

عنوان مسئله: نقش هوش مصنوعی در داده‌افزایی در رادارهای تصویربردار

تعریف مسئله، ضرورت انجام و اهداف طرح:

رادارهای تصویربردار یکی از مهم‌ترین ابزارهای جمع‌آوری داده در صنایع مختلف از جمله هواشناسی، دفاعی، حمل‌ونقل، و سنجش از دور هستند. با پیشرفت فناوری، نیاز به تحلیل داده‌های بیشتر و با کیفیت‌تر افزایش یافته است. از آنجا که داده‌های راداری به دلیل محدودیت‌های فیزیکی و محیطی گاهی ناقص یا کم‌کیفیت هستند، داده‌افزایی (Data Augmentation) به عنوان یک روش مهم برای بهبود کارایی سیستم‌های راداری معرفی شده است. در این زمینه، هوش مصنوعی (AI) به ویژه یادگیری عمیق، نقش قابل توجهی در بهبود کیفیت و حجم داده‌ها ایفا می‌کند.

داده‌افزایی چیست؟

داده‌افزایی فرآیندی است که طی آن مجموعه داده‌های موجود به وسیله روش‌هایی مانند تغییر زاویه، مقیاس، حذف نویز، یا تولید داده‌های مصنوعی گسترش می‌یابد. هدف اصلی داده‌افزایی، بهبود عملکرد مدل‌های پردازشی با افزایش تنوع و تعداد داده‌ها است. در سیستم‌های راداری، داده‌افزایی می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- تولید تصاویر مصنوعی برای شرایط جوی مختلف
- شبیه‌سازی سناریوهای متنوع
- بازسازی داده‌های از دست رفته

مشخصات فنی و عملیاتی:

داده‌افزایی در سیستم‌های راداری

۱. داده‌های حجیم و پیچیده: رادارها حجم زیادی از داده‌ها را تولید می‌کنند که تحلیل آن‌ها نیازمند زمان و منابع محاسباتی بالاست.
 ۲. شرایط محیطی متغیر: نویزها و عوامل محیطی مانند آب و هوا یا موانع فیزیکی می‌توانند کیفیت داده‌ها را کاهش دهند.
 ۳. هزینه تولید داده‌های واقعی: جمع‌آوری داده‌های واقعی با سناریوهای مختلف اغلب پرهزینه و زمان‌بر است.
 ۴. مدل‌های پیچیده فیزیکی: سیگنال‌های راداری به شدت تحت تأثیر ویژگی‌های فیزیکی محیط هستند و بازسازی دقیق آن‌ها دشوار است.
- هوش مصنوعی، به ویژه یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، ابزارهای قدرتمندی برای غلبه بر چالش‌های فوق ارائه می‌دهد. در ادامه به روش‌های استفاده از AI در داده‌افزایی می‌پردازیم:

۱. مدل‌های مولد عمیق (Generative Models)

مدل‌های مولد نظیر GANs (Generative Adversarial Networks) یا VAE (Variational Autoencoders) می‌توانند تصاویر

راداری مصنوعی تولید کنند که ویژگی‌های داده‌های واقعی را دارند. این مدل‌ها برای:

- شبیه‌سازی شرایط جوی مختلف (مه، باران، برف)
 - بازسازی داده‌های ناقص یا گمشده
 - تولید سناریوهای نادر مانند برخورد دو هواپیما یا تصادف دریایی
- استفاده می‌شوند.

۲. افزایش داده با تبدیل‌های هندسی و زمانی

هوش مصنوعی می‌تواند برای تغییر مقیاس، دوران، یا جابجایی تصاویر راداری به کار رود. این تکنیک‌ها می‌توانند داده‌های جدیدی تولید کنند که تنوع بیشتری به مجموعه داده‌های آموزشی می‌بخشند.

۳. تشخیص و حذف نویز

داده‌های راداری معمولاً حاوی نویزهایی هستند که تحلیل آن‌ها را دشوار می‌کنند. مدل‌های هوش مصنوعی مانند شبکه‌های عصبی بازگشتی (RNN) یا شبکه‌های عصبی پیچشی (CNN) می‌توانند به حذف نویز و بهبود کیفیت داده‌ها کمک کنند.

۴. تقویت تصاویر (Image Super-Resolution)

هوش مصنوعی می‌تواند برای بهبود وضوح تصاویر راداری استفاده شود. تکنیک‌های Super-Resolution مبتنی بر شبکه‌های عصبی می‌توانند داده‌های با وضوح پایین را به داده‌های با جزئیات بالا تبدیل کنند.

۵. ترکیب داده‌های چندمنبعی

ترکیب داده‌های راداری با داده‌های تصویری (مثلاً تصاویر ماهواره‌ای یا داده‌های لیدار) می‌تواند اطلاعات بیشتری ارائه دهد. هوش مصنوعی می‌تواند برای همجوشی داده‌ها و ایجاد مجموعه داده‌های غنی‌تر به کار رود.

خروجی‌های مورد انتظار (دستاوردهای فنی و تولیدات علمی):

با توجه به موارد تشریح شده هدف از این نیازمندی، طراحی و پیاده‌سازی یک فریمورک جامع مبتنی بر مدل‌های هوش مصنوعی مولد برای داده‌افزایی در حوزه‌های تعیین شده می‌باشد. فریمورک مذکور می‌بایست در محیط توسعه QT و زبان برنامه‌نویسی C++ و در گام دوم با زبان برنامه‌نویسی پایتون توصیف گردد. همچنین قابلیت ورود داده (غالباً تصویر یا ویدئو) و تولید داده‌های مشابه با داده ورودی با انتخاب نوع مدل مولد و هایپر پارامترهای قابل تعیین از آن مدل را داشته باشد.

محدودیت‌ها و قیود:

۱. هواشناسی: شبیه‌سازی شرایط جوی خاص مانند طوفان‌ها و بهبود پیش‌بینی‌ها.
۲. حمل‌ونقل: تقویت داده‌های راداری برای خودروهای خودران یا سیستم‌های ناوبری دریایی و هوایی.
۳. سنجش از دور: تولید داده‌های مصنوعی برای مناطق سخت‌دسترس مانند قطب‌ها یا کوهستان‌ها.
۴. نظامی و دفاعی: شبیه‌سازی شرایط جنگی، افزایش دقت در تشخیص اهداف متحرک و شناسایی تهدیدات.

مزایای استفاده از هوش مصنوعی در داده‌افزایی

- افزایش دقت مدل‌ها: تنوع بیشتر داده‌ها باعث بهبود یادگیری و دقت مدل‌های هوش مصنوعی می‌شود.
- کاهش هزینه‌ها: نیاز به جمع‌آوری داده‌های واقعی پرهزینه کاهش می‌یابد.
- بهبود کارایی سیستم‌ها: سیستم‌های پردازش داده‌های راداری سریع‌تر و دقیق‌تر عمل می‌کنند.
- گسترش قابلیت‌ها: امکان شبیه‌سازی سناریوهای پیچیده و نادر.