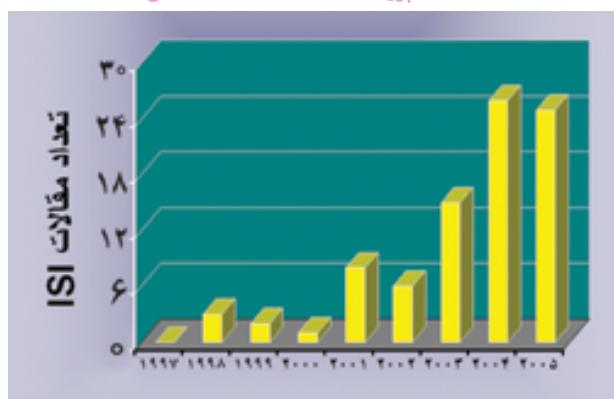


نگاهی به پژوهشکده علوم شناختی

مقدمه



مقالات پژوهشکده از ابتدای تأسیس



هدف اصلی این پژوهشکده پیشبرد تحقیقات در علوم شناختی با استفاده از روش‌های زیر است:

۱. ایجاد بستر مناسب برای تعامل و همکاری میان پژوهشگران مختلف با علایق یکسان به ویژه در زمینه علوم اعصاب شناختی و مدل‌سازی عصبی.
۲. ایجاد و راه‌اندازی آزمایشگاه‌های تحقیقاتی برای مطالعه نقش مغز در ایجاد رفتارهای شناختی مانند شناسایی اشیاء توسط بینایی، توجه و انتزاع مفاهیم ادراکی با استفاده از تکنیک‌های تحقیقاتی ثبت تک واحدی در نخستیان، fMRI و ERP.
۳. برگزاری سeminارهای علمی و کارگاه‌های آموزشی داخلی و بین‌المللی.
۴. آموزش نیروی انسانی متخصص در زمینه علوم اعصاب شناختی.

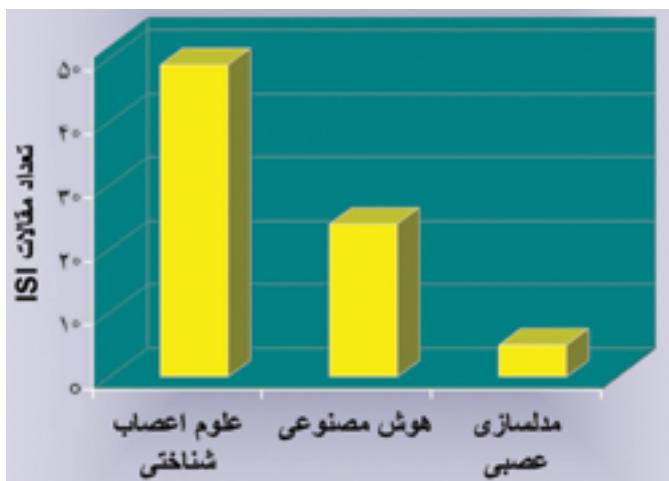
در صفحات بعد، شرحی از طرح‌های پژوهشی این پژوهشکده برای آشنایی خوانندگان اخبار منعکس شده است.

در سال ۱۳۷۵ «پژوهشکده سیستم‌های هوشمند» به ریاست دکتر کارلو لوکس در پژوهشگاه دانش‌های بنیادی تأسیس شد و در سال ۱۳۷۷ دکتر شاهین روحانی ریاست پژوهشکده را بر عهده گرفت. در سال ۱۳۸۱ نام پژوهشکده به علوم شناختی تغییر کرد و دکتر حسین استکی به ریاست پژوهشکده برگزیده شد. در حال حاضر در این پژوهشکده بیش از ۴۰ محقق در حوزه‌های علمی مربوط به علوم شناختی از قبیل: علوم اعصاب شناختی، مدل‌سازی عصبی، هوش مصنوعی و زبان‌شناسی مشغول به تحقیق‌اند. علوم اعصاب شناختی یک زمینه بین رشته‌ای و بسترهای مناسب برای تعامل و همکاری رشته‌های مختلف علمی است.

برنامه‌های تحقیقاتی در پژوهشکده علوم شناختی ابعاد متفاوت و متنوعی از این دانش را مانند علوم اعصاب شناختی، علوم اعصاب محاسباتی، سایکوفیزیک، گفتار و زبان، شبکه‌های عصبی و هوش مصنوعی در برمی‌گیرد. روش‌های تحقیقاتی متنوعی مانند ثبت الکتروفیزیولوژی در انسان و میمون هوشیار، پتانسیل‌های مغزی وابسته به تحریک، سایکوفیزیک، تصویربرداری از مغز و عصب‌شناسی زبان و ابراز محاسباتی همراه با آزمایشگاه‌های مربوط در دسترس است.

مقالات پژوهشکده بر حسب رشته‌های تحقیقاتی

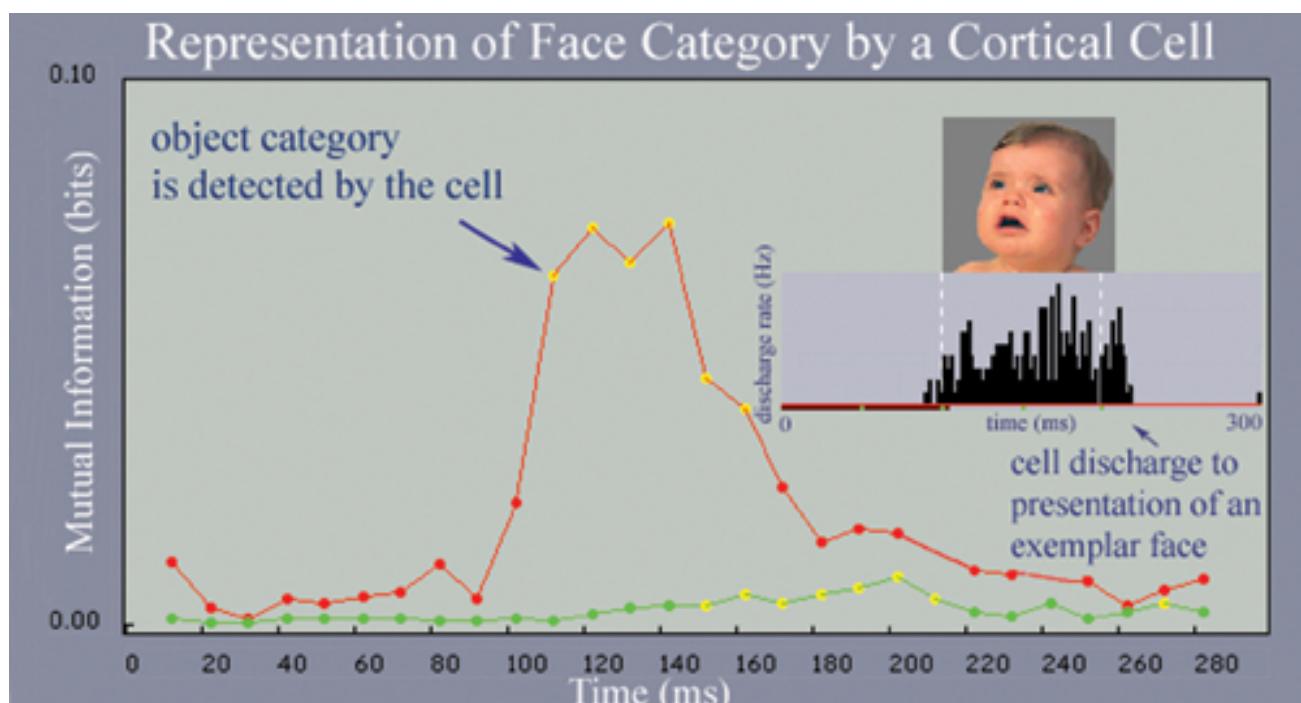
۱۹۹۷-۲۰۰۵



• طرح‌های پژوهشی علوم بینایی

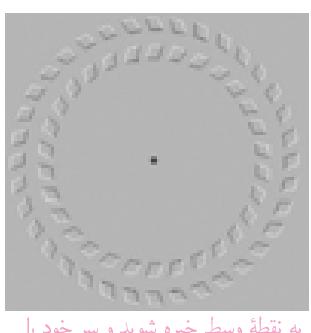
سلول‌هایی در قشر گیجگاهی که قادر به شناسایی و طبقه‌بندی اشیاء هستند و همچنین اثبات امکان تأثیرگذاری در ادراک بینایی و کنترل تصمیم‌گیری از طریق تزریق مقادیر کمی از جریان الکتریکی به نواحی خاص از مغز از جمله یافته‌های اخیر این مجموعه است. این یافته‌ها در مجموع به فهم عمیق‌تر ما از مکانیسم‌های عصبی شناخت کمک خواهند کرد.

هدف بلند مدت ما درک بهتر مکانیسم‌های نورونی شناخت در سیستم بینایی است. در این تحقیقات با استفاده از روش‌های تجربی، مدل‌های نمادی سازی دنیای بینایی توسط سیستم عصبی، مکانیسم‌های نورونی انتزاع و تشکیل مفاهیم و یادگیری ادراکی و توجه مورد مطالعه قرار می‌گیرند. همچنین با استفاده از روش‌های غیر تهاجمی و ثبت پتانسیل‌های الکتریکی از مغز انسان ارتباط این امواج و رفتارهای شناختی بررسی می‌شوند. کشف



فعالیت یک سلول قشر گیجگاهی در زمان نمایش تصاویر مختلف شامل تصاویر مختلف چهره (نمودار بالایی) و تصاویر غیر چهره (نمودار پایینی). پاسخ اختصاصی این سلول به تصاویر چهره و عدم پاسخ آن به تصاویر اشیاء غیر چهره مشخص است. بر اساس یافته‌های مشابه، میزان اطلاعات موجود در فعالیت سلول‌های مغز برای شناسایی و طبقه‌بندی تصاویر بینایی مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

• سایکوفیزیک چیست؟



به نقطه وسط خیره شوید و سر خود را
به عقب و جلو حرکت دهید.

در حقیقت، در این رویکرد مغز همچون جعبه سیاهی در نظر گرفته می‌شود که می‌توان با مطالعه چگونگی تغییر پاسخ آن (خصوصیات روانشناسی) با ایجاد تغییر در محرک‌های ورودی (خصوصیات فیزیکی) به بررسی نحوه عملکرد آن پرداخت. تاریخچه سایکوفیزیک به عنوان قدیمی‌ترین شاخه روانشناسی به اواسط قرن نوزدهم میلادی بر می‌گردد یعنی زمانی که فچنر نشان داد در دنیای روانشناسی نیز مانند دنیای فیزیک می‌توان حس‌ها و ادراکات را بر مبنای مقیاس‌های روانشناسی اندازه‌گیری نمود. به طور خلاصه سایکوفیزیک به دنبال مطالعه رابطه میان دنیای روانشناسی و دنیای فیزیکی است و به بررسی سوالاتی مانند «کمترین مقداری از محرک که توسط یک فرد قابل شناسایی باشد چقدر است؟»، «کمترین تفاوت قابل افتقاد بین دو محرک چه اندازه است؟»، «اثر ارائه یک محرک بر درک محرک‌های دیگر چیست؟»، و دیگر سوالاتی از این قبیل می‌پردازد.

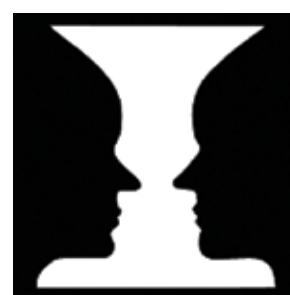
قرار نمی‌گیرند از سؤالات مهم حوزه علوم بینایی است. در مقاله‌ای که محققان این پژوهشکده در یکی از معتبرترین مجلات علوم اعصاب به‌چاپ رسانده‌اند (Neuron 2004)، با انجام چندین آزمایش نشان داده شده است که برخی خصوصیات تصویر، علی‌رغم اینکه افراد قادر به درک آنها به صورت آگاهانه نیستند، تأثیرات خود را نه تنها بر پردازش‌های اولیه بینایی بلکه بر اعمال عالیه توجهی مغز نیز اعمال می‌کنند. بهیان دیگر، سیستم توجهی ما از آنجه ما متوجه آن نیستیم نیز تأثیر می‌پذیرد.

از نکاتی که باعث شده مکانیسم توجه در مغز به عنوان یک موضوع مهم در حوزه علوم اعصاب شناختی مورد بحث قرار گیرد مسأله یکپارچگی سیستم توجهی است. بررسی اینکه حفظ این یکپارچگی نیازمند عملکرد صحیح چه قسمت‌هایی از مغز است از سؤالات مهم در زمینه «توجه» محسوب می‌شود. محققان این پژوهشکده در آخرین تحقیقات خود (brain research 2005) نشان داده‌اند که حفظ یکپارچگی سیستم توجه فضایی در غیاب رابط بین دو نیمکره مغز کماکان امکان‌پذیر است. این مسأله نشان دهنده نقش احتمالی نواحی زیر قشری در یکپارچگی سیستم توجه فضایی است.

با استفاده از تکنیک سایکوفیزیک می‌توان با تفسیر خطاهای بینایی (visual illusions)، چگونگی عملکرد مغز در شناخت بینایی را مطالعه کرد. برای مثال به‌چهار نمونه خطای بینایی اشاره شده توجه کنید.

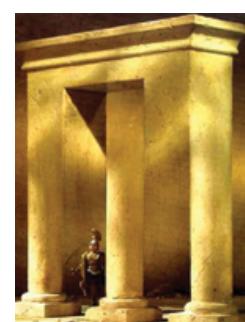


بسیاری از آزمایش‌های سایکوفیزیک به راحتی با یک کامپیوتر و در شرایط نوری کنترل شده قابل انجام است. البته برخلاف تکنیک‌های ثبت امواج مغزی یا تکنیک‌های تصویربرداری عملکرد مغزی که قادرند عملکرد کورتکس‌های مختلف و حتی تک‌تک سلول‌های آن را مورد بررسی قرار دهند، نوع سؤالاتی که با روش سایکوفیزیک پاسخ داده می‌شود بیشتر در مورد چگونگی رفتار قسمت‌های مختلف عملکردی مغز مانند سیستم درک شکل اشیاء، درک حرکت، سیستم توجه و ... است.



چه می‌بینید؟ یک گلستان یا دو صورت؟

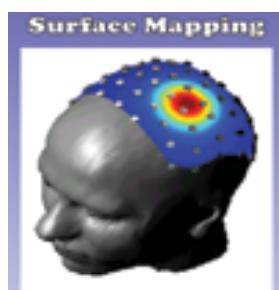
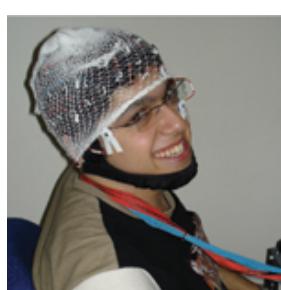
رویکرد سایکوفیزیک علیرغم هزینه کم آن توانسته است تاکنون نقش بسزایی در شناسایی نحوه عملکرد مغز (system level) ایفا کنند. در پژوهشکده علوم شناختی از این رویکرد برای پاسخ به سؤالات مربوط به ادراک بینایی استفاده می‌شود.



ستون و سطح کجا ختم می‌شود؟

نمونه‌هایی از نتایج تحقیقات در پژوهشکده علوم شناختی در زمینه توجه

از آنجا که وجود مکانیسم توجه از جمله خصوصیات مهمی است که ارتباط نزدیکی با خودآگاهی ما دارد، اینکه مکانیسم‌های توجهی برکدام مرحله از پردازش بینایی مؤثر بودند و چه فعالیت‌هایی تحت تأثیر آن



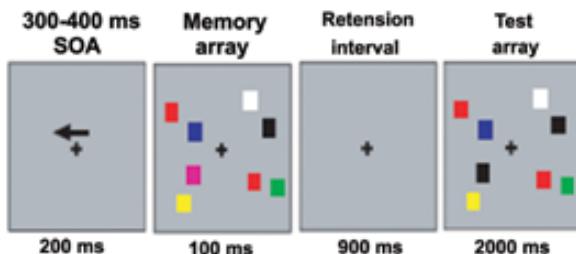
تحلیل زمانی سیگنال ERP

در یک مطالعه ERP، داده‌ها (برخلاف روش EEG) به صورت خام قابل استفاده نیست. مطالعات پیشین نشان داده است که اطلاعات مربوط به

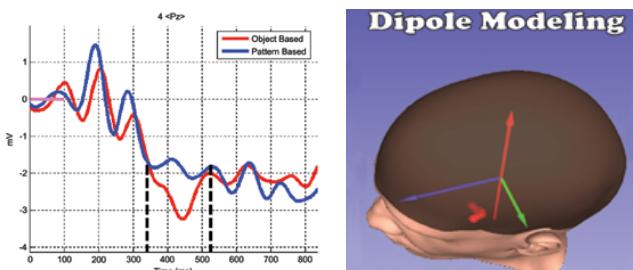
زیادی تابع مشخص شدن مکان دقیق الکتروودها و تعداد آنهاست. مشکل اساسی در این حالت، مانند دیگر مسائل، حل مسئله معکوس (inverse problem)، یعنی منحصر به فرد نبودن جواب‌ها می‌باشد. به بیان دیگر آرایش‌های مختلفی از فعالیت بر روی غشای می‌توانند شکل موج یکسانی را پدید آورند. در این حالت محقق ناچار است بر اساس پیش‌فرضهایی، مانند پیوستگی فعالیت‌ها، یکی از پاسخ‌ها را انتخاب کند. شکل پایین سه‌تون قبل، موج ثبت شده ERP و تحلیل مکانی آن را نشان می‌دهد.

نمونه‌ای از مطالعات انجام شده در پژوهشکده علوم شناختی با استفاده از ERP

یکی از کاربردهای ERP بررسی مکانیسم دسترسی به اطلاعات ذخیره‌سازی شده در حافظه است. مطالعات اخیر نشان داده است که امواج ثبت شده از مناطق خاصی از مغز می‌تواند اطلاعات با ارزشی در مورد نحوه عملکرد مغز در حین به یادآوری تصاویر در اختیار محققان قرار دهد. اخیراً نشان داده شده است که امواج مغزی ثبت شده در نواحی خلفی مغز می‌تواند مشخص کند که تصاویر ذخیره شده در کدام ناحیه از صفحه نمایش بوده است و یا اینکه چه حجمی از داده‌ها در حافظه موقع نگهداری می‌شود. در این قبیل مطالعات از فرد خواسته می‌شود تا تصویری را در حافظه ثبت کرده و سپس آن را با تصویری دیگر مقایسه کند.



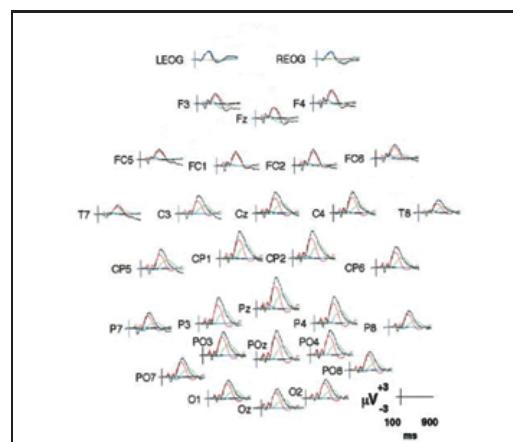
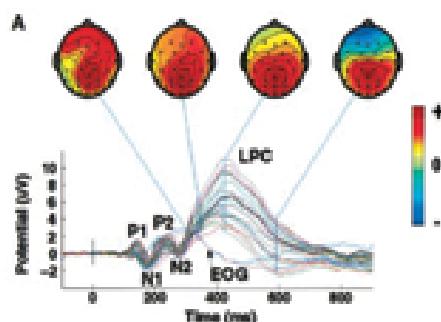
آزمایش‌های انجام شده در پژوهشکده علوم شناختی نشان داده است که نحوه انجام این مقایسه در حالات مختلف، متفاوت است. این تفاوت عملکرد، راندمان و سرعت عمل افراد را به طور مستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این مطالعات نشان داده شده است که امواج ثبت شده در این شرایط نیز متفاوت‌اند. اطلاعات به دست آمده از این مطالعه از آن جهت اهمیت دارد که نشان می‌دهد که در شرایط مختلف پاسخ نواحی خاص مغز به محکی ثابت، به‌گونه معنی‌داری متفاوت است.



این سیگنال تنها در باند فرکانسی (۱-۳۰ هرتز) یافت می‌شود. از این رو در این روش داده‌ها ابتدا از یک فیلتر میانگذر عبور داده می‌شود. با وجود حذف نویزهای فرکانس بالا، داده‌های ذخیر شده همچنان قابل استفاده نیست که علت آن وجود فعالیت‌های دیگر مغزی است که به صورت همزمان با فرایند مورد نظر روی می‌دهد و از نظر فرکانسی هم باند سیگنال ERP است. اگرچه تاکنون روش‌های مختلفی (مانند PCA و ICA) برای حذف این سیگنال‌های مزاحم ارائه شده است، با وجود کارایی بالا، به علت یگانه نبودن پاسخ‌ها و عدم قطعیت راه حل، این روش‌ها با اقبال زیادی رو برو نشده است. در این حالت معمولاً از روش میانگین‌گیری استفاده می‌شود. در این روش، آزمایش به دفعات تکرار می‌شود و در انتها از نتایج به دست آمده میانگین گرفته می‌شود. با افزایش تعداد دفعات نمونه برداری اغتشاش به علت ذات تصادفی بودن آن به تدریج حذف می‌گردد.

تحلیل مکانی سیگنال ERP

این روش تحلیل معمولاً پس از اجرای تحلیل‌های زمانی صورت می‌گیرد. در این تحلیل هدف پژوهشگر مشخص ساختن محل مولدهایی است که امواج ثبت شده را ایجاد کرده‌اند.

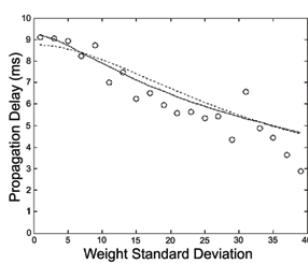


در این حالت با بهره‌گیری از روش مدل‌سازی، دوقطبی ناحیه‌ای از مغز که در زمان مورد نظر فعال بوده است تعیین می‌گردد. وقت این روش تا حد

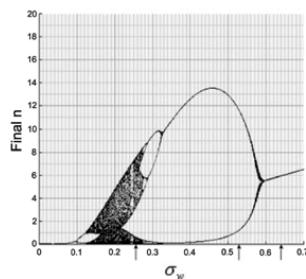
(modules) پردازشی سیستم عصبی-شناختی تلاش می‌کند سازوکار عصبی فریندهای شناختی مغز را مدلسازی کند.

دینامیک فعالیت عصبی همزمان در شبکه‌های عصبی قشر مغز

در سال‌های اخیر شواهدی به دست آمده است که نشان می‌دهد ارتباطات زمانی شلیک‌های عصبی (در برابر خصوصیات مربوط به فرانس شلیک) ممکن است در پردازش اطلاعات در سیستم عصبی نقش داشته باشند. صرف نظر از اینکه این خصوصیات تا چه حد حائز اهمیت هستند، الگوهای زمانی شلیک‌نورونی می‌تواند از نظر محاسباتی و پردازشی پیامدهای قابل توجهی داشته باشد. محققان ما نشان داده‌اند که تعداد نورون‌های شرکت کننده در یک دسته از نورون‌هایی که به صورت همزمان شلیک می‌کنند تابعی از خصوصیات آماری قدرت سیناپسی بین این نورون‌هاست. هنگامی که قدرت سیناپسی بین این نورون‌ها از توزیعی آماری با پهنه‌ای کم تبعیت می‌کند، تعداد نورون‌های شرکت کننده در دسته‌های همزمان بسیار زیاد یا بسیار کم است. هنگامی که قدرت سیناپسی بین این نورون‌ها از توزیع آماری پراکنده‌ای تبعیت می‌کند، تعداد نورون‌های شرکت کننده در دسته‌های همزمان حد متعادلی دارد. هنگامی که میانگین وزن سیناپسی منفی باشد (غلبه با نورون‌های مهاری باشد) تعداد نورون‌های همزمان در لایه‌های متولی یک شبکه عصبی از الگویی تناوبی و یا حتی آشوبناک پیروی می‌کند (شکل ۱). همچنین توزیع آماری قدرت سیناپسی در یک شبکه بر روی سرعت انتشار فعالیت همزمان عصبی در آن مؤثر است. نتایج بررسی ما نشان می‌دهد که توزیع پراکنده وزن‌های سیناپسی سرعت انتشار شلیک‌های همزمان نورونی را افزایش می‌دهد (شکل ۲).



شکل ۲. تأثیر در انتشار شلیک‌های همزمان به عنوان تابعی از پراکنده وزن‌های سیناپسی در یک شبکه لایه‌ای کاهش می‌باید (سرعت افزایش می‌باید)



شکل ۱. تعداد نورون‌های شلیک کننده همزمان در لایه‌های انتهایی یک شبکه عصبی لایه‌ای به عنوان تابعی از پراکنده قدرت سیناپسی از خود رفتارهای پایدار، تناوبی و احتمالاً آشوبناک نشان می‌دهد.

• طرح‌های پژوهشی علوم اعصاب محاسباتی

علوم اعصاب محاسباتی (computational neuroscience) دانش استفاده از ابزارهای ریاضی و تحلیلی در بررسی سیستم عصبی است. این شاخه از علوم اعصاب به عنوان پژوهشی میان رشته‌ای عرصه همکاری میان متخصصان علوم اعصاب، ریاضیدانان، فیزیکدانان، متخصصان دانش ریاضی و مهندسان روباتیک و انفورماتیک است. دو رویکرد اصلی در علوم اعصاب محاسباتی وجود دارد. رویکرد اول که تحلیل داده‌های عصبی (neural data analysis) نامیده می‌شود، در پی استفاده از ابزارهای مهندسی و تحلیلی در پردازش داده‌های آزمایشگاهی مربوط به مغز و سیستم عصبی است. در این رویکرد این است که از درون داده‌های پیچیده و چند بعدی آزمایشگاهی تا آنجا که ممکن است اطلاعات بیشتری در مورد کارکرد سیستم عصبی مورد مطالعه استخراج شود و این اطلاعات به شیوه‌ای سیستماتیک طبقه‌بندی شود. از طرف دیگر این رویکرد می‌کوشد عصب شناسان را در طراحی بهینه آزمایش‌ها یاری دهد. رویکرد دوم و مهمتر در علوم اعصاب محاسباتی، مدل‌سازی عصبی (modeling) نامیده می‌شود. در این رویکرد تلاش بر این است که با توجه به یافته‌های آناتومیک، فیزیولوژیک و رفتاری مربوط به سیستم‌های عصبی، مدل‌هایی ریاضی برای تبیین کارکرد و پردازش اطلاعات در این سیستم‌ها ارائه شود. این مدل‌ها دست کم در شش سطح کارکردی مطرح می‌شوند و مورد بررسی قرار می‌گیرند:

- سطح زیرسلولی (subcellular) که شامل مدل‌های بیوفیزیکی برای دینامیسم کانال‌های یونی، گیرنده‌های شیمیایی و سایر ساختارهای ماکرومولکولی سلول عصبی است.

- سطح نورونی که شامل مدل‌های مربوط به غشاء تحریک‌پذیر خصوصاً خانواده مهم مدل‌های هاچکین-هاکسلی (Hodgkin-Huxley)، معادلات مربوط به انتشار پالس عصبی در آکسون‌ها و دندانهای خصوصیات پردازشی یک سلول عصبی منفرد است.

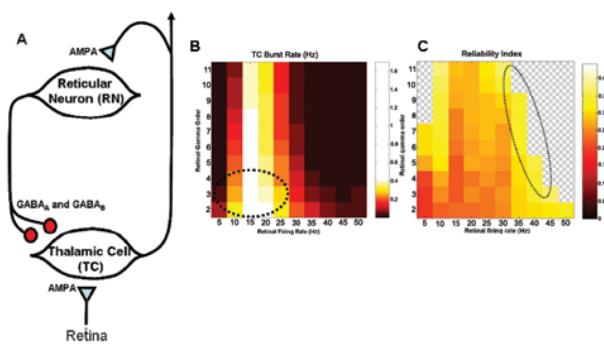
- سطح مدارات عصبی کوچک (small neuronal circuits) که در آن ساختارهای حاصل از اتصال تعداد محدودی نورون مورد بررسی قرار می‌گیرند.

- سطح شبکه‌های عصبی (neuronal networks) که در آن ساختارهای حاصل از اتصال چند صد تا چند هزار نورون بررسی و مدل‌سازی می‌شوند.

- سطح سیستمیک، که در مرتبه‌ای انتزاعی‌تر از سطح پیشین قرار می‌گیرد و در پی مدل‌سازی نحوه پردازش اطلاعات در بخش خاصی از سیستم عصبی مثلاً قشر بینایی اولیه (VI) یا قشر بینایی گیجگاهی میانی (MT) است.

- سطح شناختی (cognitive) که انتزاعی‌ترین سطح مدل‌سازی عصبی است و با در نظر گرفتن ارتباطات میان بخش‌های

ویژگی‌های خاصی در ورودی و اعتبار آنها در انتقال اطلاعات در این مدار ساده قابل توجیه و شبیه‌سازی هستند. بعلاوه، این مدل پیشنهاد می‌کند که شلیک‌های رگباری نورون‌های مرکز تاریک بیشتر است، حال آنکه اعتبار شلیک‌های رگباری سلول‌های مرکز روشن بیشتر است (شکل ۴).



شکل ۴. (A) در مدار ساده تالاموسی، ورودی که از شبکیه می‌آید نورون تالاموسی (TC) را تحریک می‌کند. نورون تالاموسی نیز نورون رتیکولار (RE) را تحریک می‌کند و بهنؤه خود از طرف آن مهار می‌شود. (B) فرکانس شلیک‌های رگباری به عنوان تابعی از فرکانس ورودی شبکیه‌ای (محور افقی) و ضربی توزیع گامای این ورودی (محور عمودی)، محدوده مشخص شده با بیضی بر پاسخ سلول‌های مرکز تاریک مطابقت دارد و در آن فرکانس شلیک‌های رگباری بالاست. (C) ضربی اطمینان شلیک‌های رگباری تالاموس به عنوان تابعی از فرکانس ورودی شبکیه‌ای (محور افقی) و ضربی توزیع گامای این ورودی (محور عمودی). محدوده مشخص شده با بیضی بر پاسخ سلول‌های مرکز روشن مطابقت دارد و در آن ضربی اطمینان شلیک‌های رگباری بالاست.

• طرح‌های پژوهشی هوش مصنوعی و روباتیک

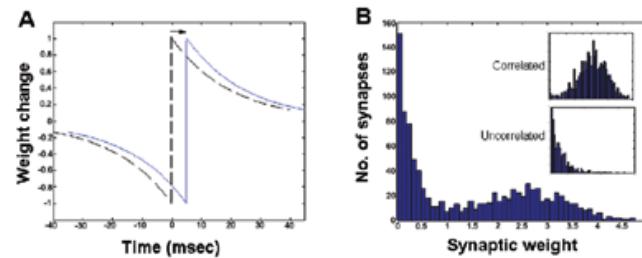
یادگیری چند عاملی: روشی برای تحلیل و سنتز سیستم‌های پیچیده

روش‌های عامل‌گرا دسته‌ای مهم از روش‌های بسیار مؤثر در تحلیل و توسعه سیستم‌های هوشمند، پیچیده و در مقیاس وسیع به حساب می‌آیند. به نظر می‌رسد که یک موجود هوشمند به عنوان نمونه‌ای از سیستم‌های پیچیده، از زیرسیستم‌های ساده‌تری تشکیل شده و هوشمندی از تعامل و رقابت این زیرسیستم‌های است که تظاهر می‌یابد. به عبارتی هوش جمعی در اصل از توسعه عامل‌گرا، هماهنگی و یکپارچه‌سازی چنین زیرسیستم‌هایی به دست آمده و توجیه می‌شود.

از سوی دیگر، دارا بودن قابلیت خودمختاری، توانایی یادگیری، مدولار بودن، مقایسه‌پذیری و نیز توانایی تجزیه وظیفه‌های پیچیده به وظیفه‌های ساده‌تر برای مهندسان و پژوهشگرانی که در زمینه سیستم‌های چند عاملی فعالیت می‌کنند، بسیار حائز اهمیت است. با وجود اینکه همکاری و هماهنگی عامل‌ها در چنین سیستم‌هایی یک مسئله پیچیده و چالش برانگیز به حساب می‌آید، در سیستم‌هایی چند عاملی یادگیری فردی و تیمی به عنوان راه حلی برای مشکلات بالا تلقی می‌شود.

تغییرات سیناپسی وابسته به زمان شلیک نامتفاوت زمانی

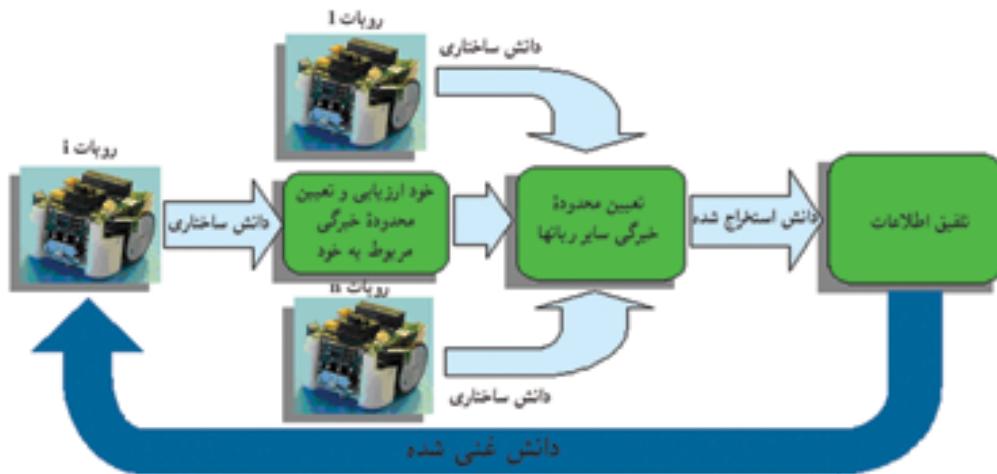
در بسیاری از بخش‌های مغز، قدرت سیناپسی با توجه به زمان نسبی شلیک‌های پیش سیناپسی و پس سیناپسی تنظیم می‌شود. به این پدیده تغییرات سیناپسی وابسته به زمان شلیک (STDP) می‌گویند. با توجه به یافته‌های آزمایشگاهی، تمایل زیادی برای مدلسازی فرایند یاگیری با توجه به (STDP) وجود دارد. مدل‌های جمعی (STDP) به رقابت سیناپسی می‌انجامند که نقش مهمی را در تغییرات سیستم عصبی ایفا می‌کند. اما این مدل‌ها باعث ناپایداری اساسی ساختارهای نورونی می‌شوند. مدل‌های ضربی (STDP) به پایداری می‌انجامند ولی باعث رقابت سیناپسی نمی‌شوند. محققان ما نشان داده‌اند که با یک جایه‌جایی جزئی در پیجه‌ریزی زمانی (STDP) جمعی، هم پایداری و هم رقابت را می‌توان در کنار هم داشت (شکل ۳).



شکل ۱. (A) پیجه‌ریزی زمانی STDP ۵۰ ده می‌بسمت راست جایه‌جا شده است. (B) هیستوگرام قدرت سیناپس‌های ورودی به یک نورون که ۵۰۰ ورودی همبسته و ۵۰۰ ورودی ناهمبسته دریافت می‌کند. ورودی‌های همبسته در رقابت سیناپسی برنده می‌شوند (نمودار درونی)

پردازش اطلاعات بوسیله شلیک‌های رگباری تالاموسی

شنیک‌های عصبی نورون‌های تالاموسی در دو حالت مختلف پدید می‌آیند که به آنها رگباری (Burst) و منفرد (Tonic) اطلاق می‌شود. در حالت منفرد، پاسخ سلول تالاموسی به محرک حسی ورودی به صورت یک یا چند پتانسیل منفرد است. در حالت رگباری پاسخ نورون تالاموسی به شکل بسته‌هایی شبیه به هم و متراکم از پتانسیل عمل پدیدار می‌گردد. با اینکه در بیداری شلیک‌های منفرد غلبه دارند، عقیده بر این است که شلیک‌های رگباری نیز در پردازش اطلاعات دخیلاند و خصوصیات منحصر به فردی دارند. رگبارهای شلیک تالاموسی در اثر چرخه بازخوردی مهاری اعمال شده از طریق سلول‌های هسته رتیکولار بر تالاموس ایجاد می‌شوند. برای اینکه نشان دهیم آیا این مدار ساده توجیه کننده تمامی خصوصیات پردازشی نورون‌های تالاموسی است یا خیر، مدل ساده‌ای از مدار داخلی تالاموس را شبیه‌سازی کرده‌ایم. مدل ارائه شده توسط محققان پژوهشکده علوم شناختی نشان می‌دهد که بسیاری از خصوصیات رگبارهای تالاموسی از جمله هم شکلی آنها، رابطه غیرخطی آنها با ورودی، حساسیت به



ما به خصوص به مسئله ادراک از طریق بینایی زیستی در حیوانات و انسان‌ها پرداخته‌ایم، چرا که در عمل اثبات شده که سیستم‌های بینایی طبیعی در مقایسه با دیگر گونه‌های مصنوعی آن بسیار کارا هستند. بنابراین ما با الهام از یافته‌های زیستی، تلاش می‌کنیم که سیستم‌های بینایی مصنوعی شبه انسان بسازیم و امیدواریم که در مدیریت مسئله عدم قطعیت کارتر از الگوریتم‌ها و پردازه‌های رایج پردازش تصویر و بینایی ماشین عمل نمایند.

پردازش تصاویر

امروز انواع تصاویر پزشکی نقش مهمی در تشخیص، درمان، و ارزیابی کیفیت درمان بیماری‌ها دارند. از این رو پردازش این تصاویر و استخراج اطلاعات کمی از آنها ضرورت یافته است. به عنوان مثال معالجه بیماری‌هایی همچون سکته، صرع، پارکینسون و انواع تومورها نیازمند تجربه و تحلیل تصاویر پزشکی توموگرافی کامپیوترا و تشخیص مغناطیسی‌اند. تصاویر پزشکی توسط سیستم‌های گوناگونی گرفته می‌شوند و لذا ویژگی‌هایی گوناگونی به خاطر فیزیک متفاوت مورد استفاده این سیستم‌ها دارند. علاوه بر این جهت تصویرنگاری و مقاطع (تصاویر) حاصل از سیستم‌های مختلف می‌باشند. برای اینکه بتوان به طور همزمان از اطلاعات موجود در این تصاویر استفاده و آنها را تحلیل نمود، ما روش‌های انطباق خطی و غیرخطی را توسعه داده‌ایم و به انواع تصاویر پزشکی اعمال نموده‌ایم. همچنین مدل‌های شکل‌پذیر دوبعدی را برای بخش‌بندی و تجزیه و تحلیل این تصاویر ارائه داده و ارزیابی کرده‌ایم. این روش‌ها را برای جداسازی ساختارهای خاص مغزی از قبیل هیپوکمپوس، تalamوس و هسته قرمز به کار گرفته‌ایم و پژوهش‌هایی را در راستای خودکار نمودن شناسایی و جداسازی این ساختارها از روی تصاویر تشخیص مغناطیسی انجام داده‌ایم. روش‌هایی که ابداع نموده‌ایم علاوه بر کاربردهای بالا در موارد بسیار دیگری هم قابل استفاده‌اند. به عنوان مثال مدل‌های شکل‌پذیر را برای استخراج اطلاعات کمی مربوط به مویرگ‌ها از تصاویر میکروسکوپی هم به کار گرفته‌ایم.

گستردگی و تنوع عامل‌ها اگرچه سیستم را پیچیده‌تر می‌سازد، در صورتی که با سیاست‌های همکاری و هماهنگی صحیح در یادگیری، یادگیری دسته جمعی و روش‌های تقليدی همراه گردد، می‌توان از آن برای بالا بردن سرعت و کیفیت استفاده کرد.

ما در پژوهش‌های خود، با الهام از سیستم‌های طبیعی تلاش می‌کنیم که برخی مشکلات پایه سیستم‌های فوق الذکر را به صورت ریاضی و تجربی مطرح و برطرف نموده و از مزایای یادگیری جمعی بهره‌مند شویم. این مشکلات عبارتند از: ارزیابی دانش، ترکیب دانش و استخراج حوزه‌های خبرگی، مدیریت مسئله ناهمگونی عامل‌ها، تقسیم امتیاز میان عامل‌ها و همکاری و هماهنگی در یادگیری.

مدل‌ی ریاضی-زیستی برای اكتساب شناخت در شرایط غیرقطعی

توانایی مدیریت نمودن مسئله عدم قطعیت یکی از ویژگی‌های منحصر به فرد موجودات زنده و به طور خاص انسان‌هاست. به نظر می‌رسد که ما انسان‌ها به خوبی قادریم که تصمیم‌های صحیحی حتی در حضور عدم قطعیت و یا ناگاهی جزئی بگیریم. ادراک ما از جهان که به وسیله مشاهده و اندازه‌گیری به دست می‌آید، در معرض عدم قطعیت متعدد است. یک ماشین که می‌خواهد توانایی‌های ادراکی انسان را شبیه‌سازی نماید باید بتواند پدیده عدم قطعیت را مدل‌سازی کند و بر اساس آن مدل‌ها واقعیت‌های غیرقطعی، تصمیمات هوشمندانه اتخاذ نماید.

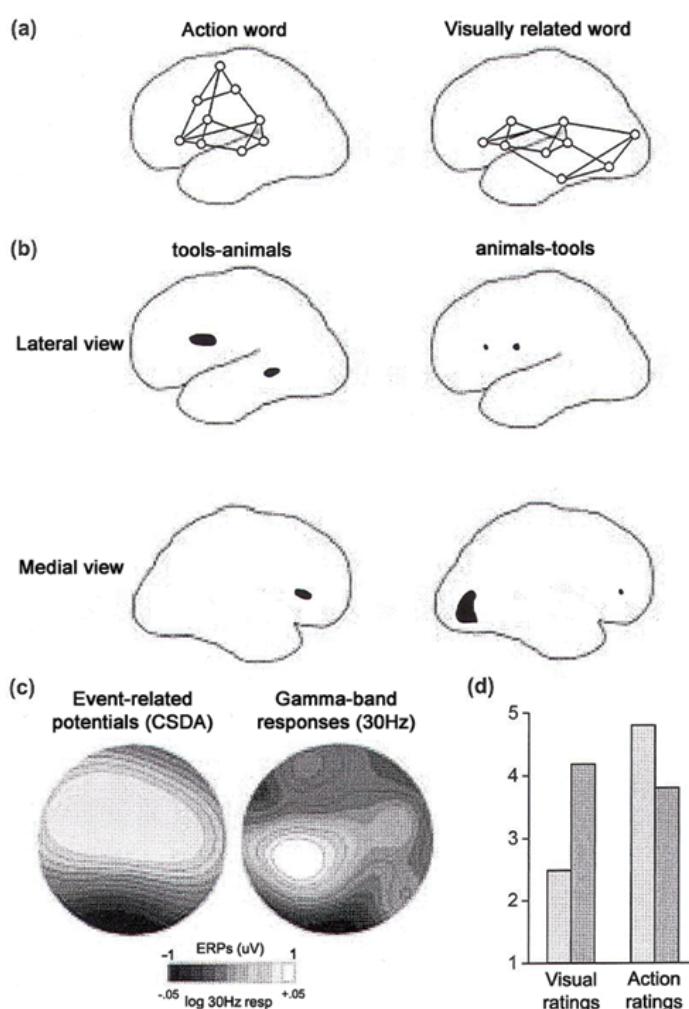
در این پژوهش ما تلاش می‌کنیم مدل‌های ریاضی مناسبی برای مدیریت انواع عدم قطعیت مانند: Ambiguity، Vagueness، Partial Ignorance، Fuzziness و Randomness را پیدا کنیم. در این فرایند ما به رفتارهای ادراکی موجودات زنده می‌نگریم تا کلیدها و راهکارهایی طبیعی پیدا کنیم که ما را در مدل‌سازی پاری نماید. به عبارتی تلاش می‌کنیم که کارها را به گونه‌ای انجام دهیم که یک موجود زنده انجام می‌دهد. نظریه مجموعه‌های فازی، نظریه آمار، مدل‌سازی فازی-آماری و تصمیم‌سازی موضوعات اصلی این پژوهش به حساب می‌آیند. به عنوان یک مثال از مدل‌سازی و تصمیم‌گیری در شرایط عدم قطعیت،

(نوروسایکولوژی زبان) مربوط می‌شود. این حوزه از مطالعات علوم اعصاب چگونگی بازنمایی و پردازش زبان در مغز انسان را در طول رشد، در شرایط طبیعی و یا در شرایط بالینی مطالعه می‌کند، و به دنبال کشف و شناسایی سازوکارهای عصبی زیربنایی برای یادگیری زبان در مغز انسان است. مطالعات عصب‌شناسختی زبان در گذشته بیشتر به بررسی رفتار زبانی در بیماران مبتلا به ضایعات مغزی اختصاص داشت. بر اساس نتایج این دسته از مطالعات بالینی درگذشته و با توجه به شناخت محدود علوم از کارکرد زبان در مغز، مدت‌ها کارکردهای شناختی زبان در مغز به مناطق محدود مغزی معروف به منطقه بروکا و منطقه ورنیکه در نیمکره چپ نسبت داده می‌شد، در حالی‌که امروزه یافته‌های جدید علوم اعصاب در حوزه علوم اعصاب‌شناسختی دیدگاه ما را از چگونگی ماهیت و بازنمایی و پردازش زبان در مغز متتحول کرده است. در مطالعات جدید علاوه بر بررسی شیوه بازنمایی درک و بیان زبان در سطوح مختلف نیمکره‌های مغزی، در پی‌شناسایی شبکه‌های عصبی تخصصی با توجه به ساختار استعاری و معنایی واژگان زبان هستند.

از دیگر فعالیت‌های پژوهشی ما، توسعه روش‌های خوشبندی برای بخش‌بندی تصاویر پزشکی و تکنیک بافت‌های ناسالم از بافت‌های سالم است. این روش‌ها را برای مشخص کردن مناطق فعل مغز در هنگام انجام فعالیت‌های خاص از روی تصاویر تشید مغناطیسی عملکردی (fMRI) هم توسعه داده‌ایم. مشخص نمودن این مناطق برای کاربردهای زیادی از قبیل طراحی مسیر جراحی مغز حائز اهمیت است. ما از تصاویر مشابه‌سازی شده برای آزمودن روش‌های ابداع شده استفاده می‌کنیم و از تصاویر واقعی و نظرات پزشکان متخصص در ارزیابی نهایی این روش‌ها بهره می‌بریم.

• طرح‌های پژوهشی زبان‌شناسی

بررسی چگونگی بازنمایی و پردازش زبان در مغز انسان به یکی از شاخه‌های علوم اعصاب‌شناسختی به نام عصب‌روان‌شناسی زبان



۵. طراحی و کاربرد آزمون‌های زبانی و تجربی برای دستیابی به شواهد نوروفیزیولوژیک و هموداینامیک مغز به هنگام درک و بیان زبان، بخش دیگری از این مطالعات است. در این دسته از آزمون‌ها از شواهد نوروفیزیولوژیک زبان از نوع ثبت ERP و یا تصویر برداری مغزی از قبیل fMRI برای شناسایی سازوکارهای پردازش زبان در مغز استفاده می‌شود. در حال حاضر طراحی دو آزمون تجربی پایه برای ثبت ERP در دست تهیه است.

Arm-related word



● دوره دکتری علوم اعصاب‌شناختی

در سال ۱۳۸۰ برای اولین بار در ایران دوره دکتری علوم اعصاب‌شناختی با دو گرایش «مغز و شناخت» و «رایانش و هوش مصنوعی» توسط پژوهشکده علوم شناختی دایر شد. هدف اصلی این دوره دکتری، پرورش توانایی‌های تحقیقاتی در زمینه‌های علوم اعصاب‌شناختی، علوم اعصاب محاسباتی و هوش مصنوعی است. در این دوره، در گرایش مغز و شناخت، دانشجویان با زمینه‌های وسیعی از دانش مغز و ابعاد محاسباتی آن آشنا می‌شوند و در گرایش رایانش و هوش مصنوعی، ضمن آشنایی نسبی با علوم اعصاب و مدلسازی عصبی به پژوهش در حوزه تخصصی خود می‌پردازنند. به این دانشجویان روش‌های ریاضی و محاسباتی به عنوان ابزاری برای مدلسازی آموزش داده می‌شود.

در این پژوهشکده کمک‌های مالی به صورت کمک هزینه تحصیلی و کمک هزینه‌های دستیار تحقیقاتی، هزینه شرکت در کنفرانس‌های علمی، وام مسکن و بیمه پرداخت می‌شود.

تاکنون ۳ دوره آزمون پذیرش دانشجوی علوم اعصاب‌شناختی برگزار شده و نتیجه آن پذیرش ۱۲ دانشجو در دو گرایش «مغز و شناخت» و «رایانش و هوش مصنوعی» بوده است. چهارمین دوره این آزمون در اردیبهشت ماه ۱۳۸۵ برگزار می‌شود.

امروز بعضی از پرسش‌های عمدۀ و اساسی در این زمینه این است: آگاهی و شناخت در مغز انسان به کمک زبان چگونه شکل می‌گیرد؟ زیرساخت‌های عصبی مغز برای یادگیری زبان در انسان چیست؟ یادگیری زبان در مغز انسان چه تحولات عصب شناختی در ساختار و عملکرد مغز ایجاد می‌کند؟ زیرساخت‌های عصب شناختی مغز انسان در مقایسه با مغز دیگر حیوانات که به زبان انسان دسترسی ندارند چیست؟

در علوم عصب‌شناختی زبان، برای پاسخگویی به این پرسش‌های عمدۀ و همچنین شناخت سازوکارهای عصبی برای درک و بیان واژگان ذهنی و جمله‌های زبان در مغز از چند روش عمدۀ تجربی بهره می‌گیریم و از داده‌های تجربی به دست آمده برای تحلیل فرضیه‌های مربوط به بازنمایی زبان در مغز استفاده می‌کنیم. با توجه به امکانات پژوهشی موجود در مطالعاتی که تاکنون در این زمینه در پژوهشکده انجام شده از شیوه‌های زیر برای شناسایی سازوکارهای زبان در مغز استفاده شده است:

۱. مطالعات بالینی در حوزه زبان پژوهشی در رفتار زبانی افراد یک زبانه سالم فارسی و دو زبانه که در نتیجه نوعی آسیب مغزی رفتار زبانی آنها دچار اختلال شده است. بررسی رابطه دامنه و شدت ضایعه مغزی با توجه به نوع اختلال‌های زبانی به عنوان یکی از شواهد مربوط به بازنمایی زبان در مغز می‌باشد. در این دسته از مطالعات شاخص‌هایی از نسبت نوع ضایعه مغزی و مشخصه‌های آسیب‌شناختی در زبان فارسی به دست آمده است. شناسایی مشخصه‌های «دستور پریشی» در زبان فارسی با توجه به ضایعه مغزی از این قبیل تحقیقات است.

۲. بررسی روند بازنمایی و یادگیری زبان در کودکان طبیعی و شناسایی سازوکارهای عصبی آن و مقایسه این روند با روند مشابه در مورد کودکانی که به دلایل عصب‌شناختی در یادگیری زبان مادری مشکل دارند یعنی با وجود داشتن توانایی شناختی طبیعی در یادگیری زبان مادری دچار اختلال ویژه زبانی هستند. در این زمینه نیز مطالعاتی در کودکان فارسی زبان انجام شده و در صدد طراحی آزمون و شناسایی مشخصه‌های آسیب‌پذیری در این قبیل کودکان هستیم.

۳. طراحی آزمون‌های شناختی سایکوفیزیکی برای دستیابی به شواهد تجربی به منظور سنجش چگونگی پردازش صوت و زبان در مغز این دسته از آزمون‌های طراحی شده هم به آزمون‌های دایکوتیک شنیداری زبان فارسی و هم آزمون غیر زبانی برای پردازش صوت و گفتار در مغز اختصاص دارد.

۴. مطالعه سازوکارهای آسیب‌پذیری زبان و شناخت در مغز در بیماران نورولوژیک از قبیل بیماران مبتلا به پارکینسون و آلزایمر بخش دیگری از مطالعات عصب‌شناسی زبان است که هم اکنون در دست انجام است.