

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۲۱۴۶۰۵۰

۱۴۰۰ / ۹ / ۲

مدل سازی و کنترل سیستم های

عصبی - عضلانی

ویرایش دوم

تألیف:

دکتر فرزاد توحیدخواه

استاد دانشکده مهندسی پزشکی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

دکتر یگانه محمدعلی مرغی

مهندس نسیم لحیم گرزاده

دکتر گلناز بغدادی

تابستان ۱۴۰۰

عنوان و نام پدیدآور	مدل سازی و کنترل سیستم های عصبی-عضلانی / تألیف فرزاد توحیدخواه ... [و دیگران].
مشخصات نشر	تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	۸۶۸ ص.
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۸۲۷-۵
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
یادداشت	تألیف فرزاد توحیدخواه، یگانه محمدعلی مرغی، نسیم لحیم گرزاده، گلنار بغدادی.
یادداشت	واژه نامه.
یادداشت	کتابنامه.
یادداشت	نمایه.
موضوع	دستگاه عضلانی اسکلتی.
موضوع	Musculoskeletal system
موضوع	حرکت بدن انسان.
موضوع	Human locomotion
شناسه افزوده	توحیدخواه، فرزاد، ۱۳۳۸-
شناسه افزوده	دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، مرکز نشر.
شناسه افزوده	Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic), Publishing Center.
رده بندی کنگره	۵۷۹۸۳۳۸
رده بندی دیویی	۶۱۲/۷۶
شماره کتابشناسی ملی	۷۵۹۸۳۳۸

این کتاب در جلسه مورخ ۱۳۹۹/۱۱/۱۲ شورای چاپ و نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر به تصویب رسیده است.



انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

عنوان کتاب	مدل سازی و کنترل سیستم های عصبی-عضلانی
تألیف	فرزاد توحیدخواه، یگانه محمدعلی مرغی، نسیم لحیم گرزاده، گلنار بغدادی
ناشر	انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
لیتوگرافی، چاپ و صحافی	انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ اول	تابستان ۱۴۰۰
قیمت	۴۰۰۰۰ تومان
تیراژ	۱۰۰
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۸۲۷-۵
	ISBN : 978-964-463-827-5

آدرس مرکز پخش: خیابان ولیعصر، روبروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) - تلفن: ۶۶۴۹۸۸۶۸

وبسایت: <http://publication.aut.ac.ir>

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

فهرست

عنوان	صفحه
بخش اول: مباحث فیزیکی سیستم حرکتی در انسان.....	۱
۱- عضله.....	۳
۱-۱- مقدمه.....	۳
۱-۲- فیزیولوژی عضله.....	۳
۱-۳- پتانسیل عمل.....	۴
۱-۴- تارهای عضلانی.....	۵
۱-۵- سازوکار انقباض عضله.....	۸
۱-۶- سازوکار اتصال اکتین به میوزین.....	۹
۱-۷- نقش نخاع در انقباض عضله.....	۹
۱-۸- حسگرهای عضله.....	۱۰
۱-۹- مدل سازی عضله.....	۱۱
۱-۹-۱- مؤلفه های نیروی عضله.....	۱۲
۱-۹-۲- مدل سازی نیروی عضله.....	۱۶
۱-۹-۳- روابط ریاضیاتی مدل هیل.....	۱۹
۱-۱۰- تعریف الکترومایوگرافی.....	۲۱
۱-۱۰-۱- منشأ سیگنال EMG و عوامل مؤثر بر شدت آن.....	۲۳
۱-۱۰-۲- کاربردهای EMG.....	۲۶
۱-۱۱- جمع بندی.....	۲۷
۲- نخاع و رفلکس ها.....	۲۹
۲-۱- مقدمه.....	۲۹
۲-۲- آناتومی نخاع.....	۳۰
۲-۳- رفلکس.....	۳۱
۲-۳-۱- رفلکس های نخاعی.....	۳۱

۳۹	۲-۳-۲	رفلکس قشری
۴۱	۳-۳-۲	رفلکس‌های شرطی
۴۲	۴-۲	شواهد فیزیولوژیک در ارتباط با تولید کننده الگوهای مرکزی
۴۶	۱-۴-۲	ساختار CPG
۵۱	۲-۴-۲	سلول رنشاو
۵۴	۵-۲	جمع‌بندی
۵۵	۳-	مراکز مغزی مرتبط با حرکت
۵۵	۱-۳	مقدمه
۵۵	۲-۳	آناتومی مغز
۵۸	۳-۳	معرفی بخش‌های قشر مغز و بررسی عملکرد آنها
۵۸	۱-۳-۳	بخش قدامی
۶۲	۲-۳-۳	بخش آمیگدال
۶۳	۳-۳-۳	بخش هیپوکامپ
۶۴	۴-۳-۳	بخش پس‌سری
۶۴	۴-۳	مخچه
۶۴	۱-۴-۳	آناتومی مخچه
۶۶	۲-۴-۳	بررسی عملکرد مخچه در حرکت
۷۱	۳-۴-۳	مدل‌های ارائه شده برای مخچه
۷۱	۴-۴-۳	آسیب به مخچه
۷۲	۵-۳	عملکردهای مرتبط با عقده‌های قاعده‌ای
۷۳	۱-۵-۳	اتصالات آناتومیکی عقده‌های قاعده‌ای با اجزاء کنترل حرکتی
۷۴	۲-۵-۳	شناخت بخش عقده‌های قاعده‌ای در مغز
۸۱	۳-۵-۳	عملکرد عقده‌های قاعده‌ای در تغییر زمان‌بندی و شدت حرکات
۸۲	۴-۵-۳	کلیات آناتومی درباره عقده‌های قاعده‌ای
۸۳	۵-۵-۳	مواد میانجی
۸۵	۶-۵-۳	مدل‌های مرتبط با عملکرد عقده‌های قاعده‌ای

اختلالات مربوط به عقده‌های قاعده‌ای	۷-۵-۳	۸۶
بیماری پارکینسون	۸-۵-۳	۸۷
بیماری هانتینگتون	۹-۵-۳	۹۲
لکنت زبان	۱۰-۵-۳	۹۴
قشر انجمی	۶-۳	۹۵
قشر انجمی جلوی پیشانی	۱-۶-۳	۹۶
قشر انجمی آهیانه‌ای- گیجگاهی- پسری	۲-۶-۳	۹۶
قشر انجمی لیمبیک	۳-۶-۳	۹۷
هیپوکمپ مغز	۷-۳	۹۸
مراکز مغزی مرتبط با تولید گفتار	۸-۳	۱۰۰
جمع‌بندی	۹-۳	۱۰۳
سیستم‌های حسی مرتبط با کنترل حرکات	۴	۱۰۵
مقدمه	۱-۴	۱۰۵
سیستم بینایی	۲-۴	۱۰۶
فیزیولوژی چشم	۱-۲-۴	۱۰۷
میدان‌های گیرنده سلول‌های گانگلیون	۲-۲-۴	۱۰۹
انواع حرکت‌های چشم	۳-۲-۴	۱۱۱
حس عمقی	۳-۴	۱۱۲
دوک عضلانی	۱-۳-۴	۱۱۳
وتر گلزی	۲-۳-۴	۱۱۴
سیستم تعادلی	۴-۴	۱۱۵
فیزیولوژی سیستم تعادلی	۱-۴-۴	۱۱۶
اتولیت‌ها	۲-۴-۴	۱۱۶
کانال‌های نیم‌دایره‌ای	۳-۴-۴	۱۱۸
پایداری بینایی	۴-۴-۴	۱۱۹
جمع‌بندی	۵-۴	۱۲۱

بخش دوم: تئوری‌های رفتاری در حوزه کنترل حرکات	۱۲۳
۵- بررسی تئوری‌های مبتنی بر کنترل حلقه بسته حرکات	۱۲۵
۱-۵- مقدمه	۱۲۵
۲-۵- جمع‌آوری اطلاعات	۱۲۶
۳-۵- گیرنده‌های حس عمقی	۱۲۶
۴-۵- شواهد آزمایشگاهی مبنی بر کنترل حلقه بسته	۱۲۷
۵-۴-۱- تعیین تفاوت بین دید مرکزی و دید محیطی	۱۲۷
۵-۴-۲- زمان پردازش اطلاعات بازخورد بینایی	۱۲۹
۵-۵- جمع‌بندی	۱۳۶
۶- بررسی تئوری‌های مبتنی بر کنترل حلقه باز حرکات	۱۳۷
۱-۶- مقدمه	۱۳۷
۲-۶- مقایسه عملکرد سیستم‌های حلقه باز با حلقه بسته	۱۳۸
۳-۶- فرضیه زنجیره بسته	۱۳۸
۴-۶- قطع بازخوردهای حسی	۱۳۹
۵-۶- بازخورد در حرکات سریع	۱۴۲
۶-۶- درجه آزادی	۱۴۴
۶-۷- برنامه حرکتی	۱۴۶
۶-۷-۱- خطاهای موجود در انتخاب و اجرای حرکت	۱۴۷
۶-۷-۲- اشکالات فرضیه برنامه حرکتی	۱۴۹
۶-۸- فرضیه برنامه حرکتی تعمیم‌یافته	۱۴۹
۶-۸-۱- ویژگی‌های تغییرناپذیر و ویژگی‌های قابل اصلاح در نوشتن	۱۴۹
۹-۶- جمع‌بندی	۱۵۴
۷- فرضیه نقطه تعادل	۱۵۷
۱-۷- مقدمه	۱۵۷
۲-۷- مدل لاندائو	۱۵۸
۳-۷- تعمیم فرضیه نقطه تعادل	۱۶۴

پیشگفتار

از ویژگی‌های مهم موجودات زنده و به‌ویژه انسان حرکت است که بدون آن ادامه حیات میسر نمی‌گردد. مطالعه حرکات انسان از دیرباز موردعلاقه دانشمندان در حوزه‌های مختلف علوم بوده است و محققین مختلفی را در حوزه‌های زیستی، علوم شناختی- رفتاری و نیز مهندسی به خود جذب نموده است. نتایج این تحقیقات توانسته است راهکارهای متعددی را در حوزه‌های مختلف از جمله توان‌بخشی و درمان بیماران، فهم بهتر فیزیولوژی حرکت، بهبود و اصلاح یادگیری حرکات در ورزش‌های فردی و قهرمانی ارائه نماید.

هدف از این کتاب آشنا نمودن دانشجویان تحصیلات تکمیلی در حوزه‌های مختلف با اصول مختلف علم حرکات ارادی در انسان است. این کتاب حاصل تجربه ۲۲ سال تدریس درس کنترل سیستم‌های عصبی-عضلانی است که به‌عنوان درس تحصیلات تکمیلی در مقاطع کارشناسی ارشد و دکترا در دانشکده مهندسی پزشکی دانشگاه صنعتی امیرکبیر ارائه گردیده است. علاوه بر گرایش‌های بیوالکتریک، بیومکانیک، مهندسی ورزش، مهندسی توان‌بخشی در حوزه مهندسی پزشکی، مطالعه این کتاب می‌تواند برای دانشجویان سایر رشته‌های مهندسی مانند برق، مکانیک، مکاترونیک، رباتیک و نیز دانشجویان رشته‌های مرتبط مانند تربیت‌بدنی، توان‌بخشی و علوم اعصاب شناختی نیز مفید باشد.

با توجه به ابعاد مختلف علم حرکات در انسان، متأسفانه کمتر کتابی تاکنون تدوین گردیده است که به ابعاد مختلف این علم پرداخته باشد. لذا با عنایت به این نکته، این کتاب در چهار بخش تنظیم شده است: بخش اول به تشریح ابعاد زیستی حرکت مشتمل بر فیزیولوژی عضله و مراکز حرکتی در نخاع و مغز می‌پردازد. بخش دوم حرکات و تئوری‌های آن را بیشتر از نگاه رفتاری مورد مطالعه قرار می‌دهد. در بخش سوم تئوری‌های حرکت از نظر مهندسی مطرح می‌شود و در بخش چهارم برخی از روش‌ها و مدل‌های مهندسی مطرح در خصوص کنترل و طرح‌ریزی تشریح می‌گردد.

در ویرایش دوم این کتاب، ضمن اصلاح و تکمیل فصل‌های موجود در نسخه قبل، هفت فصل جدید به کتاب اضافه شده است. این هفت فصل شامل مدل‌سازی حرکت دوبایی بر مبنای نظیه نقطه تعادل و تاثیر اغتشاش بینایی، نقش توجه در سیستم کنترل حرکات انسان، حافظه مکانی، دستگاه حرکات چشم، سیستم کنترل حرکات چشم، روش‌های پردازش سیگنال‌های ماهیچه‌ای و بیماری پارکینسون از نگاه مهندسی است. هدف از ارائه این فصل‌ها پر کردن جای خالی برخی مفاهیم مورد نیاز در مطالعات روز در حوزه سیستم کنترل حرکات در انسان است.