

Образовательная робототехника в России и мире. Современный инструментарий

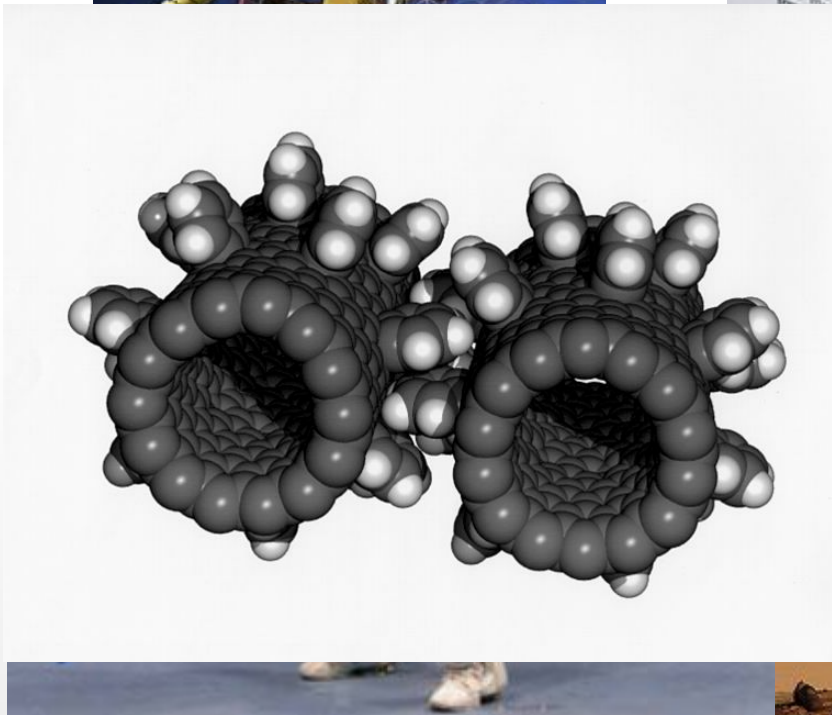
Широколов И. Ю.
ilya.shirokolobov@gmail.com



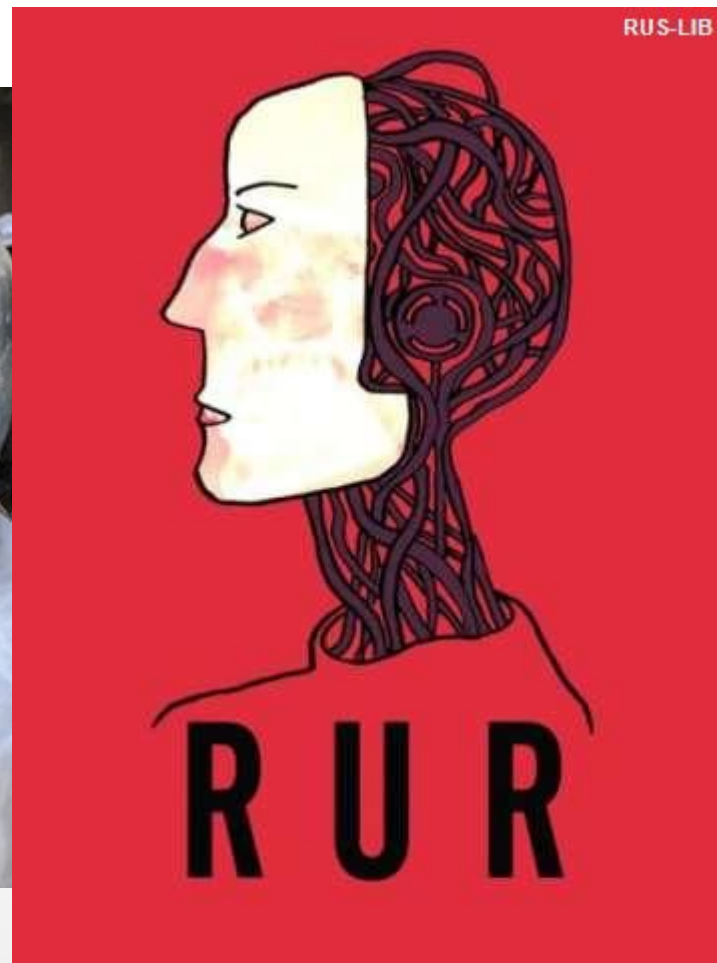
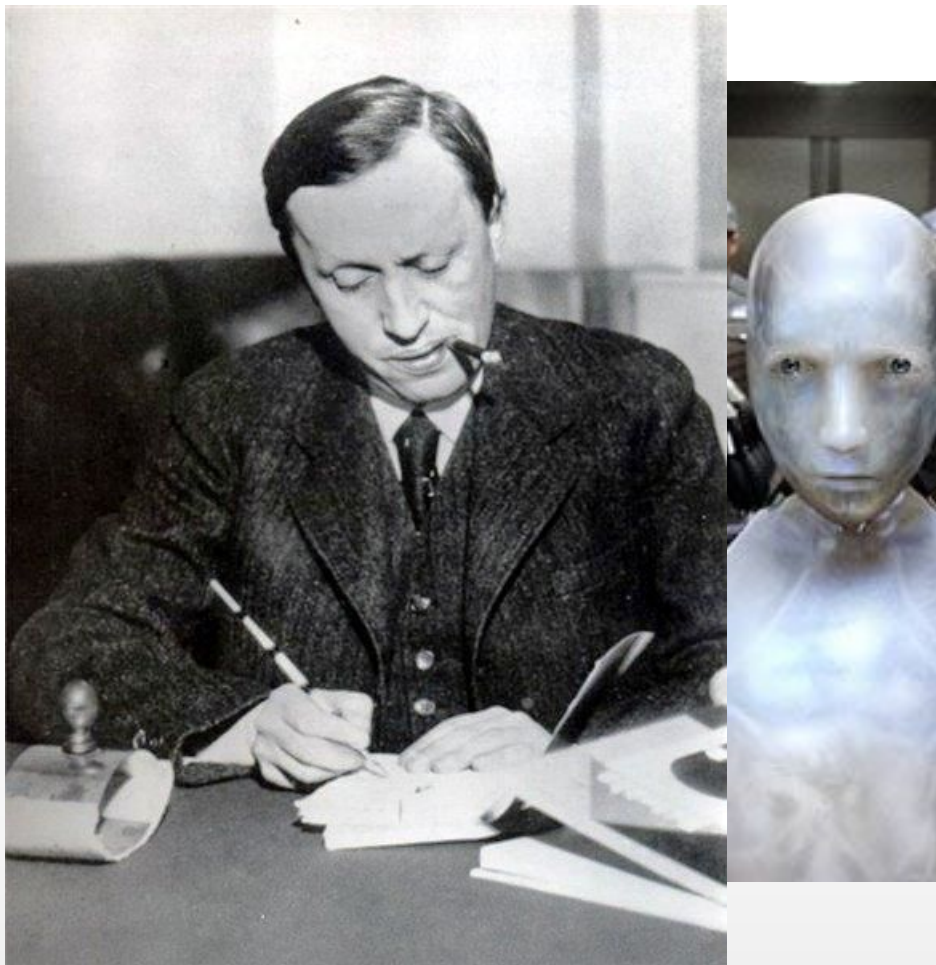
Эти материалы распространяются по лицензии Creative Commons «Attribution-NonCommercial-ShareAlike» («Атрибуция — Некоммерческое использование — На тех же условиях») 3.0 Непортированная. Чтобы ознакомиться с экземпляром этой лицензии, посетите <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/> или отправьте письмо на адрес Creative Commons: 444 Castro Street, Suite 900, Mountain View, California, 94041, USA

Санкт-Петербург, 2016

Робот



Робот



Karel Čapek – чешский писатель, написавший пьесу R.U.R
Робот (*robot*, от *robota* — подневольный труд или *rob* — раб)

Роботы. Хронология

5-й век до н.э. Идея разумного робота была впервые упоминается в древнегреческих мифах. В частности, скульптор Пигмалион изваял статую и оживил ее. Философ Аристотель создал формальную логику. На основе постулатов этой науки действуют все классические компьютеры

4-й век до н.э. Философ и математик Архитас Тарентский создал механического голубя, сделанного из дерева. По описаниям современников, голубь мог махать крыльями и взлетать

Сократ. Платон.

Κυβερνητική – Кибернетика («искусство управления»)

1834 г. Андре Ампер (*cybernétique*) «Опыт о философии науки»

1948 г. Норберт Винер опубликовал книгу «Кибернетика».

1996 г. Корпорация Honda создала андроида P-2, который мог ходить, подниматься по лестницам и переносить тяжести

2000 г. **Asimo**

(Advanced Step in Innovative **MO**bility)



Роботы. Хронология

Доклады Академии наук СССР
1968, Том 182, № 3

ВДК 064.3 (47) :62-506.1 КИБЕРНЕТИКА И ТЕОРИЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ

В. А. ЯКУБОВИЧ
К ТЕОРИИ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ

(Представлено академиком В. И. Смирновым 25 X 1967)

В соответствии с принятой терминологией будем называть адаптивной систему, закон функционирования которой меняется в зависимости от приобретаемого опыта. Системе сообщается в каком-либо виде информация о «успешности» или «удачности» ее поведения по отношению к некоторому целевому условию. Определенные характеристики среды и системы, а также, возможно, целевого условия неизвестны конструктору, — они могут быть любыми из некоторого класса \mathfrak{M} . Будем называть систему разумной в классе \mathfrak{M} , если для любого целевого условия и любых характеристик этого класса наступает момент, после которого целевое условие начинает всегда выполняться. Ниже приводится точная, формализованная постановка простейшего варианта задачи построения по заданному классу \mathfrak{M} системы, разумной в этом классе («простейший робот»), а также, при ряде предположений, — решение этой точно поставленной задачи. Результаты иллюстрируются двумя математически стилизованными примерами простейших систем, разумных в указанном, весьма условном смысле. (Упомянуты другие формализации и решения задач построения адаптивных систем см. (1).)

1^о. Будем считать, что время t принимает значения $t = 0, 1, 2, \dots$. Величины, меняющиеся (вообще говоря) во времени, будем называть переменными, а величины, значения которых фиксированы для данной системы (и, следовательно, не меняются во времени), — параметрами. Заданное множество некоторых элементов z будем обозначать через $\{z\}$. Значение переменной z в момент t будем обозначать z_t . Будем считать заданными множества $\{x\}$, $\{s\}$, $\{\sigma\}$, $\{u\}$ и подлежащим определению (в соответствии с условиями, сформулированными ниже) множество $\{\tau\}$. Элементы которых называются так: x — внешние координаты робота, s — среда, σ — сенсор, u — управление, τ — тактика. Пусть задана функция $\mu(x, s)$ со значением 0 или 1, называемая сигналом включения целевого условия, а также вещественная функция $F(x, s)$. Целевым условием (ц.у.) будем называть условие: если $\mu_t = \mu(x_t, s_t) = 1$, то $F(x_{t+1}, s_{t+1}) > 0$. Будем говорить, что ц.у. выполнено в момент $t+1$, если либо $\mu_t = 1$ и $F(x_{t+1}, s_{t+1}) > 0$, либо $\mu_t = 0$.

Будем считать заданными: 1) сенсорное уравнение $\sigma_t = \sigma(x_t, s_t)$ (определяющее то, что «видит» робот); 2) моторное уравнение $x_{t+1} = X(x_t, u_t)$ (определяющее движение робота); 3) уравнение изменения среды $s_{t+1} = S(x_t, s_t)$. Подлежат определению следующие «уравнения мозга» робота: 4) $u_t = u(\sigma_t, \tau_t)$; 5) $\tau_{t+1} = T(\sigma_t, \sigma_{t+1}, \tau_t)$. При заданных x_0, s_0, τ_0 уравнения 1)–5) позволяют последовательно найти значения всех указанных переменных во все моменты времени. При этом для каждого $t = 1, 2, \dots$ ц.у. будет выполнено или нет. Будем считать, что s_0, x_0 , а также функции μ, F, σ, X, S (но не u и T) зависят, вообще говоря, от некоторых параметров $\xi = \|\xi\|$, называемых варьируемыми параметрами, изменение которых в некоторых заданных пределах ($\xi \in \mathfrak{M}$) создает класс задач по выполнению ц.у. Если определено все указанное выше, то будем говорить, что задан простейший робот. Простейший робот будем называть разумным в классе задач \mathfrak{M} , если для любых значений варьируе-

1968 г. Первое упоминание слово робот в научной статье появилось в статье В.А.Якубовича «Кибернетика и теория регулирования».



Владимир Андреевич Якубович - основатель кафедры теоретической кибернетики математико-механического факультете СПбГУ, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, профессор.

“Простейший робот будем называть разумным в классе задач \mathfrak{M} , если для любых значений варьируемых параметров $\xi \in \mathfrak{M}$ найдется момент t_0 , такой, что для всех $t \geq t_0$ будет выполнено ц.у. и $\tau_t = const$ при $t \geq t_0$ ”

τ - тактика

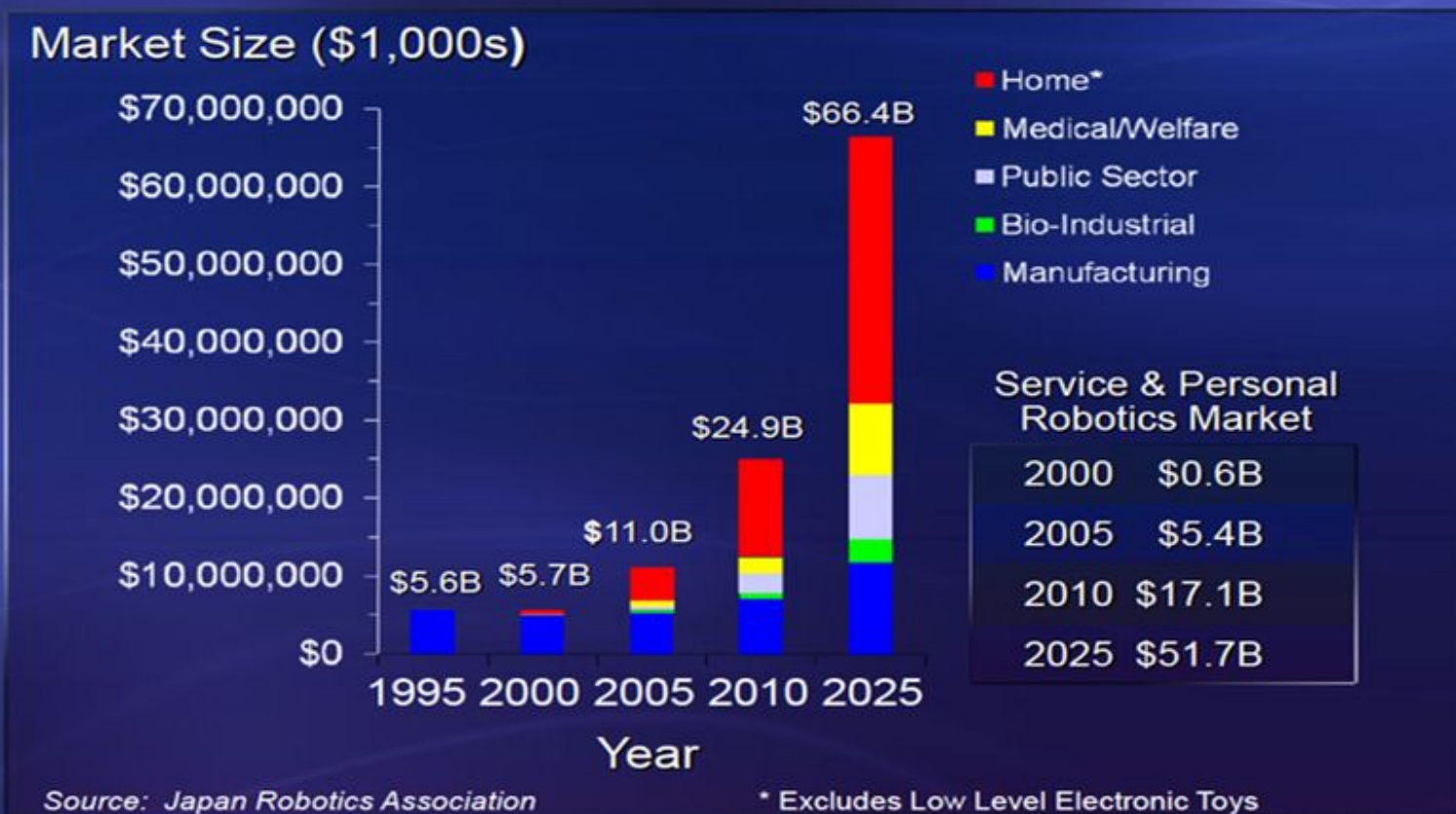
Роботы. Хронология

Весной 1974 г. Студентом 5 курса Гусевым С.В. под руководством В.А. Якубович создан второй в мире (первый в России) автономный мобильный робот.



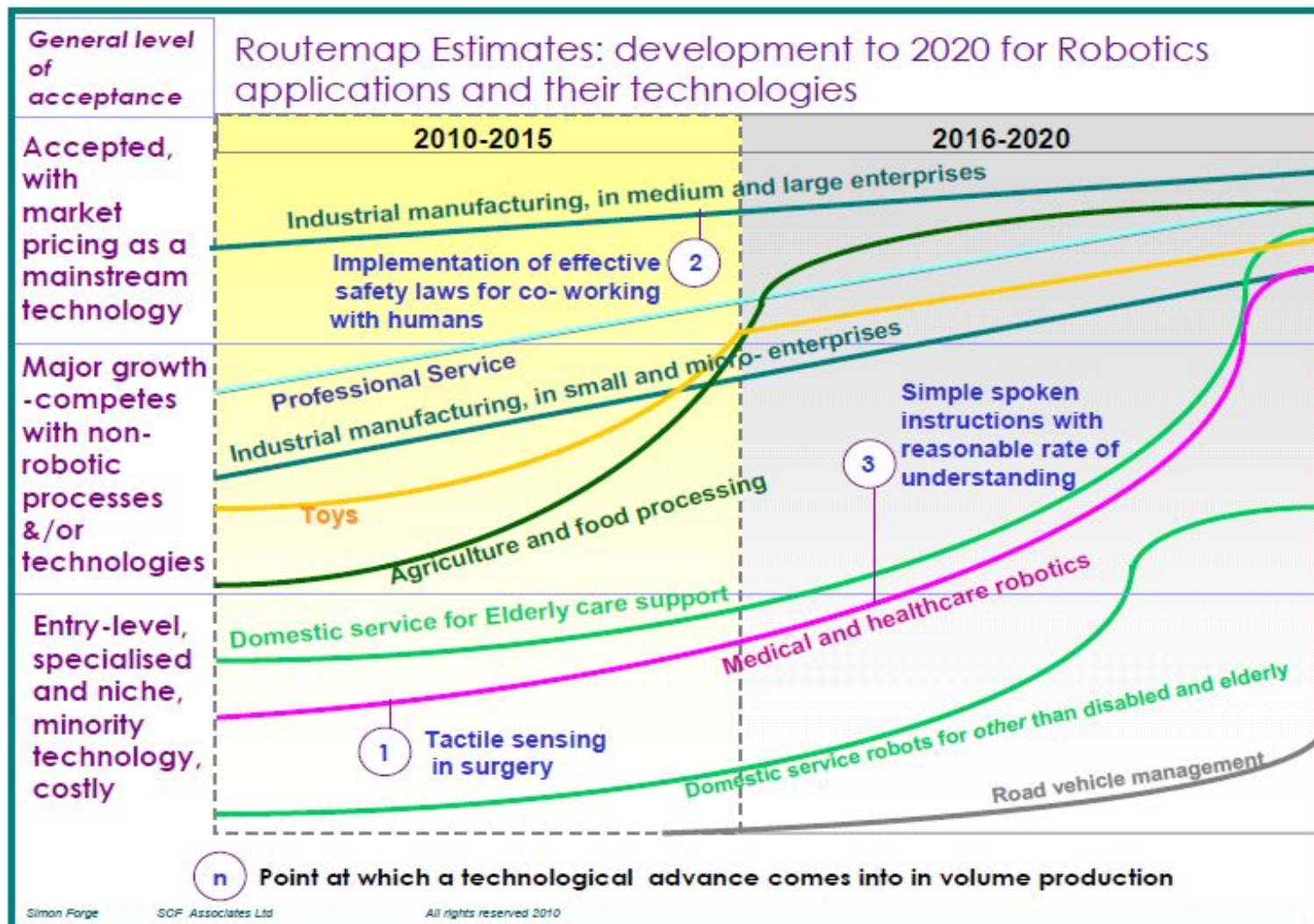
Тенденции

The State of the Industry Worldwide Robotics Market Growth



Тенденции

Comparing the emerging branches of the industry - a route map for development



Что сейчас?

Boston Dynamics создала шагающего четырехногого робота-собаку BigDog (полное название Legged Squad Support System (LS3)).



Что сейчас?

PromoBot



Назначение и цели создания системы:

- Привлечение потока клиентов;
- Автоматизация процесса консультации;
- Повышение лояльности клиентов;
- Снижение рисков, связанных с человеческим фактором.

Время работы: 8 часов

Скорость передвижения: 0.5 км/ч

Размеры: 130x60x60 (ВxШxД)

Что сейчас?

ExoAtlet



Забронируй свой ЭкзоАтлет.

Начался сбор предзаказов на
производство первой партии.

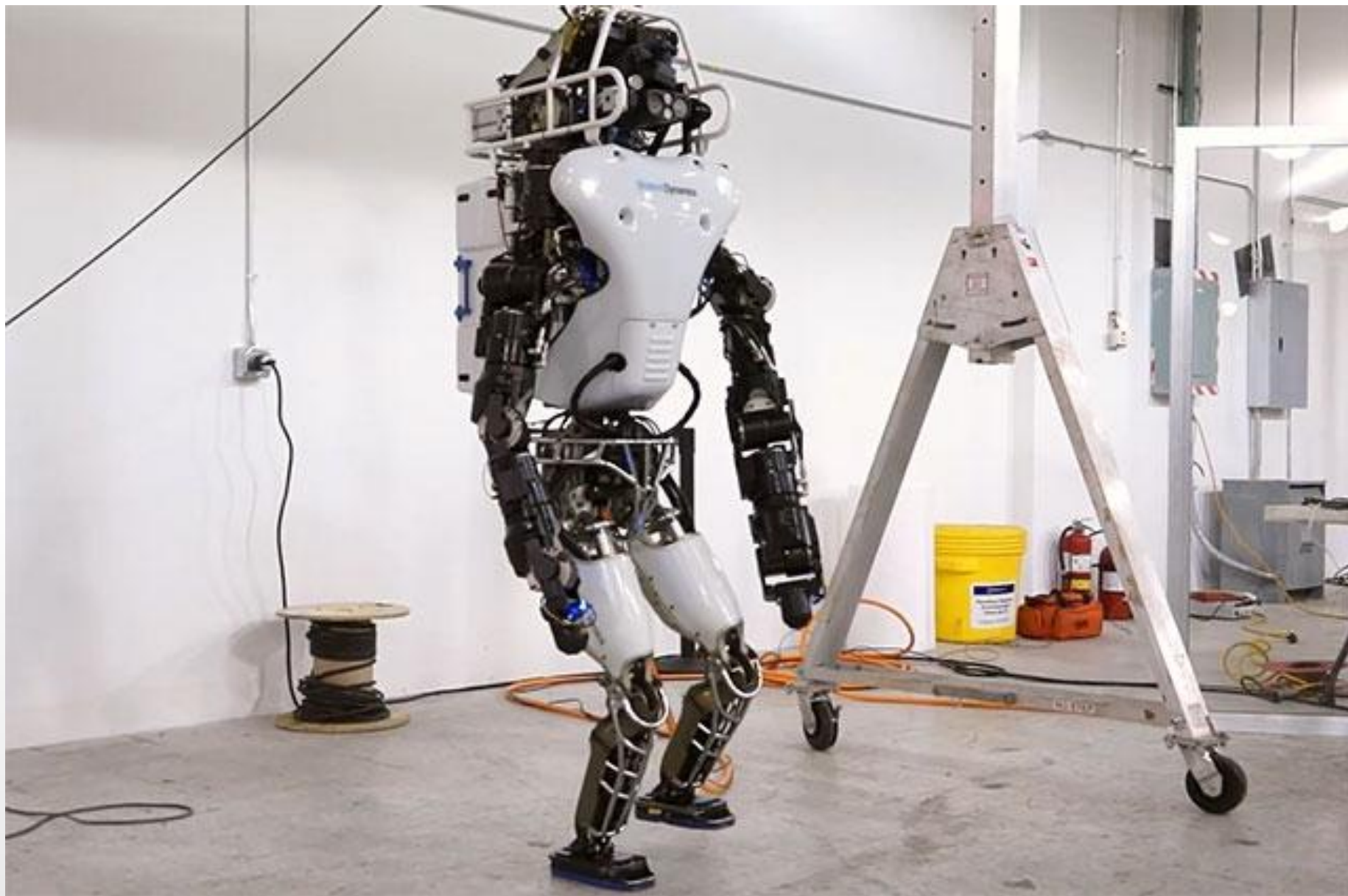
Что сейчас?

Boston Dynamics создала шагающего двуногого робота Atlas.

- стереоскопические видеокамеры
- оптические датчики LIDAR
- рост около 180 сантиметров (на целую голову ниже предыдущей модели)
- вес его составляет 81,5 килограмм



Что сейчас?



Категории роботов

- ❖ Промышленные роботы
- ❖ Решения для прототипирования
- ❖ Робототехнические конструкторы

Робототехнические конструкторы



❖ LEGO
Mindstorm RCX, NXT, EV3



❖ Vex
❖ Vex IQ
❖ Vex PRO



❖ ARDrone



❖ Tetrix



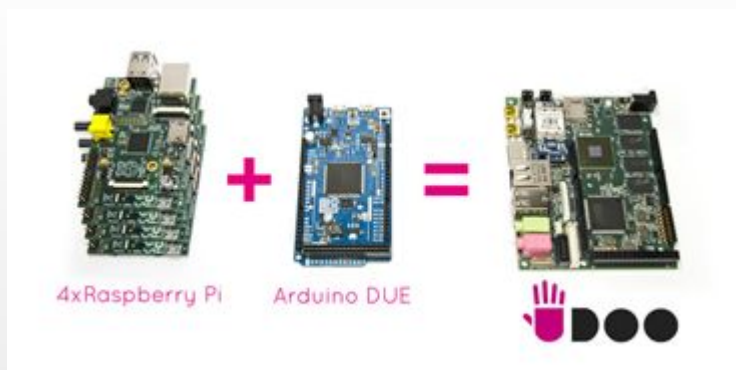
❖ Fischertechnik



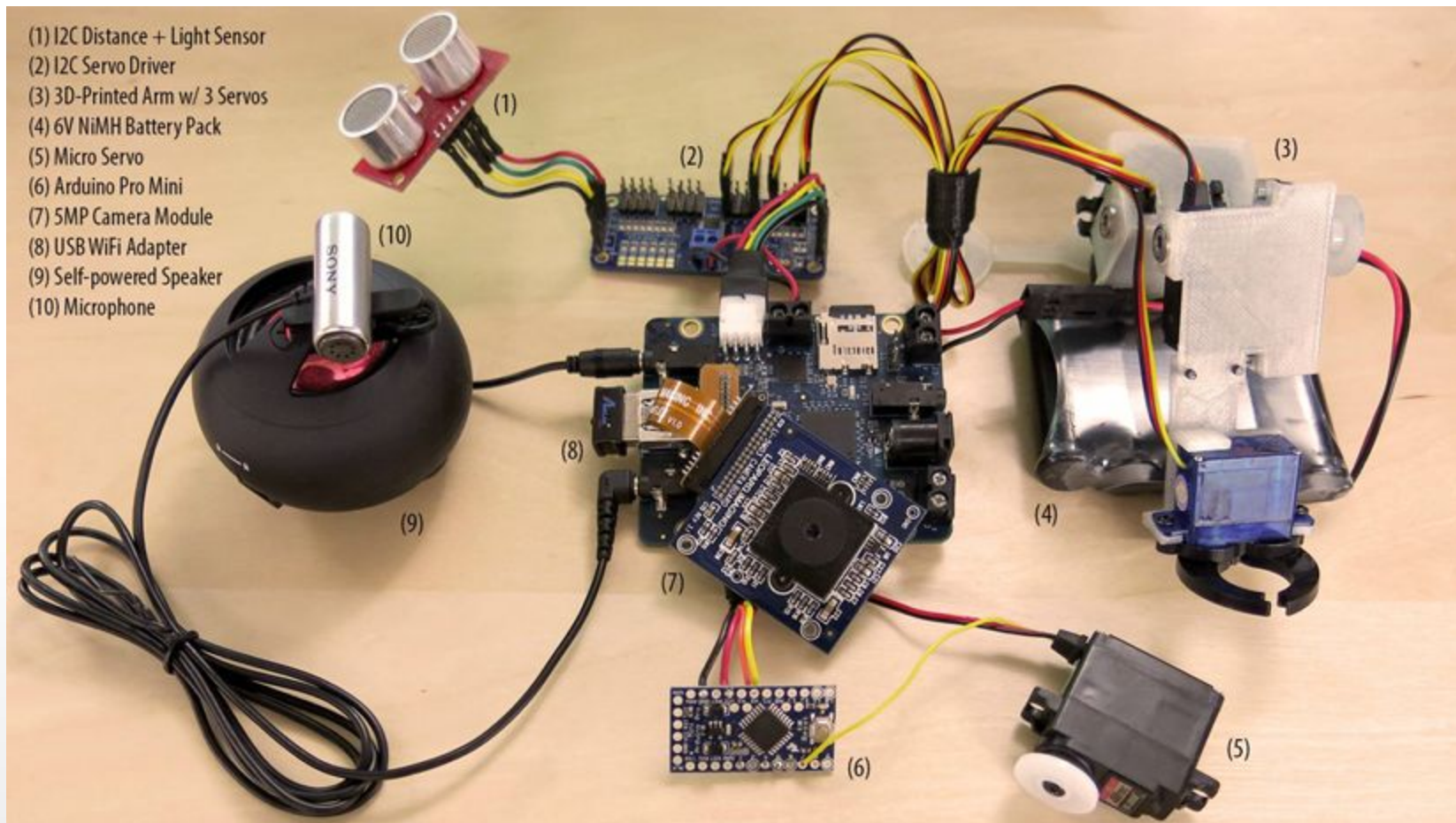
❖ BIOLOID

Решения для прототипирования

- ❖ Arduino
- ❖ Raspberry Pi
- ❖ UDOO (UDOO Neo)
- ❖ REX



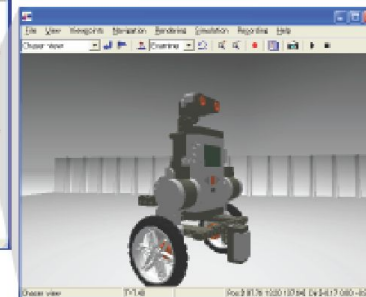
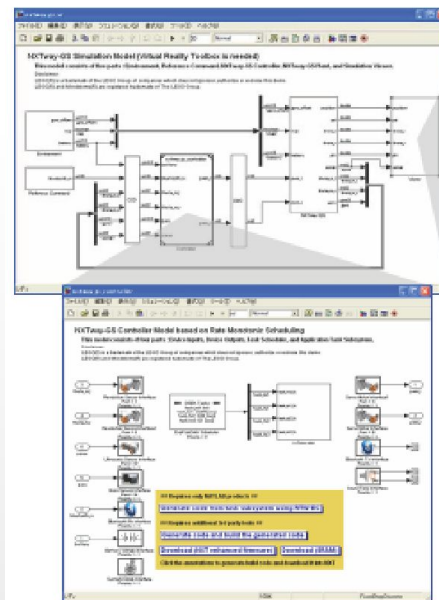
Решения для прототипирования



Промышленные решения

- ABB
- KUKA
- National Instruments
- dSpace

Embedded Success **dSPACE**



Новое решение

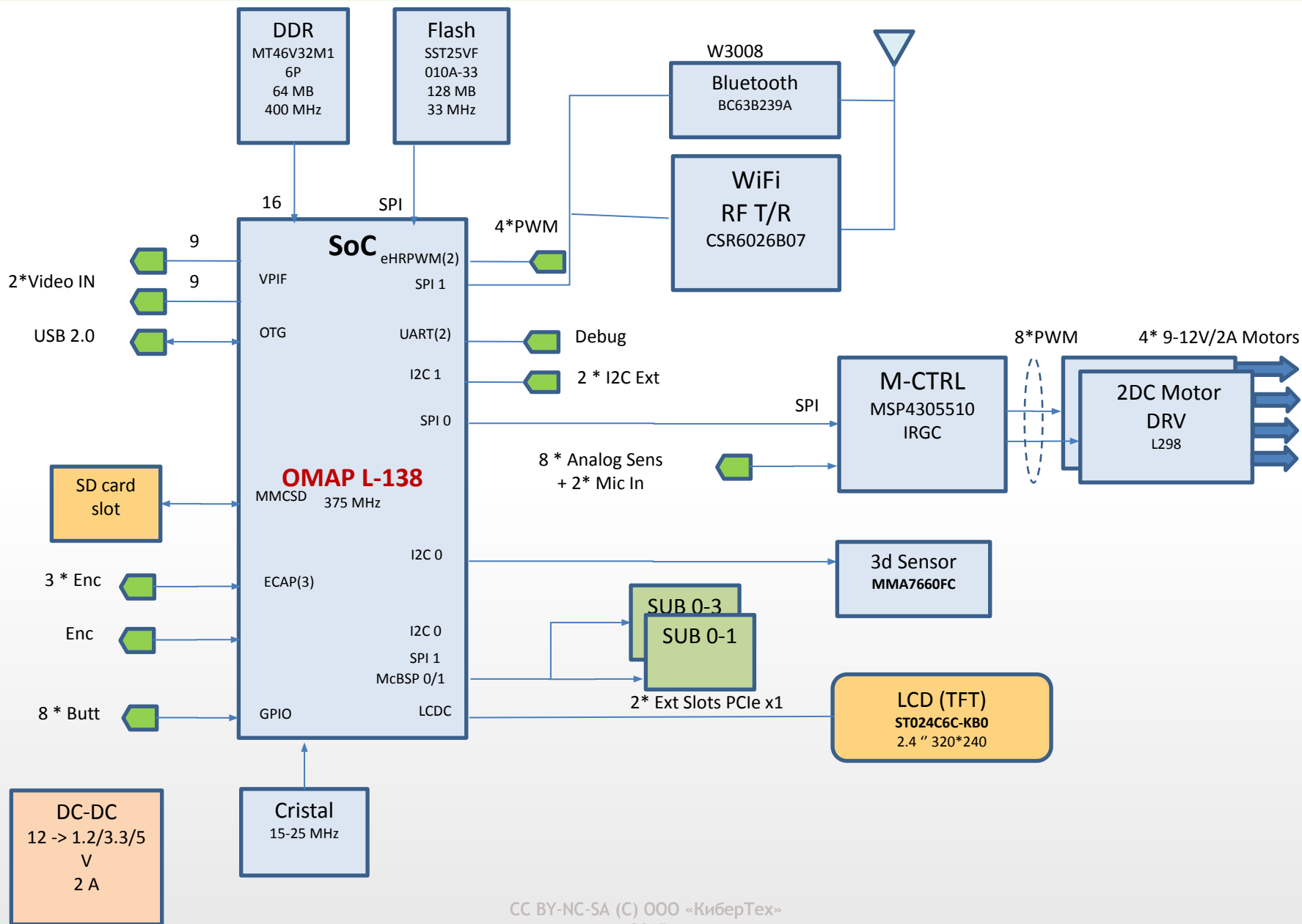


Контроллер ТРИК



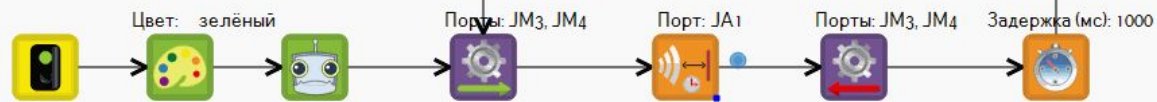
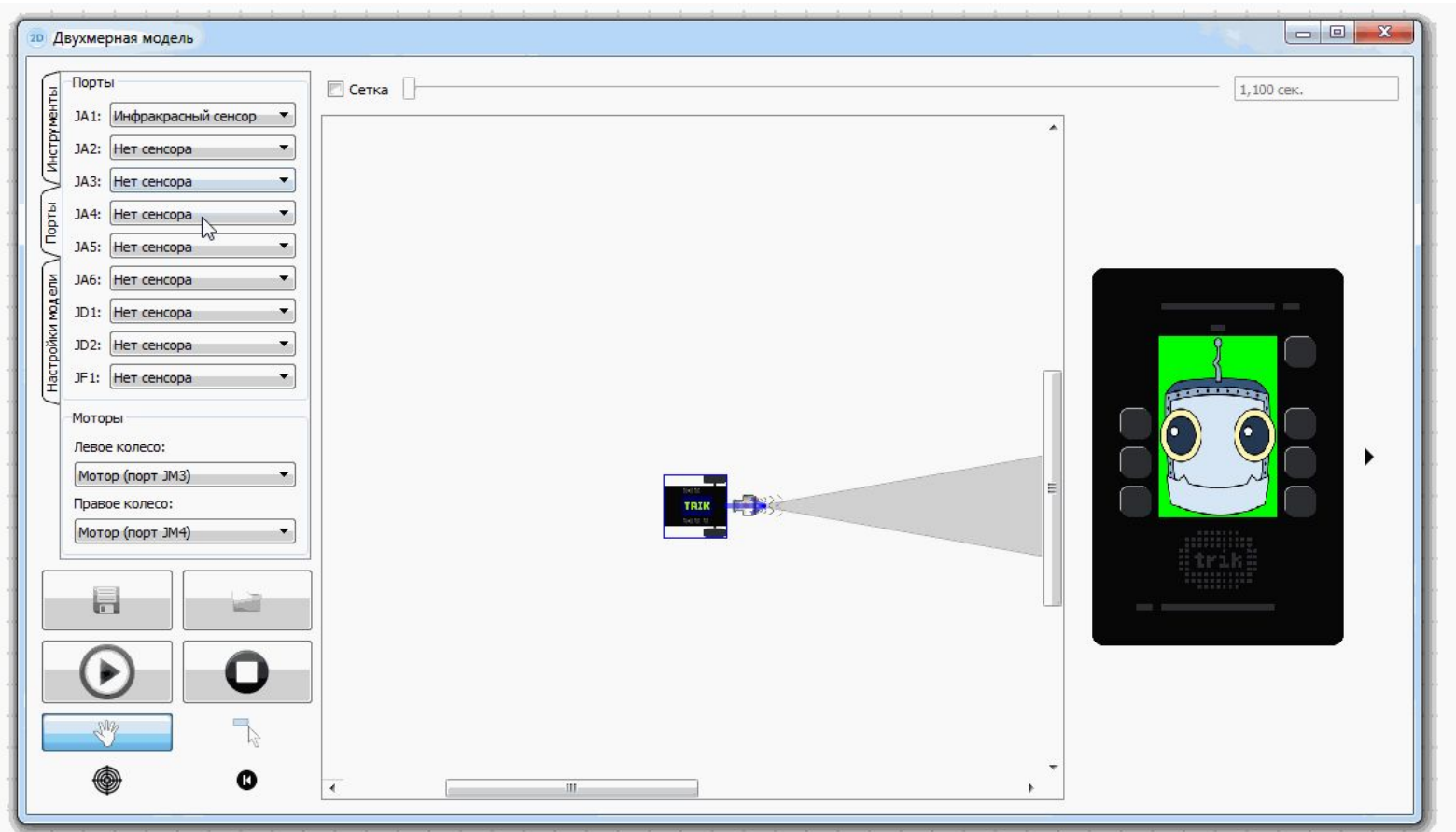
- ❖ Двухъядерный процессор
- ❖ DSP-ядро для обработка аудио\видео real-time
- ❖ Подключение 4 силовых и 6 сервомоторов
- ❖ Подключение до 12 аналоговых и цифровых датчиков
- ❖ Wi-Fi/Bluetooth
- ❖ Акселерометр, гироскоп
- ❖ Подключение видеомодулей и USB камер
- ❖ Модули расширения ГЛОНАСС/GPS, GPRS
- ❖ Цветной TFT-дисплей
- ❖ Размер 8см x 12см

Контроллер ТРИК



TRIK Studio

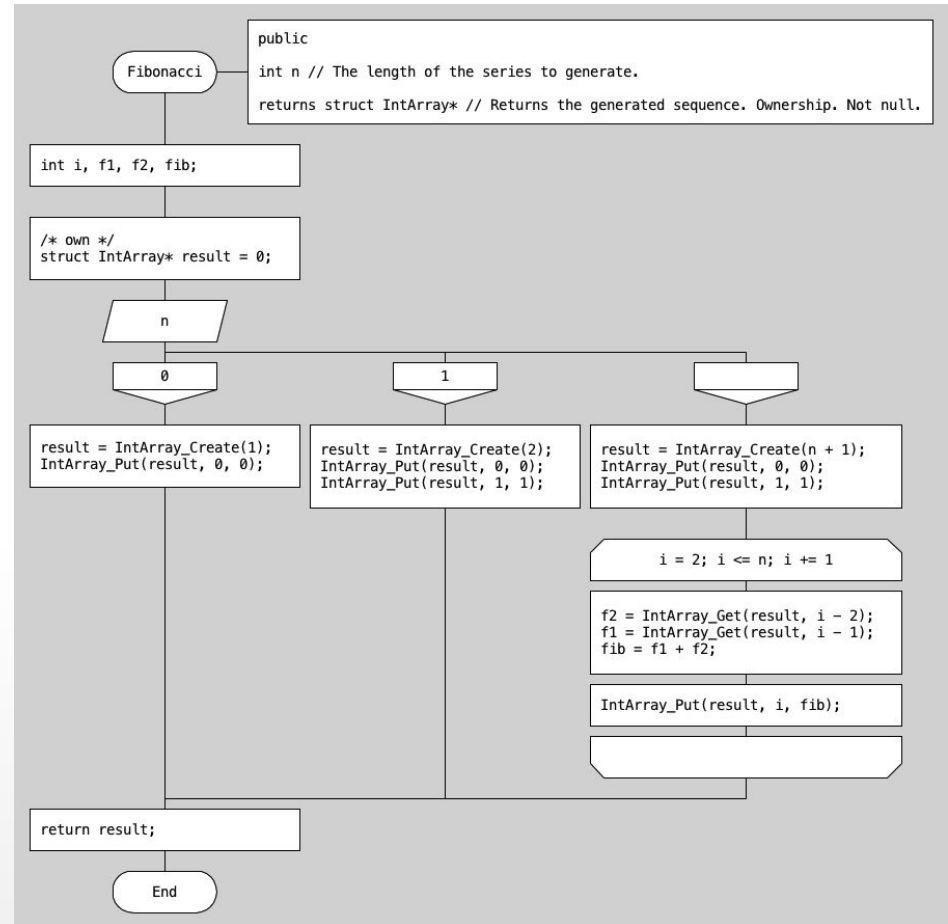
визуальная среда программирования



Расстояние: 80
Считанное значение: больше

ДРАКОН

Дружелюбный русский алгоритмический язык, который обеспечивает наглядность



Генерация на гибридном языке ДРАКОН-Си.

Программирование контроллера

ТРИК

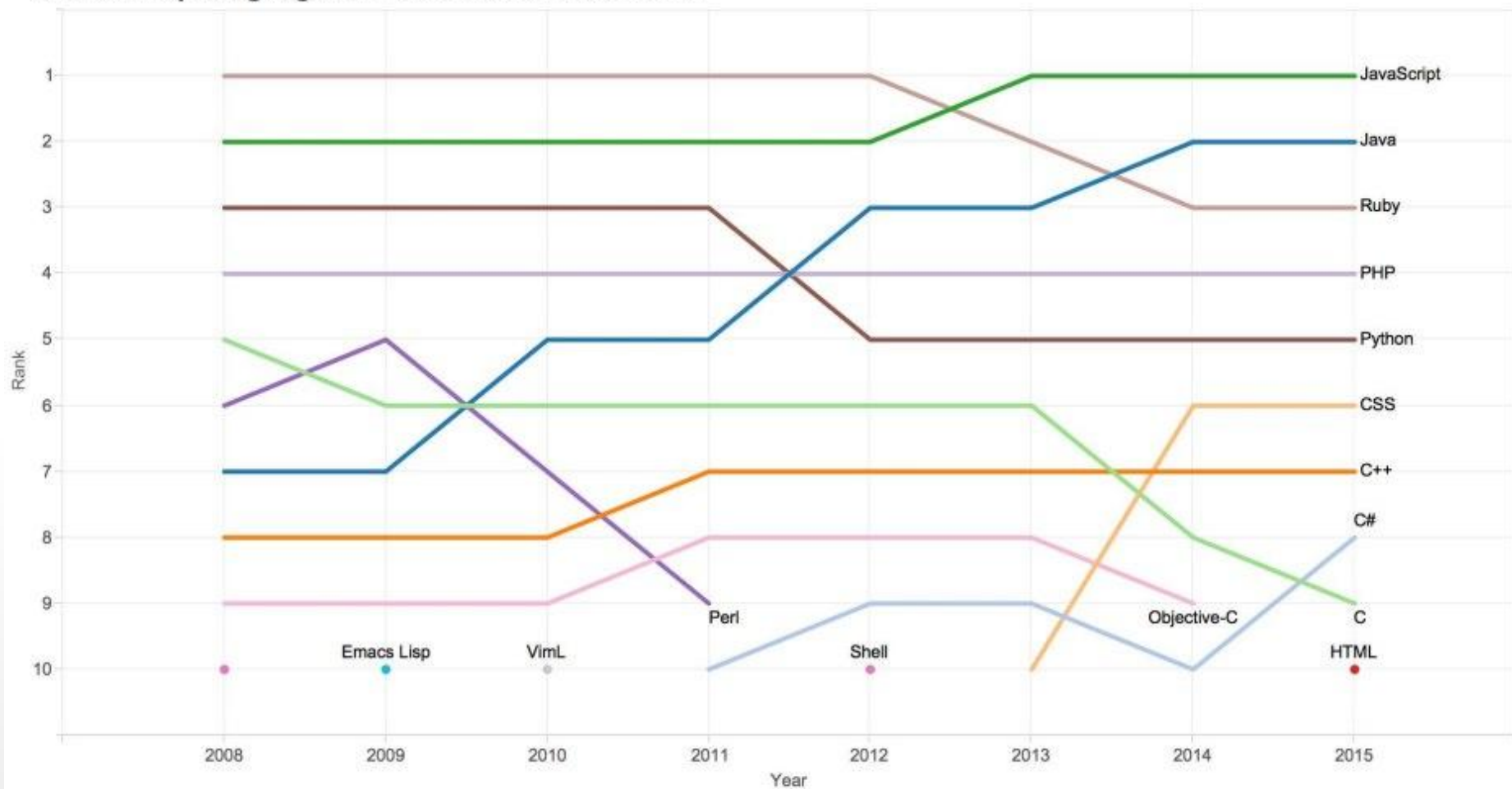
JavaScript

```
Диаграмма поведения робота x alongTheBox.js x
1 var __interpretation_started_timestamp__;
2 var pi = 3.1415926535897931;
3 var S;
4 var Sold;
5 var u;
6
7 var main = function()
8 {
9   → __interpretation_started_timestamp__ = Date.now();
10
11  → script.wait(100);
12  → S = brick.sensor(A1).read();
13  → Sold = S;
14  → while (true) {
15  →   → u = 2.5 * (S - brick.sensor(A1).read()) + 5 * (Sold - brick.sensor(A1).read());
16  →   → Sold = brick.sensor(A1).read();
17  →   → brick.motor(M4).setPower(50 + u);
18  →   → brick.motor(M3).setPower(50 - u);
19  →   → script.wait(30);
20  → }
21 }
22
```

широкие возможности
программирования

Почему JavaScript?

Rank of top languages on GitHub.com over time



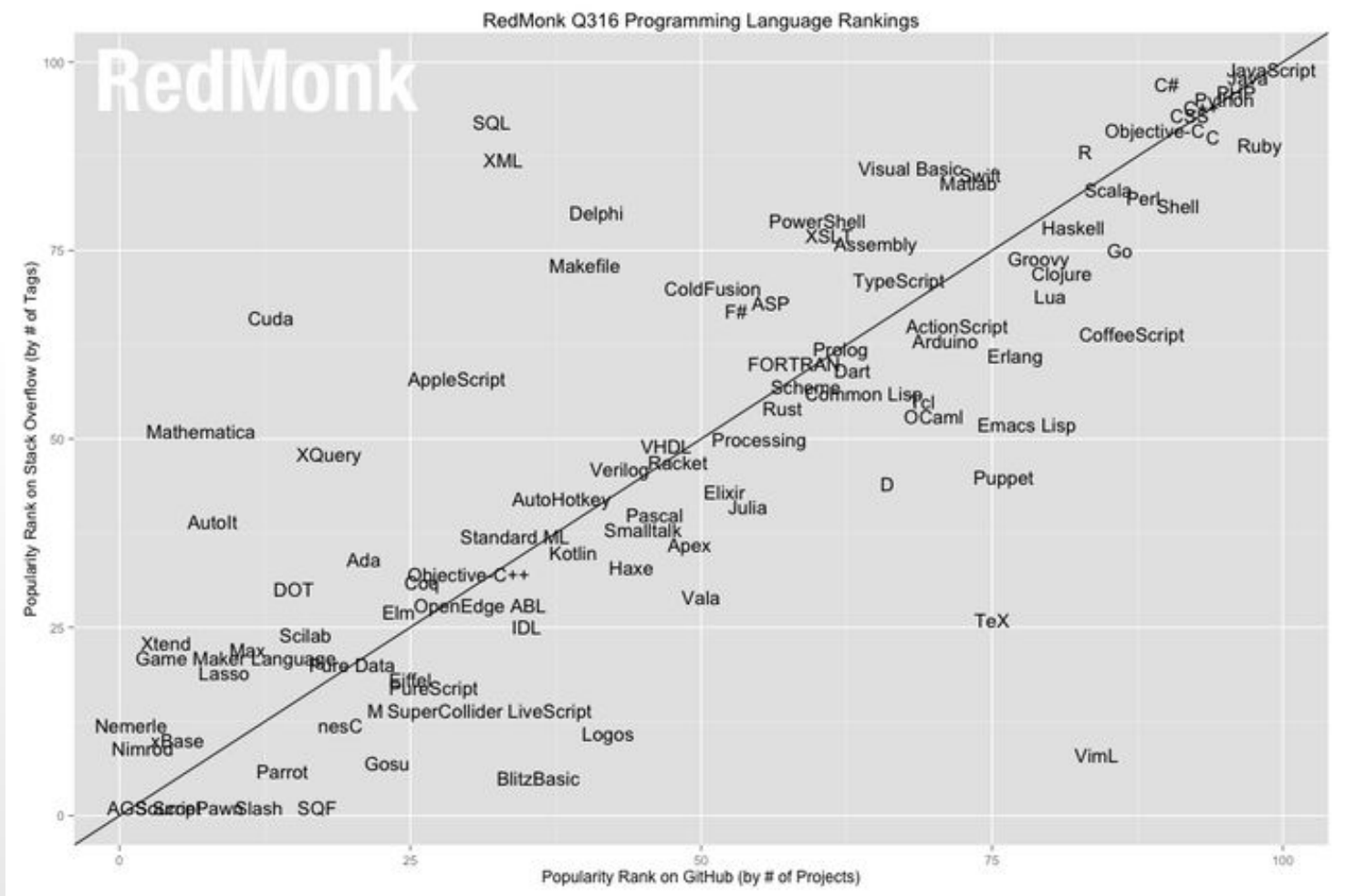
Source: GitHub.com

Почему

JavaScript?

Рейтинг RedMonk



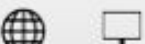







Эта аналитическая компания регулярно публикует собственный рейтинг языков программирования. Он строится на основе оценки сочетания популярности на GitHub, плюс активность обсуждений на Stack Overflow. Лидерами здесь являются JavaScript, Java, PHP и Python.



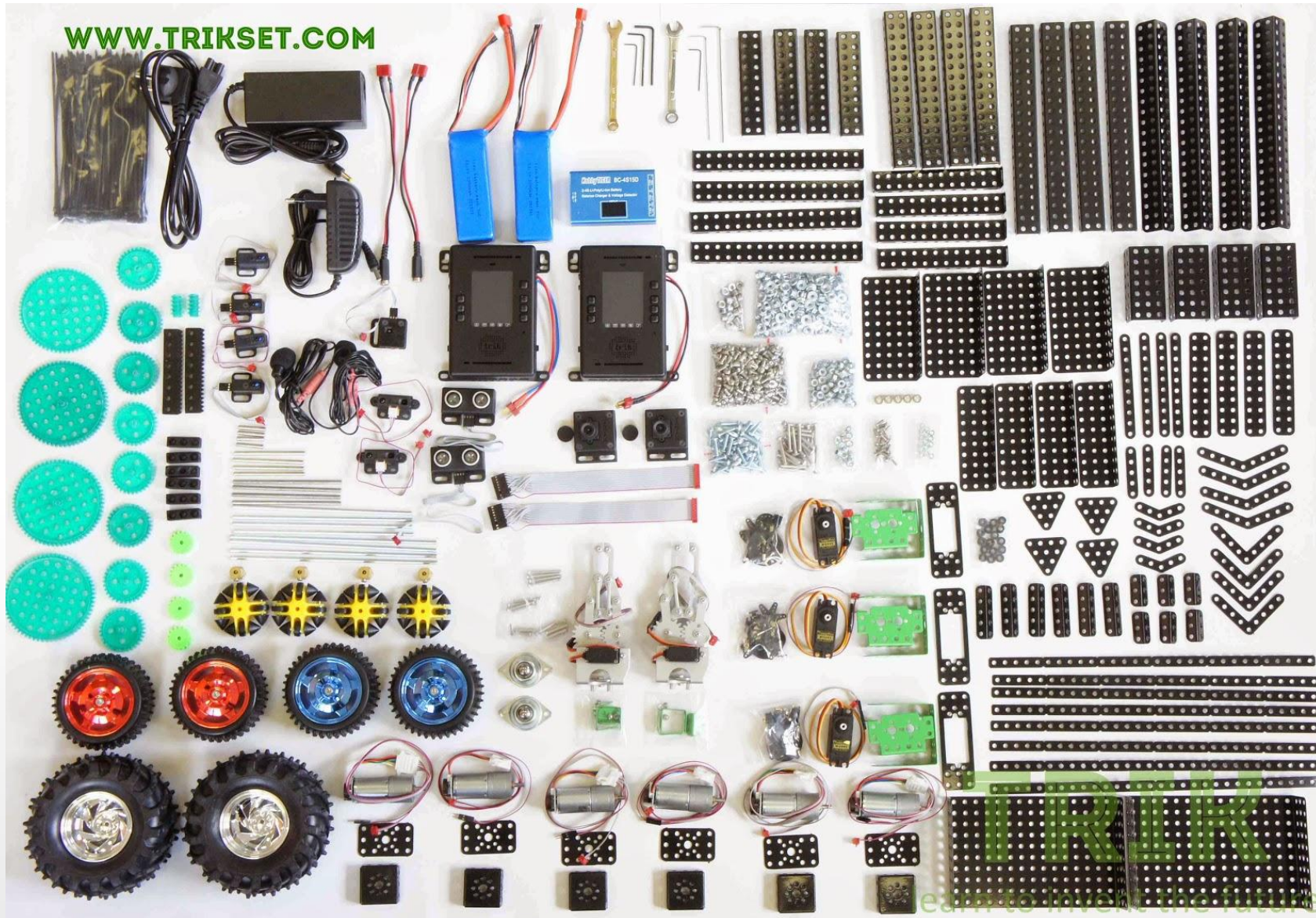
Почему

JavaScript?


IEEE Spectrum — это журнал, который издается Институтом инженеров электротехники и электроники ([IEEE](http://www.ieee.org)).

Language Rank	Types	Spectrum Ranking
1. C		100.0
2. Java		98.1
3. Python		98.0
4. C++		95.9
5. R		87.9
6. C#		86.7
7. PHP		82.8
8. JavaScript		82.2
9. Ruby		74.5
10. Go		71.9

Конструктор ТРИК



Полезные материалы

1. Курс первого года ТРИК
презентации к урокам bit.ly/TRIK_presentations
2. [«Первый шаг в робототехнику \(демо-курс\)»](#) - онлайн курс на Stepik. 
именная ссылка bit.ly/TRIK_onlinecourse
3. Сайт trikset.com
4. Репозиторий проекта github.com/trikset
5. Группа в контакте <http://vk.com/trikset>
6. Ссылка на статью по проектной смене Сириус geektimes.ru/post/278604/

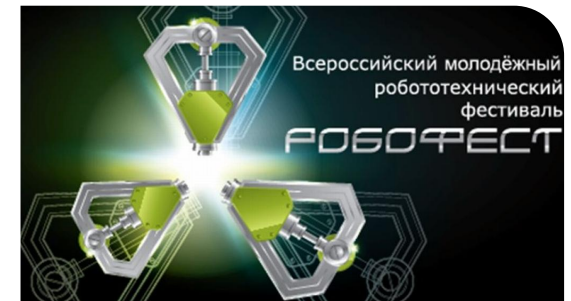
Робототехнические соревнования в России



1. Робофинист, Санкт-Петербург



1. RoboScience, Томск



1. РобоФест, Москва (Екатеринбург)

РОБОКРОСС

1. Робокросс, Нижний Новгород



1. Всероссийская робототехническая олимпиада, Казань

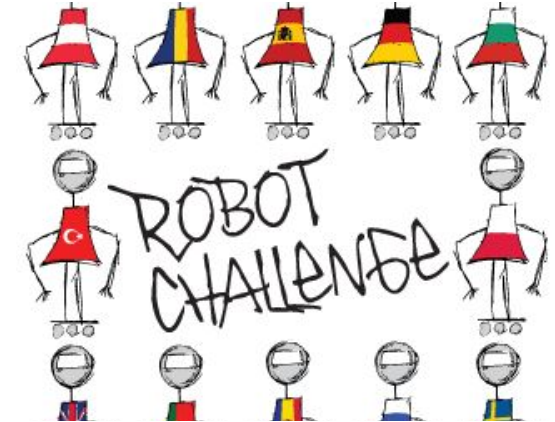
Мировые робототехнические соревнования



RoboCup Challenge



Eurobot



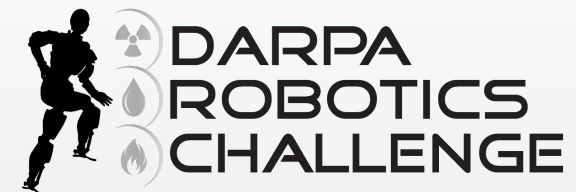
Robot Challenge



World Robot Olympiad



First Tech Challenge



Darpa Challenge

Виды соревнования

- Олимпиада по робототехнике (старшая категория)
- Линия-профи
- Эстафета
- Роботраффик
- Кубок ЦНИИ РТК
- Робофутбол
- Большое путешествие
- Охота

Робофутбол



Робофутбол



Робофутбол



Робофутбол



Что такое робофутбол?

- Спортивные соревнования
- Инструмент исследования
- Образовательный инструмент



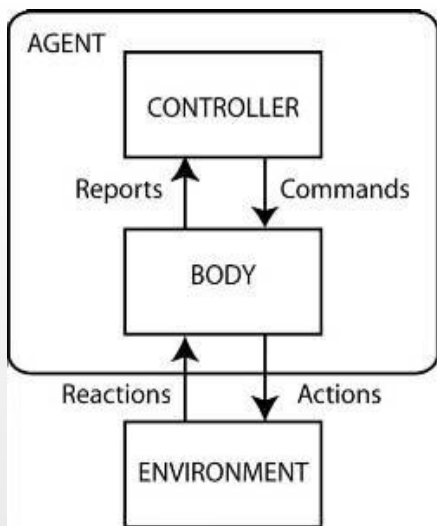
RoboCup - Robot Soccer World Cup



(University of British Columbia, Canada)
“On Seeing Robots” VI-92, 1992

Pre-RoboCup-96

Conference on Intelligence Robotics and Systems (IROS-96), Osaka, 1996



Official RoboCup games 1997

Over 40 teams

Over 5,000 spectators

RoboCup - Robot Soccer World Cup

THE DREAM

By mid-21st century, a team of fully autonomous humanoid robot soccer players shall win the soccer game, comply with the official rule of the FIFA, against the winner of the most recent World Cup.

<http://www.robocup.org/about-robocup/objective/>

RoboCup
LEIPZIG
GERMANY **2016**

30 JUNE to 3 JULY COMPETITIONS
4 JULY SYMPOSIUM



35 000 участников и посетителей
3 500 участников отборочных туров из
45 стран
1 200 роботов

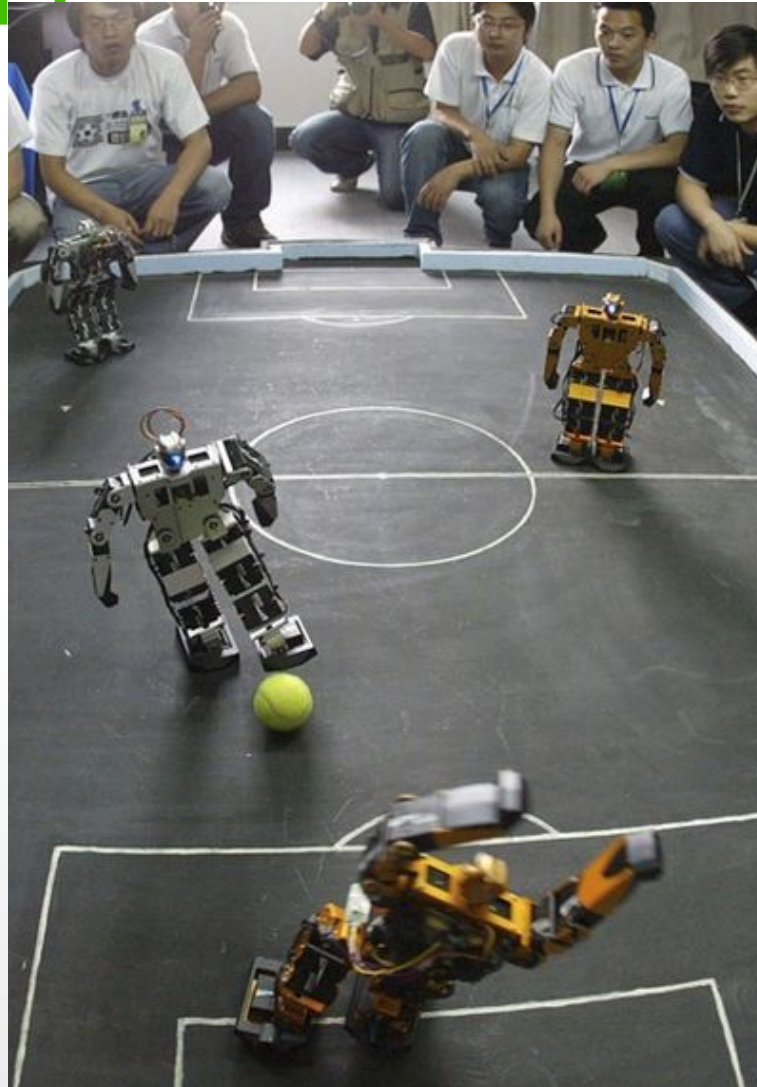
RoboCup Major: Soccer

RoboCup Major: Rescue

RoboCup Major: Home

***RoboCup Major:
Industrial***

А что же в России и СНГ?



2-3
университета
купили
команды FIRA

В 2004 году команда из
Политеха СПб заняла
1 место в лиге RoboCup
Simulation

Открытый Российский этап чемпионата RoboCup Russia Open 2016



ROBOCUP
RUSSIA OPEN
2016

Дата: 12-13 мая 2016

Город: Томск

Место: Дворец зрелищ и спорта, г. Томск, ул.
Красноармейская, 126

Co-located events:

III Всероссийский Форум молодых ученых U-NOVUS

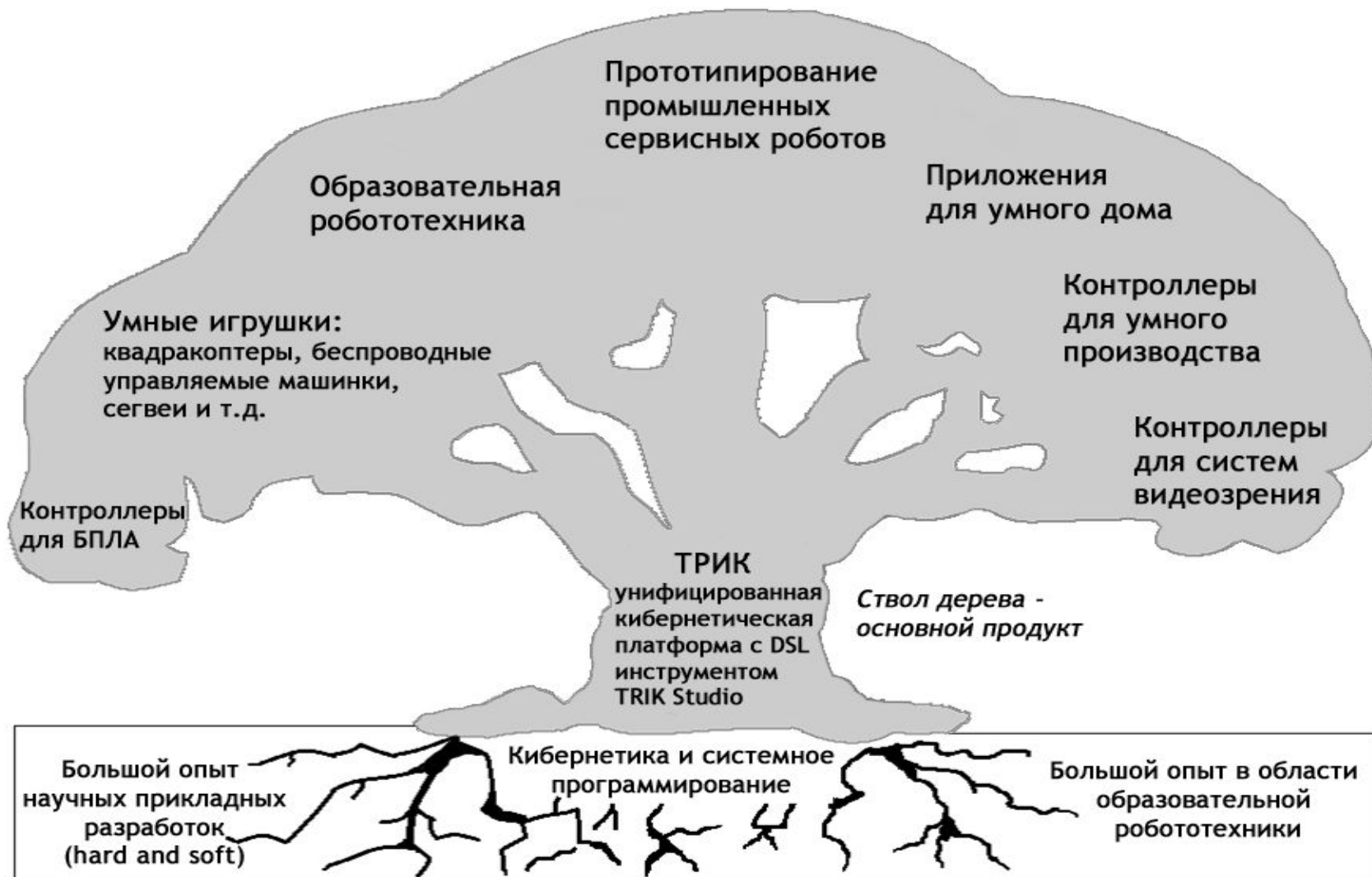
Всероссийский научно-популярный фестиваль
робототехники RoboScience Tomsk 2016

Кибернетический конструктор ТРИК

- ❖ Мощный исследовательский инструмент
- ❖ Обучение конструированию
- ❖ Обучение программированию
- ❖ Обучение математике
- ❖ Развитие творческого научно-технического мышления

Кибернетический конструктор ТРИК

Крона дерева представляет вариативность рынка



Корни дерева - ключевые компетенции