

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ ДАННЫХ ТЕЛЕМЕТРИИ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ



В.Ю. Скобцов
Ведущий научный
сотрудник
Объединенного
института проблем
информатики НАН
Беларуси



Н.А. Новоселова
Старший научный
сотрудник ОИПИ
НАН Беларуси, кан-
дидат технических
наук



В.Б. Алюшкевич
Заместитель гене-
рального директора
по научной и иннова-
ционной работе
ОИПИ НАН Беларуси,
кандидат физико-ма-
тематических наук

В.И. Архипов
Младший научный со-
трудник лаборатории
математической ки-
бернетики ОИПИ
НАН Беларуси

Объединённый институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси, Рес-
публика Беларусь

E-mail: Ivasko_vasko@mail.ru, 2novos65@mail.ru, 3arkhipau@gmail.com,
4aliushkevich@newman.bas-net.by

Данные телеметрии (ТМ) таких сложных технических систем, как бортовая аппаратура (БА) малых космических аппаратов (МКА), представляют собой разнородные нерегулярные многомерные данные большого объема, которые динамически накапливаются в архивах наземного комплекса управления. Так, размерность таблиц с данными телеметрии некоторых модулей БА МКА только за один месяц может колебаться от 50000 до 170000 записей. При этом каждая запись является многомерным вектором с неоднородными компонентами. Поэтому в докладе представляются результаты исследований современных методов и алгоритмов интеллектуального анализа данных, позволяющие анализировать такого рода данные с возможностью извлечения из них полезной информации и последующего построения с их использованием кластерных и прогностических моделей для оценки состояния БА МКА.

Одной из основных идей и направлений исследований является исследование методов кластерного анализа телеметрической информации некоторых модулей БА МКА с целью выделения состояний их функционирования.

Телеметрические измерения представляют собой поток данных. Для анализа таких данных с целью выявления состояний работы БА возможно использовать специальные алгоритмы, работающие в режиме онлайн и осуществляющие при своей работе только один проход по данным. Стандартные статические алгоритмы кластеризации, например k-средних, не всегда являются

в этом случае приемлемыми, так как характеризуются многопроходностью. В случае анализа большого потока данных статические алгоритмы кластеризации не позволяют анализировать динамику изменения кластерной структуры во времени. Следовательно, при этом невозможно фиксировать моменты времени, в которые происходит переход состояний сложной системы или резкое изменение режима функционирования, что может быть последствием сбоя или отказа БА МКА. Таким образом, эффективным является применение алгоритмов потоковой (динамической) кластеризации, которые можно использовать как для статической, так и динамической кластеризации данных. Кроме того, алгоритмы потоковой кластеризации на порядки превосходят известные методы кластерного анализа по скорости обработки. Другим направлением исследований в области кластерного анализа ТМ данных БА МКА является применение нейросетевых моделей без учителя, основанных на картах Кохонена. При этом алгоритм определения кластеров данных ТМ основан на методах пороговой сегментации карты межнейронных расстояний.

Анализ результатов динамического расчета критериев оценки качества кластеризации позволяет фиксировать как смену состояний функционирования устройств МКА, так и выявлять различные сбои или отказы в его работе. На основе определенных в результате кластерного анализа ТМ данных состояний, которые характеризуют как штатную, так и нештатную работу аппаратуры возможно построение прогностических моделей, как самого состояния, так и связанных с ним параметров надежности работы бортовой аппаратуры БА МКА.