

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТАКТИЛЬНОЙ КАРТЫ**

*Маргарита Владимировна Фролова*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, обучающийся, тел. (913)768-18-85, e-mail: margaritaf140201@gmail.com

*Артем Андреевич Шарапов*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, ассистент кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (953)785-54-99, e-mail: sharapov\_artem@mail.ru

Проанализированы существующие тактильные карты, их методы и способы изготовления. Выявлены основные проблемы. Проработано техническое задание. Подобрана первичная электронно-компонентная база. Разработаны два модуля: для сбора информации с датчиков тактильной карты и для анализа полученных данных.

**Ключевые слова:** тактильная карта, программирование, тепловая карта, разработка, arduino, датчики, программный комплекс, чтение данных, технология WINAPI, получение и сбор данных.

## **DEVELOPMENT OF A SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX OF THE INTELLECTUAL TACTICALE MAP**

*Margarita V. Frolova*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Student, phone: (913)768-18-85, e-mail: margaritaf140201@gmail.com

*Artem A. Sharapov*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Assistant, Department of Applied Informatics and Information Systems, phone: (953)785-54-99, e-mail: sharapov\_artem@mail.ru

The existing tactile maps, their methods of production are analyzed. The main problems are identified. The terms of reference worked out. The primary electronic component base was selected. Two modules have been developed: for collecting information from tactile map sensors and analyzing the received data.

**Key words:** tactile map, programming, heat map, development, arduino, sensors, software, data reading, WINAPI technology, data acquisition and collection.

По данным Всемирной организации здравоохранения (далее – ВОЗ) на конец 2018 года, в мире с той или иной формой нарушения зрения насчитывается около 1,3 млрд. человек. Из них около 37 млн. – полностью незрячие, среди которых 1,4 млн. – необратимо слепые дети. В Российской Федерации, по оценке Московского научного института исследования глазных болезней им. Гельмгольца, количество незрячих составляет порядка 100 тысяч человек. Каждый год

около 45 тысяч человек из-за нарушений зрения становятся инвалидами. Примерно 20 % инвалидов по зрению – это молодежь [1].

Прогнозы медиков, к сожалению, неутешительны: количество людей, испытывающих проблемы со зрением, будет расти. Так эксперты ВОЗ уверены, что к 2020 году число незрячих увеличится до 38,5 млн. человек, а еще через 30 лет оно превысит отметку в 100–110 млн. [1].

Люди данной категории нуждаются в поддержке и специализированных материалах для познания и изучения мира. Одним из таких материалов является тактильная карта. Но подобное средство тактильного исследования не имеет автоматизированного способа контроля изученного материала. Для продуктивной работы с тактильной картой на данный момент требуется постоянное наличие специалиста рядом с учеником (родитель, преподаватель, работник библиотеки и др.) [2]. Это делает познание мира при помощи современных средств тактильного исследования трудозатратным.

После комплексного анализа и изучения данной проблемы была сформулирована цель проекта. Она заключается в разработке программно-аппаратного комплекса для интеллектуальной тактильной карты (далее – тактильная карта), представляющей собой программные модули, которые позволяют анализировать результаты тактильного исследования картографического произведения человеком с ограниченными возможностями здоровья по зрению для повышения уровня получаемых им знаний. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Рассмотреть возможности разработки специализированного программного обеспечения для тактильных карт;
2. Подобрать электронные компоненты для сбора данных с интеллектуальной тактильной карты;
3. Разработать программные модули для сбора и анализа данных;
4. Выполнить тестирование программно-аппаратного комплекса.

Предмет исследования: тактильные карты и усвоение материалов с них.

Объект исследования: сфера обучения людей с ОВЗ по зрению с помощью картографической продукции.

Тактильная карта, изготовленная по технологии лазерной резки, имеет вид некоего пазла [3, 4]. Она разбита на территориальные единицы и несет в себе информацию о рельефе и территориальном делении определенного региона. Формат пазла позволяет человеку не только тактильно исследовать рельеф, но и изучить его местоположение и особенности границ [5]. Карта масштабируемая, что предполагает возможность изменения масштаба при ее изготовлении. Для удобства обучающегося, карта расположена на подложке, где имеется выгравированная область для элементов пазла, что помогает человеку понять и запомнить расположение объектов [6]. Также на подложке расположена легенда карты и ее название [7]. В поверхность тактильной карты встроены тактильные датчики, которые передают информацию о исследованиях человека в специализированное программное обеспечение, где в виде тепловой карты отображается результат его осязательного анализа.

При помощи такой интеллектуальной тактильной карты человек получает не только информацию об административно-территориальном делении страны, региона или континента, но и рельефе как общей территории, так и отдельно взятых объектов. Необходимая для восприятия информация представлена в легенде карты и изложена при помощи шеститочечной системы Брайля (ГОСТ Р 56832–2015) [8].

Для доступного представления исследования человека визуализируются при помощи тепловой карты. Для этого необходимо обеспечить сбор данных с датчиков и выполнить их последующий анализ. Решение данной задачи заключается в написании программного комплекса, состоящего из двух модулей. Первый модуль отвечает за сбор данных с датчиков, второй – за их анализ и построение тепловой карты [9].

В качестве основы для первого программного модуля, отвечающего за сбор и обработку данных с датчиков с последующей передачей в СОМ-порт, был выбран микроконтроллер Arduino MEGA/UNO. Датчики подключены к микроконтроллеру к так называемым pin. При тактильном исследовании человек касается определенных датчиков, в следствие чего сигнал поступает на плату. Проверка наличия сигнала на плате происходит каждую секунду, что дает более полное представление о тактильных исследованиях обучающегося. Если сигнал «возник и пришел» на микроконтроллер, в СОМ-порт отправляется сообщение – номер активного датчика. Считывание и анализ данных с СОМ-порта происходит уже во втором модуле. При сборке аппаратной части карты были использованы емкостные датчики касания ТТР223. На поверхности тактильной карты выгравированы области размером 15мм\*11мм\*1мм, что соответствует габаритам датчика. Количество встроенных датчиков напрямую зависит от масштаба карты и области, которую она охватывает.

Второй программный модуль, отвечающий за анализ данных и построение тепловой карты, реализован в среде разработки EMBARCADERO C++ BUILDER на языке программирования C++. После запуска программы при помощи технологии WINAPI создаются два поточных объекта (рис. 1).

```
.. //
- VOID WINAPI ThreadProc1(FVOID* dummy) {
-     while (true) {
-         ReadFile(hCom, buf, 1, &bytesRead, NULL);
-         if (bytesRead > 0) {
-             s = s + buf[0];
-             if (buf[0] == '\n') {
-                 SetEvent(hEvent);
-             }
-         }
-     }
- }
-
- VOID WINAPI ThreadProc2(FVOID* dummy) {
-     do {
-         WaitForSingleObject(hEvent, INFINITE);
-         Form1->ListBox1->ItemIndex = Form1->ListBox1->Items->Count - 1;
-         Application->ProcessMessages();
-         ResetEvent(hEvent);
-         Form1->ListBox1->Items->Append(s);
-         if (s[1] == '1') {
```

Рис. 1. Создание потока при помощи технологии WINAPI

Один из них отвечает за чтение данных с СОМ-порта, второй – за подсчет количества прикосновений к каждому датчику. Основной поточный объект, создающийся автоматически и являющийся третьим потоком, отвечает за пользовательский интерфейс и координацию работы двух сторонних потоков. Поток представляет собой абстракцию, используемую для чтения или записи файлов.

В основном потоке программного модуля выполняется построение тепловой карты по данным, получаемым с датчика из второго потока. Данные помещаются в компонент StringGrid, который представляет собой двумерный массив. Столбцы массива отвечают за номер датчика, а его вторая строка – за количество касаний данного датчика. Данные, хранящиеся в StringGrid, используются для определения радиуса области и ее цветовой палитры. Цветовая палитра определяется параметром H в модели HSV, который принимает значения в диапазоне от 0 до 250, где 0 – красный цвет, а 250 – оттенок синего (рис. 2). Для построения тепловых областей была написана специализированная функция DrawEllipse, входными параметрами которой являются: значение внутреннего цвета, константное значение внешнего цвета, радиус области и координаты центра. В теле функции происходит проход по каждому пикселю с анализом его местоположения и цвета. Данная область сохраняется на растровую подложку. Следующая за ней область создается по принципу: берутся координаты пикселя из исходных данных и по ним определяются два объекта – пиксели с подложки и с отрисовываемой части. Их значения сравниваются и меньшее присваивается к текущему пикселю. Меньшее значение берется из тех соображений, что 0 – красный цвет, 250 – оттенок синего.

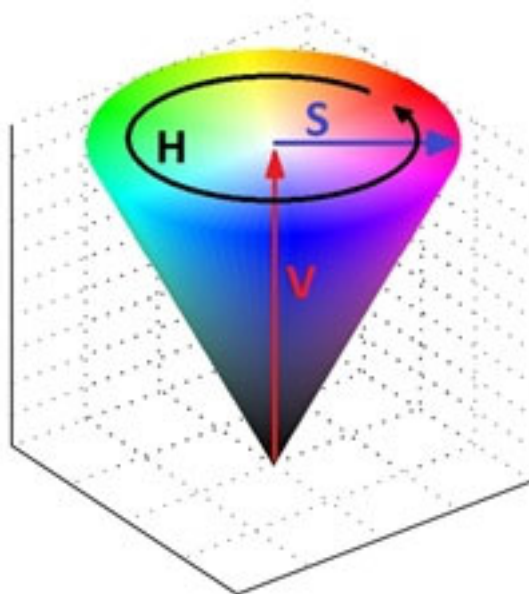


Рис. 2. Цветовая модель HSV

В целом тепловая карта является полным отображением физической карты, области рисуются на соответствующих местах их датчиков и обладают констант-

ным коэффициентом прозрачности. Данный коэффициент используется для удобства пользователя, а именно для того, чтобы ему было доступно графическое изображение карты. Это позволяет точнее определить границы тактильных исследований карты человеком с ОВЗ по зрению.

Таким образом, тепловая карта состоит из двух слоев: нижней подложки с черно-белым изображением физической карты и верхний уровень всех отрисованных областей (рис. 3) [10].

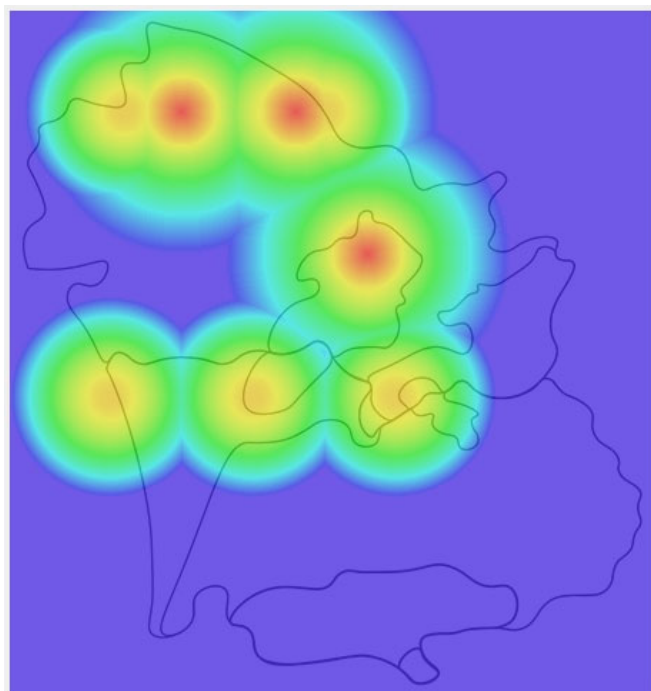


Рис. 3. Результат построения тепловой карты исследования

В результате выполнения проекта были решены следующие задачи:

- рассмотрена возможность разработки специализированного программного обеспечения для тактильных карт;
- выполнен подбор электронных компонентов для сбора данных с интеллектуальной тактильной карты;
- разработаны программные модули для сбора и анализа данных;
- выполнено тестирование программно-аппаратного комплекса.

Разработка программно-аппаратного комплекса для тактильных карт в современном мире является необходимостью. Это поможет не только увеличить продуктивность познания мира при помощи технологий тактильного исследования, но и уменьшить нагрузку специалистов по обучению людей с ОВЗ [11].

Разрабатываемый программно-аппаратный комплекс может быть использован не только в специализированных библиотеках, но и в обычных школах и детских садах. Данная разработка найдет свое применение на уроках географии как способ контроля изученного материала и как помощь преподавателю.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Шарапов А.А., Фролова М.В. Разработка тактильной карты для людей с ОВЗ // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XV Междунар. науч. конгр., 24–26 апреля 2019 г., Новосибирск : сб. материалов в 9 т. Т. 7 : Международная научно-технологическая конференция студентов и молодых ученых «Молодежь. Инновации. Технологии». – Новосибирск : СГУГиТ, 2019. – С. 32–37.

2. Пошивайло Я. Г., Дмитриев Д. В., Лесневский Ю. Ю. Современное состояние и перспективы развития тактильной картографии // ИнтерКарто – Интер-ГИС-2014 «Устойчивое развитие территорий: картографо-информационное обеспечение» : сб. материалов Международной конференции (Белгород, 23–24 июля 2014 г.). – № 20. – Белгород: изд. БГНИУ. – 2014. – С. 467–470. DOI: 10.24057/2414-9179-2014-1-20-467-470.

3. Система трехмерного моделирования Компас 3D [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://kompas.ru/kompas-3d/about/>.

4. Шарапов А. А., Селютина А. А., Рудова И. Е. Применение технологии лазерной резки для разработки роботизированного стенда СГУГиТ // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. студентов и молодых ученых «Молодежь. Наука. Технологии» : сб. материалов (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. – С. 63–68.

5. Лисицкий Д. В., Бугаков П. Ю. Картографическая визуализация трехмерных моделей местности // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 81–87.

6. Фролова М. В. Разработка тактильной карты для людей с ОВЗ / Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XV Междунар. науч. конгр., 24–26 апреля 2019 г., Новосибирск : сб. материалов в 9 т. Т. 7 : Международная научно-технологическая конференция студентов и молодых ученых «Молодежь. Инновации. Технологии». – Новосибирск : СГУГиТ, 2019. – С. 151.

7. Adobe Illustrator как самый продвинутый векторный графический редактор [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://pvstoker.com/adobeillustrator/>.

8. Соколов В. В. Эволюция тифлоинформационных средств // Дефектология / Ред. Н. Н. Малофеев, И. А. Коробейников. - 2009. - № 5. - С. 57-63.

9. Лисицкий Д. В., Колесников А. А., Комиссарова Е. В., Бугаков П. Ю., Писарев В. С. Мультимедийное направление в картографии // Изв. вузов. «Геодезия и аэрофотосъемка». – 2014. – № 3. – С. 40–44.

10. Hagoood L. A standard Tactile Symbol System: Graphic Language for Individauls who are Blind and Unable to Learn Braille. Life Skill Department, Texas School for the Blind and Visually Impaired [Электронный ресурс] // Life Skill Department, Texas School for the Blind and Visually Impaired. – Режим доступа: from <https://www.tsbvi.edu/selected-resource-topics> – Загл. с экрана.

11. Медведев А. А., Алексеенко Н. А., Васев М. К., Тактильный атлас Москвы – комплексное картографическое произведение для незрячих // Геодезия и картография. – 2016. – № 7. – С. 8–14.

© М. В. Фролова, А. А. Шарапов, 2020