



УДК 629.114.2.075

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ТЕРРАНАВИГАЦИИ

Петров В.А., к.т.н.,

Петров А.В., инженер

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел.: (0619) 43-45-94

Аннотация – в работе описаны компоненты микро-электромеханических систем и обоснована возможность их использования для осуществления автоматического вождения мобильных машин (терранавигации).

Ключевые слова – управление по положению, автопилот, одо-метр, гироскоп, МЭМС-технология.

Постановка проблемы. На данном этапе развития транспортного машиностроения широкое внедрение автоматического вождения мобильных машин пока не достигнуто. Известны единичные попытки использовать средства спутниковой навигации(GPS) для управления сельскохозяйственным агрегатом. Для реализации процесса терранавигации в некоторых источниках наметился ряд подходов:

Анализ последних исследований и публикаций. Для минимизации потока информации в системах управления рекомендуется использовать принцип управления по положению[1,2].

Система управления по положению есть гибрид обычного управления с автопилотом[2].

Достаточно точный автопилот включает в себя гироскоп.

Для ориентации на местности и прогнозирования продольных перемещений на мобильной машине необходимо устанавливать точный акселерометр (одометр) [3].

Позиционирование мобильной машины возможно при помощи магнитного поля земли(компас).

Позиционирование мобильной машины с использованием спутниковой навигационной системы(GPS,ГЛОНАС).

Формирование целей статьи. В статье приводятся современные компоненты и их техническое описание, которые позволяют: усовершенствовать системы рулевых управлений мобильных машин; упростить процесс внешнего управления и обеспечить позиционирование мобильной машины на местности.

Основная часть. Согласно прогнозам iSuppli, в ближайшие годы будет иметь место существенный рост объемов продаж электроники потребительского назначения с улучшенными функциями навигации на местности и улучшенными до интуитивного уровня возможностями пользовательского интерфейса. В частности, среднегодовой темп роста объемов продаж только одних мобильных телефонов со встроенным цифровым компасом составит порядка 130%. МЭМС продукция STM имеет все шансы для успешной конкуренции на массовом рынке потребительской электроники. Помимо отличных рабочих характеристик этому способствует учет всех требований использования в портативной электронике, включая очень малые размеры корпуса, простоту схемы включения, низковольтное питание, малый потребляемый ток в активном режиме работы и возможность перевода в экономичный режим работы. Благодаря гарантированности рабочих характеристик в пределах широкого диапазона температур (-30/40...85 °C) новая продукция STM также с успехом может применяться в разнообразных промышленных применениях.

Компания STMicroelectronics (STM), ставшая по мнению авторитетной аналитической компании iSuppli номером один на рынке МЭМС-датчиков движения в 2008 году [1], по-прежнему остается ведущим игроком на этой арене. Успех компании связан с передовыми рабочими характеристиками их продукции, которые дополняются малыми габаритами, простотой применения, экономичностью и адекватной стоимостью. Ассортимент МЭМС-датчиков компании STM преимущественно составляют акселерометры и гироскопы [2, 3], позволяющие контролировать параметры линейных и угловых перемещений, соответственно. Теперь в ассортименте STM появились трехосевой гироскоп L3G4200D/DH с цифровым выходом и модуль цифрового компаса LSM303DLH [4] (рис. 1).



Рис. 1. Трехосевой гироскоп L3G4200D/DH с цифровым выходом.

Благодаря малым размерам и низкому потребляемому току трехосевые гироскопы L3G4200D/L3G4200DH могут применяться в системах позиционирования для повышения точности устройств спутниковой навигации и сохранения ее работоспособности в условиях не-

стабильного или полного отсутствия приема спутниковых сигналов (рис. 2).



Рис. 2. Система автоматического мониторинга транспорта.

На рис. 2 представлена структура системы автоматического мониторинга транспорта, предназначенной для формирования информации о местоположении транспортных средств в реальном времени. Для повышения точности спутниковой навигации дополнительно учитываются данные об инерциальном движении, которые оцениваются с помощью гироскопа и имеющегося в составе любого современного транспортного средства одометра (датчик пройденного пути). После обработки всей оперативной информации формируются более точные данные о положении, направлении и скорости движения, которые передаются в коммуникационный центр через РЧ-канал, а затем выводятся на экран в диспетчерской и отправляются другим системам. Помимо L3G4200D/L3G4200DH отличным кандидатом для работы в подобном применении может служить модуль LSM320HAY30, который в 28-выводном корпусе LGA (4.4×7.5×1.1 мм) интегрирует трехосевой акселерометр и двухосевой гироскоп (pitch, yaw). Такой модуль способен полностью контролировать движение инерциальной системы, избавляет от необходимости использования одометра и создает предпосылки для беспроводной реализации устройства мониторинга.

Гироскопы L3G4200D/DH существенно отличаются в сторону улучшения рабочих характеристик (рис. 3) за счет расширения диапа-

зона контролююваних кутових швидкостей (підтримуються три діапазони $\pm 250/500/2000$ град/с), застосування цифрового SPI/I²C-сумісного інтерфейсу для виводу даних, можливості переключення в економічні режими роботи з малим споживаним струмом (режим SLEEP: 1.5 мА; режим POWER-DOWN: 5 мкА) і розміщення в компактному корпусі LGA-16 (4×4×1 мм) [4]. Добитися столь важливого відхилення в робочих характеристиках вдалося завдяки використанню єдиної вимірної структури для контролю руху в трьох ортогональних осях. Крім того, застосування єдиної вимірної структури виключає проблему взаємного впливу, що позитивно сказується на точності вимірювань і сприяє зниженню споживаного струму в активному режимі роботи приблизно на 40% – до рівня 6.1 мА (номінальне значення). Значення кутових швидкостей виводяться в 16-бітному форматі. Обидві мікросхеми розраховані на роботу при напрузі живлення 2.4...3.6 В і в промисловому діапазоні температур $-40...85^{\circ}\text{C}$. Перераховані характеристики є загальним набором особливостей для L3G4200D/DH (рис. 4). З представленої структурної схеми видно, що L3G4200DH відрізняється підвищеною ступенню інтеграції. У L3G4200DH передбачено 96-рівневий буфер FIFO, який дозволяє накопити 32 набори значень кутових швидкостей відносно осей x, y і z. Використання буфера FIFO дозволить знизити частоту генерації переривань управляючого процесора, що, як наслідок, дає йому можливість довше перебувати в дежурному режимі роботи і, в кінцевому рахунку, дозволяє суттєво знизити середній споживаний системою струм.

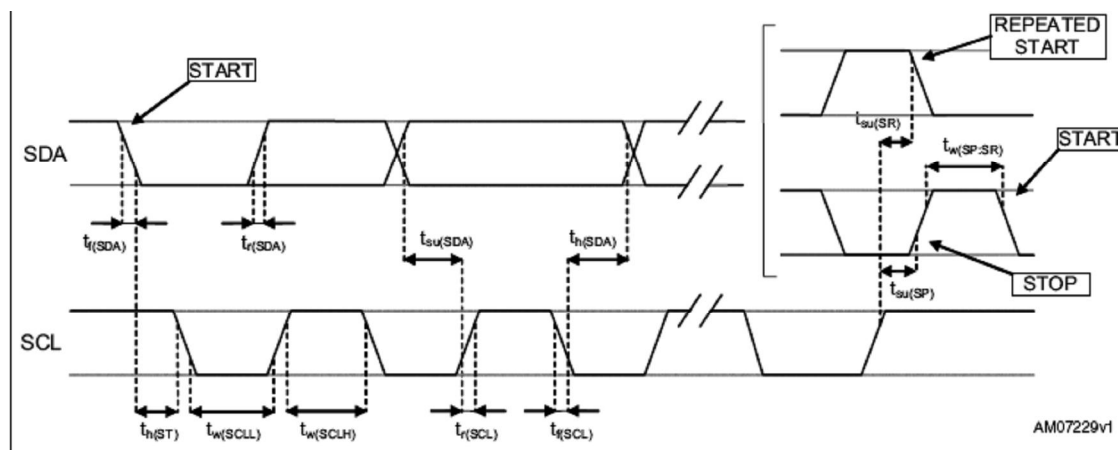


Рис. 3. Временная диаграмма цифрового интерфейса L3G 4200D.

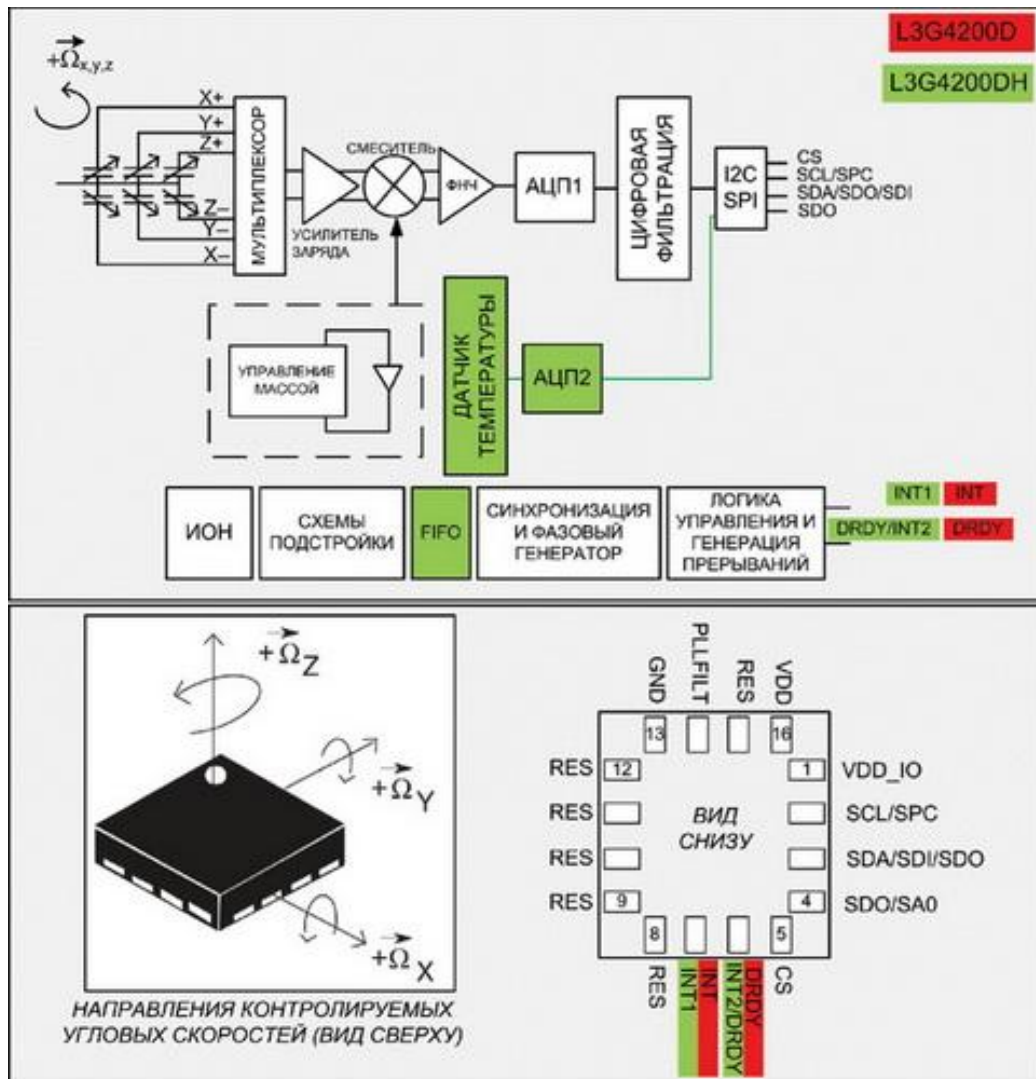


Рис. 4. Структурная схема и расположение выводов гироскопов L3G4200D/DH .

Наличие у L3G4200DH буфера FIFO отразилось и на различиях в назначении выводов. В отличие от L3G4200D, у микросхемы DH вывод готовности данных (DRDY) имеет альтернативное назначение – выход генерации прерывания по заполнению буфера (INT2).

Следующий участник данного обзора является результатом сотрудничества STM и известного новатора в области измерительных технологий – компании Honeywell. Разработанная последней анизотропная магниторезистивная (AMR) технология позволяет создавать магниточувствительные элементы, способные контролировать силу и направление магнитного поля Земли и определять направление по отношению к Северному магнитному полюсу. Помимо лучшей в своем классе точности технология AMR обеспечивает малое электропотребление, автоматическую компенсацию смещений (исключает необходимость калибровки) и способность работать в условиях очень малой напряженности магнитного поля.

Перечисленные возможности разработки Honeywell теперь доступны в новой продукции компании STM – модуле цифрового компаса LSM303DLH (рис. 5). В дополнение к магнетометру модуль содержит трехосевой акселерометр. Среди возможностей – индикация направления (в т.ч. при отсутствии движения), сигнализация о наличии интересующих объектов в выбранном направлении и сохранение функций навигации в условиях неустойчивого или полного отсутствия приема сигналов от систем глобального спутникового позиционирования.

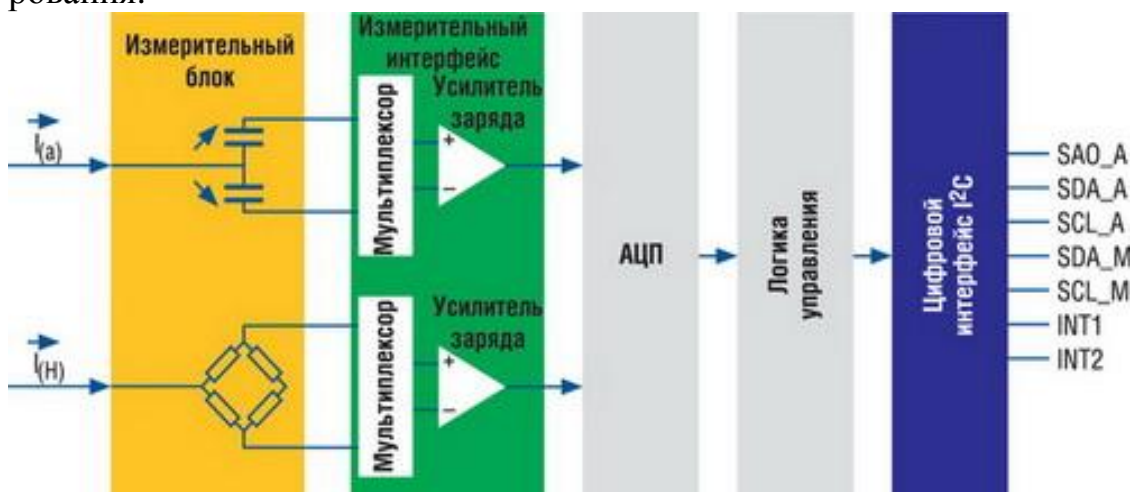


Рис. 5. Структурная схема модуля цифрового компаса LSM303DLH

Каналы измерения напряженности магнитного поля предусматривают работу в одном из семи программно-выбираемых диапазонов от $\pm(0,13 - 0,81)$ мТл (ведется разработка модуля для диапазона до 2 мТл). В свою очередь каналы измерения линейных ускорений поддерживают работу в одном из трех программно-задаваемых диапазонов $\pm 2/\pm 4/\pm 8g$. Вывод результатов измерений организован в цифровом виде (16-битный формат). Для этого в модуль интегрированы АЦП и два независимых последовательных интерфейса I²C (поддерживаются скоростные режимы 100 и 400 кГц). Модуль предусматривает возможность раздельного перевода в экономичный режим работы трактов магнетометра и акселерометра и генерации двух сигналов прерывания с гибкой программируемой настройкой. Данные прерывания позволяют активизировать управляющий процессор в случае обнаружения движения и свободного падения. Функциональные возможности модуля завершают функции тестирования, которые могут быть иницированы по запросу пользователя раздельно для трактов магнетометра и акселерометра.

Столь внушительные возможности модуля реализованы в рамках чрезвычайно компактного 28-выводного корпуса LGA с размера-

ми 5×5×1 мм. Его рабочие характеристики гарантированы для диапазонов напряжения питания 2,5 - 3,3 В и температур –30 - 85 °С.

Модуль LSM303DLH может с успехом использоваться в разнообразных промышленных приложениях: в системах навигации любых транспортных средств, а также в робототехнике.

Выводы. Благодаря появлению современных электромеханических компонентов появилась реальная возможность для воплощения терранавигации уже завтра.

Продукция STM обладает достаточно высокими эксплуатационными характеристиками (точность, надежность, чувствительность), удобством применения (наличие цифрового выхода) и доступной стоимостью.

Литература.

1. Гельфенбейн С.П. Терранавигация/ С.П. Гельфенбейн. - М.: Колос, 1981 . – 207 с.
2. Петров А.В. Впровадження керування «по положенню» в конструкціях рульових управлінь мобільних машин / А.В. Петров // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. - Дніпропетровськ: ДДАУ, 2009. - №2-09. - С. 271-273.
3. Староверов К. МЭМС-датчики движения от STMicroelectronics: акселерометры и гироскопы/ К. Староверов// Электронные компоненты, 2009, №12 - С.53-57.
4. Motion Sensors (MEMS). Официальный сайт STMicroelectronics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.st.com/mems. - Заголовок с экрана.

СУЧАСНІ ЗАСОБИ ТЕРАНАВІГАЦІЇ

Петров А.В., Петров В.О.

Анотація - описано компоненти мікроелектромеханічних систем та зумовлена можливість їхнього застосування для втілення автоматичного керування мобільними машинами (терранавігація).

MODERN MEANS OF TERRANAVIGATION

A.Petrov ,V. Petrov.

Summary

The elements of electromechanical systems are described in the article. Their usage is described for automatic driving of transport means (terranavigation).