

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.5+004.35

Скачихин
Алексей Анатольевич

**МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ
ИНТЕРФЕЙСОВ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
РАСПОЗНАНИЯ ОБРАЗОВ**

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-40 80 05 – Математическое и программное обеспечение
вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

Научный руководитель
Смолякова О.Г.
к.т.н., доцент

Минск 2014

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

В наше время World Wide Web является одной из самых популярных сред распространения цифрового контента. Ряд задач, выполняемых пользователями Web-браузеров ежедневно, можно оптимизировать путём внедрения программного-аппаратных комплексов распознавания образов, призванных сообщать дополнительную информацию об окружении пользователя. Стоит также отметить, что помимо вспомогательных функций, устройства распознавания образов могут так же выполнять роль инструментов пользовательского ввода.

ПАКРО принято считать набор технических и программных средств, работающих совместно для выполнения одной или нескольких сходных задач. В основе аппаратной части, ПАКРО, лежат сенсоры. Исследование возможностей существующих, а также разработка новых типов сенсоров является одним из приоритетных направлений современной науки. Сегодня сенсоры применяются, для космических исследований, обеспечения контроля работы сложных механических систем, создания сенсорных экранов и выполнения множества других задач. Сенсоры так же могут объединяться в сети и действовать сообща, тем самым позволяя выводить новые знания на основе согласованной работы всей сети.

Помимо промышленного применения, сенсоры успешно используются в повседневной жизни. В качестве примеров можно привести системы типа “умный дом”, медицинские импланты, графические планшеты, а также бытовые приборы, управляемые прикосновением руки человека.

Основной задачей сенсоров является преобразование контролируемой величины в сигнал, который затем анализируется человеком или программой. Одним из возможных применений информации с сенсора является распознавание образов физических объектов в трехмерном пространстве. Для пользователя программного обеспечения это может означать, восприятие дополнительной информации о его окружении (расстояние до устройства распознавания, количество человек рядом с ним, наличие свободного пространства, жесты). Эту дополнительную информацию, можно использовать для оптимизации взаимодействия человек-компьютер или полной замены традиционных устройств пользовательского ввода (клавиатура, мышь) на альтернативные. На сегодняшний день многие институты занимаются исследованием альтернативных средств пользовательского ввода. Сенсоры также могут использоваться как инструмент построения АПИ, делая работу пользователя с прикладным ПС эффективнее.

Основываясь на вышесказанном, применение ПАКРО для построения пользовательских интерфейсов под Web является актуальной задачей. На сегодняшний день, нет общепринятого метода взаимодействия Web-браузера и

ПАКРО. Целью данной работы – провести исследование существующих ПАКРО, а также методов и средств взаимодействия с ними с помощью Web-браузера и предложить улучшения к существующим методам.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель и задачи исследования

Цель магистерской диссертации – провести исследование существующих ПАКРО, а также методов и средств взаимодействия с ними с помощью Web-браузера и предложить улучшения к существующим методам.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

5. Провести исследование существующих ПАКРО.
6. Провести исследование методов и средств взаимодействия с ПАКРО через Web-браузер.
7. Выделить критерии сравнения методов, провести сравнение методов.
8. Предложить улучшения к существующим методам.

Объектом магистерской диссертации являются методы взаимодействия с ПАКРО через Web-браузер.

Предметом магистерской диссертации является нахождение оптимального соотношения производительности, переносимости и скорости внедрения методов взаимодействия Web-браузера и ПАКРО. Основная *гипотеза*, положенная в основу работы: наиболее универсальные методы взаимодействия Web-браузера с ПАКРО основаны на процессах стандартизации и унификации, что в свою очередь делает их наименее приемлемыми с точки зрения скорости внедрения. Методы внедрения ПАКРО, могут быть разбиты на подметоды, исследованы по отдельности, а затем объединены для получения полноценных методов, обладающих уникальным соотношением производительности, переносимости и скорости внедрения. Особенностью исследуемой темы является то, среди интерфейсов современных ПАКРО, наблюдается сильная диверсификация, что в значительной мере осложняет применение методов, основанных на стандартизации и унификации программных интерфейсов и форматов представления данных. Важным компонентом таких методов является проектирование и разработка программных компонентов – адаптеров.

Связь работы с приоритетными направлениями научных исследований и запросами реального сектора экономики

Работа выполнялась в соответствии научно-техническими заданиями и планами работ кафедры «Программное обеспечение информационных технологий» по теме «Разработать модели, методы, алгоритмы для оценки параметров, повышения надежности и качества функционирования аппаратно-программных средств систем и сетей сложной конфигурации и внедрить в современные обучающие комплексы» (ГБ № 11-2004, № ГР 20111065, научный руководитель НИР – В. В. Бахтизин).

Личный вклад соискателя

Результаты, приведенные в диссертации, получены соискателем лично. Вклад научного руководителя О. Г. Смоляковой, заключается в формулировке целей и задач исследования.

Апробация результатов диссертации

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на Международной заочной научно-практической конференция «Наука, образование, общество: тенденции и перспективы» (Москва, Россия, 2014); III Международной научно-практической конференция «Приоритетные направления развития науки и образования» (Чебоксары, Россия, 2014).

Опубликованность результатов диссертации

По теме диссертации опубликовано 2 печатные работы в сборниках трудов и материалов международных конференций.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав, заключения, библиографического списка и одного приложения. В главе 1 приводится исследование ПАКРО. Глава 2 посвящена исследованию методов и средств взаимодействия с ПАКРО через Web-браузер. В главе 3 подводятся итоги, выделяются критерии сравнения и проводится сравнительный анализ методов.

Общий объем работы составляет 70 страниц, из которых основного текста – 70 страниц, 17 рисунков на 15 страницах, 18 таблиц на 20 страницах, список использованных источников из 36 наименований на 3 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Во **введении** определена область и указаны основные направления исследования, показана актуальность темы диссертационной работы, дана краткая характеристика исследуемых вопросов, обозначена практическая ценность работы.

В **первой главе** проведён анализ ПАКРО. Исследована аппаратная и программная часть трёх ПАКРО доступных на рынке потребительской электроники на момент публикации. Установлены сходства и различия в их реализации. Отмечена важная с точки зрения прикладного программиста особенность, которая заключается в том, что непосредственное распознавание образов происходит на стороне программного обеспечения в случае трёх рассмотренных ПАКРО.

Ещё одной особенностью ПАКРО является диверсификация программных интерфейсов и форматов представления данных, что исключает возможность обобщённого программирования без проектирования и разработки слоя обобщения. Такую ситуацию можно объяснить двумя факторами:

3. Относительная новизна подобных технологий на рынке потребительской электроники.

4. Нежелание компаний разработчиков способствовать заменимости своих устройств аналогами конкурентов.

Для того, чтобы ПАКРО нашли своё применение в Web необходимо разработать набор стандартов, которые были бы направлены на унификацию программной и/или аппаратной части. Существование как технического, так и экономического факторов могут сильно замедлить разработку соответствующих документов. С технической точки зрения разработанный набор стандартов должен будет решить следующие проблемы:

5. Отсутствие стандартизированного формата представления данных.

6. Невозможность определить связи между данными от разных устройств.

7. Отсутствие механизма обнаружения устройств.

8. Необходимость учитывать различия между устройствами при разработке Web-браузеров.

В свою очередь сам процесс стандартизации занимает продолжительное время и, как результат, общие темпы развития программных и аппаратных средств значительно превосходят темпы развития Web-браузеров. В связи с этим временной альтернативой стандартизации может служить метод расширения функциональности Web-браузера возможностями, которые находятся вне плоскости существующих стандартов.

Результаты, полученные на этом этапе исследования, применяются в предложенных модификациях методов взаимодействия.

Вторая глава посвящена исследованию методов взаимодействия с ПАКРО с помощью Web-браузера. Программирование ПАКРО, а также любых других аппаратных средств с помощью Web-браузера, является принципиально сложной задачей. Программный код исполняемый в Web-браузере должен быть максимально переносимым между программными и аппаратными платформами.

Переносимость Web-приложений между платформами достигается путём следования Web-браузерами стандартам. В основе любого стандарта лежит обобщённый программный интерфейс, реализация которого зависит от конкретной платформы [2-А]. В случае разработки стандарта программирования ПАКРО следует отметить следующее: соответствующий Web-стандарт не может быть разработан до тех пор, пока каждый из ПАКРО имеет различный программный интерфейс, протокол взаимодействия и формат представления данных. Как было отмечено в предыдущей главе в силу технических и экономических причин, производители ПАКРО на рынке потребительской электроники не заинтересованы в стандартизации своих продуктов [1-А].

Программные компоненты методов взаимодействия с ПАКРО через Web-браузер, а также связи между ними, могут быть представлены следующей схемой (рисунок 1).

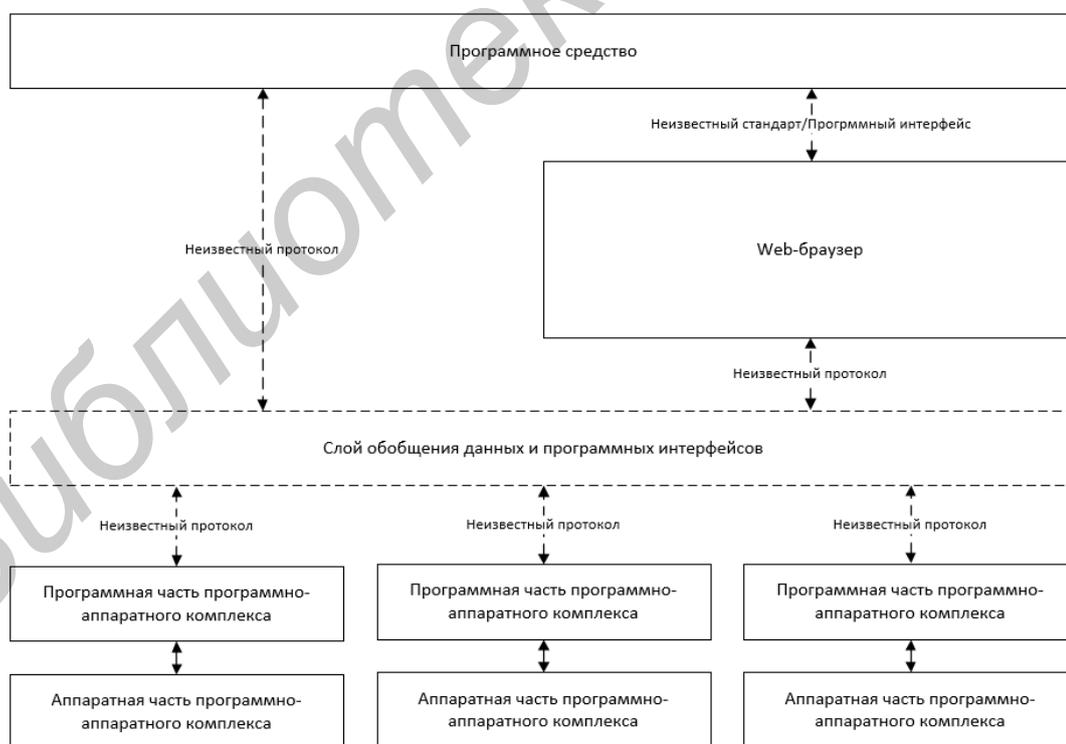


Рисунок 1 – Программные компоненты методов

Метод должен описывать взаимодействие ПАКРО и Web-браузера, а также Web-браузера и аппаратного программного средства. Неизвестные

составляющие метода выделены пунктирной линией. С технической точки зрения, взаимодействия ПАКРО и Web-браузера, а также Web-браузера и прикладного программного средства являются независимыми задачами. В работе отдельно рассматриваются каждый из типов взаимодействия, а далее происходит их комбинирование с целью получения полноценного метода.

В ходе исследования было выделено и описано 5 методов взаимодействия ПАКРО и Web-браузеров, из них 2 являются авторскими улучшениями существующих методов. А также 4 метода взаимодействия прикладного программного средства и Web-браузера, из них 2 являются авторскими улучшениями.

В ходе исследования были установлены следующие тенденции:

9. Методы, основанные на стандартизации (на любом уровне), требуют существенных временных затрат на разработку и внедрение, но являются более предпочтительными в долгосрочной перспективе.

10. Методы, основанные на стандартизации на уровне ПАКРО, облегчают задачу внедрения разработчикам Web-браузеров.

11. На основе анализа современных стандартов выяснено, что в случае работы с аппаратными средствами, соответствующие Web-стандарты могут быть разработаны и внедрены только в том случае если протоколы работы с аппаратными средствами также стандартизированы.

12. Методы, не основанные на стандартизации, являются наиболее приемлимыми с точки зрения скорости внедрения, но не могут всерьёз расцениваться как долгосрочные решения для построения коммерческих программных средств.

13. Методы, не основанные на стандартизации, могут применяться в научном сообществе для проведения исследований, а также на проектах где состав программных и аппаратных средств контролируется системным администратором.

14. Современные Web стандарты не позволяют эффективно взаимодействовать с ПАКРО поэтому в рамках данной работы был предложен стандарт, предоставляющий средства программирования АПИ и расширение к стандарту Pointer Events, для работы с ПАКРО как с устройствами пользовательского ввода.

15. Описанные методы стандартизации (на любом уровне) не могут считаться полными в силу новизны устройств распознавания образов и невозможности описания универсальной доменной модели. Отсюда вытекает необходимость в изменении жёсткого процесса стандартизации таких методов и переходу к более расслабленному процессу с целью минимизировать время необходимое на изменение стандарта и внедрения этих изменений.

16. Для ускорения процесса внедрения стандартов могут применяться технологии расширения функциональности Web-браузеров.

В третьей главе работы проводится выделение критериев сравнения методов взаимодействия с ПАКРО через Web-браузер. Выделяется 6 критериев сравнения:

1. Переносимость между программными и аппаратными платформами.
2. Производительность.
3. Трудозатраты на разработку и внедрение.
4. Расширяемость.
5. Полнота использования возможностей ПАКРО.
6. Наличие подкрепляющих стандартов.

Для каждого из критериев предложена ранговая шкала. Далее производится комбинирование методов взаимодействия ПАКРО с Web-браузером и прикладных программных средств с Web-браузером с целью получить полноценные методы построения пользовательских интерфейсов под Web с использованием ПАКРО.

В ходе комбинирования было выявлено 9 допустимых комбинаций, имеющих уникальные отличия и 11 недопустимых комбинаций (таблица 1). Проведён сравнительный анализ комбинированных методов результаты которого представлены в таблице 2. Были установлены, следующие закономерности:

8. Метод взаимодействия подсистемы работы с ПАКРО Web-браузеров и прикладных программных средств оказывает малое влияние на такие свойства как: переносимость, производительность и трудозатраты, и сильно влияет на полноту использования возможностей ПАКРО.

9. Стандартизированность метода ведёт к существенному увеличению трудозатрат на разработку и внедрение.

10. Наибольшей производительностью обладают методы с наименьшим уровнем переносимости.

11. Большей расширяемости метода можно добиться путём отказа от стандартизации одной из его частей.

12. Методы, обладающие наилучшей переносимостью, требуют больше трудозатрат на разработку в силу необходимости разрабатывать не только соответствующие стандарты, но и компоненты распределённой системы отвечающей за обнаружение и регистрацию ПАКРО.

13. Методы, основанные на представлении ПАКРО в виде стандартных устройств ввода, наименее трудозатратны, но не используют все возможности ПАКРО и являются нерасширяемыми.

14. Наиболее оптимальными с точки зрения скорости внедрения являются методы, основанные на нестандартизированных программных интерфейсах, потому, что позволяют внедрять ПАКРО в сжатые сроки при полноценном использовании их возможностей.

Таблица 1 – Комбинированные методов

	Метод построения АПИ основанный на стандарте Media Queries	Метод построения АПИ основанный на предлагаемом стандарте	Метод обработки пользовательского ввода основанный на стандарте Pointer Events	Метод обработки пользовательского ввода основанный на модифицированном стандарте Pointer Events
Метод основанный на стандарте USB HID	X	Z	1	Z
Метод основанный на расширенном стандарте USB HID	X	2	Y	3
Метод основанный на конверторах программных интерфейсов и форматов данных	X	4	Y	5
Метод основанный на конверторах программных интерфейсов и форматов данных отвечающим стандартам Sensor Web Enablement	X	6	Y	7
Метод основанный на использовании нестандартизированных программных интерфейсов	X	8	Y	9

Таблица 2 – Сравнительная характеристика комбинированных методов

	Переносимость между аппаратными и программными платформами	Производительность	Трудозатраты на разработку и внедрение	Расширяемость	Полнота использования возможностей ПАКРО	Наличие подкрепляющих стандартов
Метод 1	2	2	1	0	1	3
Метод 2	2	2	8	1	3	3
Метод 3	2	2	8	1	2	3
Метод 4	1	3	4	3	3	1
Метод 5	1	3	4	3	2	1
Метод 6	3	0-1	9	1	3	3
Метод 7	3	0-1	9	1	2	3
Метод 8	0	4	3	3	3	1
Метод 9	0	4	3	3	2	1

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

8. Проведено исследование следующих ПАКРО: Kinect, Kinect 2, Leap Motion. Рассмотрено устройство программной и аппаратной частей, выделены сходства и различия реализации, исследованных ПАКРО. Определены форматы и объём представления данных. Описаны проблемы при программировании ПАКРО.

9. Предложено общее описание методов взаимодействия ПАКРО через web-браузер для построения интерактивных пользовательских интерфейсов. Выделены признаки полноты методы. Описана типовая архитектура метода. Описаны особенности взаимодействия Web-браузера с аппаратными средствами. Обобщены и описаны методы взаимодействия ПАКРО через web-браузер. Выделены их достоинства и недостатки.

10. Предложен метод взаимодействия с ПАКРО основанный на расширенном стандарте USB HID. Составлен список семантических дескрипторов, расширяющих стандарт USB HID. Выделены достоинства и недостатки метода. Разработан прототип драйвера под ОС Windows реализующий предложенный метод.

11. Предложен комбинированный метод основанный на объединении метода конверторов программных интерфейсов и форматов данных с семейством стандартов Sensor Web Enablement. Предложена типовое отображение элементов стандарта на программные компоненты. Выделены достоинства и недостатки метода.

12. Разработан синтаксис и семантика программных интерфейсов для программирования АПИ основанный на идеях Media Query. Предложено EBNF описание синтаксиса. Выделены достоинства и недостатки метода.

13. Предложено расширение к стандарту Pointer Events для поддержки ПАКРО. Представлено описание синтаксиса и семантики предложенных программных интерфейсов. Выявлены достоинства и недостатки метода. Разработан прототип реализующий расширение к стандарту.

14. Предложены критерии сравнения методов и шкала оценки по каждому из критериев. Произведено комбинирование подметодов, с целью выделить наиболее значимые и отбросить незначительные или несовместимые методы. Произведено сравнение по выделенным критериям. Выведены общие закономерности.

Рекомендации по практическому использованию результатов

4. Полученные результаты формируют теоретическую и практическую базу для внедрения ПАКРО для построения интерактивных пользовательских интерфейсов под Web. Они могут быть использованы при создании новых, а также для внедрения в существующие системы.

5. Предложенные методы могут служить основой для долгосрочного процесса стандартизации взаимодействия ПАКРО с Web-браузера для построения пользовательских интерфейсов, а также быстрого внедрения для решения исследовательских и коммерческих задач.

6. Результаты могут использоваться для реализации взаимодействия со схожими альтернативными устройствами пользовательского ввода.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Скачихин, А. А. Внедрение программно-аппаратных комплексов распознавания образов для разработки веб-интерфейсов / А. А. Скачихин // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы: материалы междунар. науч.–практ. конф., Москва, 28 ноября 2014 г. – Москва, 2014. – с. 99–101. – ISBN 978-5-9905930-9-1.

2. Скачихин, А. А. Анализ методов расширения функциональности Web-браузеров для доступа к API операционной системы / А. А. Скачихин // Приоритетные направления развития науки и образования: материалы III междунар. науч.–практ. конф., Чебоксары, 04 декабря 2014 г. / редкол.: О. Н. Широков [и др.]. – Чебоксары, 2014. – с. 190–192. – ISBN 978-5-906626-52-3.