

## **Промежуточный отчет по проекту РФФИ 18-07-01488 (2019 г.)**

### **Тема: Модели, методы, методики и алгоритмы человеко-машинного взаимодействия для поддержки визуальной аналитики сетевой безопасности критических инфраструктур с использованием сенсорных мультитач-экранов**

Применение сенсорных экранов в визуальной аналитике сетевой безопасности коренным образом изменяет способы человеко-машинного взаимодействия, и как следствие, позволяет более эффективно принимать решения и анализировать данные за счет дополнительных возможностей оператора по управлению визуальным представлением данных. Если для мобильных и носимых устройств фреймворки человеко-машинного взаимодействия на основе сенсорных экранов существуют давно, то для экранов рабочих мест при управлении сложными моделями визуализации их еще предстоит сформировать.

Сложными и многоуровневыми моделями визуализации, несмотря на их явное преимущество в возможности отображения большого количества метрик, сложнее управлять. Как следствие, их эффективность не высока и поэтому не находит достаточно широкого распространения. Данное исследование направлено на изучение возможности использования сенсорных экранов в визуальной аналитике данных информационной безопасности и создание соответствующей методики, с целью увеличения оперативности и качества принимаемых оператором решений за счет использования новых методов человеко-машинного взаимодействия.

Целью проекта является создание методов и методик человеко-машинного взаимодействия в визуальной аналитике сетевой безопасности с использованием сенсорных мультитач-экранов. Для этого, на втором этапе проекта были разработаны алгоритмы человеко-машинного взаимодействия, и для того, чтобы понимать их эффективность при том или ином сценарии использования был реализован программно-аппаратный комплекс, с использованием которого были проведены эксперименты по оценке их эффективности. Анализ полученных результатов экспериментов показал, что сенсорные экраны эффективны при анализе сложных децентрализованных компьютерных сетей и сравнимы с традиционными интерфейсами при анализе иерархически-централизованных сетей.

#### **Основные результаты, полученные на втором этапе:**

##### **1. Алгоритмы обработки жестов оператора для их трансляции в команды на основе моделей человеко-машинного взаимодействия, базирующихся на сенсорных мультитач-экранах.**

Сенсорные экраны позволяют взаимодействовать с приложениями с помощью жестов, исполняемых пальцами рук пользователя. Данные жесты могут быть как простыми, заменяющими действия мышью (такие как касание и долгое нажатие), так и сложными, базирующимися на принципах прямого взаимодействия (например, «листание» страницы приложения), или задействующие более одного пальца (вращение, сведение/разведение нескольких пальцев и т.д.).

Для тестирования восприятия пользователями жестов на сенсорном экране и сравнения с традиционными интерфейсами, основанными на взаимодействии с клавиатурой и мышью, были разработаны алгоритмы, реализующие визуализацию компьютерной сети и интерфейс управления, состоящий из кнопок и жестов.

Реализованы алгоритмы для следующих жестов: tap, press, swipe (для трёх пальцев), pinch (для четырёх и пяти пальцев).

Алгоритмы для выполнения данных жестов основаны на следующем подходе: при прикосновении к сенсорному экрану приложение распознаёт количество пальцев, их координаты на экране, а также длительность касания, затем, во время начала движения (первые 10-15 пикселей) распознаёт направление движения, после чего осуществляет нужное действие, привязанное к данному событию.

Выбор жестов для мультитач-приложения был обусловлен компромиссом между разнообразием жестов для различных функций, их сложностью и способностью пользователя их запоминать.

## **2. Программная реализация алгоритмов обработки жестов оператора и моделей визуализации. Разработка экспериментального программно-аппаратного стенда системы визуализации.**

Для проведения экспериментов разработанные алгоритмы обработки жестов оператора и выбранные модели визуализации были реализованы на языке JavaScript в виде Web-приложения, также был разработан программно-аппаратный стенд системы визуализации.

Программно-аппаратный стенд был реализован следующим образом.

Аппаратная часть представляет собой сенсорный монитор Dell P2418HT с возможностью регулирования высоты и наклона, а также персональный компьютер на базе процессора intel core i5 с операционной системой Windows 10 (рисунок 1).

Программная часть стенда представляет собой веб-приложение, которое открывается по определённому электронному адресу в браузере. Приложение написано на языке JavaScript. Для реализации жестов использовалась открытая библиотека hammer.js, для визуализации графа компьютерной сети использовалась библиотека D3.js, для оформления интерфейса был использован набор графических средств Bootstrap. Таким образом, приложение представляет собой модель визуализации для компьютерной сети и интерфейс управления, состоящий из кнопок перехода к заданиям теста. Интерфейс взаимодействия с самой визуальной моделью осуществлён в двух вариантах в соответствии с тестами: (1) традиционный, с помощью кнопок, и (2) сенсорный, с помощью жестов на сенсорном экране. В качестве модели визуализации выбраны силовые графы (force graph), так как они подходят для визуализации многих объектов информационной безопасности с множеством связей путем самоорганизации положения вершин и ребер графа. Силовые графы подходят для отображения сложных структур, таких как компьютерные сети, социальные сети и т.п.

## **3. Проведены эксперименты: выделены показатели когнитивного аппарата человека, влияющие на эффективность анализа данных при использовании методов человеко-машинного взаимодействия на основе сенсорных мультитач-экранов.**

С использованием разработанного программно-аппаратного стенда были проведены эксперименты по оценке эффективности сенсорных интерфейсов в сравнении с традиционным подходом. Для экспериментов были построены два вида графов: централизованный граф традиционной компьютерной сети и децентрализованный граф самоорганизующейся сети устройств. Результаты эксперимента записывались в файл формата \*.json, и представляли собой многомерный массив, каждый элемент которого состоит из описания события и времени срабатывания этого события. Файлы сохранялись в папку.

Эффективность интерфейса сложно определить. Как правило, тестирование интерфейсов основывается на опросах пользователей. Тестирование было направлено на выявление двух основных свойств, по которым можно судить об эффективности интерфейса, оперативности и точности. Показатель оперативности определялся как разница во времени между успешным завершением одного конкретного теста и его началом. По оперативности можно судить насколько быстро человек справляется с заданием посредством того или иного метода взаимодействия. Показатель точности

определялся как количество неуспешных выполнений задания, предшествующих успешному. По точности можно судить, насколько сложен интерфейс для человека.

#### **4. Интерпретация результатов эксперимента с точки зрения когнитивного аппарата человека, оценка эффективности моделей человеко-машинного взаимодействия на основе сенсорных мультитач-экранов.**

В результате проведения эксперимента были получены распределения показателей оперативности и точности выполнения заданий. Результаты были оценены по трем параметрам: по максимуму распределения, по верхнему квантилю (75% лучших показателей) и по среднему значению. Для этого графики распределения были визуализированы в виде "ящичков с усами", в которых оперативность ответа на вопросы определялась как разность между началом ответа (когда в соответствующем окне появлялся текст задания) и окончанием ответа (когда пользователь нажимал на кнопку перехода к следующему вопросу), а время на графике измеряется в секундах. Проведено сравнение параметров временных распределений при выполнении заданий тестов (таблица 1). Сравниваются максимум распределения (Upper fence), верхний квантиль (Q3) и среднее значение (mean).

Таким образом, на втором этапе проекта были проведены эксперименты по оцениванию оперативности и точности сенсорного интерфейса в сравнении с традиционным на примере анализа графов компьютерных сетей. На основе данных результатов на следующем этапе будет разрабатываться методика человеко-машинного взаимодействия в визуальной аналитике сетевой безопасности с использованием сенсорных мультитач-экранов.

По результатам второго этапа проекта получены 2 свидетельства государственной регистрации программ для ЭВМ, и результаты опубликованы в 37 работах.