



مقدمه‌ای بر روایات‌های سیار خودکار

مؤلفین:

رونالد سیگوارت و روح الله توریخس

از ناسا

مترجم:

دکتر علیرضا رضائی

مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد هشتگرد

سرشناسه : سیگوارت، رولند
 Siegwart, Roland
 عنوان و نام پدیدآور : مقدمه‌ای بر رویاتهای سیار خودکار/ مولفین رونالد سیگوارت و روح‌الله نوربخش؛ مترجم علیرضا رضائی.
 مشخصات نشر : تهران: چرتکه، ۱۳۹۰.
 مشخصات ظاهری : ۲۶۰ ص.: مصور، جدول، نمودار.
 شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۶۴۶۳-۶۸-۴
 وضعیت فهرست نویسی : فیبا
 یادداشت : عنوان اصلی: Introduction to autonomous mobile robots
 یادداشت : کتابنامه.
 موضوع : روبات‌های سیار
 موضوع : روبات‌های خودکار
 شناسه افزوده : نوربخش، الله‌رضا
 شناسه افزوده : Nourbakhsh, AllahReza
 شناسه افزوده : رضایی، علیرضا، ۱۳۵۸ - مترجم
 رده بندی گنجره : ۶۲۹/۴۱۵
 رده بندی دیویی : ۶۲۹/۴۱۵
 شماره کتابشناسی ملی : ۲۴۸۱۷۶۹



انتشارات چرتکه

نام کتاب :	مقدمه‌ای بر رویاتهای سیار خودکار
ناشر :	انتشارات چرتکه
مؤلفین :	رونالد سیگوارت و روح‌الله نوربخش
مترجم :	دکتر علیرضا رضائی
صفحه‌آرایی :	هفت‌رنگ گرافیک (ندا نعمت‌زاد)
نوبت چاپ :	اول - پاییز ۱۳۹۰
چاپ :	حدیث
صحافی :	کیمیا
ناظر فنی چاپ :	محسن پورحسین
تیراژ :	۶۰۰ جلد
بها :	۱۱۰۰۰ تومان
شابک :	۹۷۸-۹۶۴-۶۴۶۳-۶۸-۴

مراکز بخش:

- ۱- تهران، میدان انقلاب، ابتدای جمالزاده جنوبی، کوچه جهانگرد، شماره ۱۳، نشر آترا - تلفن: ۶۶۹۲۲۰۸۲
- ۲- تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، ابتدای خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۳۲۴، کتابفروشی هنر - تلفن: ۶۶۴۹۲۲۴۲
- ۳- تهران، خیابان انقلاب، روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران، ساختمان جیبی، پلاک ۱۳۳۲، کتابفروشی عصر دانش - تلفن: ۶۶۹۷۱۲۵۱

Introduction to Autonomous Mobile Robots

Roland Siegwart and Illah R. Nourbakhsh

© 2004 Massachusetts Institute of Technology

Siegwart, Roland.

Introduction to autonomous mobile robots / Roland Siegwart and Illah Nourbakhsh.

p. cm. — (Intelligent robotics and autonomous agents)

"A Bradford book."

Includes bibliographical references and index.

ISBN 0-262-19502-X (hc : alk. paper)

1. Mobile robots. 2. Autonomous robots. I. Nourbakhsh, Illah Reza, 1970- . II. Title. III. Series.

TJ211.415.S54 2004

629.8'92—dc22

2003059349

A Bradford Book

The MIT Press

Cambridge, Massachusetts

London, England

مسئولیت صحت برگردان فارسی، به عهده‌ی مترجم است.

فهرست مطالب

۱۱	سیاسگزاری
۱۳	مقدمه

فصل اول

۱۵	مقدمه
۱۵	۱-۱ مقدمه
۲۵	۲-۱ بررسی اجمالی کتاب حاضر

فصل دوم

۲۹	جایجایی
۲۹	۱-۲ مقدمه
۳۳	۱-۱-۲ نکات اصلی در جایجایی
۳۴	۲-۲ روبات‌های متحرک پادار
۳۵	۱-۲-۲ آرایش پاها و پایداری
۳۸	۲-۲-۲ مثالهایی از حرکت روبات پادار
۳۸	۱-۲-۲-۲ روبات یک پا
۴۱	۲-۲-۲-۲ روبات‌های دو پا
۴۴	۳-۲-۲-۲ چهارپا (چهارپا)
۴۵	۴-۲-۲-۲ شش پا (جانور شش پا)
۴۸	۳-۲ روبات چرخ دار سیار
۴۹	۱-۳-۲ جایجایی با استفاده از چرخ: طراحی فضا
۴۹	۱-۱-۳-۲ طراحی چرخ
۵۱	۲-۱-۳-۲ هندسه چرخ
۵۱	۳-۱-۳-۲ پایداری
۵۴	۴-۱-۳-۲ مانور پذیری
۵۶	۵-۱-۳-۲ کنترل پذیری
۵۶	۲-۳-۲ حرکت با چرخ: موارد مطالعه
۵۷	۱-۲-۳-۲ syncro drive

۱۸۷	۳-۱-۳-۴ مشخصه‌های هیستوگرام فاصله
۱۸۷	۴-۱-۳-۴ استخراج سایر مشخصات ژئومتریک
۱۸۹	۲-۳-۴ استخراج مشخصات بر پایه ظواهر دیداری
۱۹۱	۱-۲-۳-۴ ویژگیهای مکانی محلی
۲۰۲	۲-۲-۳-۴ مشخصه تمام - تصویر

فصل پنجم

۲۰۹	مکانیابی روبات‌های سیار
۲۰۹	۱-۵ مقدمه
۲۱۰	۲-۵ چالش مکانیابی: نویز و بدنامی
۲۱۱	۱-۲-۵ نویز حسگر
۲۱۲	۲-۲-۵ آلازینگ حسگر
۲۱۳	۳-۲-۵ نویز عملگرها
۲۱۵	۴-۲-۵ مدل انحراف برای آدومتری تخمین موقعیت
۲۱۹	۳-۵ مکانیابی یا عدم مکانیابی: جهت‌یابی، مکانیابی محور در مقابل راه‌حلهای برنامه‌ریزی شده
۲۲۲	۴-۵ نمایش باور
۲۲۳	۱-۴-۵ نظر (برداشت) تک فرضیه‌ای
۲۲۴	۲-۴-۵ باور چند فرضیه‌ای
۲۲۷	۵-۵ نمایش نقشه
۲۲۸	۱-۵-۵ نمایش نقشه پیوسته
۲۳۱	۲-۵-۵ استراتژی دکامپوزیشن
۲۳۸	۳-۵-۵ تکنولوژی جدید: چالشهای موجود در نمایش نقشه
۲۴۱	۶-۵ نقشه احتمالی مکانیابی
۲۴۱	۱-۶-۵ مقدمه
۲۴۳	۲-۶-۵ مکانیابی مارکف
۲۴۳	۱-۲-۶-۵ مقدمه: به کارگیری نظریه احتمال جهت مکانیابی روبات
۲۴۶	۲-۲-۶-۵ بحث مورد بررسی: مکانیابی مارکف با به کارگیری نقشه تحت شبکه می‌کند
۲۵۳	۳-۲-۶-۵ بحث مورد مطالعه ۲: مکانیابی مارکف با به کارگیری نقشه تحت شبکه
۲۵۷	۳-۶-۵ مکانیابی فیلتر کالمن
۲۵۸	۱-۳-۶-۵ معرفی نظریه فیلتر کالمن
۲۶۳	۲-۳-۶-۵ کاربرد مکانیابی فیلتر کالمن برای روبات‌های سیار
۲۶۸	۳-۳-۶-۵ شرح حال پژوهش: مکانیابی فیلتر کالمن با استخراج ویژگی خط
۲۷۴	۷-۵ نمونه‌های دیگری از سیستمهای مکانیابی
۲۷۵	۱-۷-۵ مسیریابی با نشانه‌ها

۲۷۶	۲-۷-۵ مکانیابی منحصر به فرد عمومی
۲۷۸	۳-۷-۵ سیستم راهنمایی موقعیت
۲۷۹	۴-۷-۵ مکانیابی مبتنی بر مسیر
۲۸۰	۸-۵ نقشه خودگردان ساختمان
۲۸۱	۱-۸-۵ روش نقشه تصادفی
۲۸۳	۲-۸-۵ سایر تکنیکهای نقشه برداری
۲۸۴	۱-۲-۸-۵ محیطهای چرخهای
۲۸۵	۲-۲-۸-۵ محیطهای بویا

فصل ششم

۲۸۷	برنامه ریزی و ناوبری
۲۸۷	۱-۶ مقدمه
۲۸۸	۲-۶ ظرفیتهای برای ناوبری: برنامه ریزی و عکس العمل
۲۹۰	۱-۲-۶ برنامه ریزی مسیر
۲۹۲	۱-۱-۲-۶ نقشه جادهای مسیر برنامه ریزی
۲۹۵	۲-۱-۲-۶ تجزیه سلول برنامه ریزی مسیر
۲۹۸	۳-۱-۲-۶ پتانسیل میدان برنامه ریزی مسیر
۳۰۳	۲-۲-۶ جلوگیری از برخورد به مانع
۳۰۳	۱-۲-۲-۶ الگوریتم اشکال
۳۰۷	۲-۲-۲-۶ بردار هیستوگرام میدان
۳۰۹	۳-۲-۲-۶ روش حباب باند
۳۱۱	۴-۲-۲-۶ تکنیک انحنای سرعت
۳۱۳	۵-۲-۲-۶ رویکرد پنجره دینامیکی
۳۱۵	۶-۲-۲-۶ رویکرد Schlegel برای اجتناب از مانع
۳۱۶	۷-۲-۲-۶ رویکرد ASL
۳۱۷	۸-۲-۲-۶ نمودار نزدیکی (تقارب)
۳۱۷	۹-۲-۲-۶ روش شیب
۳۱۸	۱۰-۲-۲-۶ افزودن محدودیتهای دینامیک
۳۱۸	۱۱-۲-۲-۶ سایر دیدگاه ها
۳۱۸	۱۲-۲-۲-۶ بازنگری
۳۲۲	۳-۶ معماری ناوبری
۳۲۳	۱-۳-۶ مازولار کردن برای استفاده مجدد از کد و به اشتراک گذاشتن
۳۲۳	۲-۳-۶ کنترل مکانیابی
۳۲۴	۳-۳-۶ تکنیکهای تجربه
۳۲۴	۱-۳-۳-۶ تجزیه زمانی
۳۲۷	۲-۳-۳-۶ تجزیه کنترل
۳۳۰	۴-۳-۶ مطالعات موردی: روبات tiered معماری

- ۳۳۳ برنامه ریزی آفلاین ۱-۴-۳-۶
 ۳۳۴ برنامه ریزی اپیزودیک ۲-۴-۳-۶
 ۳۳۶ برنامه ریزی مجتمع و اجرا ۳-۴-۳-۶

مراجع

- ۳۳۹ کتابها
 ۳۴۲ مقالات
 ۳۵۴ صفحات سایت مرجع
 ۳۵۵ صفحات سایت های عمومی روبات های سیار

www.ketab.ir

سیاسگزاری

این کتاب نتیجه تفکرات و کمکهای بسیاری از محققان و دانش آموزان در انستیتوی فدرال لوزان سوئیس، آموزشگاه روباتیک دانشگاه کارنگی ملون، پیتزبرگ (CMU) و بسیاری افراد دیگر در گوشه و کنار دنیا می باشد.

ما قصد داریم از کلیه محققان در موضوع روبات های متحرک که با سهم کردن ما در هدفها و نظراتشان باعث شدند، این تحقیق پرمایه و اثرگذار باشد، تشکر کنیم. کار آنها ما را قادر ساخت تا برای این کتاب، منابع لازم را جمع آوری نماییم.

یاران قدیمی ما در EPFL و CMU بیشترین و با ارزشترین حمایت را از این کتاب داشتند. جا دارد، از کای آراس به خاطر کمکهایش درباره موضوعاتی چون: مشاهده خطا، استخراج ویژگیها و روش مستقرسازی کالمن تشکر کنیم. همچنین، از مات ماسون به خاطر موضوعات حرکت شناسی، از نیکولو توماتیس و رمی بلانک به خاطر کمکها و حمایتهایشان در مبحث دریافتهای مبتنی بر تصویر، از آل ریزی به خاطر راهنماییهایش در موضوع کنترل با فیدبک، از رونالد فیلیپسن و جان پرسون به خاطر کمکهایشان در موضوع پرهیز از مانع، از ژیل کاپری و یوه پیجوت به خاطر اطلاعات و پیشنهاداتشان درباره کنترل حرکتی، از اگوستینو مارتینلی به خاطر چک کردن دقیق برخی از معادلات و همچنین از مارکو لوریا به خاطر سلیقه ای که در برخی از تصاویر و شکلها به خرج داد، قدر دانی نماییم. همچنین، از مارتی لوه به خاطر تلاشهایش در

طراحی جلد کتاب، تشکر می‌کنیم.

این کتاب همچنین، از جریانهای دیگری بهره گرفته است. خصوصاً از متن سخنرانی درباره روبات‌های متحرک در انستیتوی فدرال تکنولوژی سوئیس در شهر زوریخ (ETHZ) استفاده شده است. تشکر صمیمانه به گرهارد سویچزر، مارتی آدامز و سزور وستلی تقدیم می‌شود. از امیلی هامر و جین هارپلی در انستیتو روباتیک نیز، به خاطر تلاشهایشان برای کسب اجازه انتشار عکسها تشکر می‌کنیم. البته، مطالب این کتاب قبلاً برای سخنرانی در EPL و CMU در سال ۱۹۹۷ استفاده شده بود. همچنین، از صدها دانشجویی که با بررسی متن سخنرانی، نظرات و اصلاحاتشان را به ما اعلام کردند، نیز متشکریم.

برای ما افتخاری است که با انتشارات MIT ناشر این کتاب کار کرده‌ایم. رونالد آرکین و هیات اصلاح کتاب در موضوع روباتیک هوشمند و عاملان خودگردان به خاطر دقتی که داشته‌اند و بازبینی با ارزشی که انجام داده‌اند تشکر می‌کنیم و همچنین، از روبرت پریور، کاترین آلمیدا، شارون دیکن وارنی و والرا جیری از انتشارات MIT به خاطر اصلاح و پایان‌بندی کتاب کمال تشکر را داریم.

از ماریو جو پلاد در EPFL به خاطر اصلاح دقیق متون نوشتاری و همکارانمان در انستیتو فدرال تکنولوژی لوزان سوئیس و دانشگاه کارنگی ملون تشکر ویژه داریم.

مقدمه

روبات‌های متحرک یک رشته جدید است. اساس این رشته، شامل قوانین علمی از مهندسی مکانیک، مهندسی الکتریک و مهندسی الکترونیک گرفته تا مهندسی کامپیوتر و علوم اجتماعی می‌باشد که هر یک از این سرشاخه‌ها سهم مختص به خود را در کتابهای نوشتاری ایفا می‌نمایند و می‌توانند، دانش آموزان نسل بعد را آگاه کنند و آنها را برای تحقیقات و پژوهشهای کلاسی مهم آینده، آماده نمایند. در واقع، هدف ما برای نوشتن این کتاب، توسعه دانش روبات خودگردان با استفاده از راهنماییهای مقدماتی است.

این کتاب، یک معرفی از اساس روبات خودگردان، آماده نموده است که مکانیک، موتور، حسگر، لایه‌های شناختی و دریافتی‌ای که شامل رشته ما می‌باشد را نیز، دربر می‌گیرد. مجموعه اقدامات کارگاهها و البته، انتشار روزنامه‌ها می‌توانند، دانش آموزان عصر ما را با آخرین و بروزترین جنبه‌های روبات خودگردان آشنا نمایند. اما هدف ما در اینجا، یک معرفی اساسی یعنی یک معرفی رسمی از این شاخه است. تجزیه و تحلیلها ثابت کرده که مرز آخرین پیشرفتها، پیشرفت سریع مبانی روبات متحرک بوده است.

امیدواریم که این کتاب بتواند، با دانش خود و البته، با وسایل تحلیلی مورد نیاز دانشجویان و فارغ التحصیلان رشته روباتیک، نیازهای محاسبه‌ای و مقایسه‌ای طرحها و ساخته‌های به وجود آمده در شغلشان را برطرف نماید. به طور کلی این کتاب، به عنوان مقدمه‌ای برای فعالیت در

زمینه روباتیک خودگردان برای دانشجویان و فارغ التحصیلان مناسب می باشد. بخشهای خاصی از جمله بخش دریافت یا بخش حرکت شناسی می تواند، برای زیر شاخه هایی از دانش روباتیک به عنوان یک خلاصه مناسب باشد. منبع و سرچشمه این کتاب به حدی است که اقیانوس اطلس را می پوشاند. مولفان این کتاب، دوره های لیسانس و بالاتر را در دانشگاه استنفورد، ETH زوریخ، دانشگاه کارنگی ملون و EPFL در لوزان سوئیس ارائه کرده اند. آنها، نتایج تحقیقات و برنامه های خود را ترکیب کردند تا توانستند، اولین نسخه های این کتاب را شکل دهند. ما نیز، نتایج تحقیقات فردی مان را ترکیب کردیم تا توانستیم، ساختار کلی کتاب را آماده کنیم و پیش از آنکه، به شکل فعلی به چاپ برسد، به مدت ۲ سال آن را مورد آزمایش قرار دادیم. برای مشاهده کلی نحوه سازماندهی کتاب و خلاصه فصل ها به قسمت ۱-۲ مراجعه نمایید.

و بالاخره، آرزو داریم، این کتاب بتواند، برای دانش آموزان و معلمان، نقطه پرتابی برای رسیدن به دوره های پیشرفته روبات های متحرک باشد. این کار می تواند، بهترین پاداش باشد.