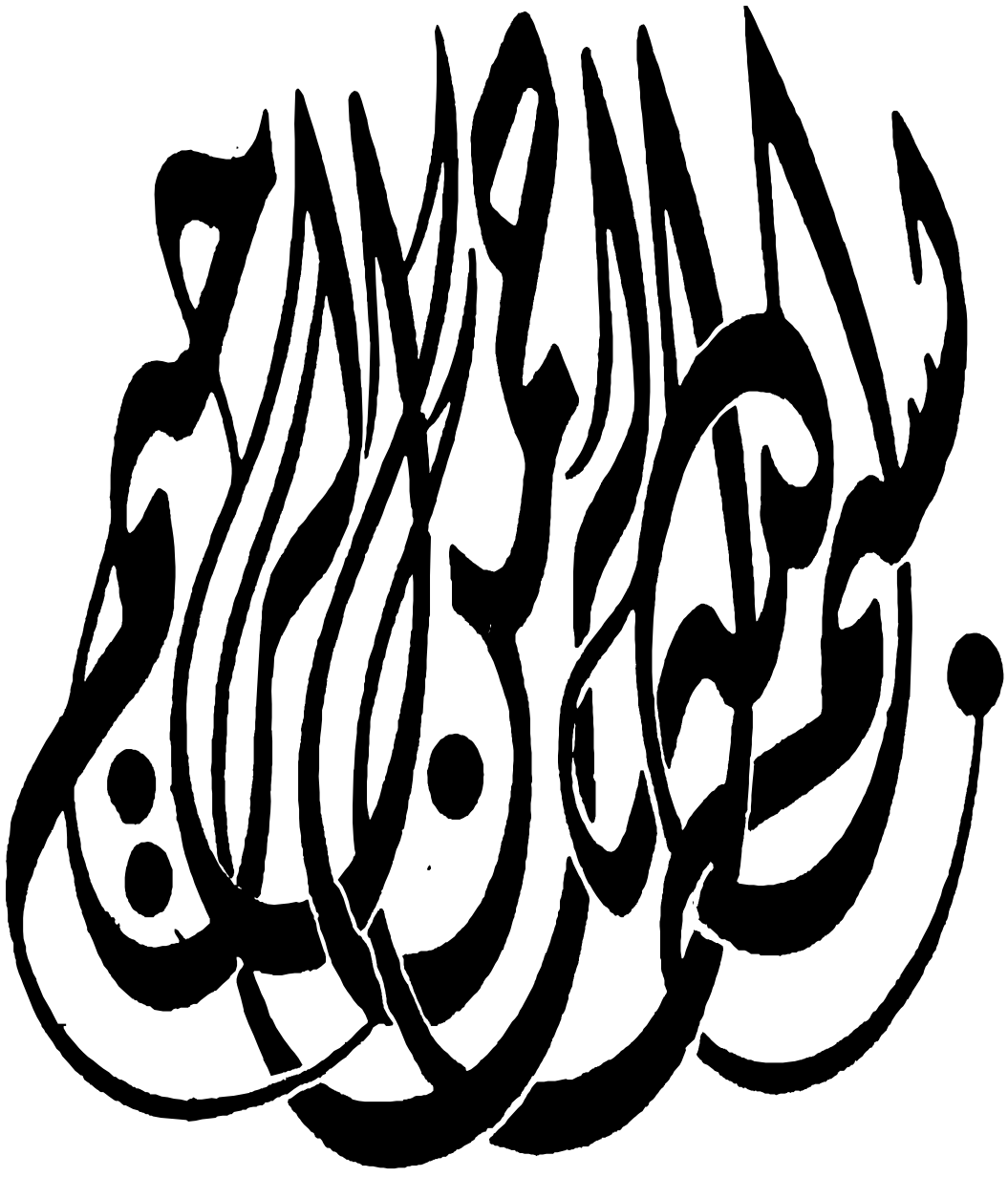
تقييم المعولية لأنظمة الأتصالات متعددة الحالات

محمد عبدالرحمن العمودي

بحث مقدم لنيل درجة الدكتوراة في الفلسفة
[الهندسة الكهربائية و هندسة الحاسبات]

إشراف
أ .د .علي محمد علي رشدي

كلية الهندسة
جامعة الملك عبدالعزيز
شعبان١٤٤٠ هـ / ابريل ٢٠١٩ م



تقييم المعولية لأنظمة الأتصالات متعددة الحالات

محمد عبدالرحمن العمودي

المستخلص

تقيس المعولية قدرة النظام على أداء وظائفه المقصودة. إنها أحد مقاييس الأداء الأكثر أهمية للأنظمة المعقدة اليوم، مثل أنظمة النقل وأنظمة الطاقة وأنظمة الاتصالات. تدرس هذه الأطروحة تقييم المعولية لأنظمة الاتصالات متعددة الحالات باستخدام كل من الأساليب اليدوية والآلية لتقييم مقاييس المعولية الأساسية للأنظمة متعددة الحالات بشكل عام. تعطي أطروحة الدراسة وضعاً خاصًا للأنظمة المستخدمة لنمذجة أنظمة الاتصالات مثل نظام (ك من- بين- ن (k-out-of-n)) متعدد الحالات. تشمل مقاييس المعولية التي تمت دراستها المعولية في حد ذاتها ومشتقاتها لتقييم مقاييس الأهمية وتكاملها لتقييم متوسط الزمن حتى الفشل((و ز ح ف) MTTF) من بين العديد من الطرق لتقييم المعولية لنظام متعدد الحالات، تستخدم هذه الأطروحة نهجين متميزين: النهج الأول هو تعميم نهج جبر التبديل (الجبر البولاني ثنائي الحالة). النهج الثاني هو أيضًا تعميم لتقنية مستخدمة للأنظمة الثنائية، وهي تقنية صياغة الحل عبر معادلات المعاودة مع شروط حدودية. تبدأ الأطروحة بمقدمة للأنظمة متعددة الحالات، وتصنيف أنواعها، ومناقشة معوليّة كبلات الألياف الضوئية. بعد ذلك، يتم إجراء تقييم المعوليّة لشبكة تدفق الاتصالات كنظام متعدد الحالات ، من خلال طريقة حل القوة الإلزامية الشاملة (ح ق ل ش). ويلي ذلك التبديل الجبري لمعولية النظام متعدد الحالات، بما في ذلك مناقشة لمزايا العمل في مجال التبديل، وتحليل ثنائي لنظام متعدد الحالات نموذجي. تم تقرير عن تحليل المعولية للنظام متعدد الحالات باستخدام منطق متعدد القيم. وفي طرق أخرى ، تستكشف الأطروحة الدوال االتوافقية معاودية التعريف: حالة المعاملات والاحتمالات ذات الحدين والمتعددة. أخيرًا، تقترح الأطروحة طريقة لتقييم بعض مقاييس الأهمية مثل أهمية برنباوم .

تقييم المعوّلية لأنظمة الأتصالات متعددة الحالات

محمد عبدالرحمن العمودي

الملخص

إن أهمية المعولية تكمن في القدرة على قياس قدرة النظام في أداء وظائفة وخواصة المطلوبة منه. و تعد المعولية من أهم مقاييس الأداء الأكثر أهمية للأنظمة المعقدة اليوم مثل أنظمة النقل وأنظمة الطاقة وأنظمة الاتصالات. تدرس هذه الأطروحة تقييم المعولية لأنظمة الاتصالات متعددة الحالات ويمكننا أن نرى الزيادة في الحاجة لتقييم معولية الأنظمة متعددة الحالات والتي هي القيمة المعولية الفعلية، إن الزيادة في المعولية متعددة الحالات مقارنة بنظام ثنائي الحالة (ناجح و فاشل) يرجع بشكل واضح إلى أننا كنا نهمل الحالات الوسيطة في الأنظمة ذات الحالتين فقط (ناجح و فاشل). تدرس هذه الأطروحة تقيم المعولية لأنظمة الاتصالات متعددة الحالات باستخدام كل من الأساليب اليدوية والآلية لتقييم مقاييس المعولية الأساسية للأنظمة متعددة الحالات بشكل عام.

تعطي أطروحة الدراسة وضعاً خاصًا للأنظمة المستخدمة لنمذجة أنظمة الاتصالات مثل نظام (ك من- بين- ن (k-out-of-n)) متعدد الحالات. تشمل مقاييس المعولية التي تمت دراستها المعولية في حد ذاتها ومشتقاتها لتقييم مقاييس الأهمية وتكاملها لتقييم متوسط الزمن حتى الفشل ((و ز ح ف) MTTF) من بين العديد من الطرق لتقييم المعولية لنظام متعدد الحالات، تستخدم هذه الأطروحة نهجين متميزين: النهج الأول هو تعميم نهج جبر التبديل (الجبر البولاني ثنائي الحالة). النهج الثاني هو أيضًا تعميم لتقنية مستخدمة للأنظمة الثنائية، وهي تقنية صياغة الحل عبر معادلات المعاودة مع شروط حدودية.

فصول ومواضيع الأطروحة:

الفصل الأول: تبدأ الأطروحة بمقدمة للأنظمة متعددة الحالات، وتصنيف أنواعها، ومناقشة معوليّة كبلات الألياف الضوئية وأهميتها مع وضع أمثلة لذلك.

الفصل الثاني: يتم إجراء تقييم المعوليّة لشبكة تدفق الاتصالات كنظام متعدد الحالات، من خلال طريقة حل القوة الإلزامية الشاملة (ح ق ل ش) مع وضع مقارنات لحلول أخرى .

الفصل الثالث: التبديل الجبري لمعولية النظام متعدد الحالات، بما في ذلك مناقشة لمزايا العمل في مجال التبديل، وتحليل ثنائي لنظام متعدد الحالات نموذجي ، مع عمل مقارنات للنتائج أبحاث سابقة .

الفصل الرابع: تم تقرير عن تحليل المعولية للنظام متعدد الحالات باستخدام منطق متعدد القيم، مع شرح توضيحي لعمل المقارنات مع الأبحاث الأخرى .

الفصل الخامس: وفي طرق أخرى، تستكشف الأطروحة الدوال االتوافقية معاودية التعريف: حالة المعاملات والاحتمالات ذات الحدين والمتعددة.

الفصل السادس: تقترح الأطروحة طريقة لتقييم بعض مقاييس الأهمية مثل أهمية برنباوم.

القصل السابع: تقدم الأطروحة ملخصا مع بعض المقترحات المستقبلية لتقييم المعولية متعددة الحالات بإستخدام أنظمة الشبكات العصبية الإصطناعية ANN .

وقد قمنا حتى الآن بنشر أربعة أبحاث مستقلة من موضوع الرسالة:

(١) علي محمد رشدي ومحمد عبدالرحمن العمودي، تحليل المعولية لنظام متعدد الحالات باستخدام منطق متعدد القيم. المجلة الدولية في هندسة الإليكترونيات والاتصالات مجلد ١٤، العدد ١، صفحات ١-١٠ (٢٠١٩).

(٢) علي محمد رشدي و محمد عبدالرحمن العمودي ، تحليل جبرالتبديل لمعولية النظام متعدد الحالات. مجلة البحوث الهندسية والتقارير، مجلد ٣، العدد ٣، صفحات ١-٢٢ (٢٠١٨).

(٣) علي محمد رشدي و محمد عبدالرحمن العمودي ، الدوال التوافقية معاودية التعريف: حالة المعاملات والاحتمالات ذات الحدين والمتعددة. مجلة التقدم في الرياضيات وعلوم الكمبيوتر مجلد ٢٧، العدد ٤، صفحات ١-١٦ (٢٠١٨).

(٤) محمد عبدالرحمن العمودي ، تقييم موثوقية شبكة تدفق الاتصالات النظر في نظام متعدد الدول، المجلة الدولية في هندسة الإليكترونيات والأتصالات مجلد ١٤، العدد ١، صفحات ١٧-٢٥ (٢٠١٩).

Reliability Evaluation of Multi-State Communication Systems

By :Mohamed Abdulrahman AL-Amoudi

Supervised By :Prof. Ali Muhammad Ali Rushdi

Abstract

Reliability measures the ability of a system to perform its intended functions. It is one of the most critical performance measures of today's complex systems, such as transportation systems, power systems, and communication systems. This dissertation studies the Reliability Evaluation of Multi-State Communication Systems by using both manual and automated methods to evaluate basic reliability measures of multi-state systems in general. The dissertation places a particular stress on systems used to model communication systems such as the multi-state k-out-of-n system. The reliability metrics studied include reliability *per se*, its derivatives (for assessment of importance metrics) and its integral (for assessment of MTTF). Out of many approaches for evaluation of reliability for multi-state systems, this dissertation employs two distinct general approaches. The first approach is a generalization of switching-algebraic or Boolean-domain approach for two-state or binary systems. The second approach is also a generalization of a technique used for binary systems, *viz*., the technique of formulating a solution *via* recursive equations together with boundary conditions. The dissertation starts with an introduction to multi-state systems, classification of their types, and a discussion of the reliability of optical fiber cables. Next, reliability evaluation of a communication flow network as a multi-state system, is performed via a brute force exhaustive (BFE) method. This is followed by a switching –algebraic

analysis of multi-state system reliability including a discussion of advantages of working in the switching domain, and a binary analysis of a typical multi-state system. Reliability analysis of the multi-state system is reported using multi-valued logic. In another approach, the dissertation explores recursively-defined combinatorial functions in the case of binomial and multinomial coefficients and probabilities. Finally, the dissertation proposes techniques to evaluate certain importance measures such as the Birnbaum importance, metric.