

MASINF1221

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA
FACULTE DES MATHÉMATIQUES ET
DE L'INFORMATIQUE



DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE

MEMOIRE de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER

Domaine : Mathématiques et Informatique

Filière : Informatique

Spécialité : Systèmes d'Informations Avancés

Par: CHOUTER Kheira

SUJET

Le graphe AoA minimal

Soutenu publiquement le : / /2016 devant le jury composé de :

.....	Université de M'sila	Président
Dr. N.E.MOUHOUB	Université de M'sila	Rapporteur
.....	Université de M'sila	Examineur
.....	Université de M'sila	Examineur

Promotion : 2015 /2016

Table des matières

Remerciements.....	.i
Dédicace.....	.ii
Table des Matières.....	.iii
Liste des tableaux.....	.iv
Liste des figures.....	.v
Introduction générale	1

Chapitre 1

Les principes de base de l'ordonnancement

1. Introduction	4
2. La recherche opérationnelle.....	4
3. Les problèmes d'optimisation.....	5
3.1. Les problèmes d'optimisation combinatoires.....	5
3.2. Les problèmes d'optimisation combinatoires et les problèmes de décision..	5
4. La théorie de la complexité.....	6
4.1. Complexité d'un algorithme.....	6
4.2. L'algorithme efficace.....	7
4.3. Classe des problèmes.....	8
4.3.1. La classe P.....	8
4.3.2. La Classe NP.....	8
4.3.3. La classe NP-Complet.....	8
4.3.4. La classe NP-Difficile.....	8
5. La fonction ordonnancement.....	9
5.1. Définition.....	9
5.2. Les tâches.....	10
5.3. Les ressources.....	10
5.4. Les contraintes.....	10
6. Caractéristiques générales des ordonnancements.....	11

7. Méthodes de résolution des problèmes d'ordonnement.....	11
7.1. Les méthodes exactes	12
7.2. Les méthodes approchées.....	12
7.2.1. Les méthodes Heuristiques	12
7.2.2. Les méthodes Métaheuristiques	13
8. Conclusion.....	13

Chapitre 2

L'ordonnement dans gestion du projet

1. Introduction.....	14
2. Qu'est-ce qu'un projet?.....	14
3. Que la gestion de projet?.....	14
3.1. Caractéristiques des projets réussis.....	15
3.2. Organisation de l'équipe projet.....	15
3.3. Cycle de vie d'un projet.....	16
3.3.1. La planification du projet.....	16
3.3.2. Que constitue un plan de projet?.....	17
3.3.3. Le calendrier d'activités	17
3.3.4. Création d'un calendrier d'activités.....	18
3.4. Le triangle de projet	19
3.5. L'ordonnement dans la gestion de projet.....	21
4. Le problème central de l'ordonnement.....	21
4.1. Modélisation du problème central.....	23
4.1.1. Le diagramme de Gantt.....	23
a. Définition	23
b. Objectifs du diagramme de Gantt	24
4.1.2. Le graphe AoN.....	25
4.1.3. Le graphe AoA.....	29
4.1.3.1. Généralités.....	29
4.1.3.2. Présentation du AoA.....	30
4.1.3.3. Utilité de la méthode AoA.....	32

4.1.3.4. Dessin du graphe AoA.....	33
4.1.3.5. La tâche fictive dans le graphe AoA.....	36
4.2. Modularité.....	38
4.3. Comparaison.....	39
5. Résolution du problème central.....	40
5.1. Dates et marges associées à une tâche.....	41
5.2. Calcul des dates et marges.....	42
5.3. Le chemin critique.....	45
6. Conclusion.....	47

Chapitre 3

Le graphe AoA minimal

1. Introduction.....	48
2. Etat de l'art.....	49
3. Algorithme de F. STERBOUL et al.....	52
3.1. Notations et définitions.....	52
3.2. Graphe arc-dual d'un graphe donné.....	53
3.3. Construction.....	53
3.4. Exemple.....	56
4. Algorithme de N.E.MOUHOUB et al.....	60
4.1. Notations et définitions.....	61
4.2. Construction.....	61
4.3. Exemple.....	68
5. Conclusion.....	72

Chapitre 4

Présentation d'application et étude comparative

1. Introduction.....	74
2. Présentation les deux algorithmes	74
2.1 Implémentation l'algorithme de Mouhoub et al.....	74
2.2 Implémentation d'algorithme de Sterboul et al.....	78
3. Les outils et l'environnement de développement.....	79

3.1. La langage de programmation « JAVA».....	79
3.2. L'environnement NetBeans.....	80
3.3 Dpo4 Base de données	82
3.3.1. Base de données " db4o".....	82
3.3.2. Placement de db4o dans le monde	82
3.3.3. Avantage de db4o	83
4. Présentation d'application	84
5. Conclusion	87
conclusion générale	88
La bibliographie	87

INTRODUCTION GENERALE

La recherche opérationnelle est la discipline des mathématiques appliquées qui traite des questions d'utilisation optimale des ressources dans l'industrie et dans le secteur public. Depuis une dizaine d'années, le champ d'application de la RO s'est élargi à des domaines soit stratégiques comme le choix d'investir ou pas, le choix d'une implantation, le dimensionnement d'une flotte de véhicules ou d'un parc immobilier... ou opérationnels comme l'ordonnancement, la gestion de stock, l'affectation de moyens (humains ou matériels) à des tâches, les prévisions de ventes... .

La gestion de projet est une composante très importante de la communauté de recherche opérationnelle. De nombreux travaux traitent de l'ordonnancement et de la gestion de projet, mais aussi de logistique, de planification, et de problèmes d'emploi du temps.

Un problème d'ordonnancement consiste à organiser dans le temps la réalisation de tâches, compte tenu de contraintes temporelles (délais, contraintes d'enchaînement) et de contraintes portant sur la disponibilité des ressources requises. Alors il est défini par le planning d'exécution des tâches (« ordre » et « calendrier ») et d'allocation des ressources et vise à satisfaire un ou plusieurs objectifs.

Pour résoudre un problème d'ordonnancement il faut passer par l'étape de modélisation. La modélisation est une étape importante dans les domaines de recherche opérationnelle ; car elle est la conception d'un modèle. Selon son objectif et les moyens utilisés, elle est dite mathématique, géométrique, informatique...

Un modèle est une traduction de la réalité pour pouvoir appliquer des outils, des techniques et des théories mathématiques, puis en traduisant les résultats obtenus en prédictions ou opérations dans le monde réel.

Donc, pour résoudre un problème il faut les modéliser, par les vastes types de modélisation on cite la modélisation graphique qui peut représenter la structure, la connexion (la relation entre ses éléments), la modélisation graphique consiste à une méthode de pensée qui permet de modéliser une grande variété de problèmes sous une forme des sommets et des arcs. L'informaticien qui peut les faire le graphe d'une manière correcte. Donc la modélisation graphique permet la compréhension de problème, mais pas la résolution.

Alors, pour résoudre un problème il faut trouver une solution dans l'espace algorithmique. Plusieurs sont les outils de théorie de graphe pour décrire les algorithmes, les étudier, exprimer leurs qualités, pouvoir les comparer entre eux.

I. Contexte et problématique

Plusieurs sont les ouvrages qui étudient le problème d'ordonnancement, et les problèmes de gestion de projet par exemple on cite : Ecoto [12] présente une dizaine d'arguments pour la nécessité d'apprendre les techniques d'ordonnancement de projet pour les leaders d'entreprises et d'administrations. Ces techniques et méthodes répondaient à des besoins précis :

- analyser le projet en profondeur, c'est-à-dire le décomposer en tâches ;
- mettre sur pied un plan d'exécution qui permet la réalisation du projet, avec des objectifs précis, tout en respectant un certain nombre de contraintes et en rationalisant l'utilisation des ressources;
- et enfin, contrôler le bon déroulement du projet.

Par conséquent, une méthode d'ordonnancement est plus que nécessaire pour mener à terme le projet. Sterboul et Mouhoub étudient le problème de construction du graphe AoA minimal après avoir vu tous ces éléments on sélectionne notre problématique qui devient: quel est le meilleur algorithme entre les deux proposés par Mouhoub ou Sterboul? La proposition d'un algorithme qui compare entre les deux est notre objectif.

II. Contributions de ce mémoire

Nous allons présenter une étude comparative entre deux algorithmes célèbres de Mouhoub et al et de Sterboul et al.

Un des inconvénients majeurs de la méthode AoA c'est l'existence des tâches fictives ajoutées au graphe. L'introduction de ces tâches permet de résoudre certaines situations et de lever des ambiguïtés. Elles ne mettent en jeu aucun moyen matériel ou financier mais elles sont la source unique d'existence d'une infinité de graphes AoA. C'est pour cette raison que les chercheurs se sont penchés sur le problème de réduction des tâches fictives pour apporter assez de clarté au graphe AoA. Ce domaine reste toujours un sujet d'actualité puisque sa complexité est *NP-difficile*. La contribution en ce point précis ne sort pas de cette logique et propose une technique de réduction.

III. Plan du mémoire

Afin de présenter les résultats de notre travail, ce manuscrit s'organise de la manière suivante :

Une introduction générale suivie avec le premier chapitre sous-titre des principes de base de l'ordonnancement, dans un premier temps on donne quelques définitions sur l'optimisation des algorithmes, et les problèmes d'optimisation combinatoires et les problèmes de décisions de leur complexité. Nous abordons ensuite, l'étude de la fonction ordonnancement avec ses éléments de base ainsi que ses caractéristiques générales et clôturer par la présentation des méthodes de résolution d'ordonnancement.

Le chapitre 2 son titre est l'ordonnancement dans gestion de projet dans ce chapitre on représente le projet et la gestion de projet, les problèmes central de l'ordonnancement ou on présente les trois méthodes de représentation : Gantt, AoN, AoA, et la résolution de ce genre de problèmes.

Le chapitre 3 est consacré au graphe AoA minimal, dans ce chapitre on traite l'état de l'art concernant la construction du graphe AoA minimal. Aussi, on présente l'algorithme de Serboul et al puis on représente l'algorithme de Mouhoub et al avec un exemple de démonstration.

Le chapitre 3 qui prend le titre le graphe AoA minimal est réservé à une étude comparative entre le nouvel algorithme de Mouhoub et al et celui de Streboul et al.

Le dernier chapitre concernant l'application propose pour résoudre le problème de cette mémoire, à l'aide de langage de programmation Netbeans; le titre de ce chapitre est Présentation d'application et étude comparative.

Enfin on termine notre mémoire avec une conclusion générale de notre travail ou nous répond à notre problématique présenté dans l'introduction générale et présente notre contribution personnelle suivie des perspectives future qui tracent le chemin des travaux futurs.

CONCLUSION GENERALE

Après avoir étudié les méthodes de modélisation de l'ordonnancement de projet par le biais du diagramme de Gantt, la méthode AoN et la méthode AoA,

La conclusion qu'il faut tirer est que les praticiens préfèrent utiliser la méthode AoA malgré que le graphe de la méthode AoN est unique et facile à dessiner alors que les graphes AoA sont infinis, difficiles à dessiner et la majorité des praticiens n'arrivent pas à les dessiner correctement. Cependant, la présence des activités fictives les rend encore plus difficile à être abordé surtout lorsque leur nombre est très élevé avec des réseaux de tailles très grandes.

Le problème de réduction des tâches fictives dans le graphe AoA nous a ouvert les portes pour chercher une solution radicale au problème appelé dans la littérature « le graphe AoA minimal ». Le contexte est devenu plus clair et plus général tandis que l'objectif devient plus précis mais plus complexe.

L'objectif du travail donc est de faire une étude comparative qui a été réalisée entre deux algorithmes célèbres.

Le premier est un algorithme de Mouhoub et al et le deuxième de Sterboul et al. Les deux algorithmes permettent de réduire un certain nombre d'arcs fictifs jusqu'à la dernière règle qui donne le graphe AoA minimal avec le respect total des contraintes dans la table d'ordonnancement.

Cette étude montre la supériorité de l'algorithme de Mouhoub et al dans la majorité des cas. Car le problème de réduction des tâches est vaste, il a de future perspective comme l'amélioration de ces deux algorithmes Mouhoub et Sterboul pour retourner des résultats exactes au minimiser le nombre des étapes et améliorer son efficacité.

BIBLIOGRAPHIE

Un ouvrage :

- [1] C.P.Vincent, " Heuristique - Création, intuition, créativité et stratégies d'innovation", BOD - Books on Demand France, 2012.
- [2] C.Yves , recherche Opérationnelle "ordonnancement" , 26/02/2007
- [3] J.CARLIER & P. CHRETIENNE, Problèmes d'ordonnancement, modélisation, complexité, algorithmes, MASSON, ISBN 2-225-81275-6.
- [4] R.Christophe et T. Denis, Théorie de la Complexité, Notes de cours, ENSGI – INP Grenoble. 2002.
- [5] R.DIESTEL, Graph theory, Springer-Verlag, Heidelberg Graduate Texts in Mathematics, Volume 173. ISBN 978-3-642-14278-9, Springer-Verlag, 2000.

Un article :

- [6] A. BENHOCINE, Théorie des graphes et applications, Cours de post-graduation, Université de Sétif, 2001.
- [7] A. Giorgetti et F. Sesailhan , Programmation java (java et bases de données) , laboratoire d'informatique de l'université de Franche-Comté.
- [8] A. Wahiba, Le problème conjoint de l'ordonnancement de la production et de planification de la maintenance , Boumerdes , 2014.
- [9] D. Tchamidéma , A.EL MONTASSIR A ,L.GADEDJI ,E.KEKEH Komi ,Management de projets Méthodes GANTT et PERT, 2007.
- [10] D. G. Corneil, C.C. Gotlieb, and Y.M. Lee, Minimal event-node network of project precedence relations, Communications of the SCM, 16, pp.296-298, 1973.
- [11] F. ECOTO, Initiation à la recherche opérationnelle, ELLIPES, Paris, France, 2011.

[12] F. STERBOUL, & D. WERTHEIMER, Comment construire un graphe PERT minimal, RAIRO, France, 1980.

[13] J. Alliot, Nicolas Durand, «Algorithmes génétiques» March 14, 2005.

[14] N. E. MOUHOUB, H. BELOUADAH & A. BOUBETRA, A new algorithm for modeling temporal constraints and constructing AoA graph, Alger. 2011

[15] T. J. KLOPPENBORG, Contemporary Project Management, South-western CENGAGE Learning, Mason, OH, 2009.

[16] X. KONG, J. SUN & W. XU, Permutation-based particle swarm algorithm for tasks scheduling in heterogeneous systems with communication delays. International Journal of Computational Intelligence Research, 4(1):61.70, 2008.

Un mémoire ou une thèse :

[17] A. LAYEB, Utilisation des Approches d'Optimisation Combinatoire pour La Vérification des Applications Temps Réel. Thèse de Doctorat, Université Mentouri de Constantine 2010.

[18] A. YEZZA, Concepts Les abréviations *AON* et *AOA* signifient successivement , thèse étendu Méthodes d'évolution de modèle produit dans les systèmes, Thèse de Ph. D, 2012.

[19] F. AOUACHE, M. BELHARET, Mémoire de Master, Planification et gestion de projets.2012.

[20] H. HOUARI, Planification et Ordonnancement en temps réel d'un Job shop en utilisant l'Intelligence Artificielle, Thèse de Magister, Tlemcen, 2012.

[21] L. SMOCH, Méthodes d'Optimisation Thèse de Licence Professionnelle Logistique, Université du Littoral - Côte d'Opale, Pôle Lamartine, 2011.

[22] L. Zaourar. Recherche opérationnelle et optimisation pour la conception testable de circuits intégrés complexes. Thèse de doctorat, Grenoble, 2010.

[23] N. E. MOUHOUB, Algorithmes de construction de graphes dans les problèmes d'ordonnancement de projet, Thèse de doctorat, Université de Sétif ,Algérie, 2011

[24] N. TAGHEZOUT, Conception et Développement d'un système multi-agent d'Aide à la Décision pour la gestion de production dynamique. Thèse doctorat, Toulouse, 2011

[25] R. Pascal, Algorithmes Génétiques Hybrides en Optimisation Combinatoire, Thèse Ph.D, Ecole Normale Supérieure de Lyon, 1999.

[26] T. Mehenni, utilisation des métaheuristiques pour résoudre un problème d'ordonnancement sur machine à contrainte de ressource non renouvelable, Thèse de Magister, M'sila, 2006.

Un site web :

[27] Bruno bachelet : www.bruno.bachelet.net/ , consulter le 25/04/2016.

[28] Developer: www.developer.db4o.com/Resources/default.aspx , consulter le : 01/04/2015.

[29] Jmdoudoux.developpez: www.jmdoudoux.developpez.com , consulter le : 12/05/2016.

[30] Gestion-projet-informatique.vivre-aujourd'hui : www.gestion-projet_informatique.vivre-aujourd'hui.fr , consulté le : 17/03/2016.

[31] Gestion de projet, www.gestiondeprojet.net , consulter le : 01/04/2016.

[32] Logistique conseil, www.logistiqueconseil.org , consulté le : 23/25/2016.

[33] Project issimo , www.projectissimo.com , consulté le : 23/05/2016.

[34] Ressources.aunege, www.ressources.aunege.fr , consulter le : 21/03/2016.

[35] Wikipedia, www.wikipedia.org.fr , consulté le : 05/05/2016.

ملخص

بعد دراسة نماذج جدولة المشاريع من خلال مخطط غانت و AoA و AoN نجد أن مسيري المشاريع يفضلون العمل بطريقة AoA على الرغم من صعوبة تحقيقها في حين ان طريقة AoN سهلة و أكثر بساطة. وأعقب عرض هذه الطريقة مظاهر تثبت أنها توفر الحد الأدنى من الرسم البياني الزراعة من حيث وظائف وهمية . أن مشكلة الحد من فرص العمل الوهمية في الرسم البياني AoA فتحت الأبواب لإيجاد حل جذري لمشكلة المشار إليها في الميدان " الرسم البياني AoA للحد الأدنى " الهدف من عملنا هو المقارنة بين إثنين من الخوارزميات المشهورة الأولى ل "موهوب و آخرون " و الثانية ل " ستاربول و آخرون" و تشير النتائج في النهاية إلى أفضلية و تفوق خوارزمية "موهوب و آخرون " .

Résumé

Après avoir étudié la modélisation de l'ordonnancement de projet par le biais du diagramme de Gantt, la méthode AoN et la méthode AoA, on conclue que les managers de projet préfèrent travailler avec le graphe AoA malgré qu'il est difficile à réaliser, alors que le graphe des potentiels offre plus de simplicité. La présentation de cette méthode a été suivie d'une démonstration prouvant qu'elle offre le graphe AoA minimal en termes de tâches fictives. Le problème de réduction des tâches fictives dans le graphe AoA nous a ouvert les portes pour chercher une solution radicale au problème appelé dans la littérature « le graphe AoA minimal ». Ce travail présente deux algorithmes de construction qui sont comparée entre, premier algorithme de Mouhoub et al et l'autre algorithme de Sterboul et al connue dans la littérature. Les résultats de cette comparaison montrent la supériorité d'algorithme de Mouhoub et al du point de vue efficacité.

Abstract

After the study of the modification of ordonnancement of project by bias of Gantt diagramme , the AoN method and AoA ,are conclude that managers of project prefer work by AoA graph despite its difficult of relation ,so the potential of graph offer a lot of simplicity. Presentation of this method has been followed by demonstration prove offered by AoA minimal with terms of factitive task .the problem of reduction of fictitious tacks in AoA graph we have open the door for search radical solution for the problem named in the literature "minimum AoA graph " this work present two Algorithms of construction with are compared between conque in the literature ,Results of this comparison show the superiority of mouhoub algorithm in efficacy point of view.