

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
по диссертации Полиева Александра Владимировича
на тему «Разработка алгоритмов для распознавания команд речевого
интерфейса кабины пилота» представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности
05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации
(авиационная и ракетно-космическая техника)

1. Оценка актуальности темы диссертации.

Развитие речевых интерфейсов актуальна для современных систем обработки информации. Область применения речевых естественных языковых команд широка — компьютерные помощники в поисковых системах и системах обучения стали привычными опциями смартфонов и даже бытовой техники. По преимуществу использование речевых интерфейсов в настоящее время распространено в системах, где ошибки распознавания речи не являются фатальными, например, у роботов-консультантов существует набор шуток, в случае нераспознавания или неоднозначности команд. Важной особенностью распознавания речи является решение задач адаптивности к индивидуальным речевым особенностям человека, требующих значительных усилий по калибровке и обучению интерфейса. Опыт создания голосовых роботов-операторов с искусственным интеллектом, внедренных в крупных российских банках и государственных корпорациях дает основания предполагать о возможности перенесения этих положительных практик и на системы, обработка команд в которых требуется повышенная точность в распознавании речи, таких как управление авиационной техникой.

Тема исследования представленной диссертации посвящена разработке алгоритмов распознавания речевых команд в кабинах пилотов. Важной особенностью исследования является сочетание классических, проработанных методов цифровой обработки сигнала, таких как использование полиномов Чебышева в сочетании с современными методами искусственного интеллекта, использующих концепцию нейронных сетей глубокого обучения. Основная научная гипотеза исследования состоит в получении алгоритмов на основе системного сочетания разных методов и моделей, взаимнокомпенсирующих

недостатки и взаимноусиливающие их положительные качества каждого метода. Проведение исследований в выбранном направлении обоснованно и базируется на адекватной оценке используемых методов и положительных практик. Научная гипотеза требует проведение тщательных теоретических и экспериментальных исследований, чему и посвящена представленная диссертация.

В условиях полета бортовая система распознавания речевых команд должна обеспечивать высокую вероятность правильного распознавания, поскольку ошибки могут влиять на управление самолетом и, следовательно, на безопасность полета; автономность, поскольку в полете обычно нет возможности связываться с удаленными высокопроизводительными серверами; устойчивость к воздействию акустических шумов, уровень которых даже в современных самолетах остается весьма высоким.

В диссертации обоснованно основное внимание уделено повышению вероятности распознавания речевых команд, в том числе в условиях шумов. В работе автор сосредотачивает внимание на малословарной системе с фиксированным набором команд в виде слов и фраз, что позволяет ограничить вычислительную мощность ресурсов и сократить сетевой обмен данными. Кроме того, использование свободной речи в системе управления самолетом может породить проблему неоднозначной интерпретации слов летчика даже при условии их правильного распознавания, что усложнит процесс управления. Таким образом, в работе четко выделены объект и предмет исследования, сформирована конкретная актуальная задача.

Все вышесказанное и определяет актуальность исследования, имеющего важное значение для развития системного анализа, управления и обработки информации в авиационной отрасли.

2. Оценка научной новизны диссертационного исследования.

В диссертационной работе выдвинуты следующие основные научные положения, выносимые на защиту:

1. Алгоритм разбиения речевых команд на фонетически однородные части, отличающийся от существующих применением модифицированного метода динамического программирования.

2. Алгоритм оптимизации эталонов, отличающийся от существующих тем, что искомый эталон формируется как линейная комбинация главных компонент, оптимизирующая заданный критерий качества распознавания.

3. Алгоритм оптимизации размерности параметрических портретов, отличающийся выделением наиболее значимых составляющих с использованием полиномов Чебышева.

4. Алгоритм распознавания команд по нескольким эталонам, отличающийся применением последовательного оценивания с расчётом апостериорных байесовских вероятностей.

5. Алгоритм распознавания команд нейронными сетями глубокого обучения, отличающийся от существующих обучением на выборке малого размера.

Соискатель при выполнении диссертационной работы сосредоточился на решение таких конкретных задач, как предобработка входящего речевого сигнала путём выделения фонетически однородных частей, улучшение качества эталонов с помощью метода главных компонент и численной оптимизации, использование в системе распознавания нескольких эталонов и байесовского оценивания, использование свёрточных нейронных сетей, обучаемых на выборке малого объёма как при отсутствии, так и при наличии акустических шумов.

При проведении исследования автор решил актуальную научную задачу, заключающуюся в разработке совокупности алгоритмов, обеспечивающих повышение вероятности правильных распознаваний команд речевого интерфейса кабины пилота, в том числе в условиях акустических шумов.

Новизна полученных научных результатов заключается в том, что автор впервые разработал алгоритмы разбиения речевых команд на фонетически однородные части на основе модифицированного метода динамического программирования, оптимизации эталонов с использованием разложения в линейную комбинацию главных компонент, распознавания с использованием нескольких эталонов с последовательным оцениванием и с расчетом апостериорных байесовских вероятностей, распознавания команд свёрточными нейронными сетями с обучением на выборках малого размера.

Разработанные методы позволяют повысить долю правильных распознаваний команд речевого интерфейса кабины пилота.

3. Обоснованность и достоверность полученных результатов.

Проведенные исследования и полученные на их основе научные положения, выводы и рекомендации теоретически обоснованы, что обеспечивается корректным использованием применяемого математического аппарата и инструментов интеллектуального анализа и машинного обучения, корректным выбором допущений и ограничений при формировании исходных данных и моделировании.

Достоверность обеспечивается корректным применением математической статистики, методов идентификации и анализа данных, подтверждением полученных теоретических результатов с помощью экспериментов на различных наборах входных данных с несколькими уровнями шумов, а также сравнением с известными результатами, ранее полученными другими авторами.

Результаты работы апробированы на международных научных конференциях. Все основные научные результаты опубликованы в печатных работах. Основные технологические решения экспериментально проверены.

4. Практическое значение диссертационного исследования.

Теоретическая и практическая значимость полученных научных результатов характеризуется тем, что полученная в результате работы совокупность алгоритмов повышает точность распознавания речевых команд при различных уровнях шума. Результаты работы могут быть применены в учебном процессе и в ходе разработки алгоритмического обеспечения речевого интерфейса пилота для таких задач, как смена формата отображения информации, выбор частоты радиооборудования, прокладка маршрута, управление системой опознавания и датчиками, запрос запаса топлива, то есть для задач, в которых ошибка распознавания команды не приведет к немедленному снижению уровня безопасности полета.

5. Замечания по работе

1. В работе основное внимание уделяется созданию дикторонезависимых систем распознавания речи. При этом автор недостаточно учитывает наметившуюся в последние годы тенденцию

создания индивидуально-адаптированных человеко-машинных систем. В этом случае вероятностные характеристики распознавания могут существенно улучшены.

2. В диссертации, в п. «1.3 Анализ основных подходов к автоматическому распознаванию речи» (с. 21–28) значительное место отведено изложению сути широкоизвестных методов и моделей, а в меньшей степени их применимости к решаемым задачам. Содержание раздела могло бы быть без ущерба сокращено за счет ссылок на источники. В тоже время п. 4 называется «Обзор используемых в работе математических алгоритмов», представляя на самом деле не «обзор», а обоснованный выбор используемых методов.

3. В работе не указаны варианты развития разработанной системы. Например, перспективным видится использование лингвистических инструментов искусственного интеллекта.

Указанные недостатки носят рекомендательный характер и не влияют на общую положительную оценку работы.

6. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

Диссертация изложена грамотным языком, характерным для научно-технических работ и имеет внутреннее единство.

Опубликованные статьи и автореферат в полной мере отражают содержание диссертационного исследования.

Научные результаты, выносимые на защиту, вытекают из содержания работы и подтверждены экспериментально.

Работа написана хорошим языком, отличается ясным стилем.

Содержание диссертации соответствует выбранной специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника) в части п. 4. специальности паспорта «Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации». В работе предложены алгоритмы обработки информации, направленные на развитие объектов и процессов с учетом отраслевых особенностей.

Актуальность темы исследования, степень обоснованности выводов и научных положений, достоверность и научная новизна полученных результатов позволяют вынести заключение, что диссертация Полиева Александра Владимировича «Разработка алгоритмов для распознавания команд речевого интерфейса кабины пилота» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи разработки алгоритмов распознавания команд речевого интерфейса кабины пилота, имеющей важное значение для области системного анализа, управления и обработки информации в авиационной отрасли. В силу этого диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней».

Полиев Александр Владимирович, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации» (авиационная и ракетно-космическая техника).

Официальный оппонент:

профессор кафедры управления и моделирования систем

ФГБОУ ВО «МИРЭА — Российский технологический университет»

Д-р техн. наук, профессор



Евгений Витальевич Никульчев

Адрес: 119454, Москва, пр. Вернадского, д. 78

Сайт организации: www.mirea.ru

Телефон: +7-499-215-65-65

E-mail: nikulchev@mail.ru

