

عنوان مسئله:

توسعه و پیاده‌سازی یک دستیار هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی (AI Agent) برای بهینه‌سازی فرآیندهای طراحی و اجرای جوشکاری سازه‌های آلومینیومی

تعریف مسئله، ضرورت انجام و اهداف طرح:

جوشکاری آلومینیوم و آلیاژهای آن، فرآیندی پیچیده و حساس است که با چالش‌های متعددی از جمله هدایت حرارتی بالا، اکسیداسیون سریع سطحی، تمایل به ترک خوردگی، تشکیل تخلخل و اعوجاج همراه است. طراحی صحیح اتصالات جوشی آلومینیوم نیازمند تخصص و تجربه بالا بوده و عوامل متعددی مانند نوع آلیاژ، روش جوشکاری، پارامترهای فرآیند، و طراحی اتصال باید به دقت بررسی و بهینه‌سازی شوند.

ضرورت انجام طرح:

- پیچیدگی جوشکاری آلومینیوم و نیاز به تخصص بالا
- کمبود متخصصان با تجربه کافی در حوزه طراحی جوشکاری آلومینیوم
- افزایش هزینه و زمان طراحی به دلیل فرآیند آزمون و خطا
- ناهمگونی کیفیت جوش‌های آلومینیومی تولیدی
- کاهش استحکام و عمر خستگی سازه‌های آلومینیومی به دلیل طراحی نامناسب اتصالات جوشی
- نیاز صنایع هوافضا، دریایی، خودروسازی و انرژی به سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری هوشمند

اهداف اصلی طرح:

- طراحی و توسعه یک دستیار هوشمند با قابلیت تحلیل، تصمیم‌گیری و ارائه راهکارهای بهینه در فرآیند طراحی جوشکاری آلومینیوم
- کاهش حداقل ۴۰٪ زمان و ۳۰٪ هزینه‌های مرتبط با طراحی و آزمایش اتصالات جوشکاری آلومینیوم
- افزایش کیفیت، استحکام و عمر خستگی اتصالات جوشی آلومینیومی به میزان حداقل ۲۵٪
- استانداردسازی و بهینه‌سازی فرآیندهای طراحی جوشکاری آلومینیوم
- ایجاد سیستم یادگیرنده با قابلیت بهبود مستمر توصیه‌ها بر اساس بازخوردهای عملی و نتایج آزمایش‌ها

مشخصات فنی و عملیاتی:

الف) معماری سیستم

هسته هوشمند:

- الگوریتم‌های یادگیری عمیق و یادگیری تقویتی برای تصمیم‌گیری و بهینه‌سازی
- سیستم پردازش زبان طبیعی (NLP) برای تعامل با کاربران و استخراج اطلاعات از منابع متنی
- پایگاه دانش متشکل از استانداردها، مقالات علمی، و تجربیات عملی جوشکاری آلومینیوم

ماژول تحلیل و طراحی:

- ابزارهای محاسباتی مکانیک شکست و آنالیز تنش
- سیستم شبیه‌سازی فرآیند جوشکاری و پیش‌بینی خواص مکانیکی
- ابزار طراحی هندسی اتصالات و مسیر جوشکاری
- سیستم بهینه‌سازی پارامترهای جوشکاری

## • ماژول رابط کاربری:

- رابط گرافیکی کاربر پسند با امکان تعامل چند وجهی (متنی، گرافیکی)
- سیستم پاسخگویی هوشمند به پرسش‌های کاربر
- امکان بارگذاری نقشه‌ها و مشخصات فنی
- داشبورد نمایش وضعیت و گزارش‌های تحلیلی

## • ماژول یادگیری و بهبود مستمر:

- جمع‌آوری و ثبت نتایج آزمایش‌ها و بازخوردهای کاربران
- سیستم یادگیری مستمر و به‌روزرسانی پایگاه دانش
- الگوریتم‌های تشخیص روندها و الگوهای موفقیت یا شکست

## ب) قابلیت‌های عملیاتی

### • انتخاب و پیشنهاد روش جوشکاری:

- تحلیل نوع آلیاژ آلومینیوم و انتخاب مناسب‌ترین روش جوشکاری
- بهینه‌سازی پارامترهای فرآیند (جریان، ولتاژ، سرعت جوشکاری، پیش‌گرمایش و...)
- انتخاب مواد پرکننده و فلاکس مناسب

### • طراحی اتصال:

- پیشنهاد بهینه‌ترین نوع اتصال بر اساس بارگذاری و کاربرد
- طراحی هندسه اتصال (زاویه، فاصله، آماده‌سازی لبه‌ها)
- محاسبه و پیش‌بینی اعوجاج و روش‌های کنترل آن

### • تحلیل خواص مکانیکی:

- شبیه‌سازی و پیش‌بینی استحکام، سختی و چقرمگی اتصال
- تحلیل عمر خستگی و رفتار خوردگی اتصال
- پیش‌بینی عیوب احتمالی و ارائه راهکارهای پیشگیرانه

### • مستندسازی و گزارش:

- تولید خودکار مستندات فنی و دستورالعمل‌های اجرایی
- ارائه نقشه‌های اجرایی و الزامات بازرسی
- تهیه گزارش‌های تحلیلی از فرآیند طراحی

## خروجی‌های مورد انتظار (دستاوردهای فنی و تولیدات علمی):

### • سیستم نرم‌افزاری:

- نرم‌افزار دستیار هوشمند با قابلیت نصب یا دسترسی تحت وب
- API برای ادغام با سیستم‌های طراحی و تولید موجود

### • پایگاه دانش:

- پایگاه داده جامع از آلیاژهای آلومینیوم و خواص آنها
- کتابخانه روش‌های جوشکاری و پارامترهای بهینه
- مجموعه الگوهای طراحی موفق اتصالات جوشی آلومینیومی

### • مستندات و راهنماها:

- راهنمای کاربری جامع به همراه مثال‌های کاربردی
- مستندات فنی معماری سیستم و الگوریتم‌های استفاده شده
- دستورالعمل‌های اجرایی برای پیاده‌سازی توصیه‌های سیستم

### • خدمات آموزشی:

- برگزاری حداقل ۳ دوره آموزشی برای کاربران نهایی
- تولید محتوای آموزشی ویدیویی و تعاملی
- کارگاه‌های آنلاین منظم برای به‌روزرسانی دانش کاربران

## محدودیت‌ها و قیود :

### • محدودیت‌های فنی:

- پشتیبانی از انواع آلیاژهای آلومینیوم پر کاربرد در صنایع دریایی
- پوشش حداقل ۵ روش اصلی جوشکاری آلومینیوم (MIG, TIG, لیزر، اصطکاکی-اغتشاشی، و الکترون بیم)
- دقت پیش‌بینی خواص مکانیکی با خطای کمتر از ۱۰٪
- زمان پاسخ‌گویی سیستم کمتر از ۳۰ ثانیه برای پرسش‌های معمول

### • محدودیت‌های داده:

- تأمین داده‌های آموزشی کافی و با کیفیت برای آموزش الگوریتم‌ها
- حفظ محرمانگی داده‌های صنعتی استفاده شده در توسعه سیستم
- تضمین امنیت اطلاعات کاربران و پروژه‌های آنها

### • محدودیت‌های استانداردسازی:

- انطباق با استانداردهای بین‌المللی جوشکاری آلومینیوم (ISO 10042, AWS D1.2)
- رعایت استانداردهای ایمنی و زیست‌محیطی مرتبط
- پیروی از استانداردهای توسعه نرم‌افزار و امنیت سایبری