



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 629.052.7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3Х ОСЕВОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ КООРДИНАТ ТЕЛА И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Савицкая Д.Ю., Волков А.Н.

Высшая школа автоматизации и робототехники Санкт-Петербургский политехнический университет имени Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия (195251, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29Б) e-mail: Epicfail31333@gmail.com

Сегодня прослеживается четкая тенденция перехода всех существующих систем на инновационные технологии. Автоматизация и роботизация стали ключевыми факторами развития не только общества, но и экономики. Датчики, зонды, биосенсоры и прч. технические устройства переходят в сферу использования на производстве, сельском хозяйстве и реализации товаров и услуг. Важно подчеркнуть, что датчики акселерометра могут преобразовывать полученное физическое ускорение от движения или гравитации в выходное напряжение. В данной статье будут рассмотрены предложения по использованию 3х осевого акселерометра для определения положения координат тела и передачи данных. С этой целью будут изучены работы отечественных и зарубежных исследователей, а также приведены результаты эмпирических исследований.

Ключевые слова: 3х осевой акселерометр, датчики движения, сенсоры движения, система координат, передача данных.

USING A 3-AXIS ACCELEROMETER TO DETERMINE THE POSITION OF BODY COORDINATES AND TRANSMIT DATA

Savitskaya D.Yu., Volkov A.N.

Higher School of Automation and Robotics Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia (195251, St. Petersburg, Polytechnicheskaya str., 29B) e-mail: Epicfail31333@gmail.com

Today there is a clear trend of transition of all existing systems to innovative technologies. Automation and robotization have become key factors in the development of not only society, but also the economy. Sensors, probes, biosensors, etc. technical devices are moving into the sphere of use in production, agriculture and the sale of goods and services. It is important to emphasize that accelerometer sensors can convert the received physical acceleration from motion or gravity into an output voltage. This article will consider proposals for using a 3-axis accelerometer to determine the position of body coordinates and transmit data. For this purpose, the work of domestic and foreign researchers will be studied, as well as the results of empirical studies.

Keywords: 3-axis accelerometer, motion sensors, motion sensors, coordinate system, data transmission.

В настоящее время технологии находятся на очень высоком уровне. В науке и технике происходят постоянные изменения, поэтому темп и стиль работы людей ускоряются. Существует несколько областей, в которых электронное управление и новейшие

технологии стали ключом развития. Это такие области, как связь, космос, оборона, медицина, сельское хозяйство, транспортная промышленность, производство, торговля энергией, коммерция, образование, информационные и коммуникационные технологии и т.д.

По мнению многочисленных исследователей, вышеперечисленные области уже не смогут существовать без дальнейшего развития физики, химии и робототехники. Потому, для дальнейшего развития человечества, датчики играют значительную роль, что обуславливает актуальность рассматриваемой темы.

Датчики — это устройства, используемые для обнаружения событий и передачи данных или информации другим электронным устройствам. Основа действия такого устройства – преобразование реальных значений в электрический эквивалент для измерения, этот процесс происходит быстро, поскольку электрический сигнал передается и обрабатывается эффективно [1. С.7-15].

Как отмечают отечественные специалисты, датчики делают цифровизацию такой простой и надежной. Они обеспечивают определенный ввод и отдельный вывод, который представляет собой сигнал, производимый датчиком, который наблюдатель хочет сделать. Массив датчиков может создать хорошую систему для обнаружения газа, диагностики заболеваний, мониторинга качества воздуха, сельского хозяйства и многого другого. Их использование в первую очередь мотивировано военным, промышленным и гражданским секторами для мониторинга физических условий или условий окружающей среды и принятия решений на основе полученных данных[3. с.33-46].

Датчик должен обладать некоторыми свойствами, такими как высокая чувствительность, линейность, высокое разрешение, низкий уровень шума низкое энергопотребление и т.д. Датчики акселерометра измеряют разницу между любым линейным ускорением в системе отсчета акселерометра и вектором гравитационного поля Земли.

Основное преимущество использования датчика акселерометра для определения положения координат тела и передачи данных на устройство – это популяризация данной функции в сетевой связи. Ряд современных предложений в этой области показывает, как можно «обучить» сам смартфон узнавать месторасположение своего владельца, используя внутренний акселерометр и ориентировать его в пространстве. Кроме того, смартфоны могут отправлять данные на удаленный сервер, что может быть полезно для распознавания в модальности идентификации, например, для предоставления доступа к зарезервированному месту. Кроме того, эти датчики могут следовать за пользователем повсюду, устраняя необходимость в дополнительных устройствах или дублировании оборудования, а также в любых изменениях окружающей среды.

Несмотря на вышеперечисленные положительные стороны, стоит указать и на ограничения. К минусам можно отнести то, что, акселерометры страдают от различий между устройствами. Даже в случае одной и той же модели акселерометра одной и той же производственной линии в одинаковых условиях могут быть существенные различия в захваченных сигналах акселерометра. Это связано с калибровкой и систематическими ошибками, которые, скорее всего, случаются, особенно когда сенсор встроен в смартфон [5. С.4-11].

3х осевой акселерометр (датчик) используется для обнаружения небольших перемещений, для определения положения координат места расположения. В отсутствие

линейного ускорения выходной сигнал акселерометра представляет собой измерение повернутого вектора гравитационного поля и может использоваться для определения углов ориентации акселерометра. Углы ориентации зависят от порядка, в котором применяются повороты.

Алгоритм работы датчика акселерометра представлен на Рисунке 1.

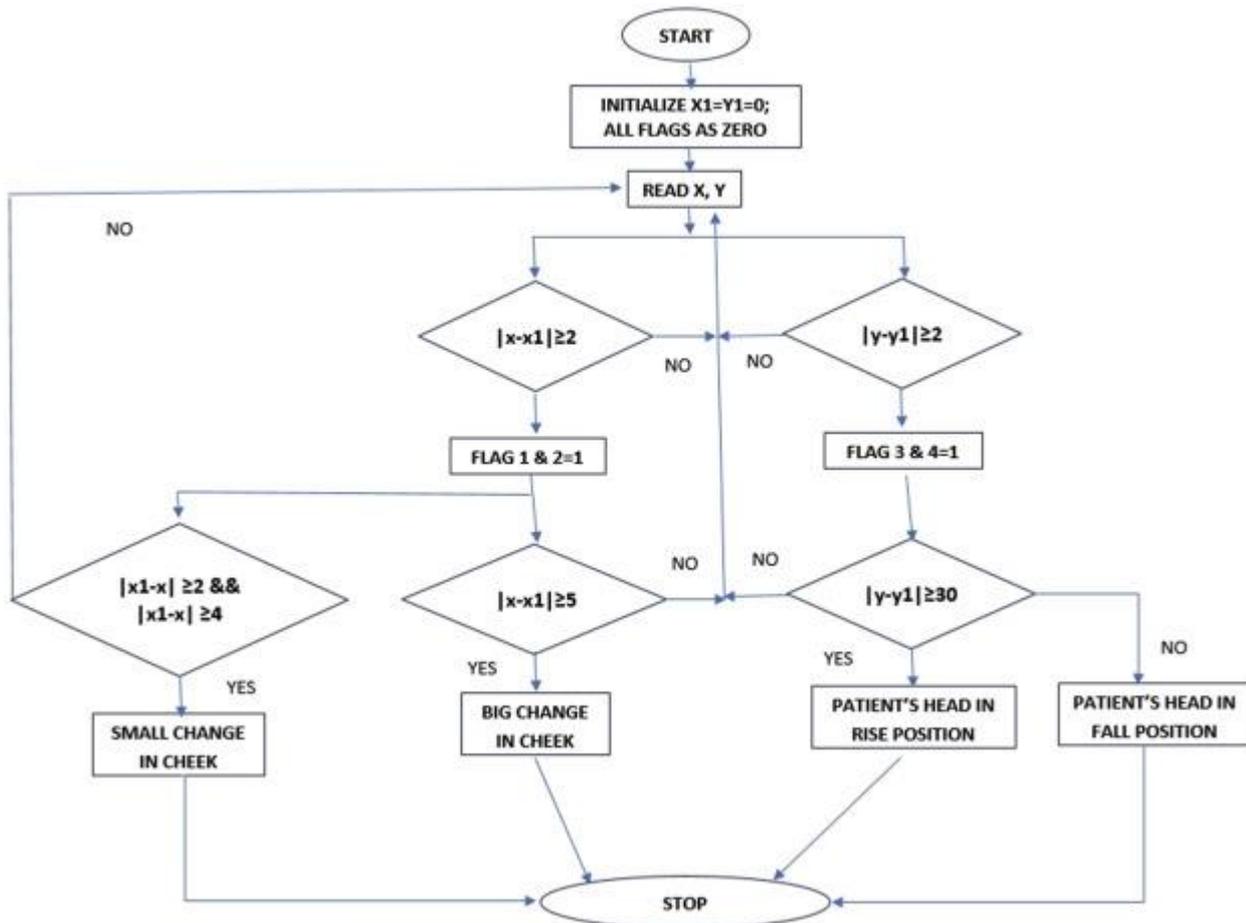


Рисунок 1 – Алгоритм восприятия заданий [2. с. 573-608]

На рисунке видно, что все датчики движения возвращают многомерные массивы значений датчиков для каждого сенсора. Например, во время одного события датчика акселерометр возвращает данные силы ускорения для трех осей координат (x, y, z) относительно устройства.

Датчик акселерометра можно использовать для измерения ускорения, воздействующего на датчик, что позволяет определять месторасположение и координаты местности. Обычно ускорение задается двумя или тремя компонентами осевого вектора, которые составляют суммарное/чистое ускорение. При этом, беспроводные сигнальные сети, которые передаются 3х осевым акселерометром, могут выполнять более точные приложения с помощью точечного и глобального зондирования.

Кроме того, можно использовать датчики движения и положения для отслеживания передвижения самого устройства или его месторасположения[4. С. 89-106].

Как уже отмечалось, 3х осевой акселерометр часто используется в телефонах и средствах связи. Рассмотрим на примере современных Android, как работает система координат и определение в пространстве.

Датчики движения и положения в Android обычно используют две разные системы координат: систему координат устройства относительно самого средства связи и систему координат относительно поверхности Земли. Обе системы используют стандартную 3х осевую систему (x, y, z). Кроме того, некоторые датчики и методы в среде датчиков Android предоставляют свои данные в виде углов вокруг трех осей.

3х осевой акселерометр использует стандартную систему координат, определяемую относительно экрана устройства, когда устройство удерживается в ориентации по умолчанию (книжная ориентация для телефона). В стандартной 3х осевой системе координат ось x горизонтальна и указывает вправо. Ось y вертикальна и направлена вверх, а ось z направлена к внешней стороне экрана. В этой системе координаты за экраном имеют отрицательные значения z . (Рисунке 2)

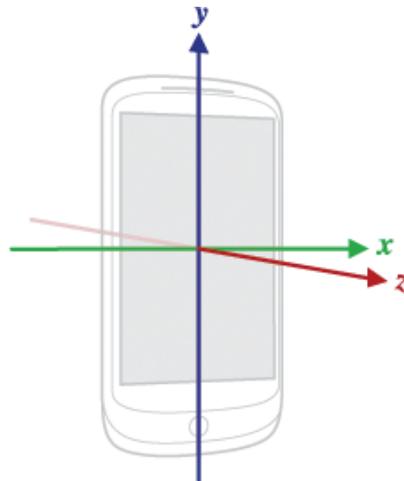


Рисунок 2 – Система координат акселерометра относительно Android

Самый важный момент, который нужно учитывать, работая в этой системе координат, заключается в том, что, в отличие от поворота активности, оси не меняются местами при изменении ориентации экрана устройства, то есть система координат датчика никогда не меняется при вращении устройства.

Если приложение использует данные датчика для позиционирования представлений или других элементов на экране, то необходимо преобразовать входящие данные датчика, чтобы они соответствовали вращению устройства.

Некоторые датчики и методы используют систему координат, которая представляет движение или положение устройства относительно Земли (рисунок 3). В этой системе координат:

- у указывает на магнитный север вдоль поверхности Земли.
- x составляет 90 градусов от у и указывает примерно на восток.
- z простирается в космос. Отрицательный z уходит в землю.

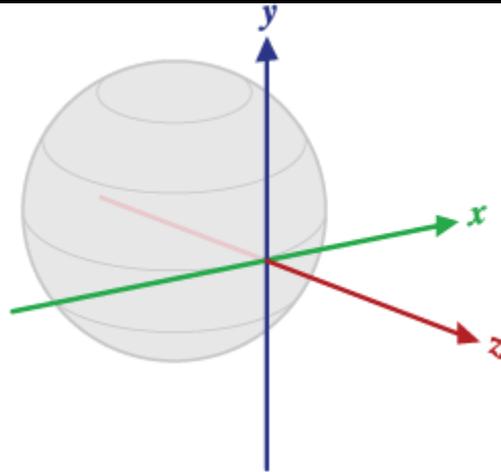


Рисунок 3 – Система координат акселерометра относительно Земли [6. С.177-195]

Платформа Android предоставляет несколько датчиков, которые позволяют отслеживать движения устройства, такие как наклон, встряхивание, вращение или раскачивание. Движение обычно отражает непосредственный ввод данных пользователем, например, пользователь управляет автомобилем в игре или пользователь управляет мячом в игре. Движение также может быть отражением физического окружения устройства, например, устройство движется вместе с пользователем, когда тот ведет машину. Потому, необходимо учитывать следующее:

Когда движение является отражением прямого пользовательского ввода, то отслеживание движения необходимо реализовывать относительно системы отсчета устройства или системы отсчета приложения.

Когда движение является отражением физической среды устройства, то отслеживание движения необходимо производить относительно Земли. [7. С. 357-415]

Датчики движения сами по себе обычно не используются для отслеживания положения устройства, но их можно использовать с другими датчиками, такими как датчик геомагнитного поля, для определения положения устройства относительно системы отсчета Земли.

Как уже отмечалось ранее, 3х осевой акселерометр измеряет ускорение, прилагаемое к устройству по трем осям (x , y , z), включая силу тяжести. Включение силы тяжести означает, что когда устройство лежит плоско на столе, значение ускорения по оси z равно $+9,81$. Это соответствует ускорению устройства (0 м/с^2) минус сила тяжести ($-9,81 \text{ м/с}^2$). Устройство в свободном падении имеет значение z , равное 0 , потому что сила тяжести не действует.

Почти каждый телефон и планшет на базе Android имеет аппаратный акселерометр. Акселерометр потребляет во много раз меньше энергии, чем другие датчики движения. Чувствительность акселерометра, то есть насколько он чувствителен к движению, устанавливается путем настройки значения свойства Sensitivity.

Однако необработанные данные акселерометра довольно зашумлены, что может потребовать от пользователя использование фильтров для устранения гравитационных сил и уменьшения шума.

В общем виде, можно представить полученные при исследовании данные в виде Таблицы 1.

Таблица 1 – Данные полученные по результатам использования трехосного акселерометра

Данные события	Описание	Единицы измерения
Использование датчика [0]	Сила ускорения вдоль оси x (включая силу тяжести).	м/с ²
Использование датчика [1]	Ускоряющая сила вдоль оси y (включая силу тяжести).	м/с ²
Использование датчика [2]	Сила ускорения по оси z (включая силу тяжести).	м/с ²

Кроме того, заданные пользователем программы не ограничивают деятельность датчиков. У акселерометра есть событие под названием «*Shaking*». Вместо того, чтобы обнаруживать каждое отдельное движение телефона, пользователь может позволить Android запускать некоторый код по умолчанию, который определяет, трясется ли телефон, а не просто перемещается[8].

Следовательно, использование 3х осевого акселерометра является распространенным явлением, что связано с развитием науки и техники, атак же определено заинтересованностью всех сфер жизни в использовании чувствительных датчиков, которые могут облегчить жизнь, как простым гражданам, так и армии, спец. службам, политикам и предпринимателям. В данной работе были представлены данные о применении 3х осевого акселерометра для определения положения координат тела и передачи данных в смартфонах на основе Android. При условии, что большинство пользователей не знает о возможностях телефона по распознаванию месторасположения, предоставленный материал может оказаться полезным, как для обывателей, так и для работников служб связи.

Список литературы

1. Волков В.Л., Жидкова Н. В. Обработка информации в системе ориентации на основе МЭМС // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. 2021. №3 (110). С.7-15
2. Деви Н. Р., Раджендран С. Области использования сетей наносенсоров// Микро- и нанотехнологии. 2022. №14. С. 573-608
3. Зиновьев П. Д., Кветкин Г. А. Корректируемая бесплатформенная инерциальная навигационная система на базе микромеханических датчиков первичной информации // Известия ТулГУ. Технические науки. 2019. №6. с.33-46
4. Индумати Г., Сатанантавати В. Экономически эффективное вспомогательное устройство // Система поддержки исследователей. 2021. №98. С. 89-106
5. Капля В.И., Савицкий И.В., Мاستиков Д.А. Калибровка трехосного акселерометра по данным ряда измерений с различной ориентацией // ИВД. 2018. №2 (49). С.4-11
6. Кумар К., Трипати С. Л. Датчики и их применение// Проблемы и интеллектуальный подход в исследовании. 2021. №32. С.177-195
7. Сук-Ун Ю., Витфельд К. Достижения и проблемы в области подземного зондирования// Мониторинг и обнаружение опасностей для окружающей среды и инфраструктуры. 2018. №3. С. 357-415

8. Цикунов И.А. Применение акселерометров в задачах локации мобильных объектов//<https://kit-e.ru/sensor/primenenie-akselerometrov-v-zadachah-lokaczii-mobilnyh-obektov/>

References

1. Volkov V.L., Zhidkova N.V. Information processing in an orientation system based on MEMS // Proceedings of NGTU im. R. E. Alekseeva. 2021. No. 3 (110). pp.7-15
 2. Devi N. R., Rajendran S. Areas of using nanosensor networks // Micro- and nanotechnologies. 2022. No. 14. pp. 573-608
 3. Zinoviev P. D., Kvetkin G. A. Adjustable strapdown inertial navigation system based on micromechanical sensors of primary information. Izvestiya TulGU. Technical science. 2019. №6. p.33-46
 4. Indumati G., Satanantavati V. Cost-effective auxiliary device // Researcher support system. 2021. No. 98. pp. 89-106
 5. Kaplya V.I., Savitsky I.V., Mastikov D.A. Calibration of a triaxial accelerometer according to a series of measurements with different orientations // IVD. 2018. No. 2 (49). C.4-11
 6. Kumar K., Tripathi S. L. Sensors and their application // Problems and intellectual approach in research. 2021. No. 32. pp.177-195
 7. Suk-Un Yu., Witfeld K. Achievements and problems in the field of underground sounding// Monitoring and detection of hazards for the environment and infrastructure. 2018. №3. pp. 357-415
 8. Tsikunov I.A. The use of accelerometers in the tasks of locating mobile objects//<https://kit-e.ru/sensor/primenenie-akselerometrov-v-zadachah-lokaczii-mobilnyh-obektov/>
-