

УДК 65.012

В. В. Фомин**ПРЕДПОСЫЛКИ СИМВОЛИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ВИЗУАЛЬНЫХ ОБРАЗОВ**

Излагаются методологические аспекты информационной оценки дисплейных визуальных образов с использованием концепции психосемантического моделирования. Основное внимание уделяется логическим схемам формализованного описания символических систем и механизму качественной сравнительной оценки применяемых решений на основе вербальных описательных моделей представления знаний.

Ключевые слова: человеко-машинный интерфейс, эргономика, информационное моделирование, психосемантика.

V. Fomin**ASSESSMENT TECHNIQUES of VISUAL FORMS**

The article presents the methodological aspects of the information evaluation of display visual images using the concept of psycho-semantic modeling. The article focuses on the formal description logics of symbolic systems and qualitative comparative assessment of the solutions applied on the basis of verbal descriptive models of knowledge representation.

Keywords: display interface, ergonomics, information modeling, psycho-semantics.

Применение и развитие информационно-коммуникационных систем в образовании делает актуальным смещение акцентов исследовательской деятельности в область образовательных информационных технологий, связанных с проблемой наглядности, реактивности, управляемости, легкости восприятия, компактности и достоверности представления информации для пользователя. Становится очевидным переход парадигмы информационных систем от представления данных к представлению знаний с учетом специфики символического, мнемографического, языкового представления.

С развитием компьютерных технологий вербального и визуального управления, их интеллектуализации, достижений информатики, нейропсихологии, лингвистики настанет очередь обратиться к проблеме исследований «эргономики сознания» [4]. Представление знаний с использованием визуальных образов с учетом феноменов человеческого восприятия является весьма сложной задачей одного из направлений искусственного интеллекта — когнитивной [7] — и тесно связано с проблематикой эргономики, психосемантики, человеко-машинного взаимодействия. Человеческий интеллект как механизм формирования (восприятия, преобразования, хранения) знаний и генерации идей представляет собой сложную систему — природное образование, инструментальный активный функционально-интеллектуальный познания, активность которого определяется фактором его деятельности.

Применение законов когнитивной в образовательном процессе выводит на первый уровень исследования в направлении процессов, протекающих при взаимодействии обучающегося с современными мультимедийными техническими средствами обучения, основой которого является понимание.

Психосемантические подходы акцент делают на человеческом факторе познания и позволяют говорить о возможности реконструкции семантического пространства памяти как модели категориальной структуры индивидуального сознания субъекта. В целом

имеющиеся методы не дают эффективного инструментария для оценки всего пути от исходного представления до искомым символических описаний этого изображения. Концептуальная схема представления знаний сводится к определению способа теоретического воспроизведения в сознании субъекта целостного объекта изучения, в основе которого лежит процесс восхождения от абстрактного к конкретному, т. е. систематическое отображение объекта в понятиях. Чтобы дистанцироваться от философских категорий и перейти к прагматическим показателям оценки информативности визуальных образов с категориями абстрактное и конкретное, будем связывать такие понятия, как «абстракции» и «спецификации» [1]. При определении этих терминов будем опираться на определения «классов», «кластеров» и «объектов», изучаемых в теории формальных систем, кластеризации, классификации и программирования [6; 8].

Абстракции обычно рассматривают как итог познания, как его заключительный результат. Мысль переводит отражение факта из формы представления в форму понятий и теории — обобщенные образы (абстракции), и осмысление абстракций — важнейшая задача научной методологии. В абстракции сочетается контекстуальная свобода и информационная полнота. В любой абстракции главным для человека является ее конструктивный смысл, конечная информация о применимости абстракции к чему-нибудь. Это «что-нибудь» мы будем называть моделью абстракции.

Понятие «спецификации» — относительное и многоаспектное. Спецификация — это точное, однозначное описание. Написать спецификацию — значит, прежде всего, подобрать точные понятия, адекватные объекту. Чтобы спецификация как деятельность обеспечивала точность спецификации как ее результата, она должна опираться на формальную составляющую математики.

Особого внимания требует содержательная, неформальная, интуитивная человеческая сторона дуализма абстракция — спецификация. Здесь есть трудности двоякого рода: 1) трудность перехода от содержательного, интуитивно ощущаемого описания объекта к его точному описанию; 2) трудность понимания уже созданного, готового, точного описания.

На сегодняшний день определим два направления использования аппарата моделей абстракций с позиций образовательных информационных технологий (ОИТ). В первом и втором направлениях модели абстракций выступают как аппарат систематизации понятийных средств.

1. Модели абстракций — выразительное средство передачи субъективного представления предметной области. Модели абстракций как средство достижения взаимопонимания между разными категориями субъектов ОИТ, объединенных единой целью — эффективное освоение новых знаний обучающимся. Основная задача развития аппарата моделей абстракций — найти такие средства описания, которые были бы понятны всем субъектам, участвующим в ОИТ, с учетом их разной психологической установки, интеллектуального развития, профессионального опыта и т. д.

2. Модели абстракций — языковое средство человеко-машинного взаимодействия, общения субъекта с компьютером, управления информационными процессами. Модели абстракций — средство адекватного представления мультимедийных (вербальных, визуальных, тактильных и т. д.) знаний, транслируемых в машинные форматы и команды. Развитие этого направления основывается на интеллектуализации компьютерных технологий и разработке таких средств представления знаний, которые были бы приближены к естественному человеческому способу мировосприятия и в то же время «воспринимались» компьютером.

В терминах моделей абстракций идея «организованности» требует наличия некоего порядка, дисциплины или системы для достижения какой-то цели. Целью организации понятийных средств в модели абстракций является создание полных, точных и понятных спецификаций, разработка принципов их использования.

Можно определить, что современные компьютерные визуальные формы являются особым образом упорядоченной информацией (знания, данные, процедуры), построенной и организованной по принципу иерархического применения различных моделей представления.

Компьютерные модели управления строятся на основе языков визуального манипулирования объектами. Символами данного языка выступают текстово-графические объекты (команды, меню, кнопки управления), в том числе различного рода картинки — пиктограммы, ярлыки, иконки, которые эмулируют понятия классов и отображают важнейшие узнаваемые типичные черты объекта, предмета или явления, чаще всего в схематическом виде. Разнообразие и специфика классификаторов визуальных форм и объектов обусловлена тем, что в них уже установлены единые требования к форме представления и описания данных, к методам их кодирования, обозначения, агрегирования и использования с учетом когнитивных особенностей человеко-машинного взаимодействия.

Значки-элементы графического интерфейса пользователя компьютером, интегрированные в сложную систему управления и представления информации, способны отображать многоуровневый характер естественного языка.

Концептуальную схему представления знаний будем рассматривать с позиции методологии спиральной разработки моделей абстракций. Данный подход включает в себя определение исходных свойств и состава компонент иерархии знаний и позволяет провести глубокую детализацию каждого компонента без согласования со схемами детализации других компонентов. При построении модели снимается ограничение на связи между компонентами. Компоненты располагаются слоями. Каждый компонент одного слоя может быть использован при декомпозиции нескольких компонентов верхних слоев. Таким образом, весь процесс формализации знаний идет в виде расширяющейся «спирали» от простого к сложному.

В идеале хотелось бы иметь механизм, который бы позволял оценить степень организованности, упорядоченности таких знаний, аддитивный при этом к классу языкового представления. В дальнейших выводах будем опираться на преобладающую гипотезу, что субъектное семантическое пространство представляет собой уровни абстрагирования, где каждый верхний уровень выступает метаязыком по отношению к нижнему уровню.

Визуальные формы, по существу, представляют собой структурированные знания. Скорость и качество восприятия данных знаний конкретным субъектом (человеком) логарифмически зависима от количества и качества языкового (в общем смысле этого слова) представления. Если принять упрощение, что язык — есть особым образом упорядоченный набор правил манипулирования словами (символами, лексемами), то возникает проблема «каких, сколько символов и в какой иерархии представлять, чтобы эффективность прочтения и понимания представленных знаний была оптимальна для человека и эффективна для обработки на компьютере»

Учитывая дуализм «человек — машина», воспользуемся наиболее общим подходом к возможности обобщения и оценки понятия знаний — семиотическим моделированием [6; 8]. Знания представляются некоторой знаковой (семиотической) системой. Различают интенциональные и экстенциональные знания. Интенциональные знания описывают абстрактные объекты, события, отношения. Экстенциональные знания представляют

собой данные, характеризующие конкретные объекты, их состояния, значения параметров в определенные моменты времени.

Будем рассматривать модель знания K (knowledge) в виде семиотической модели

$$K = R(S, L, P), \quad (1)$$

где S — «семантика» (semantics), класс объектов, в широком смысле слова (элементы и отношения). Задается как аппарат системного выделения новых знаков. Каждый морфологический уровень характеризуется своей семантической моделью.

L — «синтаксис». Задается как формальный язык (language) представления моделей знаний (знаковых конструкций) на данном уровне абстрагирования. Иерархия подсистем по морфологии обуславливает иерархию языков представления (моделирования).

P — «прагматика». Задается как правила (program) иерархического упорядочивания классов подсистем. Для каждой модели отдельного уровня знания может существовать отдельная прагматическая модель.

R — правила (regulation), регулирующие изменения в модели знаний с учетом особенностей человеческого фактора, накапливаемого опыта о строении и функционировании сущностей в данной проблемной среде.

Определение модели знаний посредством семиотического представления позволяет рассматривать ее как совокупность формальных систем — проекций ограниченных правил оперирования множеством абстрактных объектов. Выбор того или иного формального базиса описания делает доступным для применения соответствующий формальный аппарат и готовый инструментальный анализ (набор методов, показателей, метрик качественной и количественной оценки), в том числе:

- структурно-функционального анализа с развитой системой анализа на основе теоретико-множественных отношений, алгебр логики, теории графов и других разделов дискретной математики, а также теории вероятности и статистики [5; 6];

- теории формальных языков и грамматик — формальной математической основы [2; 9] лингвистики, дополняющей и развивающей теорию алгоритмов, автоматов, языков программирования и др.;

- когнетики — науки [4; 7; 8], интегрирующей различные психофизиологические законы эргономики, технической эстетики и дизайна для разработки интерфейсов человеко-машинных систем.

Существуют подходы к классификации мер измерения и оценки, которые фиксируют различные частные стороны исследуемых моделей и могут составить основу научно обоснованных решений. Эффективным инструментальным средством научно обоснованной оценки организации визуальных форм, моделей знаний могут стать различные метрики сложности, которые применяются для анализа программного обеспечения. В материале [3] представлены разнообразные метрики сложности, хорошо зарекомендовавшие себя при оценке качества программных систем, пригодные для прогнозирования и констатации различных показателей сложности и надежности, в том числе метрики: Холстеда, Джилба, Мак-Кейба, Чепена, Майерса, Хансена, Чена, Вудворда, Кулика и многие другие.

Количество показателей сложности (в той или иной степени) велико и разнообразно. Проведем ряд классификаций с позиции их возможного применения для анализа и представления визуальных моделей знаний.

Показатели сложности разделим на две группы оценки: сложность восприятия информации и сложность представления, функционирования и обработки информации.

1. Сложность восприятия информации определяется количеством, размерами, геометрией объектов, разнообразием типов спецификаций и количеством свойств объектов, трудоемкостью и длительностью понимания, реакцией, управления и другими факторами, анализируется на основе трех базовых компонентов: сложность структуры, сложность преобразований (алгоритмов), локус внимания.

2. Сложность представления, функционирования и обработки информации характеризует группу показателей, относящихся к техническим характеристикам обработки компьютером и передачи информации: время обработки, скорость и объем передачи, хранения и визуализации информации.

Выделим основные формальные критерии, составляющие основу типизации метрик сложности, которые базируются на одинаковой формальной основе:

- словарная метрика, основанная на метрических соотношениях Холстеда, циклометрических мерах Мак-Кейба и измерениях Тейера;
- метрики связности, ориентированные на связи, отражающие сложность отношений между компонентами системы — метрики Уина и Винчестера;
- архитектурные метрики, связанные с понятием «структурного», «модульного» построения моделей и их оформлением;
- информационные метрики, основанные на идеях энтропии.

Очевидно, что эффективность применения средств вычислительной техники, разработки и совершенствования обеспечивающих средств должна оцениваться по основным критериям функционирования автоматизированных информационных систем: оперативности, точности и полноты информации, которая предоставляется пользователям для принятия решений.

В связи с разработкой средств и методов информационного обеспечения ОИТ появляется необходимость расширения круга объектов унификации и стандартизации с включением в их состав методов и средств описания и классификации данных, т. е. компонентов информационного обеспечения систем обработки данных.

В результате деятельности по классификации информации обеспечивается упорядочивание и унификация систем управления, документирования, хранения и представления данных и знаний в рамках обучающих информационных технологий: используются единые системы классификации и кодирования различных объектов, единые унифицированные коды и наименования, терминология и визуальные образы как объектов классифицируемых множеств, так и их группировок. Работы по стандартизации и унификации, классификации и кодирования обеспечивают в конечном итоге возможность эффективной автоматизированной обработки информации, создания интегрированных систем обучения, контроля, управления и организации их информационного взаимодействия в рамках парадигмы человеко-машинных систем.

Унификация и стандартизация в области информационного обеспечения ОИТ направлена на достижение максимальной упорядоченности на всех уровнях описания данных, на достижение единообразия и непротиворечивости такого описания. При этом обеспечение информационной совместимости рассматривается в качестве основной и важнейшей проблемы как в рамках отдельной человеко-машинной системы, так и при организации информационного сетевого межличностного взаимодействия обучающихся и преподавателей. Унификация информационного обеспечения направлена в конечном счете на создание средств языкового (в самом широком и многовариантном смысле этого слова) взаимодействия человека с информационной системой и автоматизированных систем между

собой в различных сферах образования, управления, науки и т. д. Одной из областей такого взаимодействия в системе человек — машина является стандартизация.

Развитие стандартизации средств и методов описания данных проходит в двух направлениях. Первое — это разработка стандартов, определяющих единство в области организации работ по информационному обеспечению, а также стандартов на средства описания и представления данных как на своеобразный вид продукции. Второе — это разработка стандартов, определяющих единообразие многократного использования разработанных средств и методов, применяемых для описания, группирования, кодирования данных разной структуры.

Первое направление связано с обеспечением организационно-методического единства при разработке и применении средств и методов описания информации и с повышением качества обеспечения совместимости для этого вида продукции за счет установления прогрессивных требований к ней и к ее созданию и применению. Второе направление решает задачу достижения информационной совместимости при описании данных с помощью этих средств.

Таким образом, средства описания данных устанавливают единообразие используемых методов при формировании словарей и классификаторов и при их дальнейшем ведении. Кроме того, эти средства включают сами описания, которые многократно и единообразно используются при кодировании, визуализации данных и знаний и при их представлении пользователями: в процессе создания массивов данных, интерфейсов и систем управления, для формирования запросов и отчетов при решении разнообразных задач.

Унификация информационных связей упрощает решение задач и минимизирует информационные потоки в системе.

В результате содержательной унификации достигается совместимость понятийных средств, устраняются лексические и терминологические несоответствия, что обеспечивает большую достоверность информации и большую оперативность при представлении и обработке знаний.

Работы по совершенствованию визуальных форм представления и управления ОИТ, направленные на оптимизацию состава информации в каждой дисплейной форме, обеспечивают резкое сокращение информационных массивов и одновременно более обоснованные управляющие решения благодаря существующим методам научного обоснования (анализа и синтеза) информации и информационных структур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Агафонов В. Н.* Спецификация программ: понятийные средства и их организация. Новосибирск: Наука, 1990. 224 с.
2. *Ахо А., Сети Р., Ульман Дж. Д.* Компиляторы: принципы, технологии и инструменты. М.: Вильямс, 2001. 768 с.
3. *Богданов Д.В., Путилов В.А., Фильчаков В.В.* Стандартизация процессов обеспечения качества программного обеспечения. Апатиты, КФ ПетрГУ, 1997. 161 с.
4. *Венда В.Ф.* Системы гибридного интеллекта. Эволюция, психология, информатика. М.: Машиностроение, 1990. 448 с.
5. *Жук Ю. А., Фомин В. В., Уткин Л. В.* Определение рефлексивных показателей для оценки эффективности использования дисплейных форм наглядности // Известия РГПУ им. А. И. Герцена: Научный журнал. № 138. СПб., 2011. С. 84–94.
6. *Клир Дж.* Системология. Автоматизация решения системных задач / Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1990. 544 с.

7. *Раскин Д.* Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем / Пер. с англ. Ю. Асотова. СПб.: Символ-Плюс, 2003. 272 с.
8. *Фомин В. В., Строгонов В. И.* Знаково-вероятностное информационное моделирование программных систем // Системы управления и информационные технологии: Научно-технический журнал 2005. № 1(18). С. 96–100.
9. *Хопкрофт Дж. Э., Мотвани Р., Ульман Дж. Д.* Введение в теорию автоматов, языков и вычислений, 2-е изд. М.: Вильямс, 2002. 528 с.

REFERENCES

1. *Agafonov V. N.* Spetsifikatsija programm: ponjatijnye sredstva i ih organizatsija. Novosibirsk: Nauka, 1990. 224 s.
2. *Aho A., Seti R., Ul'man Dzh. D.* Kompiljatory: printsipy, tehnologii i instrumenty. M.: Vil'jams, 2001. 768 s.
3. *Bogdanov D. V., Putilov V. A., Fil'chakov V. V.* Standartizatsija protsessov obespechenija kachestva programmnoho obespechenija. Apatity, KF PetrGU, 1997. 161 s.
4. *Venda V. F.* Sistemy gibridnogo intellekta. Evoljutsija, psihologija, informatika. M.: Mashinostroenie, 1990. 448 s.
5. *Zhuk Ju. A., Fomin V. V., Utkin L. V.* Opredelenie reflektivnyh pokazatelej dlja otsenki effektivnosti ispol'zovanija displejnyh form nagljadnosti // Izvestija RGPU im. A. I. Gertsena: Nauchnyj zhurnal. 2011. № 138. SPb., S. 84–94.
6. *Klir Dzh.* Sistemologija. Avtomatizatsija reshenija sistemnyh zadach / Per. s angl. M.: Radio i svjaz', 1990. 544 s.
7. *Raskin D.* Interfejs: novye napravlenija v proektirovanii komp'juternyh sistem / Per. s angl. Ju. Asotova. SPb.: Simvol-Pljus, 2003. 272 s.
8. *Fomin V. V., Strogonov V. I.* Znakovo-verojatnostnoe informatsionnoe modelirovanie programmnyh sistem. Sistemy upravlenija i informatsionnye tehnologii // Nauchno-tehnicheskij zhurnal. 2005. № 1(18). S. 96–100.
9. *Hopkroft Dzh. Je., Motvani R., Ul'man Dzh. D.* Vvedenie v teoriju avtomatov, jazykov i vychislenij, 2-e izd. M.: Vil'jams, 2002. 528 s.