Министерство образования и науки Российской Федерации

Севастопольский государственный университет

Кафедра ИС

Отчёт

по научно-исследовательской работе

на тему «Разработка и исследование системы голосового управления мобильным роботом»

Выполнил:

Ст. гр. ИС/м-11о Дядюшенко С.Е.

Проверил:

Проф. Доронина Ю.В.

Севастополь

2016

СОДЕРЖАНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc483528582)

[1. РАЗРАБОТКА ФИЗИЧЕСКОГО КОНСТРУКТОРСКОГО РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВНЕШНЕЙ МОДЕЛИ 4](#_Toc483528583)

[2. АНАЛИЗ ВНУТРЕННИХ СВЯЗЕЙ СИСТЕМЫ 5](#_Toc483528584)

[3. ВАРИАНТНЫЙ АНАЛИЗ ПРОТОТИПОВ ПРЕДПРОЕКТА 7](#_Toc483528585)

[4. УТОЧНЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМЕ 12](#_Toc483528586)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 16](#_Toc483528587)

[БИБИЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 17](#_Toc483528588)

ВВЕДЕНИЕ

Темой НИР является разработка и исследование системы голосового управления мобильным роботом.

В ходе выполнения НИР за первый семестр проведёна разработка физического конструкторского решения на основе внешней модели, анализ внутренних связей системы, вариантный анализ прототипов предпроекта и выполнено уточнение требований к системе.

В первом разделе представлены результаты выбора технологий для физического конструкторского решения.

Во втором разделе выполнен анализ внутренних связей системы.

В третьем разделе представлены результаты вариантного анализа прототипов предпроекта, из нескольких вариантов выбран более подходящий.

В четвёртом разделе выполнено уточнение требований к системе. Сформированы функциональные и нефункциональные требования. Составлены сценарии работы системы.

1. РАЗРАБОТКА ФИЗИЧЕСКОГО КОНСТРУКТОРСКОГО РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВНЕШНЕЙ МОДЕЛИ

Для проектирования системы были выбраны несколько основных технологий и соответствующих им средств реализации [1].

В таблице 1 представлено соответствие процессов разработки системы, технологий и средств реализации.

Таблица 1 – Соответствие процессов разработки системы, технологий и средств реализации

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Процесс разработки | Технология | Средства |
| Описание бизнес-процессов | BPMN | Dia  ARIS Express |
| Описание процессов системы | IDEF0 | Dia  MS Visio  Ramus |
| SADT |
| Описание потоков системы | DFD | Dia  MS Visio |
| WFD |
| Описание деталей реализации | ARIS | ARIS Express |
| UML | StarUML  ArgoUML |
| Реализация | – | Java  Sphinx |
| Преобразование Фурье | Apache Commons |
| Вейвлет-преобразование | – |
| Кластеризирующие нейронные сети | Apache Commons |

1. АНАЛИЗ ВНУТРЕННИХ СВЯЗЕЙ СИСТЕМЫ

На рисунке 1 изображена диаграмма Венна, описывающая вложенные уровни проектирования.



Рисунок 1 – Диаграмма Венна, описывающая вложенные уровни проектирования

На данной диаграмме программное обеспечение определяет средства сбора, обработки, анализа и хранения данных. Информационная система включает также взаимосвязи между элементами программного обеспечения, взаимосвязи программного обеспечения с пользователем, реализует некоторую цель, а также определяет информационное и прочие обеспечения системы. Контекст использования голосового управления подразумевает также наличие некоторой цели использования информационной системы, таким образом можно оценить эффективность использования той или иной информационной системы для достижения этой цели. Бизнес-среда определяет взаимосвязи информационной системы в контексте управления с другими системами, функционирующими рамках одной макросистемы.

Контекст использования голосового управления и бизнес-среда определяются в случае, когда известно назначение использования голосового управления.

В рамках научно-исследовательской работы рассматривается информационная система, в которую включено программное обеспечение распознавания голосовых команд. Целью информационной системы является осуществление голосового управления мобильным роботом.

В рамках системы функционирует программное обеспечение распознавания образов.

С учётом особенностей реализации функционирования взаимосвязи подсистем, реализующих технологический процесс системы, представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Взаимосвязи подсистем с учётом особенностей реализации функционирования

1. ВАРИАНТНЫЙ АНАЛИЗ ПРОТОТИПОВ ПРЕДПРОЕКТА

Была проведена формализация описания технологий, используемых в рамках научно-исследовательской работы, с использованием теории множеств.

Множество используемых технологий TD разделяется на несколько подмножеств:

– технологии описания бизнес-процессов информационных систем (TO);

– технологии анализа требований к информационной системе TA;

– технологии функционального описания процессов TPD;

– технологии описания потоков данных TFD;

– технологии реализации информационной системы TR.

Множество технологий проектирования в формальном виде:

 (1)

С использованием перечисленных в первом разделе множеств технологий, используемых для реализации и следуемой в рамках научно-исследовательской работе системы, составлено три варианта возможного комплекса используемых в рамках научно-исследовательской работы технологий:

, (2)

, (3)

. (4)

Для каждого из комплексов необходимо получить оценку эффективности и выбрать единственный, наиболее подходящий для проектирования системы.

Критерии, выбранные для оценки комплекса технологий, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Критерии, выбранные для оценки комплекса технологий

|  |  |
| --- | --- |
| № | Критерий |
| Требования к доступности программного обеспечения | |
| 1.1 | Наличие программного обеспечения в свободном доступе |
| 1.2 | Доступность документации |
| 1.3 | Возможность взаимодействия с другими средствами |
| Требования к применимости технологий | |
| 2.1 | Общеупотребительность технологий |
| 2.2 | Доступность описания технологии |
| 2.3 | Возможность взаимодействия с другими технологиями |

На основании критериев, содержащихся в таблице, построена иерархическая схема критериев оценки, представленная на рисунке 3.



Рисунок 3 – Иерархическая схема критериев оценки комплекса технологий

Для получения оценки показателя эффективности комплекса технологий был применён метод вложенных скалярных сверток [2]. Его суть состоит в выполнении последовательности операций взвешенной скалярной свертки для критериев каждого уровня иерархии с учетом заранее определённых их весов снизу вверх.

На первом этапе свёртки критериев используется формула (5):

, (5)

где y(j-1) – вектор критериев на (j-1)-м уровне иерархии, по компонентам которого оценивается качество свойств альтернативы на j-м уровне;

m – количество уровней иерархии;

i – индекс, определяющий перебор альтернатив;

n(j-1) — количество оцениваемых свойств (j-1)-го уровня иерархии [2].

Формула аналитической оценки свойства на втором уровне иерархии определяется как (6):

 (6)

Для расчёта показателя эффективности комплекса технологии при помощи выбранных в предыдущем пункте критериев, необходимо привести их к одному виду экстремизации. Видоизменённые критерии представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Критерии оценки комплекса технологий, приведённые к одному виду экстремизации

|  |  |
| --- | --- |
| № | Критерий |
| Требования к доступности программного обеспечения | |
| 1.1 | Вероятность наличия программного обеспечения в свободном доступе |
| 1.2 | Вероятность наличия доступной документации |
| 1.3 | Вероятность возможности взаимодействия с другими средствами |
| Требования к применимости технологий | |
| 2.1 | Вероятность использования технологий в других проектах |
| 2.2 | Вероятность наличия доступного описания технологий |
| 2.3 | Вероятность возможности взаимодействия с другими технологиями |

Так как основные технологии были подобраны ранее, вероятности можно оценить апостериорно.

Примем оценку удовлетворения критерия sj – 1 – технология удовлетворяет критерию, 0.5 – технология частично удовлетворяет критерию, 0 – технология не удовлетворяет критерию.

Итоговое значение критерия для комплекса технологий будем рассчитывать по следующей формуле:

. (7)

Оценка вероятности проведена для каждой из технологий входящих в комплексы, рассмотренных в предыдущем разделе, и для самих этих комплексов. Результаты оценки вероятностей отображены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты оценки вероятностей соответствия технологий выбранным критериям

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Технология | Вероятность наличия программного обеспечения в свободном доступе | Вероятность наличия доступной документации | Вероятность возможности взаимодействия с другими средствами | Вероятность использования технологий в других проектах | Вероятность наличия доступного описания технологий | Вероятность возможности взаимодействия с другими технологиями |
| BPMN | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0,5 |
| UML | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,5 |
| IDEF0 | 1 | 1 | 0,5 | 1 | 1 | 0,5 |
| SADT | 0,5 | 0,5 | 0 | 0,5 | 0,5 | 0 |
| DFD | 1 | 1 | 0,5 | 1 | 1 | 0,5 |
| WFD | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 1 | 0,5 |
| ARIS | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1 | 0,5 |
| Преобразование Фурье | 0,5 | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Вейвлет-преобразование | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 0,5 | 1 |
| Кластеризирующие нейронные сети | 0,5 | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Итоговая вероятность для первого набора технологий | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,94 | 0,94 | 0,68 |
| Итоговая вероятность для второго набора технологий | 0,63 | 0,63 | 0,69 | 0,75 | 0,88 | 0,63 |
| Итоговая вероятность для третьего набора технологий | 0,69 | 0,69 | 0,69 | 0,81 | 0,94 | 0,69 |

В ходе экспертной оценки получены коэффициенты приоритета (веса) для критериев и групп критериев. Полученные оценки представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Коэффициенты приоритета для критериев и их групп

|  |  |
| --- | --- |
| Критерий или группа критериев | Значение веса |
| Вероятность наличия программного обеспечения в свободном доступе | 0,5 |
| Вероятность наличия доступной документации | 0,2 |
| Вероятность возможности взаимодействия с другими средствами | 0,3 |
| Вероятность использования технологий в других проектах | 0,3 |
| Вероятность наличия доступного описания технологий | 0,2 |
| Вероятность возможности взаимодействия с другими технологиями | 0,5 |
| Требования к доступности программного обеспечения | 0,5 |
| Требования к применимости технологий | 0,5 |

Результаты оценки показателя эффективности для групп критериев и в целом для каждого из комплексов технологий приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты расчётов показателей эффективности групп критериев и в целом

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Группа критериев | Значение эффективности для первого набора технологий | Значение эффективности для второго набора технологий | Значение эффективности для третьего набора технологий |
| Требования к доступности программного обеспечения | 0,75 | 0,65 | 0,69 |
| Требования к применимости технологий | 0,90 | 0,76 | 0,84 |
| Требования к комплексу технологий в целом | 0,85 | 0,71 | 0,79 |

В результате расчётов получено три оценки эффективности для каждого из комплексов технологий. Самая большая из полученных оценок равна 0,85, что говорит о высокой степени удовлетворения выбранных критериев. Соответствующий этой оценке комплекс технологий выбран для использования в рамках научно-исследовательской работы.

1. УТОЧНЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМЕ

Также выполнено уточнение требований к системе.

Входными данными системы голосового управления мобильным роботом является голосовой сигнал, посланный пользователем, который необходимо распознать. Голосовой сигнал может быть ограничен временем подачи. В лучшем случае входные данные необходимо считывать и обрабатывать в реальном времени, однако, так как из-за проведения сложных вычислений некоторая задержка будет присутствовать, следует её минимизировать.

Выходными данными системы голосового управления мобильным роботом является код, соответствующий поданной голосовой команде, который пересылается роботу для выполнения.

Информационная система проектируется для выполнения исследований, поэтому она также должна отвечать требованиям, накладываемым на неё в рамках исследований.

Основной идеей научной работы является сравнение вариантов реализации системы распознавания голосовых команд с применением дискретных преобразования Фурье и вейвлет-преобразования.

Для этого необходимо построить две системы, чей технологический процесс, идентичен за исключением блока «Интегральное преобразование». В таком случае необходимо собрать подобные системы, выполнить их обучение на одинаковом наборе данных выполнить сравнение.

Для подготовки системы к работе необходимо обучить нейронную сеть, отвечающую за принятие решения. Обучение должно происходить на одинаковом наборе данных.

После обучения системы необходимо будет проверить исследуемые параметры системы, которые надо получить в результате прогона через неё одинаковых команд.

Рассматриваемая система может иметь ряд ограничений в функционировании.

Наиболее заметным для конечного пользователя является ограничение словаря [3,4]. В контексте системы голосового управления мобильным роботом словарём является список его возможных команд.

Также возможным ограничением является лимитирование времени подачи команды [3,4]. Это необходимо для того, чтобы не выполнять распознание избыточной звуковой информации (если пользователь включит подачу команды, но не подаст её, на входе системы могут оказаться звуки, не являющиеся командой, которые не следует распознавать).

Также одним из ограничений системы является установка определённой частоты дискретизации для входного сигнала [3,4]. Обычно стандартными частотами являются 44100 Гц (CD качество) и 48000 Гц (стандартное студийное качество).

Кроме того должно быть ограничено максимальное возможное расстояние для передачи информации о распознанной команде между системой управления и роботом.

Кроме того сформированы функциональные и нефункциональные требования к системе.

**Функциональные требования к рассматриваемой системе:**

На основании пользовательских требований и измеримых целей системы определены функциональные требования:

– **Возможность выполнения распознавания.**

**Входные данные:**

Голосовой сигнал, подаваемый пользователем.

**Выходные данные:**

Внесённый на этапе обучения образ из конечного словаря, соответствующий поступившей голосовой команде, который выводится пользователю и поступает мобильному роботу для выполнения.

– **Возможность обучения.**

Система меняет своё внутреннее состояние таким образом, что может распознать голосовые сигналы из полученного словаря.

**Входные данные:**

Конечный словарь и голосовые сигналов, определяющие образы конечного словаря

**Выходные данные:**

Отсутствуют. Возможна подача сигнала об успешном завершении операции.

**Нефункциональные требования к рассматриваемой системе:**

На основании пользовательских требований и измеримых целей системы определены нефункциональные требования:

– **Требования к скорости работы.** Система должна работать достаточно быстро, скорость реакции должна быть сравнима со скоростью других подобных систем.

– **Точность работы.** Система должна выполнять распознавание образа так, чтобы вероятность ошибки не превышала заданную.

**– Требование к переобучению без негативных последствий.** Система после обучения не должна существенно менять характеристики скорости и точности.

Исходя из вышеперечисленных требований предполагается три сценария поведения системы:

–**Обучение/Переобучение.** Учитель подаёт в систему конечный словарь и множество голосовых сигналов, определяющих образы конечного словаря. Система меняет своё состояние способности распознания образов.

– **Распознавание.** Пользователь подаёт голосовой сигнал. Система распознаёт его и подаёт на выход образ, соответствующий сигналу.

­– **Подача команды.** Пользователь подаёт голосовой сигнал. Система распознаёт его и передаёт распознанный образ мобильному роботу.

На основании полученных сценариев построена UML use-case диаграмма[5].



Рисунок 4 – Use-case диаграмма работы системы

Таким образом, выполнено уточнение требований к системе, формирование функциональных и нефункциональных требований и сформированы сценарии работы системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения НИР за первый семестр выполнены определённые этапы, результат которых представлен выше.

Была проведёна разработка физического конструкторского решения на основе внешней модели, анализ внутренних связей системы, вариантный анализ прототипов предпроекта, в ходе которого выбран наилучший, и выполнено уточнение требований к системе, формирование функциональных и нефункциональных требований и сформированы сценарии работы системы.

Таким образом, в ходе выполнения НИР в первом семестре была полностью решена задача эскизного проектирования системы.

БИБИЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Орлов, С.А. Технологии разработки программного обеспечения: учеб. / С.А. Орлов. – СПб.: Питер, 2002. – 464 с.
2. Альберт Воронин. Многокритериальная оценка альтернатив / А. Н. Воронин // Problems of Computer Intellectualization. – № 28. – С. 190 – 199.
3. Цифровая обработка сигналов: методы и средства: Учеб. Пособие для вузов / Бондарев В.Н., Трестер Г., Чергнега В.Н. – Севастополь: Изд-во СевГТУ, 1999. – 398с.
4. Jouni Pohjalainen. Methods of Automatic Audio Content Сlassification / J. Pohjalainen – Espoo. 2007. – 116p.
5. Фаулер М. UML. Основы / М. Фаулер, К. Скотт. – СПб.: Символ-Плюс, 2002. – 192 с.