
بسم الله الرحمن الرحیم

نشریه سالمندی سالم و ورزش،آذر ۱٤۰٤؛ ۱ (۳)

jhae.ut.ac.ir
Journal HAE

مقاله مروری
انتشار آنلاین: ۳۰ آذر ۱٤۰٤

پیش بینی سقوط سالمندان با استفاده از تک حسگر اینرسی در حین راه رفتن : یک مرور روایتی

یاسمن جعفری [۱]، الهام شیرزاد عراقی [۲]✉

۱. گروه بیومکانیک، دانشکده مهندسی پزشکی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران. رایانامه: jdjdjafari@aut.ac.ir

۲. **نویسنده مسؤول**، گروه طب ورزشی و فناوری های نوین، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: eshirzad@ut.ac.ir

دریافت: ۱۹ مهر۱۴۰۴؛ **بازنگری:**۱۷ آذر ۱۴۰۴ ؛ **پذیرش:** ۲۶ آذر ۱۴۰۴



رفرنس مقاله

جعفری, یاسمن, & شیرزاد عراقی. (2025). پیش بینی سقوط سالمندان با استفاده از تک حسگر اینرسی در حین راه رفتن: یک مرور روایتی. سالمندی سالم و ورزش, 1(3), 1-12.

لینک مقاله

https://jhae.ut.ac.ir/article_105261.html

کمیته دانشجویی توسعه آموزش پزشکی
با همکاری دفتر توسعه آموزش بیمارستان ثامن الحجج(ع)(EDO) برگزار می‌کند؛

EDO Education Development Office

کمیته دانشجویی توسعه آموزش پزشکی
دانشکده علوم پزشکی سیرجان

ژورنال کلاب



با موضوع

پیش بینی سقوط سالمندان با استفاده از تک حسگر
اینرسی درحین راه رفتن: یک مرور روایتی



ارائه دهنده :زینب حاجی زاده

دانشجوی کارشناسی پرستاری ، ورودی ۱۴۰۳

استاد راهنما:خانم مهسا احسانی

سه‌شنبه ۱۲خرداد ماه
ساعت ۱۲

@SIRUMSCMED

راه های ارتباطی؛
https://ble.ir/Sirumscmed

لینک برگزاری: https://skyroom.online/ch/am3t/sirums.uni.edc

روش شناسی پژوهش



- مرور روایتی، 12 مقاله ،در سال 1404
- با هدف تحلیل شواهد موجود در زمینه کاربرد فناوری های مبتنی بر حسگر اینرسی در ارزیابی خطر سقوط در سالمندان
- جستجوی ساختارمند در دو پایگاه داده Science of Webو Scopus
- در بازه زمانی 2015تا 2025
- محدودیت زبان انگلیسی
- انتخاب 221 مقاله در تحلیل کتابخانه ای
- دو مجله علمی معتبر:نشریه عصب شناسی، نشریه انجمن تخصصی مهندسی الکترونیک



معیار ورود:

- طرحهای مقطعی، مورد-شاهدی در جمعیت سالمندان 60 سال به بالا
- گزارش موارد مرتبط با سقوط

معیار خروج:

- مطالعات مبتنی بر حسگر غیر پوشیدنی
- جمعیت زیر 60 سال
- شبیه سازی رایانه ای
- مطالعات حیوانی

کلمات کلیدی جستجو

01

حسگر پوشیدنی یا واحد اندازه گیری اینرسی یا IMU یا شتاب سنج

02

خطر سقوط یا پیشبینی سقوط یا تشخیص سقوط یا ارزیابی خطر سقوط

03

سالمند





مقدمه

سقوط:

- چالش اصلی بهداشت عمومی در سالمندان
- منجر به آسیبهای شدید و کاهش استقلال
- دومین علت اصلی مرگهای تصادفی
- اختلال ADL %40 سالمندان

عوارض سقوط:

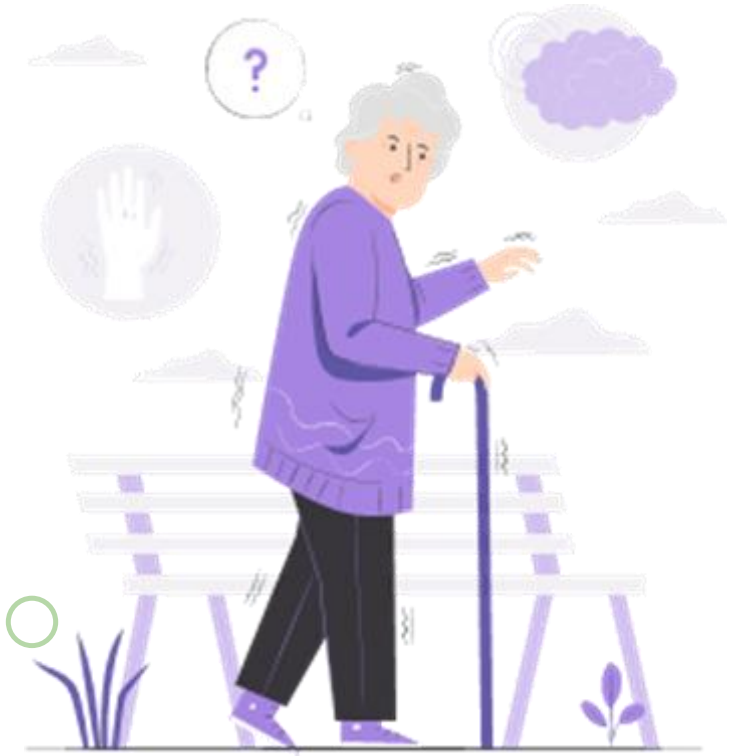
- کاهش سلامت جسمی و ذهنی
- شکستگیها
- افت در توانایی شناختی
- القا ترس از سقوط
- مرگ

عوامل خطر:

- درونی
- بیرونی



حسگر اینرسی:



- فناوری های پوشیدنی
- پرکاربردترین ابزارها
- ارزیابی دقیق خطر سقوط
- ارزیابی دقیق تغییرات ایجاد شده در الگوی حرکتی و وضعیت بدن را در حین راه رفتن
- ابزاری ارزان قیمت
- ابعاد کوچک
- اندازه گیری دقیق شتاب خطی و سرعت زاویه ای
- قرارگیری حسگرها در ناحیه تحتانی
- ثبت راستای قرارگیری بدن، پایداری وضعیت بدن و نوسان

استخراج داده ها

1

ویژگیهای مطالعه

نوع طرح، محل انجام، منابع مالی

2

مشخصات حسگر

نوع حسگر، محل نصب کمر، مچ پا، مهره های 3-۵ کمری، فرکانس نمونه برداری

3

جمعیت شناسی

سن، جنس، سابقه سقوط

4

پروتکل ارزیابی

آزمونهایی مانند برخاستن و رفتن، آزمون تعادلی برگ، راه رفتن روی تردمیل یا زمین

5

متغیر های استخراج شده

طول گام، سرعت راه رفتن، نمای لیاپانوف، آنتروپی نمونه

6

روش تحلیل

هموار سازی سیگنال، روش های یادگیری ماشین، اعتبارسنجی

7

پیامدها

دقت پیشبینی سقوط، حساسیت و ویژگی روش، پارامترهای تمایزدهنده بین سالمندان با خطر سقوط بالا و پایین



یافته ها

1) محل قرار گیری حسگر
2) پروتکل ارزیابی و محیط
3) پارامتر های خطی،فضایی و زمانی راه رفتن
4) اعتبار سنجی آینده نگر در برابر گذشته نگر



محل قرارگیری حسگر

Wangو همکاران:

- ✓ شایعترین و مؤثرترین مکان :مهره های سوم، چهارم یا پنجم پایین کمر
- ✓ ثبت شتاب سه محوره و سرعت زاویه ای در آزمون برخاستن و رفتن
- ✓ نشان دادن بهترین تمایز بین گروه های پرخطر و کم خطر

Buisseret و همکاران:

- ✓ قرار دادن حسگر بر روی مهره چهارم کمری
- ✓ اندازه گیری متغیرها با دقت 76%
- ✓ انتخاب اول برای نظارت بر تعادل در حین انتقال از یک وضعیت به وضعیت دیگر

Liu و همکاران:

- ✓ قرارگیری حسگر در محل استرنوم
- ✓ تمرکز بر دینامیک تنه
- ✓ حساسیت بالاتری نسبت به قرار گیری حسگر بر روی پا
- ✓ حساسیت روی راه رفتن شافلینگ
- ✓ حذف خطای تشخیص گام

Saadehو همکاران:

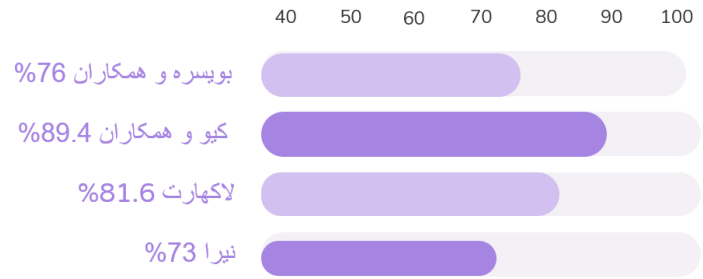
- ✓ نصب حسگر MPU6050بر روی ران
- ✓ دقت پیش بینی 98%
- ✓ محدود در تعمیم سازی



پروتکل های ارزیابی و محیط

Qiu و همکاران:
ادغام سه حوزه ارزیابی
دقت 89.4 %

Buisseretو همکاران :
تست برخاستن و رفتن
تحلیل تغییرپذیری راه رفتن
دقت76%



Lockhart :
آزمون راه رفتن 10 متری با طرح ریزی آینده نگر
دقت پیش بینی کننده 81.6 %

طرح Neira:
تست ۱۵ دقیقه ای راه رفتن آزاد
طرح مورد-شاهد
73 %دقت
قابلیت تعمیم بهتر



پارامترهای خطی_ فضایی_زمانی راه رفتن



سرعت راه رفتن



شاخص های نوسان
پذیری یا ضریب تغییرات



فرکانس گام برداری

شاخصهای غیرخطی(آنتروپی نمونه،نمای لیاپانوف) میتوانند بی ثباتی اولیه و پیش علامتی راه رفتن را قبل از بروز سقوط بالینی آشکار کنند.

محدودیت های پارامتر ها



انتخاب شرایط حرکتی بر پایداری این شاخص ها تأثیر مستقیم دارد

پارامترهای به دست آمده از پایین آمدن از پله ها همبستگی قویتری با پروفایل فیزیولوژیک ریسک سقوط نسبت به
راه رفتن روی سطح صاف دارند

ویژگی های حوزه فرکانس به محیط اجرای آزمون حساس هستند

در الگوهای راه رفتن شافلینگ (کشیدن پا روی زمین) عملکرد مطمئنی ندارند

سنجش های خطی نوسان پذیری به تشخیص دقیق گام وابسته اند

اعتبارسنجی آینده نگر در برابر گذشته نگر

- در مطالعه Liu: یک کوهورت با پیگیری آینده نگر 6 ماهه با دقت 81/ 6 درصد برای پیشبینی سقوط های آینده

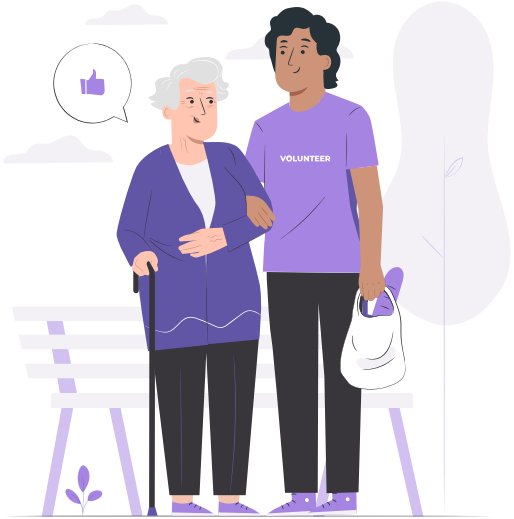
- مطالعه Van Schooten: پیش بینی با مانیتورینگ یک هفته ای در محیط زندگی واقعی با استفاده از رگرسیون لجستیک

- مطالعات Howcroft ، Rivolta و Qiu :

1. دقت های بالاتر در بازه 84 تا 89 درصد
2. تکیه بر داده های گذشته و اعتبارسنجی متقابل داخلی

- مطالعه Handelzalts :

1. در حوزه نظارت واقعی
2. حسگر اینرسی همگام با ضبط صوت



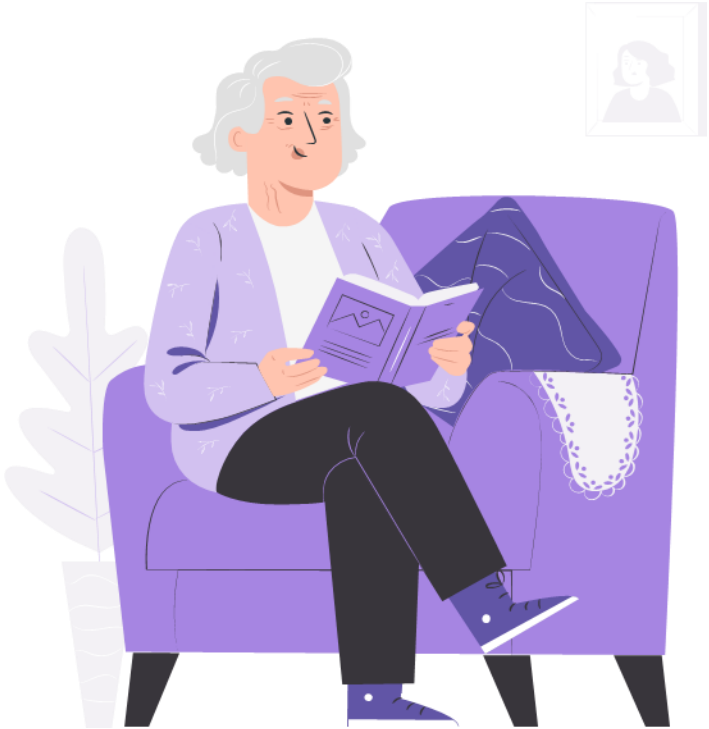
بهترین عملکرد:طرح های آینده نگر، از نظر پیش بینی بالینیِ معنادار

مزیت اصلی طرحهای آینده نگر و محیط واقعی مانند Liu و Van Schooten:

- اعتبار اکولوژیک
- توانایی در پیشبینی سقوط های آینده فراتر از داده های آموزش و اعتبارسنجی متقابل
- در معرض خطر بیش برازش بودن مدل های گذشته نگر

جدول ۱. مقایسه عملکرد یادگیری ماشین

مدل	مطالعات برتر	دقت	حساسیت/ویژگی	اعتبارسنجی	مزایا	معایب
جنگل تصادفی	لیو	٪۸۱/۶	٪۸۰/۳ / ٪۸۶/۷	آینده‌نگر (خوداظهاری)	خطی+غیرخطی، مقاوم	حسگر تکی
ماشین بردار پشتیبان	کیو و نیرا	٪ ۷۳–۸۹/۴	٪۷۳–۸۵ / ٪۹۲	متقابل	چندحسگری	گذشته‌نگر
شبکه عصبی	هاوکرافت و ریولتا	٪۸۴–۸۹	بالا	متقابل	الگوهای پیچیده	بیش‌برازش
درخت تصمیم	بویسره	٪۷۶	-	متقابل	تفسیرپذیر	دقت پایین



نتیجه گیری

نتیجه گیری

حسگرهای اینرسی قرارداده شده در مناطق مرکزی بدن، به ویژه ناحیه پایین تنه (مهره های سوم تا پنجم کمری)، مؤثرترین ابزارهای ارزیابی ریسک سقوط هستند و دقت 76 تا 89/4 درصد را در تمایزسقوط کنندگان از غیرسقوط کنندگان ارائه میدهند

تست برخاستن و رفتن و حدود ثبات و پنج بار نشستن و بلند شدن هنگام ترکیب با شاخص های خطی (سرعت، طول گام، تغیرپذیری گام) و غیرخطی (آنتروپی چند مقیاسی، نمای لیاپانوف) تمایز بهتری ایجاد میکند



الگوریتمهای یادگیری ماشینی مانند ماشین بردار پشتیبان و جنگل تصادفی نسبت به درخت تصمیم عملکرد بالاتری داشته اند، اما مطالعات آینده نگر (مانند Liu با 81/6 درصد دقت در پیگیری شش ماهه) برتری واقعی نسبت به نتایج اعتبار سنجی متقابل دارند

نظارت در محیط واقعی (Handelzalts: 82%) در تشخیص 18 مورد لغزش،)اعتبار اکولوژیک بیشتری فراهم میکند و مؤثرتر از محیط های آزمایشگاهی ساده شده است.

محدودیت ها

1.حجم نمونه کم
2.عدم استانداردسازی محل حسگر و پارامترهای استخراج شده
3.شبیه سازی شده بودن بیشتر سقوط ها در آزمایشگاه و بدون انعکاس شرایط زندگی واقعی



راهکار ها

- ایجاد پایگاه داده عمومی با پروتکل استاندارد
- ترکیب حسگر های متنوع در یک دستگاه برای نظارت جامع
- استفاده از اینترنت اشیا با بازخورد شخصی سازی شده
- توسعه روش های تحلیل بهتر برای تشخیص الگو های پویای ریسک سقوط در محیط واقعی



Thank You

