

УДК 004.89

А. В. Колесников^{1,2}, С. В. Листопад², И. А. Бенько¹, Ф. Г. Майтаков¹

¹Балтийский федеральный университет им. И. Канта
Россия, 236016, г. Калининград, ул. А. Невского, 14

²Институт проблем информатики Федерального исследовательского центра
«Информатика и управление» Российской академии наук
Россия, 236022, г. Калининград, ул. Гостинная, 5

ВИЗУАЛЬНОЕ МЫШЛЕНИЕ В ВИРТУАЛЬНОМ МИРЕ УПРАВЛЕНИЯ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ*

A. V. Kolesnikov^{1,2}, S. V. Listopad², I. A. Benko¹, F. G. Maitakov¹

¹Immanuel Kant Baltic Federal University
Russia, 236016, Kaliningrad, Al. Nevskogo str., 14

²Research Center «Computer Science and Control» of Russian Academy of Sciences
Russia, 236022, Kaliningrad, Gostinaya str., 5

VISUAL THINKING IN THE VIRTUAL WORLD OF CONTROL AND DECISION-MAKING

А. В. Колесніков^{1,2}, С. В. Лістопад², І. А. Бенько¹, Ф. Г. Майтаков¹

¹Балтійський федеральний університет ім. І. Канта
Росія, 236016, м. Калінінград, вул. А. Невського, 14

²Інститут проблем інформатики Федерального дослідного центру
«Інформатика і управління» Російської академії наук
Росія, 236022, м. Калінінград, вул. Гостинна, 5

ВИЗУАЛЬНЕ МИСЛЕННЯ У ВИРТУАЛЬНОМУ СВІТІ УПРАВЛІННЯ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

В статье предлагается подход к построению систем поддержки принятия коллективных решений как виртуальных гетерогенных коллективов, реализующих среди прочих методы визуального управления и фасилитации. Такой коллектив – система из аватар реальных экспертов и компьютерных моделей экспертов, реализованная в метафоре «комната для совещаний за круглым столом» визуального управления на виртуальной модели мира принятия решений. Для реализации деятельностного мировоззрения и коммуникации в виртуальном гетерогенном коллективе применяется теория деятельности и психология смысла Д. А. Леонтьева и язык схематизированных изображений О. С. Анисимова. Механизм, реализующий зрение компьютерных моделей экспертов в виртуальном гетерогенном коллективе, основан на адаптивно-динамической структуризации В. В. Александрова, а также методы визуальной фасилитации.

Ключевые слова: виртуальный гетерогенный коллектив, визуальное управление, аватара.

The article proposes an approach to the construction of collective decision support systems as virtual heterogeneous teams, implementing methods of visual control and facilitation. Such team is a system of avatars of real experts and computer models of experts, implemented in the visual management metaphor "room for round table meetings" over virtual model of decision-making world. To implement an active world outlook and communication in a virtual heterogeneous team the theory of activity, the psychology of meaning of D.A. Leontief and the language of the schematized images of O.S. Anisimov are used. The mechanism that realizes the vision of computer models of experts in a virtual heterogeneous team is based on the adaptive-dynamic structuring of V.V. Alexandrov, as well as methods of visual facilitation.

Key words: virtual heterogeneous team, visual control, avatar.

У статті пропонується підхід до побудови систем підтримки прийняття колективних рішень як віртуальних гетерогенних колективів, що реалізують серед інших методи візуального управління та фасилітації. Такий колектив – система з аватар реальних експертів і комп'ютерних моделей експертів, реалізована в метафорі «кімната для нарад за круглим столом» візуального управління на віртуальній моделі світу прийняття рішень. Для реалізації діяльнісного світогляду і комунікації у віртуальному гетерогенному колективі застосовується теорія діяльності і психологія сенсу Д. А. Леонтьєва і мову схематизованих зображень О. С. Анісімова. Механізм, який реалізує зір комп'ютерних моделей експертів в віртуальному гетерогенному колективі, заснован на адаптивно-динамічній структуризації В. В. Александрова, а також методи візуальної фасилітації.

Ключові слова: віртуальний гетерогенний колектив, візуальне управління, аватара.

* Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты 16-07-00271а, 16-07-00272а).

Качество систем управления обществом, предприятиями и организациями связано с инфокоммуникационными технологиями: гибридизацией, виртуализацией и визуализацией. Гибридизация – соединение в одном организме, объекте разнородных наследственностей. Это отказ от взгляда на объект исследования как на простую, однородную сущность и принятие мировоззрения сложного, составного, неоднородного, гетерогенного объекта. В науке управления гибридная парадигма зародилась в середине 60-х годов и проявляется в интегрированных моделях и методах, в частности, в гибридных системах [1], гибридных интеллектуальных системах [1], обобщенных в термин «искусственный гетерогенный коллектив» (ИГК) [2] для поддержки принятия управленческих решений.

Виртуализация – замена реальности ее симуляциями в воображаемых мирах. При этом сознание виртуализирует пространство реальности для адекватного ее восприятия лицом, принимающим решения (ЛПР) [3]. Виртуальный мир систем управления и принятия решений в информационном взаимодействии миров объекта и субъекта, состоит из физических и виртуальных элементов, дополняющих друг друга. Здесь размываются границы социальных и технических систем, переплетаются реальные и виртуальные структуры, приводящие к синергетическим эффектам, способствующих возникновению новых функциональных возможностей [4]. Основные средства виртуального мира систем управления и принятия решений: технологии, коммуникационные языки вербально-словесных и графических высказываний, предметные знания собственных экспертов, отвлеченные в компьютерные модели (виртуальные эксперты, искусственные гетерогенные коллективы), предметные знания привлекаемых со стороны и территориально удаленных экспертов, знания лиц, принимающих решения (например, системная динамика [5], стратегии параллельного мышления, методы потокограмм и шести шляп Де Боно [6]), отвлеченные в компьютерные модели (виртуальные ЛПР в ИГК), знания-модели консультантов (виртуальные консультанты), аватары – искусственные, интеллектуальные, виртуальные объекты, «машины», способные воплотить в виртуальном мире сенсорную, ментальную и моторную деятельность собственных и территориально удаленных экспертов и ЛПР, тем самым обеспечивая интерфейс вмешательства человеческого фактора-менеджмента (экспертов, консультантов-людей) в принятие решений. Менеджер, работающий в виртуальной среде должен обладать коммуникативными навыками, управлять знаниями и понимать, как оценить и заставить работать нематериальный капитал [7]. Формообразование в виртуальном мире управления и принятия решений зависит и от избранной метафоры: «конференция», «селекторное совещание», «совещание за круглым столом», «планерка», «консилиум» и др.

Визуализация – создание конечного продукта (схемы или рисунка), мыслительный процесс, средство усиления ментальных процессов человека, развитие и использование визуального мышления [8], мост, связывающий его зрительную систему с компьютером, помогая идентифицировать образы ресурсов, свойств, отношений, строить гипотезы, извлекать идеи. Визуализация – ответ на новые условия работы коллективного интеллекта: работать быстрее, с меньшими затратами; нехватка компетенций и новых работников; превышение предела человека по объему информации и другие. В этих условиях актуальны визуальная фасилитация и скрайбинг [9–11] – методы визуализации и поддержки групповой коммуникации, принятия решений и организационного развития. Они способствуют [12] «панорамности» мышления, увеличение потенциала групповой памяти, активизации экспертов, осознающих, что они поняты и их предложения зафиксированы графически по ходу анализа и конст-

руирования решений. В итоге открывается возможность разглядеть задачу или проблему, с одного взгляда увидеть и оценить состояние объекта управления, сделать наглядным процесс выработки и принятия решений коллективным интеллектом – субъектом визуального управления.

Комбинирование преимуществ инфокоммуникационных технологий гибридации, виртуализации и визуализации отражено в концептуальной модели нового класса интеллектуальных информационных систем – виртуальных гетерогенных коллективах (ВГК) экспертов-людей, управляющих виртуальными аватарами, и моделей гетерогенного модельного поля (ГМП) ИГК, имитирующих рассуждения экспертов и ЛПР (обладают логико-математическим, лингвистическим, пространственным и межличностным интеллектом) [13]. Таким образом, виртуальные гетерогенные коллективы – комбинация методов организации заочного взаимодействия экспертов и ИГК.

Создаваемая для естественной гетерогенной системы (например, коллектива отдела организации) инструментальная среда ВГК содержит:

- 1) ГМП, включающее N моделей экспертов и модель ЛПР;
- 2) множество из M аватар, мощность которого определяется ЛПР в зависимости от числа реальных участников ВГК;
- 3) когнитивный образ объекта – условия решаемой задачи, источник информации для реальных участников сформированного ВГК;
- 4) когнитивный образ субъекта – процесса принятия решения ВГК – источник информации для удаленных экспертов и ЛПР;
- 5) ВГК, сформированный ЛПР для решения сложной задачи, описание структуры которого вместе с описанием ситуации его успешного применения могут быть сохранены и инициализированы в дальнейшем при необходимости.

К данной инструментальной среде ВГК есть доступ только у ЛПР, коллектив реальных экспертов, сформированный им, получает доступ к уже сформированному ВГК. Для организации процесса решения сложной задачи ВГК на сервере размещается среда неигровых виртуальных миров, а интеграция моделей специалистов-экспертов и аватар выполняется посредством программ-клиентов. В среде виртуальной реальности создается комната для совещаний (рис. 1), в которую загружаются средства визуализации: схемы, диаграммы, презентации. Виртуальные совещания в таких специально оборудованных комнатах дают преимущества: творческие решения визуального мышления, широкий охват мнений экспертов, привлечение удалённых экспертов, единое понимание и лучшая групповая память.



Рисунок 1 – Результат визуально-образного моделирования комнаты для совещаний за круглым столом в среде виртуальной реальности OpenSimulator

В качестве среды разработки виртуальной реальности и моделирования отношений в визуальном управлении выбран многопользовательский сервер OpenSimulator [14] – инструмент проектирования трёхмерных динамических виртуальных миров. OpenSimulator имеет открытый исходный код и выпущен под лицензией BSD. Автоматизация процессов внутри среды симулятора возможна на: LSL/OSSL, C# и VB.NET в реальном времени.

В ВГК средства вычислительной, коммуникационной и медиатехники формируют среду для общения, а аватара – интерфейс управления реальным экспертом одной из моделей искусственного гетерогенного коллектива. При этом аватары должны понимать смысл вербально-символьных и графических высказываний, сопровождающих анализ задач и проблем, а также синтезировать, конструировать ответы на вопросы в виртуальном мире управления и принятия решений, чтобы при невозможности управления экспертом автономно участвовать в работе ВГК.

Оптический, визуальный канал аватары ВГК не может существовать вне языка профессиональной деятельности (ЯПД) с хорошо развитыми коммуникативными средствами. В информационных системах очень популярны графические, схематические высказывания. Схема адекватнее мысли, чем текст [15]. Образы во внутреннем мире эксперта целостны, структурны и одномоментны. Текст процессуален, сукцессивен и возникает в сознании «по частям», из которых конструируется целостный образ. Для высказывания сообщения коллективу эксперт редуцирует свой профессиональный тезаурус, богатство своего внутреннего представления на отдельные части и связывает с ними отдельные знаки. Затем части комбинируются по правилам восстановления целого образа. Язык – семантический конструктор для адекватного обмена сообщениями между экспертами – как содержание образов своего внутреннего мира, сознания [15]. Вербальные высказывания на ЯПД замедляют быстроту мышления и используют знаки, синтаксис которых не отражает содержание, т.е. семантика знаков условна, конвенциональна. Сознание эксперта способно модифицировать и поменять договоренности о закреплении за знаками значений, т.е. значения из словарей ЯПД имеют неопределенность в понимании и применении в «языке-конструкторе». В отличие от вербальных, схематические ЯПД – символные, их знаковая форма отражает содержание, снимая «отчужденность» знаков и значений, а наглядность делает символы релевантнее межпрофессиональной и межнациональной коммуникации. Как следствие языки схем бурно развиваются и активно применяются в профессиональной деятельности аналитиков, проектировщиков информационных систем для описания бизнес-процессов.







Главный недостаток схематических ЯПД разработчиков приложений для системного анализа, управления и обработки информации – ориентация на процессы, техническое, а не деятельностное мировоззрение. В них нет места системообразующему элементу деятельности, субъекту, человеку. В то время как работа ЛПР в коллективе экспертов – управление деятельностями, а не только ее частью, процессами. Это и определило выбор языка деятельностного плана, языка схематизированных изображений (ЯСИ) О. С. Анисимова [15] для реализации оптического, визуального канала ВГК.

ЯСИ во внешне замечаемой форме выражает содержание представлений в сознании эксперта. Результат воспроизведения наблюдаемого объекта – изображение на ЯСИ. При схематизации оно конструктивно перерабатывается: редуцируется на части; отбираются значимые для задачи или проблемы части; оформляются (придается форма) части и задаются их отношения.

Так формируется графическое высказывание на ЯСИ – схематическое, унифицированное изображение объекта как структура из элементов и отношений между


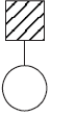



ними. Элементы рисуются геометрическими фигурами, а отношения – линиями. В ЯСИ графические высказывания строятся из базовых компонентов, алфавита: точек, линий, стрелочек и геометрических фигуры (табл. 1), всего около 40 единиц. Из этих «букв» создаются «слова», «словосочетания» и даже фразеологические обороты ЯСИ (табл. 2), всего их около 150. В качестве примера рассмотрим фрагмент графического высказывания «Язык в коммуникации» [15] на ЯСИ (рис. 2), редуцируем на составляющие и проведем её семантический анализ.

Таблица 1 – Фрагмент алфавита ЯСИ, используемого в виртуальном мире управления и принятия решений

Символ	Описание символа	Базовое онтологическое значение
	Незаштрихованная геометрическая фигура	Форма объекта
	Стрелка	Направленное проявление организованного непрерывного изменения состояния объекта.
	Прямая линия	Организованное непрерывное изменение состояния объекта. Он имеет механизм организации изменения своих состояний
	Внутренняя штриховка	Внутреннее содержание (морфология) объекта
	Круг	Неоформленный объект в стадии становления
	Прямоугольник	Закрытое пространство с наличием требований для пребывания в нем, отличных от требований пребывания во внешнем пространстве

Опираясь на алфавит языка (табл. 2), выделяем пять «слов»: 1) эксперт с внутренним планом сознания; 2) нечто, имеющее структуру; 3) знак и значение; 4) стрелка; 5) вербальное высказывание. Далее исследуем схему на предмет выявления отношений элементов. Например, «нечто, имеющее структуру» (2), назовем это «представление», содержится внутри элемента «Эксперт с внутренним планом сознания» (1). Это означает, что можно сказать: «Человек порождает у себя в сознании представление». «Представление» (2) и набор элементов «знак и значение» (3), именуемое в дальнейшем «словарь», связаны элементом «стрелка» (4). Это значит, что «происходит сопоставление элемента «значение» и «представление» из словаря». Далее, элемент «вербальное высказывание» (5) направлен от эксперта, значит «результат сопоставления, то есть представление выражается в вербальной форме».

Таблица 2 – Фрагмент словаря ЯСИ, используемый аватарами для коммуникации

Слово	Описание слова	Характеристика
	Человек с внутренним планом сознания	Статика. Морфологический аспект
	Знак и значение	Коммуникация
	Высказывание текста	Коммуникация
	Нечто, имеющее структуру	Общеонтологическая характеристика
	Способ действия, операция	Деятельность. Динамика

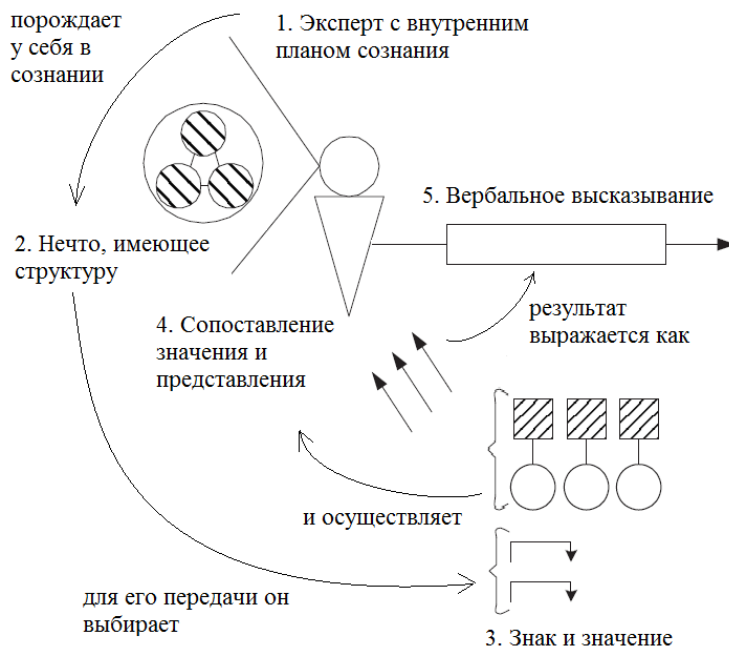


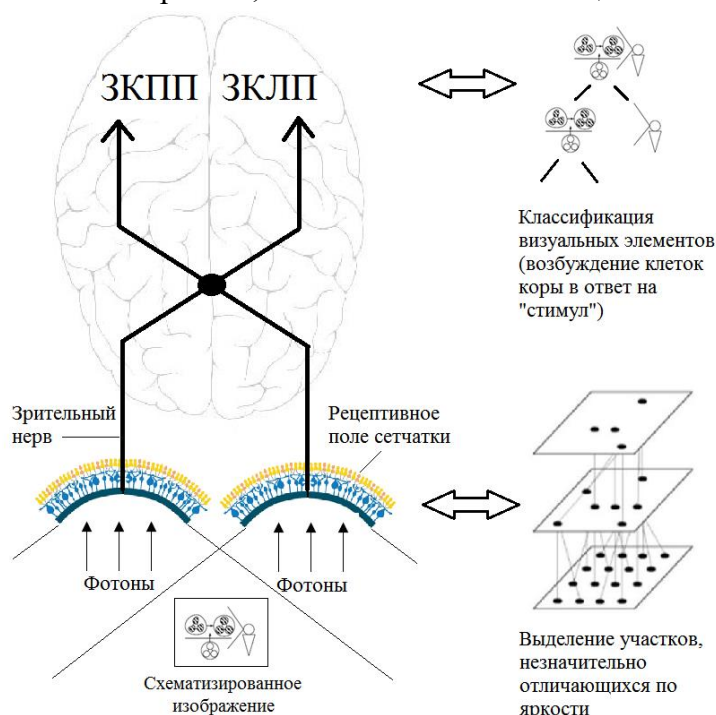
Рисунок 2 – Графическое высказывание аватары на ЯСИ

Таким образом, идентифицировав на схеме отдельные «слова» языка схематизированных изображений (ЯСИ) и отношения между ними, можно извлечь семантику идеи (мысли), сформулированной экспертом в процессе обсуждения поставленной задачи в виде схемы.

Реализация оптического, визуального канала ВГК на языке схематизированных изображений, межличностного интеллекта аватары требует наделить ее механизмом зрения и семантического анализа. Он выполняется по структурной схеме системы «глаз – мозг» [16], как модели восприятия окружающей среды, отображающей вербальное и образное мышления эксперта и формирование знаний. У глаза – два канала нервных ответвлений: в правое полушарие, образное восприятие и в левое, вербальное восприятие, сукцессивное, логическое, речеслуховое. Эксперт воспринимает и осознает «что видит» и «что слышит» после того, как его зрительная и слуховая сенсорные системы, их нейронная сеть адаптировались, установились межнейронные связи и сформировались (реорганизовались) паттерны – стабильные «семантические узоры» из клеточных активностей [16]. Таким образом, то что видит и слышит эксперт – ассоциации между одновременно, как единое целое, воспринимаемой иерархией образных форм и сукцессией логических связей признаков, понятий с символами. Это ассоциации визуального мышления – отождествления зрительной формы знака (например, буквы) со смыслом слова. Это и ассоциации вербального мышления, идентифицирующего звуки-знаки в мире зрительных и слуховых образов. Подобные ассоциации рассмотрены, например, в модели «концептосфера языка» [17] из когнитивной лингвистики.

Механизм, реализующий зрение аватары в ВГК, следуя [16], получил в виртуальном мире управления и принятия решений метафорическое название «Интеллектуальный электронный глаз» аватары зрительного восприятия. Концептуальная схема этого механизма, применительно к ЯСИ приведена на рис. 3. Когда аватара смотрит на схематизированное изображение, отраженный от него свет фокусируется на рецептивном поле, «сетчатке» каждого глаза, сконструированном как кружок с

«ON» (формирует импульсы, когда свет попадает на рецептор) или «OFF» (формирует импульсы, когда свет не попадает на рецептор) центром и наружным кольцом противоположного действия. Такие поля подчеркивают контуры изображения и усиливают контраст между участками картинki, незначительно отличающимися по яркости [18].



Обозначения: ЗКПП, ЗКЛП – зрительная кора левого и правого полушария мозга, соответственно

Рисунок 3 – Механизм зрения аватары

От «сетчатки» сигналы направляются в «зрительную кору головного мозга», задача которой – использовать их для извлечения семантически полезной информации. Рецептивное поле подключено к клеткам «зрительной коры» через множество промежуточных нейронов. Благодаря такому соединению клетки «зрительной коры» реагирует на тот или иной элемент изображения – выделяют его. Например, часть клеток может быть «настроена» на выделение прямых тонких линий. Едва такая линия попадает в область сетчатки, где дислоцировано такое поле, нейроны коры «возбуждаются». Результат – зрительная сцена в том виде, как аватара ее воспринимает, со всей сложностью форм, цвета и текстуры.

Задача «сетчатки» по выделению незначительно отличающихся по яркости участков изображения решается методом адаптивной динамической структуризации (АДС) [16]. В его основе – принцип построения рекурсивно-древовидных структур, несущих ассоциативную идентификацию. АДС приводит к появлению крупных структурных единиц для выявления существенно значимых семантических компонент и устанавливает понятийные отношения.

Семантический анализ схематизированного изображения требует выделения фрагментов связанного множества пикселей на изображении, то есть элементов ЯСИ. Фрагменты изображения несут семантическую нагрузку, а построенная структура должна быть рекурсивно-иерархической, для возможности быстрого поиска и ассоциативной идентификации фрагментов с их семантическими отношениями и заданными свойствами на изображении.

Структура фрагментов строится итеративно, начиная с «нулевого» уровня (исходное изображение), объединением пикселов с неразличимыми параметрами, например освещенности, цветности и др. Обычно схематизированное изображение – черно-белое: белый фон и черный цвет контуров схемы. По Боумену [19], эффективное графическое высказывание строится над словарем форм из точек, линий, цветовой палитры и текстуры. Введение цвета в схематизированное изображение объединяет пиксели каждого элемента ЯСИ по цветности, и сегментирует графическое высказывание по уровням «один сегмент (элемент визуального языка) – один цвет».

Последующие уровни объединяют фрагменты предыдущих, исходя из заданного критерия их эквивалентности. Итеративное объединение фрагментов образует многоуровневую иерархию – динамическое дерево. Такая адаптивно-динамическая структура эффективно выявляет фрагменты для семантической локализации и идентификации объектов. Многоуровневая сегментация – базовая структура для алгоритмов локализации и выделения элементов ЯСИ на схемах.

Система семантико-ориентированного визуального анализа реализуется на платформе .NET, а также с использованием библиотек компьютерного зрения OpenCV и нейронных сетей Accord.NET. Система реализована как динамически подключаемая библиотека (DLL), методы которой принимают параметры (схематизированное изображение) и возвращают значение (семантику визуального образа), представленное в текстовой форме. Данное решение использовано в плагине к системе OpenSimulator для автоматического восприятия схем, изображенных на общей для группы экспертов «доске объявлений» в комнате для совещаний за круглым столом, отображения текстового представления экспертам виртуального мира принятия решений, и наоборот, построения схематизированного изображения на основе словесного высказывания эксперта.

Рассмотрим структуру системы «Интеллектуальный электронный глаз аватары» (рис. 4). Она состоит из подсистемы восприятия визуальной информации в составе модулей сегментации (функция «сетчатки») и классификации (функция «зрительной коры») и подсистемы семантического анализа.

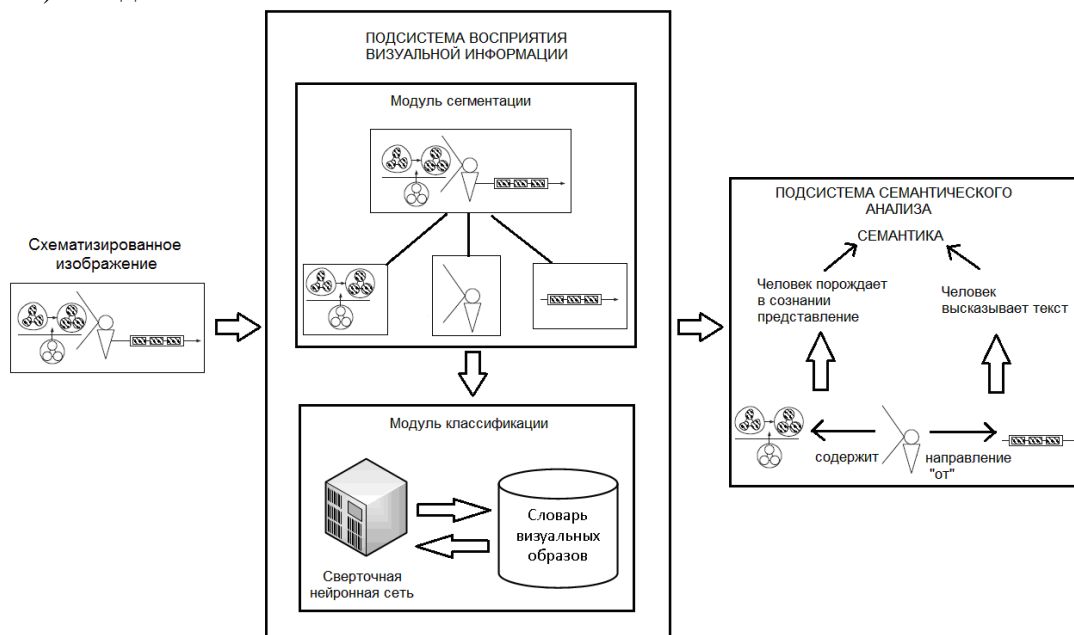


Рисунок 4 – Структура системы «Интеллектуальный электронный глаз»

Анализируемое схематизированное изображение поступает на вход подсистемы восприятия визуальной информации и попадает в модуль сегментации, реализующий функции сетчатки глаза. Этот модуль сегментирует изображение методом АДС, отделяя элементы от общего фона. Далее, каждый выделенный сегмент поступает в модуль классификации, имитирующий функции зрительной коры головного мозга, где сверточная нейронная сеть (обученная на словаре ЯСИ) решает задачу классификации, т.е. соотнесения поступившего сегмента с элементом словаря визуальных образов. Классифицированные образы поступают на вход подсистемы семантического анализа. Она обращается к хранилищу визуальных шаблонов, содержащему характеристики и свойства элементов визуального языка, определяет взаимное расположение объектов (отношения «содержит», «включает», «связан с», «направлен от», «направлен в» и т.д.), и на основе этого строит вербальное, текстовое описание идеи, задачи или решения.

Предлагаемая модель «интеллектуального электронного глаза» наделяет аватары и компьютерные модели экспертов механизмом зрения и семантического анализа, позволяя им «разговаривать» на языке схематизированных изображений. Применение этого языка позволяет членам коллектива «увидеть» решение проблемы, используя механизмы визуального мышления без символично-логических рассуждений.

Заключение

В современном управлении актуальны системы, обрабатывающие визуальную информацию и помогающие конструировать решения. К таким системам относятся виртуальные гетерогенные коллективы, комбинирующие усилия реальных специалистов-экспертов посредством аватар и виртуальных моделей, имитирующих рассуждения экспертов на разнообразии информации в модельных полях. Такие системы имитируют «реальное» и «ментальное», комбинируют преимущества западного с достоинствами восточного мышления, «вербальное» и «образное» в динамичных виртуальных мирах. Для совершенствования работы коллективного интеллекта необходимо наделять аватар механизмом зрения и семантического анализа, что имитирует восприятие аватарами визуальной информации в виртуальном мире принятия решений. В процессе коммуникации аватары используют ЯСИ, применение которого повышает надежность и скорость восприятия идей и мыслей, сопровождающих анализ задач и проблем, поставленных перед коллективом. Такие системы наиболее востребованы в условиях неопределенности, когда предметная область слабоструктурирована, характеризуется быстроменяющейся обстановкой и необходимостью учитывать большое количество разнообразной информации.

Список литературы

1. Колесников А. В. Гибридные интеллектуальные системы. Теория и технология разработки [Текст] / А. В. Колесников. – Санкт-Петербург : Издательство СПбГТУ, 2001.
2. Колесников А. В. Гибридные интеллектуальные системы с самоорганизацией: координация, согласованность, спор [Текст] / А. В. Колесников, И. А. Кириков, С. В. Листопад. – Москва : ИПИ РАН, 2014.
3. Дубовицкая Д. А. Значение процесса виртуализации в современном пространстве культуры [Текст] / Д. А. Дубовицкая // Культура и мировоззрение. – 2012. – № 11 (045). – С. 372–377.
4. Тарасов В. Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика [Текст] / В. Б. Тарасов. – Москва : Эдиториал УРСС, 2002. – 352 с.
5. Каталевский Д. Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении [Текст] / Каталевский Д. Ю. – Москва : Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015.

6. Де Боно Э. Параллельное мышление [Текст] / Де Боно Э. – Минск : «Поппури», 2007.
7. Уорнер М. Виртуальные организации. Новая форма ведения бизнеса в XXI веке [Текст] / М. Уорнер, М. Витцель. – Москва : Издательство «Добрая книга», 2005. – 296 с.
8. Арнхейм Р. Визуальное мышление [Текст] / Р. Арнхейм // Хрестоматия по общей психологии – Москва : Издательство МГУ, 1981. – С. 97–107.
9. Сиббет Д. Увидеть решение: Визуальные методы управления бизнесом [Текст] / Д. Сиббет. – Москва : Издательство «Альпина Паблишер», 2016. – 430 с.
10. Келси Д. Блестящие совещания. Правила эффективной групповой работы! [Текст] / Д. Келси, П. Пламб. – Москва : Издательство «Эксмо», 2013.
11. Петровский П. Скрайбинг. Объяснить просто [Текст] / П. Петровский, Н. Любецкий, М. Кутузова. – Москва : Издательство «Э», 2016.
12. Сиббет Д. Визуализируй это! Как использовать графику, стикеры и интеллект-карты для командной работы [Текст] / Д. Сиббет. – Москва : Издание «Альпина Паблишер», 2013. – 269 с.
13. Концептуальная модель виртуальных гетерогенных коллективов для поддержки принятия групповых решений [Текст] / [Кириков И. А., Колесников А. В., Румовская С. Б. и др.] // Системы и средства информатики. – 2016. – Т. 26. Выпуск 3. – С. 93–105.
14. Электронный ресурс : <http://www.opensimulator.org>
15. Анисимов О. С. 100 схем [Текст] / О. С. Анисимов. – Новгород : Издательство «Печатный двор Великий Новгород», 2013. – 156 с.
16. Александров В. В. Цифровая технология инфокоммуникации. Передача, хранение и семантический анализ текста, звука, видео / В. В. Александров, С. В. Кулешов, О. В. Цветков. – Санкт-Петербург : «Наука», 2008. – 244 с.
17. Попова З. Д. система языка: Внутренняя организация, категориальный аппарат и приемы описания: учебное пособие [Текст] / З. Д. Попова, И. А. Стернин. – Москва : Книжный дом «Либроком», 2011.
18. Демидов В. Е. Как мы видим то, что видим [Текст] / В. Е. Демидов. – Москва : Издательство «Знание», 1979.
19. Боумен У. Графическое представление информации [Текст] / У. Боумен. – Москва : Издательство «Мир», 1971.

References

1. Kolesnikov A.V. *Hybrid Intelligent Systems. Theory and technology of development*. St. Petersburg, Publishing House of St. Petersburg State Technical University, 2001.
2. Kolesnikov A.V., Kirikov I.A., Listopad S.V. *Hybrid intelligent systems with self-organization: coordination, consistency, dispute*. Moscow, IPI RAS, 2014.
3. Dubovitskaya D.A. The Importance of the Virtualization Process in the Modern Space of Culture. *Culture and Worldview*, 2012, no. 11 (045), pp. 372-377.
4. Tarasov V.B. *From multi-agent systems to intellectual organizations: philosophy, psychology, informatics*. Moscow, Editorial URSS, 2002. 352 p.
5. Katalevsky D.Yu. *Fundamentals of simulation and system analysis in management*. Moscow, Delo RANHiGS Publ., 2015.
6. De Bono E. *Parallel thinking*. Minsk, “Poppuri”, 2007.
7. Warner M., Wittsel M. *Virtual organizations. A new form of business in the XXI century*. Moscow, The Good Book Publishing House, 2005. 296 p.
8. Arnheim R. Visual thinking. *Reading book in general psychology*. Moscow, MSU Publ., 1981, pp. 97-107.
9. Sibbet D. *See the solution: Visual methods of business management*. Moscow, Alpina Publ., 2016. 430 p.
10. Kelsey D., Plumb P. *Brilliant meetings. Rules for effective group work!*. Moscow, Eksmo Publ., 2013.
11. Petrovsky P., Lyubetsky N., Kutuzova M. *Scribing. To explain is simple*. Moscow, “E” Publ., 2016.
12. Sibbet D. *Visualize this! How to use graphics, stickers and intelligence cards for teamwork*. Moscow, Alpina Publ., 2013. 269 p.
13. Kirikov I.A., Kolesnikov A.V., Rumovskaya S.B., Barzenkov A.V., Petrenko E.V. A conceptual model of virtual heterogeneous groups for supporting the adoption of group decisions. *Systems and Means of Informatics*, 2016, vol. 26, no. 3, pp. 93-105.
14. *OpenSimulator*. Available at: <http://www.opensimulator.org>
15. Anisimov O.S. *100 schemes*. Novgorod, Printing Yard Velikiy Novgorod Publ., 2013. 156 p.

16. Alexandrov V.V., Kuleshov S.V., Tsvetkov O.V. *Digital technology of infocommunications. Transmission, storage and semantic analysis of text, sound, video*. St. Petersburg, Science Publ., 2008. 244 p.
17. Popova Z.D., Sterin I.A. *Lexical system of language: Internal organization, categorical apparatus and methods of description*. Manual. Moscow, Librocom Publ., 2011.
18. Demidov V.E. *How we see what we see*. Moscow, Knowledge Publ., 1979.
19. Bowman U. *Graphical representation of information*. Moscow, Mir Publ., 1971.

RESUME

A. V. Kolesnikov, S. V. Listopad, I. A. Benko, F. G. Maitakov
Visual thinking in the virtual world of control and decision-making

Background: this article proposes an approach to improving the quality of systems for making collective decisions by using virtual heterogeneous teams, implemented in non-gaming virtual reality environments, consisting of avatars of real experts and models of a heterogeneous field.

Materials and methods: implementation of an active world outlook and communication in the team of experts managing avatars and artificial intelligent models is carried out using visual languages based on the theory of activity and psychology of meaning developed by D.A. Leontief and the language of the schematized images of O.S. Anisimov.

Results: "intelligent electronic eye" model is proposed to perceive the utterances of such a language, using the adaptive-dynamic structuring of V.V. Alexandrov, as well as methods of visual facilitation. This model is built as a hybrid intelligent system based on the methods of convolutional neural networks and fuzzy logic. Visual mapping of the decision-making process in virtual environment ensures the perception of visual and spatial information for experts and is a necessary condition for constructing a solution in a virtual heterogeneous team. Research is implemented in the visual management metaphor "room for round table meetings" over virtual model of decision-making world.

Conclusion: proposed "intelligent electronic eye" model let experts through avatars and computer models to "speak" single language, that allows "to see" the solution of the problem without lengthy reasoning. And the development of virtual heterogeneous team in the metaphor of "room for meetings at a round table" makes it possible to unite experts and models in a single team, ensuring the emergence of systemic, synergistic effects. Such systems are most in demand when the subject area is uncertain, poorly structured, characterized by a rapidly changing environment and there is the need to take into account a large value of diverse information.

Статья поступила в редакцию 21.08.2017.