# دراسة مقارنة و تنفيذ خوارزميات استعادة المسار الضوئي المستعملة في الشبكات الضوئية التي تعدد المقابلات بتقسيم الطول الموجي

حسن فايز حسن حكمي

## المستخلص

تمثل الشبكات الضوئية التي توظف تعدد المقابلات بتقسيم الطول الموجي الحل للتعامل مع الحاجة المتزايدة لعرض النطاق الترددي. تحتاج هذه الشبكات لخوارزميات الحماية والاستعادة عند تعرضها للإخفاق وذلك لضمان معولية واستمرارية مرور البيانات. تدرس هذه الرسالة بعض خوارزميات البرمجة الخطية والبرمجة الصحيحة المختلطة والتي يمكن أن تستخدم لحل مسائل الاستعادة والحماية في الشبكات الضوئية التي توظف تعدد المقابلات بتقسيم الطول الموجي حيث تبنى هذه الخوارزميات على فرض أن رابطاً واحداً على الأكثر يخفق في أية لحظة معينة. يتم استعراض الشبكات الضوئية وطرائق الاستعادة والبرمجة الخطية بشكل مبسط في بداية الرسالة مع تقديم بعض الأمثلة على البرمجة الخطية الموضحة باستخدام الرسوم البيانية ولغة MATLAB. بعد ذلك، يتم العمل على حل مسألة الشبكة المربعة والشبكة المكعبة يدوياً وذلك بتطبيق خوارزمية عدم التنوع وخوارزمية التنوع لكل مسألة منهما، وقد بينت النتائج زيادة التكلفة التي تتطلبها خوارزمية التنوع مقابل التحسين في المعولية الذي تحققه. يتم بعد ذلك تقديم الحل لنفس المسألتين باستخدام لغة النمذجة AMPL التي يمثل اسمها الأحرف الأولى من عبارة "لغة برمجة رياضية"، وهي كما يدل هذا الاسم لغة برمجة مناسبة ومتفوقة لهذا النوع من التطبيقات. يتم تكوين البرامج بواسطة إنشاء ملفين، الأول منهما هو ملف النموذج وهو يحتوي على تعريف العناصر والثوابت والشروط الخاصة بالخوارزمية بالإضافة إلى الدالة المراد تقليل كلفتها. أما الملف الثاني فهو ملف البيانات، وهو يحتوي على كل البيانات والقيم الخاصة بالمسألة اللازمة لحلها. كما يتم سرد نص البرامج لكل ملف من الملفات المذكورة والخاصة ببعض الخوارزميات المستخدمة. يتم بعد ذلك استعراض النتائج وشاشات تنفيذ البرامج بالإضافة إلى مقارنة نتائج المسائل المحلولة يدوياً مع مثيلاتها المحلولة بواسطة لغة البرمجة AMPL، حيث تبين وجود توافق تام بين هذين النوعين من النتائج.

# A COMPARATIVE STUDY AND IMPLEMENTATION OF LIGHT PATH RESTORATION ALGORITHMS USED IN WAVELENGTH-DIVISION-MULTIPLEXING OPTICAL NETWORKS

**HASAN FAYEZ HASAN HAKAMI**

## ABSTRACT

Optical WDM networks represent the answer to the rise in bandwidth demands. These networks require protection and restoration algorithms in case of failure to provide reliable and continuous data traffic. This thesis is concerned with some Linear Programming and Mixed Integer Programming algorithms that are used in solving restoration and protection problems in WDM optical networks under the assumption of a single link failure. The thesis starts with a brief introduction to optical networks and restorations. Linear programming is also introduced in brief and explained with some solved examples using graphical illustrations and the MATLAB language. Then the work goes on solving a square and a cube network manually for the non-diversity and diversity algorithms. Results are given to demonstrate the cost increments required by the diversity algorithm against the reliability improvement achieved by it. Again, the non-diversity and diversity algorithms are introduced but through the AMPL modeling language, whose name, an abbreviation of "A Mathematical Programming Language", indicates that it is a particularly suitable and superior language for this kind of applications. Some of the problems that have been solved manually are implemented and solved using AMPL. The implementation is done through two files, the model file which includes the declarations of parameters and constraints and the target function needed to be minimized, and the data file which contains the data and numerical values required to solve the required problem. The code of these files is listed for all used algorithms. Then the run of the programs is showed and the final results are compared and shown to be in total agreement with the results of the manually solved problems.