

Литература

1. Т. Саати. «Принятие решений. Метод анализа иерархий»/ В.Е. Дементьев. Перевод с английского Р. Г. Вачнадзе – М.: Радио и связь, 1993. — 278 с.
2. Amazon Cognito [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aws.amazon.com/cognito/> – Дата доступа: 11.04.2021.
3. Amazon Relational Database Service (RDS) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aws.amazon.com/rds/> – Дата доступа: 11.04.2021.
4. Amazon S3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aws.amazon.com/s3/> – Дата доступа: 11.04.2021.
5. Amazon DynamoDB [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aws.amazon.com/dynamodb/> – Дата доступа: 11.04.2021.

УДК 621.31.83.52

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИРОСКОПА И АКСЕЛЕРОМЕТРА ДЛЯ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В ЗДАНИИ

магистрант гр. 112015 Замана В.А.

Научный руководитель – профессор Прихожий А.А.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Технология позиционирования в помещении привлекла внимание исследователей в связи с распространением смартфонов и развитием сенсорных технологий, преимущество которых состоит в том, что датчики получают данные от смартфона напрямую, однако их показания зависят от окружающей среды и иногда отличаются друг от друга, приводя к снижению точности позиционирования. Статья исследует точность инерциальных Android датчиков *акселерометр* и *гироскоп* (таблица 1) с целью выявления ошибок и необходимости калибровки. Для анализа точности и поведения датчиков, выполняются многочисленные тесты. Программное обеспечение для тестирования, реализованное на языке java в ОС Android, выполняет измерения с максимальной скоростью, разрешенной Android, которая составляет примерно 20 и 1,2 миллисекунды на выборку для

акселерометра и гироскопа соответственно. Выходные данные датчиков относятся к ориентации и представляются в системе координат устройства, которая определяется относительно экрана телефона в его ориентации по умолчанию. Ось x горизонтальна и направлена вправо, ось y вертикальна и направлена вверх, а ось z направлена к внешней стороне лицевой стороны экрана [1].

Таблица 1. Встроенные датчики Samsung galaxy s10

| Датчик | Название | Диапазон | Средняя частота дискретизации, диапазон |
|-------------------------|----------|----------|---|
| 3-х осевой акселерометр | KR3DM | 19,61 | 1,154713 3,512 - 0,589 |
| Гироскоп | K3G | 34,91 | 16,81256 19,300 - 14,380 |

Тесты проводятся двумя методами: 1) стационарным при нахождении устройства на столе; 2) во время ходьбы при нахождении устройства в руке. Каждый метод тестируется четыре раза: верхняя часть телефона (ось Y) указывает на север, запад, юг и восток. В статье приводятся измерения, относящиеся к северному направлению. Из-за ограничения частоты дискретизации на устройстве, некоторая информация будет упущена.

Был проведен тест для анализа частоты дискретизации каждого датчика. Измерения проводились как в неподвижном положении, так и при движении прибора. Результаты обоих тестов были близкими, они представлены в Таблице 1, столбец 4. В первом методе результаты записывались в течение 20 секунд, когда устройство лежало спиной на столе. Оно было неподвижно, и на него не воздействовала никакая сила, кроме силы тяжести. Второй тест был проведен для анализа выходных сигналов датчиков во время движения. Здесь результаты измерений записывались в течение 20 секунд: 5 секунд стояния покоя, 10 секунд ходьбы на расстояние примерно 15 шагов; и снова 5 секунд стояния покоя. Тест проводился 2 раза: один при ходьбе в направлении на север, а другой при ходьбе в направлении на юг. В статье приводятся результаты измерений, выполненные в северном направлении.

Акселерометр измеряет ускорение [2] по трем осям в m/c^2 . Он оценивает ускорение устройства путем измерения сил, приложенных к

датчику. На измеренное ускорение всегда влияет сила земного притяжения $a_d = -g - \sum F/m$, где a_d – ускорение устройства, g – сила тяжести, F – сила, действующая на устройство, и m – масса устройства. Знак \sum представляет собой сумму по осям x , y и z . В результате, когда устройство находится в свободном падении и, следовательно, ускорение по направлению к земле равно $9,81 \text{ м/с}^2$, его выходной сигнал будет генерировать скорость 0 м/с для всех трех осей. Этот тест показал, что общее ускорение, измеренное в состоянии свободного падения, составило в среднем около $9,66 \text{ м/с}^2$, а не ожидаемое значение $9,81 \text{ м/с}^2$. Стандартное отклонение для общего ускорения $0,08 \text{ м/с}^2$ эквивалентно одному проценту от общего ускорения, что со временем не будет приводить к ошибке.

На рисунке 1 показаны измерения ускорения акселерометра. Как и ожидалось, большая часть активности воспринимается по оси Z устройства. Это связано с тем, что устройство удерживается в руке тыльной стороной к поверхности земли, а сила тяжести

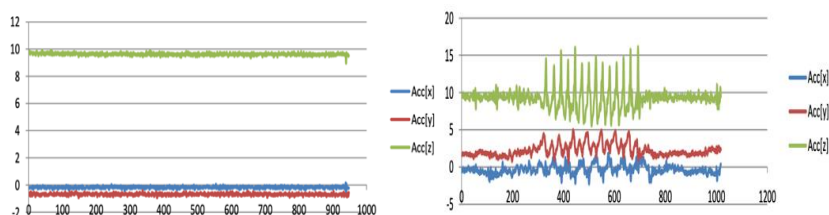


Рис. 1. Выходные данные ускорения в состоянии покоя и при ходьбе (оси x , y , z)

действует в основном на ось z . Сила, приложенная от ступенчатого удара, имеет то же направление, что и сила тяжести, что объясняет резкие пики, обнаруженные по оси z . Некоторая активность, измеряемая по оси Y – это ускорение, обнаруженное в направлении ходьбы, вызванное фактическим движением. Остальное – это сила тяжести, действующая на него, а также ускорение, вызванное наклоном (устройство не держится в руке идеально горизонтально). Ускорение, воспринимаемое по оси x , в основном вызвано гравитационной составляющей и наклоном. Поскольку ходьба осуществляется «прямо» по оси y , не ожидается значительное ускорение по бокам.

Гироскоп. Значения гироскопа выражаются в радианах в секунду и измеряют скорость вращения [2] вокруг осей x , y и z . Вращение

положительное против часовой стрелки. Когда устройство покоится на столе и не движется, значения гироскопа должны показывать величину 0 радиан в секунду. На Рисунке 2 показана измеренная угловая скорость вокруг осей x , y и z , когда устройство неподвижно на столе. (Значения по оси x становятся невидимыми на графике из-за смещения от осей y и z).

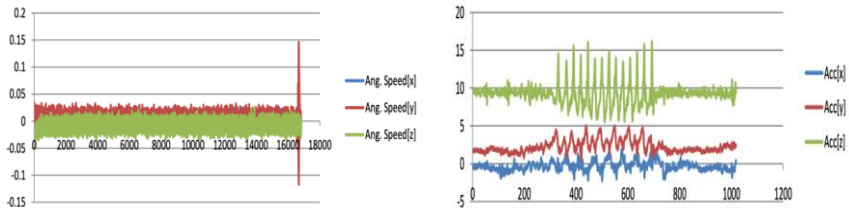


Рис. 2. Угловая скорость в состоянии покоя и при ходьбе

Для расчёта пройденной дистанции использованы формулы (1) и (2).

$$d_n = \sum_{i=0}^n \left(v_i * \Delta t + \frac{1}{2} a_i \Delta t^2 \right) \quad (1)$$

$$v_n = \sum_{i=0}^n (a_i * \Delta t) \quad (2)$$

На рисунке 3 приведен результат вычисления дистанции. Общая длина показанной линии составляет 3 м, что соответствует фактической длине пройденного пути.

В результате тестирования выяснилось, что гироскоп со временем выдаёт погрешность, из-за чего через некоторое время результаты измерений могут немного отличаться от реальности. Перед тем, как использовать данные от гироскопа и акселерометра необходимо откалибровать датчики. Калибровка заключается в следующем: 1) усреднение азимута компаса (для установки исходного угла), 2) измерение линейного ускорения и смещения гироскопа (значения в состоянии покоя) для последующей корректировки показаний. Выяснилось, что погрешность гироскопа и акселерометра не влияют на общий результат.

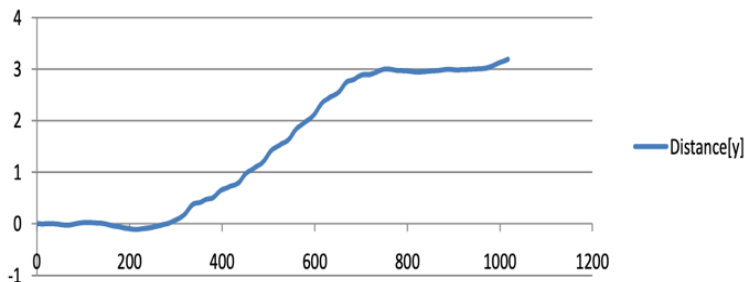


Рис. 3. Траектория пройденной дистанции

Литература

1. Official Android Developer's site [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://developer.android.com/index.html> 05.03.2021.
2. Wikipedia. Gyroscope. Accelerometer [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://en.wikipedia.org/wiki/Gyroscope> 2011-05-02

УДК 004

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВВОДА ИНФОРМАЦИИ О ПРОПУСКАХ ЗАНЯТИЙ

Ошуковская О.Э., Ковалева И.Л.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Согласно Кодексу об образовании студент может быть отчислен из вуза в случае пропусков учебных занятий без уважительной причины. Поэтому анализ посещаемости является одним из направлений работы старост, преподавателей и работников деканатов. В настоящее время во многих вузах используются различные подходы к автоматизации процесса анализа пропусков студентов. В БНТУ внедрена система электронного журнала, пример которой приведен на рисунке 1.