

УДК811.111:620.3

ПРИНЦИП РАБОТЫ СЕНСОРНЫХ ЭКРАНОВ

Дегтяренко Д. В., Микулко В. С

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ежов В.Д.

Первое появление сенсорных экранов пришлось на эпоху наладонников прошлых лет – КПК или, по англ., PDA. Гаджеты были интересными, но несуразно малофункциональными, поэтому и не прижились, в отличие от тачскринов.

Сенсорный экран — устройство ввода информации, представляющее собой экран, реагирующий на прикосновения к нему.

Более того, последние не просто прошли испытание временем, но и стали краеугольным камнем концепции всех современных мобильных гаджетов. Представить себе что-то стационарное и с QWERTY-клавиатурой нам уже почти нереально, а за последние годы сенсорные дисплеи «научились» быть действительно отзывчивыми и удобными в эксплуатации. Хотя их конструкции принципиально почти не изменились и разделяются на все те же 3 основных категории.

В современном мире, насыщенном продуктами высоких технологий, сенсорные экраны заняли достаточно широкую нишу. Они помогают нам получать информацию в доступном визуальном виде, причём функциональность сенсорных экранов не ограничивается только пассивным получением информации - с их помощью мы, иногда, управляем технически сложными устройствами, даже не задумываясь об этом! Давайте посмотрим: экран мобильного телефона, плеера или видеокамеры; сенсорный монитор компьютера в диспетчерской или в конференц-зале; информационно-навигационный киоск на улице; информационный киоск в банке, бизнес-центре, бутике или просто в магазине; видеостена на автошоу или интерактивный стол на выставке либо другом мероприятии - всё эти устройства УЖЕ сегодня являются не выдумкой фантастов, а повседневными нашими помощниками. И простой экран, который ранее лишь отображал информацию, сейчас позволяет взаимодействовать, принимать решения и управлять сложными устройствами посредством сенсоров.

При этом в каждом из выше перечисленных устройств применяется тот либо иной тип сенсорного экрана. В настоящее время разработано несколько типов сенсорных панелей, и каждая технология производства сенсорных панелей обладает своими преимуществами и слабыми сторонами. В данном материале мы рассмотрим, какие бывают типы сенсорных экранов, а также их достоинства и недостатки.

1. Резистивные или попросту «упругие» (Resistive)
2. Емкостные (Capacitive)
3. Проекционно-ёмкостные
4. Волновые (Surfaceacousticwave)
5. Сенсорные экраны на поверхностно-акустических волнах
6. Оптические сенсорные экраны
7. Инфракрасные сенсорные экраны

О резистивном тачскрине. Недавнее прошлое

Принцип действия резистивного сенсорного экрана заключается в следующем. Сенсорный экран состоит из стеклянной панели и гибкой пластиковой мембраны с нанесёнными как на панель, так и на мембрану резистивным покрытием. Между стеклом экрана и гибкой мембраной равномерно распределены микроизоляторы, которые не позволяют контактировать проводящим поверхностям по активной области экрана. Когда на экран воздействуют, нажимая на него, резистивные покрытия панели и пластиковой мембраны между собой замыкаются и в точке соприкосновения изменяется удельное сопротивление, которое регистрируется контроллером панели и с помощью аналогово-цифрового преобразователя преобразовывается в координату точки прикосновения.

Принципиально точность отслеживания в схеме резистивного сенсорного экрана можно улучшить, применяя различные алгоритмы, однако следует учитывать, что данные улучшения позволяют добиться точности отслеживания, но не повышают надёжности.

К сильным сторонам резистивных экранов можно отнести достаточную простоту и малую стоимость, весьма неплохую чувствительность, а также восприимчивость экрана не только к пальцам руки, но и к любым касающимся его предметам.

Слабые стороны резистивных экранов - плохое светопропускание (для устранения этого недостатка приходится использовать более яркую подсветку), и плохая поддержка экраном множественных нажатий (мультиач). Вследствие конструктивных особенностей резистивные экраны не могут определить силу нажатия и подвержены механическому износу.

Ёмкостный сенсорный дисплей

Поверхностно-ёмкостный экран (или упрощённо - ёмкостный) в основе своего принципа работы использует явление проводимости переменного тока предметом большой ёмкости.

Конструктивно ёмкостный сенсорный экран состоит из стеклянной панели, покрытой прозрачным резистивным материалом (обычно применяются сплавы оксида индия и оксида олова). По углам ёмкостного экрана располагаются электроды, которые подают переменное напряжение (не значительное по абсолютной величине) на проводящий слой экрана. Причем подаваемое напряжение абсолютно одинаково. При прикосновении к экрану пальцем руки или другим токопроводящим предметом в точке прикосновения появляется утечка тока. При этом следует отметить, что чем ближе предмет, которым прикасаются к электроду, тем меньше сопротивление экрана и, следовательно, сила тока в точке прикосновения больше. Во всех четырёх углах экрана расположены датчики, которые следят за изменением силы тока и регистрируют эти изменения, которые затем передаются в контроллер. Контроллер уже преобразовывает полученные от датчиков данные и вычисляет координаты точки прикосновения.

В более ранних моделях ёмкостных экранов использовали постоянный ток - такая конструкция была предельно простая, но в работе это приводило к сбоям, особенно при не достаточном контакте прикасающегося к экрану предмета (человека) с землёй.

Ёмкостные сенсорные экраны зарекомендовали себя в работе как надёжные устройства, запас по касаниям - около 200 000 000 касаний (более 6-ти лет касаний с интервалом 1 сек.). Ёмкостные экраны неприхотливы к внешним условиям - они не пропускают влагу и отлично работают даже загрязненными. Прозрачность экрана находится на уровне приблизительно 90 %. К недостаткам следует отнести нечувствительность к диэлектрикам, например, на прикосновение в перчатке экран не отреагирует.

Проекционно-ёмкостные дисплеи

Принцип действия проекционно-ёмкостного экрана состоит в следующем: на внутреннюю сторону поверхности экрана наносится сетка электродов. При прикосновении к экрану нанесённый на поверхность электрод вместе с телом человека в точке прикосновения образует конденсатор (ёмкость). Для вычисления координат точки прикосновения измеряется ёмкость конденсатора в точке прикосновения (электронным контроллером экрана подаётся импульс тока и измеряется напряжение в точке касания), которое после обработки трансформируется в координаты точки касания.

К особенностям проекционно-ёмкостных экранов относят достаточно большую прозрачность (может достигать порядка 90 %), а также очень широкий диапазон рабочих температур. Проекционно-ёмкостные экраны характеризуются долговечностью и при соответствующих условиях (применение калёного стекла достаточной толщины - вплоть до 16 мм.) проекционно-ёмкостные экраны весьма вандалоустойчивы. Индифферентны к непроводящему загрязнению рабочей поверхности, если же загрязнение является проводящим ток, то такие артефакты легко локализируются и нивелируются программно. Вследствие таких преимуществ диапазон применения проекционно-ёмкостных сенсорных

экранов весьма обширен - начиная от автоматов, информационных киосков, расположенных на улице и заканчивая рекламными видеозэкранами, установленными в бутиках, банках.

Яркие волновые дисплеи

Экран представляет собой стеклянную пластину, по периметру которой в соответствии с координатной сеткой $X \times Y$ расположены светодиодные пары "излучатель-получатель сигнала". Система спроектирована таким образом, что контроллер всегда «знает», был ли отправлен в направлении конкретного получателя луч света или нет. И если последний рапортует о том, что ничего не произошло, это сигнал о нажатии. А дальше, определив точку пересечения вертикального и горизонтального прерванных лучей, автоматически получаем координаты места нажатия на дисплее. Двигается свет быстро, гораздо быстрее, чем осуществляет свои манипуляции пользователь, поэтому скорость реагирования у волновых сенсорных устройств потрясающая.

Но не это делает их столь привлекательными, а то, что никаких металлических полупроводников здесь нет и в помине. То есть, не существует и никакого препятствия на пути световых лучей, что и дает возможность для 100% передачи яркости изображения. Конечно, на практике КПД ниже единицы, да и накапливающийся слой грязи с внешней стороны стекла вносит свои коррективы. Но в идеальном воплощении волновая технология сенсорных экранов обладает наибольшими перспективами из всех существующих.

Сенсорные экраны на поверхностно-акустических волнах

Конструктивно сенсорный экран на поверхностно-акустических волнах (ПАВ) выполнен в виде стеклянной панели с расположенными по углам экрана пьезоэлектрическими преобразователями (ПЭП). Также по периметру панели экрана расположены отражающие и принимающие датчики. Принцип действия сенсорного экрана на поверхностно-акустических волнах состоит в следующем. Высокочастотный электрический сигнал формируется в специальном контроллере и посылается на ПЭП. ПЭП в свою очередь преобразуют поступивший сигнал в поверхностно-акустические волны, а отражающие датчики, расположенные по периметру, этот сигнал отражают. Далее по цепочке: отражённая волна поступает на соответствующий принимающий датчик и обратно отсылается на ПЭП. ПЭП же, приняв отражённую волну, преобразовывает полученные данные уже в электрический сигнал, который поступает на контроллер, где этот сигнал анализируется. При прикосновении к экрану пальцем часть энергии акустических волн, формируемых ПЭП, в точке касания поглощается. Расположенные по периметру экрана приёмники улавливают эти изменения, а микроконтроллер вычисляет положение точки касания. Реагирует на касание предметом, способным поглотить волну (палец, рука в перчатке, пористая резина и т.п.)

К достаточно существенным недостаткам сенсорных экранов на поверхностно-акустических волнах следует отнести ложные срабатывания или сбои при наличии посторонних вибраций или при воздействии акустическими шумами, а также при загрязнении поверхности экрана. Любой посторонний предмет, находящийся на экране (например, грязь, жевательная резинка), полностью заблокирует его работу. Кроме того, вследствие конструктивных особенностей, экран регистрирует только прикосновения предметом, который поглощает акустические волны. Например, на прикосновение пластиковой карточки экран просто не среагирует.

Точность срабатывания сенсорного экрана на поверхностно-акустических волнах гораздо выше, чем резистивных, но ниже, чем традиционных ёмкостных. Для рисования или ввода текста они не пригодны.

Оптические сенсорные экраны

Конструктивно оптические экраны очень просты. В стеклянную панель интегрирована подсветка на инфракрасных лучах. Принцип работы такого сенсорного экрана тоже достаточно тривиален - используется физическое явление рассеивания света. Таким образом, на границе «стекло-воздух» сенсорного экрана наблюдается полное внутреннее отражение, т.е. вне зависимости от длины волны поверхность экрана полностью отражает падающий на

неё световой поток. При прикосновении к экрану постороннего предмета, на границе «стекло — тело прикосновения» свет в точке касания рассеивается. Управляющей электронике экрана необходимо только снять картину рассеяния и зафиксировав, преобразовать точку касания в системе координат.

Выполнить это технически возможно либо установив рядом с проектором камеру (тогда такой экран называется проекционным). Ярким примером такой технологии является Microsoft Surface (<http://www.microsoft.com/surface/>). Только в Microsoft Surface используются не простые источники света в виде светодиодов, размещённых по периметру экрана, а вместо этого используется инфракрасный (ИК) источник света и ИК-камеры фиксируют преломления света. Либо возложив функцию фиксации на четвёртый субпиксель ЖК экрана.

К достоинствам оптических сенсорных экранов следует отнести возможности идентификации предмета или группы предметов, которыми прикасаются к экрану (не обязательно человеческой кисти), полная поддержка мультитача, возможность создавать монолитные сенсорные поверхности огромных размеров с нелинейной геометрией. Слабыми сторонами оптических сенсорных экранов является достаточно большая глубина самого устройства экрана, необходимая для расположения проектора внутри, достаточно высокая стоимость.

Инфракрасные сенсорные экраны

Принцип работы инфракрасного сенсорного экрана заключается в следующем. По периметру сенсорного экрана расположены специальные LED-светодиоды, излучающие импульсы света в инфракрасном (ИК) диапазоне. С противоположной стороны панели расположены датчики фототранзисторов, которые улавливают излучаемый ИК-свет. Контроллер экрана постоянно сканирует сетку невидимых невооруженным глазом, ИК-лучей, проходящих над поверхностью экрана, которая генерируется последовательностью импульсов для светодиодов. При прикосновении к экрану, сетка из инфракрасных лучей перекрывается пальцем либо прикасающимся предметом, ИК-импульсы перестают поступать на датчики фототранзисторов. Это сразу фиксируется контроллером и преобразовывается в координаты точки прикосновения.

К преимуществам ИК сенсорных экранов следует отнести надежность и высокое качество изображения. Именно поэтому устройства на ИК экранах широко используются в торговых автоматах, информационных киосках, медицинском оборудовании, диспетчерских и системах управления производственным процессом. Из-за простоты и очень высокой ремонтпригодности такая схема весьма популярна в военном ведомстве.

К минусам инфракрасных сенсорных экранов традиционно относится плохая работа в условиях повышенной загрязненности.

Выводы

Применение сенсорных экранов дает ряд преимуществ их обладателям. Например, интерактивные справочные системы (киоски), используемые в аптеках, торговых центрах, банках и на вокзалах, удобны в обращении и позволяют экономить время, чем, несомненно, привлекают клиентов. Использование сенсорных панелей и планшетов вместо меловых досок в сфере образования также сулит определенные выгоды. Обычно значительную часть занятия преподаватель тратит на рисование схем, графиков и таблиц, а иногда даже на переписывание листингов компьютерных программ. В итоге ценное время на объяснение представленного на доске материала сокращается. При таком режиме работы учащемуся трудно сосредоточиться на обдумывании материала, так как он занят копированием записей с доски. Применяя отображающие устройства, можно эффективно использовать заранее подготовленный иллюстративный материал, что экономит массу времени. Наличие у дисплея сенсорных свойств позволяет делать любые пометки, надписи и рисунки в процессе объяснения. Вся изложенная на лекции информация, включая рисунки преподавателя, легко копируется в неизменном виде в любом количестве и может использоваться учащимися.

Таким образом, благодаря внедрению интеллектуальных панелей можно повысить качество преподавания и поднять уровень образования.

Принято считать, что резистивные экраны уже стали пережитком прошлого, время волновых наступит завтра-послезавтра, ну а сегодня безраздельно правят емкостные дисплеи. Обусловлено это не столько требованиями пользовательской аудитории, сколько финансовым аспектом – нельзя наделить смартфон экраном Hi-End класса и сохранить при этом низкую розничную стоимость устройства. С другой стороны, никто толком не берется предсказать, куда повернет прогресс в ближайшее время и что придется на смену емкостным и волновым экранам.

Литература.

1. Сенсорные экраны // Wikipedia.org [Электронный ресурс].
2. Журнал «Популярная механика» // <http://www.popmech.ru> [Электронный ресурс].
3. Журнал о технологиях «Digital» // <http://www.digital.ru> [Электронный ресурс].