



جلسه دفاع از رساله دکترا
مهندسی عمران - سازه
دانشگاه صنعتی اصفهان | دانشکده مهندسی عمران

تحلیل برخی مسائل مکانیک جامدات با معرفی دو رویکرد ارتقا یافته از روش شبکه‌های عصبی آگاه به فیزیک

صادق قمصری اصفهانی
(ورودی سال 97)

مکان: سمینار 3 دانشکده مهندسی عمران

دوشنبه، 13 بهمن 1404 - ساعت 9 الی 12

کمیته دفاع:

استاد راهنما:

دکتر سید مهدی زندی (دانشگاه اصفهان)

دکتر بشیر موحدیان، دکتر سعید صرامی

دکتر محمد مشایخی (دانشکده مهندسی مکانیک)

استاد مشاور:

دکتر رضا عبداللهی (دانشکده مهندسی عمران)

دکتر بیژن برومند، دکتر مجتبی ازهری

دکتر هستی هاشمی نژاد (نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده)

چکیده:

امروزه استفاده از هوش مصنوعی و مدل‌های یادگیری ماشین در زمینه‌های مختلف مورد توجه قرار گرفته است و مزایای استفاده از این مدل‌ها بر هیچ کس پوشیده نیست. با این حال، مدل‌های یادگیری ماشین در حل معادلات دیفرانسیل، به خصوص معادلات حاکم در علم مکانیک جامدات، تنها در چند سال اخیر توسعه داده شده است. به این مدل‌ها، شبکه‌های عصبی آگاه به فیزیک یا شبکه‌های عصبی فیزیک آگاه گفته می‌شود. از مهم‌ترین ویژگی‌های مدل‌های یادگیری عمیق در حل معادلات می‌توان به امکان حل معادلات غیرخطی پیچیده (طریقه‌ی فرمول‌بندی یکسان برای حل معادلات خطی و غیر خطی)، استفاده‌ی آسان از توابع با پیچیدگی‌های مختلف برای حل، توانایی ذخیره‌سازی نتایج یک یا چند مسئله برای مسئله‌های دیگر و امکان پیاده‌سازی آسان انواع مسئله‌های معکوس اشاره کرد. هدف اصلی در این پژوهش، توسعه‌ی مدل‌های یادگیری عمیق به شکل‌های مختلف به منظور ایجاد شبکه‌های بهتر در مقایسه با مدل‌های مرسوم برای حل معادلات است. در بخش اول این پژوهش ابتدا شبکه‌های عصبی آگاه به فیزیک مرسوم برنامه‌نویسی و کار با آن و پارامترهای تاثیرگذار بر آن بررسی می‌شود. سپس، توابع پایه‌نمایی به عنوان تابع درونیاب در بستر معماری شبکه‌های عصبی آگاه به فیزیک استفاده می‌شود. در این شبکه‌ها، از توابع پایه‌نمایی با توان‌های آن‌ها با روش‌های کلاسیک و با ارضای معادله‌ی دیفرانسیل به شکل قوی آن به دست می‌آیند. در روش‌های کلاسیک، با ارضای دقیق معادلات دیفرانسیل یک رابطه بین توان‌ها به دست می‌آید و با حدس اولیه، توان‌ها محاسبه و استفاده می‌شوند. هدف در اینجا حذف گام اول است که در گاهی موارد در روش کلاسیک دشوار نیز بوده است. هدف بعدی در این رساله، ارائه‌ی یک راهکار نوآورانه جهت برطرف کردن ایراد روش مرسوم شبکه عصبی آگاه به فیزیک در ارضای شرایط مرزی است. به همین منظور، مدل‌های یادگیری عمیق آگاه به فیزیک با حذف شرایط مرزی (روش دامنه) برای حل طیف گسترده‌ای از مسائل بررسی می‌شود و نتایج با روش‌های حل معادلات با استفاده از مدل‌های آگاه به فیزیک مرسوم مقایسه می‌شود. در این مرحله، مسائلی با نقاط تکنیکی و شکاف برای حل انتخاب شده‌اند که مدل‌های آگاه به فیزیک کلاسیک در حل آن‌ها عاجز هستند. استفاده از روش حل مسائل با استفاده از شبکه‌های عصبی آگاه به فیزیک که به تازگی توسعه یافته و مشابه آن کمتر دیده شده است، می‌تواند در توسعه‌ی ایده‌های مختلف بسیار موثر باشد.