**طراحی یک سیستم ساده یادگیری فدرال برای بهینه‌سازی مصرف انرژی در دستگاه‌های لبه‌ای در شبکه‌های بی‌سیم**

🧠 شرح موضوع

یادگیری فدرال (Federated Learning) یکی از روش‌های نوین در حوزه یادگیری ماشین است که امکان آموزش مدل‌های هوشمند را بدون نیاز به انتقال داده‌های خام فراهم می‌کند. این روش به‌ویژه در محیط‌هایی که حفظ حریم خصوصی، کاهش مصرف انرژی و محدودیت ارتباطی اهمیت دارد، بسیار کاربردی است.

در این پروژه، هدف طراحی یک سیستم ساده و قابل فهم یادگیری فدرال است که بتواند در دستگاه‌های لبه‌ای مانند حسگرها، موبایل‌ها و تجهیزات اینترنت اشیاء، مصرف انرژی را بهینه کند. این دستگاه‌ها معمولاً در شبکه‌های بی‌سیم فعالیت می‌کنند و با محدودیت‌هایی مانند پهنای باند کم، تأخیر بالا و منابع پردازشی محدود مواجه‌اند.

برای رسیدن به این هدف، از مفاهیم کلیدی مانند زمان‌بندی مشارکت دستگاه‌ها، تجمیع مدل‌ها به‌صورت ناهمگام، استفاده از رایانش لبه، و به‌کارگیری روش‌های سبک یادگیری عمیق استفاده می‌شود. همچنین، شبیه‌سازی این سیستم با زبان برنامه‌نویسی پایتون و استفاده از داده‌های باز (مانند سیگنال‌های ECG یا EEG) انجام خواهد شد تا دانشجویان کارشناسی بتوانند به‌راحتی آن را پیاده‌سازی و تحلیل کنند.

🎯 اهداف پروژه

* طراحی معماری ساده یادگیری فدرال مناسب برای دستگاه‌های لبه‌ای
* کاهش مصرف انرژی با استفاده از الگوریتم‌های زمان‌بندی هوشمند
* شبیه‌سازی عملکرد سیستم در محیط‌های بی‌سیم با تأخیر و محدودیت ارتباطی
* استفاده از داده‌های واقعی پزشکی برای آموزش مدل‌ها
* فراهم‌سازی بستری آموزشی برای دانشجویان کارشناسی جهت درک عملی مفاهیم یادگیری فدرال
* 📄 1. Scheduling and Aggregation Design for Asynchronous Federated Learning Over Wireless Networks
* این مقاله به بررسی چالش‌های یادگیری فدرال در محیط‌های بی‌سیم ناهمگام می‌پردازد. در چنین محیط‌هایی، دستگاه‌ها با سرعت‌های متفاوت به سرور مرکزی متصل می‌شوند و برخی از آن‌ها به‌دلیل تأخیر یا ضعف ارتباطی، به اصطلاح "straggler" هستند. این مسئله باعث کاهش سرعت آموزش و دقت مدل نهایی می‌شود.
* نویسندگان با طراحی یک الگوریتم زمان‌بندی و تجمیع مدل‌ها به‌صورت ناهمگام، تلاش کرده‌اند تا تأثیر منفی دستگاه‌های کند را کاهش دهند. این الگوریتم به سرور اجازه می‌دهد تا مدل‌ها را به‌صورت دوره‌ای و بدون انتظار برای همه دستگاه‌ها تجمیع کند.
* نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که این روش باعث افزایش دقت مدل و کاهش زمان آموزش در شبکه‌های بی‌سیم می‌شود. این مقاله برای پروژه‌های کارشناسی بسیار مناسب است، زیرا مفاهیم آن قابل شبیه‌سازی با پایتون بوده و پیچیدگی بالایی ندارد.
* 📄 2. Combining Federated Learning and Edge Computing Toward Ubiquitous Intelligence in 6G Networks
* این مقاله یک بررسی جامع از ترکیب یادگیری فدرال با رایانش لبه در معماری‌های نسل ششم شبکه (6G) ارائه می‌دهد. هدف اصلی، ایجاد هوش فراگیر در محیط‌هایی است که دستگاه‌های متعدد با منابع محدود در حال تعامل هستند.
* نویسندگان با تحلیل چالش‌های موجود مانند تأخیر، مصرف انرژی، و حفظ حریم خصوصی، چارچوب‌هایی برای ادغام این دو فناوری پیشنهاد می‌دهند. مقاله به بررسی کاربردهایی مانند شهرهای هوشمند، خودروهای خودران، و مراقبت‌های پزشکی از راه دور می‌پردازد.
* این مقاله بیشتر جنبه مفهومی دارد و برای دانشجویان کارشناسی مناسب است، زیرا به آن‌ها دیدی کلی از آینده شبکه‌ها و نقش یادگیری فدرال در آن‌ها می‌دهد. همچنین می‌توان از آن برای طراحی پروژه‌های ساده با شبیه‌سازی مفاهیم استفاده کرد.
* 📄 3. Advances in Machine Learning-Driven Cognitive Radio for Wireless Networks: A Survey
* در این مقاله، نویسندگان به بررسی روش‌های یادگیری ماشین برای بهینه‌سازی عملکرد رادیو شناختی در شبکه‌های بی‌سیم پرداخته‌اند. رادیو شناختی به دستگاه‌ها اجازه می‌دهد تا به‌صورت پویا از طیف فرکانسی استفاده کنند، بدون اینکه تداخل ایجاد شود.
* مقاله انواع الگوریتم‌های یادگیری ماشین مانند یادگیری تقویتی، یادگیری نظارت‌شده و بدون نظارت را بررسی کرده و کاربرد آن‌ها را در سناریوهای مختلف مانند شبکه‌های IoT، UAV و ارتباطات اضطراری توضیح داده است.
* این مقاله برای دانشجویان کارشناسی مناسب است، زیرا مفاهیم پایه‌ای یادگیری ماشین را با کاربردهای واقعی در شبکه‌های بی‌سیم ترکیب می‌کند. همچنین می‌توان از آن برای طراحی پروژه‌هایی در زمینه تخصیص طیف یا شبیه‌سازی رفتار رادیو شناختی استفاده کرد.
* 📄 4. Federated Learning Over-the-Air by Retransmissions
* این مقاله به بررسی روش‌های تجمیع مدل در یادگیری فدرال از طریق انتقال بی‌سیم (Over-the-Air) می‌پردازد. در روش‌های سنتی، ارسال مدل‌ها به سرور مرکزی نیازمند ارتباطات متعدد و مصرف انرژی بالا است.
* نویسندگان با استفاده از تکنیک AirComp و مکانیزم بازارسال (Retransmission)، روشی ارائه داده‌اند که در آن مدل‌ها به‌صورت همزمان و با مصرف انرژی کمتر تجمیع می‌شوند. این روش برای محیط‌هایی با منابع محدود مانند شبکه‌های سنسوری بسیار مناسب است.
* نتایج نشان می‌دهد که این روش باعث کاهش چشمگیر مصرف انرژی و افزایش سرعت آموزش مدل می‌شود. برای دانشجویان کارشناسی، این مقاله فرصت خوبی برای شبیه‌سازی روش‌های نوین ارتباطی در یادگیری فدرال فراهم می‌کند.
* 📄 5. A Lightweight Deep Learning Model for ECG Classification Using Transfer Learning
* این مقاله به طراحی یک مدل یادگیری عمیق سبک برای طبقه‌بندی سیگنال‌های ECG با استفاده از یادگیری انتقالی پرداخته است. هدف اصلی، تشخیص آریتمی‌های قلبی با دقت بالا و مصرف منابع پایین است.
* نویسندگان از مدل‌های CNN سبک و داده‌های MIT-BIH استفاده کرده‌اند تا سیگنال‌های قلبی را به‌صورت خودکار طبقه‌بندی کنند. استفاده از یادگیری انتقالی باعث شده تا نیاز به داده‌های زیاد کاهش یابد و مدل سریع‌تر آموزش ببیند.
* این مقاله برای پروژه‌های کارشناسی بسیار مناسب است، زیرا داده‌ها به‌صورت آزاد در دسترس هستند و مدل‌ها با پایتون قابل پیاده‌سازی‌اند. همچنین کاربردهای پزشکی آن در دستگاه‌های پوشیدنی و مانیتورینگ خانگی قابل توجه است.
* 📄 6. EEG-Based Emotion Recognition Using Hybrid Deep Learning Architecture
* در این مقاله، نویسندگان به طراحی یک معماری ترکیبی CNN-LSTM برای تشخیص احساسات از سیگنال‌های EEG پرداخته‌اند. هدف، افزایش دقت تشخیص احساسات در محیط‌های واقعی مانند بازی‌های هوشمند یا سلامت روان است.
* با استفاده از داده‌های DEAP و ترکیب ویژگی‌های مکانی (CNN) و زمانی (LSTM)، مدل توانسته احساسات مختلف را با دقت بالا طبقه‌بندی کند. این روش برای کاربردهای رابط مغز و کامپیوتر بسیار مؤثر است.
* برای دانشجویان کارشناسی، این مقاله فرصت خوبی برای آشنایی با پردازش سیگنال‌های مغزی و یادگیری عمیق فراهم می‌کند. داده‌ها آزاد هستند و مدل‌ها با پایتون قابل پیاده‌سازی‌اند.