток разработана карта работы с предотказами в сенсорных сетях (рис.3.22, стр.134). Глава завершается описанием разработанного автором метода системного логико-алгебраического синтеза КИИУ для мониторинга СТО, который представлен в виде блок-схемы алгоритма синтеза.

В четвертой главе методы, разработанные в третьей главе, применяются к исследованию влияния метеорологических характеристик на безопасность движения по мосту и состояние опор моста. Для формализации нечетких рассуждений, используемых в процессе интерпретации измерений, введены входные лингвистические переменные, фаззифицирующие основные метеорологические показатели «Скорость ветра», «Изменение скорости ветра», «Состояние дороги», «Густота ледохода», «Скорость ледохода» и выходные переменные, значениями которых являются различные ограничения движения по мосту и мероприятия по укреплению опор или противодействию ледоходу. Также введена составная лингвистическая переменная «Осадки», разделяющаяся на атомарные лингвистические переменные «Форма» и «Количество осадков». Разработан и программно реализован в системе Matlab модуль нечетких рассуждений для задачи мониторинга безопасности движения транспорта по мостовым переходам. Дан пример вывода формально обоснованных рекомендаций по возможности эксплуатации моста при сочетании разных метеорологических условий, причем реализованы модели как нечеткого, так и нейро-нечеткого вывода. Также построена и программно реализована система нечетких рассуждений по обслуживанию моста в условиях ледохода.

В заключении приведены основные выводы и результаты диссертационного исследования, показаны перспективы дальнейшего практического применения

полученных результатов. В приложения вынесены: описание датчиков для измерения метеорологических характеристик, вариант наглядного узорчатого представления логических прагматик измерений, проведенные расчеты необходимые для реализации моделирования, акты о внедрении результатов диссертационного исследования.

Научная новизна работы заключается в следующем.

Предложено понятие когнитивного информационно-измерительного устройства (КИИУ), основанное на единстве процессов измерения и интерпретации полученных данных.

Разработан логико-алгебраический подход к построению моделей интерпретации (понимания) на основе алгебраических решеток и бирешеток и его реализация, использующая оригинальные приемы когнитивной графики.

Предложена схема разрешения противоречий в данных, использующая «решеточный» подход и реализованная в виде карты работы с предотказами в сенсорных сетях.

На основе указанных результатов разработан алгоритм синтеза КИИУ.

Практическая значимость результатов диссертационной работы подтверждается разработкой и программной реализацией системы формирования рекомендаций по возможностям эксплуатации моста (гл. 4), а также применением разработанной структуры когнитивных измерений, методики и алгоритма построения КИИУ для решения задач мониторинга СТО на промышленных предприятиях (АО «ИнтехГеоТранс-Юг», ОАО «НПП «Темп» им. Ф. Короткова») и в разработках научного учреждения СПбФ ИЗМИРАН. Результаты диссертационной работы были использованы в НИР кафедры «Компьютерные системы автоматизации производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана и учебном процессе, о чем имеются соответствующие акты.

Достоверность полученных результатов работы обеспечивается адекватным применением формальных методов системного анализа и математического моделирования, методов теории решеток и бирешеток, моделей приближенных рассуждений на основе нечетких правил. Положения диссертации и полученные автором результаты докладывались и прошли апробацию на представительных международных и всероссийских научных конференциях.

Результаты диссертации представлены в 30 публикациях, в том числе в 4 статьях, опубликованных в рецензируемых журналах из списка ВАК, и в 5 работах, опубликованных в издательстве Springer и включенных в базу Scopus.

Замечания по работе

1. В работе нет точного определения интеллектуальной среды. В чем заключается ее основные характеристики, и чем она отличается от классической интеллектуальной системы?

2. В пункте 1.7.1 «Цикл инженерии знаний» (стр. 48-51) излагаются давно знакомые всем специалистам вещи, в частности, упомянутые в нем модели представления знаний, а также достоверных и правдоподобных рассуждений хорошо известны, приведенные примеры выглядят тривиальными. Аналогичные многословные изложения известных сведений имеются на стр. 88-89, 94-100, 105-106.

3. Структуру, представленную на рис. 2.5 (п. 2.5 «Иерархическая система онтологий измерений», стр. 71), автор называет иерархией, что неверно, поскольку отношение подчинения, определяющее иерархию, здесь не выполняется (на нижнем уровне имеются циклы).

4. Понятие логических миров для представления прагматики измерений представляется излишним. Достаточно использовать небинарные значения истинности, которые успешно используются в решеточных представлениях (гл. 3) и когнитивной графике.

5. По пунктам 4.2.2 и 4.2.3 (стр. 144-145) напрашивается связь мониторинга осадков с прогнозом значений сцепления с дорогой. Однако в работе в явном виде это не продемонстрировано.

Отмеченные замечания не снижают общую положительную оценку работы.

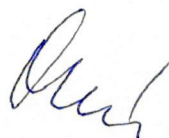
Заключение. Диссертационная работа М.Н. Королевой «Мониторинг сложного технического объекта на основе когнитивных измерений» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно, и соответствует пунктам 1, 4, 7, 9, 11, 12 паспорта специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (в промышленности)» и пунктам 4, 12 паспорта специальности 05.13.17 «Теоретические основы информатики». Решенная в работе задача имеет важное значение для интеллектуализации как систем мониторинга СТО, так и самих СТО – путем создания и обустройства «умных» объектов со встроенными средствами мониторинга (разработанными по предложенной схеме КИИУ), для отслеживания своего состояния и планирования мероприятий по управлению жизненным циклом. Автореферат написан ясным языком и соответствует содержанию диссертации. Работа полностью соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, а ее автор, Королева Мария

Николаевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в промышленности) и 05.13.17 – Теоретические основы информатики.

Официальный оппонент:

Главный научный сотрудник ИПУ РАН

д.т.н. (специальности: 05.13.01, 05.13.11), профессор



Олег Петрович Кузнецов

11 июня 2019 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 65

Телефон: +7 495 334-89-10

E-mail: olkuznes@ipu.ru

