

مدیریت انرژی بلادرنگ در سیستم‌های چند ریزشکه‌ای با استفاده از یادگیری تقویتی عمیق

چکیده

استفاده گسترده از منابع انرژی تجدیدپذیر و واحدهای تولید پراکنده، سیستم‌های چند ریزشکه‌ای را به یکی از گزینه‌های اصلی برای بهره‌برداری اقتصادی و پایدار شبکه‌های توزیع تبدیل کرده است و هم‌زمان نیاز به مدیریت انرژی بلادرنگ مبتنی بر تصمیم‌گیری داده محور را پررنگ‌تر کرده است. در سال‌های اخیر، الگوریتم یادگیری تقویتی عمیق به دلیل توانایی آن در تصمیم‌گیری بلادرنگ برای حل مسئله مدیریت انرژی ریزشکه‌ها مورد توجه قرار گرفته است اما آموزش این الگوریتم نیازمند حجم عظیمی از داده‌های بهره‌برداری بوده و گردآوری این داده‌ها می‌تواند حریم خصوصی و امنیت ریزشکه‌ها را تهدید نماید. در پاسخ به این چالش، این پژوهش یک ساختار مدیریت انرژی سلسله‌مراتبی فدرال برای سیستم چند ریزشکه‌ای در چارچوب محاسباتی ابر-مه-لبه پیشنهاد می‌کند که در آن تنها دانش حاصل از تجربه بهره‌برداری ریزشکه‌ها میان آن‌ها به اشتراک گذاشته شده و از تبادل مستقیم داده‌های عملیاتی خام جلوگیری می‌شود. در گام نخست، هر ریزشکه به صورت مستقل و صرفاً بر پایه داده‌های عملیاتی محلی، عامل یادگیری تقویتی خود را آموزش می‌دهد. سپس پارامترهای به‌روز شده عامل‌های محلی به صورت دوره‌ای به سرور مرکزی ارسال می‌شوند و با تجمیع وزن‌دار آن‌ها، یک مدل سراسری تولید می‌شود. این مدل سراسری مجدداً میان ریزشکه‌ها توزیع شده و مبنای به‌روزرسانی عامل‌های محلی قرار می‌گیرد. با این روش، داده‌های عملیاتی و جزئیات تولید و مصرف در همان سطح محلی باقی مانده و محرمانگی و امنیت اطلاعات تقویت می‌شود. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که ساختار سلسله‌مراتبی فدرال در مقایسه با ساختار سلسله‌مراتبی متداول، ضمن حفظ کیفیت تصمیم‌گیری و هزینه‌های بهره‌برداری، بهبود چشمگیری در سطح حریم خصوصی ایجاد کرده و به واسطه کاهش حجم داده‌های تبادلی، مصرف پهنای باند ارتباطی به طور محسوسی کاهش یافته و مقیاس‌پذیری سیستم ارتقا می‌یابد.

دانشجو: محمدحسین نوایی سرشکه

استاد راهنما: دکتر شهرام جدید

هیات داور: دکتر محسن کلانتر؛ دکتر علی زنگنه

تاریخ دفاع: دوشنبه ۱۴۰۴/۱۱/۲۰ ساعت: ۱۰

محل: سالن خوارزمی دانشکده برق