

روش تحقیق در بیومکانیک

با رویکرد بررسی کینماتیکی حرکات انسان

تألیف:

د. گوردن ا. رابرتسون

گراهام ا. کلداول

حزف همیل

گی کامن

ساندرز. ر. ایتلسی

ترجمه:

دکتر مهدی مجلسی

(عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان)

دکتر امیرعلی جعفرنژادگرو

(عضو هیئت علمی دانشگاه محقق اردبیلی)

انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان

۱۳۹۵

سرناسه	:	گوردن رابرتسون
عنوان و نام پدیدآور	:	روش تحقیق در بیومکانیک / گوردن رابرتسون؛ ترجمه: مهدی مجلسی، امیرعلی جعفرنژادگرو.
مشخصات نشر	:	همدان: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	:	۲۰۷ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	:	۹۷۸-۹۶۴-۱۰۴۱-۸۲-۵
وضعیت فهرست نویسی	:	فیبا
یادداشت	:	کتابنامه.
موضوع	:	حرکتشناسی (فیزیولوژی) - روش های آماری
موضوع	:	Kinesiology -- Statistical methods
موضوع	:	حرکتشناسی بدن انسان
موضوع	:	Human mechanics
موضوع	:	بیومکانیک - فیزیولوژی
موضوع	:	Biomechanics-- Physiology
موضوع	:	بیومکانیک - روششناسی
موضوع	:	Biomechanics -- Methodology
شناسه افزوده	:	مجلسی، مهدی، ۱۳۵۸ -
شناسه افزوده	:	جعفرنژادگرو، امیرعلی، ۱۳۶۴ -
شناسه افزوده	:	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان
رده بندی کنگره	:	QP ۳۰۰۱۰۳/۱۳۹۵
رده بندی دیویی	:	۶۱۲/۷۶
شماره کتابشناسی ملی	:	۴۳۱۳۵۸۸



انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان

روش تحقیق در بیومکانیک

گوردن رابرتسون

ترجمه: دکتر مهدی مجلسی، دکتر امیرعلی جعفرنژادگرو

ناشر: انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان

چاپ اول: ۱۳۹۵

تیراژ: ۱۰۰ جلد

چاپ: تندیس

صحافی: سبحان

ناظر چاپ: ساسان مرشدزادگان

صفحه آرای: لیلا عواطفی اکمل

قیمت: ۱۸۰۰۰۰ ریال

ISBN: 978-964-1041-82-5

حق چاپ برای دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان محفوظ است

نشانی: همدان، بلوار امام خمینی (ره)، بلوار پروفیسور موسیوند، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان - تلفن: ۴۴۹۴۱۵۱-۰۸۱۳

فصل اول: کینماتیک دوبعدی

۱۴	توصیف مکان
۱۸	درجات آزادی
۲۰	جمع‌آوری داده‌های کینماتیکی
۲۳	اصول تصویربرداری
۲۹	کالیبراسیون سیستمی تصویربرداری
۳۳	انتخاب مارکر دوبعدی
۳۶	کینماتیک بدون مارکر
۳۷	کینماتیک خطی
۳۸	محاسبه مشتق زمانی
۴۱	سیگنال، نویز و هموارسازی داده‌ها
۴۳	شتاب‌سنج‌ها
۴۵	نمایش گرافیکی کینماتیک خطی
۴۶	میانگین گروه
۵۰	کینماتیک زاویه‌ای
۵۰	زوایای اندام‌ها
۵۱	قراردادهای زاویه‌ای
۵۳	مشکلات عدم پیوستگی
۵۳	زوایای مفصلی
۵۵	مختصات قطبی
۵۷	مشتقات زمانی زاویه‌ای
۶۱	تبدیل زاویه‌ای به خطی
۶۳	الکتروگونیاومتر
۶۷	نمایش داده‌های کینماتیک زاویه‌ای

خلاصه.....	۶۹
منابع پیشنهادی جهت مطالعه.....	۷۰

فصل دوم: کینماتیک سه بعدی

کینماتیک سه بعدی.....	۷۲
جمع آوری داده های سه بعدی.....	۷۳
سیستم های مختصات و فرضیه اندام های سخت.....	۷۴
سیستم مختصات کلی یا آزمایشگاهی.....	۷۴
سیستم مختصات لرزه ای اندامی.....	۷۵
انتقال بین سیستم های مختصات.....	۷۶
انتقال خطی.....	۷۷
انتقال چرخشی.....	۷۸
تعریف سیستم مختصات LCS برای اندام عتانی.....	۷۹
مختصات LCS اندام لگن.....	۸۱
سیستم مختصات LCS اندام ران.....	۸۳
سیستم مختصات LCS اندام ساق.....	۸۶
سیستم مختصات LCS پا.....	۸۷
موقعیت مارکر.....	۹۱
سمت راست در مقابل سمت چپ.....	۹۱
تخمین موقعیت و راستا: سیریابی سیستم مختصات LCS اندام.....	۹۲
برآورد موقعیت و راستا به روش مستقیم.....	۹۴
تخمین موقعیت و راستا با استفاده از روش بهینه اندام.....	۹۷
برآورد موقعیت و راستا با استفاده از روش بهینه کلی.....	۱۰۱
زوایای مفصلی.....	۱۰۴
زوایای Cardan-Euler.....	۱۰۶
سیستم مختصات مفصل.....	۱۱۴
زوایای هلیکال.....	۱۱۷
سیستم مختصات Cardan-Euler در مقابل سیستم مختصات JCS در برابر زوایای.....	۱۱۹

۱۲۰.....	نرمال نمودن زاویه مفصل.....
۱۲۱.....	سرعت زاویه‌ای مفصل و شتاب زاویه‌ای زوایای مفصلی Cardan.....
۱۲۴.....	خلاصه.....
۱۲۵.....	منابع پیشنهادی برای مطالعه.....

فصل سوم: تحلیل سیستم‌های دینامیک هماهنگی

۱۲۷.....	هماهنگی حرکت.....
۱۲۷.....	درجات آزادی.....
۱۲۸.....	دینامیک حرکت نوسانی.....
۱۳۰.....	انتقال و پیدایش حرکت.....
۱۳۳.....	تغییرپذیری و هماهنگی.....
۱۳۷.....	اصول پایه برای تجربه و تحلیل هماهنگی.....
۱۳۷.....	فضای حالت.....
۱۳۹.....	جاذب‌ها در فضای حالت.....
۱۴۴.....	کمی کردن هماهنگی: روش‌های فاز نسبی.....
۱۴۵.....	فاز نسبی گسسته.....
۱۴۶.....	فاز نسبی گسسته و هماهنگی چند بسامدی.....
۱۵۲.....	فاز نسبی پیوسته.....
۱۵۳.....	ساختار صفحه فازی.....
۱۵۴.....	همسانسازی متغیرهای حالت.....
۱۵۶.....	محاسبه زاویه فازی و فاز نسبی.....
۱۵۹.....	مقادیر وابسته مشتق‌شده از تحلیل CRP.....
۱۶۰.....	سنجش تغییرپذیری هماهنگی بر اساس تحلیل CRP.....
۱۶۲.....	مقادیر جایگزین فاز نسبی.....
۱۶۴.....	فاز فوریر نسبی.....
۱۶۶.....	انتقال هیلبرت.....
۱۶۷.....	مزایا و محدودیت‌های تحلیل فاز نسبی.....
۱۶۸.....	کمی کردن هماهنگی: برنامه‌نویسی برداری.....

۱۷۰	روش‌های برنامه‌نویسی برداری
۱۷۲	کمی کردن بیشتر سری‌های زمانی زاویه کاپلینگ
۱۷۶	مزایا و محدودیت‌های برنامه‌نویسی برداری
۱۷۷	مروری بر تکنیک‌های تحلیل هماهنگی
۱۷۹	خلاصه
۱۸۰	منابع پیشنهادی جهت مطالعه

ضمیمه

۱۸۱	بردارها و اسکالار (Vectors and scalars)
۱۸۴	عملیات برداری
۱۸۴	اندازه یا نرم یک بردار
۱۸۴	جمع بردارها
۱۸۴	تفریق بردارها
۱۸۵	حاصل ضرب یک بردار در یک عدد
۱۸۵	ضرب نردهای یا نقطه‌ای
۱۸۷	حاصل ضرب برداری یا Cross
۱۹۰	منابع پیشنهادی
۱۹۱	ماتریس‌ها و عملیات جبری بر روی ماتریس‌ها
۱۹۱	انواع ماتریس‌ها
۱۹۲	عملیات ماتریسی
۱۹۳	دترمینان یک ماتریس 3×3
۱۹۳	ماتریس کوفاکتور

۱۹۵	فرهنگ لغت
۱۹۷	منابع و مآخذ
۲۰۳	نمایه

چکیده

کینماتیک، مطالعه حرکت بدون در نظر گرفتن علت آن است. مطالعه حرکت انسان در گذشته زمان‌بر، سخت و پرهزینه بوده است. پیشرفت در تکنولوژی بسیاری از فرآیندهای ثبت داده حرکتی را الکترونیکی نموده و امکان استخراج اطلاعات دو و سه‌بعدی را فراهم آورده است. امروزه بیومکانیک‌ها از نرم‌افزارهای متعددی برای محاسبه داده‌های جابجایی برای بازسازی سریع‌تر حرکات اندام‌ها و مقاصد بدن که در الگوی حرکتی متفاوت هستند، استفاده می‌نمایند. همچنین کینماتیک گام اول برای تحلیل دینامیک معکوس نیز می‌باشد، که علت حرکت را مشخص می‌نماید. در این کتاب، چگونگی ثبت الکترونیکی کینماتیک دوبعدی، به صورت تصویری، ویدیویی و چگونگی استخراج داده‌های دیجیتال حاصل از ثبت، پردازش و عملیات ریاضی جهت محاسبه کینماتیک سه‌بعدی و تئوری‌ها و روش‌های تحلیل برای بررسی حرکت در سیستم‌های پیچیده با درجات آزادی بالا، با استفاده از روش‌های سیستم‌های پویا مطرح شده است.

پیشگفتار

نیاز گسترده دانشگاه‌ها و دانشجویان به منابع درسی در رشته‌های علوم انسانی و محدود بودن امکانات مراکز علمی و پژوهشی که خود را موظف به پاسخ‌گویی به این نیازها می‌دانند، ایجاب می‌کند که امکانات موجود با همکاری دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی در مسیر اهداف مشترک به خدمت گرفته شود و افزون بر ارتقاء کمی و کیفی منابع درسی از کارهای تکراری جلوگیری به عمل آید. به همین منظور دانشگاه آزاد اسلامی ترجمه بخش کینماتیکی کتاب «روش تحقیق در بیومکانیک» را به جامعه علمی و ورزش کشور عرضه می‌نماید و انشالله سایر بخش‌های این کتاب در آینده ترجمه و منتشر خواهد گردید.

کتاب حاضر برای دانشجویان رشته تربیت‌بدنی - گرایش‌های بیومکانیک و حرکت‌شناسی ورزشی، اساتید، دانشجویان ورزشی و رفتار حرکتی - در مقطع تحصیلات تکمیلی ترجمه شده است. امید است علاوه بر جامعه دانشگاهی، کلیه علاقه‌مندان به علوم ورزشی و کلیه پژوهشگران در زمینه بیومکانیک ورزشی از آن بهره‌مند شوند.

از تمامی استادان، صاحب‌نظران و جمعی که تقاضا می‌شود با راهنمایی و پیشنهادهای اصلاحی، مترجمین این کتاب را در جهت اصلاح کتاب حاضر و تدوین دیگر آثار در این زمینه یاری دهند.

دکتر مهدی مجلسی

دکتر امیرعلی جعفرنژادگرو

مطالعه حرکت انسان در گذشته زمان‌بر، سخت و پرهزینه بوده است. پیشرفت در تکنولوژی بسیاری از فرآیندهای ثبت داده حرکتی را الکترونیکی نموده و امکان استخراج اطلاعات دو و سه‌بعدی را فراهم آورده است. امروزه بیومکانیست‌ها از نرم‌افزارهای متعددی برای محاسبه داده‌های جابجایی برای بازسازی سریع‌تر حرکات اندام‌ها و مفاصل بدن که در الگوی حرکتی متفاوت هستند، استفاده می‌نمایند. همچنین کینماتیک گام اول برای تحلیل دینامیک معکوس نیز می‌باشد، که علت حرکت را مشخص می‌نماید. در این کتاب، چگونگی ثبت الکترونیکی کینماتیک سه‌بعدی، به صورت تصویری و ویدیویی و چگونگی استخراج داده‌های دیجیتالی حاصل از ثبت، پردازش و عملیات ریاضی جهت محاسبه کینماتیک سه‌بعدی و تئوری‌ها و روش‌های تحلیل برای بررسی حرکت در سیستم‌های پیچیده با درجات آزادی بالا، با استفاده از روش‌های سیستم‌های پویا شرح شده است.