

Сравнительный анализ плат Arduino

Владимир Бартнев (Москва)

В статье проанализированы по своему составу популярные платы Arduino. Рассмотрена их эффективность, основанная на вычислении числа π методом статистического моделирования. Приведены результаты сравнительного анализа эффективности четырёх плат с разными микроконтроллерами фирмы Atmel.

ВВЕДЕНИЕ

Раньше, чтобы собрать программируемое устройство на микроконтроллере, необходимо было знать основы схемотехники, архитектуру и особенности работы конкретного микроконтроллера, уметь его программировать на ассемблере. Кроме того, требовался программатор, отладчик и другие вспомогательные устройства. В итоге без огромного объёма знаний и дорогостоящего оборудования было не обойтись. Сегодня, с появлением плат Arduino [1], дающих возможность работать с микроконтроллерами без наличия серьёзной материальной базы, всё изменилось.

Платы Arduino, а их выпускают уже в большом количестве и на разных микроконтроллерах, представляют собой наборы, состоящие из готового электронного блока и программного обеспечения. Электронный блок – это печатная плата с установленным микроконтроллером и минимумом элементов, необходимых для его работы. Фактически, электронный блок Arduino является аналогом материнской платы современного компьютера. На нём имеются разъёмы для подключения внешних устройств, а также разъём для связи с компьютером, по которому и осуществляется программирование микроконтроллера.

Особенности используемых микроконтроллеров фирмы Atmel позволяют производить программирование без применения специальных программаторов. Всё, что нужно для создания нового программируемого устройства, – это плата Arduino, USB-кабель связи и компьютер с программным обеспечением, представляющим собой систему проектирования нового программируемого устройства. Система проектирования объединила в себе простейшую среду разработки и язык программирования – вариант языка C/C++ для микроконтроллеров. Поэтому для работы с Arduino достаточно знаний только основ программирования на C/C++.

Имеется для Arduino и множество готовых библиотек, содержащих код, работающий с различными внешними устройствами. О популярности плат Arduino говорит и такой факт: фирма MathWorks в MATLAB 15 выпустила приложение, позволяющее загружать программы из MATLAB в платы Arduino [2]. Не отстаёт в этом смысле и фирма Labcenter Electronics, которая в восьмой версии программного комплекса Proteus внесла в библиотеку моделируемых схем и платы Arduino [3].

ПРОГРАММА РАСЧЁТА π

Обладая несомненными преимуществами, особенно в учебных целях, платы Arduino позволяют, как и при работе на современном компьютере, не задумываться о функционировании его отдельных частей, а просто запускать нужные программы и работать с ними. Нет надобности в создании законченных плат и модулей. Можно воспользоваться готовыми платами расширения или просто напрямую подключить к разъёмам платы Arduino необходимые элементы. Все основные усилия направляются на разработку и отладку программы для микроконтроллера на языке высокого уровня. Наличие готовых модулей и библиотек программ позволяет в процессе обучения создавать новые работающие программируемые устройства для решения учебных задач. Варианты использования Arduino ограничены только возможностями микроконтроллера и имеющегося варианта платы, а также фантазией пользователя. И вот тут возникает главный вопрос, касающийся возможностей микроконтроллеров, используемых на платах Arduino с точки зрения их производительности. Поскольку сравнительная оценка производительности плат Arduino никем так и не была произведена, в данной статье предлагается восполнить этот пробел.

Применяемые в настоящее время способы оценки производительности цифровых процессоров обработки сигналов (ЦПОС) основаны, главным образом, на алгоритме быстрого преобразования Фурье (БПФ) с разным числом точек преобразования. Такие тесты не могут быть использованы для оценки производительности микроконтроллеров из-за их низкой производительности и ограниченной разрядной сетки по сравнению с ЦПОС. По этой причине для оценки производительности плат Arduino предлагается способ вероятностного свойства. В его основе лежит программа расчёта числа π методом статистического моделирования (метод Монте-Карло). Производительность же разных плат оценивается временем расчёта числа π при определённом одном и том же числе испытаний [4]. Данная методика была успешно применена при оценке производительности плат STAMP с ЦПОС Blackfin [5].

Задачи статистического моделирования требуют для получения точного результата достаточно большого числа статистических испытаний. Поэтому было выбрано 10 000 испытаний. Числовые случайные величины в процессе исполнения тестовой программы меняются в широком диапазоне значений, а выходные оценки производительности, в виде времени расчёта числа π при выполнении заданного числа испытаний, наиболее интегрально и полно характеризуют производительность микроконтроллеров, установленных на разных платах Arduino. Более того, по точности расчёта числа при большом количестве испытаний можно судить и о качестве применяемого программного обеспечения для компиляции и ассемблирования текста данной тестовой программы и об используемых библиотеках функций.

Несколько слов об алгоритме расчёта числа π . В его основе лежит формирование двух независимых случайных чисел x и y , распределённых равномерно в диапазоне от -1 до $+1$. Существуют разные алгоритмы генерации случайных чисел. В нашем случае мы воспользуемся датчиком случайных чисел, который входит в систему проектирования плат Arduino. Полученная с помощью этого датчика каждая пара

чисел в каждом испытании проверяется на попадание в круг единичного радиуса с центром в начале координат, то есть $x^2 + y^2 \leq 1$. Таким образом, фактически рассчитывается площадь круга, которая, как известно, выражается через искомое число π . Программа расчёта числа π легко переносится на любые платы Arduino с разными микроконтроллерами, так как в ней использованы только стандартные библиотечные функции.

В листинге приведён программный код оценки производительности. Программа одинакова для всех плат, и после компиляции загружается в тестируемые платы. Результат работы программы выводится на двухстрочный жидкокристаллический дисплей. Для измерения времени расчёта π в миллисекундах используется функция `millis()`.

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ПЛАТ ARDUINO

Рассмотрим оценку производительности следующих четырёх плат Arduino с разными микроконтроллерами, используя одну и ту же программу расчёта π :

1. Плата Arduino Uno (см. рис. 1) с 8-разрядным AVR-микроконтроллером ATmega328 с RISC-архитектурой, который имеет 14 цифровых входов/выходов (6 из которых могут быть использованы как выходы для широтно-импульсной модуляции), 6 аналоговых входов, кварц на 16 МГц, USB-интерфейс, разъём питания и кнопку сброса.
2. Плата Arduino Leonardo (см. рис. 2) с 8-разрядным AVR-микроконтроллером ATmega32u4 с RISC-архитектурой, который имеет 20 цифровых входов/выходов (7 из которых могут быть использованы как выходы ШИМ), 12 аналоговых входов, кварц на 16 МГц, USB-интерфейс, разъём питания и кнопку сброса.
3. Плата Arduino Mega (см. рис. 3) с 8-разрядным AVR-микроконтроллером ATmega2560 с RISC-архитектурой, который имеет 54 цифровых входов/выходов (15 из которых могут быть использованы как выходы для широтно-импульсной модуляции), 16 аналоговых входов, кварц на 16 МГц, USB-интерфейс, разъём питания и кнопку сброса.
4. Плата Arduino Due (см. рис. 4) с ARM-микроконтроллером SAM3X8E Cortex-M3, который имеет 54 цифровых входов/выходов (12 из которых могут быть использованы как выходы для широтно-импульсной модуля-

Листинг

```
#include <LiquidCrystal.h> LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);
void setup()
{
    lcd.begin(16, 2);
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(<<N=>); // N-число испытаний
    double r = 0.27; // начальное значение датчика случайных чисел
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(<<PI=>);
}
void loop()
{
    int i,N=10000;
    lcd.setCursor(8,0);
    lcd.print(N);
    double x,y,S, r;
    unsigned long time1,time2, time;
    do
    {
        S=0;
        time1=millis();
        for(i=0;i<N ;i++)
        {
            r=random(0,100);
            x=2*r/100-1;
            r=random(0,100);
            y=2*r/100-1;
            if ((x * x + y * y) <= 1) S++;
        }
        time2=millis();
        S=4*S/N; //расчёт числа PI
        lcd.setCursor(3,1);
        lcd.print(S); // вывод на дисплей числа PI
        lcd.setCursor(8,1);
        time=time2-time1; // затраченное время – оценка
                           // производительности
        lcd.print(time); // вывод производительности на дисплей
    } while (i=N);
}
```

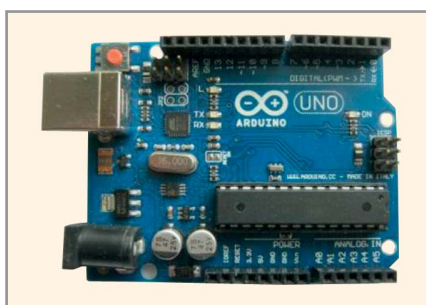


Рис. 1. Плата Arduino Uno

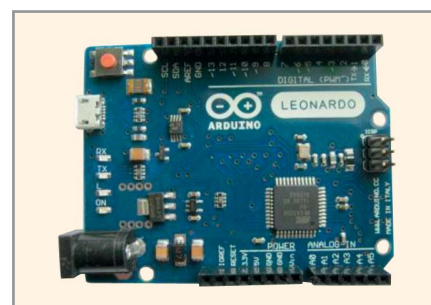


Рис. 2. Плата Arduino Leonardo

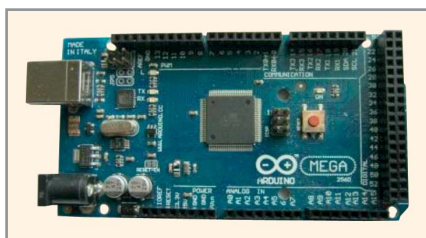


Рис. 3. Плата Arduino Mega

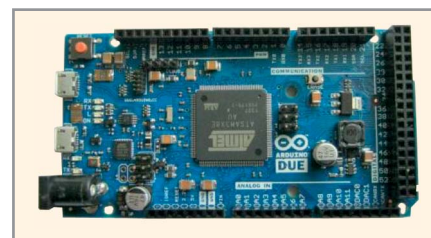


Рис. 4. Плата Arduino Due

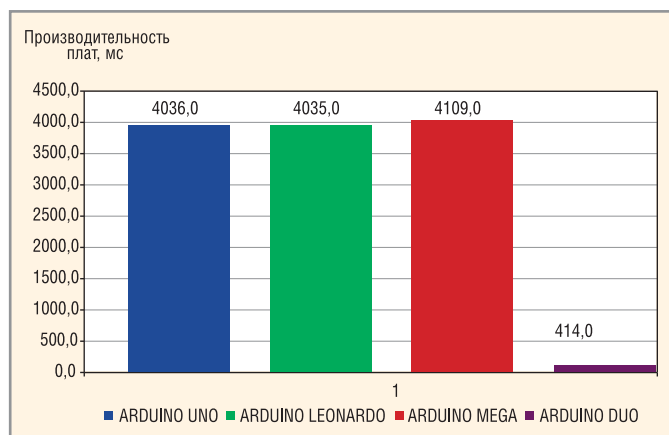


Рис. 5. Производительность плат Arduino

ции), 12 аналоговых входов, кварц на 84 МГц, USB-интерфейс, разъём питания и кнопку сброса. Это первая плата Arduino на базе 32-битного микроконтроллера с ARM-ядром.

Результаты оценки производительности четырёх плат показаны на рисунке 5. Видно, что наибольшей производительностью обладает плата Arduino Due (см. рис. 6). Затем следуют платы Arduino Leonardo и Arduino Uno. Они близки по производительности. Arduino Mega имеет самую низкую производительность, на порядок меньше, чем у платы Arduino Due.

Безусловно, за такую высокую производительность приходится платить –

стоимость платы Arduino Due значительно превышает стоимость других рассмотренных плат, что несколько сужает область экспериментов с ней. Наибольший интерес, благодаря соотношению эффективность/стоимость, представляет Arduino Uno. На её базе можно построить большое количество разнообразных интеллектуальных устройств, схемы и программный код которых широко освещены в интернет-сообществе Arduino.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. 2014. СПб. БХВ-Петербург.

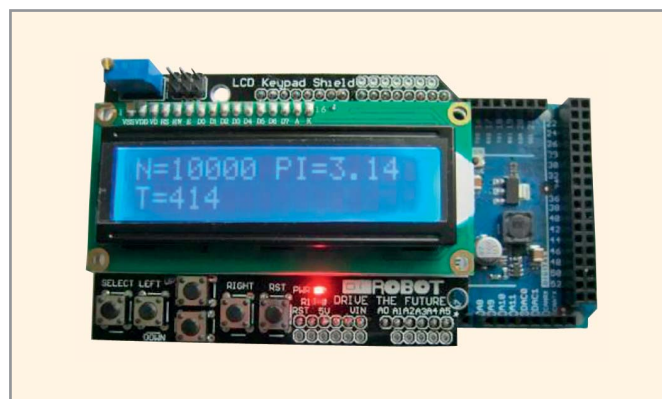


Рис. 6. Самая быстродействующая плата Arduino Due (на дисплее число испытаний, число π и затраченное время в мс)

2. Arduino Support from MATLAB. www.mathworks.com/hardware-support/arduino-matlab.html.

3. Proteus VSM for Arduino AVR. www.labcenter.com/products/vsm/arduino.cfm.

4. Барменев В.Г., Барменев М.В. Об оценке производительности плат Arduino. Сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития радиотехнических и инфокоммуникационных систем». РАДИОИНФКОМ-2015. В 2 ч. Ч. 1. 2015. Москва. МГТУ МИРЭА.

5. Барменев В.Г., Барменев М.В. Программируем ЦПОС Blackfin. Журнал «Современная электроника». 2008. №6.



Новости мира News of the World Новости мира

РобоСектор-2016

Компания АВИТОН приглашает желающих принять участие во второй практической конференции РобоСектор, которая состоится 21 апреля 2016 г. в Москве.

Темой конференции РобоСектор-2016 выбрано перспективное и активно развивающееся во всём мире направление робототехники под названием Soft Robotics (и тесно связанный с ним класс систем – Collaborative Robots). Направление Soft Robotics очень интересное и ёмкое – с точки зрения видов систем, применяемых технологий, решаемых задач и перспектив применения. Можно абсолютно уверенно сказать, что это направление, определяющее очертания и перспективы отрасли.

РобоСектор станет площадкой для обмена опытом и технологиями. С этой целью в рамках деловой программы мероприятия 2016 г. будет проведена панельная дискуссия под председательством экспертного совета, в который войдут представители ведущих компаний отрасли. Тематика

панельной дискуссии – основные аспекты при проектировании, создании, управлении и применении систем класса Soft Robotics. Основной акцент в 2016 г. сделан на обсуждении узловых конструкторских решений, освещении основных перспектив и тенденций развития робототехники в мире и в России.

Среди уже подтвердивших своё участие в конференции представители компаний maxon motor (Швейцария) и Harmonic Drive (Германия), НПО «Андроидная техника» (Россия), Робоцентр «Сколково» (Россия), Beckhoff (Россия), ATEnergy (Россия), Центр развития робототехники МЧС РФ (Россия), Институт проблем машиностроения РАН (Россия) и многие другие. В рамках официальной деловой программы конференции будут представлены новые решения и технологии, организована экспозиция образцов, состоятся презентации успешных проектов и примеров реализации задач лидерами отрасли как российского, так и зарубежного рынка.



Компания АВИТОН как поставщик передовых решений ставит перед собой задачи развития и внедрения современных технологий, развития международного сотрудничества и решения практических задач в области робототехники.

Мероприятие проводится при участии НПО «Андроидная техника» и Центра развития робототехники МЧС (ВНИИПО МЧС РФ).

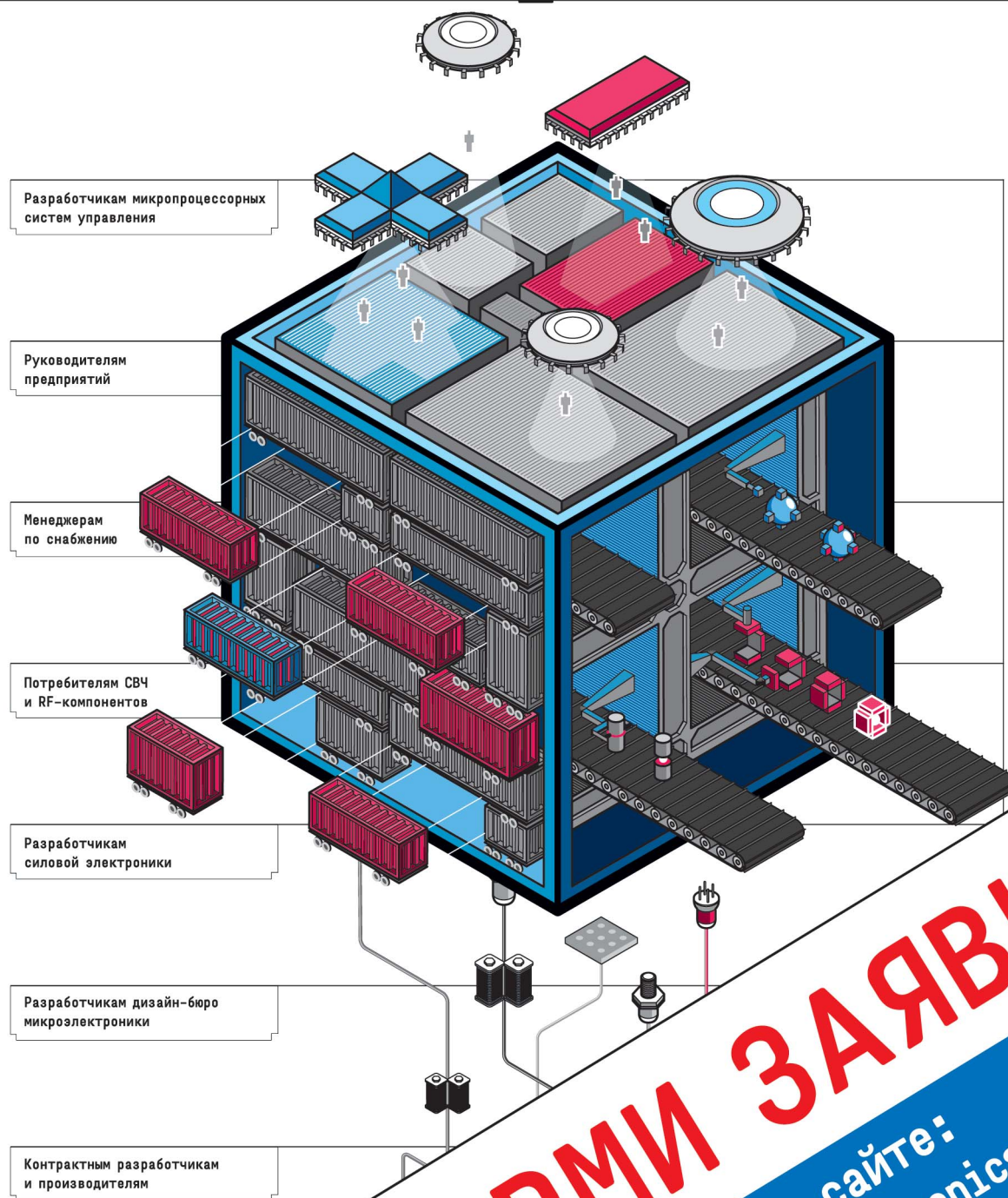
www.aviton.spb.ru

НОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА / РОССИЯ

13-15 АПРЕЛЯ 2016

МОСКВА
ЭКСПОЦЕНТР
НА КРАСНОЙ ПРЕСНЕ

главная российская выставка электронных компонентов и модулей



ОФОРМИ ЗАЯВКУ
На сайте:
www.new-electronics.info