

**برنامه‌نویسی آزمایش‌های رفتاری در
متلب و سایک‌تولباکس
(۹ گام ساده برای دانشجویان و پژوهشگران)**

فهرست مطالب

تقدیر و تشکر.....	۹
برنامه‌نویسی آزمایش‌های رفتاری در متلب و سایک‌تولباکس.....	۱۱
مقدمه مترجم.....	۱۳
مقدمه.....	۱۵
گام صفر: نکات ابتدایی.....	۲۱
گام اول: راه‌اندازی برنامه.....	۳۳
گام دوم: تنظیم پارامترها و متغیرها برای ذخیره شرایط و داده‌های آزمایش... ..	۴۱
گام سوم: اجرای حلقه‌های FOR برای تکرار کوشش‌ها.....	۴۹
گام چهارم: استفاده از دستور IF برای تعریف کوشش‌ها و ارائه محرک‌ها.....	۵۵
گام پنجم: ارائه محرک‌ها و ثبت پاسخ شرکت‌کنندگان.....	۶۱
گام ششم: ذخیره‌سازی داده‌ها.....	۷۳
گام هفتم: اشکال‌زدایی، بهینه‌سازی و توابع.....	۷۷
گام هشتم: امتحان و بررسی درستی داده‌ها.....	۸۷
گام نهم: اصول تحلیل داده‌ها.....	۹۱
به‌شما تبریک می‌گوییم!.....	۱۰۰

تقدیر و تشکر

قبل از هر چیز می‌خواهم از کسانی که این کتاب را از اول تا آخر می‌خوانند تشکر کنم.

نوشتن کتاب برنامه‌نویسی آزمایش‌های رفتاری بدون القای تلاش مضاعف برای خواننده کار سختی است. امید آن دارم که ایجاز در این کتاب در عین ارائه منبعی مفید برای یادگیری، زمان این تلاش مضاعف را هم مختصرتر کند. اگر توانسته باشم به دانشجوی مضطربی در برداشتن اولین گام‌های برنامه‌نویسی کمک کنم، همین برایم کافی و خوشحال‌کننده است.

همچنین می‌خواهم از پروفیسور پاتریک ماگارد، استاد راهنمای پی‌اچ‌دی ام تشکر کنم. او بهترین محیط را برای یادگیری برنامه‌نویسی به‌عنوان یک عصب‌پژوه شناختی برایم فراهم کرد و به‌اندازه کافی به من انگیزه داد: آنقدر که بتوانم ادامه دهم و در عین حال زمینگیر هم نشوم.

همچنین تشکر ویژه‌ای از همه کسانی می‌کنم که در طول تحلیل من را با توابع جدید در متلب آشنا کردند یا خطاهای مضحک در کدنویسی را به من یادآور شدند. به‌ویژه در این زمینه از دکتر متیو سالوویس قدردانی می‌کنم.

از الیزابت انگل برای همکاری‌های دلسوزانه‌اش در این سال‌ها متشکرم و امیدوارم این همکاری سال‌های سال ادامه پیدا کند. او کلمه به

کلمه این کتاب را بررسی کرده و هر بار در بهبودی آن کوشیده است. بدون کمک او، چیز آبرومندی نمی‌شد. با این اوصاف، همه ایرادات باقیمانده بر عهده شخص من هستند.

همچنین از پدر، مادر و برادرم برای حمایت‌شان در طول نوشتن این کتاب تشکر می‌کنم. با اینکه فعالیت آنها ارتباطی با چیزی که می‌نوشتم یا از آن حرف می‌زدم ندارد اما همواره روند پیشرفت کار را جویا می‌شدند و پشتیبانم بودند.

سرانجام از دوست عزیزم، نیک، که در زمان‌های استراحت همراه خوب نوشیدنی‌هایم بود تشکر می‌کنم. اگر چه نیک با نوشیدنی‌هایش به سلامت فیزیکی من ضررهایی وارد کرد اما با سرخوشی‌های آخر هفته نقش مؤثری در آرمیدگی‌ام داشت و این دومی بر اولی می‌چربد.

برنامه‌نویسی آزمایش‌های رفتاری در متلب و سایک‌تولباکس

رفتار انسان آنقدر شگفت‌انگیز است که جای تعجب نیست روان‌شناسان و عصب‌پژوهان زندگی خود را وقف طراحی آزمایش‌هایی دقیق برای درک آن می‌کنند. نرم‌افزار متلب (MATLAB) یکی از پرکاربردترین ابزارها برای طراحی و اجرای آزمایش‌های رفتاری است و بستری سریع و منعطف برای برنامه‌نویسی آزمایش‌ها محسوب می‌شود.

این کتاب یک راهنمای گام‌به‌گام ساده در استفاده از متلب و سایک‌تولباکس برای ساخت آزمایش‌های قابل سفارشی‌شدن است. زبان ساده و حجم کم آن به شما امکان می‌دهد مستقیماً به هدف اصلی‌تان برسید و سریع‌تر طراحی آزمایش‌ها را یاد بگیرید. این کتاب در ۹ گام ساده راه را برای تنظیم پارامترها و تحلیل خروجی حاصل از داده‌ها باز می‌کند. دیگر روزهای دلهره‌آور و پر از آموزش‌های بی‌ربط و گوناگون را فراموش کنید چه اِرمان میسرلیسوی در این کتاب مفید شما را در مسیری دوستانه و با ترفندهای خاص خود راهنمایی می‌کند.

اگر می‌خواهید چندوچون ساخت آزمایش‌های مختلف را برای جمع‌آوری و تحلیل داده‌های رفتاری یاد بگیرید حتماً باید این کتاب را بخوانید. خواه دانشجوی روان‌شناسی شناختی هستید، خواه پژوهشگر علوم اعصاب شناختی یا کسی هستید که می‌خواهید تکالیف شناختی را برای تفریح روی دوستانتان اجرا کنید، این کتاب مهارت‌های لازم را به شما آموزش می‌دهد.

ارمان میسرلیسوی دکترای علوم اعصاب شناختی خود را از دانشگاه کالج لندن گرفته است. او پس از فارغ‌التحصیلی یک شرکت مشاوره علمی راه‌اندازی کرد و در سال ۲۰۱۵ به شرکت پیک (Peak) رفت تا در زمینه بسط روش‌های مداخلات آموزش شناختی فعالیت کند.

مقدمه مترجم

«دست از پرگویی بردارید؛ کدهایتان را نشانم دهید!» (لینوس توروالدز¹) کامپیوترها در هر حوزه علمی و پژوهشی به یکی از مولفه‌های حیاتی تبدیل شده‌اند و علوم رفتاری و شناختی هم از این قاعده مستثنی نیستند. پژوهشگران و دانشجویان عصب‌پژوهی شناختی و روانشناسی مکلف‌اند مهارت‌های مختلفی داشته باشند و مسلماً یکی از این مهارت‌ها خلاقیت در مراحل مختلف پژوهش از جمله انتخاب نوع محرک و طراحی آزمایش‌های رفتاری است. خلاقیت باعث می‌شود داده‌ها را بهتر تحلیل کنید و خروجی‌های بهتر بگیرید. امروزه بخش عمده‌ای از این خلاقیت پژوهشی از طریق برنامه‌های کامپیوتری شکوفا می‌شود. بسیاری از دانشجویان برای طراحی یک آزمایش و تحلیل داده‌هایشان از نرم‌افزارهایی استفاده می‌کنند که مخصوصاً برای همین کار توسعه‌اش داده‌اند (شاید با ابزاری مثل SuperLab کار کرده باشید). این نرم‌افزارها خواهی نخواهی مانعی برای خلاقیت شما هستند و پژوهش‌تان را محدود می‌کنند؛ چون اکثر این نرم‌افزارهای پیش‌ساخته فقط برای راضی نگه داشتن کاربرانی متوسط ساخته شده‌اند و انعطاف زیادی ندارند. از این جهت، زبان برنامه‌نویسی متلب دقیقاً آن روی سکه است. وقتی برای بار اول این برنامه را باز می‌کنید نداشتن یک واسط گرافیکی

1. Linus Torvalds (برنامه‌نویس، هکر و از توسعه‌دهندگان هسته لینوکس)

خوش‌فرم و جذاب در نگاه اول توی ذوقتان می‌زند. بار اول فکر می‌کنید برنامه نوشتن کار وحشتناکی است. این کتاب ساده قرار است این هراس بیهوده را در شما از بین ببرد و قادرتان کند در برنامه‌هایتان خلاقیت به خرج دهید و تقریباً - با تمرین زیاد - هر آزمایشی که می‌خواهید بنویسید. مزیت اصلی متلب همین است که قرار نیست مثل بقیه برنامه‌های پیش‌ساخته و سفارشی، خودمان را با آن وفق بدهیم بلکه این متلب است که خودش را با ما سازگار می‌کند.

سایک‌تولباکس ابزار برنامه‌نویسی به‌شدت قدرتمندی است که امکان نظارت بر هر مرحله از پژوهش را به پژوهشگر می‌دهد. با آن می‌توانید هر نوع محرکی که می‌خواهید (شنیداری و دیداری و ...) بسازید و در زمان و موقعیت‌های مختلف آن را ارائه کنید، از شرکت‌کننده پاسخ‌های رفتاری بگیرید و داده‌ها را ثبت و تحلیل کنید. یادتان نرود گروه‌های پژوهشی سرتاسر دنیا دنبال پژوهشگرانی‌اند که مهارت برنامه‌نویسی با متلب داشته باشند. پس بر شما است که این کتاب را بخوانید.

مقدمه

روانشناسی و عصب‌پژوهی رشته‌های دانشگاهی محبوبی هستند و سرمقاله‌های علمی زیادی در سرتاسر جهان با این رشته‌ها پیوند دارند. هسته مرکزی این رشته‌های پیچیده و جالب یک ابزار بی‌ادعا بیش نیست: آزمایش رفتاری. روان‌شناسان و عصب‌پژوهان از انواع و اقسام تکالیف دقیق برای کشف ماهیت رفتار انسان بهره می‌گیرند. این موضوع معمولاً افزون بر مهارت‌های علمی به دانش برنامه‌نویسی نیاز دارد. آزمایش‌های مدرن امروزی معمولاً روی یک کامپیوتر اجرا می‌شوند به طوری که شرکت‌کنندگان در مقابل یک صفحه‌کلید قرار دارند و با مشاهده محرک‌های حسی مختلف کلیدهایی را می‌فشارند. یک دستورالعمل ممکن است این باشد که «اگر دایره سبزرنگ دیدی، کلید فاصله را فشار بده؛ اگر دایره قرمز رنگ دیدی، کلید فاصله را فشار نده». برای تکالیف استاندارد از جمله تکلیف مذکور، کامپیوتر باید در حین ارائه محرک‌های نامبرده واکنش‌های آزمودنی را ثبت کرده و به آنها بازخورد بدهد. این بدان معنی است که پژوهشگر نیاز به نوشتن و اجرای برنامه‌های کامپیوتر تعاملی دارد.

من چند هفته قبل از ورود به دوره پی‌اچ‌دی علوم اعصاب شناختی

نسبت به این موضوع احساس وحشت و ترس زیادی داشتم. چشم‌انداز برنامه‌نویسی من را به وحشت می‌انداخت. من تقریباً هیچ تجربه‌ای در زمینه کدنویسی نداشتم و نمی‌دانستم اینکار را از کجا شروع کنم. پس از اینکه در مصاحبه دکترا اعلام کردم که «در عرض یک ماه در تابستان برنامه‌نویسی را یاد می‌گیرم» وقت آن بود که پولم را جایی صرف کنم که وعده داده بودم.

متأسفانه، ترس من باعث می‌شد مدام موضوع را تا یک هفته قبل از ورود به دوره پی‌اچ‌دی به تعویق بیندازم. سرعت یادگیری‌ام کند شده بود اما سرانجام بینشی عملی نسبت به این موضوع پیدا کردم که اگر فکرم را متمرکز کنم قادرم هر آزمایشی را کدنویسی کنم. در مجموع ترس من از برنامه‌نویسی بیجا بود و باید هرچه‌زودتر سراغ برنامه‌های موجود برای طراحی آزمایش می‌رفتم تا ببینم در آنها چه می‌گذرد. با این همه، دسترسی به منبع مشخصی نداشتم تا من را به مسیر درست هدایت کند. هدف از نوشتن این کتاب دقیقاً فراهم کردن همین منبع بوده است. مثالی که در طول کتاب با آن کار می‌کنیم توصیف‌کننده فرآیند کلی کدنویسی یک آزمایش رفتاری در متلب نسخه R2015b (uk.mathworks.com/products/matlab) و با استفاده از تولباکس رایگانی به نام سایک‌تولباکس است (psychtoolbox.org). شما برای طراحی آزمایش‌ها به هرودی این ابزارها روی سیستم‌تان نیاز دارید. این دو ابزار در مؤسسات دانشگاهی به‌طور گسترده‌ای برای کدنویسی آزمایش‌ها مورد استفاده هستند. کدهای این کتاب را روی یک سیستم مک با نسخه ۱۰،۱۱،۱ سیستم‌عامل اواس‌ایکس اجرا کرده‌ام، اما این مثال‌ها باید روی

هر سیستم دیگری هم که از سایک‌تولباکس پشتیبانی می‌کند بدون مشکل اجرا شوند. منتهی قبل از هرچیز مشخصات مورد نیاز را برای سایک‌تولباکس در وبسایت رسمی‌اش (psychtoolbox.org/requirements) بخوانید و سازگاری سیستم خود را با اجرای مثال‌ها و دموهای آموزشی محک بزنید (peterscarfe.com/ptbtutorials.html). چنانچه نمی‌توانید کدهای دمو موجود در این سایت را اجرا کنید احتمالاً از نظر سازگاری با سیستم مشکلی وجود دارد. سیستم‌عامل پیشنهادی سازندگان سایک‌تولباکس لینوکس است که می‌توانید آن را رایگان دانلود و نصب کنید (www.gnu.org/software/software.en.html). اما یک سلب مسئولیت کوتاه: هرگز تضمین نمی‌کنم که مثال‌های این کتاب کاملاً با هر سیستم‌عامل و سخت‌افزار مشخصی سازگار باشند. بنابراین باید کلیه کدهایتان را محک بزنید تا مطمئن شوید عملکرد، دقت زمانی و کیفیت گرافیکی مورد نظرتان را دارا باشند.

وقتی می‌خواستم برنامه‌نویسی را یاد بگیرم زمان زیادی را صرف کتاب‌ها و منابع آموزشی کرده‌ام. هرچند کتاب‌ها و وبسایت‌های مفیدی برای آموزش برنامه‌نویسی وجود دارند، تقریباً همگی در دو زمینه ضعف دارند: (۱) برخی کتاب‌های درسی مفید هستند اما ابهام و جزئیات غیرضروری و طولانی در آنها دیده می‌شود؛ استفاده از این کتاب‌ها در مواردی باعث ناامید شدن خوانندگان می‌شود چرا که خواننده اراده لازم را برای کامل کردن کتاب از دست می‌دهد و زود آن را رها می‌کند؛ (۲) برخی از منابع از روش‌های هدفمند نامطلوب یا بی‌اثر استفاده می‌کنند. در اغلب موارد نقاط عطف در این آثار خیلی بالا یا خیلی پایین تنظیم

شده‌اند و تمرین‌ها نمی‌توانند در مواقع برنامه‌نویسی کامل یک آزمایش رفتاری موارد لازم را آموزش بدهند. در این کتاب قرار است مولفه‌های اصلی برنامه‌نویسی یک آزمایش رفتاری در اختیار شما قرار بگیرد. این اثر دقیقاً بر مواردی متمرکز است که من به‌خوبی توانستم با آنها برنامه‌نویسی را یاد بگیرم؛ و معتقدم اینها موضوعاتی‌اند که برای هرکس دیگر هم جواب می‌دهند؛ خواه روان‌شناس شناختی، عصب‌پژوه یا پژوهشگر دیگر حوزه‌های رفتاری باشید. من این کتاب را با صفت «آموزش فوری» معرفی می‌کنم چراکه به‌سرعت اصول اولیه پشت‌پرده برنامه‌نویسی را به خواننده یاد می‌دهد (و حتی برخی اصول اولیه کمتر ضروری را حذف می‌کند) و مستقیماً نشان می‌دهد اسکریپت‌های یک آزمایش رفتاری چگونه کار می‌کنند. هدف من این است که شما را با بزرگترین مانع یادگیری برنامه‌نویسی آزمایش‌های رفتاری آشنا کنم. پس از این مرحله، این مانع کوچک و کوچک‌تر شده و دانش بیشتر درباره متلب برایتان دسترس‌پذیر خواهد شد. در این مسیر و پس از پایان کتاب با یاری گرفتن از گوگل می‌توانید آزمایش‌های رفتاری خودتان را کدنویسی کنید. و این اتفاقی سریع و ساده است که اصلاً وحشتناک نیست.

آموزش‌های این کتاب به‌طورمستقیم بر کدنویسی آزمایش‌های رفتاری متمرکزاند و موارد دیگری را که متلب در آنها عملکردی عالی دارد کنار می‌گذارند؛ بنابراین، اگر این کتاب را انتخاب کرده‌اید، آزمایش‌های رفتاری اولویت اصلی شما بوده‌اند. لیکن، قواعد و روش‌های معرفی‌شده قابل‌تعمیم به حوزه‌های دیگر از جمله تحلیل

پیشرفته داده و مدل‌سازی محاسباتی نیز هستند. نسخه کامل مثال این کتاب در وبسایت رسمی انتشارات راتلیج و در بخش دانلود (eResources) قابل دسترسی است. اسکرپت با نام gonogo_tutorial_predebug.m شامل کلیه دستورات تا گام ۷ است (یعنی وقتی مرحله اشکال‌زدایی و ایجاد توابع شروع می‌شوند). پس از تکمیل این گام فایل gonogo_tutorial_postfunction.m کلیه مولفه‌های ویرایش‌شده اسکرپت را دارد. همچنین فایل دیگری (به نام analysis_script.m) وجود دارد که برای گام ۹ و دستورات پایه تحلیل داده‌ها به کارتان می‌آید.

خواه دانشجوی یا فردی آکادمیک هستید که باید خودتان برنامه بنویسید یا می‌خواهید برای سرگرمی هم که شده اسکرپت‌ها را روی دوستانتان اجرا کنید، این کتاب مبانی اساسی را به سرعت به شما آموزش می‌دهد. اگر کلیه دستورالعمل‌های این کتاب کوتاه را دنبال کنید، در زمینه کدنویسی هر آزمایش رفتاری اعتماد به نفس لازم را کسب خواهید کرد. برنامه‌نویسی مسابقه‌ای ورزشی نیست که بنشینید و تماشا کنید؛ منظور آنکه ضمن خواندن این کتاب دستورالعمل‌های متلب را بخوانید، خودتان آنها را اجرا کنید تا معنای هر حرف و نمادی را که تایپ می‌کنید بفهمید. با این روش توشه بهتری در کدنویسی برمی‌دارید. بنابراین، اضطراب و ترس‌تان را کنار بگذارید و مشتاقانه کار را شروع کنید.

سلب مسئولیت: نویسنده تا جای ممکن تلاش کرده تا راهنمایی دقیق و صریحی ارائه دهد، اما خواننده باید مسئولیت بررسی مشکلات کدها بر اساس طراحی آزمایش خود را برعهده بگیرد.