

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



رباتیک و مکاترونیک برای کشاورزی

دانگ ژانگ؛ بین ونگ

ترجمه:

دکتر رسول خدابخشیان کارگر

عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد

مهندس فاطمه بیدادگر

Zhang, Dan, 1964-	جانگ، دان، ۱۹۶۴- م.	سرشناسه:
رباتیک و مکترونیک برای کشاورزی/ دانگ ژانگ، بین ونگ؛ ترجمه رسول خدابخشیان کارگر، فاطمه بیدادگر؛ ویراستار علمی مهدی خجسته‌پور.		عنوان و نام پدیدآور:
مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات، ۱۴۰۰.		مشخصات نشر:
۲۳۲ ص؛ مصور، جدول، نمودار.		مشخصات ظاهری:
انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ ۸۰۳.		فروست:
ISBN: 978-964-386-496-5		شابک:
Robotics and mechatronics for agriculture, 2017.	فیبا.	وضعیت فهرست‌نویسی:
Robotics	عنوان اصلی:	یادداشت:
Mechatronics	کتابنامه	یادداشت:
Agricultural innovations	رباتیک	موضوع:
Wei, Bin, 1987-	مکترونیک	موضوع:
	کشاورزی -- نوآوری	موضوع:
	وی، بین، ۱۹۸۷- م.	شناسه افزوده:
	خدابخشیان کارگر، رسول، ۱۳۶۳ - مترجم	شناسه افزوده:
	بیدادگر، فاطمه، ۱۳۷۵ - مترجم	شناسه افزوده:
	خجسته‌پور، مهدی، ۱۳۵۰ - ویراستار	شناسه افزوده:
	دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات.	شناسه افزوده:
	S۶۷۸/۶۵	رده‌بندی کنگره:
	۶۳۱/۳۰۲۸۵	رده‌بندی دیویی:
	۸۴۸۴۴۳۸	شماره کتابشناسی ملی:

رباتیک و مکترونیک برای کشاورزی

پدیدآورندگان: دانگ ژانگ؛ بین ونگ
ترجمه: دکتر رسول خدابخشیان کارگر؛ مهندس فاطمه بیدادگر
ویراستار علمی: دکتر مهدی خجسته‌پور
ویراستار ادبی: هانیه اسدیپور فعال مشهد
مشخصات: وزیری، ۲۰۰ نسخه، چاپ اول، پاییز ۱۴۰۰
چاپ و صحافی: چاپخانه دقت
بها: ۶۰۰/۰۰۰ ریال
حق چاپ برای انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد محفوظ است.



مراکز پخش:

فروشگاه و نمایشگاه کتاب پردیس: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، جنب سلف یاس
تلفن: ۳۸۸۰۲۶۶۶ - ۳۸۸۳۳۷۲۷ (۰۵۱)
مؤسسه کتابیران: تهران، خیابان کارگر جنوبی، خیابان لبافی‌نژاد، بین خیابان فروردین و اردیبهشت،
شماره ۲۳۸، تلفن: ۶۶۴۹۴۴۰۹ - ۶۶۴۸۴۷۱۵ (۰۲۱)
مؤسسه دانشیران: تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت) نبش خیابان نظری، شماره ۱۴۲
تلفکس: ۶۶۴۰۰۲۲۰ - ۶۶۴۰۰۱۴۴ (۰۲۱)

<http://press.um.ac.ir>

Email: press@um.ac.ir

فهرست

پیشگفتار مترجمان.....	۸
پیشگفتار مؤلفان.....	۹
فصل ۱. بهینه‌سازی فرایند سامانه‌های پوشش (کمپوست)	۱۱
۱-۱ مقدمه‌ای بر بهینه‌سازی فرایند سامانه‌های پوشش (کمپوست).....	۱۱
۲-۱ فرایند کوددهی.....	۱۲
۱-۲-۱ دما و خواص فیزیکی مواد پوسال (کمپوست).....	۱۳
۳-۱ حسگرهایی برای عملکرد سامانه.....	۱۴
۴-۱ عملکردها و مکانیسم‌های هوادهی.....	۱۵
۱-۴-۱ هوادهی غیرفعال.....	۱۶
۲-۴-۱ هوادهی اجباری.....	۱۶
۵-۱ پوشش در جایگاه‌های مخزنی یا سطلی.....	۱۷
۶-۱ رآکتور نوع بستر آکنده.....	۱۹
۱-۶-۱ راه‌اندازی رآکتور پوسال.....	۲۰
۲-۶-۱ توزیع دما.....	۲۵
۷-۱ رآکتور نوع بیدررو.....	۲۷
۱-۷-۱ راه‌اندازی رآکتور کمپوست.....	۲۷
۲-۷-۱ تجزیه و تحلیل داده‌ها.....	۳۰
۳-۷-۱ دما و CO ₂	۳۱
۸-۱ خلاصه مطالب فصل.....	۳۳
۹-۱ منابع.....	۳۳
فصل ۲. نمای کلی از طراحی مکترونیکی برای یک سامانه رباتیک مدیریت علف‌های هرز	۳۵
۱-۲ مقدمه.....	۳۵
۲-۲ یک رویکرد طراحی مکترونیکی.....	۳۷

۳۹	۳-۲ مشخصات سامانه.....
۳۹	۱-۳-۲ چشم انداز کشاورزی.....
۴۰	۲-۳-۲ مشخصات عملکردی و عملیاتی.....
۴۱	۳-۳-۲ مشخصات فنی.....
۴۴	۴-۲ طراحی AgBot II.....
۴۴	۱-۴-۲ طراحی شاسی.....
۴۸	۲-۴-۲ واحد درایو و سامانه قدرت.....
۵۲	۳-۴-۲ هدایت، ناوبری و کنترل حرکت.....
۵۶	۴-۴-۲ تخصیص کنترل.....
۵۸	۵-۲ طراحی تجهیزات و جین کنی.....
۶۰	۶-۲ آزمایشات.....
۶۳	۷-۲ نتیجه گیری.....
۶۴	۸-۲ منابع.....

فصل ۳. رباتیک برای محیط‌های کشاورزی بدون ساختار زمانی و مکانی.....

۶۵	۱-۳ مقدمه.....
۶۶	۲-۳ وسیله نقلیه زمینی خودران (خودکار).....
۶۷	۱-۲-۳ سخت افزار.....
۶۹	۲-۲-۳ نرم افزار.....
۷۰	۳-۳ نقشه برداری چهاربُعدی.....
۷۳	۱-۳-۳ SLAM چندحسگر.....
۷۴	۲-۳-۳ ارتباط داده قوی در طول زمان و خطوط مبنای بزرگ.....
۷۵	۳-۳-۳ بازسازی چهاربُعدی.....
۷۶	۴-۳-۳ مجموعه داده.....
۷۸	۵-۳-۳ نتایج.....
۸۰	۴-۳ کنترل بازوی روبات با استفاده از کنترل بینا (کنترل خودفرمان بینایی).....
۸۱	۱-۴-۳ تشخیص برگ.....
۸۳	۲-۴-۳ ردیابی برگ.....
۸۴	۳-۴-۳ کنترل بینا (کنترل خودفرمان بینایی).....
۸۵	۴-۴-۳ تجزیه و تحلیل عمق مونوسکوپی.....
۸۵	۵-۴-۳ فرمول بندی بردار خطا.....
۸۷	۶-۴-۳ نقاط ویژه.....

۸۷.....	۳-۴-۷ کنترل روبات.....
۸۸.....	۳-۴-۸ نتایج.....
۹۱.....	۳-۴-۹ کنترل خودفرمان بینایی دو بازو برای برداشتن میوه.....
۹۲.....	۳-۵ نتیجه گیری.....
۹۳.....	۳-۶ منابع.....
۹۵.....	فصل ۴. کاربرد های فعلی و آینده دوربین های هوشمند مقرون به صرفه در کشاورزی.....
۹۵.....	۴-۱ مقدمه.....
۹۶.....	۴-۲ دوربین های هوشمند جهت جداسازی علف هرز- محصول.....
۹۸.....	۴-۲-۱ سامانه های جداسازی علف هرز- محصول براساس رنگ.....
۱۰۴.....	۴-۲-۲ سامانه های جداسازی علف های هرز براساس شکل.....
۱۰۸.....	۴-۲-۳ سامانه های جداسازی (قطعه بندی) علف هرز- محصول براساس بافت.....
۱۱۳.....	۴-۳ کاربرد دوربین های هوشمند برای درجه بندی میوه ها، سزیجات و غلات.....
۱۱۴.....	۴-۳-۱ اطلاعات رنگی برای درجه بندی.....
۱۱۵.....	۴-۳-۲ برآورد شکل و اندازه.....
۱۱۷.....	۴-۳-۳ ویژگی های بافتی.....
۱۲۲.....	۴-۴ ابزارهای پردازش تصویر مبتنی بر سخت افزار؛ راهی برای پیشبرد کمترین هزینه های محاسباتی.....
۱۲۶.....	۴-۵ نتیجه گیری.....
۱۲۷.....	۴-۶ منابع.....
۱۳۵.....	فصل ۵. از کشاورزی دستی تا کشاورزی خودکار و رباتیک.....
۱۳۵.....	۵-۱ مقدمه.....
۱۳۶.....	۵-۲ کشاورزی دستی.....
۱۳۶.....	۵-۳ کشاورزی مبتنی بر رباتیک.....
۱۳۶.....	۵-۳-۱ ردیاب ها.....
۱۳۶.....	۵-۳-۲ واحد گیرنده رباتیک.....
۱۳۶.....	۵-۳-۳ پرواز هواپیماهای بدون سرنشین.....
۱۳۷.....	۵-۳-۴ کشاورزی در محیط سرپوشیده.....
۱۳۷.....	۵-۴ مسائل کشاورزی رباتیک.....
۱۴۲.....	۵-۵ نتایج نهایی.....
۱۴۳.....	۵-۶ منابع.....

۱۴۵.....	فصل ۶. سامانه‌های رباتیک تعاملی (مبتنی بر همکاری) در کشاورزی.
۱۴۵.....	۱-۶ مقدمه
۱۴۸.....	۲-۶ طراحی و معماری سامانه‌ها
۱۴۸.....	۱-۲-۶ توپولوژی کنترل
۱۵۲.....	۲-۲-۶ میان‌افزار و تجهیزات
۱۵۵.....	۳-۲-۶ ناوبری تعاملی (مبتنی بر همکاری)
۱۵۹.....	۳-۶ رفتار تعاملی (مشارکتی) رباتیک
۱۶۰.....	۱-۳-۶ رفتار عدم تعامل (بدون مشارکت و تعامل)
۱۶۲.....	۲-۳-۶ رفتار تعاملی متعادل
۱۶۲.....	۳-۳-۶ رفتار تعاملی مطلق
۱۶۴.....	۴-۶ چهارچوب سامانه کنترل ترکیبی تعاملی چندعاملی
۱۶۹.....	۵-۶ کار آینده
۱۶۹.....	۶-۶ نتیجه‌گیری
۱۷۰.....	۷-۶ منابع

فصل ۷. کنترل پیشگویانه مدل حداقل - حداکثر سازگار برای هدایت وسیله نقلیه

۱۷۳.....	مزرعه‌ای در حضور لغزش چرخ
۱۷۳.....	۱-۷ معرفی
۱۷۶.....	۲-۷ شرح سامانه و مدل‌سازی
۱۷۶.....	۱-۲-۷ شرح سامانه
۱۷۷.....	۲-۲-۷ مدل سینماتیکی
۱۷۷.....	۳-۲-۷ مدل افست
۱۷۹.....	۳-۷ طراحی کنترل
۱۷۹.....	۱-۳-۷ خطی سازی بازخورد
۱۸۱.....	۲-۳-۷ مدل تقویت شده
۱۸۲.....	۳-۳-۷ قانون کنترل پیشگویانه مدل حداقل - حداکثر سازگار
۱۸۶.....	۴-۳-۷ تحلیل پایداری
۱۸۷.....	۴-۷ ارزیابی و مقایسه MPC کلاسیک و AMM-MPC
۱۸۷.....	۱-۴-۷ شبیه‌سازی سینماتیکی
۱۸۹.....	۲-۴-۷ شبیه‌سازی دینامیکی
۱۹۲.....	۳-۴-۷ آزمایش میدانی
۱۹۶.....	۵-۷ مقایسه AMM-MPC با SMC و BSC

۶-۷ نتیجه گیری..... ۲۰۰

۷-۷ منابع..... ۲۰۰

فصل ۸. کنترل تطبیقی مدل مرجع برای سامانه‌های دینامیکی نامعین با اختلالات

جفت نشده (تطبیق نیافته) - یک رویکرد کنترلی مبتنی بر تنظیم کننده تحت فرمان..... ۲۰۳

۱-۸ مقدمه..... ۲۰۳

۲-۸ مقدمات ریاضیاتی..... ۲۰۵

۳-۸ فرمول بندی مسئله..... ۲۰۶

۴-۸ دینامیک حالت کمکی (معین) و قوانین کنترل تطبیقی..... ۲۰۷

۵-۸ طراحی تنظیم کننده تحت فرمان..... ۲۱۰

۶-۸ مثال عددی گویا (روشنگر)..... ۲۱۷

۷-۸ نتیجه گیری..... ۲۲۷

۸-۸ منابع..... ۲۲۸

نمایه..... ۲۳۱

پیشگفتار مترجمان

شکر و سپاس فراوان در گاه احدیت جلّ و علی و مطلق حسنات را سزاوار است که توفیق عنایت فرمود تا این بندگان بتوانند در حدّ بضاعت خویش قدم ناچیزی را در عرصهٔ وسیع علم بردارند. به مجمل بیان، هدف از تهیهٔ این ترجمه، کمک به رفع نیازهای علمی و فنی علاقه‌مندان ایرانی در زمینهٔ اطلاعات مربوط به رباتیک و میکاترونیک در کشاورزی با عطف توجه ویژه نسبت به انطباق موضوع با سرفصل‌های تعدادی از دروس دانشگاهی دوره‌های کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری رشتهٔ مهندسی بیوسیستم از جمله دینامیک، سامانه‌های کنترل خودکار، میکاترونیک، سامانه‌های کنترل خودکار پیشرفته و کاربرد ربات‌ها در کشاورزی، و دلیل انتخاب متن اصلی، کیفیت مطلوب علمی، به‌روز بودن مطالب و از همه مهم‌تر روانی ساختار و روشنی مفاهیم آن جهت تأمین اهداف مذکور بوده است. در زمان ترجمه و قبل از انجام ویرایش، نسخهٔ موجود چندمرتبّه بازخوانی و اصلاح گردید. ضمن دقت در به‌کارگیری مناسب‌ترین واژه‌های علمی و سعی در حفظ و لحاظ امانت در ترجمه، در مدت‌زمان تایپ، نصب شکل‌ها، نمودارها و جدول‌ها، موارد اشتباه نوشتاری و تحریری آنچه به‌چشم خورد، مرتفع شد. باوجود تعدد مراحل بازخوانی، اعمال تغییرات و انجام اصلاحات لازم که در نهایت با تأخیر طولانی در آماده‌سازی کتاب برای چاپ را به دنبال داشته، مترجمان اعتقاد دارند کتاب حاضر هنوز اشتباهاتی را به‌همراه خواهد داشت؛ چراکه کمال مطلق و مطلق کلمات، صفت ذات مقدس پروردگار متعال است و بشر خطاکار و خطاپذیر. بنابراین اظهار نظر مطالعه‌کنندگان کتاب در جهت رفع اشتباهات و حرکت به طرف کمال، به‌هنگام تجدیدنظر و چاپ نسخه‌های آتی، بسیار مغتنم است و مترجمان درخواست و انتظار دارند که استفاده‌کنندگان این متن، خدمتگزاران خویش را از نعمت راهنمایی‌های ارزندهٔ خود محروم نفرمایند.

رسول خدا بخشیان کارگر

گروه مهندسی بیوسیستم

دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

بهار ۱۴۰۰

پیشگفتار مؤلفان

در بسیاری از عرصه‌ها از رباتیک و مکاترونیک استفاده شده است که یکی از آن‌ها صنعت کشاورزی است. استفاده از ماشین‌های مبتنی بر رباتیک در کشاورزی در آینده مرسوم خواهد بود. ماشین‌های خودکار جایگزین انسان‌ها در کشاورزی شده و می‌توانند به کشاورزان برای دستیابی به کشاورزی کارآمد کمک زیادی کنند. این کتاب به رباتیک و مکاترونیک که در کشاورزی استفاده شده است، می‌پردازد. هدف این کتاب معرفی فناوری‌های پیشرفته در زمینه رباتیک و مکاترونیک برای کشاورزی به منظور آشنایی بیشتر و بهبود روش‌های مربوط به رباتیک کشاورزی است. پیشرفت‌های حاصل در دهه‌های گذشته در این کتاب شرح داده شده است.

از همه نویسندگان به خاطر مشارکت در تألیف این کتاب تشکر می‌کنیم. همچنین از ناشر برای حمایت از این پروژه و ویجی پریملانی^۱ برای کمک‌هایش در جهت انتشار این کتاب قدردانی می‌نماییم. امیدواریم که این کتاب برای خوانندگان آموزنده و مفید باشد.

این کتاب شامل ۸ فصل است. فصل ۱ بر عملکرد و مکانیسم هوادهی برای بهینه‌سازی فرایند تمرکز دارد. فصل ۲ جنبه‌های اصلی طراحی یک پلتفرم رباتیک برای مدیریت محصولات زراعی را مورد بحث قرار می‌دهد. به طور خاص، سامانه در نظر گرفته شده در این فصل برای رفع تهدید افزایش گونه‌های علف‌های هرز مقاوم در برابر علف کش است. فصل ۳ یک مطالعه موردی از یک وسیله زمینی خودکار را ارائه می‌دهد که مجهز به ابزاری برای سنجش و مدیریت تغییرات محیط به منظور تأمین داده‌های عملی به یک کشاورز است. فصل ۴ یک بررسی انتقادی و دقیق در مورد کاربرد دوربین‌های رنگی ساده برای پوشش جنبه‌های مختلف صنعت کشاورزی را ارائه می‌دهد. فصل ۵ برخی از ماشین‌آلات کشاورزی مبتنی بر رباتیک موجود را ارائه می‌دهد. برخی از موضوعات اصلی در کشاورزی مبتنی بر رباتیک نیز نشان داده شده است. فصل ۶ سامانه‌های چندعاملی تعاملی را در کاربردهای کشاورزی شامل همکاری سامانه رباتیک به سامانه رباتیک و سامانه رباتیک به عامل انسانی بررسی می‌کند. طراحی و ساختار سامانه‌های کنترلی رایج، ابزارها و میان‌افزارها، برنامه‌ریزی و اجرای تصمیمات، رفتار مشارکتی و سامانه‌های ارتباطی با سامانه‌های اخیراً توسعه یافته برای کاربردهای کشاورزی بحث شده است. فصل ۷ یک مدل کنترلی پیشگویانه سازگار و نیرومند را برای رفع مشکل لغزش چرخ در وسایل نقلیه میدانی پیشنهاد می‌کند. فصل ۸

به کنترل تطبیقی مدل مرجع برای سامانه های دینامیکی نامعین با اختلالات جفت نشده (تطبیق نیافته) تمرکز دارد. چهارچوب کنترلی پیشنهادی یک پتانسیل بالایی برای تضمین انجام وظایف معین (به عنوان مثال بذریاشی، برداشت و یا عملیات داشت خودکار، خودروهای زمینی بدون سرنشین یا تصویربرداری از مزرعه و پایش از طریق وسایل نقلیه هوایی بدون سرنشین) با دقت بالا را دارد. سرانجام، مؤلفان می خواهند از همه دوستان و همکارانی که در تألیف این کتاب کمک کرده اند، قدردانی کنند.

دانگ ژانگ

بین ونگ

press.um.ac.ir