

Значение визуальных образных представлений для медицинских интеллектуальных систем

Система должна порождать образы из образов.

Д.А. Поспелов

Аннотация. Статья посвящена проблеме отражения визуальных образных (иконических) представлений в интеллектуальных системах. Рассматриваются вопросы роли визуальных образов в медицинской диагностике. Проанализированы различные аспекты формирования образных рядов (нечетких, ассоциативных, динамических). Предложены варианты построения фреймов, включающих лингвистические и образные визуальные компоненты. Рассмотрена возможность включения образов на разных шагах принятия решений.

Ключевые слова: инженерия знаний, образные ряды, лингво-образные фреймы, логико-лингво-образная интеллектуальная система, медицинская диагностика.

Введение

Взятое в качестве эпиграфа высказывание пока не удастся реализовать в практике интеллектуальных систем. Но стремиться к этому необходимо, так как именно такое решение позволит в полной мере говорить о моделировании человеческого мышления компьютером. Это определяется тем, что в человеческом сознании (естественном интеллекте) присутствуют две системы – образная и символично-логическая, которые слиты воедино и не существуют друг без друга. Так слово «здоровье» вызывает у человека чаще всего мысленный образ розовощекого ребенка как символа или архетипа здоровья [1]. Понятно, что возможны и другие мысленные отображения данного понятия. Если же обратиться к патологии, то можно представить последовательность образов, характеризующих различные болезни в их динамике или с особенностями, присущими определенным этническим группам, на основе чего у врача формируются образы проявлений различных заболеваний. Если обратиться к облику больных, страдающих одним заболеванием, то следует отметить, что они и похожи друг

на друга, то есть обнаруживают общие черты, и в чем-то не похожи. Имеют место и ситуации, когда многолетнее традиционное представление оказывается не совсем верным. Так длительно считалось, что все пациенты с болезнью Дауна – это больные с абсолютно одинаковым характерным лицом (форма, разрез глаз и т.д.), по которому легко поставить диагноз. Но современный взгляд на это заболевание, при котором выявлены разные лежащие в его основе генетические дефекты, показал, что при общем сходстве имеются и различия, определенная многоликость этого заболевания (Рис.1). Следует отметить, что данный факт подтверждает важность выстраивания соответствующего ряда изображений. Кроме того, некоторые нарушения в состоянии здоровья, как например судороги, могут, в зависимости от квалификации врача, вызывать из памяти определенный образ или серию образов (видеоряд), отражающих различные варианты судорожного синдрома, за которыми могут скрываться разные диагнозы.

Отдельные визуальные признаки – необычные формы черепа, носа, ушей, принято вербализовать. Но далеко не каждый, даже опытный, врач может без ошибки соотнести наблю-



Рис. 1. Лица больных с синдромом Дауна

даемый вариант с описанием. К примеру, очень сложно уточнить форму носа: бульбообразный, грушевидный, сливовидный или орлиный, клювовидный и другие. Зачастую между ними крайне трудно провести границу и отнести к одному из названных вариантов, за которым стоит определенное заболевание. Значительно более надежным в подобных случаях было бы представление на предварительном или уточняющем этапе диагностики (после указания о необычности формы) образного ряда визуализированных признаков. На такой основе возможна идентификация известных болезней, и даже выявление новых неизвестных синдромов (форм заболеваний). Еще одним примером роли визуальных представлений в современной медицине является использование видеотехнологии при эндоскопических манипуляциях, за счет чего достигается мобилизация образно-смысловой сферы восприятия врача, для которого виртуальная картина является более надежным ориентиром [2].

В то же время, традиционные логико-лингвистические интеллектуальные системы не обеспечивают однозначного сопоставления между когнитивным представлением и описанием в вербальной форме визуальных характеристик заболеваний, имеющих трудно характеризующиеся проявления. Причиной этого является отсутствие в базе знаний образной компоненты.

1. Образные понятия

Образы – целостные или трудно расчленимые «явления», в последнем случае – с потерей части своего внутреннего содержания. Словесная их интерпретация далеко не всегда полноценна, нередко неопределенна или трудно понимаема, так как не характеризуется четким семантическим представлением, оставляя поле для разнозначной трактовки. Хотя образ, как и слово, выполняя существенные функции в мыслительном процессе, является “не замкнутой в себе данностью сознания, а семантическим образованием, обозначающим предмет” [3]. Связь

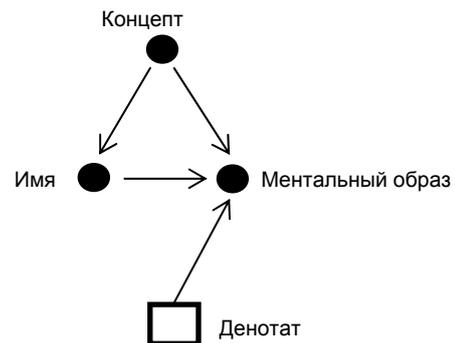


Рис.2. Ментальный образ и его связи с денотатом и концептом (фрагмент схемы из [4])



Звероподобные лица. 1798. Перо, сепия

Рис. 3. Звероподобные лица (рисунок Ф. Гойи)

между денотатом реального мира, концептом, именем и ментальным образом, который может соответствовать отвлеченному или визуальному понятию, можно видеть из Рис.2 [4].

Сравнение «нового» образа с известным предполагает определенную неуточненность (неопределенность) деталей при совпадении по ключевым характеристикам (опознание по опорным или памятным знакам). В более общем смысле сам образ в целом является знаком или символом. Отсюда и метафорические образные понятия или характеристики образов людей, в том числе в медицине, отражающие, к примеру, птице-звероподобные черты (Рис.3):

- Птицеголовость, “птичье лицо”
- Львиная морда
- Нос: клювовидный, грушевидный, сливовидный, бульбообразный
- Рот рыбий (акулий, карпа)
- Утиная походка
- Поза лягушки

Гротескная форма формирует мир образов-метафор, в котором, к примеру, дьявол вызывает представление о зле, осел – о показном глубокомыслии, специфические черты лица указывают на определенные заболевания и их знание позволяет опытному врачу на основе интуитивно-образных представлений сформировать первичную диагностическую гипотезу. В другом контексте, в своего рода метафорической форме, О. Шпенглер [5] писал об искусстве «создавать несколькими штрихами, пятнами или тонами некий неисчерпаемый по содержанию образ, микрокосм, рассчитанный на глаз и ухо фаустовского человека, то есть художественно заклинать действительность бесконечно-пространства с помощью мимолетнейшего, почти бесплотного намека на нечто предметное». В этом высказывании образные формы мышления объединяются с интуитивными представлениями, что является характерным для медицинской диагностики. Примером же может служить облик больных мукополисахаридозом и муколипидозом, когда встречаются так называемые гаргоилоподобные черты лица, имеющие в своей основе изображения на парижском соборе Нотр-Дам (от фр. *gargouille* – рыльце водосточной трубы средневековых соборов в виде фантастической фигуры с отталкивающим, причудливым лицом). Такими увидел этих больных первый из исследователей. С этим можно соглашаться или не соглашаться, но человеческий мозг способен на неожиданные, иногда фантастические, сопоставления и скачки воображения. Психологи называют это субъективно-изменчивым восприятием реальности. И для врача бывает иногда проще запомнить визуальный образ-метафору лица с характерными особенностями, напоминающими замысловатые скульптуры гаргулий, чем его нечеткую вербализацию как грубые черты лица, которые встречаются к какой-то форме и у здоровых людей.

2. Образные ряды

Сходные или мало отличающиеся проявления образа, отвечающего одному понятию, аналогией чему могут служить лингвистические информационные гранулы [6], можно рассматривать как образный ряд [7,8]. Нечеткость переходов между отдельными представителями конкретной последовательности изображений

позволяет говорить об образном квазиконтинууме [9]. С другой стороны, серию взаимосвязанных образов в ряду, в особенности включающем метафорические отображения, возможно рассматривать как символическую многослойность, которая может включать дополняющие и усложняющиеся образы. В этом смысле уместно вспомнить, что маски-образы, отражающие без детализации различные варианты проявления эмоций (по типу древнегреческих – гнева, страха и т.п.), могут рассматриваться как своеобразный метафорический образный ряд. В определенной форме это имеет место и в медицинской практике (например, Гиппократово лицо или предсмертная маска человека, лицо засыпающего человека или маска Гетчинсона), где можно наблюдать различные варианты визуальных проявлений каждой из известных внешних характеристик болезни.

Временной (динамический) образный ряд характеризуется трансформацией или метаморфозами во времени составляющих его отдельных образов при сохранении общего и характерного. В целом, это может быть ряд с изменяющимися чертами лица, объединяемый единым понятием первичного или общепринятого образа конкретного человека или определенного заболевания, который мы можем считать архетипом для данного ряда. В качестве аналогии можно рассматривать имя понятия, являющееся именем множества, которое определяет объем понятия, в то время как совокупность признаков характеризует вторую сторону понятия – его содержание [10], чему можно поставить в соответствие ряд образов-символов. Особенно наглядно последнее проявляется в петроглифах, несущих одновременно две семантические характеристики – собственно образительную (в примитивном художественном смысле) и знаково-образную.

Динамика внешнего вида особенно характерна для заболеваний с прогрессивным (прогрессирующим) течением. Попытка вербализации нечетких во времени переходов разрушает единство образа. В то время как визуальный ряд демонстрирует единство и, одновременно, разнообразие представленных в различные периоды жизни и болезни образов. Здесь мы сталкиваемся с проблемой представления знаний во времени, чему в отношении интеллектуальных систем была посвящена книга Е.Ю. Кандрашиной, Л.В. Литвинцевой и Д.А. Поспелова [10].

В медицине, в зависимости от опыта, у врача при встрече с новым больным всплывают зрительные воспоминания о сходных проявлениях болезни, то есть образы больных, встречавшихся в прошлой практике у пациентов или на изображениях в книгах. В процессе извлечения знаний для создания конкретной диагностической экспертной системы необходимо, наряду с вербализованными представлениями, извлекать у экспертов сведения о возникающих у них визуальных образах, а также получать от них необходимые изображения больных, сопутствующие описываемой клинической картине заболевания, в особенности, имеющие дифференциально-диагностическое значение.

3. Отражение визуальных образов в медицинских базах знаний

Поскольку процедуры операций над визуальными образами пока остаются нереализованными, представляется целесообразным, что в базе знаний серии (ряды) визуальных образов (Рис.4) – аналоги и/или прецеденты – должны дополнять вербализованные понятия и способствовать, на основе сходства с изображениями (фотографиями) больных при определенных заболеваниях, принятию диагностических решений. При этом визуальные образы будут контекстно-зависимы от традиционных вербализованных знаний. Возможна и обратная ситуация – последующая «привязка» традиционных описаний уже к изображениям, включенным в дифференциально-диагностический ряд для принятия окончательного решения. В [12] отмечено, что определенная образная проекция, всплывающая в сознании в конкретном случае, зависит от контекста, в котором она призвана занять свое место.

Предъявление врачу-пользователю контекстно-связанных визуальных рядов, хранящихся в базе знаний, позволит сравнить новый случай с известными, и, одновременно, может способствовать воспроизведению из памяти зрительных образов проявлений болезни (ассоциация по сходству) или их метафорических вариантов (ассоциация по метафорическому отражению) [13]. Последнее будет являться активатором (пусковым фактором) для формирования диагностической гипотезы.



Рис.4. Образный ряд, соответствующий одному виду патологии



Рис.5. Фрагменты и полные изображения головы

Еще одним вариантом организации работы интеллектуальной медицинской системы может быть предъявление на разных шагах диагностического процесса, в ответ на введенную вербализованную информацию об особенностях фенотипа (внешнего вида пациента), фрагментарных изображений (ухо, нос и т.д.) в сочетании с предъявляемыми следом целостными фотографиями лица (черепа) (Рис.5).

В качестве способа визуального сравнения диагностируемого больного с включенными в образный ряд изображениями, может использоваться методика субъективного шкалирования [14] (Рис.6). При этом условие выдвижения гипотезы должно сопровождаться указанием о степени уверенности в отношении сходства наблюдаемого образа.

Обратимся к проблеме формального представления знаний в виде визуальных образных рядов. Рассмотрим возможность интеграции во фрейме символьных представлений лингвистического и образного вида. Первый вариант – сочетание в структуре одного фрейма, в слотах, лингвистических и визуальных образных представлений (построение гибридного лингвообразного фрейма). Второй вариант – формирование автономных, но взаимосвязанных фреймов, в одном из которых будут только лингвистические характеристики, а в другом – только визуальные образы. Во втором случае в традиционном фрейме может быть указание общего типа на наличие нетипичных образных характе-

ристик (например, череп необычной формы или лицо с необычными чертами). Слоты с такими данными будут являться метками для связи с образными слотами. В системе образных слотов будут отображаться визуальные характеристики, отражающие в форме рядов различную выраженность или возрастную динамику клинических проявлений заболевания, а также фрагментарные изменения (например, форма лба, носа, уха) и более крупные части тела (череп, грудная клетка). Возможны также и упрощенные в определенном смысле, схематические или контурные изображения, включая и контуры различных фрагментов анализируемого изображения (сначала, как отмечал Д.А. Поспелов [1], человек осматривает контур).

Таким образом, основой отражения образного ряда во фрейме могут быть как обобщенные (схематические, контурные) образы заболеваний одного класса, так и полноценные изображения, но в любом случае это образы-аналоги, характеризующиеся сходством, но не тождественностью. Что касается вопроса упорядочения образов в ряду по некоторой характеристике (например, степени сходства в условиях нечеткости, то оно может опираться на привычную шкалу для нечетких лингвистических характеристик – очень похоже, высокое сходство и т.д., то есть будет основано на уверенности эксперта).

Переключение (управление) между связанными по содержанию лингвистическими и образными фреймами возможно через внутреннюю сеть фреймов Rule Set. В такой постановке появляется возможность предъявления врачу-

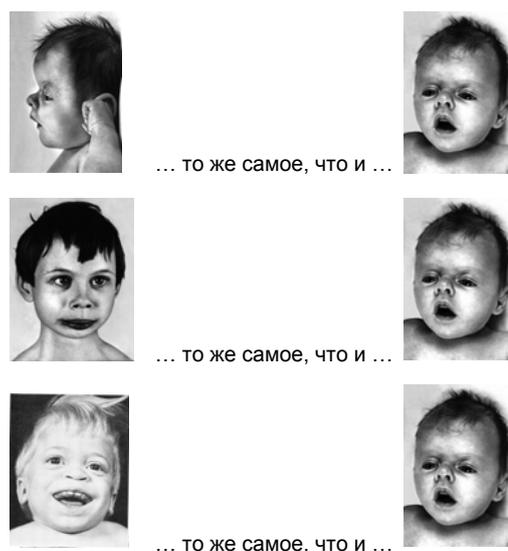


Рис.6. Методика субъективного шкалирования

пользователю образного ряда или отдельных его представителей, включая фрагменты, включенных в активный на данном шаге фрейм.

На Рис.7 приведено решение с использованием фреймоподобной структуры для диагностики мукополисахаридоза III (синдром Санфилиппо) – наследственного заболевания с характерным фенотипом. В качестве решателя предполагается использовать продукционное правило, в составе которого, наряду с вербализованными симптомами, должно присутствовать изображение больного (или ряд изображений, включающий характерные визуальные признаки), предоставляемое пользователю системы наряду с предполагаемым диагнозом.



Рис.7. Схематическое представление гибридного фрейма с решателем

Заключение

Следовательно, в определенных случаях изображение или иконический знак, который будет рассматриваться как символ, может служить или аргументом (дополнительным аргументом) в пользу определенного решения, либо контраргументом, что приводит к фальсификации (отклонению) выдвинутой гипотезы.

Таким образом, образно-лингвистическая интеллектуальная система предполагает наличие в базе знаний изображений, отражающих характерные особенности больного. Их использование может отвечать начальному состоянию процедуры формирования диагностической гипотезы или включаться в систему вывода на любом шаге. Построение такой системы может опираться на сочетание аргументов и/или правдоподобных высказываний с гештальтоподобной структурой в виде визуальных объектов ассоциативного образного ряда. Принятие диагностических решений будет осуществляться в этом случае на основе логико-аргументационных построений с включением образной компоненты.

Литература

1. Поспелов Д.А. Метафора, образ и символ в познании мира // *Новости искусственного интеллекта*. 1998. №1. С.94-114.
2. Воробьев В.В. Автоматизированное рабочее место врача-эндоскописта // *Информационно-аналитические системы и технологии в здравоохранении и ОМС: Труды Всероссийской конференции*. – Красноярск: КМИАЦ, 2002. С.363-366.
3. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. Т.1. М., 1989. С.371.
4. Pospelov D.A., Osipov G.S. Knowledge in semiotic models // *Seventh Intern. Conf. Artificial Intelligence and Information-Control Systems of Robots AIICSR'97: Second workshop on applied semiotics*. Smolenice Castle, Slovakia, 1997. P.1-12.
5. Шпенглер О. Закат Европы. Очерки морфологии мировой истории. Т.1. М.: Мысль, 1998. 663 с.
6. Pedrycz W. Knowledge-based clustering: From Data to Information Granules. Hoboken, Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2005. 316 p.
7. Кобринский Б.А. К вопросу о формальном отражении образного мышления и интуиции специалиста слабо структурированной предметной области // *Новости искусственного интеллекта*. 1998. №3. С.64-76.
8. Кобринский Б.А. Символьно-образный подход в искусственном интеллекте // *КИИ'2000: Седьмая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием: Труды конференции*. Т.2. М.: Изд-во физико-математ. лит., 2000. С.601-608.
9. Кобринский Б.А. Нечеткий образный ряд в клинической медицине // *Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте: Сборник научных трудов V-й Международной научно-практической конференции*. Т.1. М.: Физматлит, 2009а. С.121-127.
10. Осипов Г.С. Концептуальные элементы модели мира // *Компьютерная хроника*. 1994. №8-9. С.3-11.
11. Кандрашина Е.Ю., Литвинцева Л.В., Поспелов Д.А. Представление знаний о времени и пространстве в интеллектуальных системах / Под ред. Д.А. Поспелова. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. 328 с.
12. Валькман Ю.Р. О моделировании образного мышления: отношения «образы – понятия» Одиннадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2008: Труды конференции. Т.1. М.: Ленанд, 2008. С.369-377.
13. Кобринский Б.А. Ассоциативный образный ряд и его формальное представление // *Научная сессия МИФИ-2009: Сборник научных трудов. Т.V. Информационно-телекоммуникационные системы. Проблемы информационной безопасности*. М.: НИЯУ МИФИ, 2009б. С.15-18.
14. Воинов А.В., Кобринский Б.А. Иерархия локально-непротиворечивых полей знаний как модель образного мышления и интуиции эксперта в мягких предметных областях // *Девятая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием: Труды конференции*. М.: Физматлит. 2004. С.785–793.

Кобринский Борис Аркадьевич. Руководитель Медицинского центра новых информационных технологий ФГБУ «Московский НИИ педиатрии и детской хирургии» Минздравсоцразвития России, профессор кафедры медицинской кибернетики и информатики ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова». Окончил 2-й Московский медицинский институт им. Н.И. Пирогова в 1970 году. Доктор медицинских наук, профессор. Автор более 500 работ, в том числе 13 монографий, учебник и справочник. Область научных интересов: извлечение знаний, отражение образных представлений в интеллектуальных системах, гибридные информационные системы. E-mail: bakob@pedklin.ru