

А. П. Кулешов, А. В. Бернштейн (Москва, ИППИ РАН, ИСА РАН). **Когнитивные технологии интеграции данных и знаний в метамоделировании.**

Метамоделли (модели над моделями), построенные по результатам экспериментов, проведенных с некоторой достаточно сложной исходной моделью, все чаще используются в математическом моделировании и основаны на построении многообразий данных [1]. Однако использование метамоделей в компьютерных системах проектирования сдерживается тем, что имеющиеся технологии [2] не позволяют в процессе создания метамоделей использовать не только данные, но и знания и модели предметной области. Предлагаемая когнитивная технология интеллектуального анализа данных, эмулирующая познавательные способности человеческого мозга, позволяет формализовывать знания и модели предметной области в виде *многообразий знаний*, являющихся подмногообразиями многообразия данных.

Пусть n -мерные цифровые описания $X(b)$ объектов b из некоторого класса B лежат на m -мерном, в общем случае нелинейном, многообразии G_m в \mathbf{R}^n (многообразии данных), размерность m которого существенно меньше исходной размерности n . Приведем примеры построения многообразий знаний, формализующих знания и модели предметной области.

П р и м е р 1. В конкретных предметных областях часто существуют аналитические модели для цифровых описаний объектов тех или иных подклассов объектов $B_0 \subset B$. Пусть цифровые описания $X(b)$ объектов $b \in B_0$ имеют аналитическое описание $X(b) = f(\theta)$, определяемое значением $\theta = \theta(b)$ параметра θ , имеющего размерность $k < m$. Тем самым цифровые описания $X(b)$ объектов b из класса B_0 лежат на k -мерном параметрическом подмногообразии

$$G_{m0} = \{X(b), b \in B_0\} = \{f(\theta), \theta \in \{\theta(b), b \in B_0\} \subset \mathbf{R}^k\} \subset G_m.$$

Примеры параметрических многообразий конкретных предметных областей: двухпараметрические аэродинамические профили NASA-4 в пространстве описаний контуров профилей; семейство фотороботов в пространстве описаний лиц.

П р и м е р 2. Пусть $X(b)$ есть цифровое 3D-описание поверхности трехмерного объекта b . Наблюдая объект b , эксперт предметной области может сделать различные выводы о его поведении в различных условиях, изменении свойств объекта при различных трансформациях объекта и т. п. Такие же выводы можно сделать, вычисляя и анализируя формальными методами различные функционалы $\{g(X(b))\}$, являющиеся формализованными знаниями об объекте b . Поэтому необходимо рассматривать расширенные цифровые описания $X_g(b)$ объектов $b \in B$, состоящие из описаний $X(b)$ и значений функционалов от $X(b)$, которые лежат на многообразии G_m .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Kuleshov A., Bernstein A.* Cognitive technologies in adaptive models of complex plants. — In: Keynote papers of 13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing (INCOM'09), June 3–5 2009, Moscow, Russia, p. 70–81.
2. *Wang G., Gary, Shan S.* Review of Metamodeling Techniques in Support of Engineering Design Optimization. — J. Mech. Des., 2007, v. 129 (3), p. 370–381.