

## پیش‌گفتار

علم مکترونیک را می‌توان پیش‌نیاز اتوماسیون و هوشمندسازی تجهیزات دانست، که براساس تجمع مهندسی مکانیک، الکترونیک، کامپیوتر و سیستم‌های کنترل شکل گرفته است. عناصر اصلی یک سیستم مکترونیک عبارتند از: فرآیند مکانیکی یا الکترومکانیکی، حسگرها، محرک‌ها، میکروپردازشگرها و نرم‌افزار کنترل‌کننده سیستم. در حقیقت، مکترونیک یک تفکر جدید در طراحی و تولید محصولات صنعتی است که به مهندسان اجازه می‌دهد تا با یکپارچه‌سازی حوزه‌های تخصصی، از اولین مراحل طراحی و تولید، به خلق محصولاتی با کیفیت بهتر، قابلیت اعتماد بالاتر، هزینه کمتر و در زمان کوتاه‌تر دست یابند. در طراحی کلاسیک، اجزای مختلف یک سیستم به‌طور جداگانه طراحی شده و سپس بر روی هم سوار می‌شوند؛ ولی در مکترونیک، اجزای مکانیکی و الکتریکی به همراه استراتژی کنترل از ابتدا به صورت یک سیستم یکپارچه در نظر گرفته می‌شوند و این به معنای مهندسی هم‌زمان در طراحی است. سیستم‌های هوشمند، سیستم‌هایی هستند که فناوری پیشرفته‌ای داشته و نسبت به جهان اطراف خود واکنشی توأم با ادراک دارند. سیستم‌های هوشمند در حوزه‌های خود بر تعامل با کاربران و تغییرات و پویایی محیط‌های اجتماعی و فیزیکی تمرکز دارند. ربات‌های امروزی دستگاه مستقلی هستند که می‌توانند محیط اطراف خود را درک کرده و اهداف خاصی را دنبال نمایند. کتاب حاضر، پیرامون کاربردهای عملی به‌عنوان یک چارچوب اجرایی برای ظهور و توسعه وسایل نقلیه برون‌جاده‌ای هوشمند (به‌خصوص تراکتورها و ماشین‌های خودران کشاورزی)، شکل گرفته و یکی از بهترین منابع اطلاعاتی برای آشنایی دانشجویان مهندسی مکانیک و مکانیک بیوسیستم در این زمینه است. علی‌رغم تلاش‌های صورت گرفته در ترجمه کتاب، این مجموعه خالی از اشکال نیست، لذا از خوانندگان محترم درخواست می‌شود با ارائه نظرات سازنده خویش، نویسنده را یاری رسانند.

عبداله ایمان‌مهر

پاییز ۹۷

aimanmehr@araku.ac.ir

فصل ۱.....	مقدمه
۱-۱ تکامل تدریجی وسایل نقلیه برون جاده‌ای بسوی اتوماسیون.....	۱
۲-۱ کاربردها و مزایای ماشین‌های خودکار.....	۹
۳-۱ حالات خودکار: عملکرد از راه دور، نیمه‌خودکار، تمام‌خودکار.....	۱۱
۴-۱ انواع وسایل نقلیه مزرعه‌ای مطرح برای اتوماسیون.....	۱۴
۵-۱ اجزاء و سیستم‌های وسایل نقلیه هوشمند.....	۱۶
۱-۵-۱ مروری بر سیستم‌های دربردارنده وسایل نقلیه خودکار.....	۱۷
۲-۵-۱ جریان‌سنج‌ها، کدگذارها، پتانسیومترها برای موقعیت فرمان‌گیری چرخ جلو.....	۱۹
۳-۵-۱ پالس‌شمارهای مغناطیسی و رادارها برای سرعت تئوری و سرعت زمینی.....	۲۲
۴-۵-۱ ردیاب صوتی و لیزر (لیدار) برای تشخیص مانع و ناوبری.....	۲۳
۵-۵-۱ GNSS برای مکان‌یابی جهانی.....	۲۴
۶-۵-۱ بینایی ماشین برای آگاهی محلی.....	۲۶
۷-۵-۱ دوربین‌های حرارتی و مادون قرمز برای تشخیص موجودات زنده.....	۲۷
۸-۵-۱ حسگرهای اینرسی و مغناطیسی برای دینامیک وسیله نقلیه.....	۲۹
۹-۵-۱ سایر حسگرها جهت پایش عملکردهای موتور.....	۳۱
فصل ۲.....	دینامیک وسیله نقلیه برون جاده‌ای
۱-۲ دینامیک وسیله نقلیه برون جاده‌ای.....	۳۳
۲-۲ هندسه پایه برای فرمان‌گیری آکرمن: مدل دوچرخه.....	۴۱
۳-۲ نیروها و گشتاورها در سیستم‌های فرمان‌گیری.....	۴۸
۴-۲ تایرهای وسیله نقلیه، کشش و لغزش.....	۵۵
فصل ۳.....	سیستم‌های ناوبری جهانی
۱-۳ مقدمه‌ای بر سیستم‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی (GPS، گالیله و GLONASS).....	۶۳
۲-۳ نیازهای موقعیت‌یابی ماشین‌های کشاورزی با فرمان‌گیری خودکار.....	۶۹
۳-۳ مبانی هندسی در هدایت با GPS: انحراف و جهت‌گیری.....	۷۴
۴-۳ خطاهای عمده هدایت با GPS.....	۷۶
۵-۳ جبران نرتل سیگنال GPS توسط حسگر اینرسی: فیلتر کالمن.....	۸۵

۶-۳	ارزیابی هدایت خودکار مبتنی بر GPS: تعریف خطا و استانداردها.....	۹۰
۷-۳	ایمنی در هدایت GPS.....	۹۷
۸-۳	سیستم‌های مختصات برای کاربردهای میدانی.....	۹۹
۹-۳	GPS در عملیات کشاورزی دقیق.....	۱۰۵
<b>فصل ۴</b>	<b>سیستم‌های ادراک محلی</b> .....	
۱-۴	ضرورت آگاهی زمان واقعی برای تجهیزات خودکار.....	۱۰۷
۲-۴	فاصله‌سنج‌های فراصوت، لیدار و لیزر.....	۱۱۱
۳-۴	بینایی ماشین تک‌چشمی.....	۱۱۴
۱-۳-۴	کالیبراسیون دوربین‌های تک‌چشمی.....	۱۱۵
۲-۳-۴	سخت‌افزار و معماری سیستم.....	۱۱۸
۳-۳-۴	الگوریتم‌های پردازش تصویر.....	۱۲۵
۴-۳-۴	چالش‌های پیچیده بینایی تک‌چشمی.....	۱۴۴
۴-۴	بینایی فراطیفی و چندطیفی.....	۱۴۶
۵-۴	مطالعه موردی I: هدایت خودکار یک تراکتور با بینایی ماشین تک‌چشمی.....	۱۴۷
۶-۴	مطالعه موردی II: هدایت خودکار تراکتوری با ترکیب حسگر بینایی ماشین و GPS.....	۱۵۱
<b>فصل ۵</b>	<b>ادراک سه بعدی و مکان‌یابی</b> .....	
۱-۵	مقدمه‌ای بر بینایی سه بعدی: هندسه استریو.....	۱۵۵
۲-۵	دوربین‌های فشرده و الگوریتم‌های همبستگی.....	۱۶۶
۳-۵	تصاویر تمایز و کاهش نویز.....	۱۷۴
۴-۵	انتخاب پارامترهای اصلی برای ادراک استریو: خط مبنا و لنزها.....	۱۸۲
۵-۵	آنالیز توده نقاط و فضای سه بعدی.....	۱۸۸
۶-۵	نقشه‌برداری سه بعدی جهانی.....	۱۹۶
۷-۵	جایگزینی برای استریو: لیزرهای نوسانی برای ادراک سه بعدی.....	۲۰۵
۸-۵	مطالعه موردی I: هدایت ماشین برداشت با بینایی سه بعدی استریو.....	۲۰۷
۹-۵	مطالعه موردی II: هدایت تراکتور با تصاویر متمایز.....	۲۱۵
۱۰-۵	مطالعه موردی III: نقشه‌برداری سه بعدی از زمین با تصاویر هوایی و زمینی.....	۲۲۵
۱۱-۵	مطالعه موردی VI: تشخیص مانع و اجتناب از آن.....	۲۲۹

۱۲-۵	مطالعه موردی V: ادراک دوکانونی - گسترش حوزه بینایی سه بعدی	۲۳۴
۱۳-۵	مطالعه موردی VI: هدایت ماشین برداشت بر پایه ردیابی محصول با بینایی استریو	۲۴۰
<b>فصل ۶ سیستم‌های ارتباطی برای وسایل نقلیه هوشمند برون جاده‌ای</b>		
۱-۶	کامپیوترهای پردازشگر بر روی دستگاه	۲۵۳
۲-۶	واسط‌های دیجیتال موازی	۲۵۸
۳-۶	انتقال سری داده‌ها	۲۶۰
۴-۶	گروه‌بندی ویدئو: فریم گیرها، درگاه سری عمومی (USB)، درگاه $d^2C$ و فایروایر	۲۶۹
۵-۶	درگاه شبکه ناحیه کنترل کننده (CAN) برای وسایل نقلیه برون جاده‌ای	۲۷۵
۶-۶	کد NMEA برای پیام‌های GPS	۲۸۶
۷-۶	شبکه‌های حسگر بی سیم	۲۸۹
<b>فصل ۷ کنترل فرمان‌گیری الکترو هیدرولیکی</b>		
۱-۷	کالیبراسیون حسگرهای چرخ برای اندازه‌گیری زوایای فرمان‌گیری	۲۹۱
۲-۷	مدار هیدرولیکی برای فرمان هیدرولیکی	۲۹۶
۳-۷	شیر الکترو هیدرولیکی (EH) برای اتوماسیون فرمان‌گیری	۳۰۲
۴-۷	حلقه‌های کنترل فرمان‌گیری برای وسایل نقلیه هوشمند	۳۱۳
۵-۷	رفتار شیر الکترو هیدرولیکی بر طبق جابه‌جایی - فرکانس مورد نیاز سیلندر فرمان	۳۳۰
۶-۷	مطالعه موردی: کنترل منطق فازی برای فرمان‌گیری خودکار	۳۳۷
۱-۶-۷	انتخاب متغیرها: فازی‌سازی	۳۳۸
۲-۶-۷	سیستم استنباط فازی	۳۴۱
۳-۶-۷	توابع عضویت خروجی: غیر فازی‌سازی	۳۴۳
۴-۶-۷	ارزیابی سیستم	۳۴۳
۷-۷	طراحی ایمن فرمان‌گیری خودکار	۳۴۷
<b>فصل ۸ طراحی سیستم‌های هوشمند</b>		
۱-۸	وظایف اصلی اجرا شده توسط وسایل نقلیه برون جاده‌ای	۳۴۷
۲-۸	ترکیب حسگر و روش‌های «انسان در حلقه» برای رفتار پیچیده	۳۵۱
۳-۸	راهکارهای ناوبری و الگوریتم‌های طرح‌ریزی مسیر	۳۶۴
۴-۸	ایمنی و اجتناب از موانع	۳۷۰

۳۷۳	.....	۵-۸ طراحی سیستم کاملاً هوشمند
۳۷۷	.....	منابع
۳۸۱	.....	واژه‌نامه