



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 روشنی‌بخش مسیرم بوده است.

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

و در پایان سپاس ویژه‌ای دارم 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، مسئلهٔ 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 پایهٔ 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، مسئلهٔ 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

Abstract

Nowadays, analysing social networks has become an important issue and it has attracted attentions from various fields of science. One of the most important problems here, is Link Prediction. This problem tries to predict the links that are either non-existent or unobserved. There are different approaches and methods toward this problem. Similarity-based methods is a category among them which is very popular due to its simplicity and resonable performance. Moreover, in most of the previous works on this problem, link weights are not taken into account, even though they can carry valuable information. Similarly, one can use other structral information of a graph such as community information, to increase the performance of link prediction.

This study aims to propose a method based on community detection for link prediction in weighted networks. Briefly, the proposed method predict links inside communitie. The main reason for doing so is that its more likely for a node to establish a connection to a member of its own community, and also potetnial links inside of a community are much fewer than potential links outside of communities. This method consists of two steps and either involving or not involving the link weights in each of these steps, provide four different methods. For evaluating the performance of the proposed methods, a set of synthesis networks called LFR networks will be used which are kind of scale-free networks. After performing experiments on parameter space of these networks, we will analyze performance of the proposed methods and discuss that each of these methods can improve the performance of link prediction under what circumestances.

Keywords: Social Network Analysis, Weighted Link Prediction, Community Detection, LFR Networks



University of Tehran
College of Engineering
School of Elec. & Computer Eng.



Link Prediction in Weighted Networks

**A thesis submitted to the Graduate Studies Office
in partial fulfillment of the requirements
for the degree of MS in Computer Engineering**

By:

Hamid Azimy

Supervisor:

Dr. Masoud Asadpour

August 2015