

Применение технологии Data Mining при анализе функционирования и контроле состояния сложных динамических объектов

Д. М. Клионский¹, М. Н. Виноградов²

¹Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ», Санкт-Петербург, Россия

тел: (911) 950-13-83, эл. почта: klio2003@list.ru

²Научно-инженерный центр Санкт-Петербургского электротехнического университета, Санкт-Петербург, Россия

тел: (921)321-58-80, эл. почта: max_mail_address@rambler.ru

Технология Data Mining предназначена для интеллектуального анализа данных, встречающихся в различных областях науки и техники. Основное назначение технологии — извлечение из данных большого объема новых, ранее неизвестных знаний и закономерностей с целью их эффективного использования в дальнейшем. Прежде всего, интерес представляют «скрытые» знания, недоступные при визуальном исследовании и применении более простых методов анализа. Такие знания отражают глубинную суть некоторого процесса, явления и т.п. Ключевым свойством технологии является возможность ее *автоматизации*, т.е. извлечения знаний без прямого вмешательства эксперта. Извлекаемые знания должны быть *новыми, нетривиальными, теоретически и практически полезными и доступными для интерпретации экспертом*.

В настоящей работе рассматривается применение Data Mining к телеметрическим данным (ТД), описывающим работу сложных динамических объектов (СДО). Сбор данных осуществляется с помощью набора датчиков, установленных на контролируемом СДО, после чего эти данные передаются на наземную приемную станцию для анализа. Под СДО понимается объект, характеризующийся отсутствием полного математического описания, стохастичностью поведения, нестационарностью и невозпроизводимостью эксперимента (в связи с экономическим фактором): примерами являются летательные аппараты или спутники. Задача контроля удаленных СДО заключается в обнаружении изменения их технического состояния на основе анализа поступающих с них ТД. Последние принято разделять на быстро и медленно меняющиеся. Первые включают в себя вибрации конструкций корпуса СДО, пульсации давления в камере сгорания двигателей, деформации корпуса. Ко второй группе относятся параметры температуры и давления, скорости потоков жидкостей и газов, линейные и угловые перемещения частей СДО, скорости и ускорения.

Технология Data Mining, применяемая к описанным данным, состоит из двух этапов. На первом этапе проводится предварительная обработка данных, включающая в себя очистку от шумов и помех, численное оценивание степени регулярности, выделение тренда. Кроме того, предусмотрено заполнение разрывов в данных (вызванных сбоями в работе аппаратуры) и адаптация к неравнодискретным данным (записанным

через неравные промежутки времени), что может быть следствием инструментальных погрешностей или природы эксперимента. На этой стадии данные также могут подвергаться фильтрации, статистическому анализу и исследованию в частотной области. Далее следует этап интеллектуального анализа. Первой проводится *сегментация* — разделение всего набора данных на однородные фрагменты, описываемые набором информативных характеристик. Затем следует *кластер-анализ* найденных сегментов, направленный на поиск независимых, обособленных групп во всем множестве. Наконец, *секвенциальный анализ* осуществляет поиск характерных шаблонов (формируемых на основе сегментов) в данных с учетом их упорядоченности по времени. При выявлении аномальных режимов в работе СДО сравниваются найденные шаблоны с теми, что ранее получены по эталонным данным. Это позволяет предотвращать внезапное возникновение внештатных (аварийных) ситуаций на объектах (при их испытании), нередко приводящих к неблагоприятным последствиям при эксплуатации. Кроме того, полученные знания представляются в компактном и наглядном виде для оперативного принятия решений.

По итогам разработки и тестирования алгоритмов на реальных ТД, полученных от СДО, будет создано программное обеспечение, ориентированное на автономную работу и обладающее высоким быстродействием (для использования в реальных условиях). Главная практическая значимость разработки заключается в возможности создания реальных систем контроля состояния СДО в пунктах проведения их испытаний и в пунктах контроля за качеством их функционирования.