



«Утверждаю»

Первый проректор –
- проректор по научной работе
РУДН, профессор



/Н.С. Кирабаев/

Дата: 2016

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Дуденкова Владимира Михайловича «Разработка нейросетевых моделей человеко-машинного общения», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики»

Актуальность темы

Компьютеризация профессиональной деятельности создала благоприятные условия для повышения производительности труда, внедрения новых технологий управления информационными процессами, упрощения некоторых форм труда человека-оператора. В связи с развитием вычислительной техники сделан большой шаг в исследовании человеко-машинных информационных систем. Однако за время существования этих систем не удалось полностью перейти на автоматическую работу системы без участия оператора. Это происходит благодаря многим причинам, основные из них следующие. Во-первых, многообразие ситуаций при взаимодействии информационной системы с внешним миром, включая форс-мажорные обстоятельства, которые могут

возникнуть, например, в космонавтике, авиации, энергетике. Во-вторых, у современных компьютеров отсутствует ассоциативное «мышление». В-третьих, в динамично развивающейся внешней обстановке системы принятия решения без воздействия и поддержки человека-оператора практически не только не эффективны, но могут привести к катастрофическим последствиям.

Создание автоматизированных (с участием оператора) информационных систем связано с решением проблемы по изучению эффективности информационного взаимодействия человека с компьютером. Основная работа человека-оператора при взаимодействии с компьютером заключается в восприятии информации, ее обработке и принятии решения. Восприятие и обработка информации заключается в обнаружении, распознавании и классификации изображений, предъявляемых на экране дисплея. В настоящее время не решена задача оценки работы человека оператора в автоматизированной информационной системе.

Возникает актуальная задача разработки модели работы человека-оператора, распознающего изображения, предъявляемые на экране дисплея, и принимающего решение по их классификации и компьютерной реализации модели с использованием нейросетевых технологий, а также оценки эффективности модели в вычислительном эксперименте и натурном эксперименте с группой операторов.

Таким образом, тема диссертационной работы Дуденкова Владимира Михайловича, посвященная разработке, исследованию и оценке эффективности нейросетевой модели человеко-машинного общения представляется **весьма актуальной**.

Тематика диссертационной работы соответствует одному из основных научных направлений Воронежского государственного университета «Математическое моделирование, программное и информационное обеспечение, методы вычислительной и прикладной математики и их применение к фундаментальным исследованиям в естественных науках».

Анализ содержания диссертационной работы

Диссертационная работа содержит введение, четыре главы основного текста, заключение, списка библиографических источников и приложения,

Во введении обоснована актуальность работы, ясно сформулирована цель и задачи исследования, отражены научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов исследования, положения, выносимые на защиту, приведены сведения о достоверности результатов и апробации работы.

Первая глава диссертации посвящена анализу информационных человеко-машинных систем. Рассмотрены основные понятия инженерной психологии, которая является научной дисциплиной, находящейся на стыке технических и психологических наук. Рассмотрена классификация систем «человек-машина» по основным группам признаков: целевое назначение системы, характеристики человеческого звена, тип и структура машинного звена, тип взаимодействия компонентов системы. Оценка особенностей

операторской деятельности в информационных системах «человек-машина» показала, что наибольший интерес представляют системы, которые используются для получения информации, необходимой для распознавания и принятия решений. В таких системах человек-оператор воспринимает информацию со средств отображения (индикаторы, дисплеи), преобразует ее в концептуальную модель, на основании которой принимает решение об изменении состояния воспринимаемого объекта. Представлены результаты сравнительного анализа работы человека-оператора и компьютера.

На основе публикаций отечественных и зарубежных авторов приведен подробный анализ исследований и моделирования систем «человек-машина» и «человек-компьютер». На основании рассмотренных многочисленных математических моделей работы человека-оператора сделан вывод о перспективном использовании нейронных сетей и имитационного моделирования для решения поставленной в диссертации задачи.

Во второй главе рассматриваются основные теоретические предпосылки для построения имитационной модели человека-оператора и экспериментального исследования его работы по распознаванию изображений, представленных на экране дисплея. На основании понятия сенсорного пространства человека, теории статистических решений, законов психофизики, инженерной и когнитивной психологии разработана структурная модель работы человека-оператора при распознавании изображений. Структурная модель описывается с помощью трех операторов. Первый оператор осуществляет линейное преобразование поступившего воздействия в сенсорный результат наблюдения. Второй оператор задает однозначное отображение сенсорного пространства в пространство решений с помощью дискриминантных функций. С помощью третьего оператора наблюдатель реализует выбранные действия. Таким образом, структурная модель работы человека оператора может быть представлена в виде следующих подсистем: когнитивной, решающей, исполнительной и блока внутренних источников информации и память. Блок внутренней информации отражает влияние прошлого опыта человека, особенностей процессов памяти и внимания, мотивационно-оценочных структур, а также эмоционального состояния на подсистемы модели.

На основе этой модели разработана методика и проведены эксперименты с группой операторов по распознаванию и классификации изображений двух классов кораблей, предъявляемых на экране дисплея на фоне шумов. В процессе экспериментов измерялось зрительное утомление с помощью показателя «устойчивости ясного видения». Анализ результатов показал, что операторы не испытывали значительное зрительное утомление, а это есть показатель чистоты экспериментов. Для проведения экспериментов разработано специальное программное обеспечение.

В третьей главе представлен обширный анализ работы различных нейронных сетей с целью использования их для компьютерной реализации, разработанной структурной модели. Сравнительный анализ байесовского

классификатора, классификатора, основанного на методе потенциальных функций, и многослойного персептрона проведен с помощью компьютерного моделирования.

Получено, что помимо архитектуры сети, наибольшее влияние на эффективность работы нейронной сети оказывают обучающие выборки. Экспериментальный и визуальный анализ влияния обучающих выборок на эффективность работы многослойного персептрона был проведен с помощью нелинейного проекционного метода отображения Семмона. Получено, что на способность обобщения многослойного персептрона влияет суммарная информативность обучающих примеров, выражающаяся в отличии их друг от друга.

Результаты вычислительного эксперимента показали, что применение сверточной нейронной сети при распознавании изображений экономит вычислительные средства по сравнению с многослойным персептроном.

Применение нейросетевого подхода к распознаванию образов дало возможность представить имитационную структурную модель работы человека-оператора в виде двух подсистем моделируемых сетью извлечения признаков (когнитивная подсистема) и сетью, отвечающей за принятие решений (решающая и исполнительная подсистема).

Помимо непосредственно нейросетевых алгоритмов в когнитивной подсистеме используется сегментация изображений. Значительная часть изображений для классификации повторяется, поэтому имеет смысл работать только с различающимися областями, которые разделяются на сегменты с помощью агломеративного метода иерархической кластеризации

Для моделирования работы решающей подсистемы используется гибридная нейронная сеть нечеткой логики.

На основе нейросетевых моделей, гибридных нейронных сетей и сегментации разработан алгоритм классификации изображений, согласующийся с исследованиями в области инженерной психологии, психофизики и теории статистических решений, используемый для моделирования работы человека-оператора в системе «человек-дисплей».

В четвертой главе описывается вычислительный эксперимент по моделированию распознавательного комплекса, представленного в главе III. Результаты вычислительных экспериментов и их математический анализ показали, что в качестве ядра когнитивной подсистемы следует использовать самоорганизующиеся карты Кохонена — нейросетевой алгоритм, обучающийся без учителя, со сравнительно простой архитектурой.

В этой главе представлена структура программного комплекса по классификации изображений. Программное обеспечение было разработано на языке программирования C++ в среде Visual Studio 2010. Оно представляет собой библиотеки классов, реализующие ряд нейросетевых алгоритмов: многослойные сети прямого распространения, сверточные нейронные сети, самоорганизующиеся карты Кохонена, гибридные нейронные сети. С помощью разработанного программного обеспечения

были проведены эксперименты с нейросетевым классификатором на основе самоорганизующихся карт Кохонена и гибридной сети нечеткой логики.

Результаты работы этого комплекса по распознаванию и классификации изображений сравниваются с результатами натурального эксперимента с группой операторов. Статический анализ показал, что структурная модель и ее нейросетевая компьютерная реализация адекватно описывают работу человека-оператора.

Выводы по главам соответствуют содержанию проведенного автором исследования. Представленные в работе результаты обоснованы и достаточно полно отражены в публикациях.

В заключении изложены научные результаты диссертации, имеющие теоретическую и прикладную значимость.

Материалы диссертационной работы изложены понятно, логично и аргументировано.

Научная новизна результатов работы заключается в следующем.

1. На основании теории статистических решений, законов психофизики и инженерной психологии разработана структурная модель работы человека-оператора, который воспринимает информацию в виде изображений, предъявляемых на экране дисплея, и решает задачу по классификации. Разработанная автором модель позволяет оценить эффективность системы «человек-дисплей».
2. Применение нейронных сетей для компьютерной реализации разработанной структурной модели стало возможным в результате представления ее, благодаря законам психофизики, в виде двух подсистем: когнитивной и решающей.
3. Для эффективного решения задачи распознавания и классификации изображений в условиях малого объема обучающей выборки и экономии вычислительных средств разработан алгоритм распознавательного нейросетевого комплекса, который использует самоорганизующиеся карты Кохонена и гибридную сеть нечёткой логики.
4. Для проведения вычислительных экспериментов для анализа и оценки работы человека-оператора и распознавательного нейросетевого комплекса создано специальное программное обеспечение, позволившее показать, что структурная модель и ее нейросетевая реализация адекватно описывают работу человека-оператора в системе «человек-дисплей».

Диссертационная работа Дуденкова В.М. выполнена на современном теоретическом уровне с использованием соответствующих разделов теории статических решений, психофизики, инженерной психологии, теории распознавания образов и обработки изображений, теории искусственных нейронных сетей, а также технологии программирования.

Обоснованность и достоверность результатов, полученных в диссертации, подтверждаются большим объемом статистических данных вычислительных и натуральных экспериментов, корректным применением методов программирования искусственных нейронных сетей, а также

совпадением взаимно дополняющих друг друга теоретических и экспериментальных исследований

Основные результаты и положения диссертационной работы отражены в 12 публикациях, в том числе 2 в изданиях, рекомендованных ВАК. Получены 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Результаты диссертации обсуждались на международных и всероссийских научных и научно-технических конференциях. Количество и качество опубликованных по теме диссертации трудов подтверждает достаточную глубину исследований, проведенных автором, новизну и необходимый уровень апробации работы.

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертационной работы.

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов диссертации

Теоретические обоснования разработки структурной модели работы человека-оператора по распознаванию изображений позволяют проектировать и использовать нейросетевые распознавательные комплексы системы «человек-дисплей». Теоретические результаты диссертации используются в учебном процессе Воронежского государственного университета при чтении спецкурсов и выполнении курсовых, дипломных работ и магистерских диссертаций.

Практические результаты работы используются и тестируются на предприятия ООО «Тэга» в г. Воронеж.

Практические результаты диссертационной работы положены в основу прикладных программ, зарегистрированных в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (ФГУ ФИПС) Программа «DirectAndConvolutionNet 1.0» / Дуденков В.М. – М.: ФГУ ФИПС, 2014. Рег. № 2015618275 от 04.08.2015г.

Программа «FuzzyAndCohonenNet 1.0» / Дуденков В.М. – М.: ФГУ ФИПС, 2014. Рег. № 2015618276 от 04.08.2015г.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Результаты, полученные в диссертации, могут быть использованы в научных и прикладных исследованиях, проводимых в Российском университете дружбы народов (г. Москва), НИУ «МЭИ» (г. Москва), в МГТУ им. Н.Э. Баумана, СПИИРАН, Санкт-Петербургском государственном университете, Белгородском государственном национальном исследовательском университете, Воронежском государственном техническом университете.

По диссертации необходимо сделать следующие замечания.

1. При проведении эксперимента с операторами обращается внимание на их утомляемость, однако, выбор метода фиксирования зрительного утомления (измерение показателя «устойчивости ясного видения») нигде не обосновывается.

2. Поскольку разработанная структурная модель не вносит никаких ограничений на используемые алгоритмы, было бы разумно провести

дополнительные эксперименты с иными нейросетевыми моделями, чтобы сделать вывод о целесообразности использования самоорганизующихся карт Кохонена и гибридных нейронных сетей.

3. В третьей главе диссертации не приведены зависимости времени обучения нейронных сетей от количества итераций. Эти зависимости могли бы быть еще одним важным параметром, характеризующим эффективность работы нейронных сетей.

4. Нелинейный проекционный метод отображения Семмона, используемый автором для визуального анализа обучающих выборок, можно было бы представить и в математическом виде.

5. Алгоритм работы самоорганизующихся карт Кохонена, представленный на рисунке 4.2.2., труден для восприятия.

Заключительная оценка

Сделанные замечания существенно не влияют на общую положительную оценку работы. Диссертация Дуденкова В.М. является законченной научно-квалификационной работой, которая содержит новые научные результаты в области разработки нейросетевых моделей человеко-машинного общения.

По актуальности, уровню теоретической проработки, научной новизне и практической значимости полученных результатов представленная работа соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор, Дуденков Владимир Михайлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики»

Автореферат диссертации в основном соответствует ее содержанию.

Диссертация рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики и мехатроники РУДН, протокол заседания от 14 декабря 2016г, №1

Директор инженерной академии
профессор, д.т.н.



/Ю.Н. Разумный/

Заведующий кафедрой
кибернетики и мехатроники РУДН
профессор, д.т.н.

/А.И. Дивеев/

профессор кафедры, д.т.н.

/К.А. Пупков/