



9. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А. Леоненков. – СПб: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.

10. Мухлисуллина Д.Т., Моор Д.А., Карпенко А.П. Многокритериальная оптимизация на основе нечеткой аппроксимации функции предпочтений лица, принимающего решения // Электронное научно-техническое издание: наука и образование. - 2010.- № 1. (<http://technomag.edu.ru/doc/135375.html>).

11. Ануфриев И.Е., Смирнов А.Б., Смирнова Е.Н. MATLAB 7. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 1104 с.

12. Генетический алгоритм в Matlab: учебное пособие/ А.А. Маслов; Балт. гос. техн. ун-т. - СПб., 2014. - 122 с.

Э.С. Константинов

БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ НА БАЗЕ СМАРТФОНА

(Казанский национальный исследовательский технический
университет имени А.Н. Туполева – КАИ)

В настоящий момент беспилотные летательные аппараты (БПЛА), с помощью которых проводят множество задач, например, как мониторинг земной поверхности, контроль ситуации и местности при аварийных работ, так и для других целей, получили широкое распространение. В то же время стала еще быстрее расширяться их функциональность, которая в основном обеспечивается за счет разных встроенных датчиков [1, 2].

БПЛА, представляющий летательный аппарат для одноразового пользования, дала идею для создания малогабаритного беспилотного летательного аппарата, который был бы на иной взгляд достаточно бюджетным для однократного применения.

Целью данной работы является анализ возможности применения смартфонов, работающих на операционной системе Android в качестве автопилота БПЛА. В роли системы ориентации малогабаритного беспилотного летательного аппарата применяются такие параметры движения, как углы крена (roll), тангажа (pitch) и рыскания (yaw).

Существование инерциальных приборов, например, как микромеханических гироскопов и акселерометров, позволяет создать известные алгоритмы построения систем ориентации.

Материнская плата современного смартфона включает самые различные датчики движения. Одним из таких самых популярных модулей является гироскоп (gyroscope sensor), изобретенный французским ученым Леоном Фуко, когда он показывал прибор для регистрации суточного вращения Земли. После этого стали применять в качестве морских гироскопов, а затем уже начали использовать и в авиации. По своей структуре гироскоп это микромеханическая и микроэлектромеханическая система, которая способна перерабатывать угловые скорости в электрические сигналы.

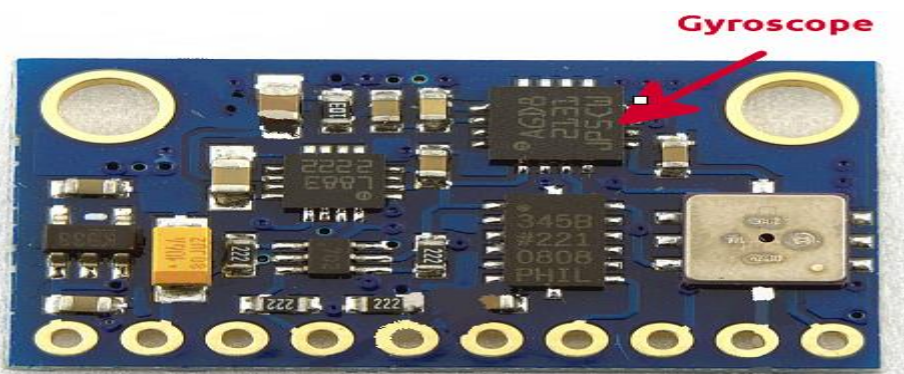


Рис.1. Гироскоп в материнской плате смартфона

Также акселерометр(accelerometer) является самым распространенным датчиком. Его главная функция – это отслеживать ускорение устройства – вес на единицу массы по отношению к силе тяготения Земли на уровне моря. При изменении положения мобильного устройства меняется его состояние по отношению к вектору ускорения силы тяжести. Прибор, получивший это изменение, определяет положение смартфона и расстояние его расстояние в пространстве.

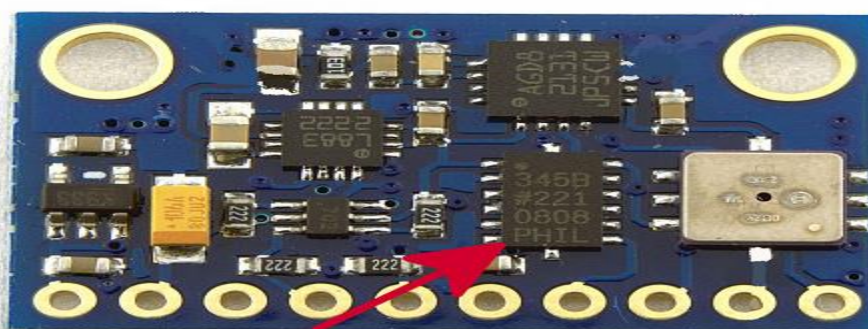


Рис. 2. Акселерометр в материнской плате смартфона

И еще одним прибором, так называемым магнитометром(magnetic field sensor), который представляет собой привычный магнитный компас, относится к датчикам движения. Это прибор для измерения величины магнитного поля и главным его значение является определение местоположения в ходе навигации.

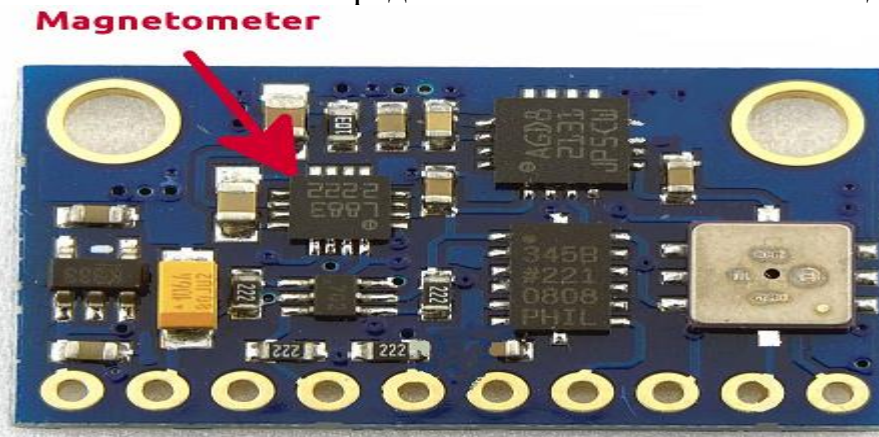


Рис.3. Магнетометр в материнской плате смартфона



Так, на основе этих датчиков (гироскоп, акселерометр, магнитометр), содержащиеся в мобильном устройстве, реализуется алгоритмы ориентации, вычисляющие углы крена, тангажа и рыскания. Следовательно, можно создать БПЛА на базе смартфона, который по каналу wi-fi направляет информацию об углах ориентации, то есть о параметрах движения, на блок управления. Затем сигнал передается на рули высоты и направления, элероны, чтобы регулировать полёт летательного аппарата по заданной траектории. К тому же возможно передача земной поверхности через видеокамеру смартфона на блок управления.

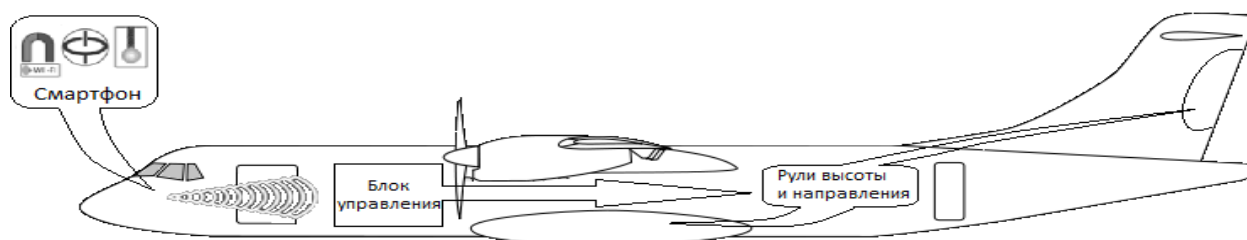


Рис. 4. Система автопилота БПЛА на базе смартфона

Магнитометрическая ориентация основывается на показаниях магнитометрических датчиков. При том, что смартфон (планшет) находится на горизонтальной поверхности, по сигналам датчиков-магнитометров определяется азимут – угол между осью и направлением на магнитный север. Он меняется от 0° до 360° , отсчет ведется по часовой стрелке. Знаки сигналов магнитометров могут информировать о том, в каком секторе находится продольная ось смартфона (планшета). Погрешность при измерении не накапливается, однако есть предрасположенность к воздействию шума магнитометров и внешнего магнитного поля.

Акселерометрическая ориентация. Акселерометры реализовывают вертикаль места в пространстве, то есть плоскость горизонта как строительный уровень. Это дает возможность определить углы тангажа и крена смартфона (планшета), следовательно, БПЛА. Точность по этой ориентации составляет $1-2^\circ$. Погрешность при измерении не накапливается, однако сигнал содержит высокочастотный шум и система подвержена ускоренному перемещению.

Гироскопическая ориентация. Она базирована на интегрировании 3 гироскопов. Они считаются датчиками угловой скорости по измерительным свойствам. Каждый из них определяет соответствующую угловую скорость. По данным проекций можно определить углы рысканья, тангажа, крена. Точность воссоздания углов составляет несколько градусов, при продолжительном использовании гироскопов погрешность накапливается.

Имея в виду преимущества и недостатки каждого вида ориентации, датчики можно объединить в корректируемые измерительные системы. Коррекция с помощью гироскопической ориентации по акселерометрам устраняет накопление погрешностей угла тангажа и крена, также системе придается свойство избирательности к местному горизонту.

Таким образом, в данной статье описана возможность и целесообразность использования смартфона (планшета) в роли автопилота беспилотного лета-



тельного аппарата. Описаны алгоритмы магнитометрической, акселерометрической и гироскопической ориентаций. Определены плюсы и минусы каждой из них. Предложено объединение датчиков, позволяющие устранить минусы каждой ориентации в отдельности.

Литература

1. Фетисов В. Беспилотная авиация: терминология, классификация, современное состояние. – Уфа: Издательство «ФОТОН», 2014. – 217 с.
2. Распопов В.Я. Микросистемы угловой ориентации беспилотных летательных аппаратов // Датчики и системы. 2011, №8. – С. 3-12.

Э.С. Константинов

БЕСПИЛОТНЫЙ АВТОМОБИЛЬ

(Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева – КАИ)

В настоящий момент беспилотный автомобиль (БПА), который может двигаться без участия человека, является системой автоматического управления и роботизированным устройством. БПА, представляющий собой транспортное средство, дал идею для создания автомобиля с автопилотом, который был бы на иной взгляд достаточно бюджетным средством, безопасным и комфортным для езды.

Целью данной работы является анализ методов и устройств управления беспилотного автомобиля Google, который стал удачным и прогрессивным проектом в мире.

С самого начала работу возглавил инженер Себастьян Трун, директор лаборатории искусственного интеллекта Стенфордского университета, один из создателей сервиса Google Street View. В роли системы пилотирования и ориентации применяются обычно устанавливаемые датчики, как лидар (LIDAR), радар (RADAR), видеокамера (video camera), датчик положения (position sensor), которые способствуют имитировать наличие водителя на уровне принятия решений о рулении и скорости [1]. Компания Google не стала выпускать свой собственный автомобиль, а решила установить все необходимые датчики на серийно выпускающиеся автомобили с высокой степенью объединения электронных систем управления. Программное обеспечение БПА охватывает машинное зрение и нейросети. И в данное время беспилотные автомобили применяют алгоритмы на основе Байесовского метода одновременной локализации и построения карт. Принцип работы автономной системы БПА были представлены на IEEE International Conference on Intelligent Robots (San Francisco, 2011).

Лидар – это способ получения и обработки информации об отдалённых объектах с помощью активных оптических систем, использующих проявления поглощения и рассеяния света в оптически прозрачных средах. Иными словами,