

Сергей Дронов

## Указательные устройства: эволюция продолжается

Координатно-указательные устройства, или сокращённо трекболы, применяются для прецизионного позиционирования курсора в системах, предназначенных для ответственных применений, например, в устройствах управления катерами, яхтами и большими судами, в системах целеуказания. При этом подразумевается, что трекбол должен быть достаточно прочным для сопротивления ударным нагрузкам, воздействию пыли и влаги и иметь длительный ресурс безотказной работы. Координатно-указательные устройства, производимые бельгийской компанией NSI с 1989 года, разрабатываются с учётом требований повышенной устойчивости и большого времени наработки на отказ.

В настоящее время по аналогии с манипуляторами мышь существует несколько технологий детектирования движения шара трекбола:

- оптико-механическая,
- оптическая,
- лазерная.

Оптико-механические трекболы — первые появившиеся на рынке устройства (рис. 1). Основа конструкции — покрытый резиной шар. Он вставляется внутрь корпуса и имеет жёсткое соприкосновение с тремя валиками, оси вращения двух из них перпендикулярны друг другу (детектирование движения влево-вправо, вверх-вниз). На осях этих валиков установлены диски с прорезями. По разные стороны дисков расположены приёмник и детектор светового сигнала. Направление перемещения шара определяется последовательностью освещения фоточувствительных элементов, а скорость движения — частотой приходящих от них импульсов.

Недостатки этой системы — физический контакт между шаром и детекторами перемещения, механическая сложность системы, необходимость периодической чистки роликов от загрязнений путём разбора изделия и невозможность полной влагозащиты.

Трекболы, выпускающиеся без защиты (IP40), применяются в помещениях, где воздействие влаги исключено или сведено к минимуму. Например, они могут использоваться как часть системы контроля воздушного движения. Применение таких трекболов в составе систем управления на водном транспорте ограничено. Максимальная степень защиты трекбола GS25 (рис. 2) при неподвижном шаре IP65. При этом защитой от влаги служит резиновое уплотнительное кольцо, скрытое под металлическим фиксатором шара. Достоинство оптико-механических трекболов — невысокая цена, компактные форм-факторы (диаметр шара от 16 мм) и на-

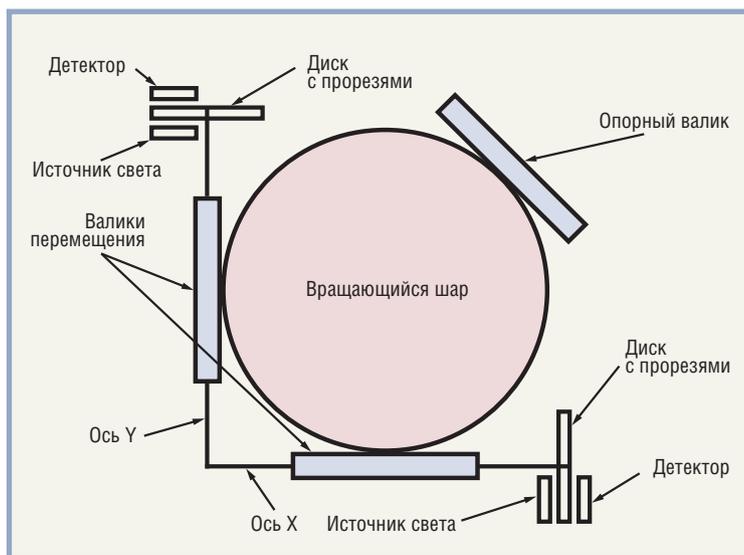


Рис. 1. Схема работы оптико-механического трекбола

дёжная механическая часть. Время жизни более 2 000 000 оборотов шара.

Принцип работы оптических трекболов кардинально отличается от оптико-механических изделий. Основа детектирования движения заключается в обработке сигналов от сенсоров, делающих последовательные фотографии поверхности шара. Далее снимки сравниваются. Направление и скорость перемещения курсора на экране определяются на основе расхождений в расположении общих элементов на двух последовательных кадрах. На рис. 3 видно, что за время 0,67 миллисекунды изображение поверхности шара сместилось влево и вниз. Общие элементы видны на обоих снимках.

При этом как на поверхность шара, так и на его материал накладывается ограничение: поверхность должна быть



Рис. 2. Трекболы GK25 и GS25 (отличие в материале шара и стопорного кольца)

оптически контрастной, например, не только чёрной или белой.

Недостаток такого метода детектирования — необходимость наличия на двух последовательных снимках шара одинаковых элементов, по смещению которых определяются и направление, и скорость перемещения. Соответственно, если скорость движения слишком высока, на снимках будут отсутствовать похожие фрагменты, что приведет к ошибкам в позиционировании курсора на экране.

Новый метод детектирования движения позволил создать трекболы с классом защиты IP68. При этом шар помещается в специальную прозрачную полость и прочно удерживается внутри на миниатюрных циркониевых шариках прижимным кольцом, позволяющим регулировать усилие перемещения.

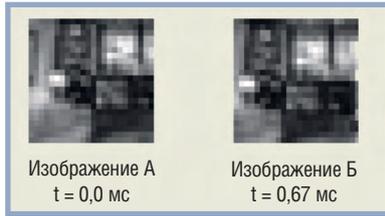


Рис. 3. Последовательные изображения поверхности шара в оптическом и лазерно-оптическом трекболе



Рис. 4. Трекбол O50

полусфере) и наследуют все их положительные стороны, но их внутренняя начинка кардинально различается. Новые сенсоры излучения сочетают в миниатюрном корпусе источник и приёмник. Лазерный диод генерирует инфракрасное излучение, фокусируемое линзами на поверхности шара. Часть сигнала отражается и улавливается приёмником, встроенным в сенсор. Схема работы лазерного трекбола представлена на рис. 5.

Движение шара, на котором сфокусировано детектируемое излучение, изменяет частоту регистрируемого сигнала. Сдвиг частоты пропорционален скорости перемещения облучаемого объекта (эффект Доплера). Сравнение частот первоначального и детектированного сигналов позволяет вычислить скорость перемещения объекта — поверхности шара и, следовательно, перемещения курсора по экрану. Направление перемещения курсора определяется суммированием сигналов от двух сенсоров.

Использование новых сенсоров значительно расширяет список материалов для изготовления шаров трекболов, снимая ограничения, накладываемые на оптические модели. Для установки доступны шары практически из любого материала, включая эксклюзивные исполнения из золота и драгоценных камней.

Значительно увеличилась разрешающая способность новых трекболов. Так, для модели предыдущего поколения O50 максимальная скорость перемещения шара составляла 36,6 мм/с. Для нового аналога X50 (рис. 6) она повысилась до 101,6 мм/с. Кроме этого, снизилось энергопотребление новых изделий.

Прочная и надёжная механическая часть лазерных трекболов выдерживает более 1 миллиона оборотов шара, что сравнимо с оптическими устройствами. Но благодаря новым сенсорам на рынке появился класс изделий IP68 со значительно возросшей разрешающей способностью и разных размеров. Доступны модели от X13 (шар 13 мм) до X50 (шар 50 мм). Как и вся линейка трекболов NSI, новые изделия поставляются с USB, PS/2 или квадратурным выходами. ●

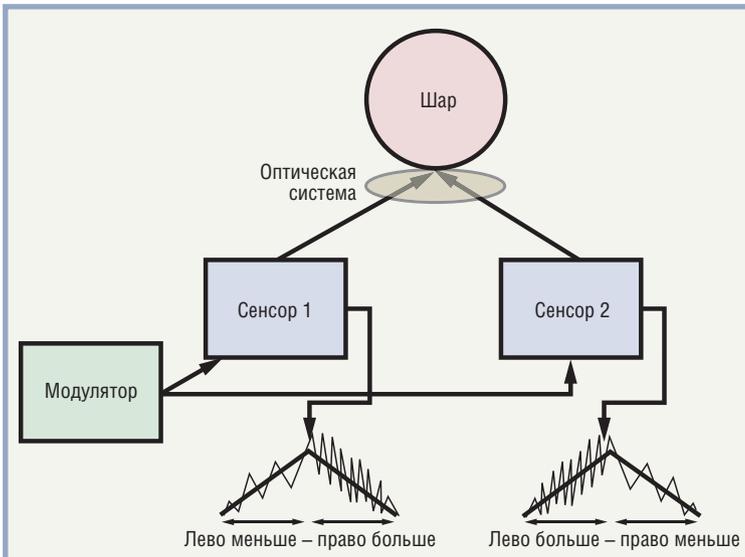


Рис. 5. Схема работы лазерного трекбола

К недостаткам этого класса изделий можно отнести сравнительно большую стоимость, невозможность изготовить указательные устройства малых размеров из-за необходимости размещения на плате управляющей электроники и меньший ресурс. Так, для O50 (рис. 4) время жизни более 1 000 000 оборотов шара.

Это в 2 раза меньше, чем у классических моделей GK25 и GK50.

Зато стало возможным применение изделий в условиях прямого воздействия воды. Благодаря съёмному стопорному кольцу трекболы легко подвергаются механической и химической чистке без необходимости разбора.

Лазерные трекболы внешне похожи на оптические (шар, установленный в прозрачной



Рис. 6. Трекбол X50

Автор — сотрудник фирмы ПРОСОФТ  
Телефон: (495) 234-0636  
E-mail: info@prosoft.ru