

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

УДК 621.391

О. И. Васильев, магистрант
А. И. Нистюк, доктор технических наук, профессор
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

ТАКТИЛЬНАЯ СВЯЗЬ С ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

Телекоммуникационные устройства на основе сенсорного экрана не обладают необходимой информативностью. Этот недостаток связан с отсутствием тактильной обратной связи. Ощущение объема изображения в момент касания поверхности твердого гладкого экрана создается за счет вибрации телекоммуникационного устройства с различной частотой и амплитудой. В статье приводятся результаты исследований чувствительности и надежности распознавания изображений на экране.

Ключевые слова: сенсорный экран, колебания, тактильные ощущения, объемное изображение.

В настоящее время наибольший объем потребительского спроса мобильных устройств составляют телекоммуникационные аппараты на основе сенсорного экрана. Сенсорные экраны обладают существенными недостатками, одним из которых является отсутствие тактильной обратной связи при воздействии на экран или возможности ощутить изображение. Этот недостаток существенно снижает информативность системы в целом, что приводит к неадекватным реакциям оператора, особенно в экстремальных условиях. В целом управляемость телекоммуникационным устройством можно повысить, создав имитацию объема изображения, в худшем случае – создать любое тактильное ощущение на плоском экране как реакцию на прикосновение к изображению. Разработками в данной области занимается множество компаний, таких как *Tactus Technology, Immersion, Microsoft, Apple, Google*, в том

числе исследования в этой области проводятся отечественными учеными [1–13].

При разработке средства отображения телекоммуникационного устройства с жестким экраном, обладающим тактильной обратной связью, необходимо проектировать аппаратное (актуатор) и программное обеспечение.

Актуатор представляет собой механическое устройство. Самые простейшие актуаторы установлены в коммуникаторы, планшеты, смартфоны и в данной статье не рассматриваются.

Тактильные ощущения воспроизводятся актуатором при движении пальца оператора по экрану. Точность и надежность ощущений зависит от того, как программа будет обеспечивать управление актуатором в зависимости от изображения. Для этого необходимо определить реакцию оператора на различные фигуры и их характеристики.



Рис. 1. Контрастный переход



Рис. 2. Чередование черных и белых полос

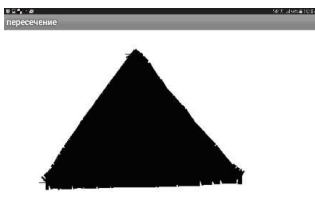


Рис. 3. Треугольник

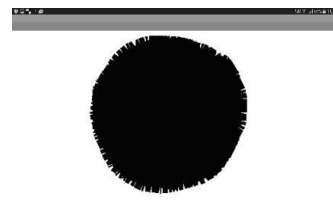


Рис. 4. Круг

Для решения поставленной задачи разработаны простейшие тесты, приведенные на рис. 1–4 и собранные в базу тестов. С помощью тестовых фигур

можно определить зону чувствительности, контраст чувствительности и время распознавания фигуры. В данной работе исследовались только зоны чувст-

вительности. Эксперимент проводился по алгоритму, приведенному на рис. 5. В алгоритме частично использована идея, заложенная тестовой версией *Narangi* для операционной версии *Android* [14].

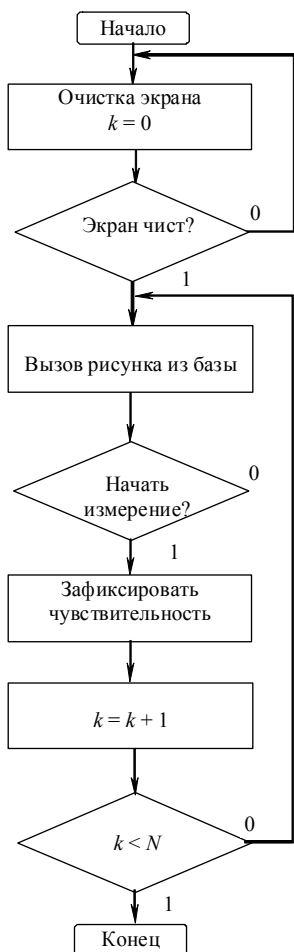


Рис. 5. Алгоритм тестирования

Программа устанавливается на любое мобильное устройство под управлением операционной системы

Android. Программа рассчитана на телефон и планшет. По результатам тестирования заполняются отчеты, формы которых также разработаны авторами. Для примера фрагменты результатов тестирования представлены в табл. 1 и 2. Распознавание изображений оценивается путем выставления баллов от 1 до 10.

Работа программы ориентирована на сбор данных о работе от пользователей. При прикосновении к сенсорному экрану отображаются фигуры для тестирования и пользователю (он же неквалифицированный оператор) предлагается на ощупь определить фигуру или ее размеры. После этого оператор оценивает степень распознавания и тестирование повторяется с новой фигурой.

На основе полученных данных построены графики (рис. 6 и 7) оценок распознавания от размера фигуры. На рис. 6 представлено распределение оценок в зависимости от размера фигуры, а на рис. 7 – от формы фигуры.

Таблица 1. Оценки распознавания в зависимости от размера фигуры

№ п/п	Планшет					Телефон				
	Расстояние, L					Расстояние, L				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	2	3	3	7	9	2	2	4	5	9
2	1	2	4	7	10	2	3	4	7	8
3	2	3	3	6	10	2	2	4	4	9
...
45	2	2	4	6	9	2	2	4	5	8

Таблица 2. Оценки распознавания фигур

№ п/п	Планшет				Телефон			
	Черно-белое полотно	Квадрат	Треугольник	Круг	Черно-белое полотно	Квадрат	Треугольник	Круг
1	9	4	4	4	9	2	2	2
2	10	4	4	4	10	1	1	1
3	9	7	7	7	9	7	7	7
...
45	8	6	6	6	8	4	4	4

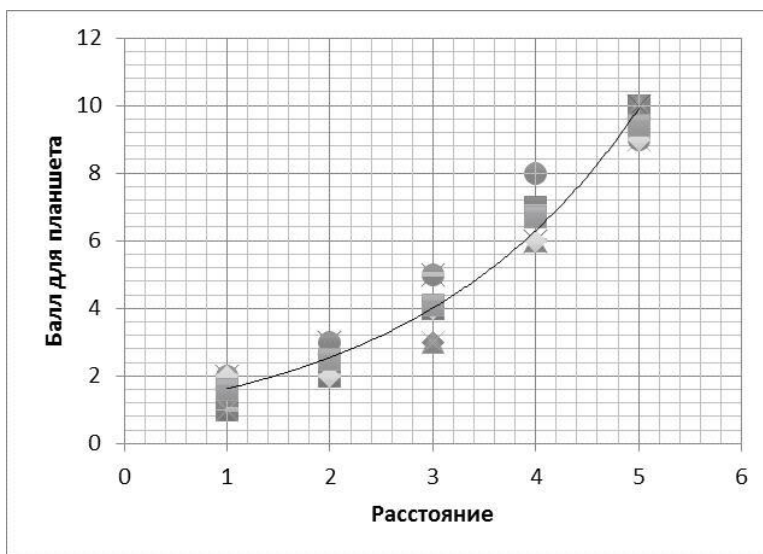


Рис. 6. Распределение оценок распознавания от размера фигур на экране планшета

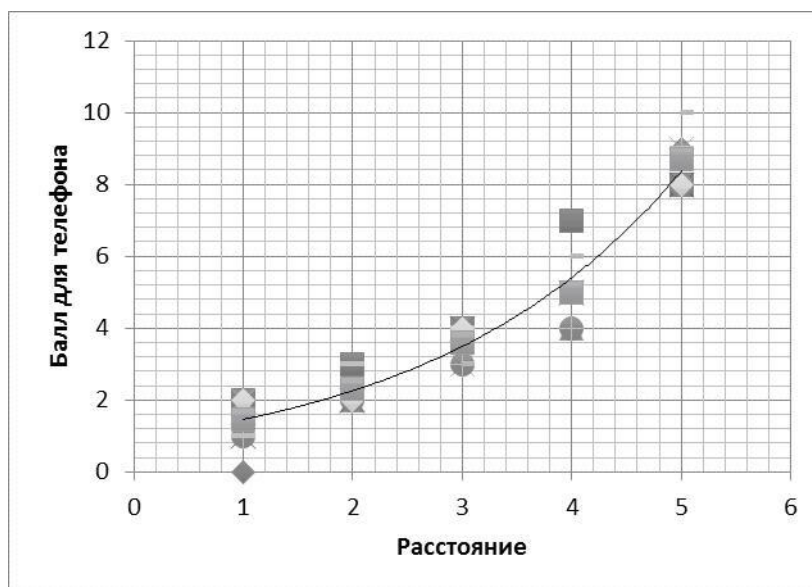


Рис. 7. Распределение оценок распознавания от размера фигур на экране телефона

В заключение можно отметить следующее.

1. Разработанная программа обладает рядом преимуществ перед существующими, а именно: русифицированный интерфейс, уменьшено время отклика на прикосновение к экрану.

2. С увеличением площади сенсорного экрана и размера изображения увеличивается разрешение и надежность распознавания.

3. Чем медленнее перемещение по экрану, тем надежнее распознавание изображения.

Дальнейшее улучшение качества восприятия информации с экрана предполагается созданием дополнительных технических устройств, воздействующих на тактильные точки оператора. Также представляет интерес распознавание динамических фигур.

Развитие науки и технологии в данном направлении позволяет повысить качество воспринимаемой информации, а лицам с ограниченными возможностями – более комфортно воспринимать информацию. В областях работы оператора в стрессовых ситуациях повысится надежность принятия правильного решения.

Библиографические ссылки

1. *Nistyuk A.* Mathematical Base Of Technology Of Tactile Feedback In Devices With The Touch Screen//2013 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). Proceedings. – Krasnoyarsk: Siberian Federal University. Russia, Krasnoyarsk, September 12–13, 2013. IEEE Catalog Number: CFP13794-CDR. ISBN: 978-1-4799-1060-1. Digital Object Identifier: 10.1109/SIBCON.2013.6693612. – P. 1–4

2. *Нистюк А. И.* Экспериментальные исследования взаимодействия телекоммуникационных систем с невалифицированным оператором // *Фундаментальные и прикладные проблемы науки : материалы VIII Международного симпозиума.* – Т. 1. – М. : РАН, 2013. – С. 200–204.

3. *Нистюк А. И.* Программно-аппаратный комплекс для исследования сложных телекоммуникационных систем и систем управления // *Интеллектуальные системы в производстве.* – 2013. – № 1 (21). – С. 149–152.

4. *Нистюк А. И.* Технология тактильной обратной связи в устройствах с сенсорным экраном // *Радиотехнические и телекоммуникационные системы.* – 2012. – № 3 (7). – С. 66–68.

5. *Нистюк А. И.* Технология тактильных ощущений объема изображений на сенсорном экране // *Интеллектуальные системы в производстве.* – 2012. – № 2 (20). – С. 120–122.

6. *Барбашин Д. И., Нистюк А. И.* Синтез адаптивных средств взаимодействия в сложных технических системах управления // *В мире научных открытий: Математика. Механика. Информатика.* – 2012. – № 1. – С. 39–49.

7. *Барбашин Д. И., Нистюк А. И.* Моделирование передних панелей телекоммуникационных устройств // *Вестник ИжГТУ.* – 2011. – № 2. – С. 163–165.

8. *Барбашин Д. И., Нистюк А. И.* Разработка математических моделей и алгоритмов для автоматизированного проектирования передних панелей управляющих систем // *В мире научных открытий: Математика. Механика. Информатика.* – 2010. – № 4-4. – С. 32–34.

9. *Миловидова А. И., Нистюк А. И.* Экспериментальная установка для измерений колебаний сенсорного экрана // *Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке : сборник трудов II Всероссийской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и молодых ученых с международным участием, Ижевск, 23–25 апреля 2013 года : электронное научное издание.* – Электрон. дан. (1 файл : 39,3 Мб.). – Ижевск, 2013. – С. 532–534. – ISBN 978-5-7526-0603-8.

10. *Барбашин Д. И., Нистюк А. И.* Обеспечение надежности информационно-управляющих систем // *В мире научных открытий: Математика. Механика. Информатика.* – 2011. – № 1. – С. 82–85.

11. *Барбашин Д. И., Нистюк А. И.* К построению интерфейсов информационно-управляющих и телекоммуникационных систем // *Современная российская наука глазами молодых исследователей : матер. Всерос. науч.-практ. конференции-форума молодых ученых и специалистов.* – Красноярск : Научно-инновационный центр, 2011. – С. 215–216.

12. *Барбашин Д. И., Нистюк А. И.* Адаптация средств взаимодействия в сложных технических системах управления // *Вопросы науки и техники : матер. Междунар. заоч. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 16 января 2012г.).* – Новосибирск : ЭКОР-книга, 2012. – С. 85–89.

13. Миловидова А. И., Нистюк А. И. Измерение деформации и колебаний элементов телекоммуникационных устройств // Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке : сборник трудов II Всероссийской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и молодых ученых с международным

участием, Ижевск, 23–25 апреля 2013 года : электронное научное издание. – Электрон. дан. (1 файл : 39,3 Мб.). – Ижевск, 2013. – С. 534–537. – ISBN 978-5-7526-0603-8.

14. Arun Mehta. Narangi. – URL: https://play.google.com/store/apps/details?id=appinventor.ai_arun_mehta.narangi (дата обращения: 12.03.2015).

* * *

Vasilyev O. I., Master's degree student, Kalashnikov ISTU;
Nistyuk A. I., DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU

Tactile communication with telecommunication devices

Telecommunication devices on the basis of the touch screen don't possess necessary informational content. This shortcoming is connected with the lack of tactile feedback. Sensing the image volume at the instant of touching the surface of the hard smooth screen is created due to vibration of the telecommunication device with various frequency and amplitude. The paper presents the research results for sensitivity and reliability of image recognition at the screen.

Keywords: touch screen, fluctuations, tactile feelings, volume image.

Получено: 04.06.15