



دانشگاه تهران  
پردیس دانشکده‌های فنی  
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

## پیش‌بینی پیوند در شبکه‌های وزن‌دار

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی کامپیوتر

گرایش هوش مصنوعی و رباتیک

نگارش:

**حمید عظیمی**

استاد راهنما:

**دکتر مسعود اسدیپور**

شهریور ۱۳۹۴







تقدیم به پدر و مادرم،

که بدانند گرچه با واژه‌ها خوب نیستیم،

اما، همیشه دوستان دارم و قدرشناسشان هستم.



با تشکر از استاد گرانقدرم، جناب آقای دکتر مسعود اسدپور، که بسیار از ایشان آموخته‌ام و رهنمودهایشان به همراه مهربانی‌شان یاری‌بخش من در مسیرم بوده است.

همچنین تشکر می‌کنم از دوستان عزیز هم‌آزمایشگاهی‌ام که در این دو سال کمک‌های فراوانی به من کردند و لحظه‌های بسیار خوبی را در کنارشان گذراندم، خانم‌ها و آقایان (به ترتیب حروف الفبا!) اکبری دیلمی، دهقانی سانچ، رشیدیان، رفائی افشار قزلباش، شعله، عبدالهی، قوامی، مهدوی لاهیجانی، یدالهی و سایر دوستان خوبم که نامشان از قلم افتاد، که برای تک‌تک‌شان آرزوی موفقیت و شادکامی دارم.

و در آخر با سپاس از دوست بسیار عزیزم خانم نسترن محمودیار که هیچگاه از کوچکترین کمکی دریغ نکرد و صبور و مهربان در کنارم بود و برایش آرزوی بهترین‌ها را دارم.





## چکیده

امروزه تحلیل و بررسی شبکه‌های اجتماعی به موضوع مهمی تبدیل شده و توجه پژوهشگران رشته‌های مختلفی را برانگیخته است. در این میان یکی از مسائل مهم موجود، مسئله پیش‌بینی پیوند است. این مسئله می‌کوشد روابطی که هنوز در یک شبکه شناخته و یا تشکیل نشده‌اند را پیش‌بینی کند. برای حل این مسئله روش‌های بسیاری ارائه شده‌اند. یک دسته از روش‌هایی که برای حل این مسئله وجود دارد، شاخص‌های مبتنی بر شباهت ساختاری هستند که به علت سادگی و کارایی مناسب، محبوبیت زیادی در بین روش‌های پیش‌بینی پیوند دارند. از طرفی در بیشتر پژوهش‌های انجام شده در این زمینه، وزن پیوندها که نشان دهنده قدرت ارتباط است در نظر گرفته نشده است، در حالی که وزن ارتباطات حاوی اطلاعات مفیدی در این راستاست. همچنین می‌توان از اطلاعات ساختاری دیگری مانند انجمن‌های شبکه برای بهبود کارایی پیش‌بینی پیوند استفاده نمود.

هدف اصلی این پژوهش ارائه روشی بر پایه تشخیص انجمن برای پیش‌بینی پیوند در شبکه‌های وزن‌دار است. به منظور تحقق این هدف، با در نظر گرفتن این نکته که احتمال تشکیل ارتباطات درون انجمن‌ها به نسبت بیشتر است، مسئله پیش‌بینی پیوند درون انجمن‌ها انجام شده است. راهکار پیشنهادی دو گام اساسی دارد که با توجه به استفاده یا عدم استفاده از وزن یال‌ها در هر دو گام، به چهار روش گسترش داده می‌شود. به منظور ارزیابی راهکار پیشنهادی، از شبکه‌های مصنوعی LFR استفاده شده است که نوعی شبکه پارامتری مقیاس آزاد است. پس از انجام آزمایش روی فضای پارامتری این شبکه‌ها، تحلیلی از کارایی چهار روش پیشنهادی در هر بخش از فضای پارامتری ارائه شده و همچنین شرایطی که منجر به بهبود کارایی روش‌های پیش‌بینی پیوند می‌گردند بررسی می‌شوند.

**واژه‌های کلیدی:** تحلیل شبکه‌های اجتماعی، پیش‌بینی پیوند وزن‌دار، تشخیص انجمن‌ها، شبکه‌های LFR

