

تشخیص عواطف توسط دستگاه‌های پوشیدنی

۴ تیر ۱۴۰۳

چکیده

تشخیص عواطف یکی از کاربردهای روزافزون هوش مصنوعی است. این کار می‌تواند در صنعت روانشناسی و خصوصا حوزه ترکیبی محاسبات عاطفی نقش بسیار پررنگی ایفا کند. همچنین هر روز پیشرفت بیشتری را در مورد پوشیدنی‌های هوشمند و افزایش استفاده از آنها را شاهد هستیم.

فهرست مطالب

۱	عواطف	۳
۲	مجموعه داده	۳
۱.۲	دستگاه Respiban	۳
۲.۲	ساعت Empatica E4	۴
۳.۲	پرسشنامه‌ها	۴
۴.۲	طبقه‌بندی	۵
۳	کارهای مشابه	۶
۴	پیش‌پردازش	۶
۱.۴	ساختار مجموعه داده	۶
۲.۴	تمیزسازی داده‌ها	۶
۳.۴	همگام‌سازی داده‌ها	۶
۴.۴	استخراج ویژگی‌ها	۸
۵	روش‌های آموزش	۸
۶	مقایسه	۸

۱ عواطف

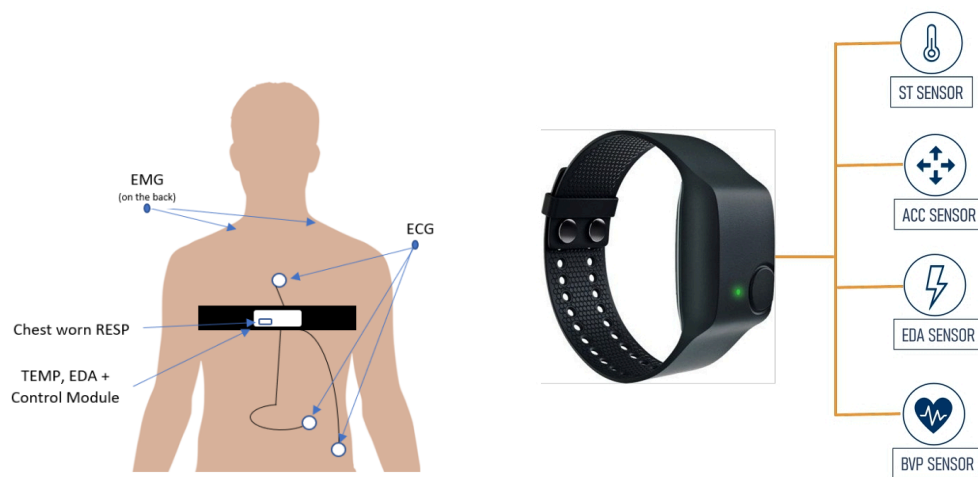
۲ مجموعه داده

مجموعه داده [1] WESAD یکی از کامل‌ترین مجموعه‌های داده برای تشخیص عواطف است. بیشترین تمرکز و استفاده از این مجموعه برای تشخیص استرس بوده‌است. با این وجود، به جز کلاس استرس و عادی، برای تشخیص کلاس‌های خوشحالی و آرامش نیز می‌توان از این داده‌ها استفاده نمود. علاوه بر آن‌ها، هر شخص پرسشنامه‌هایی نیز پر کرده که این هم می‌تواند باعث خلق مدل‌های جدیدی شود. دو دستگاه اصلی برای فراهم آوردن این داده‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند: ۱) مچ‌بند Empatica E4 به بسیاری از دانشگاه‌های سراسر دنیا از آن استفاده می‌کنند [2] و ۲) دستگاه Repiban که یکی از پیشرفته‌ترین سنسورهای تحقیقاتی است که بر روی سینه نصب می‌شود [3].

۱.۲ دستگاه Respiban

این دستگاه می‌تواند ۶ عامل را اندازه‌گیری کند. فرکانس ورودی این دستگاه برای همه سنسورهایش ۷۰۰ هرتز می‌باشد. سنسورهای آن به شرح زیر است:

۱. مختصات یابی (Accelerometer)
۲. نوار قلب (Electrocardiogram)
۳. فعالیت الکتریکی پوست (Electrodermal Activity)
۴. برق‌ماهیچه‌نگار (Electromyogram)
۵. تنفس (Respiration)
۶. دما (Temperature)



شکل ۱: شکل راست: ساعت Empatica E4 را نشان می‌دهد. این ساعت به دلیل سنسورهای کامل، زیبایی و راحتی استفاده کاربرد زیادی در تحقیقات دارد. شکل چپ: دستگاه Respiban و نحوه قرارگیری آن روی سینه و محل هر یک از سنسورها را نشان می‌دهد.

۲.۲ ساعت Empatica E4

این ساعت شامل سنسورهای مختصات یابی، فشار خون^۱، دما، فعالیت الکتریکی پوست است. هر یک از این سنسورها با فرکانس متفاوتی اندازه‌گیری شده‌اند. در جدول مقدار فرکانس هر یک از سنسورها آورده شده است.

فرکانس	سنسور
۳۲	ACC
۶۴	BVP
۴	EDA
۴	Temp

۳.۲ پرسشنامه‌ها

علاوه بر دو دستگاه گفته شده، هر یک از سوژه‌های آزمایش، پرسشنامه‌هایی را پر کردند. این پرسشنامه‌ها در جهت دریافت اطلاعات بیشتر در مورد احساسات اشخاص به کار گرفته شدند، اگرچه در هیچ‌یک از مقالات بررسی شده، محققان از این پرسشنامه‌ها استفاده‌ای نکردند. در قسمت‌های پیش‌رو این پرسشنامه‌ها را بررسی می‌کنیم:

PANAS

سوژه می‌بایست به ۲۶ حس در پرسشنامه، از ۱ تا ۵ امتیاز دهد. این احساسات عبارتند از: فعال، پریشانی، علاقه مند، الهام‌شده، رنجیده، گناهکار، ترسیده، دشمنی، هیجان‌زده، مغرور، کج‌خلق، مشتاق، شرمند، هوشیار، دگران، مصمم، متوجه، عصبی، وحشت‌زده، استرسی، خسته، خوشحال، عصبانی، آزاده‌شدن و ناراحت.

^۱ Blood Volume Pressure

STAI

در این پرسشنامه، سوژه به هر یک از سوال های زیر از ۱ تا ۴ نمره می دهد:

۱. من احساس راحتی می کنم
۲. من احساس نگرانی می کنم
۳. من عصبی هستم
۴. من ریلکس هستم
۵. من احساس دلوپسی می کنم
۶. من احساس رضایت می کنم

SAM

این تست شدت و خوب یا بد بودن احساسات را می سنجد. شخص دو سوال را در مقیاس ۱ تا ۹ پاسخ می دهد: ۱) حس من چقدر خوب است و ۲) شدت این حس چقدر است.

SSSQ

این تست که کوتاه شده تست استاندارد SSSQ است، در زمان های استرس از شرکت کنندگان گرفته شده است. پرسش شونده ها به سوال های زیر از ۱ تا ۵ نمره می دهند:

۱. من متعهد به رسیدن به اهداف عملکردی ام هستم
۲. من می خواهم در این کار موفق شوم
۳. من انگیزه برای انجام این کار را دارم
۴. من خودم را بروز می دهم
۵. من نگران تفکرات دیگران در مورد خودم هستم
۶. من متوجه تاثیری که روی بقیه می گذارم هستم

۴.۲ طبقه بندی

این مجموعه داده عواطف انسان های مورد بررسی را در ۴ طبقه شناسایی کرده است: ۱) حالت معمولی^۲، ۲) استرس، ۳) خوشحالی^۳ و ۴) آرامش^۴.

در جدول ۴.۲ ثانیه های مفید هر یک از سوژه ها آورده شده است. منظور از ثانیه های مفید، آنهایی است که کلاس های آنها حالت پایه، استرس، خوشحالی و یا آرامش است. در دادگان دو کلاس بی نام دیگر وجود دارد که آنها میبایست حذف شوند.

کلاس گذاری در بیشترین فرکانس ممکن (۷۰۰) صورت گرفته و برای هر یک از سنسورها برای دستیابی به کلاس مورد نظر باید آن را به فرکانس آن سنسور تبدیل کنیم.

baseline^۲
Amusement^۳
Meditated^۴

سوژه	ثانیه‌های مفید
۲	۲۸۸۴
۳	۲۹۳۰
۴	۲۹۶۵
۵	۳۰۰۶
۶	۲۹۸۴
۷	۲۹۸۳
۸	۳۰۰۰
۹	۲۹۸۵
۱۰	۳۰۶۸
۱۱	۳۰۱۴
۱۳	۳۰۱۶
۱۴	۳۰۱۶
۱۵	۳۰۲۲
۱۶	۳۰۰۸
۱۷	۳۰۰۲

جدول ۱: ثانیه‌های مفید هر یک از سوژه‌ها

۳ کارهای مشابه

کارهای زیادی با استفاده از این مجموعه داده برای تشخیص عواطف صورت گرفته است. گرچه این دادگان در ۴ کلاس گردآوری شده، بیشتر کارها ۲ کلاسه یا ۳ کلاسه (حالت عادی، استرس و خوشحالی) هستند. همچنین از پرسشنامه‌های موجود در دادگان بهره‌جندانی برده نشده است. در جدول ۳ کارهای مشابه که از این دادگان استفاده کردند آورده شده است.

۴ پیش‌پردازش

در بخش‌های پیش‌رو در مورد کارهای مورد نیاز برای آماده‌سازی داده‌ها برای آموزش مدل‌ها بحث می‌کنیم

۱.۴ ساختار مجموعه داده

در دادگان WESAD داده‌های تجمیع‌شده و همگام‌شده را برای هر سوژه در یک فایل pkl فراهم آورده‌اند. این فایل یک دیکشنری به صورت زیر است. آرایه label و تمام آرایه‌های سنسورهای chest، به طول ۴,۵۴۵,۱۰۰ هستند، که همه $Hz700$ در طول ۶۴۹۳ ثانیه هستند. آرایه‌های ACC و BVP به ترتیب ۳۲ و ۶۴ هرتز و دو سیگنال دیگر هر دو ۴ هرتز هستند.

۲.۴ تمیزسازی دادگان

همانطور که در بالا گفته شد، برخی کلاس‌های داده بلااستفاده هستند. در قدم اول این‌ها حذف می‌شوند و تنها ثانیه‌های مفید باقی می‌مانند. سپس برای زیباسازی ساختار ذخیره داده، آن را به شکل ۲.۴ تغییر می‌دهیم.

۳.۴ همگام‌سازی داده‌ها

برای راحت کار کردن با داده

```

`Sx.pkl`
├── subject
├── label
├── signal
│   ├── chest
│   │   ├── ACC
│   │   ├── ECG
│   │   ├── EMG
│   │   ├── EDA
│   │   ├── Temp
│   │   └── Resp
│   └── wrist
│       ├── ACC
│       ├── BVP
│       ├── EDA
│       └── TEMP

```

شکل ۲: ساختار اولیه دادگان WESAD

```

`Sx_n0.pkl`
├── label
├── chest_ACC
├── chest_ECG
├── chest_EMG
├── chest_EDA
├── chest_Temp
├── chest_Resp
├── wrist_ACC
├── wrist_BVP
├── wrist_EDA
└── wrist_TEMP

```

شکل ۳: ساختار دادگان پس از تغییر

نام کار	سیگنال‌ها	پنجره	عملکرد f-1
Introducing WESAD, a Multimodal Dataset for Wearable Stress and Affect Detection	Extracted features from all the signals	پنجره : ۶۰ ثانیه، قدم: ۱/۴ ثانیه	2class: 91.47, 3class: 72.51
Transformer-based Self-supervised Multimodal Representation Learning for Wearable Emotion Recognition	Wrist BVP, EDA, and Temp	پنجره : ۶۰ ثانیه (۴ هرتز)، قدم: ۱/۴ ثانیه	2class: 93.69, 3class: 82.01
Stress Detection with Machine Learning and Deep Learning using Multimodal Physiological Data	Manual features from all the signals	پنجره: ۱ ثانیه، قدم: ۱ ثانیه	2class: 94.24, 3class: 78.71
Stress Detection by Machine Learning and Wearable Sensors	Manual features from all the chest signals	پنجره: ۱۰ ثانیه، قدم: ۱۰ ثانیه	2class: 83.34, 3class: 65.73
A Transformer Architecture for Stress Detection from ECG	ECG	پنجره: ۳۰ ثانیه، قدم: ۱ ثانیه	2class: 83.3

جدول ۲: کارهای مشابه بر روی دادگان WESAD

۴.۴ استخراج ویژگی‌ها

برای تبدیل داده به فرم مناسب برای آموزش مدل‌های ماشین لرنینگ، یکی از روش‌های پرکاربرد و محبوب، استخراج ویژگی از پنجره‌های سری زمانی است. در کارهای مختلف از پنجره‌های با طول‌های متفاوت استفاده می‌کنند. برای مثال در [۴] از پنجره‌هایی به طول ۱ ثانیه، ۱۰ ثانیه [۵]، و حتی ۳۰ ثانیه [۶] استفاده کردند. در مورد آخر، یکی از علل طول زیاد پنجره به دلیل استفاده از مدل transformer و بهره‌گیری از زمینه^۵ است.

۵ روش‌های آموزش

۶ مقایسه

مراجع

Schmidt, P., Reiss, A., Duerichen, R., Marberger, C., and Van Laerhoven, [۱] K. (2018, October). Introducing wesad, a multimodal dataset for wearable stress and affect detection. In Proceedings of the 20th ACM international conference on multimodal interaction (pp. 400-408)

Fauzi, M. A., Yang, B., and Yeng, P. (2022, November). Improving Stress [۲] Detection Using Weighted Score-Level Fusion of Multiple Sensor. In Pro-

^۵context

ceedings of the 7th International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology (pp. 65-71).

Iqbal, T., Redon-Lurbe, P., Simpkin, A. J., Elahi, A., Ganly, S., Wijns, W., [۳] and Shahzad, A. (2021). A sensitivity analysis of biophysiological responses of stress for wearable sensors in connected health. *IEEE Access*, 9, 93567-93579

Bobade, P., and Vani, M. (2020, July). Stress detection with machine learning and deep learning using multimodal physiological data. In *2020 Second International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)* (pp. 51-57). IEEE. [۴]

Garg, P., Santhosh, J., Dengel, A., and Ishimaru, S. (2021, April). Stress [۵] detection by machine learning and wearable sensors. In *26th International Conference on Intelligent User Interfaces-Companion* (pp. 43-45).

Behinaein, B., Bhatti, A., Rodenburg, D., Hungler, P., and Etemad, A. [۶] (2021, September). A transformer architecture for stress detection from ecg. In *Proceedings of the 2021 ACM International Symposium on Wearable Computers* (pp. 132-134).