تحليل المعوّلية لشبكات التدفق

عمر متعب السلمي

بحث مقدم لنيل درجة الدكتوراه في الفلسفة
[الهندسة الكهربائية وهندسة الحاسبات]

إشراف
أ.د. علي محمد علي رشدي

كلية الهندسة
جامعة الملك عبد العزيز -جدة
ربيع الأول ١٤٤٢ هـ -أكتوبر ٢٠٢٠ م

تحليل المعوّلية لشبكات التدفق

عمر متعب السلمي

المستخلص

تدرس هذه الأطروحة تحليل المعولية لشبكات التدفق من خلال إنتاج أنواع مختلفة من التقنيات للأنظمة ثنائية ومتعددة الحالات من أجل تقييم مؤشر الأداء لبعض الأنظمة العملية التي لديها سعات محدده للمسارات مثل شبكات الاتصالات أو أنظمة نقل الطاقة الكهربائية. تتضمن هذه التقنيات أو الطرق خرائط كارنوه ذات المحتويات المتغيرة ومتعددة القيم والتي يستفاد من طبيعتها التصويرية الفعالة لاستعراض الطرائق لحساب المعولية بين طرفي نظام معقد. وأيضاً قواعد اختزال النظم المعقدة الى نظم فرعية بسيطة والتي من ضمنها طرق تحليل بايز وقواعد تحويل النظم من أشكال نجميه الى مثلثيه والعكس والتي تحافظ على دالة السعة بين طرفي النظام فيما يعرف أولهما باسم المصدر والآخر باسم المورد. ومن ضمن الطرائق المستخدمة في تحليل معولية شبكات التدفق هي خوارزمية فورد-فولكرسون أو ما تعرف بنظرية التدفق الأقصى-القطع الأدنى. وبشكل عام تكمن أهمية المعولية في القدرة على قياس قدرة الشبكة أو النظام في أداء مهامه المطلوبة منه. حيث تعتبر المعولية من أهم مقاييس الأداء وخاصة للأنظمة ذات التركيب المعقد.

تبدأ هذه الأطروحة بمقدمة لتحليل معولية شبكات التدفق مع ذكر الأهداف الى جانب عرض الدراسات السابقة في هذا الموضوع. بعد ذلك، تم تقديم مراجعة شامله حول الشبكة ذات سعة التدفق وكذلك مناقشة الخوارزميات المستخدمة والتقنيات ونظره عامة عن أهم التطبيقات في هذه الأنظمة. ويتبع ذلك عرض تعليمي مصحوب بأمثلة توضيحية لأهم الطرائق في تحليل شبكات التدفق. علاوة على ذلك، تم فحص تقييم المعولية لشبكات التدفق متعددة الحالات عبر طريقة خرائط كارنوه، حيث قمنا بتقييم اصدارين من الخرائط مقابل طريقة البحث الشامل. في نهج آخر وكتطبيق عملي على شبكات التدفق حاولنا تمهيد الطريق للتفاعل المحتمل بين علم البيئة ونظرية المعولية فيما يتعلق بالقضية المشتركة لمفهوم شبكة القدرة أو التدفق حيث عالجنا مشكلة بقاء الأنواع عن طريق اقتراح أنواعًا مختلفة من الطرق لتحليل شبكة بيئية ذات قدرة استيعابية معينة، حيث أن هذه الأنواع تتعلق بقدرة نوع معين على تجنب الانقراض المحلي عن طريق الهجرة من بقعة أو موطن حرج إلى أماكن أكثر ملاءمة عبر نقاط انطلاق مثالية وممرات غير متجانسة. أخيرًا، من ضمن ما قدمت الأطروحة ثلاثة اختبارات شاملة لإظهار صحة تعبيرات المعولية في شبكات التدفق.

Reliability Analysis of Flow Networks

By

Omar Mutab Al-Salami

A thesis submitted for the requirements of the degree of Doctor of Philosophy
[Electrical and Computer Engineering]

Supervised By
Prof. Ali Muhammad Ali Rushdi

Faculty of Engineering
King Abdulaziz University - Jeddah
Rabi Al-Awwal 1442 H – October 2020 G

RELIABILITY ANALYSIS OF FLOW NETWORKS

Omar Mutab Al-Salami

Abstract

This dissertation studies the reliability analysis of flow networks by the construction of the various type of techniques for analyzing a capacitated network of a two-state and multi-state model in order to assess the performance indexes of some practical systems having fixed channel capacities, such as telecommunication networks or power transmission systems. These techniques include a map procedure which is a very powerful manual tool that provides pictorial insight about the various functional properties and procedures and results in simple symbolic expressions for the performance indexes, network reduction rules associated with delta-star transformations that preserve the source-to-terminal (s-t) capacity function, and a generalization of the max-flow min-cut theorem which is very fast when the network minimal cutsets, and possibly its minimal paths are known. The network capacity is a pseudo-switching function of the branch successes, and hence its mean value is readily obtainable from its sum-of-products expression. This dissertation starts with an introduction to the reliability analysis of flow networks, objectives, and literature review. Next, a review on flow-capacitated network is presented as well as discuss their algorithms, techniques, and applications. This is followed by a tutorial exposition of various methods for analyzing capacitated networks. Moreover, reliability evaluation of multi-state flow networks is examined via a map method which involve two Karnaugh map versions, namely (VEKM) and (MVKM). We assess these two versions of map methods versus the exhaustive search method. In another approach, the dissertation attempts to set the stage for a prospective interplay between ecology and reliability theory concerning the common issue of the concept of a capacitated or flow network. Finally, the dissertation presents three exhaustive tests to show the correctness of reliability expressions in flow networks.