

## ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЕ СРЕДСТВО ВИЗУАЛИЗАЦИИ РАБОТЫ АКСЕЛЕРОМЕТРА И ГИРОСКОПА

*Авсяник Е.С., Мередов К., Деменковец Д.В.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Леванцевич В.А. – старший преподаватель*

В работе описан процесс создания программно-аппаратного средства для визуализации работы гироскопа и акселерометра. Описаны основные принципы работы этих датчиков. Предлагаются варианты применения и улучшения разработанного средства.

Положение в пространстве, направление движения и ускорение – это одни из тех данных, которые являются основными для логической части разнообразных контролируемых устройств. К ним относится не только специальное оборудование самолетов, вертолетов или кораблей, изменение ориентации которого важно для навигации и пилотирования, но и самые обычные устройства, используемые людьми каждый день.

Датчики, определяющие положение и направление в пространстве, такие как акселерометр или гироскоп, выполняющие сбор данных, используются в повседневной бытовой жизни. Широко применяются, например, в смартфонах, фитнес-браслетах, планшетах, ноутбуках, экранах телевизоров или мониторов, а также в технологиях виртуальной и дополненной реальности (VR&AR). В смартфонах и фитнес-браслетах позиционирование используется в качестве шагомера или как опция для управления дополнительными функциями устройства. Позиционирование также возможно с помощью детектора отображаемых элементов мобильного устройства. Наиболее распространённая применяемая функция — это определение текущей ориентации экрана планшета или положение в пространстве электрического самобалансирующегося транспортного средства (гироскутер). Например, в зависимости от передаваемых контроллером параметров формат изображения дисплея настраивается соответствующим образом - либо портретный (широкий), либо альбомный (узкий).

Гироскоп представляет собой устройство, реагирующее на изменение углов ориентации контролируемого тела. В классическом представлении это инерционный предмет, который быстро вращается на подвесах. Как результат, вращающийся предмет всегда будет сохранять свое направление, а по положению подвесов можно определить угол отклонения [1].

В действительности электронные гироскопы построены по другой схеме и устроены значительно сложнее. Достоинствами гироскопа являются: высокая точность в определении углов наклона по всем трем осям XYZ, или другое название – крен, тангаж и рысканье, нулевое направление. От нулевого направления и выполняются измерения. Оно не зависит от притяжения земли и может быть любым, практически не подвержено влиянию внешних факторов или сторонних сил. Среди недостатков гироскопа отмечаются следующие: гироскопом невозможно определять ускорение, сложность конструкции увеличивает конечную стоимость готового устройства, время для определения смены положения значительно выше, чем в случае использования акселерометра.

Акселерометр – это устройство, которое измеряет проекцию кажущегося ускорения, то есть разницы между истинным ускорением объекта и гравитационным ускорением. На простом примере такая система представляет собой некоторую массу, закрепленную на подвесе, обладающим упругостью [2]. Если такую систему повернуть под углом или предать линейное ускорение, то упругий подвес отреагирует на движение под действием массы и отклонится. По этому отклонению определяется ускорение. К основным преимуществам акселерометра можно отнести: быстрое определение изменения действия вектора силы, удобное использование в качестве датчика ускорения, конструктивно проще и дешевле гироскопа. К минусам следует отнести следующие факторы: положение относительно земли определяет с большой погрешностью, акселерометр сильно зависит от воздействия гравитации, необходимость использования коэффициента поправки в зависимости от текущего места и воздействия внешних факторов, чувствителен к сторонней вибрации, не может производить измерение угла наклона при ускорении.

Гироскоп и акселерометр похожи по возможностям, тем не менее, отличаются определяемой характеристикой. В первом случае – положение, для второго – направление воздействия силы. Поэтому функциональность их востребована немного в разных жизненных областях.

Задачей проекта стала разработка программного средства для качественной и эффективной визуализации работы датчиков гироскопа и акселерометра, и проверки их работоспособности. Для этого было разработано устройство с этими датчиками и реализована программа-визуализатор.

Для аппаратной части был выбран микроконтроллер STM32, а конкретно модель «STM32F103C8T6». Данный микроконтроллер имеет ряд преимуществ над более простыми, такими как «Arduino Nano». К примеру, STM32 позволяет делать полноценные 32-битные вычисления, что значительно повышает производительность устройства. Также в его составе есть такой компонент, как DMA (dynamic memory access) и NVIC (nested vector interrupt controller), позволяющие более эффективно работать с памятью контроллера и планированием обработки прерываний и значительно повысить скорость обработки [3]. Помимо всего прочего данные микроконтроллеры имеют гибкие возможности установки экономичных режимов работы для уменьшения потребления энергии. Это позволяет увеличить время работы устройства от элементов питания или аккумуляторов.

В данной работе к микроконтроллеру подключается акселерометр и гироскоп. Передача данных осуществляется по интерфейсу I2C. Через заданные промежутки времени датчики отсылают сообщения об изменении положения объекта в пространстве по трем координатам. Микроконтроллер обрабатывает эти значения и отправляет их на SD-карту и на подключенный персональный компьютер по интерфейсу UART. Подключение модуля SD-карты осуществляется через интерфейс SPI - последовательный синхронный стандарт передачи данных в режиме полного дуплекса, предназначенный для обеспечения простого и недорогого высокоскоростного сопряжения микроконтроллеров и периферии. Данные сохраняются на SD-карту в формате удобном для последующего чтения, благодаря чему даже при отсутствии подключения к компьютеру, будет возможность визуализировать сохраненную информацию. Разрабатываемое программное средство визуализации должно принимать обработанные данные с микроконтроллера, отображать их с помощью 3D модели, считывать данные с SD-карты устройства, кодировать и декодировать их.

В результате было получено приложение, интерфейс которого изображен на рисунке 1. Также было произведено тестирование разработанного программно-аппаратного средства визуализации работы гироскопа и акселерометра. 3D-модель представлена с нескольких ракурсов. Пользователь может изменять угол обзора по своему усмотрению. Часть интерфейса относится к настройке виртуального COM-порта и его сопряжению с компьютером.

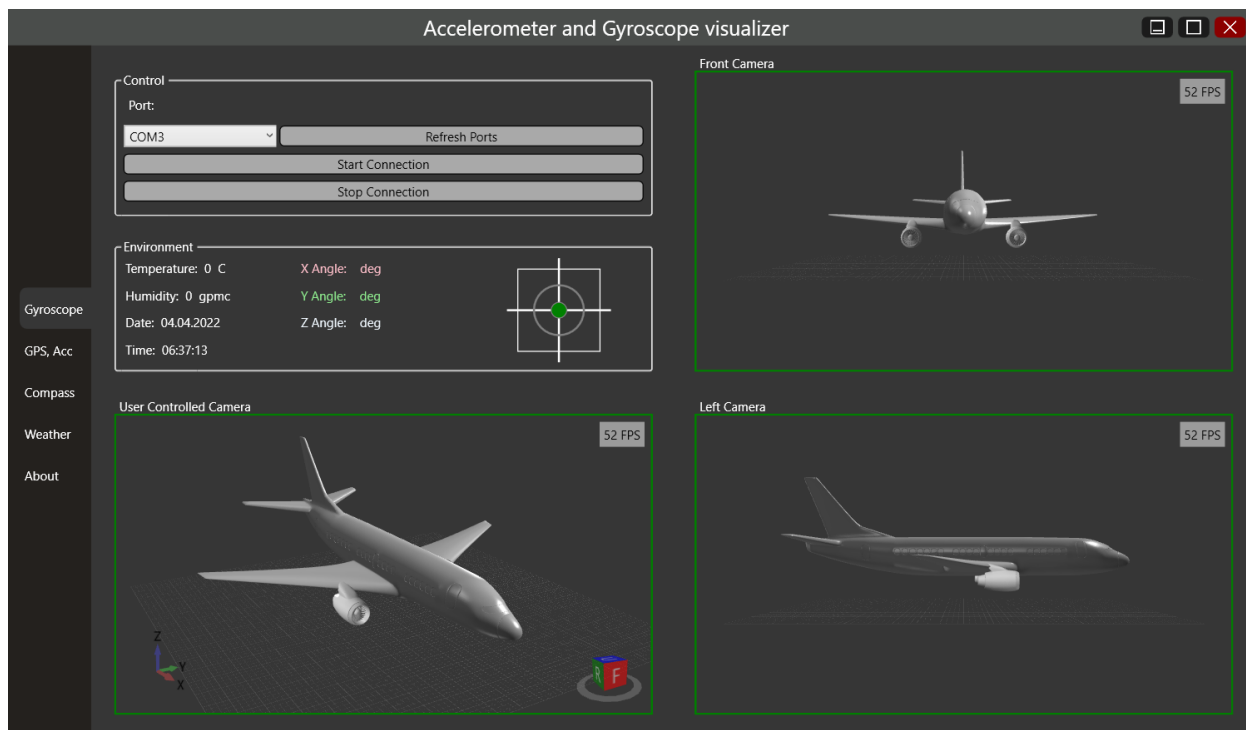


Рисунок 1 – Интерфейс программного средства

Полученное программно-аппаратное средство может записывать данные об изменении положения объекта в пространстве и отображать их на 3D модели. Такое устройство вполне может стать частью более сложной системы, например, устройства отслеживания местоположения, такого как GPS-трекер, устройство по отслеживанию сохранности грузов или качества дорог. При

использовании дополнительно датчик GPS, устройство будет способно отслеживать не только перемещение по карте, но и любые резкие изменения положения объектов в пространстве.

**Список использованных источников:**

1. Гироскоп. Виды и устройство. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://electrosam.ru/glavnaja/slabotochnye-seti/oborudovanie/giroskop/>. – Дата доступа: 24.03.2022.
2. Акселерометр. Виды и устройство. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://electrosam.ru/glavnaja/slabotochnye-seti/oborudovanie/akselometr/>. – Дата доступа: 18.03.2022.
3. Шахнов В.А. Микропроцессоры и микропроцессорные комплекты интегральных микросхем : справочник. В 2 т. / под ред. В. А. Шахнова. – М. : Радио и связь, 1988. – Т. 1. – 368 с.