University of Mosul
College of Engineering

Design of Hybrid Optical Network with Fiber Cut Detection System

Mohammed Ahmed Khalil Dhiyab

MSC. Thesis

Science in Computer Engineering / Computer Engineering

Supervised by

Assist. Prof. Dr. Mayada Faris Ghanim

March/ 2024 A.D Shaaban/ 1445 A.H

ABSTRACT

Fiber optic cables are considered the basic infrastructure in the field of networks and communications due to their high ability to transfer a large amount of data over long distances.

Restoring the damaged infrastructure of fiber optic cables in Iraq as a result of the wars that connected its cities and their parts is a major problem, as the cost of optical cables and their reliability, represented by protecting the optical cable and the data transmitted over them, constitute a major challenge.

This thesis presents the hybrid optical network, which is considered a suitable solution because it combines high reliability through its high data availability and acceptable cost. It also presents an optical fiber cable cut detector and network performance system which helps to monitor the network, directly detect optical cable cuts and protect the optical cable path from sabotage.

The hybrid optical network was designed using the OPNET simulator, and the Fiber Optic Cable Cut Detector system and network performance system were designed using a Raspberry Pi4, an Arduino microcontroller, GSM, and a set of sensors.

The design and simulation results of the hybrid topology showed a clear improvement in reliability, availability, and cost. It also maintained the main network characteristics of delay, load, traffic foreword, and throughput, so that it outperformed the star topology by 100% and the ring topology by 87% in protection. The percentage of superiority over the ring

increases as the number of network nodes increases. In terms of cost, it is 350% less than the mesh network in a network consisting of 16 nodes, and this percentage increases with the increase in the number of network nodes. In terms of delay, in layer two, the delay of the hybrid network increases by 4 µs over the star network and is less than the mesh by 7.7 µs and less than the ring by 51.5 µs. As for layer three, the delay improved significantly, the delay of the hybrid topology decreased to 24.5 µs, which is 0.5 µs more than the star, 1 µs less than the ring and 0.5 µs less than the mesh, the difference between the different topologies was small, and the load on some links was reduced and transferred to the new paths. The results also showed the ease of adding, removing, or moving a node in the network, as well as the ease of maintaining the network. Experimentation with the proposed systems showed good results, as the time required to repair the optical cable was reduced, and quickly recovered data lost as a result of cutting and losses resulting from cutting.

This improvement in the network increases the reliability, efficiency, and applicability of the network in the real world. As for the systems, they are effective solutions to maintain the optical cable path and quickly return data to normal.

جامعة الموصل

كلية الهندسة

تصميم شبكة ضوئية هجينة مع نظام الكشف عن قطع الألياف

رسالة تقدم بها

محمد احمد خليل ذياب

الى

مجلس كلية الهندسة

جامعة الموصل

كجزء من متطلبات نيل شهادة ماجستير علوم في هندسة الحاسوب

بإشراف

أ. م. د ميادة فارس غانم

شعبان/ 1445 هـ

اذار/ 2024 م

الملخص

تعتبر كابلات الألياف البصرية البنية التحتية الأساسية في مجال الشبكات والاتصالات بسبب قدرتها العالية على نقل كميات كبيرة من البيانات على مسافات طويلة.

إصلاح البنية التحتية المتضررة لكابلات الألياف البصرية في العراق نتيجة للحروب التي ربطت مدنه وأجزائها مشكلة كبيرة، حيث يشكل تكلفة الكابلات البصرية وموثوقيتها، التي تتمثل في حماية الكابل البصري والبيانات المرسلة عبرها، تحدياً كبيراً.

تقدم هذا الأطروحة الشبكة البصرية الهجينة، التي تعتبر حلاً مناسباً لأنها تجمع بين الموثوقية العالية من خلال توافر البيانات العالي والتكلفة المقبولة. كما تقدم نظام كاشف قطع كابلات الألياف البصرية ونظام كفاءة الشبكة الذي يساعد في مراقبة الشبكة، والكشف المباشر عن قطع الكابل البصري وحماية مسار الكابل البصري من التخريب.

تم تصميم الشبكة الضوئية الهجينة باستخدام محاكي OPNET، كما تم تصميم نظام كاشف قطع كابلات الألياف الضوئية ونظام أداء الشبكة باستخدام Raspberry Pi4، ومتحكم Arduino، و GSM، ومجموعة من أجهزة الاستشعار.

أظهرت نتائج التصميم والمحاكاة للطوبولوجيا الهجينة تحسنا واضحا في الموثوقية والتوفر والتكلفة. كما حافظت أيضًا على خصائص الشبكة الرئيسية المتمثلة في التأخير والتحميل وحركة المرور والإنتاجية، بحيث تفوقت على الهيكل النجمي بنسبة 100% والهيكل الحلقي بنسبة 87% في الحماية، وتزداد نسبة التفوق على الحلقة مع زيادة عدد عقد الشبكة. ومن حيث التكلفة

فهي أقل بنسبة 350% من الشبكة الميش في شبكة مكونة من 16 عقدة، وتزداد هذه النسبة مع زيادة عدد عقد الشبكة. ومن حيث التأخير، في الطبقة الثانية، يزداد تأخير الشبكة الهجينة بمقدار 4 ميكروثانية على الشبكة النجمية ويكون أقل من الميش بمقدار 7.7 ميكروثانية وأقل من الحلقة بمقدار 51.5 ميكروثانية. أما بالنسبة للطبقة الثالثة، فقد تحسن التأخير بشكل ملحوظ، وانخفض تأخير الهيكل الهجين إلى 24.5 ميكروثانية، أي أكثر بمقدار 0.5 ميكروثانية من النجم، وأقل بـ 1 ميكروثانية من الحلقة وأقل بـ 0.5 ميكروثانية من الشبكة؛ كان الفرق بين الطوبولوجيات المختلفة صغيرًا، وتم تقليل الحمل على بعض الروابط ونقله إلى المسارات الجديدة. كما أظهرت النتائج سهولة إضافة أو إزالة أو نقل عقدة في الشبكة، وكذلك سهولة صيانة الشبكة. وأظهرت تجربة الأنظمة المقترحة نتائج جيدة، حيث تم تقليل الوقت اللازم لإصلاح الكابل الضوئي، وسرعة استعادة البيانات المفقودة نتيجة القطع والخسائر الناتجة عن القطع.

يزيد هذا التحسن في الشبكة من الموثوقية والكفاءة وقابلية التطبيق في العالم الحقيقي. أما بالنسبة للأنظمة، فهي حلول فعالة للحفاظ على مسار الكابل البصري واستعادة البيانات بسرعة إلى الوضع الطبيعي.