



دانشگاه تهران
پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر



توضیح خطا در شبکه‌های مبتنی بر نرم‌افزار با استفاده از استدلال مبتنی بر علیت

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی کامپیوتر
گرایش نرم‌افزار

امیرحسین صیحانی

اساتید راهنما

دکتر حسین حجت و دکتر محمدرضا موسوی

شهریور ۱۴۰۱

چکیده

این راهنما، نمونه‌ای از قالب پروژه، پایان‌نامه و رساله دانشگاه تهران می‌باشد که با استفاده از کلاس -tehran thesis و بسته‌ی پرشین در L^AT_EX تهیه شده است. این قالب به گونه‌ای طراحی شده است که مطابق با دستورالعمل نگارش و تدوین پایان‌نامه کارشناسی ارشد و دکتری، مورخ ۱۳۹۳/۰۶/۰۳ پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران باشد و حروف چینی بسیاری از قسمت‌های آن، مطابق با استاندارد قالب‌های فارسی پایان‌نامه در لاتک، به طور خودکار انجام می‌شود.

چکیده بخشی از پایان‌نامه است که خواننده را به مطالعه آن علاقمند می‌کند و یا از آن می‌گریزند. چکیده باید ترجیحاً در یک صفحه باشد. در نگارش چکیده نکات زیر باید رعایت شود. متن چکیده باید مزین به کلمه‌ها و عبارات سلیس، آشنا، بامعنی و روشن باشد. بگونه‌ای که با حدود ۳۰۰ تا ۵۰۰ کلمه بتواند خواننده را به خواندن پایان‌نامه راغب نماید. چکیده، جدای از پایان‌نامه باید به تنهایی گویا و مستقل باشد. در چکیده باید از ذکر منابع، اشاره به جداول و نمودارها اجتناب شود. تمیز بودن مطلب، نداشتن غلط‌های املائی یا دستور زبانی و رعایت دقت و تسلسل روند نگارش چکیده از نکات مهم دیگری است که باید در نظر گرفته شود. در چکیده پایان‌نامه باید از درج مشخصات مربوط به پایان‌نامه خودداری شود. چکیده باید منعکس‌کننده اصل موضوع باشد. در چکیده باید اهداف تحقیق مورد توجه قرار گیرد. تأکید روی اطلاعات تازه (یافته‌ها) و اصطلاحات جدید یا نظریه‌ها، فرضیه‌ها، نتایج و پیشنهادها متمرکز شود. اگر در پایان‌نامه روش نوینی برای اولین بار ارائه می‌شود و تا به حال معمول نبوده است، با جزئیات بیشتری ذکر شود. شایان ذکر است چکیده فارسی و انگلیسی باید حتماً به تأیید استاد راهنما رسیده باشد.

کلمات کلیدی در انتهای چکیده فارسی و انگلیسی آورده می‌شود. محتوای چکیده‌ها بر اساس موضوع و گرایش تحقیق طبقه‌بندی می‌شود و به همین جهت وجود کلمات شاخص و کلیدی، مراکز اطلاعاتی را در طبقه‌بندی دقیق و سریع پایان‌نامه یاری می‌دهد. کلمات کلیدی، راهنمای نکات مهم موجود در پایان‌نامه هستند. بنابراین باید در حد امکان کلمه‌ها یا عباراتی انتخاب شود که ماهیت، محتوا و گرایش کار را به وضوح روشن نماید.

واژگان کلیدی حداکثر ۵ کلمه یا عبارت، متناسب با عنوان، قالب پایان‌نامه، لاتک

فهرست مطالب

فصل ۱: دانش پیش زمینه	۳
۱.۱ مقدمه	۳
۲.۱ نکت پویا	۳
۱.۲.۱ دستور زبان نکت پویا	۴
۲.۲.۱ معنای عملیاتی نکت پویا	۴
مراجع	اول
واژه نامه فارسی به انگلیسی	سوم
واژه نامه انگلیسی به فارسی	پنجم

فهرست کارهای باقیمانده

فصل ۱

دانش پیش زمینه

۱.۱ مقدمه

در این فصل مفاهیم مورد نیاز و استفاده در این پروژه مورد بررسی قرار می گیرند. این فصل، محل شرح کامل روش تحقیق است و بسته به نوع روش تحقیق و با نظر استاد راهنما می تواند «مواد و روش ها»^۱ نیز نام بگیرد. این فصل حدود ۱۵ صفحه است.

۲.۱ نتکت پویا

نتکت پویا^۲ برای رفع برخی از کاستی های نتکت ارائه شده است [۲]. به صورت دقیق تر نتکت پویا، امکان توصیف به روزرسانی سیاست های شبکه و همچنین رفتار شبکه در مقابل چندین بسته را ممکن می سازد.

^۱Materials and Methods

^۲DyNetKAT

۱.۲.۱ دستور زبان نت‌کت پویا

در نت‌کت پویا، از رفتار انتها به انتهای توصیف‌های شبکه در قالب عبارت‌های نت‌کت استفاده می‌شود. به همین منظور سینتکس نت‌کت پویا به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$N ::= \text{NetKAT}^{-dup}$$

$$D ::= \perp | N; D | x?N; D | x!N; D | D \parallel DD \oplus D | X$$

$$X \triangleq D$$

در سینتکس بالا NetKAT^{-dup} قسمتی از زبان نت‌کت است که عبارت‌های dup از آن حذف شده است. عبارت‌های dup در توصیف‌های نت‌کت تاثیری در رفتار یک عبارت ندارند و هدف از استفاده از آن‌ها ثبت یک اثر از هر بسته پس از پردازش توسط یکی از عناصر شبکه است و امکان استدلال بر روی رفتار شبکه را ممکن می‌سازد. با توجه به این که در نت‌کت پویا رفتار انتها به انتهای یک عبارت نت‌کت مورد استفاده است، عبارت dup از دستور زبان کنار گذاشته شده است. نت‌کت پویا یک لیست از بسته‌های ورودی را پردازش می‌کند و یک لیست از مجموعه‌ی بسته‌های خروجی تولید می‌کند. اپراتور ترکیب متوالی $N; D$ ^۳ باعث می‌شود که یک بسته از لیست بسته‌های ورودی توسط سیاست N پردازش شود و سپس بسته‌ی توسط عبارت D پردازش می‌شود. در نت‌کت پویا امکان ارتباط توسط عبارت‌هایی به شکل $x!N$ و $x?N$ توصیف می‌شوند که به ترتیب ارسال و دریافت یک عبارت نت‌کت را روی کانال x توصیف می‌کنند. ترکیب موازی^۴ دو عبارت توسط $D \parallel D$ توصیف می‌شود. در نهایت رفتارهای غیرقطعی^۵ توسط عبارت‌هایی به شکل $D \oplus D$ توصیف می‌شوند.

۲.۲.۱ معنای عملیاتی نت‌کت پویا

معنای عملیاتی^۶ نت‌کت پویا با استفاده از عبارت‌هایی به شکل (d, H, H') تعریف می‌شوند که d عبارت نت‌کت پویا فعلی است، H لیست بسته‌هایی که در ادامه باید پردازش شوند و H' لیست بسته‌هایی است که به

^۳Sequential Composition

^۴Parallel Composition

^۵Non-Deterministic

^۶Operational Semantics

صورت موفقیت‌آمیز توسط شبکه پردازش شده‌اند. در اینجا فرض می‌شود که $F = \{f_1, \dots, f_n\}$ یک مجموعه از فیلدهای بسته‌ها است. یک بسته به شکل یک تابع $F \rightarrow \mathbb{N}$ توصیف می‌شود. برای یک بسته مانند σ تساوی $\sigma(f_i) = v_i$ بیان می‌کند که مقدار فیلد f_i در بسته‌ی σ برابر با v_i است. یک لیست خالی از بسته‌ها با $()$ نمایش داده می‌شود. اگر l یک لیست از بسته‌ها باشد $l :: e$ لیستی است که حاصل از اضافه کردن بسته σ به ابتدای لیست به دست می‌آید. برچسب هر قانون که با γ مشخص می‌شود به صورت یکی از شکل‌های $x!q, x?q, (\sigma, \sigma')$ یا $rcfg(x, q)$ تعریف می‌شود که $rcfg(x, q)$ به معنی انجام شدن $x!q$ و $x?q$ به صورت همگام^۷ است. قوانین زیر معنای عملیاتی نت‌کت پویا را تعریف می‌کنند:

$$(cpol_{\prec}) \frac{\sigma' \in \llbracket p \rrbracket (\sigma :: \langle \rangle)}{(p; q, \sigma :: H, H') \xrightarrow{(\sigma, \sigma')} (q, H, \sigma' :: H')} \quad (1.1)$$

$$(cpol_X) \frac{(p, H_0, H_1) \xrightarrow{\gamma} (p', H'_0, H'_1)}{(X, H_0, H_1) \xrightarrow{\gamma} (p', H'_0, H'_1)} X \triangleq p \quad (2.1)$$

$$(cpol_{\oplus}) \frac{(p, H_0, H'_0) \xrightarrow{\gamma} (p', H_1, H'_1)}{(p \oplus q, H_0, H'_0) \xrightarrow{\gamma} (p', H_1, H'_1)} \quad (3.1)$$

$$(cpol_{\oplus}) \frac{(q, H_0, H'_0) \xrightarrow{\gamma} (q', H_1, H'_1)}{(p \oplus q, H_0, H'_0) \xrightarrow{\gamma} (p', H_1, H'_1)} \quad (4.1)$$

$$(cpol_{\parallel}) \frac{(p, H_0, H'_0) \xrightarrow{\gamma} (p', H_1, H'_1)}{(p \parallel q, H_0, H'_0) \xrightarrow{\gamma} (p' \parallel q, H_1, H'_1)} \quad (5.1)$$

$$(cpol_{\parallel}) \frac{(q, H_0, H'_0) \xrightarrow{\gamma} (q', H_1, H'_1)}{(p \parallel q, H_0, H'_0) \xrightarrow{\gamma} (p \parallel q', H_1, H'_1)} \quad (6.1)$$

$$(cpol_?) \frac{}{(x?p; q, H, H') \xrightarrow{x?p} (q, H, H')} \quad (7.1)$$

$$(cpol_!) \frac{}{(x!p; q, H, H') \xrightarrow{x!p} (q, H, H')} \quad (8.1)$$

$$(cpol_{!?}) \frac{(q, H, H') \xrightarrow{x!p} (q', H, H') (s, H, H') \xrightarrow{x?p} (s', H, H')}{(q \parallel, H, H') \xrightarrow{rcfg(x,p)} (q' \parallel s', H, H')} \quad (9.1)$$

$$(cpol_{?!}) \frac{(q, H, H') \xrightarrow{x?p} (q', H, H') (s, H, H') \xrightarrow{x!p} (s', H, H')}{(q \parallel, H, H') \xrightarrow{rcfg(x,p)} (q' \parallel s', H, H')} \quad (10.1)$$

⁷Synchronized



شکل ۱.۱: مثال دیوار آتش

قانون ۱.۱ انجام یک عملیات مانند (σ, σ') که به معنای پردازش بسته‌ی ابتدایی لیست ورودی توسط عبارت p و افزودن خروجی حاصل از آن مانند σ' به لیست خروجی است را مشخص می‌کند. قانون ۲.۱ بیان می‌کند که رفتار متغیر X که برابر با عبارت p است معادل با رفتار عبارت p است. قوانین ۳.۱ و ۴.۱ رفتار غیرقطعی را توصیف می‌کنند. قوانین ۵.۱ و ۶.۱ رفتار دو عبارت موازی را توصیف می‌کنند. قوانین ۷.۱ و ۸.۱ مشخص می‌کنند که ارسال یا دریافت پیام در نکت پویا پردازشی روی بسته‌ها انجام نمی‌دهد. در نهایت همگام‌سازی^۸ ارسال و دریافت پیام توسط قوانین ۷.۱ و ۸.۱ توصیف شده است.

در ادامه چگونگی توصیف مثال دیوار آتش در شکل ۱.۱ بیان می‌شود. در این شبکه هدف این است که امکان ارتباط از داخل شبکه فراهم باشد ولی امکان ارسال بسته از خارج شبکه ممکن نباشد. اما زمانی که یک بسته به خارج ارسال شد، دیوار آتش اجازه‌ی عبور بسته‌ها از بیرون را می‌دهد تا پاسخ بسته‌ها داده شود. برای توصیف این شبکه می‌توان از عبارت نکت پویای زیر استفاده کرد:

$$Host \triangleq secConReq!1; Host \oplus secConEnd!1; Host$$

$$Switch \triangleq (port = int) \cdot (port \leftarrow ext); Switch \oplus$$

$$(port = ext) \cdot 0; Switch \oplus$$

$$secConReq?1; Switch'$$

$$Switch' \triangleq (port = int) \cdot (port \leftarrow ext); Switch' \oplus$$

$$(port = ext) \cdot (port \leftarrow int); Switch' \oplus$$

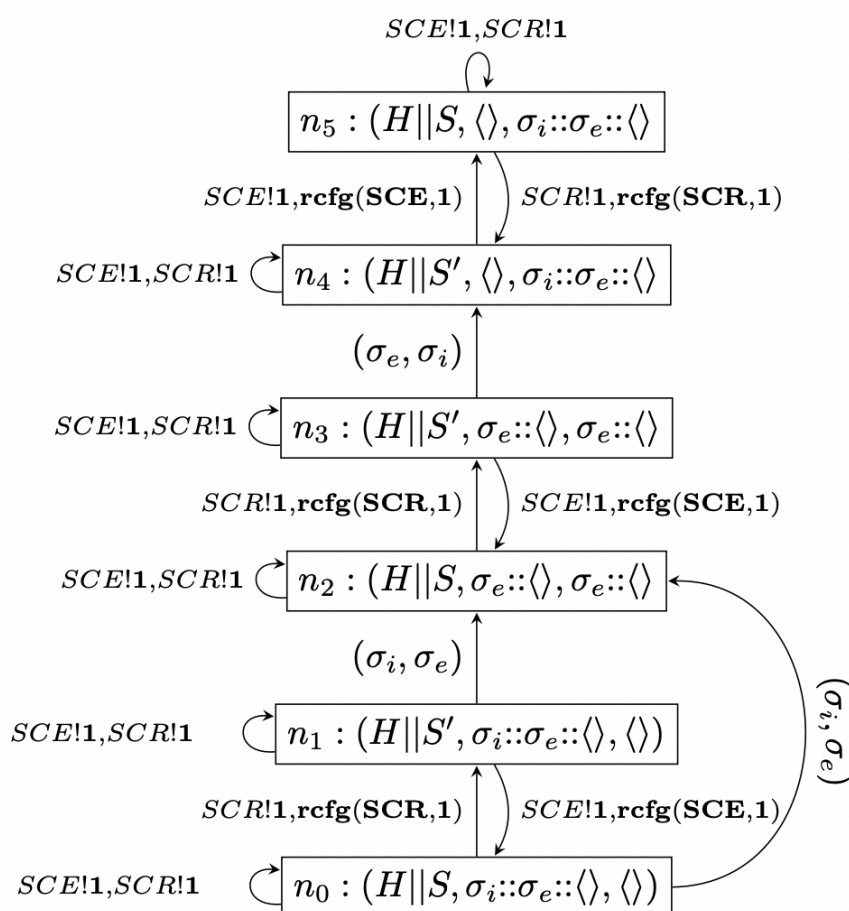
$$secConEnd?1; Switch$$

$$Init \triangleq Host \parallel Switch$$

در این توصیف هاست امکان ارسال پیام برای شروع یا خاتمه‌ی یک ارتباط امن را دارد. رفتار سویچ در ابتدا

^۸Synchronization

به این صورت تعریف شده است که بسته‌ها را از پورت داخلی به پورت خارجی ارسال کند و تمام بسته‌هایی که از پورت خروجی وارد می‌شوند رها کند. همچنین سوییچ امکان دریافت پیام شروع ارتباط امن را دارد. پس از دریافت این پیام سوییچ اجازه می‌دهد تا بسته‌ها از پورت خروجی وارد شبکه شوند. همچنین در صورتی که پیام خاتمه‌ی ارتباط امن را دریافت کند دوباره به رفتار اولیه‌ی خود بر می‌گردد. در نهایت رفتار کل شبکه با استفاده از ترکیب موازی یک هاست و یک سوییچ در حالت اولیه توصیف می‌شود. نمودار نمایش داده شده در شکل ۲.۱



شکل ۲.۱: سیستم انتقال برچسب‌دار برای شبکه‌ی دیوار آتش

سیستم انتقال این شبکه را در حالتی که یک بسته روی پورت ورودی و یک بسته روی پورت خروجی شبکه وجود دارد نشان می‌دهد. همانطور که در نمودار مشخص است، عملیات (σ_e, σ_i) که به معنای ارسال بسته از پورت ورودی به پورت خروجی است تنها در قسمتی از این سیستم انتقال قابل دسترسی است که پیش از آن یکی از عملیات‌های $SCR?1$ یا $rcfg(SCR, 1)$ انجام شده باشند. بنابراین در این حالت شبکه تنها در صورتی که

بسته خارجی را به داخل ارسال می کند که پیش از آن پیام آغاز ارتباط امن دریافت کرده باشد. [۱]

مراجع

- [1] Anderson, Carolyn Jane, Foster, Nate, Guha, Arjun, Jeannin, Jean-Baptiste, Kozen, Dexter, Schlesinger, Cole, and Walker, David. Netkat: Semantic foundations for networks. *Acm sigplan notices*, 49(1):113–126, 2014. [8](#)
- [2] Caltais, Georgiana, Hojjat, Hossein, Mousavi, Mohammad, and Tunc, Hunkar Can. Dynetkat: An algebra of dynamic networks. *arXiv preprint arXiv:2102.10035*, 2021. [3](#)

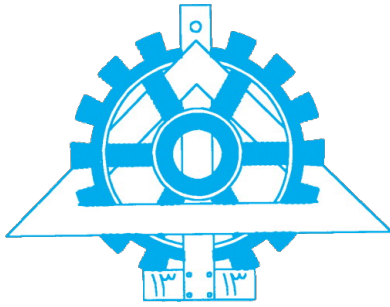
واژه‌نامهٔ فارسی به انگلیسی

واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

Abstract

This thesis studies on writing projects, theses and dissertations using tehran-thesis class. It ...

Keywords Writing Thesis, Template, L^AT_EX, X_YY Persian



University of Tehran
College of Engineering
Faculty of Electrical and
Computer Engineering



Explaining Failures in Software-Defined Networks Using Casual Reasoning

A Thesis submitted to the Graduate Studies Office
In partial fulfillment of the requirements for
The degree of Master of Science
in Computer Engineering - Software Engineering

By:

Amir Hossein Seyhani

Supervisors:

Dr. Hossein Hojjat and Dr. Mohammad Reza Mousavi

Advisor:

First Advisor

September 2022