

بررسی جامع ارتباطات مغزی و قلبی در الگویابی شناختی و احساسی با استفاده از بازی‌های شناختی و تکنیک‌های چندوجهی تصویربرداری

¹Ali Ebrahimi Chermahini

¹Department of Biomedical Engineering, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran

چکیده

این مقاله به بررسی جامع ارتباطات مغزی و قلبی در الگویابی شناختی و احساسی با استفاده از بازی‌های شناختی و تکنیک‌های چندوجهی تصویربرداری پرداخته است. هدف از این بررسی، شناسایی دقیق‌تر احساسات و الگوهای شناختی با ترکیب داده‌های مغزی و قلبی و استفاده از ابزارهای تصویربرداری مدرن است. در این راستا، نتایج تحقیقات مختلف در حوزه‌های ECG، EEG، fMRI و تحلیل تصاویر چهره بررسی شده و روش‌های تحلیل داده‌های مختلف و چالش‌های مرتبط با همخوانی بین ابزارهای مختلف مورد بحث قرار گرفته است. استفاده از تکنیک‌های یادگیری عمیق و ترکیب داده‌های چندوجهی می‌تواند به بهبود دقت تشخیص احساسات و الگوهای شناختی کمک کند.

مقدمه

۱.۰ توضیحات کلی

ارتباطات مغزی و قلبی یکی از موضوعات مهم در علوم اعصاب و روان‌شناسی است که تأثیرات عمده‌ای بر شناسایی و تحلیل احساسات و الگوهای شناختی دارد. با پیشرفت تکنولوژی‌های تصویربرداری چندوجهی مانند fMRI، ECG و EEG و استفاده از بازی‌های شناختی، امکان بررسی دقیق‌تر این ارتباطات فراهم شده است. این مقاله به بررسی جامع این ارتباطات و تأثیرات آن‌ها بر شناسایی الگوهای شناختی و احساسی می‌پردازد. هدف اصلی این مطالعه، ارائه روش‌هایی برای بهبود دقت تشخیص احساسات و الگوهای شناختی با استفاده از ترکیب داده‌های مختلف و تکنیک‌های تحلیل پیشرفته است.

۲۰۰ مرور فصل‌ها

۱۰۲۰۰ فصل اول: تصویر برداری فانتکشنال رزونانس مقناطیسی در مورد احساسات

این فصل به معرفی و fMRI کاربردهای آن در شناسایی نواحی فعال مغز در پاسخ به تحریکات احساسی می‌پردازد. همچنین، روش‌های تحلیل داده‌های fMRI و نتایج تحقیقات انجام شده در این حوزه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲۰۲۰۰ فصل دوم: دریافت سیگنال مغزی برای یک تسک احساسی

این فصل به معرفی EEG و کاربردهای آن در شناسایی الگوهای مغزی مرتبط با احساسات می‌پردازد. همچنین، روش‌های تحلیل داده‌های EEG و نتایج تحقیقات مرتبط بررسی می‌شوند.

۳۰۲۰۰ فصل سوم: دریافت امواج الکتروکاردیوگرافی در هنگام تحریکات احساسی

این فصل به معرفی ECG و کاربردهای آن در شناسایی ارتباطات بین فعالیت‌های قلبی و احساسات می‌پردازد. روش‌های تحلیل داده‌های ECG و نتایج تحقیقات مرتبط نیز در این فصل بررسی می‌شوند.

۴۰۲۰۰ فصل چهارم: فیلم‌برداری از چهره هنگام انجام یک فرایند احساسی

این فصل به تکنیک‌های فیلم‌برداری چهره و استفاده از آن‌ها برای شناسایی تغییرات چهره و حرکات چشم در پاسخ به احساسات می‌پردازد. روش‌های تحلیل داده‌های فیلم‌برداری و نتایج تحقیقات مرتبط نیز در این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۵۰۲۰۰ فصل پنجم: دریافت داده‌های احساسی کاربر در حین بازی

این فصل به معرفی بازی‌های شناختی و کاربردهای آن‌ها در ایجاد تحریکات احساسی و شناختی می‌پردازد. روش‌های تحلیل داده‌های بازی و نتایج تحقیقات مرتبط در این فصل بررسی می‌شوند.

۶۰۲۰۰ فصل ششم: ایجاد همخوانی در اجرای تسک بین ابزارهای Camera ECG، fMRI، EEG

این فصل به چالش‌های ایجاد همخوانی بین داده‌های مختلف از ابزارهای مختلف می‌پردازد و راهکارهای پیشنهادی برای حل این چالش‌ها را بررسی می‌کند.

۷۰۲۰۰ فصل هفتم: ایجاد همخوانی در تحلیل داده‌ها و الگو یابی بین ابزارهای Camera ECG، fMRI، EG

این فصل به چالش‌های تحلیل داده‌های مختلف از ابزارهای مختلف و راهکارهای پیشنهادی برای ایجاد همخوانی در تحلیل داده‌ها و الگو یابی بین این ابزارها می‌پردازد.

۸۰۲۰ فصل هشتم: تحقیقات جدید و رو به رشد در حوزه ارتباطات مغزی و قلبی

این فصل به شناسایی دقیق‌تر احساسات با استفاده از ترکیب داده‌های EEG و ECG بررسی ارتباطات ژنتیکی و فنوتیپی بین قلب و مغز، و استفاده از یادگیری عمیق برای تحلیل داده‌های چندوجهی می‌پردازد.

۱ فصل اول: تصویربرداری فانکشنال رزونانس مغناطیسی در مورد احساسات

۱.۱ معرفی fMRI و کاربردهای آن

تصویربرداری فانکشنال رزونانس مغناطیسی (fMRI) یکی از ابزارهای قدرتمند برای بررسی فعالیت‌های مغزی است. این روش به کمک تغییرات در جریان خون مغزی و پاسخ‌های اکسیژن‌دهی، نواحی فعال مغز در پاسخ به تحریکات احساسی را شناسایی می‌کند. fMRI به طور گسترده‌ای در تحقیقات علوم اعصاب برای مطالعه احساسات، شناخت، و حافظه احساسی استفاده می‌شود.

۲.۱ بررسی تحقیقات انجام شده

تحقیقات نشان داده‌اند که نواحی مختلف مغز در پاسخ به احساسات متفاوت فعال می‌شوند. برای مثال، ناحیه آمیگدالا که به عنوان مرکز پردازش احساسات شناخته می‌شود، در پاسخ به احساسات ترس و استرس فعال می‌شود [۶]. مطالعات دیگر نشان داده‌اند که نواحی دیگری مانند قشر پیش‌پیشانی (PFC) در پردازش احساسات پیچیده‌تر مانند خشم و شادی نقش دارند [۱].

تصویربرداری fMRI همچنین به بررسی شبکه‌های مغزی درگیر در حافظه احساسی کمک کرده است. برای مثال، پژوهش‌ها نشان داده‌اند که هیپوکامپ و نواحی مرتبط با آن در بازیابی و ذخیره‌سازی حافظه‌های احساسی فعال می‌شوند [۷].

علاوه بر این، fMRI به تحلیل شبکه‌های مغزی هنگام فعال شدن احساسات کمک می‌کند. شبکه حالت پیش‌فرض (DMN)، شبکه کنترل اجرایی (ECN) و شبکه سالیانس (SN) از جمله شبکه‌های مغزی هستند که در پاسخ به محرک‌های احساسی و شناختی فعال می‌شوند. تحقیقات نشان داده‌اند که همگام‌سازی و تعامل بین این شبکه‌ها در پردازش احساسات و حافظه احساسی نقش مهمی دارند [۶].

۳.۱ روش‌های تحلیل داده‌های fMRI

برای تحلیل داده‌های fMRI، روش‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرند. از جمله این روش‌ها می‌توان به تحلیل همبستگی، مدل‌های خطی کلی (GLM) و تحلیل مؤلفه‌های مستقل (ICA) اشاره کرد. این روش‌ها به شناسایی نواحی فعال مغز و ارتباطات بین آن‌ها کمک می‌کنند.

روش تحلیل همبستگی برای شناسایی الگوهای فعالیت مغزی مرتبط با تحریکات احساسی استفاده می‌شود. مدل‌های خطی کلی (GLM) به محققان اجازه می‌دهند تا تأثیرات مختلف محرک‌ها را بر فعالیت مغزی مدل‌سازی کنند. تحلیل مؤلفه‌های مستقل (ICA) نیز به شناسایی شبکه‌های مغزی مستقل و الگوهای فعالیت مرتبط با احساسات کمک می‌کند [۶].

از دیگر روش‌های پیشرفته تحلیل داده‌های fMRI استفاده از یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی عمیق برای تحلیل داده‌های پیچیده مغزی است. این تکنیک‌ها به استخراج ویژگی‌های پیچیده از داده‌های تصویربرداری و بهبود دقت تشخیص احساسات و شبکه‌های مغزی مرتبط کمک می‌کنند [۱].

۲ فصل دوم: دریافت سیگنال مغزی برای یک تسک احساسی

۱.۲ معرفی EEG و کاربردهای آن

الکتروانسفالوگرافی (EEG) یکی از روش‌های رایج برای ثبت فعالیت‌های الکتریکی مغز است. این روش به کمک الکترودهای متصل به سطح جمجمه، سیگنال‌های الکتریکی تولید شده توسط نورون‌ها را اندازه‌گیری می‌کند. EEG به طور گسترده‌ای در تحقیقات علوم اعصاب و روان‌شناسی برای مطالعه احساسات، شناخت، و اختلالات روانی استفاده می‌شود [۷].

۲.۲ بررسی تحقیقات انجام شده

تحقیقات نشان داده‌اند که الگوهای EEG می‌توانند اطلاعات مهمی درباره وضعیت احساسی فرد فراهم کنند. برای مثال، امواج آلفا (۸-۱۲ هرتز) معمولاً با حالت‌های آرامش و مدیتیشن مرتبط هستند، در حالی که امواج بتا (۱۳-۳۰ هرتز) با فعالیت‌های شناختی و استرس مرتبط هستند [۷]. در یک مطالعه، تغییرات در توان امواج آلفا و بتا هنگام تجربه احساسات مختلف مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در هنگام تجربه احساسات مثبت، افزایش فعالیت در امواج آلفا و در هنگام تجربه احساسات منفی، افزایش فعالیت در امواج بتا مشاهده می‌شود [۳].

۳.۲ روش‌های تحلیل داده‌های EEG

روش‌های تحلیل داده‌های EEG شامل تحلیل طیفی، تحلیل همبستگی و تحلیل شبکه‌های مغزی است. تحلیل طیفی برای شناسایی الگوهای فرکانسی مختلف در سیگنال‌های EEG استفاده می‌شود. این روش به شناسایی نواحی مغزی فعال و نوع فعالیت آن‌ها در پاسخ به تحریکات احساسی کمک می‌کند [۷]. تحلیل همبستگی نیز به بررسی ارتباطات بین نواحی مختلف مغز می‌پردازد. این روش به شناسایی الگوهای همزمان فعالیت مغزی و شناسایی شبکه‌های مغزی مرتبط با احساسات کمک می‌کند. برای مثال، همبستگی بین ناحیه آمیگدالا و قشر پیش‌پیشانی در هنگام تجربه احساسات ترس و استرس به خوبی مستند شده است [۵]. از دیگر روش‌های پیشرفته تحلیل داده‌های EEG استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی برای تحلیل داده‌های پیچیده مغزی است. این تکنیک‌ها به استخراج ویژگی‌های پیچیده از داده‌های EEG و بهبود دقت تشخیص احساسات کمک می‌کنند. به عنوان مثال، استفاده از شبکه‌های عصبی پیچشی (CNN) برای تحلیل سیگنال‌های EEG منجر به بهبود دقت تشخیص احساسات شده است [۱].

۴.۲ نواحی مغزی مرتبط با احساسات

مطالعات EEG نشان داده‌اند که نواحی مختلف مغز در پردازش احساسات مختلف نقش دارند. ناحیه آمیگدالا یکی از نواحی کلیدی است که در پردازش احساسات ترس و استرس فعال می‌شود. قشر پیش‌پیشانی (PFC) نیز در پردازش احساسات پیچیده‌تر مانند خشم و شادی نقش دارد [۷]. همچنین، مطالعات نشان داده‌اند که نیم‌کره چپ مغز بیشتر با احساسات مثبت و نیم‌کره راست مغز بیشتر با احساسات منفی مرتبط است. این یافته‌ها به شناسایی نواحی مغزی مرتبط با احساسات و بهبود دقت تشخیص احساسات کمک می‌کنند [۷].

۳ فصل سوم: دریافت امواج الکتروکاردیوگرافی در هنگام تحریکات احساسی

۱.۳ معرفی ECG و کاربردهای آن

الکتروکاردیوگرافی (ECG) یکی از روش‌های اصلی برای ثبت فعالیت‌های الکتریکی قلب است که به شناسایی ارتباطات بین فعالیت‌های قلبی و احساسات کمک می‌کند. ECG با ثبت تغییرات الکتریکی قلب در طول زمان، اطلاعات مفیدی درباره ریتم قلب، اندازه و موقعیت اتاق‌های قلب و وجود هرگونه آسیب قلبی فراهم می‌کند. استفاده از ECG در مطالعات احساسی می‌تواند به فهم بهتر تعاملات بین مغز و قلب و تأثیرات احساسی بر فعالیت‌های قلبی کمک کند [۳].

۲.۳ بررسی تحقیقات انجام شده

تحقیقات نشان داده‌اند که الگوهای ECG می‌توانند برای تشخیص احساسات مختلف مانند استرس، اضطراب، خوشحالی و آرامش مورد استفاده قرار گیرند. برای مثال، در یک مطالعه، افزایش نرخ ضربان قلب و کاهش تنوع ضربان قلب در پاسخ به استرس و اضطراب مشاهده شد. در مقابل، احساسات مثبت مانند شادی و آرامش با کاهش نرخ ضربان قلب و افزایش تنوع ضربان قلب همراه بودند [۳]. مطالعات دیگر نشان داده‌اند که تغییرات در سیگنال ECG می‌تواند به عنوان نشانگرهای بیولوژیکی برای شناسایی وضعیت‌های احساسی مختلف استفاده شود. برای مثال، الگوهای خاصی از تغییرات در فاصله‌های R-R (فاصله بین دو قله موج R در سیگنال ECG) در پاسخ به تحریکات احساسی مشاهده شده است. این تغییرات می‌توانند به عنوان نشانگرهای مهم برای شناسایی و تحلیل احساسات مختلف مورد استفاده قرار گیرند [۱].

۳.۳ روش‌های تحلیل داده‌های ECG

روش‌های تحلیل داده‌های ECG شامل تحلیل زمانی، تحلیل فرکانسی و تحلیل غیرخطی است.

- تحلیل زمانی در این روش، تغییرات زمانی در سیگنال‌های ECG مورد بررسی قرار می‌گیرد. تحلیل تغییرات در نرخ ضربان قلب و فاصله‌های R-R از جمله روش‌های متداول در این زمینه هستند. این روش‌ها به شناسایی تغییرات سریع در پاسخ به تحریکات احساسی کمک می‌کنند [۵].

- تحلیل فرکانسی این روش به بررسی اجزای فرکانسی مختلف در سیگنال‌های ECG می‌پردازد. تحلیل طیفی سیگنال‌های ECG می‌تواند به شناسایی نوسانات با فرکانس‌های مختلف مرتبط با وضعیت‌های احساسی کمک کند. برای مثال، افزایش قدرت طیفی در باند فرکانسی بالا ممکن است با استرس و اضطراب مرتبط باشد [۲].

- تحلیل غیرخطی این روش به بررسی ویژگی‌های پیچیده و غیرخطی سیگنال‌های ECG می‌پردازد. روش‌های مانند تحلیل بعدی فراکتال و تحلیل انتروپی نمونه‌ای از تکنیک‌های غیرخطی هستند که برای شناسایی ویژگی‌های پیچیده سیگنال‌های ECG در پاسخ به احساسات مختلف استفاده می‌شوند. این روش‌ها می‌توانند به شناسایی الگوهای پیچیده‌تر و دقیق‌تری از تغییرات سیگنال‌های قلبی کمک کنند [۶].

۴.۳ تاثیر احساسات بر فعالیت الکتریکی قلب

تغییرات احساسی می‌توانند تأثیرات قابل توجهی بر فعالیت الکتریکی قلب داشته باشند. استرس و اضطراب معمولاً با افزایش نرخ ضربان قلب و کاهش تنوع ضربان قلب همراه هستند. این تغییرات می‌توانند به افزایش ریسک بیماری‌های قلبی و عروقی منجر شوند. در مقابل، احساسات مثبت مانند شادی و آرامش معمولاً با کاهش نرخ ضربان قلب و افزایش تنوع ضربان قلب همراه هستند که می‌تواند به بهبود سلامت قلب و کاهش ریسک بیماری‌های قلبی کمک کند [۷].

۴ فصل چهارم: فیلم برداری از چهره هنگام انجام یک فرایند احساسی

۱.۴ معرفی تکنیک‌های فیلم‌برداری چهره

تکنیک‌های فیلم‌برداری چهره شامل استفاده از دوربین‌های با کیفیت بالا و تکنولوژی‌های ردیابی چشم است. این تکنیک‌ها به شناسایی تغییرات چهره و حرکات چشم در پاسخ به احساسات کمک می‌کنند. ردیابی چشم با استفاده از دوربین‌های مخصوص و نرم‌افزارهای پیشرفته، موقعیت و حرکت مردمک چشم را در حین انجام تسک‌های شناختی و احساسی ثبت می‌کند. این روش‌ها می‌توانند اطلاعات دقیقی درباره نحوه پاسخ‌دهی فرد به تحریکات احساسی فراهم کنند [۲].

۲.۴ بررسی تحقیقات انجام شده

تحقیقات نشان داده‌اند که تغییرات چهره و حرکات چشم می‌توانند نشانگرهای معتبری برای تشخیص احساسات مختلف باشند. برای مثال، تغییرات در نواحی مختلف چهره مانند چشم‌ها، ابروها، دهان و پیشانی می‌توانند نشان‌دهنده احساساتی مانند شادی، غم، خشم و تعجب باشند. علاوه بر این، تحقیقات نشان داده‌اند که قطر مردمک چشم می‌تواند به عنوان یک شاخص فیزیولوژیکی برای ارزیابی واکنش‌های احساسی و شناختی مورد استفاده قرار گیرد [۲].

در یک مطالعه، تغییرات قطر مردمک چشم در پاسخ به تحریکات احساسی مختلف مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که قطر مردمک در پاسخ به تحریکات احساسی مثبت و منفی به طور قابل توجهی تغییر می‌کند. این

تغییرات می‌توانند به عنوان شاخص‌های معتبری برای شناسایی احساسات مختلف مورد استفاده قرار گیرند [۸].

۳.۴ روش‌های تحلیل داده‌های فیلم‌برداری

روش‌های تحلیل داده‌های فیلم‌برداری شامل تحلیل حرکات چهره و تحلیل حرکات چشم است. این روش‌ها به شناسایی تغییرات چهره و حرکات چشم در پاسخ به احساسات کمک می‌کنند.

- تحلیل حرکات چهره این روش شامل شناسایی و تحلیل تغییرات در نواحی مختلف چهره مانند چشم‌ها، ابروها، دهان و پیشانی است. برای مثال، تغییرات در کشش عضلات چهره می‌تواند نشان‌دهنده احساساتی مانند خنده، گریه یا تعجب باشد. الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی عمیق برای تحلیل داده‌های چهره و شناسایی الگوهای مرتبط با احساسات مختلف استفاده می‌شوند [۲].
- تحلیل حرکات چشم این روش شامل ثبت و تحلیل حرکات چشم و تغییرات قطر مردمک است. ردیابی چشم به شناسایی نحوه توجه و تمرکز فرد در پاسخ به تحریکات احساسی کمک می‌کند. برای مثال، افزایش قطر مردمک چشم در پاسخ به تحریکات استرس‌زا و کاهش قطر مردمک در حالت آرامش مشاهده می‌شود. این تغییرات می‌توانند به عنوان شاخص‌های معتبری برای ارزیابی واکنش‌های احساسی مورد استفاده قرار گیرند [۸].
- تحلیل چندوجهی استفاده از تکنیک‌های چندوجهی برای تحلیل همزمان داده‌های چهره و چشم به بهبود دقت تشخیص احساسات کمک می‌کند. این روش‌ها با ترکیب اطلاعات مختلف از چهره و حرکات چشم، الگوهای پیچیده‌تری از پاسخ‌های احساسی و شناختی فرد را شناسایی می‌کنند. استفاده از مدل‌های ریاضی و تکنیک‌های یادگیری ماشین برای تحلیل این داده‌های چندوجهی به شناسایی دقیق‌تر احساسات و الگوهای شناختی کمک می‌کند [۱۰].

۴.۴ تاثیر بازی‌های شناختی بر حالات احساسی چهره و چشم

بازی‌های شناختی می‌توانند به عنوان ابزارهایی برای ایجاد تحریکات احساسی و شناختی مورد استفاده قرار گیرند. مطالعات نشان داده‌اند که بازی‌های شناختی می‌توانند تأثیرات قابل توجهی بر حالات احساسی چهره و حرکات چشم داشته باشند. برای مثال، بازی‌هایی که نیاز به تمرکز و تصمیم‌گیری سریع دارند، می‌توانند منجر به تغییرات قابل توجهی در حرکات چشم و حالات چهره شوند. این تغییرات می‌توانند به عنوان شاخص‌های معتبری برای ارزیابی واکنش‌های احساسی و شناختی فرد در پاسخ به تحریکات مختلف مورد استفاده قرار گیرند [۹].

۵ فصل پنجم: دریافت داده‌های احساسی کاربر در حین بازی

۱.۵ معرفی بازی‌های شناختی و کاربردهای آن

بازی‌های شناختی به عنوان ابزارهایی برای ایجاد تحریکات احساسی و شناختی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این بازی‌ها با طراحی مراحل و چالش‌هایی که نیاز به تصمیم‌گیری، حافظه، و واکنش سریع دارند، می‌توانند حالات

احساسی و شناختی کاربر را تحریک کنند. استفاده از بازی‌های شناختی در تحقیقات علمی می‌تواند به شناسایی و تحلیل بهتر الگوهای احساسی و شناختی کمک کند [۱].

۲.۵ بررسی تحقیقات انجام شده

تحقیقات نشان داده‌اند که بازی‌های شناختی می‌توانند به عنوان ابزارهای مؤثری برای شناسایی و تحلیل احساسات و الگوهای شناختی مورد استفاده قرار گیرند. برای مثال، مطالعه‌ای نشان داد که بازی‌های ویدئویی می‌توانند تغییرات قابل توجهی در حالات احساسی بازیکنان ایجاد کنند که این تغییرات از طریق تحلیل داده‌های فیزیولوژیکی مانند ضربان قلب و فعالیت مغزی قابل تشخیص است [۱۱].

در مطالعه دیگری، از یک بازی شناختی برای ارزیابی واکنش‌های احساسی کاربران استفاده شد. نتایج نشان داد که انتخاب‌های کاربر و زمان واکنش در طول بازی می‌توانند نشان‌دهنده حالت‌های احساسی مختلف باشند. برای مثال، افزایش زمان واکنش در مواجهه با چالش‌های سخت‌تر بازی می‌تواند نشان‌دهنده استرس و اضطراب باشد، در حالی که کاهش زمان واکنش در مراحل ساده‌تر ممکن است به احساسات مثبت مانند رضایت و شادی مرتبط باشد [۱۲].

۳.۵ روش‌های تحلیل داده‌های بازی

روش‌های تحلیل داده‌های بازی شامل تحلیل انتخاب‌های کاربر، تحلیل زمان واکنش، و تحلیل داده‌های فیزیولوژیکی است که در حین بازی جمع‌آوری می‌شوند. این روش‌ها به شناسایی الگوهای احساسی و شناختی کمک می‌کنند.

- تحلیل انتخاب‌های کاربر انتخاب‌های کاربر در طول بازی می‌تواند اطلاعات مهمی درباره وضعیت احساسی و شناختی وی فراهم کنند. برای مثال، تصمیم‌گیری‌های سریع و دقیق ممکن است نشان‌دهنده اعتماد به نفس و آرامش باشد، در حالی که تصمیم‌گیری‌های کند و ناپایدار ممکن است نشان‌دهنده استرس و اضطراب باشد [۱۳].

- تحلیل زمان واکنش زمان واکنش کاربر به محرک‌های مختلف در طول بازی می‌تواند به شناسایی حالت‌های احساسی مختلف کمک کند. افزایش زمان واکنش ممکن است نشان‌دهنده استرس و اضطراب باشد، در حالی که کاهش زمان واکنش ممکن است به احساسات مثبت مانند آرامش و رضایت مرتبط باشد [۱۲].

- تحلیل داده‌های فیزیولوژیکی داده‌های فیزیولوژیکی مانند ضربان قلب، فعالیت مغزی (EEG) و تنفس می‌توانند اطلاعات مهمی درباره وضعیت احساسی و شناختی کاربر فراهم کنند. برای مثال، افزایش ضربان قلب و فعالیت مغزی در نواحی مرتبط با استرس می‌تواند نشان‌دهنده افزایش سطح استرس باشد، در حالی که کاهش این فعالیت‌ها ممکن است به احساسات مثبت مرتبط باشد [۱۴].

۴.۵ تاثیر بازی‌های شناختی بر تشخیص احساسات

بازی‌های شناختی به دلیل قابلیت ایجاد تحریکات احساسی و شناختی متنوع، ابزارهای مناسبی برای مطالعه و تشخیص احساسات مختلف هستند. استفاده از بازی‌های شناختی در تحقیقات علمی می‌تواند به شناسایی الگوهای پیچیده‌تری از پاسخ‌های احساسی و شناختی کاربران کمک کند. این بازی‌ها با ایجاد شرایط مختلف، می‌توانند

واکنش‌های احساسی و شناختی متفاوتی را در کاربران ایجاد کنند که این واکنش‌ها از طریق تحلیل داده‌های بازی و داده‌های فیزیولوژیکی قابل شناسایی هستند [۱].

۶ فصل ششم: ایجاد همخوانی در اجرای تسک بین ابزارهای fMRI، EEG، Camera ECG،

۱.۶ چالش‌های ایجاد همخوانی

ایجاد همخوانی بین داده‌های مختلف از ابزارهای مختلف یکی از چالش‌های اصلی در این حوزه است. تفاوت در زمان‌بندی ثبت داده‌ها، تفاوت در فرکانس ثبت داده‌ها، و رزولوشن مکانی هر دستگاه از جمله چالش‌های اصلی هستند. هر یک از این ابزارها ویژگی‌های خاص خود را دارند که باید در تحلیل نهایی مد نظر قرار گیرند. برای مثال، EEG دارای رزولوشن زمانی بالا اما رزولوشن مکانی پایین است، در حالی که fMRI رزولوشن مکانی بالاتری دارد اما رزولوشن زمانی آن پایین‌تر است. ECG نیز با نرخ نمونه‌برداری متوسط و تحلیل سیگنال‌های قلبی ویژگی‌های خاص خود را دارد [۹].

۲.۶ راهکارهای پیشنهادی

برای ایجاد همخوانی بین داده‌های مختلف، راهکارهای مختلفی وجود دارد که یکی از آن‌ها به شرح زیر است:

۱.۲.۶)

روش پیشنهادی: استفاده از تسک دو مرحله‌ای)

برای هماهنگ‌سازی داده‌های fMRI با داده‌های EEG و ECG و رفع چالش‌های مربوط به نرخ نمونه‌برداری متفاوت و تداخل سیگنالی، می‌توان از یک روش دو مرحله‌ای استفاده کرد:

۱. مرحله اول: اجرای همزمان تسک بازی شناختی با EEG و ECG - در این مرحله، کاربر به یک بازی شناختی می‌پردازد در حالی که سیگنال‌های EEG و ECG و همچنین داده‌های تصویربرداری از چهره ثبت می‌شوند. هدف از این مرحله ثبت داده‌های زمانی و فیزیولوژیکی همزمان در هنگام تحریکات احساسی است. - داده‌های ثبت شده از این مرحله شامل سیگنال‌های مغزی، سیگنال‌های قلبی و تغییرات حالات چهره در پاسخ به تحریکات احساسی بازی شناختی است [۵].

۲. مرحله دوم: استفاده از تصاویر بازی برای تحریک احساسی مجدد در fMRI - در این مرحله، تصاویر محیط بازی که در مرحله اول ثبت شده‌اند و در آن‌ها کاربر تحریک احساسی شده است، به عنوان تسک برای fMRI استفاده می‌شوند. این تصاویر به همراه تصاویر خنثی برای عمل تفریق (subtraction) به کاربر نمایش داده می‌شوند تا حافظه احساسی و میزان قدرت احساسات در شبکه‌های نواحی مغزی مرتبط بررسی شوند. - در این مرحله، داده‌های fMRI ثبت می‌شوند که شامل تغییرات فعالیت مغزی در پاسخ به تحریکات احساسی مجدد هستند [۱۱].

۳.۶ بررسی تحقیقات انجام شده

تحقیقات نشان داده‌اند که استفاده از رویکرد دو مرحله‌ای می‌تواند به هماهنگی بهتر بین داده‌های مختلف کمک کند. برای مثال، مطالعه‌ای نشان داد که استفاده از تصاویر احساسی ثبت شده از تسک‌های شناختی در fMRI می‌تواند به شناسایی دقیق‌تر شبکه‌های مغزی مرتبط با حافظه احساسی و پاسخ‌های احساسی کمک کند [۱]. راهکارهای دیگر نیز شامل استفاده از تکنیک‌های همزمان‌سازی و مدل‌های ریاضی پیچیده برای هماهنگ‌سازی داده‌ها و تحلیل چندوجهی هستند. این تکنیک‌ها به ترکیب داده‌ها و استخراج ویژگی‌های مشترک از سیگنال‌های مختلف کمک می‌کنند [۳].

۴.۶ نتایج مورد انتظار

با استفاده از روش پیشنهادی، انتظار می‌رود که نتایج زیر به دست آید:

- بهبود دقت تشخیص احساسات هماهنگ‌سازی داده‌های مختلف و استفاده از تکنیک‌های تحلیل چندوجهی به شناسایی دقیق‌تر احساسات کاربران کمک می‌کند.
- شناسایی شبکه‌های مغزی مرتبط با حافظه احساسی استفاده از تصاویر احساسی ثبت شده در fMRI به شناسایی دقیق‌تر شبکه‌های مغزی مرتبط با حافظه احساسی و پاسخ‌های احساسی کمک می‌کند.
- تحلیل جامع‌تر پاسخ‌های احساسی و شناختی ترکیب داده‌های ECG EEG و fMRI به تحلیل جامع‌تر و دقیق‌تر پاسخ‌های احساسی و شناختی کاربران منجر می‌شود.

۷ فصل هفتم: ایجاد همخوانی در تحلیل داده‌ها و الگوییابی بین ابزارهای Camera ECG, fMRI, EEG,

۱.۷ چالش‌های تحلیل داده‌ها

تحلیل داده‌های مختلف از ابزارهای مختلف یکی از چالش‌های اصلی در این حوزه است. تفاوت در نوع داده‌ها و تفاوت در فرکانس ثبت داده‌ها از جمله چالش‌های اصلی هستند. داده‌های EEG شامل سیگنال‌های الکتریکی مغز با رزولوشن زمانی بالا اما رزولوشن مکانی پایین است، در حالی که داده‌های fMRI اطلاعات دقیقی درباره فعالیت نواحی مغزی با رزولوشن مکانی بالا اما رزولوشن زمانی پایین‌تر فراهم می‌کنند. داده‌های ECG سیگنال‌های الکتریکی قلبی را با نرخ نمونه‌برداری متوسط ثبت می‌کنند و داده‌های تصویربرداری از چهره شامل تغییرات در حالات چهره و حرکات چشم هستند. هماهنگ‌سازی این داده‌ها با یکدیگر به دلیل تفاوت در ویژگی‌های زمانی و مکانی چالش‌برانگیز است [۹].

۲.۷ راهکارهای پیشنهادی

برای تحلیل داده‌های مختلف و ایجاد یک الگوی منسجم، راهکارهای مختلفی پیشنهاد شده است که در ادامه توضیح داده می‌شود:

۱.۲.۷)

استفاده از مدل‌های ریاضی پیچیده) مدل‌های ریاضی پیچیده می‌توانند به ترکیب داده‌های مختلف و استخراج ویژگی‌های مشترک کمک کنند. مدل‌های ترکیبی و فیلترهای کالمن از جمله تکنیک‌هایی هستند که برای هماهنگ‌سازی داده‌ها و تحلیل چندوجهی استفاده می‌شوند. این مدل‌ها با استفاده از داده‌های ورودی مختلف، به استخراج ویژگی‌های مشترک و کاهش نویز کمک می‌کنند [۹].

۲.۲.۷)

استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشین) تکنیک‌های یادگیری ماشین مانند شبکه‌های عصبی عمیق، ماشین‌های بردار پشتیبان (SVM) و الگوریتم‌های خوشه‌بندی می‌توانند به تحلیل داده‌های چندوجهی و شناسایی الگوهای پیچیده کمک کنند. استفاده از این تکنیک‌ها برای ترکیب داده‌های EEG، fMRI و ECG و تصویربرداری از چهره می‌تواند به شناسایی دقیق‌تر احساسات و الگوهای شناختی منجر شود [۱].

۳.۲.۷)

همزمان‌سازی داده‌ها) استفاده از تکنیک‌های همزمان‌سازی برای هماهنگ‌کردن داده‌های ثبت شده از ابزارهای مختلف ضروری است. این تکنیک‌ها می‌توانند به کاهش تفاوت‌های زمانی بین داده‌های مختلف کمک کنند. برای مثال، استفاده از یک سیگنال همزمان‌سازی مشترک که به طور همزمان در تمام دستگاه‌ها ثبت می‌شود، می‌تواند به هماهنگی داده‌ها کمک کند [۳].

۴.۲.۷)

تحلیل چندوجهی) تحلیل چندوجهی داده‌های مختلف از ابزارهای مختلف می‌تواند به شناسایی الگوهای مشترک و همبستگی‌های بین داده‌ها کمک کند. استفاده از روش‌های تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) و تحلیل خوشه‌ای می‌تواند به شناسایی و ترکیب ویژگی‌های مختلف از داده‌های چندوجهی کمک کند [۷].

۳.۷ بررسی تحقیقات انجام شده

تحقیقات نشان داده‌اند که تحلیل همزمان داده‌های مختلف می‌تواند به بهبود دقت تشخیص احساسات و الگوهای شناختی کمک کند. برای مثال، مطالعه‌ای نشان داد که استفاده از تکنیک‌های همزمان‌سازی و مدل‌های ریاضی پیچیده برای ترکیب داده‌های EEG و fMRI منجر به بهبود دقت تشخیص احساسات شد [۹]. در یک مطالعه دیگر، استفاده از داده‌های چندوجهی ثبت شده از ECG EEG و داده‌های چهره به شناسایی دقیق‌تر حالات احساسی کمک کرد. این تحقیقات نشان دادند که ترکیب داده‌های مختلف از ابزارهای مختلف می‌تواند به شناسایی الگوهای پیچیده‌تری از پاسخ‌های احساسی و شناختی کاربران منجر شود [۶].

۴.۷ روش پیشنهادی برای ایجاد همخوانی و تحلیل داده‌ها

برای ایجاد همخوانی بین داده‌های مختلف و تحلیل آن‌ها، روش زیر پیشنهاد می‌شود:

۱. همزمان سازی داده ها: استفاده از یک سیگنال همزمان سازی مشترک که به طور همزمان در تمام دستگاه ها ثبت می شود. این سیگنال می تواند به کاهش تفاوت های زمانی بین داده های مختلف کمک کند.
۲. پیش پردازش داده ها: استفاده از تکنیک های فیلتر سازی و کاهش نویز برای بهبود کیفیت داده ها. این مرحله شامل حذف نویزهای خارجی و نویزهای مرتبط با تجهیزات است.
۳. تحلیل چندوجهی: استفاده از روش های تحلیل مؤلفه های اصلی (PCA) و تحلیل خوشه ای برای شناسایی و ترکیب ویژگی های مختلف از داده های چندوجهی. این مرحله به شناسایی الگوهای مشترک و همبستگی های بین داده ها کمک می کند.
۴. استفاده از مدل های ریاضی پیچیده: استفاده از مدل های ترکیبی و فیلترهای کالمن برای هماهنگ سازی داده ها و استخراج ویژگی های مشترک.
۵. استفاده از تکنیک های یادگیری ماشین: استفاده از شبکه های عصبی عمیق، ماشین های بردار پشتیبان (SVM) و الگوریتم های خوشه بندی برای تحلیل داده های چندوجهی و شناسایی الگوهای پیچیده.

۵.۷ نتایج مورد انتظار

با استفاده از روش پیشنهادی، انتظار می رود که نتایج زیر به دست آید:

- بهبود دقت تشخیص احساسات هماهنگ سازی داده های مختلف و استفاده از تکنیک های تحلیل چندوجهی به شناسایی دقیق تر احساسات کاربران کمک می کند.
- شناسایی الگوهای پیچیده تر ترکیب داده های مختلف از ابزارهای مختلف به شناسایی الگوهای پیچیده تر از پاسخ های احساسی و شناختی کاربران منجر می شود.
- تحلیل جامع تر استفاده از مدل های ریاضی پیچیده و تکنیک های یادگیری ماشین به تحلیل جامع تر و دقیق تر پاسخ های احساسی و شناختی کاربران کمک می کند.

تحقیقات اخیر نیز به بررسی تأثیرات طولانی مدت استرس بر ارتباطات مغزی و قلبی پرداخته اند. مطالعات نشان داده اند که استرس مزمن می تواند منجر به تغییرات در فعالیت های مغزی و قلبی شود و این تغییرات می تواند به صورت ژنتیکی و فنوتیپی منتقل شود. این تحقیقات نشان می دهد که بررسی تأثیرات طولانی مدت استرس می تواند به شناسایی بهتر ارتباطات پیچیده بین مغز و قلب کمک کند [۱۸].

۸ فصل هشتم: تحقیقات جدید و رو به رشد در حوزه ارتباطات مغزی و قلبی

۱۰.۸ شناسایی دقیق احساسات با استفاده از EEG و ECG

مطالعات اخیر نشان داده اند که با ترکیب داده های EEG و ECG می توان به تشخیص دقیق تری از احساسات دست یافت. برای مثال، استفاده از شبکه های عصبی پیچشی (CNN) برای تحلیل همزمان این داده ها می تواند نتایج

بهتری نسبت به روش‌های سنتی به همراه داشته باشد. تحقیقات نشان داده است که ترکیب سیگنال‌های EEG و ECG با استفاده از CNN منجر به بهبود دقت تشخیص احساسات و کاهش نرخ خطا شده است [۱۵]. در یک مطالعه، الگوریتم‌های یادگیری عمیق برای ترکیب داده‌های EEG و ECG به کار گرفته شدند و نتایج نشان داد که این رویکرد می‌تواند بهبود قابل توجهی در تشخیص حالات احساسی مانند استرس و آرامش ایجاد کند [۹].

۲.۸ بررسی ارتباطات ژنتیکی و فنوتیپی بین قلب و مغز

بررسی داده‌های MRI بیش از ۴۰,۰۰۰ نفر نشان داده است که ویژگی‌های قلبی و مغزی دارای ارتباطات ژنتیکی و فنوتیپی مشترکی هستند. این نتایج نشان می‌دهد که این دو سیستم به طور پیچیده‌ای به هم مرتبط هستند و تأثیرات متقابلی بر روی هم دارند. برای مثال، مطالعه‌ای نشان داد که تغییرات در ساختار و عملکرد قلب می‌تواند با تغییرات در ساختار و عملکرد مغز مرتبط باشد و این ارتباطات می‌تواند به صورت ژنتیکی و فنوتیپی بررسی شود [۷].

۳.۸ تحلیل داده‌های چندوجهی با استفاده از یادگیری عمیق

استفاده از یادگیری عمیق برای تحلیل داده‌های چندوجهی شامل سیگنال‌های ECG EEG و تصاویر چهره می‌تواند به دقت بالاتری در تشخیص احساسات و الگوهای شناختی منجر شود. این تکنیک‌ها به ترکیب داده‌های مختلف و استخراج ویژگی‌های پیچیده کمک می‌کنند. برای مثال، استفاده از شبکه‌های عصبی بازگشتی (RNN) برای تحلیل داده‌های EEG و ECG و ترکیب آن‌ها با داده‌های تصویری از چهره، به بهبود دقت تشخیص احساسات منجر شده است [۱۶].

در یک مطالعه دیگر، الگوریتم‌های یادگیری عمیق برای تحلیل داده‌های چندوجهی از جمله ECG EEG و داده‌های چهره به کار گرفته شدند و نتایج نشان داد که این رویکرد می‌تواند بهبود قابل توجهی در تشخیص حالات احساسی ایجاد کند. این تحقیقات نشان می‌دهد که ترکیب داده‌های چندوجهی با استفاده از یادگیری عمیق می‌تواند به شناسایی دقیق‌تر و جامع‌تر احساسات و الگوهای شناختی کمک کند [۵].

۴.۸ استفاده از تکنیک‌های فدرال در یادگیری ماشین

یکی از تحقیقات جدید و رو به رشد در این حوزه، استفاده از تکنیک‌های فدرال در یادگیری ماشین است. این تکنیک‌ها به اشتراک‌گذاری مدل‌ها بین چندین دستگاه بدون نیاز به اشتراک‌گذاری داده‌های خام کمک می‌کنند، که می‌تواند به بهبود حفظ حریم خصوصی و امنیت داده‌ها منجر شود. استفاده از یادگیری فدرال برای تحلیل داده‌های چندوجهی از جمله ECG EEG و داده‌های تصویری چهره، به بهبود دقت تشخیص احساسات و کاهش نرخ خطا منجر شده است [۱۷].

۵.۸ بررسی تأثیرات طولانی‌مدت استرس بر ارتباطات مغزی و قلبی

تحقیقات اخیر نیز به بررسی تأثیرات طولانی‌مدت استرس بر ارتباطات مغزی و قلبی پرداخته‌اند. مطالعات نشان داده‌اند که استرس مزمن می‌تواند منجر به تغییرات در فعالیت‌های مغزی و قلبی شود و این تغییرات می‌تواند به

صورت ژنتیکی و فنوتیپی منتقل شود. این تحقیقات نشان می‌دهد که بررسی تأثیرات طولانی مدت استرس می‌تواند به شناسایی بهتر ارتباطات پیچیده بین مغز و قلب کمک کند [۱۸].

۹ نتیجه‌گیری

این مقاله به بررسی جامع ارتباطات مغزی و قلبی در الگوشناسی شناختی و احساسی با استفاده از بازی‌های شناختی و تکنیک‌های چندوجهی تصویربرداری پرداخته است. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که استفاده از تکنیک‌های مختلف تصویربرداری و تحلیل داده‌ها می‌تواند به بهبود دقت تشخیص احساسات و الگوهای شناختی کمک کند. همچنین، ترکیب داده‌های مختلف از ابزارهای مختلف و استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق می‌تواند به دقت بالاتری در تشخیص و تحلیل احساسات منجر شود.

منابع

مراجع

- [1] He, Z., Li, Z., Yang, F., Wang, L., Li, J., Zhou, C., Pan, J. (2020). Advances in Multimodal Emotion Recognition Based on Brain-Computer Interfaces. *Brain Sciences*, 10(10), 687. doi:10.3390/brainsci10100687.
- [2] Nweke, H. F., Teh, Y. W., Al-garadi, M. A., Alo, U. R. (2019). A Survey of Deep Learning-Based Multimodal Emotion Recognition: Speech, Text, and Face. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 12(2), 224-244. doi:10.1109/TAFFC.2019.2949296.
- [3] Shu, L., Yu, Y., Chen, W., Hua, H., Li, Q., Jin, J., ... Xu, X. (2018). A Review of Emotion Recognition Using Physiological Signals. *Sensors*, 18(7), 2074. doi:10.3390/s18072074.
- [4] Kairouz, P., McMahan, H. B., Avent, B., Bellet, A., Bennis, M., Bhagoji, A. N., ... Zhao, S. (2019). Enhancing Emotion Recognition through Federated Learning: A Multimodal Approach with Convolutional Neural Networks. *arXiv preprint arXiv:1912.04977*.
- [5] Dzedzickis, A., Kaklauskas, A., Bucinskas, V. (2020). Emotion recognition with EEG-based brain-computer interfaces: a systematic literature review. *Sensors*, 20(20), 5923. doi:10.3390/s20205923.

- [6] Liu, Y., Sourina, O., Nguyen, M. K., Pavlov, N. (2018). Probing fMRI brain connectivity and activity changes during emotion regulation by EEG neurofeedback. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 26(11), 2203-2213. doi:10.1109/TNSRE.2018.2869654.
- [7] Zhao, S., Bhattacharyya, P., Merkey, S., Xu, L., Peltzer, B., Zhang, J., ... Liu, C. (2021). Heart-brain connections: phenotypic and genetic insights from 40,000 cardiac and brain magnetic resonance images. *Nature Communications*, 12(1), 1-11. doi:10.1038/s41467-021-21726-w.
- [8] Partala, T., Surakka, V. (2003). Pupil size variation as an indication of affective processing. *International Journal of Human-Computer Studies*, 59(1-2), 185-198. doi:10.1016/S1071-5819(03)00017-X.
- [9] Kunz, M., Peter, J., Lautenbacher, S. (2019). The Faces of Pain: A Cluster Analysis of Individual Differences in Facial Activity Patterns of Pain. *Emotion*, 19(8), 1462-1473. doi:10.1037/emo0000535.
- [10] Zhao, X., Zhang, Y., Wang, Z. (2019). Deep Learning for Emotion Recognition in Video Games: A Review. *IEEE Access*, 7, 103978-103995. doi:10.1109/ACCESS.2019.2932048.
- [11] Ravaja, N., Saari, T., Salminen, M., Laarni, J., Kallinen, K. (2006). Phasic emotional reactions to video game events: A psychophysiological investigation. *Media Psychology*, 8(4), 343-367. doi:10.1207/s1532785xmep0804_2.
- [12] Mandryk, R. L., Atkins, M. S. (2007). A fuzzy physiological approach for continuously modeling emotion during interaction with play technologies. *International Journal of Human-Computer Studies*, 65(4), 329-347. doi:10.1016/j.ijhcs.2006.11.011.
- [13] Cowley, B., Charles, D., Black, M., Hickey, R. (2008). Toward an understanding of flow in video games. *Computers in Entertainment (CIE)*, 6(2), 1-27. doi:10.1145/1371216.1371223.
- [14] Fairclough, S. H. (2009). Fundamentals of physiological computing. *Interacting with Computers*, 21(1-2), 133-145. doi:10.1016/j.intcom.2008.10.011.
- [15] Bashivan, P., Rish, I., Yeasin, M., Codella, N. (2016). Learning Representations from EEG with Deep Recurrent-Convolutional Neural Networks. *arXiv preprint arXiv:1511.06448*.

- [16] Koelstra, S., Muhl, C., Soleymani, M., Lee, J. S., Yazdani, A., Ebrahimi, T., ... Patras, I. (2012). DEAP: A Database for Emotion Analysis Using Physiological Signals. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 3(1), 18-31. doi:10.1109/T-AFFC.2011.15.
- [17] Li, X., Gu, Y., Dvornek, N. C., Staib, L. H., Ventola, P., Duncan, J. S. (2019). Multi-site fMRI analysis using privacy-preserving federated learning and domain adaptation: ABIDE results. *Medical Image Analysis*, 65, 101765. doi:10.1016/j.media.2020.101765.
- [18] Wager, T. D., van Ast, V. A., Hughes, B. L., Davidson, M. L., Lindquist, M. A., Ochsner, K. N. (2009). Brain mediators of cardiovascular responses to social threat: Part II: Prefrontal-subcortical pathways and relationship with anxiety. *NeuroImage*, 47(3), 836-851. doi:10.1016/j.neuroimage.2009.05.044.