

## فارغ التحصیلان دوره دکتری علوم اعصاب شناختی در پژوهشگاه

پژوهشکده علوم اعصاب شناختی از سال ۱۳۸۱ تاکنون ۷ دوره دکتری در دو گرایش «مغز و شناخت» و «ریانش و هوش مصنوعی» برگزار کرده است. تعداد کل دانشجویان این دوره‌ها ۲۸ نفر و تعداد فارغ التحصیلان آنها ۷ نفر بوده است. این دانشجویان از رشته‌های گوناگون پزشکی، مهندسی، و علوم پایه برگزیده شده‌اند. پژوهشگاه دانش‌های بنیادی اولین و تنها مرکزی است که دوره دکتری علوم اعصاب شناختی (Cognitive Neuro Sciences) را در ایران دایر کرده است.

قشر مغز میمون نشان داده شده است که چگونه واحدهای نورونی حساس به زاویه دید ممکن است برای درک چرخش در عمق اشیاء کفایت کنند. همچنین نقش بازخورد نورونی در شکل‌یابی ادراک نهایی اشیاء در مغز نشان داده شده است. استفاده از روش سازگارسازی این امکان را فراهم می‌کند که بدون آنکه تغییری در محرک بینایی داده شود ادراک فرد از محرک ارائه شده تغییر یابد. در نتیجه می‌توان پدیده‌هایی را که در اثر تغییر محرک (بیرونی) تغییر می‌یابند از پدیده‌هایی که با تغییر ادراک (درونی) تغییر می‌کنند متمایز کرد. در این رساله نشان داده شده است که چگونه روش سازگارسازی می‌تواند شناخت ما را از مکانیسم‌های ادراکی مغز افزایش دهد.



بهراد نوعدوست

بهراد نوعدوست دوره پزشکی عمومی خود را در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان گذرانده است. وی در تاریخ ۸۵/۶/۶ موفق به اخذ درجه دکتری در رشته علوم اعصاب شناختی شد. بهراد نوعدوست رساله دکتری خود را با عنوان

“The neuronal bases of view-invariant object recognition studied by adaptation paradigm”

زیر نظر دکتر حسین استکی نوشته است.

### چکیده رساله دکتری

درک مکانیسم شناسایی اشیاء از جمله مسائلی است که در دهه‌های اخیر اذهان و مطالعات محققان علوم اعصاب را به خود معطوف داشته است. الگوریتم‌های مختلفی برای شناسایی اشیاء پیشنهاد شده است از جمله الگوریتم‌های کل‌گرا و جزءگرا، یا الگوریتم‌های وابسته به شیء یا وابسته به ناظر. در این رساله با استفاده از روش سازگارسازی به بررسی وجود این الگوریتم‌ها در مغز و استفاده از آنها در شناسایی اشیاء می‌پردازیم. با استفاده از این روش در قسمت اول نشان داده شده است که پردازش کل‌گرا مختص تصاویر صورت نیست. این موضوع نشان می‌دهد که الگوریتم‌های کل‌گرا که قائل به این نوع پردازش هستند می‌توانند در مورد تصاویر غیر صورت نیز اعمال شوند. در قسمت بعد وجود واحدهای حساس به تغییرات صورت در مغز انسان و میمون نشان داده شده است. در انتها با مطالعه پاسخ نورون‌های



الهه سلیمان نژاد

الهه سلیمان نژاد دوره کارشناسی خود را در رشته علوم جانوری در دانشگاه شهید بهشتی و کارشناسی ارشد خود را در رشته علوم جانوری (فیزیولوژی) در دانشگاه تهران گذرانده است. وی در تاریخ ۸۶/۳/۱۸ موفق به اخذ درجه دکتری در رشته علوم اعصاب شناختی شد. الهه سلیمان نژاد رساله دکتری خود را با عنوان

“The effect of hippocampal serotonergic in the interference between formalin pain and spatial learning and memory”

زیر نظر دکتر سعید سمنانیان و دکتر ناصر نقدی نوشته است.



کوروش میرپور

کوروش میرپور دوره پزشکی عمومی خود را در دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران گذرانده است. وی در تاریخ ۸۶/۴/۱۸ موفق به اخذ درجه دکتری در رشته علوم اعصاب شناختی شد. کوروش میرپور رساله دکتری خود را با عنوان

“The effect of stimulus presentation duration on response properties of neurons in the macaque inferior temporal cortex”

زیر نظر دکتر حسین استکی نوشته است.

### چکیده رساله دکتری

شناسایی اجسام، تحت تأثیر مدت زمانی است که اجسام در معرض دید قرار می‌گیرند. در این تحقیق، تأثیر مدت زمان نمایش اجسام بر روی خصوصیات و الگوی پاسخ سلول‌های قشر گیجگاهی تحتانی مغز در میمون رزوس مورد بررسی قرار گرفته است. در مرحله ابتدایی مطالعه از ۲۵۹ نورون قشر گیجگاهی تحتانی دو میمون رزوس در حالی که به نمایش ۱۲۰ تصویر رنگی روی صفحه نمایش خیره شده بودند ثبت خارج سلولی به عمل آمد. هر تصویر به مدت ۲۱۰ میلی ثانیه و با فاصله ۴۰۰ میلی ثانیه از تصویر بعدی نمایش داده شد. هنگام ثبت از هر نورون از بین تصاویر نمایش داده شده، یکی به عنوان تصویری که بالاترین پاسخ سلولی را در نورون انگیزخته بود به عنوان بهترین تصویر و سه تصویر دیگر که به ترتیب بالاترین پاسخ را در بازه ۵۰ تا ۷۵٪ و ۲۵ تا ۵۰٪ و کمتر از ۲۵٪ برانگیخته بودند به عنوان تصاویر ضعیف‌تر برگزیده شدند. در مرحله دوم آزمایش، چهار تصویر انتخاب شده با مدت زمان‌های متفاوت (۱۸، ۷۰، ۱۴۰، ۲۱۰ و ۳۵۰ میلی ثانیه و فاصله بین تصاویر معادل ۱۳۰ میلی ثانیه) به ترتیب تصادفی نمایش داده شدند. یافته‌های آزمایشگاهی نشان دادند که الگوی پاسخ و زمان بندی انتقال اطلاعات نورونی تحت تأثیر مدت زمان نمایش تصاویر هستند. در حالی که مدت زمان نمایش تصاویر تأثیر معنادار آماری بر قله پاسخ، زمان عکس‌العمل قله پاسخ، و میانگین سرعت پاسخ در مدت فاز اول پاسخ (۶۰ تا ۲۲۰ میلی ثانیه پس از نمایش تصویر) نداشت (طبق محاسبه با آنالیز واریانس یک طرفه،  $p > 0.1$ )، اما تأثیر معنادار آماری در مدت فاز دوم پاسخ (از ۲۵۰ تا ۵۵۰ میلی ثانیه بعد از نمایش تصویر) مشاهده شد ( $p < 0.1$ ). برای بررسی اثر مدت زمان نمایش

### چکیده رساله دکتری

شواهد چندی در مورد ارتباط تشکیلات هیپوکامپ و درد وجود دارد؛ از جمله تخریب شکنج دنداندار یا مسیرهای آوران یا ویران اطلاعات هیپوکامپی سبب کاهش درد و تحریک الکتریکی تشکیلات هیپوکامپی سبب احساس درد می‌شود. از طرف دیگر، سال‌هاست که اهمیت نقش هیپوکامپ در یادگیری و حافظه به‌ویژه حافظه فضایی مشخص شده است؛ مشاهده شده است که تخریب تشکیلات هیپوکامپ یا ارتباطات آن یادگیری و حافظه فضایی را مختل می‌کند. همچنین مشاهده شده است که فعالیت نورون‌های هیپوکامپ طی درد فرمالین و نیز طی یادگیری و حافظه فضایی فعال می‌شوند.

از آنجایی که سروتونین در درد و یادگیری نقش دارد و تراکم بالایی از نورون‌های سروتونرژیک در هیپوکامپ مشاهده شده است و انواع گیرنده‌های  $5HT_2$  در این ناحیه وجود دارد، در این رساله با استفاده از دو تکنیک میکرودیالیز (بررسی کمی مقدار سروتونین) و فارماکولوژیک (بررسی نقش گیرنده  $5HT_{2A/2C}$ ) به بررسی نقش سروتونین هیپوکامپ در تداخل درد با یادگیری و حافظه فضایی پرداخته شده است. بدین منظور موش‌های صحرایی نر بالغ پس از جراحی و کاشت کانول در شکنج دنداندار یا نواحی CA۱ هیپوکامپ مورد استفاده قرار گرفتند. آزمایش‌ها در سه گروه طبقه‌بندی شد. در گروه اول درد ناشی از تزریق فرمالین، در گروه دوم یادگیری و حافظه فضایی با استفاده از ماز آبی موریس و در گروه سوم تداخل درد با یادگیری و حافظه مورد بررسی قرار گرفت.

در بررسی کمی نقش سروتونین با استفاده از تکنیک میکرودیالیز، نمونه‌های دیالیزشده ناحیه CA۱ هیپوکامپ را در طی آزمون فرمالین، قبل و بعد از آموزش روز دوم در ماز آبی موریس با و بدون درد جمع‌آوری کرده و با استفاده از دستگاه HPLC مورد سنجش قرار دادیم. نتایج بیانگر افزایش معنی‌دار سروتونین طی آزمون فرمالین و نیز افزایش کوتاه‌مدت آن بعد از آموزش روز دوم ماز آبی در حیوانات بدون درد و کاهش معنی‌دار آن در حیوانات واجد درد بود.

در بررسی فارماکولوژیک گیرنده  $5HT_{2A/2C}$  با استفاده از تزریق آنتاگونیست این گیرنده (ریتانسرین) به طور دوطرفه به نواحی CA۱ هیپوکامپ قبل از آزمون فرمالین یا پیش از آموزش روز دوم، ماز آبی انجام شد. نتایج نشان می‌دهد که تزریق ریتانسرین سبب کاهش درد در آزمون فرمالین، بهبود یادگیری و حافظه فضایی در ماز آبی و عدم تأثیر در تداخل درد و یادگیری است.

با توجه به نتایج فوق که سروتونین موجود در هیپوکامپ در تداخل درد با یادگیری کاهش معنی‌داری می‌یابد می‌توان گفت که نقش تداخل درد با یادگیری و حافظه در میزان رهش سروتونین است ولی علی‌رغم تأثیر آنتاگونیست گیرنده  $5HT_{2A/2C}$  در تعدیل درد و بهبود یادگیری، در تداخل این دو نتوانست در میزان یادگیری تغییری ایجاد کند.

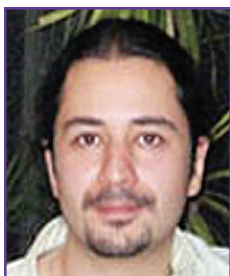
به بازشناسی چهره از دیدگاهی است که قبلاً با آنها روبه‌رو نشده است. در این رساله، توجه خود را بر بازشناسی چهره مستقل از دید متمرکز کرده‌ایم. دشواری این مسئله در این است که تصویر یک چهره از یک دید جدید می‌تواند با تصاویر آن چهره از دیدهای دیگر متفاوت باشد.

در این رساله، یک مدل بازشناسی مستقل از دید چهره بر مبنای اختلاط خبره‌ها (mixture of experts) ارائه شده است. در شکل پایه اختلاط خبره‌ها، فضای مسئله به صورت خودکار به چند زیرفضا برای خبره‌ها تقسیم می‌شود و خروجی خبره‌ها توسط یک شبکه میانه‌چی (mediator) ترکیب می‌شود. در مدل پیشنهادی هر یک از خبره‌ها به زیرفضای خاصی، متناسب با دیدهای از پیش تعیین‌شده، سوق داده می‌شوند. برای این منظور، یک بازنمایی (representation) جدید، چهره‌های ویژه همپوشان (overlapping eigenfaces)، معرفی شده است که از طریق آن برای هر خبره، بازنمایی چهره‌های نزدیک به زاویه دید متناظر آن خبره به دست می‌آید.

علاوه بر این، از یک روش یادگیری با راهنمایی معلم (teacher-directed learning)، برای اختلاط خبره‌ها استفاده کرده‌ایم. در این روش متناسب با زاویه دید چهره ورودی، اجازه اصلاح وزن فقط به خبره متناظر با آن دید داده می‌شود.

شواهدی از نوروفیزبولوژی مبنی بر وجود یک مکانیزم ترکیب مطرح است که طی آن خروجی چندین واحد وابسته به زاویه دید برای بازشناسی مستقل از دید چهره با هم ترکیب می‌شوند. این شواهد با مدل پیشنهادی ما همخوانی دارد.

نتایج آزمایش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد روش ما برای سوق دادن خبره‌ها به دیدهای از پیش تعیین‌شده، کارایی اختلاط خبره‌ها را بهبود بخشیده است. برای مثال در یک آزمایش که نمونه‌های آزمایشی از زوایای دید ۰، ۴۵، و ۹۰ درجه و نمونه‌های آزمایشی از زوایای دید ۲۲/۵ و ۶۷/۵ انتخاب شده بودند، برای ۱۲۰۰ تصویر چهره آزمایشی از ۲۰ نفر، نرخ بازشناسی برای مدل اختلاط خبره‌ها با بازنمایی به صورت چهره‌های ویژه همپوشان ۸۳/۲۴ درصد بود در حالی که این نرخ با استفاده از روش یادگیری با راهنمایی معلم به ۹۱/۵۸ درصد رسید.



شاهین نصر

شاهین نصر دوره کارشناسی خود را در رشته مهندسی پزشکی در دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی و کارشناسی ارشد خود را در رشته مهندسی

تصاویر بر مقدار اطلاعات منتقل شده و همچنین کیفیت گزینش تصاویر توسط نورون‌های قشر گیجگاهی تحتانی، شاخص گزینش محرک و شاخص تغییر پاسخ محاسبه شد. هر دو شاخص مذکور برای تمامی زمان‌های نمایش از ابتدای پاسخ به تدریج افزایش یافتند تا ۷۰ میلی‌ثانیه بعد از نمایش تصویر به سطحی رسیدند که با پاسخ پایه نورون اختلاف معنی‌داری داشتند. افزایش شاخص‌ها به طور تدریجی ادامه پیدا می‌کرد تا در ۱۴۰ میلی‌ثانیه بعد از نمایش تصاویر به اوج مقدار خود می‌رسیدند. در فاز دوم پاسخ، شاخص‌های ذکر شده به تدریج از حداکثر مقادیر خود در میلی‌ثانیه ۱۴۰ ام به نحوی کاهش پیدا می‌کردند که تصاویری که مدت زمان کوتاه‌تری نمایش داده بودند کاهش سریع‌تری از خود نشان دادند و در نتیجه اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌های گزینش محرک و تغییر پاسخ در بین زمان‌های متفاوت نمایش در حیطه ۲۲۵ میلی‌ثانیه پس از نمایش تصویر تا ۴۰۰ میلی‌ثانیه بعد از آن مشاهده گردید (آنالیز واریانس،  $p < 0.05$ ). نتایج حاصل به وضوح نشان می‌دهند که خصوصیات محاسباتی پردازش تصاویر در مغز تحت تأثیر مدت زمان نمایش تصاویر قرار می‌گیرند. در متون روانشناسی بینایی آورده شده است که با کاهش مدت زمان ارائه تصاویر یا کاهش زمان حرکت چشم از یک نقطه به نقطه دیگر، کارایی افراد در تشخیص تصاویر کاهش می‌یابد. یافته‌های این تحقیق دلیل محاسباتی کم شدن کارایی افراد در مواجهه با این شرایط را توجیه می‌کند.



رضا ابراهیم‌پور

رضا ابراهیم‌پور دوره کارشناسی خود را در رشته مهندسی الکترونیک در دانشگاه مازندران و کارشناسی ارشد خود را در رشته مهندسی پزشکی (بیوالکتریک) در دانشگاه تربیت مدرس تهران گذرانده است. وی در تاریخ ۸۶/۴/۲۸ موفق به اخذ درجه دکتری در رشته علوم اعصاب شناختی شد. رضا ابراهیم‌پور رساله دکتری خود را با عنوان

“View-independent face recognition with mixture of experts”

زیر نظر دکتر احسان‌اله کبیر نوشته است.

### چکیده رساله دکتری

در بازشناسی چهره، سیستم بینایی انسان توانایی قابل‌توجهی در تشخیص تغییرات مهم از تغییرات بی‌اهمیت تصویر، یادگیری از مثال‌ها برای بازشناسی دیدهای جدید چهره و تعمیم دیدهای آشنا به جدید دارد؛ این سیستم قادر



علی برجی

علی برجی دوره کارشناسی خود را در رشته مهندسی کامپیوتر-نرم افزار در دانشگاه صنعت نفت و کارشناسی ارشد خود را در رشته مهندسی کامپیوتر (هوش مصنوعی) در دانشگاه شیراز گذرانده است. وی در تاریخ ۸۸/۸/۱۴ موفق به اخذ درجه دکتری در رشته علوم اعصاب شناختی شد. علی برجی رساله دکتری خود را با عنوان

“Interactive learning of task-driven visual attention control”

زیر نظر دکتر بابک نجار اعرابی و دکتر مجید نیلی احمدآبادی نوشته است.

### چکیده رساله دکتری

یکی از خصوصیات بارز انسان‌ها کارا بودن آنها در محیط‌هایی است که اطلاعات حسی زیادی دریافت می‌کنند. بینایی مهم‌ترین حسی است که انسان‌ها بر آن تکیه دارند و به همین علت است که بیشترین مطالعات در بینایی ماشین و هوش مصنوعی به این حس اختصاص یافته است. علی‌رغم تحقیقات وسیع در بینایی ماشین و رباتیک، تعداد زیادی از اعمال حسی-حرکتی که انسان‌ها به سادگی انجام می‌دهند، هنوز حل نشده‌اند. به خصوص طراحی الگوریتم‌های یادگیری که دارای دقت بالا و پیچیدگی محاسباتی پایین باشند و ربات‌های متحرک خودکار را قادر سازند تا در محیط‌های تعاملی بینایی عمل کنند بسیار مورد توجه است. در مقایسه با محیط‌های بینایی کنترل شده که اغلب در آزمایشگاه از آنها استفاده می‌شود، یادگیری رفتارهای بینایی در محیط‌های کنترل نشده و به صورت کلی، بسیار مشکل‌تر است. نمونه‌هایی از کاربردهای یادگیری بینایی، راهبری مبتنی بر بینایی، تشخیص محل بر اساس اطلاعات بینایی، گرفتن و حرکت دادن اشیاء هستند.

گرایش اخیر در رباتیک به سمت تکامل ربات‌هایی است که قادر باشند به صورت خودکار در محیط‌های بینایی ناآشنا و تصادفی عمل کنند. این کیفیت مورد علاقه، روش‌های برخط و تعاملی را برای یادگیری نمایش‌های بینایی و کنترل بسیار مناسب و ضروری می‌سازد. این گونه روش‌های پویا به راه‌حل‌های قابل انعطاف با پیچیدگی کم و هزینه محاسباتی پایین می‌انجامند. یک عامل رباتیکی برای اینکه قادر باشد در محیط‌های بینایی عمل کند باید قادر باشد که فضای ادراکی بینایی خود را با اعمال فیزیکی خود متناظر سازد. این قابلیت، هماهنگی بینایی-حرکتی، بینایی مبتنی بر

پزشکی در دانشگاه علم و صنعت تهران گذرانده است. وی در تاریخ ۸۸/۱/۲۰ موفق به اخذ درجه دکتری در رشته علوم اعصاب شناختی شد. شاهین نصر رساله دکتری خود را با عنوان

“Effect of top-down control on human categorization and identification related brain potentials”

زیر نظر دکتر حسین استکی نوشته است.

### چکیده رساله دکتری

استفاده بهینه از امکانات محدود پردازشی نقش مهمی در افزایش قدرت درک موجودات زنده از محیط پیرامون و به تبع آن افزایش شانس حیات آنها دارد. با توجه به توان پردازشی محدود مغز، ساختارهای عصبی در هر لحظه زمانی تنها قادر به پردازش تعداد محدودی از محرک‌های محیطی هستند. در عین حال، نحوه پردازش این محرک‌ها خود تحت تأثیر عوامل درونی مانند هدف فرد و یا عوامل بیرونی همچون نوع محرک و میزان وضوح آن است. در این مطالعه، و با انجام سه سری آزمایش سعی شده است تا نحوه کنترل پردازش بینایی در انسان مورد بررسی قرار گیرد. در آزمایش اول، در حالی که افراد به تناوب دو عمل شناختی تشخیص چهره و تشخیص برگ را انجام می‌دادند، سعی شد تا اثر عامل «توجه» مشخص شود. در آزمایش دوم، در حالی که افراد مورد آزمایش به تناوب اعمال (ERP) فعالیت‌های برانگیخته مغزی شناختی) تشخیص هویت و دسته‌بندی تصاویر را انجام می‌دادند، سعی شد تا تأثیر «وظیفه‌شناختی» فرد را بر نحوه پردازش تصاویر مورد بررسی قرار دهیم. در آزمایش سوم و در حالی که «میزان آشنایی افراد با محرک‌ها» از طریق یادگیری ارتباط تصاویر و یا از طریق تکرار تصاویر افزایش می‌یافت به بررسی اثر این عامل بر نحوه پردازش تصاویر پرداختیم. در این آزمایش همچنین تلاش شد مشخص شود که آیا نحوه آشنایی با تصاویر خود در ایجاد تغییر در فعالیت‌های مغزی مؤثر است یا خیر. نتایج این آزمایش‌ها نشان داد که عامل «توجه» قادر است فعالیت‌های برانگیخته در پاسخ به گروه هدف را که بعد از ۱۵۰ میلی‌ثانیه از نمایش تصویر ظاهر می‌شود تقویت نماید. در عین حال نشان داده شد که برای پتانسیل‌های در ناحیه شقیقه‌ای (مانند امواج N۱۷۰) میزان تقویت فعالیت‌ها ثابت است و به مؤلفه‌های تصویر یعنی میزان وضوح و دسته تصویر مورد مطالعه وابستگی ندارد، در حالی که برای مؤلفه‌های دیر هنگام‌تر مرکزی (مانند P۴۰۰) میزان تقویت به میزان نمایانی تصاویر وابسته است. نتایج آزمایش ۲ و ۳ همچنین نشان داد که عوامل درونی یعنی «وظیفه‌شناختی» و «میزان آشنایی فرد با محرک‌ها»، در مقابل عامل «توجه»، قادرند تا میزان حساسیت و اختصاصی بودن پاسخ‌های برانگیخته در نواحی پیشانی و آهیانه‌ای را بر اساس نیازمندی‌ها و شرایط حاکم بر عمل شناختی تغییر دهند. این نتایج در عین هماهنگی با مدل‌های درک بینایی باعث افزایش دانش ما در مورد نحوه ارتباط اجزا این مدل‌ها با ساختارهای کنترل شناختی از بالا می‌شود.

منظور، یا بینایی برای عمل نامیده می‌شود. بر خلاف راه‌حل‌های بینایی ماشین که در آنها اغلب نمایش‌های از قبل تعریف‌شده و ثابتی در ذهن عامل فرض می‌شود، نمایش‌های لازم در بینایی مبتنی بر منظور از تعامل عامل با محیط پیرامونی ایجاد می‌شوند.

در این رساله، راه‌حلی برای یادگیری کنترل توجه بینایی بالا به پایین و مبتنی بر وظیفه در محیط‌های تعاملی و هنگامی که تصاویر پیچیده طبیعی باید پردازش شوند ارائه شده است. عامل باید نمایش‌های بینایی داخلی‌اش را همزمان با اعمال فیزیکی خود یاد بگیرد تا قادر باشد یک وظیفه پیچیده را انجام دهد. این راه‌حل‌ها از ایده‌های بینایی مبتنی بر وظیفه و توجه بینایی الهام گرفته‌اند. به‌طور مشخص در اینجا ما الگوریتم‌های یادگیری تقویتی‌ای ارائه داده‌ایم که قابل اعمال به محیط‌های بینایی هستند. با الهام از نحوه عملکرد بینایی انسان که پردازش‌های پیچیده بینایی را بر زیرمجموعه‌ای از اطلاعات بینایی متمرکز می‌کند، هدف در راه‌حل‌های ارائه‌شده، محدود کردن استخراج ویژگی بر روی تعداد کمی از نواحی تصویر است. تأکید اصلی بر روی یادگیری توجه مکانی همراه با اعمال حرکتی می‌باشد.



یوسف سلیم‌پور

یوسف سلیم‌پور دوره کارشناسی خود را در رشته مهندسی برق در دانشگاه صنعتی شریف و دوره کارشناسی ارشد خود را در رشته مهندسی برق در دانشگاه علم و صنعت تهران گذرانده است. وی در تاریخ ۸۹/۸/۲ موفق به اخذ درجه دکتري در رشته علوم اعصاب شناختی شد. یوسف سلیم‌پور رساله دکتري خود را با عنوان

“Stochastic point process modeling and likelihood space analysis of neuronal population”

زیر نظر دکتر حمید سلطان‌یان زاده نوشته است.

### چکیده رساله دکتري

روش‌های معمول پردازش فعالیت‌های نورونی بر اساس نرخ تغییرات پاسخ است. که مطابق با نظریه کدگذاری اطلاعات تحریک با نرخ تغییرات پاسخ نورون می‌باشد و این در حالی است که نتایج آزمایش‌های جدید حاکی از وجود انواع دیگر کدگذاری در سیستم اعصاب مرکزی است. بر این اساس روش‌های نوینی ابداع شده است تا بتوان اطلاعات پاسخ‌های نورونی را به صورت نرخ تغییرات یا به صورت زمانی از مشاهدات الکتروفیزیولوژی

استخراج کرد. اما در هیچ یک از روش‌های نوین امکان تلفیق اطلاعات کدگذاری شده در نرخ تغییرات و یا زمان پاسخ وجود ندارد. در این رساله روش نوینی ابداع شده است که امکان تلفیق مکانیزم‌های مختلف کدگذاری اطلاعات در پاسخ‌های نورونی را دارد و قابل تعمیم به پاسخ‌های جمعی نورون‌ها نیز است. در این روش از نظریه پردازش نقطه‌ای تصادفی جهت مدل‌سازی پاسخ‌های نورونی استفاده شده و نظریه «پردازش نقطه‌ای نشان‌گذاری شده» امکان تعمیم این روش را به پاسخ‌های جمعی نورونی فراهم می‌سازد. در این روش هر رشته از پاسخ نورونی به صورت برداری از صفر و یک در نظر گرفته می‌شود و با توجه به تخمین احتمال ظهور آن در صورت ارائه محرک خاص، به فضای احتمالی همسایگی نگاشته می‌شود. در این روش نشان داده شده است که این نگاشت از مزایای فراوانی برخوردار است که مهم‌ترین آنها تلفیق اطلاعات کد شده به صورت نرخ تغییرات و زمان پاسخ است. «افزایش تفکیک پذیری پاسخ‌های مربوط به انواع تحریکات»، «کاهش ابعاد فضای بررسی پاسخ‌ها»، و «تعبیری نوین از اطلاعات کد شده در پاسخ نورون در فضای احتمالی همسایگی» از دیگر ویژگی‌های این نگاشت است. برای ارزیابی کارایی این روش، از پاسخ‌های نورونی ثبت شده از ناحیه قشر بینایی مغز میمون در حال نگاه کردن به یک شیء تصویری استفاده شده است. به این منظور به یک میمون نورون‌های لازم برای مشارکت در آزمایش در مراحل متعددی آموزش داده شد و سپس از میمون تربیت شده تصویر بردارهای لازم انجام شد و براساس نتیجه آن مکان‌یابی دقیق قشر بینایی با تمرکز بر قسمتی که مختص پردازش بینایی اشیاست، صورت گرفت. پس از آن مغز میمون به منظور کاشت پروتزهای مخصوص برای ایجاد امکان دسترسی به منطقه مزبور تحت جراحی قرار گرفت تا امکان ثبت الکتروفیزیولوژیکی فعالیت‌های نورونی فراهم گردد. در این مطالعه، مجموع اشیای تصویری که به حیوان نشان داده شد شامل زیرگروه‌هایی از اشکال: صورت انسان، صورت سگ، بدن انسان، انواع صندلی، انواع خودرو و اشیای ساده بوده است. در این پژوهش با استفاده از «معیار همسازی برازش» عملکرد این روش با روش‌های معمول مورد مقایسه قرار گرفته است. با توجه به افزایش تفکیک پذیری پاسخ‌های جمعی نورونی به محرک‌های تصویری، به نظر می‌رسد فضای احتمال همسایگی، چهارچوب مناسبی جهت بررسی دریافت سیستم اعصاب مرکزی بینایی از تصاویر اشیای جهان خارج باشد. آنالیز پاسخ‌های ثبت شده در فضای احتمال همسایگی با استفاده از تعبیری جدید از تئوری اطلاعات در این فضا نشان‌دهنده وجود نوعی مکانیسم کدگذاری بهینه در قشر بینایی بوده و پاسخ جمعی نورون‌ها جهت تفکیک محرک‌ها از یکدیگر بر اساس نوعی معیار سنجش فاصله متناسب با میزان اختلاف اطلاعات کد شده می‌باشد. این روش ضمن ارائه روش پردازش پاسخ‌های نورونی در قالبی نو و منحصر به فرد، یافته‌های ارزشمندی داشته است که راه را برای درک چگونگی عملکرد مغز و به خصوص قشر بینایی در دریافت جهان خارج هموار می‌سازد.