

به نام خالق بی همتا



طراحی سیستم منطق فازی برای توصیه تمرینات ورزشی

درس

هوش محاسباتی

استاد

دکتر حسین کارشناس

دستیاران آموزشی

رضابرزگر

علی شاه زمانی

آرمان خلیلی

نویسندگان

محمد امین نصیری

سید حسین حسینی دولت آبادی

دانشکده مهندسی کامپیوتر

دانشگاه اصفهان

بهار ۱۴۰۴

فهرست

۲	معرفی پروژه.....
۲	تعریف متغیرهای ورودی.....
۲	تعریف متغیرهای خروجی.....
۳	تعریف توابع عضویت فازی.....
۳	تعریف قوانین فازی.....
۴	تست و اعتبارسنجی سیستم.....
۴	تست اول: کاربر با آمادگی پایین، انرژی کم، هدف کاهش وزن، سن بالا.....
۵	تست دوم: کاربر با آمادگی بالا، انرژی بالا، هدف عضله سازی، سن پایین.....
۵	تست سوم: آمادگی متوسط، انرژی متوسط، هدف کاهش وزن، کاربر با تجربه و انگیزه بالا.....
۶	جمع بندی.....
۷	لینک های مرتبط.....
۷	منابع.....

معرفی پروژه

HydroWizard یک سیستم آبیاری هوشمند مبتنی بر منطق فازی است. این سیستم به طور خود کار و با توجه به شرایط محیطی مانند رطوبت خاک و وضعیت آب و هوا، میزان مناسب آبیاری را تعیین می کند. هدف آن کاهش مصرف آب و افزایش بهره وری کشاورزی است.

تعریف متغیرهای ورودی

در طراحی این سیستم فازی، مجموعه ای از متغیرهای ورودی در نظر گرفته شده اند که هر یک نمایانگر ویژگی های جسمی یا روانی کاربر هستند و تأثیر مستقیمی بر توصیه های تمرینی دارند. این متغیرها به صورت فازی مدل سازی شده اند تا بتوانند بازه های متنوع و غیرقطعی ویژگی های انسانی را بهتر پوشش دهند. متغیرهای ورودی عبارت اند از:

۱. سطح آمادگی جسمانی (fitness): این متغیر بازه ای بین ۰ تا ۱۰ دارد، که در آن مقدار ۰ نشان دهنده فرد کاملاً مبتدی و مقدار ۱۰ نشان دهنده فرد کاملاً حرفه ای است. این متغیر کمک می کند شدت تمرین با توانایی های فعلی کاربر هماهنگ باشد.
۲. سطح انرژی (energy): مانند متغیر قبلی، این متغیر نیز در بازه ۰ تا ۱۰ تعریف شده است. مقدار کمتر نشان دهنده انرژی پایین (مثلاً پس از یک روز خسته کننده) و مقدار بالاتر نشان دهنده سطح انرژی بالا (آمادگی برای انجام تمرینات شدیدتر) است.
۳. هدف تمرینی (goal): این متغیر به صورت گسسته و با مقادیر ۰، ۱ و ۲ تعریف شده است که به ترتیب معادل اهداف «کاهش وزن»، «افزایش عضله» و «تناسب اندام عمومی» هستند. هدف تمرین نقش کلیدی در نوع و شدت تمرین پیشنهادی دارد.
۴. سن (age): بازه این متغیر از ۱۰ تا ۸۰ سال است و برای تنظیم توصیه های تمرینی متناسب با سن افراد در نظر گرفته شده است. سن نقش مهمی در تعیین محدودیت های فیزیولوژیکی و ریسک های تمرینی دارد.
۵. وزن (weight): وزن بدن کاربر در بازه ۴۰ تا ۱۲۰ کیلوگرم در نظر گرفته شده و می تواند بر انتخاب نوع تمرین و شدت آن تأثیر گذار باشد.
۶. تعریف متغیرهای جدید:

- تجربه ورزشی (experience): این متغیر نیز مانند آمادگی جسمانی در بازه ۰ تا ۱۰ تعریف شده و بیانگر میزان آشنایی فرد با حرکات ورزشی، فرم صحیح انجام تمرینات و سابقه ای فعالیت بدنی اوست.
- انگیزه (motivation): این متغیر نشان دهنده ای میزان انگیزه کاربر برای انجام تمرینات است و در بازه ۰ تا ۱۰ تعریف شده است. انگیزه بالا ممکن است باعث شود تمرینات چالشی تری به کاربر پیشنهاد شود.

تعریف متغیرهای خروجی

در این سیستم فازی، دو متغیر خروجی در نظر گرفته شده‌اند که به عنوان نتایج سیستم، نوع تمرین پیشنهادی را توصیف می‌کنند. این متغیرها با توجه به مقادیر فازی شده‌ی متغیرهای ورودی و قوانین تعریف شده، مقداردهی می‌شوند.

۱. شدت تمرین (intensity): این متغیر در بازه ۰ تا ۱۰ تعریف شده است. مقدار ۰ نمایانگر تمرینی با شدت بسیار پایین (مانند پیاده‌روی سبک یا حرکات کششی ساده) و مقدار ۱۰ بیانگر تمرینی با شدت بسیار بالا (مانند تمرینات ایستروال شدید یا وزنه‌برداری سنگین) است. این خروجی بر اساس آمادگی جسمانی، انگیزه، تجربه و سایر متغیرهای ورودی تنظیم می‌شود تا تمرین متناسب با وضعیت فرد ارائه شود.

۲. مدت زمان تمرین (duration): مدت زمان تمرین در این سیستم از ۰ تا ۶۰ دقیقه در نظر گرفته شده است. بسته به وضعیت جسمانی، سطح انرژی، هدف تمرینی و سن کاربر، مدت زمانی منطقی و قابل اجرا پیشنهاد می‌شود.

تعریف توابع عضویت فازی

برای هر یک از متغیرهای ورودی و خروجی، توابع عضویت (Membership Functions) فازی تعریف شده‌اند تا بتوان طیف‌های مختلف مقدارهای ممکن را به صورت فازی دسته‌بندی کرد. در این پروژه از توابع عضویت مثلثی (Triangular - trimf) استفاده شده است که به دلیل سادگی و کارایی در بسیاری از سیستم‌های فازی، رایج هستند. محدوده‌ی عضویت هر متغیر در نوت‌بوک تمرین قابل مشاهده است.

تعریف قوانین فازی

در سیستم‌های فازی، قوانین فازی (Fuzzy Rules) نقش اصلی در تصمیم‌گیری و استنتاج خروجی‌ها بر اساس ترکیب شرایط مختلف ورودی را بر عهده دارند. این قوانین به صورت عباراتی شرطی از نوع "اگر-آنگاه (IF-THEN)" تعریف می‌شوند و رفتار سیستم را توصیف می‌کنند.

در این پروژه، مجموعه‌ای از قوانین فازی ساده و شهودی طراحی شده‌اند که بر اساس تجربه و منطق انسانی، رابطه بین متغیرهای ورودی و خروجی را مشخص می‌کنند. قوانین به صورت ترکیب‌هایی از شرایط مختلف آمادگی جسمانی، سطح انرژی، هدف، سن، وزن، تجربه و انگیزه تعریف شده‌اند و شدت و مدت تمرین را تعیین می‌کنند.

برخی از قوانین تعریف شده در این سیستم عبارتند از:

۱. اگر آمادگی جسمانی کم و انرژی پایین باشد، شدت تمرین کم باشد.
۲. اگر آمادگی بالا و انرژی زیاد باشد، شدت تمرین زیاد باشد.
۳. اگر هدف کاهش وزن و سن بالا باشد، مدت تمرین کوتاه باشد.
۴. اگر هدف عضله‌سازی و انرژی متوسط باشد، شدت تمرین متوسط باشد.

۵. اگر فرد جوان و آمادگی متوسط داشته باشد، مدت تمرین طولانی باشد.

۶. اگر وزن زیاد و هدف کاهش وزن باشد، مدت تمرین طولانی باشد.

۷. اگر آمادگی متوسط و انرژی متوسط باشد، شدت تمرین متوسط باشد.

۸. اگر هدف کلی (تناسب اندام) و وزن نرمال باشد، مدت تمرین متوسط باشد.

۹. اگر تجربه کم باشد، شدت تمرین کم باشد.

۱۰. اگر انگیزه زیاد باشد، شدت تمرین زیاد باشد.

تست و اعتبارسنجی سیستم

در این بخش، نتایج حاصل از اجرای سیستم فازی برای سه سناریو مورد بررسی قرار گرفته‌اند. هدف از این تحلیل، اعتبارسنجی خروجی‌های سیستم بر اساس منطق انسانی و انتظارات واقع‌بینانه است. هر سناریو شامل مقادیر مشخصی از ورودی‌هاست و خروجی‌های شدت (Intensity) و مدت (Duration) تمرین، هم به صورت پایه و هم مقیاس‌بندی شده (با توجه به ترجیح کاربر) تحلیل شده‌اند.

تست اول: کاربر با آمادگی پایین، انرژی کم، هدف کاهش وزن، سن بالا

ویژگی	مقدار
Fitness	۳ (پایین)
Energy	۴ (پایین)
Goal	کاهش وزن
Age	۶۵ (مسن)
Weight	۸۵ (اضافه وزن)
Experience	۲ (پایین)
Motivation	۸ (بالا)
User Pref	سبک‌تر

خروجی:

• Base Intensity: ۵.۰ → Scaled: ۳.۸۲

• Base Duration: ۲۷.۸۸ → Scaled: ۲۶.۰۷

تحلیل منطقی:

• آمادگی پایین، انرژی پایین و تجربه کم: انتظار داریم شدت تمرین پایین باشد.

- سن بالا: مدت تمرین نباید زیاد باشد.
 - هدف کاهش وزن و وزن بالا: ممکن است کمی مدت بیشتر شود.
 - ترجیح کاربر به تمرین سبک تر باعث کاهش بیشتر شدت و مدت می شود.
- نتیجه گیری: خروجی ها با انتظار منطقی مطابقت دارند و سیستم به درستی ترجیح کاربر و محدودیت های فیزیکی را در نظر گرفته است.

تست دوم: کاربر با آمادگی بالا، انرژی بالا، هدف عضله سازی، سن پایین

ویژگی	مقدار
Fitness	۷ (بالا)
Energy	۸ (بالا)
Goal	عضله سازی
Age	۳۰ (جوان)
Weight	۷۰ (نرمال)
Experience	۵ (متوسط)
Motivation	۶ (متوسط)
User Pref	(default) پیش فرض

خروجی:

- Base Intensity: ۸.۲۴ → Scaled: ۸.۲۴
 - Base Duration: ۵۱.۵۶ → Scaled: ۵۱.۵۶
 - تحلیل منطقی:
 - آمادگی و انرژی بالا: شدت زیاد قابل انتظار است.
 - هدف عضله سازی نیاز به تمرین شدید و طولانی دارد.
 - سن جوان و وزن مناسب پشتیبان تمرین طولانی است.
 - ترجیح کاربر پیش فرض بوده و بدون تغییر باقی مانده است.
- نتیجه گیری: خروجی ها بسیار منطقی اند و به خوبی با شرایط فرد و هدف تمرین تطابق دارند.

تست سوم: آمادگی متوسط، انرژی متوسط، هدف کاهش وزن، کاربر با تجربه و انگیزه بالا

ویژگی	مقدار
Fitness	۵

Energy	۶
Goal	کاهش وزن
Age	۴۵
Weight	۸۰
Experience	۸
Motivation	۹
User Pref	سخت‌تر

خروجی:

Base Intensity: ۷.۰ → Scaled: ۷.۷ •

Base Duration: ۳۳.۸۹ → Scaled: ۳۰.۵ •

تحلیل منطقی:

- آمادگی و انرژی در حد متوسط به بالا: شدت متوسط تا بالا منطقی است.
- تجربه و انگیزه بالا، نیاز به تمرین شدیدتر را تقویت می‌کند.
- هدف کاهش وزن و وزن نسبتاً بالا، نیاز به مدت تمرین متوسط را توجیه می‌کند.
- ترجیح کاربر به تمرین سخت‌تر باعث افزایش شدت و اندکی کاهش زمان (تمرین فشرده‌تر) شده است.
- نتیجه‌گیری: سیستم به درستی شدت را افزایش داده و مدت را با توجه به ترجیح کاربر تنظیم کرده است.

جمع‌بندی

- در هر سه تست، سیستم به درستی میان متغیرهای ورودی، هدف، وضعیت جسمانی و ترجیحات شخصی کاربر تعادل برقرار کرده است.
- خروجی‌های شدت و مدت تمرین با منطق انسانی تطابق دارند و نشان‌دهنده عملکرد صحیح قوانین فازی و مقیاس‌بندی خروجی‌ها هستند.
- ملاحظات ایمنی مثل سن، آمادگی و تجربه نیز در توصیه‌ها رعایت شده‌اند.

لینک‌های مرتبط

نوت بوک در گوگل کولب:

[https://colab.research.google.com/github/AMIN-nsri/fuzzy-logic-system-for-sport-exercise-recommendation/blob/main/sport exercise recommendation system.ipynb](https://colab.research.google.com/github/AMIN-nsri/fuzzy-logic-system-for-sport-exercise-recommendation/blob/main/sport%20exercise%20recommendation%20system.ipynb)

ریپازیتوری گیت‌هاب:

<https://github.com/AMIN-nsri/fuzzy-logic-system-for-sport-exercise-recommendation.git>

منابع

[1] <https://github.com/xbeat/Machine-Learning/blob/main/Introduction%20to%20Fuzzy%20Logic%20in%20Python.md>

[2] ChatGPT

