بسم الله الرحمن الرحيم

**دانشگاه تبریز**

**دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر**

**گروه الکترونیک**

**پایان نامه**

**برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برق گرایش الکترونیک**

عنوان

# پیاده‌سازی یک سیستم تشخیص عواطف با استفاده از سیگنال‌های فیزیولوژیکی بر روی FPGA

استاد راهنما:

**دکتر جواد فرونچی**

استاد مشاور:

**دکتر علیرضا فرنام**

پژوهشگر:

**زینب محمدی ینگیجه**

شهریور ۱۳۹۳

# تقدیر و تشکر

**سپاس و ستایش خدای راست، که ما را به ثنا و ستایش خود راه نمود و شایسته آن گردانید تا از سپاسگذاران احسان او باشیم. (صحیفه سجادیه)**

تقدیم به

پدر و مادر عزیز و مهربانم

که در سختی‌ها و دشواری‌های زندگی همواره یاوری دلسوز و فداکار و پشتیبانی محکم و مطمئن برایم بوده‌اند.

با تشکر و سپاسگذاری از زحمات بی دریغ استاد عالی قدر جناب آقای دکتر جواد فرونچی که در سایه لطف و راهنمایی های عالمانه و بجایشان، این پایان نامه گردآوری گردیده است.

با سپاس فراوان از استاد گرامی جناب آقای دکتر علیرضا فرنام، که با سعه صدر مشاوره این تحقیق را پذیرفتند و همواره از نظرات کارشناسانه شان، بهره جستم.

نام خانوادگی دانشجو: **محمدی ینگیجه** نام: **زینب**

عنوان پایان‌نامه: **پیاده‌سازی یک سیستم تشخیص عواطف با استفاده از سیگنال‌های فیزیولوژیکی بر روی FPGA**

استاد راهنما: **دکتر جواد فرونچی**

استاد مشاور: **دکتر علیرضا فرنام**

مقطع تحصیلی: **کارشناسی ارشد** رشته تحصیلی: **مهندسی برق** گرایش:**الکترونیک**

دانشگاه: **دانشگاه تبریز** دانشکده: **مهندسی برق و کامپیوتر**

تاریخ فارغ التحصیلی: **شهریور ۹۳** تعداد صفحه: **۸۷**

کلید واژه‌ها: **عواطف ، تشخیص احساسات، سیگنال‌های فیزولوژیکی، الکتروانسفالوگرافی(EEG)، آرایه گیت‌های قابل برنامه‌ریزی (FPGA)، تبدیل موجک**

چکیده:

**تشخیص و بررسی تغییرات حالات احساسی می‌تواند در تسریع درمان بیماری‌ها موثر واقع شود. بنابراین می‌توان از نتایج ارزیابی حالت‌های احساسی برای کنترل علائم بهبود بیمار استفاده نمود. کمک به بهبودی اختلالاتی شامل، اختلال بیش‌فعالی یا کمبود توجه، اختلال استرس، افسردگی، اختلال خواب و اختلال طیف اوتیسم، کارایی‌های مهمتری برای یک سیستم تشخیص احساسات هستند. از کاربردهای سیستم تشخیص احساسات به عنوان رابط انسان و رایانه می‌توان به این موارد اشاره کرد: سنجش حالات احساسی افراد هنگام تعامل با تکنولوژی‌های جدید و بازی‌های رایانه‌ای و یا هسته یک سیستم مدار بسته که به عنوان سیستم هشدار دهنده برای آگاهی از اینکه یک فرد ناتوان یا سالخورده چه زمانی به کمک نیاز دارد. در این پروژه، احساسات در دو بعد ظرفیت – برانگیختگی با استفاده از سیگنال EEG و سیگنال تنفسی با در نظر گرفتن حداقل تعداد کانال و باند فرکانسی طبقه‌بندی شده‌اند. با استفاده از تبدیل موجک گسسته سیگنال EEG و سیگنال تنفسی به زیرباندهای فرکانسی تجزیه شده و ویژگی‌های مختلف از آن‌ها استخراج شده است. از چند طبقه‌بندی کننده متفاوت برای تشخیص حالت‌های احساسی از روی ویژگی‌های استخراج شده، استفاده شد.**

نتایج نرم‌افزاری نشان می‌دهند طبقه بندی کننده منتخب، برای سطح برانگیختگی صحت ۸۶,۷۵٪ و برای سطح ظرفیت صحت ۸۴,۰۵٪ را برای ۱۰ کانال EEG بدست می‌دهد. این نتایج در مقایسه با کارهای دیگر عملکرد بسیار مناسب سیستم را نشان می‌دهد. به منظور پیاده سازی بهینه سیستم بر روی تراشه ی FPGA از شرکت Xilinx به شماره virtex-4LX25 ، دردو حالت مجزا، از ۲ و ۴ کانال EEG استفاده شد. در سیستم پیاده شده مقدار انرژی باند گاما و انرژی سیگنال اولیه بطور هم-زمان محاسبه شده و سپس بر هم تقسیم می‌شوند. طبقه بندی کننده با دسته بندی ویژگی بدست آمده به تشخیص حالت احساسی سیگنال می‌پردازد. حجم سخت‌افزاری استفاده شده از FPGA برای ۲ کانال ۵۴٪ و برای ۴ کانال ۹۹٪ می‌باشد. مقایسه نتایج نرم‌افرازی و سخت‌افزاری نشان می‌دهد که این سیستم قادر به تشخیص احساسات با میزان صحت قابل قبول است.

## فهرست مطالب


مقدمه ..... ۸

فصل اول : بررسی منابع و پیشینه تحقیق ..... ۱۱

۱-۱ تعریف احساس ..... ۱۲

۱-۱-۱ نظریه‌های احساس ..... ۱۳

۱-۲ سیگنال EEG ..... ۱۵

۱-۳ سیگنال محیطی ..... ۲۰

۱-۳-۱ سیگنال فشار خون ..... ۲۱

۱-۳-۲ تغییرات دمای پوست ..... ۲۱

۱-۳-۳ میزان هدایت پوست ..... ۲۱

۱-۳-۴ ضربان قلب ..... ۲۱

۱-۳-۵ سیگنال تنفسی ..... ۲۲

۱- ۴ تبدیل موجک ..... ۲۳

۱-۴-۱ انواع تبدیل موجک ..... ۲۵

۱-۴-۱-۱ تبدیل موجک گسسته ..... ۲۵

۱-۵ مروری بر مطالعات گذشته در زمینه تشخیص احساس ..... ۲۷

۱-۵-۱ پردازش سیگنال های محیطی به منظور تشخیص احساس ..... ۳۱

۱-۵-۱ پردازش سیگنال های مغزی به منظور تشخیص احساس ..... ۳۳

۱-۵-۱ پردازش سیگنال های مغزی و محیطی به منظور تشخیص احساس ..... ۳۴

فصل دوم : مواد و روش‌ها ..... ۳۶

۲-۱ ساختار کلی سیستم تشخیص احساس ..... ۳۷

۲-۲ جمع‌آوری داده ..... ۳۸

۲-۳ انتخاب الکترود در سیگنال‌های مغزی ..... ۳۸

۲-۴ استخراج ویژگی‌ها ..... ۳۹

۲-۵ طبقه‌بندی کننده ..... ۴۳

۲-۵-۱ روش K-همسایگی نزدیک (KNN) ..... ۴۳

۲-۵-۱ ماشین بردار پشتیبان( SVM) ..... ۴۴

۲-۵-۱ روش تحلیل تفکیک خطی (LDA) ..... ۴۶

فصل سوم : نتایج و بحث ..... ۵۰

۳-۱ نتایج نرم‌افزاری ..... ۵۱

۳-۱-۱ انتخاب پنجره ی زمانی و جفت کانال مناسب ..... ۵۱

۳-۱-۲ انتخاب باند فرکانسی در سیگنال‌های EEG ..... ۵۲

۳-۱-۳ کاهش تعداد کانال‌های EEG ..... ۵۳

۳-۱-۴ تشخیص با استفاده از سیگنال تنفسی ..... ۵۴
۳-۱-۵ انتخاب باند فرکانسی در سیگنال تنفسی ..... ۵۴
۳-۱-۶ ترکیب سیگنال‌های تنفسی و EEG..... ۵۵
۳-۱-۷ مقایسه نتایج ..... ۵۶
۳-۲ نتایج سخت‌افزاری ..... ۵۷
۳-۲-۱ بلوک محاسبه تبدیل موجک گسسته ..... ۵۷
۳-۲-۲ محاسبه انرژی ..... ۶۱
۳-۲-۳ طبقه بندی کننده ..... ۶۳
۳-۲-۴ نتایج کلی سیستم ..... ۶۶
فصل چهارم : نتیجه‌گیری و پیشنهادات ..... ۷۳
۴-۱ نتیجه‌گیری ..... ۷۴
۴-۲ پیشنهادات ..... ۷۵
منابع ..... ۷۶

# فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱ مغز انسان ..... ۱۵

شکل ۱-۲ روش ثبت سیگنال‌های EEG ..... ۱۶

شکل ۱-۳ موقعیت استاندارد الکترودهای EEG در سیستم بین‌المللی ۱۰-۲۰ ..... ۱۷

شکل ۱-۴ موج دلتا ..... ۱۸

شکل ۱-۵ موج تتا ..... ۱۸

شکل ۱-۶ موج آلفا ..... ۱۹

شکل ۱-۷ موج بتا ..... ۲۰

شکل ۱-۸ موج گاما ..... ۲۰

شکل ۱-۹ نمونه‌ای از سیگنال‌های تنفسی بدست آمده از یک کمربند در قفسه سینه و یک سنسور دما قرار گرفته در زیر بینی در حالت‌های مختلف تنفسی ..... ۲۲

شکل ۱-۱۰ نمایش وضوح در صفحات مختلف. (الف) صفحه زمان، (ب) صفحه فرکانس، (پ) صفحه زمان-فرکانس در تبدیل فوریه زمان-کوتاه، (ت) صفحه زمان-فرکانس در تبدیل موجک ..... ۲۴

شکل ۱-۱۱ تعدادی از موجک های مشهور ..... ۲۵

شکل ۱-۱۲ احساسات مختلف در دو بعد برانگیختگی و ظرفیت ..... ۳۱

شکل ۲-۱ بلوک دیاگرام کلی مراحل تشخیص احساس ..... ۳۷

شکل ۲-۲ تجزیه یک نمونه سیگنال الکتروآنسفالوگرام با استفاده از تبدیل موجک گسسته ..... ۴۱

شکل ۲-۳ نمونه‌ای از طبقه بندی کننده KNN ..... ۴۴

شکل ۲-۴ مرز خطی بهینه برای حالتی که دوکلاس کاملاً از هم جدا هستند ..... ۴۶

شکل ۲-۵ جداسازی دو کلاس درطبقه‌بندی کننده LDA ..... ۴۹

شکل ۳-۱ مراحل تجزیه و ترکیب سیگنال به روش تبدیل موجک گسسته ..... ۵۸

شکل ۳-۲ بلوک دیاگرام تجزیه سیگنال x[n] به ضرایب DWT..... ۶۰

شکل ۳-۳ بلوک دایاگرام بازسازی سیگنال از ضرایب DWT..... ۶۰

شکل ۳-۴ ساختار بلوک DWT..... ۶۱

شکل ۳-۵ بلوک دیاگرام استخراج ویژگی انرژی ..... ۶۲

شکل ۳-۶ بلوک دیاگرام مدار طبقه بندی کننده ..... ۶۵

شکل ۳-۷ شبیه‌سازی تشخیص احساس (دو کانال) توسط نرم‌افزار ISE برای شرکت‌کننده شماره۶۸۹

شکل ۳-۸ شبیه‌سازی تشخیص احساس (جهار کانال) توسط نرم‌افزار ISE برای شرکت‌کننده شماره ۹ ..... ۷۱

# فهرست جدول‌ها

جدول ۲-۱ تجزیه سیگنال الکتروآنسفالوگرام به باندهای فرکانسی مختلف با فرکانس نمونه‌برداری ۱۲۸ هرتز ..... ۴۰

جدول ۲-۲ تجزیه سیگنال تنفسی به باندهای فرکانسی مختلف با فرکانس نمونه‌برداری ۱۲۸ هرتز ۴۲

جدول ۳-۱ صحت تشخیص برای جفت کانال‌های مختلف برحسب پنجره زمانی ۲ ثانیه ..... ۵۱

جدول ۳-۲ صحت تشخیص برای جفت کانال‌های مختلف برحسب پنجره زمانی 4 ثانیه ..... ۵۲

جدول ۳-۳ صحت تشخیص برحسب باندهای فرکانسی مختلف ..... ۵۳

جدول ۳-۴ صحت تشخیص برحسب تعداد کانال‌ها ..... ۵۳

جدول ۳-۵ صحت تشخیص برحسب سیگنال تنفسی ..... ۵۴

جدول ۳-۶ صحت تشخیص برحسب باندهای فرکانسی مختلف سیگنال تنفسی ..... ۵۵

جدول ۳-۷ صحت تشخیص بر اساس ترکیب EEG و سیگنال تنفسی ..... ۵۵

جدول ۳-۸ مقایسه نتایج با کارهای پیشین ..... ۵۶

جدول ۳-۹ ضرایب فیلترهای تجزیه و ترکیب برای موجک( db(4 ..... ۵۹

جدول ۳-۱۰ نتایج پیاده‌سازی سخت‌افزاری بلوک DWT ..... ۶۳

جدول ۳-۱۱ نتایج پیاده‌سازی سخت‌افزاری بلوک استخراج ویژگی ..... ۶۴

جدول ۳-۱۲ نتایج پیاده‌سازی سخت‌افزاری طبقه بندی کننده ..... ۶۶

جدول ۳-۱۳ مقایسه نتایج ISE با MATLAB در حالت دو کانال ..... ۶۷

جدول ۳-۱۴ نتایج پیاده‌سازی سخت‌افزاری سیستم تشخیص احساس برای دو کانال ..... ۶۹

جدول ۳-۱۵ مقایسه نتایج ISE با MATLAB در حالت چهار کانال ..... ۷۰

جدول ۳-۱۶ نتایج پیاده‌سازی سخت‌افزاری سیستم تشخیص احساس برای چهار کانال ..... ۷۲

## مقدمه

آنچه در طراحی یک رابط انسان و رایانه(HCI[1]) مهم است فراهم کردن سهولت استفاده، مطلوب بودن و رضایت خاطر برای کاربران می‌باشد. برای تحقق این اهداف واسطهای کاربری روزبه‌روز به دنیای واقعی تزدیک‌تر گشتند. در گذشته ارتباط انسان و رایانه محدود به استفاده از صفحه کیلد و موش‌واره بود، امروزه روش‌های جدیدی از تعاملات انسان و رایانه مانند صدا، تصویر و حالت فرد ایجاد شده است. به این ترتیب رایانه یا ماشین می تواند در سطح بالاتری با کاربر ارتباط برقرار کند. علی‌رغم پیشرفت‌های مهم در ان زمینه، یک جز لازم برای تعاملات طبیعی هنوز به طور کامل در نظر گرفته نشده است که همان موضوع عواطف (احساسات) است[۱-۳]. یکی از موضوعاتی که توجه مهندسان و روانشناسان را به خود جلب کرده است، مسئله تشخیص عواطف (احساسات) از روی سیگنال‌های فیزیولوژیکی می باشد.

تحلیل داده‌های تجربی نشان داده است که احساسات، عواملی هستند که می‌توانند بر سرعت و کارایی درمان‌هایی که هنگام یک دوره درمانی ارائه می‌شوند، ثأثیرگذار باشند. از این‌رو ، ارزیابی حالت‌های احساسی را می‌توان مانند دیگر دستگاه‌های نظارت برای کنترل علائم بهبود بیمار به‌کار برد. اگرچه، کارایی قابلیت استفاده آن در کمک به بهبودی اختلالاتی که بر آسیب‌های اجتماعی و عاطفی دلالت دارند، قطعنأ مهمتراست. این گونه اختلالات شامل اختلال اضطراب[۲]، در خودماندگی با اختلالات طیف اوتیسم (ASD[۳])، افسردگی، اختلال بیش‌فعالی یا کمبود توجه[۴] اختلال استرس، اختلالات خواب و غیره است[۴, ۵].

[1] Human Computer Interface
[2] Anxiety disorder
[3] Autism Spectrum Disorders (ASD)
[4] Attention deficit hyperactivity disorder

همچنین، بررسی حالات احساسی می‌تواند اطلاعاتی برای تعیین این‌که یک فرد ناتوان یا سالخورده چه زمانی به کمک نیاز دارد نیز فراهم آورد از طرفی، نشخیص احساسات، شاخصی برای پیش بینی رفتار است از این رو، می‌تواند برای جلوگیری از انجام رفتارهای خطرناک یا مضر همچون کنترل استرس هنگام رانندگی یا در مشاغل حساس استفاده شود[۶].

یکی از اهداف علوم مبتنی بر تعامل مغز و رایانه، برقراری ارتباط انسان با محیط اطراف از طریق سیگنال‌های مغزی است. به این ترتیب در همین اواخر کاربردهای دیگری نیز برای سیستم‌های باز شناخت احساس از طریق سیگنال‌های مغزی در نظر گرفته می‌شود. از جمله می‌توان به این موارد اشاره کرد: در بازاریابی و فروش از طریق اینترنت، با بررسی سیگنال‌های مغزی افراد در حین بازدید از صفحات وب، احساسات واقعی آن‌ها ارزیابی می شود. سنجش حالات روحی افراد هنگام تعامل با تکنولوژی و یا بازی‌های رایانه‌ای از دیگر کاربردهای هستند که امروزه مورد توجه قرار می گیرند.

توجه به این نکته ضروری است که احساسات، تنها آن چه که بروز پیدا می کنند، نیستند؛ بلکه روان شناسان مرز دقیق و مشخصی بین آن چه بروز پیدا می کند و آن چه در واقع توسط فرد حس می شود قایل هستند[۷]. پارامترهای از قبیل تغییر چهره و صدای فرد و یا حتی نوع حرکات و قرار گرفتن اعضای بدن وی نمایان گر جنبه بیرونی احساسات هستند؛ وسیگنال‌های مغزی و محیطی ناظر بر جنبه درونی احساسات می باشند [۸, ۹]. بررسی احساس از روی صدا و تصویر فرد بسیار متداول است و تلاش‌های زیادی در این زمینه انجام شده است. تلاش برای تشخیص احساس افراد از روی سیگنال‌های مغزی و محیطی به صورت جداگانه نیز چندی است که توجه محققان را به خود جلب کرده است. بررسی احساس با استفاده از سیگنال مغزی مدت هاست مورد توجه محققان علوم مغز و شناخت قرار گرفته است. مهندسان و محققانی که در زمینه ی تعامل انسان و رایانه مطالعه می کنند، روی بررسی احساس با استفاده از سیگنال‌های فیزیولوژیک مطالعاتی انجام داده اند. اما بررسی

احساس با استفاده از سیگنال‌های مغزی و محیطی به صورت همزمان به تازگی مورد توجه قرار گرفته است. در واقع ایده ی اصلی، استفاده‌ی همزمان سیگنال مغزی و محیطی این است که هر دو، معرف جنبه‌ی درونی احساس هستند. سیگنال‌های مغزی، مرتبط با سیستم اعصاب مرکزی و سیگنال‌های محیطی، مرتبط با سیستم اعصاب خودکار می باشد [۹, ۱۰].

ساختار کلی پایان‌نامه به این صورت است که ابتدا در فصل اول با احساس و تعاریف مختلف آن و سیگنال‌های فیزیولوژیکی آشنا شده و همچنین پیشنیه تحقیق مربوط به این پروژه مرور می‌شود. در فصل دوم داده‌های مورد استفاده در این پروژه معرفی شده و الگوریتم تشخیص احساس طراحی شده توضیح داده می شود. در فصل سوم بر اساس نتایج نرم‌افزاری بدست آمده، سخت‌افزار طراحی شده معرفی شده و نتایج سیستم کلی و مقایسه با کارهای دیگران آورده می‌شود. در نهایت در فصل چهارم نتایج بدست آمده مورد بحث و بررسی قرار گرفته و پیشنهاداتی برای ادامه مسیر و کارهای آتی ارائه می‌گردد.

# فصل اول:

# بررسی منابع و پیشینه تحقیق

## ۱-۱ تعریف احساس

احساس[5] عبارت است از واکنش کلی شدید و کوتاه ارگانیسم به یک موقعیت غیر منتظره همراه با یک حالت عاطفی خوشایند و یا ناخوشایند. احساس عاملی است که ارگانیسم را به حرکت در می آورد. چون احساس با نیاز ها و انگیزش‌های ارگانیسم رابطه نزدیک دارد و می تواند ریشه بسیاری از اختلال‌های روانی یا روان – جسمی باشد، از اهمیت بالایی برخوردار است. احساس نه تنها به ماهیت کامل احساس‌زا بلکه به خود فرد حالت فعلی جسمی – ذهنی، شخصیت، تاریخچه زندگی و تجربه‌های قبلی او وابسته است.

واکنش‌هایی که ارگانسیم در مقابل احساس نشان می دهد عبارت از واکنش‌های درونی نگرش و حرکتی. واکنش‌های درونی همه‌ی دستگاه‌ها را در بر می‌گیرد مثل دستگاه گردش خون، تنفس، هاضمه، غدد و دستگاه عضله‌ای به این صورت که به هنگام احساس دگرگونی‌هایی در عملکرد این دستگاه‌ها دیده می‌شود. مثلا حرکات قلب تند یا کند می‌شود، رگ‌های سطحی بدن انقباض پیدا می-کند و رنگ پریدگی به همراه می‌آورد آهنگ و عمق تنفس تغییر می‌کند، حرکات دودی مری، معده و روده متوقف می‌شود، ترشح غدد بزاقی قطع می‌شود، در عوض ترشح برخی دیگر از غدد مثل غده‌ی اشکی و ادرار و عرق افزایش می‌یابد موها راست می‌شود خطوط چهره تغییر می‌کند و ...

بخش ظاهری واکنش‌های احساسی را جلوه‌ی احساس می‌نامند. بسیاری از جلوه‌های احساس غیر ارادی هست مثل لرزش دست‌ها پریدن رنگ گرفتن گلو و ... در عوض جلوه‌هایی از احساس را می‌توان نام برد که به محیط و به تعلیم و تربیت وابسته است و اصطلاحاً جلوه‌های اکتسابی و اجتماعی احساس نامیده می‌شود. مثلا لبخند زدن که در ابتدا جلوه‌ی بازتابی است می‌تواند تحت

[5] Emotion

تاثیر تعلیم و تربیت قرار گیرد و تغییر شکل یابد مثلا می‌توانیم لبخند محبت آمیز، موذیانه، تحقیر آمیز، ملیح و نیش دار داشته باشیم.

## ۱-۱-۱ نظریه‌های احساس

در مورد ماهیت و چگونگی تولید احساس نظریه های متفاوتی عنوان شده است.

تا اواخر قرن ۱۹ عقیده سنتی فراخوانی و بیان احساس شامل این توالی تکراری بود: اول یک واقعه مهم تشخیص داده می شود. مثلا شما خانه خود را در آتش می بینید. این تشخیص در ابتدا در کورتکس مغز یک تجربه هیجانی آگاهانه تولید می‌کند – ترس – که سیگنال‌هایی را به ساختارهای محیطی شامل قلب – رگهای خونی – غدد آدرنال و غدد بزاقی صادر می کند . مطابق این عقیده سنتی یک واقعه آگاهانه هیجانی باعث راه اندازی پاسخ‌های انعکاسی اتونومیک در بدن می شود.

در ۱۸۸۴ روانشناس آمریکایی William James عقیده سنتی را که می‌گفت احساسات بوسیله فعالیت شناختی شروع می‌شوند رد کرد. در یک مقاله با عنوان " احساس چیست ؟" جیمز پیشنهاد کرد که تجربه شناختی از احساس نسبت به بیان فیزیولوژیکی احساس حالت ثانویه دارد. او حدس زد که وقتی ما با یک وضعیت خطرناک بالقوه برخورد می‌کنیم مثلا یک خرس را در سر راه خود می‌بینیم برآورد یا سنجش وحشی‌گری خرس به تنهایی تولید یک حالت احساس آگاهانه تجربی را نمی‌کند. ماترس را حتی بعد از اینکه فرار کردیم تجربه نمی‌کنیم . یعنی ما بطور غریزی فرار می‌کنیم و تغییرات بدنمان (افزایش ضربان قلب و تنفس ) را بعنوان " راندن با ترس " توضیح می‌دهیم. بر اساس این عقیده James و روانشناس دانمارکی Lang پیشنهاد می‌کنند که : حالت احساسی بعد از اینکه کورتکس[۶] پیام‌هایی را مورد تغییر در حالت فیزیولوژیکی بدن دریافت می‌کند اتفاق می‌افتد.

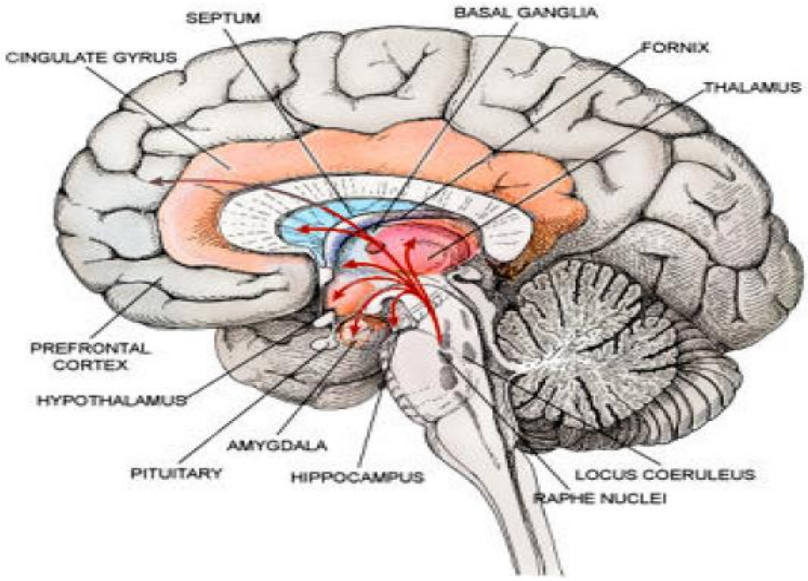
[6] Cortex

احساسات بوسیله تغییرات فیزیولوژیکی خاص مثل افزایش یا کاهش فشار خون – ضربان قلب و سفتی عضلات همراهی می‌شوند . پس وقتی شما آتش را می‌بینید احساس ترس می‌کنید زیرا کورتکس شما سیگنال‌هایی را در مورد تپش قلب شما – لرزش زانوها و عرق پاهای شما دریافت کرده است .

اما تئوری James-Lange در توضیح جنبه‌های خاص رفتار احساسی ناتوان است. مثلا بعضی‌ها حتی بعد از اینکه تغییرات فیزیولوژیکی در آنها فروکش کرد به تحریک شدن از نظر احساسی ادامه می‌دهند. اگر فیدبک فیزیولوژیکی تنها عامل کنترل کننده بود احساسات نباید بیشتر از تغییرات فیزیولوژیکی طول می‌کشیدند. یک شخص حتی بعد از کاهش خطر به احساس ترس به طور طولانی مدت ادامه می‌دهد. بالعکس بعضی احساسات سریعتر از تغییرات حالات بدن که همراه این احساسات‌اند افزایش می‌یابند. پس احتمالا اینها احساساتی هستند که فقط تفسیر قشری فیدبک اطلاعات از محیط هستند.

رقابت جدی با تئوری James از ۱۹۲۰ با مطالعات Walter Canon در مورد پاسخ‌های محیطی به احساسات شدید شروع شد. مطالعات کانن مشخص کرد که احساس شدید یک واکنش اضطراری – ستیز و گریز- را در پیش‌بینی پاسخ‌های رفتاری اضافی و مصرف انرژی راه‌اندازی می‌کند. کانن حدس زد که این ستیز و گریز بوسیله اجزای سمپاتیک سیستم عصبی خودمختار میانجیگری می‌شود و بعنوان یک " کل " در یک مسیر همه یا هیچ مستقل از محرک احساسی خاص که باعث فراخوانی (شروع) آن شده است عمل می‌کند. او پیشنهاد کرد که پاسخ‌های فیزیولوژیکی به محرک‌های مهم احساسی تمایز چندانی برای انتقال به کورتکس خاص بصورت اطلاعات جزئی در مورد ماهیت یک واقعه احساسی نیافته‌اند.

تئوری Cannon-Bard بر نقش هیپوتالاموس[۷] و سایر ساختارهای زیرقشری در میانجیگری جنبه‌های شناختی و محیطی احساس تاکید می‌کند. در تکمیل تئوری James ، Cannon و Bard حدس می‌زنند که دو ساختار زیر قشری یعنی هیپوتالاموس و تالاموس دارای یک نقش کلیدی در میانجیگری احساسات شامل تنظیم سیگنال‌های محیطی احساس هستند و اطلاعات لازم برای فرآیندهای شناختی را برای کورتکس فراهم می کند. قسمت‌های مختلف مغز انسان در شکل (۱-۱) نشان داده شده است.




شکل۱-۱ مغز انسان [۱۱]

## ۱-۲ سیگنال EEG[۸]

[7] Hypothalamus
[8] Electro-Encephalo-Graphy