

Александр  
БАРСУКОВ

ВЫПУСК ПЕРВЫЙ

# КТО ЕСТЬ КТО В РОБОТОТЕХНИКЕ

КОМПОНЕНТЫ И РЕШЕНИЯ  
ДЛЯ СОЗДАНИЯ РОБОТОВ  
И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ  
СПРАВОЧНИК



**Александр Павлович Барсуков**  
**Кто есть кто в робототехнике.**  
**Выпуск I. Компоненты и**  
**решения для создания роботов**  
**и робототехнических систем**

*Текст предоставлен издательством*

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=632335](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=632335)*

*Кто есть кто в робототехнике. Выпуск I. Компоненты и решения для создания роботов и робототехнических систем: ДМК Пресс; Москва;*

*2005*

*ISBN 5-9706-0013-X*

### **Аннотация**

Цель данной серии справочников – содействие в практическом создании роботов и робототехнических систем, а также действующих моделей-копий техники, электронно-механических игрушек и т. п. Кроме того, справочник будет полезен при роботизации среды обитания человека: построении интеллектуального жилища, внедрении электроники и малой механизации на садовых участках и т. п. Первый выпуск посвящен компонентам и решениям для создания мобильных робототехнических устройств. В этой связи, в нём прежде всего рассмотрены двигатели и источники питания небольшой

мощности, характеризующиеся малыми габаритами и весом; дана справка по микромеханическим устройствам. Также рассмотрены системы обмена данными в мобильных условиях, в том числе передача видеоданных и дистанционное управление, уделено внимание навигации при помощи датчиков, космических спутников, электронного зрения.

# Содержание

Введение	5
Глава 1	14
1. Самонаведение, основанное на безотносительном (абсолютном) местоположении	14
Конец ознакомительного фрагмента.	20

**Александр  
Павлович Барсуков  
Кто есть кто в  
робототехнике  
Выпуск I  
Компоненты и решения  
для создания роботов и  
робототехнических систем**

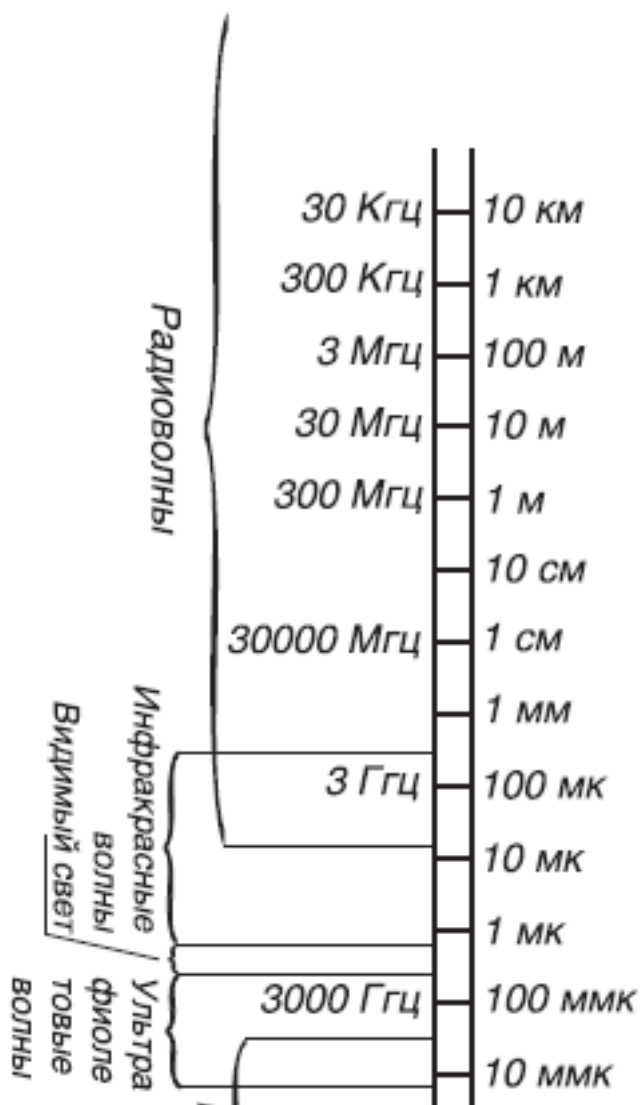
**Введение**

Этот идиллический пейзаж (рис. 1) из каталога фирмы FLIR Systems отразил тенденции развития робототехники. Хотя, строго говоря, робот здесь всего один – беспилотный самолёт. Но всё остальное насыщено элементами робототехники и вбирает такие её свойства, как мобильность, скоординированность действий, многосенсорность (на рис. 2 – шкала электромагнитных колебаний, на всё большем протяжении

нии участков которой работают сенсоры роботов), умение ориентироваться в пространстве.



Рис. 1



Одно из характерных направлений исследовательской деятельности сегодня – единая среда навигации Universal Location Framework, в разработке которой ключевую роль играет исследовательское подразделение корпорации Intel. Оснащение вычислительных платформ, таких как карманные устройства и ноутбуки средствами определения местоположения позволяет создать среду для разработки множества новых моделей использования вычислительного оборудования. Каждая из этих новых моделей открывает возможность увеличения размеров всемирной беспроводной экосистемы. В корпорации Intel платформы, способные получать и использовать информацию о местоположении, называют «вычислительными системами для обработки информации о местоположении» (Location-Aware Computing, LAC).

После того как Федеральное управление связи США постановило, что каждый сетевой оператор обязан внедрить технологию Enhanced 911 (E-911) для повышения надежности и эффективности работы скорой помощи, внимание отрасли к услугам на основе информации о местонахождении (Location-Based Services, LBS) значительно выросло. Даже модели, позволяющие получить не совсем точные данные о местонахождении – с погрешностью 15–30 метров – представляются весьма ценными и для разработчиков и для пользователей.

Текущая ситуация в области услуг на базе информации о местоположении характеризуется наличием множества технологий определения местоположения. В настоящее время среди технологий определения местоположения можно выделить хорошо известные: такие как системы глобального позиционирования (GPS) и триангуляции (клеточно-го разбиения) в сотовых сетях с использованием технологии Enhanced Observed Time of Difference (E-OTD) и новые технологии, например, на основе сигналов цифрового телевидения (DTV), ультраширокополосной связи (UWB) беспроводных локальных сетей (Wi-Fi) и так далее. Все эти технологии можно условно отнести к двум группам: на основе сетей и на основе устройств. Их также можно разделить с точки зрения среды применения, например, в помещениях или на открытом пространстве.

Различные среды требуют различных способов определения местоположения. Почему существует так много различных технологий определения местоположения? В частности потому, что существуют различные среды, в которых этим платформам приходится определять местоположение. Поскольку каждая из систем предназначена для использования в определенной среде, единая платформа, способная работать во всех средах, должна поддерживать целый набор технологий. К примеру, если нужно найти местоположение пользователя внутри здания, платформа может воспользоваться технологией, показывающей наилучшие результаты в

помещениях, например, средствами беспроводной сети. С другой стороны, когда тот же пользователь выходит на улицу и желает узнать, в каком направлении находится интересующий его пункт, платформа может использовать систему GPS. Более того, иногда даже важно знать, что двое людей находятся не в разных комнатах, а в одной.

Существуют следующие ограничения для технологий определения местоположения:

- GPS (радиочастотная технология). Данные о местоположении – абсолютные. Точность 1–5 м, 95 %. Недостатки – низкие результаты внутри зданий.

- E-OTD (радиочастотная технология). Данные о местоположении – абсолютные. Точность 150–300 м, 95 %. Недостатки – необходимость находиться в зоне покрытия сети сотовой связи.

- Средства беспроводной сети (радиочастотная технология). Данные о местоположении – относительные. Точность 100 м. Недостатки – в основном подходит для использования в помещениях.

- RFID (пассивная технология). Данные о местоположении – относительные. Недостатки – приближенность.

Разнообразие этих показателей и различные модели использования заставляют сделать вывод, что не существует единой наилучшей технологии позиционирования, обеспечивающей конечному пользователю оптимальный результат во всех возможных средах и ситуациях. Однако во многих

случаях «единая наилучшая технология» и не требуется. В качестве альтернативного решения можно объединить или агрегировать информацию о местоположении, собранную с помощью всех этих технологий, и дать единую, наилучшую оценку местоположения на базе данных, полученных от всех технологий позиционирования, существующих на данный момент. Именно для этого и предназначена среда Universal Location Framework.

Различные системы определения местоположения представляют выходные данные в разных форматах с различными уровнями разрешения и точности. Тем не менее, можно выделить несколько основных принципов измерений.

- Существуют фундаментальные методы измерения.
- Существуют стандартные способы комбинирования результатов измерений.
- Существуют стандартные взаимосвязи между объектами.
- Приложения связаны с деятельностью пользователей.
- Важно учитывать степень неточности результатов.

Исследователи воспользовались методами, применяемыми в статистике и в системах компьютерного зрения, чтобы объединить результаты измерений, учитывая при этом степень их неточности (модель произвольного распределения вероятностей) при помощи метода, известного как «фильтрация частиц».

Объединение технологий важно не только для того, чтобы

клиент мог пользоваться несколькими технологиями определения местоположения, но и чтобы он мог легко переключаться от одной технологии к другой при переходе из одной среды в другую. Таким образом, одновременная поддержка нескольких технологий позиционирования необходима для того, чтобы платформа могла надежно, точно и осмысленно передавать приложениям информацию о местоположении. К примеру, представьте себе пользователя, входящего в здание. Находясь снаружи, он получает информацию о местонахождении при помощи GPS-приемника. Внутри здания этот приемник уже не может получать информацию с GPS-спутников. Но платформа оснащена интерфейсом доступа к беспроводной сети, который позволяет получать информацию на основе данных о силе сигнала, поступающего на несколько базовых станций беспроводной сети. Единственное изменение, которое «ощутит» приложение, – это изменение степени точности получаемой информации о местоположении. Но благодаря гладкому переходу к беспроводной сети никаких перерывов в поступлении информации о местоположении не происходит.

С помощью этой информации пользователь может получить услуги – найти, где находится ближайший принтер, свободный конференц-зал, доступная рабочая станция, точка общественного питания или ресторан, заправка и т. п. Например: платформа выдает карту здания и маршрут движения в конференц-зал на 32-м этаже в северо-восточном кры-

ле здания, где назначена встреча. А поскольку сегодня создаются мобильные роботы для путешествия внутри зданий, мы в нашем справочнике рассмотрим различные принципы работы их навигации.

# **Глава 1**

## **Ориентирование робота в пространстве и распознавание окружающей среды**

### **1. Самонаведение, основанное на безотносительном (абсолютном) местоположении**

(по книге Joseph L. Jones «Robot Programming» – рис.1.1)

Includes link to  
**ONLINE  
ROBOT  
SIMULATOR**

- Teaches concepts of behavior-based programming
- Includes history and theory of behavior-based robots
- Provides example code for robot behaviors and behavior arbitration
- Provides insight into building real-world robotic applications

# Robot Programming

## A Practical Guide to Behavior-Based Robotics



**JOSEPH L. JONES**

Robotic Simulator by Daniel Roth

Рис 1.1

Системы, в основе работы которых лежат реакции на окружающую обстановку, часто используются, чтобы выполнить задачи, для решения которых доступна только «местная» информация. Из-за этого может сложиться впечатление, что такие системы испытывают трудности с подключением к «глобальной» информации. На самом же деле системы, реагирующие на окружающую обстановку, могут в полном объёме оперировать и глобальной информацией. Проблема в стоимости информации: если создатель робота согласен оплатить полноценную систему позиционирования, программное обеспечение реагирования робота сможет успешно использовать получаемые данные.

Ряд коммерческих навигационных систем способны предоставить всестороннюю информацию для позиционирования. Сюда входят устройства, которые используют звуковые маяки или оптические маяки, или устройства, которые используют лазерные сканеры – одни или в комплексе с закодированными целями, установленными в окружающей среде робота. Система, которая знакома большинству людей, – глобальная система позиционирования GPS.

Рассмотрим применение GPS в «уличном» роботе (GPS хорошо работает только в пространстве под открытым небом). GPS приемник постоянно вычисляет широту и долготу на основе параметров сигналов, полученных от группировки специальных спутников. Как использовать такую информацию, чтобы довести своего робота к определённому

месту назначения?

Для простоты предположим, что наш GPS приёмник оперирует информацией о местоположении относительно данного исходного пункта в форме «XY» (рис. 1.2). Координаты местоположения точки, к которой роботу необходимо двигаться –  $(X_g, Y_g)$ , а текущие координаты робота, снабженного GPS приемником –  $(X_r, Y_r)$ . Вычитание координат показывает, насколько робот должен изменить своё текущее положение  $(\Delta X, \Delta Y)$ , чтобы достичь расположения цели. Таким образом,  $\Delta X = X_g - X_r$ , и  $\Delta Y = Y_g - Y_r$ .

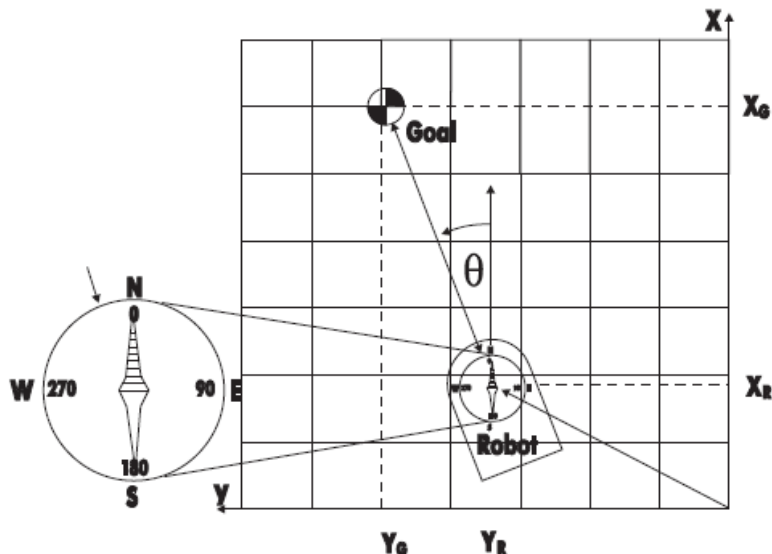


Рис. 1.2. Это исходное положение робота, использующего информацию, обеспеченную системой позиционирования.

За основу для вычисления курса берётся безотносительное (абсолютное) местоположение робота и цели. Электронный компас (увеличенный вид компаса – слева) позволит роботу следовать найденным курсом

Мы используем систему координат, привязанную к географии Земли, как показано на рисунке, с осью  $X$ , направленной на север. Чтобы достичь точки расположения цели, мы должны сделать возможным движение робота по курсу под углом  $\Theta$  относительно оси  $X$ . Элементарная тригонометрия сообщает нам, что угол, под которым мы должны двигаться, определяется из арктангенса изменений в положении « $X$ » и « $Y$ », то есть:  $\Theta = \tan^{-1} (\Delta Y / \Delta X)$ .

Недостаточно знать только абсолютную позицию нашей цели и абсолютную позицию робота; мы должны также знать направление движения робота. Знание о направлении и величине поворота является сущностью самонаведения: требуемый поворот в движении есть разница между курсом, которым робот в настоящее время следует и курсом, по которому мы хотим, чтобы робот следовал.

GPS обеспечивает информацию о местоположении, но непосредственно не дает нам курс робота. Электронный компас поможет заполнить этот пробел. Чтобы направиться к цели, робот поворачивается до тех пор, пока курс, обозначенный компасом, не будет соответствовать требуемому курсу. Робот продолжает раз за разом «консультроваться»

с GPS приемником по поводу безотносительного местоположения, вычисляя курс от абсолютных координат местонахождения цели: вычисляет требуемый курс, поворачивается по направлению к цели и продвигается, сокращая расстояние между собой и целью.

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.