جلسه دفاع از رساله دکترا

مهندسی عمران - سازه

دانشگاه صنعتی اصفهان | دانشکدهٔ مهندسی عمران

تحلیل مسائل مستقیم و معکوس ورق‌ها و نانوتیرهای واقع بر بستر ارتجاعی با استفاده از یادگیری عمیق و رویکرد مبتنی بر شبکه‌های عصبی آگاه از فیزیک

امید کیانیان

(ورودی سال ۹۶)

زمان: شنبه، ۱۷ شهریور ۱۴۰۳ - ساعت ۹ الی ۱۲

مکان: سمینار ۳ دانشکدهٔ مهندسی عمران عمران

اساتید راهنما:

دکتر سعید صرامی - دکتر بشیر موحدیان

استاد مشاور:

دکتر مجتبی ازهری

کمیتهٔ دفاع:

دکتر نسرین جعفری

دکتر حسین عموشاهی (دانشگاه اصفهان)

دکتر مهدی زندی (دانشگاه اصفهان)

نمایندهٔ تحصیلات تکمیلی دانشکده:

دکتر محمدحسین نیلی

چکیده:

پیشرفت روزافزون الگوریتم‌ها، سخت‌افزارها و پردازنده‌های گرافیکی و همچنین در دسترس بودن داده‌ها در زمینه‌های مختلف، موجب اقبال گسترده‌ای نسبت به رویکردهای نوین هوش مصنوعی و به ویژه یادگیری عمیق در مسائل مختلف شده است. شبکه‌های عصبی آگاه از فیزیک نوعی تکنیک یادگیری ماشین علمی هستند که برای حل مسائل دربردارنده‌ی معادلات دیفرانسیل معمولی/ جزئی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این نوع از شبکه‌های عصبی، جواب‌های معادلات دیفرانسیل طی فرایند یادگیری شبکه و با کمینه‌سازی تابع زیانی شامل اثرات شرایط مرزی، شرایط اولیه و باقی‌مانده معادلات دیفرانسیل در نقاط منتخب تقریب زده می‌شوند. در واقع این شبکه‌ها با وارد ساختن اطلاعاتی از فیزیک مسئله، فرایند حل مستقیم معادلات حاکم را به یک مسئله‌ی کمینه‌سازی تابع زیان تبدیل می‌نمایند. این رویکرد علاوه بر مسائل مستقیم در مسائل معکوس نیز از قابلیت‌های ویژه‌ای برخوردار است.

در این پژوهش برای نخستین بار رویکرد شبکه‌های عصبی آگاه از فیزیک که در زمره‌ی روش‌های بدون شبکه قرار دارد در تحلیل مسائل مستقیم و معکوس نانوتیرها و ورق‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. در بخش اول معادلات حاکم بر رفتار نانوتیرهای واقع بر بستر ارتجاعی غیرخطی بر اساس نظریه‌های تیر اویلر-برنولی و غیرمحلی ارینگن به کمک اصل همیلتون استخراج شد. سپس مسئله‌ی خمش استاتیکی با شرایط مرزی، بارگذاری‌ها، بسترهای ارتجاعی گوناگون به ازای مقادیر مختلف پارامترهای غیرمحلی تحلیل و تاثیر مؤلفه‌های سازنده‌ی شبکه بر عملکرد رویکرد شبکه‌های عصبی آگاه از فیزیک بررسی شد. در ادامه مسائل شناسایی پارامتر غیرمحلی و شدت بارگذاری عرضی، بار بحرانی کمانش و فرکانس ارتعاش آزاد به صورت معکوس مورد ارزیابی قرار گرفت. در بخش دوم نیز تحلیل خمشی ورق‌ها بر مبنای نظریه‌های کلاسیک و برشی مرتبه‌ی اول ورق تحت بارگذاری‌ها و مواد سازنده‌ی مختلف انجام شد و در ادامه مسائل شناسایی شدت بارگذاری عرضی، بار بحرانی کمانش و فرکانس ارتعاش آزاد به صورت معکوس مورد ارزیابی قرار گرفت. این بررسی نشان از توانایی رویکرد مورد استفاده در طیف وسیعی از مسائل در حوزه‌ی نانوساختارها و ورق‌ها دارد که می‌تواند به شناسایی بهتر رفتار این سازه‌ها به ویژه به صورت معکوس کمک شایانی نماید. در حالی که در حل به صورت مستقیم، نیازمند تلاش‌های بیشتر در راستای بهبود عملکرد الگوریتم‌های بهینه‌سازی به خصوص در مواجهه با مسائل شامل مشتقات مراتب بالا است.