

**Разработка новых методов непрерывной
идентификации и прогнозирования состояния
динамических объектов на основе интеллектуального
анализа данных**

Хачумов В. М., Виноградов А. Н.

vmh@vmh.botik.ru

Переславль-Залесский, Институт программных систем РАН

Задачи принятия решений в таких областях, как космос, медицина, машиностроение тесно связаны с необходимостью анализа и интерпретации многомерных данных в реальном времени. Под непрерывной идентификацией здесь понимается мониторинг и определение текущего состояния динамического объекта в течение его жизненного цикла на основе интеллектуального анализа данных. Компонентами интеллектуальной технологии являются [1, 2]: способы когнитивной визуализации параметров динамических объектов, методы анализа изображений, методы диагностики и управления.

Когнитивная визуализация состояний контролируемых объектов

Многомерные данные с помощью ЭВМ могут быть соотнесены в когнитивный графический образ в виде интегральных функциональных профилей или сцен. Например, когнитивная графика обеспечивает непрерывный контроль состояния пациента, визуализируя состояние и допустимые пределы процесса. На Рис. 1 изображены проекции трехмерных образов («звезд») состояний здорового человека, пациентов с легким обострением и тяжелым обострением бронхиальной астмы, которые можно наблюдать в разных плоскостях.

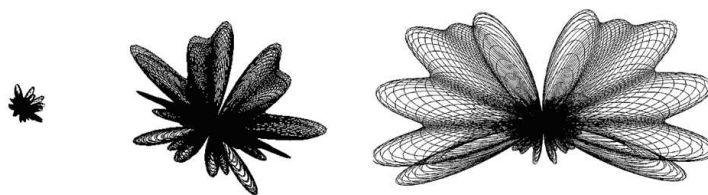


Рис. 1. Когнитивная визуализация состояний пациента.

При ухудшении дыхания «звезда», увеличиваясь, становится более цельной; при росте температуры или частоты пульса концы «звезды» вытягиваются; в случае увеличения параметров газов в крови «звезда» увеличивается с возможным изменением общей структуры, но без выраженного эффекта сглаживания или разделения.

Для космических приложений разработаны методы отображения сложной динамической ситуации в виде соответствующих годографов и их обобщённых графиков. Годографы являются эффективным методом отображения контролируемых и регулируемых параметров относительного движения.

Комплекс алгоритмов для определения ориентации и распознавания объектов

Разработан и исследован комплекс алгоритмов для обнаружения, выделения и распознавания локальных объектов на снимках большой размерности. На Рис. 2 показаны исходный космический снимок и результат выделения локальных объектов (самолетов).

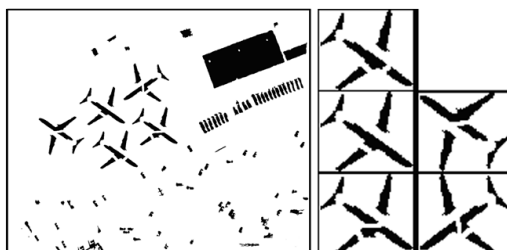


Рис. 2. Нахождение локальных объектов.

Каждый выделенный объект после нормализации проходит далее процедуру распознавания искусственной нейронной сетью (ИНС). Нормализация основывается на определении линий положения объекта и эталона, что позволяет выполнить правильный относительный разворот объекта для последующего корректного сравнения с эталоном (Рис. 3).

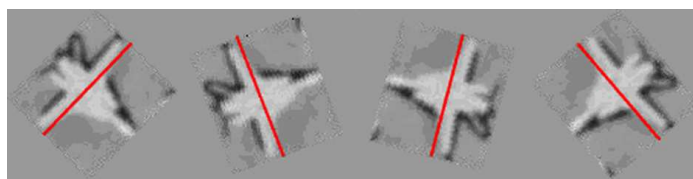


Рис. 3. Нормализация с помощью линий положения.

Расширением метода служит задача определения ориентации тела в трехмерном пространстве, например, для стыковки космических аппаратов. Задача сведена к системе вида: $\mathbf{w} \times \mathbf{Iw} = 0$, $|\mathbf{w}| = 1$, где

$\mathbf{w} = (l \ m \ n)^T$, $\mathbf{I} = \begin{pmatrix} A & D & E \\ D & B & F \\ E & F & C \end{pmatrix}$, где A, \dots, F — коэффициенты, учитывающие геометрию объекта; l, m, n — коэффициенты прямой.

Полученные собственные значения и векторы матрицы позволяют определять ориентацию и проводить нормализацию. Построена и исследована метрика Евклида–Махаланобиса, позволяющая вести классификацию с большей точностью и универсальностью. Обобщенная метрика определяет расстояние между двумя классами X_1 и X_2 в виде квадратичной формы $R_G^2(X_1, X_2) = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^T \mathbf{A}^{-1} (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)$, где \bar{x}_1 и \bar{x}_2 — средние выборочные классов, $\mathbf{A} = (\mathbf{C}_1 + \mathbf{E})(\mathbf{C}_2 + \mathbf{E})$, где \mathbf{C}_1 и \mathbf{C}_2 — ковариационные матрицы для классов X_1 и X_2 соответственно. Предлагаемая метрика учитывает корреляционные свойства классов таким образом, что расстояние между точкой и классом стремится к расстоянию Евклида, когда дисперсии параметров класса стремятся к нулю.

Комплекс алгоритмов для диагностики объектов

Рассматривается методология интеллектуального анализа рабочих характеристик и выделения информативных параметров. Полученные параметры используются для лингвистического описания процесса, служащего входной информацией для экспертной системы или ИНС, ставящей окончательный диагноз. Управление возлагается на нечеткий контроллер, для оптимизации настроек которого предлагается использовать генетический алгоритм.

Заключение

Разработанные новые механизмы интеллектуального анализа данных обеспечивают понимание ситуаций и качественное управление динамическими объектами. В целом перечисленные компоненты образуют интеллектуальную технологию анализа данных для непрерывной идентификации и принятия решений [1, 2].

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 06-07-89083.

Литература

- [1] Бурдаев М. Н., Виноградов В. Ф., Заднепровский В. Ф., Захаров А. В., Куршев Е. П., Хачумов В. М. Комплекс программно-инструментальных средств для создания интеллектуальных систем контроля и управления объектами аэрокосмического назначения // Авиакосмическое приборостроение. — 2006. — № 8. — С. 24–33.
- [2] Амелькин С. А., Захаров А. В., Хачумов В. М. Обобщенное расстояние Евклида–Махаланобиса и его свойства // Информационные технологии и вычислительные системы. — 2006. — № 4. — С. 40–44.