

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Нгуен Нгок Зиена «Алгоритмы построения адаптивного языкового человеко-машинного интерфейса для программных систем», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.11 – математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

Нгуен Нгок Зиен выполнял диссертационную работу в Отделе подготовки научных кадров АО «Институт точной механики и вычислительной техники им. С. А. Лебедева Российской академии наук» в группе адаптивных методов управления. Основным направлением группы является развитие теории и приложений биоинспирированного метода «автономного адаптивного управления» (ААУ). Метод автономного адаптивного управления имеет своей целью развитие, моделирование и исследование концептуальной модели нервной системы, построение на ее основе прикладных программных систем. В группе уже разработано достаточно много работающих программных моделей, реализующих систему ААУ, демонстрирующую заявленные свойства адаптивного управления, в котором обучение осуществляется в одном процессе с управлением, и прототипов прикладных систем на основе этого метода. Тем самым, «доказана теорема существования» - системы такого типа могут существовать и эффективно работать. Однако актуальным остается вопрос о методике создания таких систем для конкретных прикладных объектов. Дело в том, что в адаптивной системе ААУ, как и абсолютно во всех самообучаемых системах, «адаптивная мощность» самой системы не может быть слишком высокой на одном уровне ее реализации, и абсолютно всегда требуется задание априорной информации, определяющей: правила формирования образов, границы применимости, оптимальные временные длительности рабочих циклов, набор эффективных датчиков и актуаторов, и много других параметров, данных и ограничений. Такая необходимая априорная информация для каждого «индивида» - конкретного объекта управления, находится другими адаптивными механизмами вне его. Например, в природе - в ходе естественного отбора, эволюции вида и т.д., в технике – на этапе конструирования системы и ее предварительной оптимизации на основе имеющихся данных о будущих условиях эксплуатации системы и оптимизационной науки. Поэтому актуальны любые методы и алгоритмы, способные автоматизировать процесс конфигурирования и конструирования такой программной системы, заменить внешние способы получения априорной информации. В случае системы ААУ в ее нейросетевом варианте (а возможны и иные способы ее построения) – это алгоритмы автоматического

конструирования («выращивания») сетей нейронов, из которых конструируются подсистемы системы. Диссертация Нгуен Нгок Зиэпа, в частности, как раз и предлагает одно из таких решений.

Однако наиболее ценной задачей, которую Нгуен Нгок Зиэп решил в своей диссертационной работе, являются разработанные им программные решения, обеспечивающие создание таких вариантов системы ААУ, в которых порождаются языковые явления (язык здесь используется в прямом смысле – как разговорный язык общения). Ценность этого состоит в 2-х аспектах. 1-е это то, что в представленном решении – нейросетевых механизмах, обеспечивающих возникновение языковых ассоциаций, мы видим первый прецедент воссоздания биологического механизма этого явления. До сих пор в мире распознавание языка осуществлялось разными ad hoc решениями, в том числе с помощью ИНС, которые не только по нашему мнению, имеют малое отношение к реальным нейронам и нервным сетям (подробнее в моих публикациях), в то время как наши модели нейронов мы считаем наиболее близкими к биологическим нейронам. 2-е это то, что именно наша технология, реализованная Зиэпом, позволяет делать некоторые вещи, которых не могут делать другие подходы, а именно, обучаться – ассоциировать произносимые человеком слова с реальными объектами на ходу – непосредственно в процессе управления. Обычно же требуется предварительное обучение программы.

Необходимо сказать также следующее.

Первое. Адаптивность в программной системе может обеспечиваться на разных ее уровнях – на уровне элементов, на уровне алгоритма программы, на уровне структуры программы, на уровне данных, на уровне задач и их коммутации и др. Реализация любого из таких решений делает систему адаптивной. Тем более что сегодня словом «адаптивный» обозначают порой самые примитивные варианты, например, выбор пользователем по своему усмотрению одной из возможных опций. Решения, разработанные Зиэпом, относятся к разным таким уровням – где-то используются адаптивные свойства нейрона, где-то создан алгоритм для конфигурирования сети нейронов, где-то адаптация идет за счет набора информации (статистики). Это все корректно, потому что именно эти механизмы адаптации использует и природа. Конечно, можно было применить все эти подходы одновременно во всех местах программной системы, но это уже задача другого масштаба, и не столько исследовательского, сколько инженерного плана.

Второе. Могут спросить, не слишком ли мал реализованный словарь из двух-трех слов, чтобы называть это языком? Мы считаем, что главное в работе на звание кандидата

физико-математических наук, это разработать новые технологии. И в данной работе они разработаны! Показано, как можно распознавать слова, как строить сети, как ассоциировать слова с объектами, как затем можно использовать слова для управления. Это весь набор необходимых алгоритмов. Чтобы наработать языковой словарь большого объема, достаточного для эффективного разговорного языка – например, несколько сотен слов – это задача для совсем другой работы. В настоящей же диссертации разработаны и представлены основные «кирпичи», из которых можно будет сложить «здание» практической системы.

Третье. Безусловно, основной результат Нгуен Нгок Зиэпа – это практическая программная реализация тех идей и концепции, которые были предложены в теории автономного адаптивного управления, с решением множества специфических программистских задач, которые относятся к настоящей специальности, и которые Нгуен Нгок Зиэп весьма успешно решил. Этим определяется теоретическая и практическая значимость результатов данной работы Нгуен Нгок Зиэпа.

Диссертация состоит из введения, 4-х глав и заключения.

Во введении приведен обзор состояния проблемы, методов и подходов, имеющих отношение к теме, и сделана постановка задачи. В частности, рассмотрены известные подходы к построению языковых систем и интерфейсов, коротко представлен метод ААУ, как основная методология в данном исследовании, даны определения основных понятий и постановка задачи.

Глава 1 является главной. В ней представлены основные программные реализации того «конструктора», из которого собираются нейросетевые реализации разрабатываемых программных систем, в частности, систем ААУ и их подсистем. Это нейроны, сети, реализующие основные функции системы ААУ – распознавание образов, базу знаний, принятие решений. И описаны разработанные диссертантом нейросетевые конструкции (фильтры), позволяющие формировать нужные образы как статических, так и динамических прообразов, а также алгоритмы, позволяющие автоматически формировать эти нейросетевые конструкции. А именно, алгоритм на основе «дерева событий». Центральным механизмом, позволяющим ассоциировать образы языковых объектов - слов с образами реальных объектов, является самообучаемый нейрон, в котором по мере снижения порога, определяющего полноту входного сигнала, возникает возможность ассоциировать разные образы, если они распознаются одновременно. В диссертации все эти идеи реализованы в достаточно полной мере, их работоспособность показана на

примере нескольких слов, и в дальнейшем они могут быть тиражированы и использованы для формирования образов большого количества слов.

В главе 2 представлены разработанные автором программы, предназначенные для формирования и распознавания образов звуковой информации. Запрограммирован весь тракт прохождения информации от датчиков к базе знаний и принятию решений. Во входном тракте использованы некоторые физические преобразования информации, адекватные природным – например, преобразование Фурье. Разработаны некоторые специальные программные конструкции, например, банк фильтров и др. Результаты этой главы – разработанные автором алгоритмы и программы также являются «кирпичиками», из которых можно складывать адаптивные языковые человеко-машинные интерфейсы.

Глава 3 посвящена вопросам реализации основных программных модулей адаптивной программной системы, в которой организуются свойства языкового интерфейса. Все это на примере такой программной системы, как система автономного адаптивного управления. Рассматриваются вопросы выбора языка программирования и протоколов обмена информацией между модулями системы управления. Строится ядро системы управления, классы в объектно-ориентированном языке программирования (выбран Python), реализующие модели нейронов, способы программирования сетей из таких нейронов, способы реализации дерева событий, предназначенного для поиска коррелирующих срабатываний нейронов.

В главе 4 представлен разработанный автором программный прототип прикладной системы, на примере которой продемонстрированы разработанные технологии. Выбран такой актуальный объект, как БПЛА (коптер). Рассматривается пример задачи, в которой один БПЛА с бортовой системой ААУ учится догонять другой – убегающий от него БПЛА. Адаптация догоняющего БПЛА состоит в том, что он постепенно выясняет, т.е., его база знаний постепенно заполняется информацией о том, какие действия (изменения угла рыскания) в каком его положении относительно убегающего БПЛА, какие именно приносят результаты. Здесь автоматически учитывается и динамика движения догоняющего БПЛА, и характер движения убегающего БПЛА, его маневренность, скорость и т.п. свойства. По мере заполнения БЗ в адаптивном БПЛА, он все лучше и лучше справляется со своей задачей и научается держать убегающий БПЛА в переднем секторе своего обзора (качество управления постепенно возрастает). После того, как догоняющий БПЛА научился преследовать убегающий БПЛА, можно начинать обучать и

использовать языковой человеко-машинный интерфейс. Человек начинает словами определять ситуации, произнося слова «слева» или «справа» соответственно тому, где находится убегающий БПЛА. Постепенно эти слова ассоциируются в памяти адаптивного БПЛА с реальными ситуациями, и с некоторого момента времени он приобретает способность одинаково реагировать как на ситуацию, так и на слово. Поэтому, например, если произнести слово «слева», то БПЛА повернет влево. Это можно использовать, например, для подсказок догоняющему БПЛА, в ситуациях, когда он по каким-то причинам потерял из виду преследуемый БПЛА. Понятно, что такое слово грубее определяет ситуацию, чем ее мог бы распознать сам БПЛА по своим датчикам, но, во-первых, можно обучить адаптивный БПЛА большому количеству слов, более точно описывающим ситуацию (как и в жизни), а во-вторых, даже небольшого количества слов иногда оказывается достаточно для полезных подсказок, приводящих к росту качества управления объектом и к увеличению шансов на удачное выполнение им миссии. Данный практический пример показывает работоспособность разработанных диссертантом алгоритмов и программ. Естественно, что все разработанные элементы можно использовать для построения языкового человеко-машинного интерфейса с гораздо более объемным словарем, но это тема уже для других работ.

В заключении диссертации перечисляются полученные результаты. Приведен список рассмотренных и использованных источников.

Работа содержит новый теоретический материал, состоящий в разработанных автором алгоритмах и программных конструкциях, позволяющих реализовать все шаги построения адаптивного языкового человеко-машинного интерфейса рассмотренного типа.

Практическое значение работы состоит в решении актуальной проблемы разработки методики построения прикладных систем на основе метода ААУ, и, в частности, в разработанных примерах прикладной актуальной системы управления для БПЛА.

К моменту защиты опубликованы 6 работ автора, в том числе 1 свидетельство о регистрации программ на ЭВМ РФ. Работа содержит 129 страниц основного текста, 3 таблиц, 89 рисунка. Список использованной литературы включает 49 наименований.

Недостатки работы носят несущественный характер. Нгуен Нгок Зиеп показал себя очень образованным специалистом, быстро схватывающим проблему, и самостоятельно

находящим способ ее решения. Программирование выполнялось быстро и профессионально. Нгуен Нгок Зиеп отлично вписался в рабочий коллектив исследовательской группы и пользуется заслуженным уважением как специалист и как человек.

В целом, работа представляет собой законченное исследование, решающее актуальную проблему построения математического и программного обеспечения сложных программных систем на примере систем управления. Работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертационным работам по специальности 05.13.11 – «математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей». Автор, Нгуен Нгок Зиеп заслуживает присуждения ему искомой ученой степени кандидата физико-математических наук.

Научный руководитель

главный научный сотрудник,

Акционерного общества «Институт точной механики и вычислительной техники имени С.А. Лебедева Российской академии наук» (АО «ИТМиВТ»),

профессор, д.ф.-м.н. _____

15 октября 2018 г.

А.А. Жданов

ановский Б.М.