

ربات‌های متحرک خودگردان مفهوم‌ها و الگوریتم‌ها

تألیف و تصنیف

دکتر بهرام صادقی بی‌غم

عضو هیئت علمی دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان



مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف



مؤسسه انتشارات علمی
دانشگاه صنعتی شریف

ربات‌های متحرک خودگردان: مفهوم‌ها و الگوریتم‌ها

تألیف و تصنیف: دکتر بهرام صادقی بی‌غم (عضو هیئت علمی دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان)

ویراستار: امیرمسعود کی‌منش

ناشر: مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف

چاپ اول: ۱۴۰۰

شمارگان: ۲۰۰

بها: ۵۰۰۰۰ تومان

حق چاپ برای مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف محفوظ است.

ISBN 978-964-208-256-8

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۰۸-۲۵۶-۸

آماده‌سازی کتاب را مؤلف انجام داده است.

تلفن: ۶۶۰۱۳۱۳۹-۶۶۱۶۴۰۷۲-۶۶۱۶۴۰۷۰

فروش اینترنتی: book.sharif.ir

دفتر مرکزی: خیابان آزادی - دانشگاه صنعتی شریف

پست الکترونیکی: publishing@sharif.ir

موضوع: ربات‌های خودکار	سرشناسه: صادقی بی‌غم، بهرام، ۱۳۵۴
موضوع: autonomous robots	عنوان و نام پدیدآور: ربات‌های متحرک خودگردان: مفهوم‌ها و الگوریتم‌ها/ بهرام صادقی بی‌غم، ویراستار امیرمسعود کی‌منش
موضوع: حرکت ربات‌ها	مشخصات نشر: تهران: دانشگاه صنعتی شریف، مؤسسه انتشارات علمی، ۱۴۰۰
موضوع: robot's motion	مشخصات ظاهری: ۲۴۶ ص.
موضوع: ربات‌ها - الگوهای ریاضی	شابک: 978-964-208-256-8
موضوع: robots- mathematical models	وضعیت فهرست‌نویسی: فیا
موضوع: الگوریتم‌ها	یادداشت: واژه‌نامه
موضوع: Algorithms	یادداشت: کتاب‌نامه
شناسه افزوده: دانشگاه صنعتی شریف، مؤسسه انتشارات علمی	یادداشت: نمایه
شناسه افزوده: Sharif University of Technology, Institute of Scientific Publications	موضوع: ربات‌های سیار- الگوهای ریاضی
رده‌بندی کنگره: TJ۲۱۱/۴۱۵	موضوع: mobile robots-mathematical models
رده‌بندی دیویی: ۶۲۹/۸۹۲	موضوع: ربات‌ها- حرکت - برنامه‌ریزی
شماره کتابشناسی ملی: ۸۴۶۶۸۸۹	موضوع: robots- motion-planning
اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیا	

بسم الله الرحمن الرحيم

فهرست مطالب

www.ketab.ir

پیشگفتار

نه	فصل ۱ سرآغاز
۱	۱-۱ ربات
۱	۲-۱ مسیریابی در محیط‌های متفاوت
۴	۱-۲-۱ مسیریابی ربات متحرک در محیط‌های شناخته‌شده
۶	۲-۲-۱ مسیریابی ربات متحرک در محیط‌های ناشناخته
۷	۳-۱ ادراک و حسگرهای ربات متحرک
۱۳	۱-۳-۱ رمزگذارهای نوری
۱۴	۲-۳-۱ سیستم موقعیت‌یابی جهانی
۱۵	۳-۳-۱ حسگرهای فراصوتی
۱۶	۴-۳-۱ حسگر فاصله‌یاب لیزری
۱۸	۵-۳-۱ دوربین‌های شارژ همراه
۲۰	۴-۱ برنامه‌ریزی حرکت و خط سیر
۲۱	۵-۱ گسسته‌سازی فضا و چند روش ساده
۲۴	۱-۵-۱ الگوریتم دایکسترا
۲۵	۴-۵-۱ جستجوی اول-بهترین
۲۶	۳-۵-۱ الگوریتم A^*
۲۸	

۲۹	فصل ۲ فضای کاری و پیکربندی ربات
۲۹	۱-۲ سرآغاز
۳۰	۲-۲ تعیین پیکربندی ربات
۳۵	۳-۲ ربات بازو
۳۹	۴-۲ مانع‌ها و فضای پیکربندی
۴۰	۱-۴-۲ ربات متحرک دیسکی
۴۱	۲-۴-۲ بازوی دو اتصالی مسطح
۴۳	۵-۲ جمع مینکوفسکی

۵۱	فصل ۳ الگوریتم‌های خطامحور
۵۱	۱-۳ سرآغاز
۵۲	۲-۳ الگوریتم‌های خطامحور بدون حسگر محدوده‌ای
۵۳	۱-۲-۳ الگوریتم خطامحور
۵۴	۲-۲-۳ الگوریتم خطامحور ۱
۵۸	۳-۲-۳ الگوریتم خطامحور ۲
۶۱	۳-۳ الگوریتم خطامحور مماسی

۷۱	فصل ۴ تابع‌های پتانسیل
۷۱	۱-۴ سرآغاز
۷۵	۲-۴ پتانسیل‌های افزایشی حاذب/دافع
۷۶	۱-۲-۴ پتانسیل جاذب
۷۸	۲-۲-۴ پتانسیل دافع
۸۰	۳-۴ مسئله کمینه موضعی
۸۴	۴-۴ الگوریتم گسترش آتش: روشی برای محاسبه فاصله تا مانع‌ها
۸۶	۱-۴-۴ برنامه‌ریز جبهه امواج رادیویی

۸۹	فصل ۵ نقشه‌راه
۸۹	۱-۵ سرآغاز
۹۳	۱-۵ گراف رویت‌پذیری
۹۶	۲-۵ دیاگرام ورونوی گسترش یافته
۹۸	۳-۵ تجزیه دوزنقه‌ای
۹۹	۴-۵ تجزیه درخت چهارچهاری
۱۰۲	۵-۵ تجزیه بوستروفدون

۱۰۵	فصل ۶ نقشه‌راه احتمالاتی
۱۰۵	۱-۶ سرآغاز
۱۰۵	۲-۶ نقشه‌راه احتمالاتی
۱۰۷	۱-۲-۶ مرحله یادگیری
۱۰۹	۲-۲-۶ مرحله پرس‌وجو
۱۱۰	۳-۲-۶ چند نکته در مورد الگوریتم PRM

۱۱۱	توسعه‌هایی بر الگوریتم <i>PRM</i>	۴-۲-۶
۱۱۲	درخت‌های تصادفی کاوش سریع	۳-۶
۱۱۳	افزودن گره به درخت	۱-۳-۶
۱۱۵	ادغام دو درخت	۲-۳-۶
۱۱۷	پیدا کردن مسیر میان دو درخت با به‌کارگیری الگوریتم اتصال	۳-۳-۶
۱۲۱	برنامه‌ریزی حرکت هم‌زمان چند ربات	فصل ۷
۱۲۱	سراغاز	۱-۷
۱۲۲	کاربردهای برنامه‌ریزی حرکت چندرباته	۲-۷
۱۲۷	رویکردهای گوناگون در مسئله برنامه‌ریزی مسیر حرکت ربات	۳-۷
۱۲۸	سیستم‌های تک‌رباته و چندرباته	۱-۳-۷
۱۲۹	سیستم‌های همگون و ناهمگون	۲-۳-۷
۱۲۹	سیستم‌هایی با محیط همکاری و رقابتی	۳-۳-۷
۱۲۹	سیستم‌هایی با هماهنگی ایستا و پویا	۴-۳-۷
۱۳۰	سیستم‌هایی با ارتباط صریح و ضمنی	۵-۳-۷
۱۳۱	سیستم‌هایی با برنامه‌ریزی متمرکز و نامتمرکز	۶-۳-۷
۱۳۲	انواع مسئله‌های برنامه‌ریزی حرکت چندرباته روی گراف	۴-۷
۱۳۲	مسیریابی با پیکربندی آغازین و پایانی معین	۱-۴-۷
۱۳۴	مسیریابی با جایگشت ثابت یا غیربرجسب‌دار	۲-۴-۷
۱۳۵	مسیریابی برای k ربات برای سرویس‌دهی به محل m ($m > k$)	۳-۴-۷
۱۳۵	مسیریابی برای k ربات برای سرویس‌دهی به محل m ($m < k$)	۴-۴-۷
۱۳۵	ربات‌ها می‌توانند در یک گروه جمع شوند	۵-۴-۷
۱۳۶	مسئله‌های مشابه	۶-۴-۷
۱۳۶	مدل‌سازی مساله	۵-۷
۱۳۷	بررسی شرایط برخورد مسیرها	۱-۵-۷
۱۳۸	بیان صورت مسئله	۲-۵-۷
۱۳۸	بهینگی	۳-۵-۷
۱۳۹	شبکه‌های توسعه زمانی	۶-۷
۱۳۹	شبکه‌های جریان	۱-۶-۷
۱۴۵	شبکه‌های جریان پویا و مرتبط با زمان	۲-۶-۷
۱۴۷	ساخت شبکه توسعه زمانی	۳-۶-۷
۱۴۹	روش حل با شبکه توسعه زمانی	۴-۶-۷
۱۵۰	پیچیدگی محاسباتی مسئله	۵-۶-۷
۱۵۷	موقعیت‌یابی و برآورد ژست ربات	فصل ۸
۱۵۷	سراغاز	۱-۸
۱۶۳	انواع موقعیت‌یابی	۲-۸
۱۶۴	سینماتیک و حرکت	۳-۸
۱۶۷	۱-۳-۸ لغزش	
۱۷۰	موقعیت‌یابی با روش تطبیق پوش	۴-۸

پیشگفتار

یکی از موضوع‌های علمی مورد نیاز عصر امروز که هم زمان توجه دانشگاه‌ها و جامعه‌های صنعتی را به خود جلب کرده است، علم رباتیک است. ترکیب علم و فن در این بخش به گونه‌ای است که می‌توان گفت برای ساخت ربات کارا باید از متخصص‌های گوناگون استفاده کرد. در کنار علوم و فنونی مانند برق الکترونیک، مکانیک، ابزار دقیق و کنترل، برنامه‌نویسی، ریاضی و غیره نیاز به دانشمندانی که بتوانند حرکات‌های ربات را طراحی و برنامه‌ریزی کنند اهمیت ویژه دارد. این متخصصان برای هر مسئله‌ای که ربات با آن روبه‌رو است الگوریتمی ارائه می‌دهند که سرانجام این الگوریتم‌ها توسط برنامه‌نویسان تبدیل به برنامه‌های معنی‌دار برای ربات شده و غالباً بصورت عمل‌های فیزیکی نمود پیدا می‌کنند.

هر نوع حرکت و هرگونه تصمیم ربات بر پایه الگوریتم‌هایی صورت می‌گیرد که طراحان ربات آن‌ها را فراهم می‌کنند و ربات با به کارگیری آن‌ها به انجام وظیفه می‌پردازد. در آماده کردن الگوریتم‌ها برای ربات، مواردی مانند سرعت اجرا و میزان حافظه به کار رفته مورد نظر است. شناخته‌نماید که برخی نیازهای ابتدایی مانند حل درست مسئله‌ها توسط الگوریتم‌ها از پیش فرض‌های هر الگوریتمی است.