

UNIVERSITÉ LIBRE DE BRUXELLES
Faculté des Sciences
Département d'Informatique

Éclairage public

HEREMAN Nicolas,
HUBLET Magali,
VANBERGEN Julien,
VAN BRANDE Rodrigue.

Superviseurs : Labbe Martine, Porretta Luciano

Table des matières

1	Définition du projet	2
2	Articles de référence	3
3	Implémentation	4
	Bibliographie	5

Chapitre 1

Définition du projet

L'éclairage public est un terme général représentant l'ensemble des moyens mis en place afin d'illuminer les espaces publics. C'est un domaine qui ne doit pas être sous-estimé car il a de grandes conséquences sur notre vie à tous, que ce soit au niveau de sa qualité ou de la sécurité. [4]

Malheureusement, cela a un certain coût, aussi bien financier qu'énergétique, et les risques de pénurie d'électricité ne font qu'augmenter. Tout cela nous indique qu'il devient urgent de réaliser des économies dans ce domaine. En effet, en moyenne, en Belgique, ce coût s'élève à 53% de la consommation électrique à la charge d'une commune. De plus, selon l'Ademe [2], l'éclairage actuel pourrait être très coûteux pour le financement public. Ainsi, une amélioration de l'efficacité énergétique pourrait réduire la facture de moitié.

Depuis plusieurs années, les pouvoirs publics expérimentent des extinctions d'éclairage à certaines heures de la nuit afin de réduire ces coûts. Cependant, l'éclairage est un élément essentiel à notre sécurité, c'est pourquoi nous devons trouver d'autres moyens d'économie.

Un éclairage est dit "intelligent" lorsqu'il s'adapte au contexte, c'est à dire, au lieu, à l'heure ainsi qu'à la météo. En effet, une nuit avec un ciel dégagé d'été ne demande que très peu de lumière comparé à une nuit d'hiver avec une brume épaisse. Il ne faudrait donc pas éclairer de la même manière dans ces deux situations, or, actuellement, aucune distinction n'est faite.

Un éclairage est dit "économique" lorsque son coût d'utilisation est faible mais également lorsque son coût d'installation et de maintenance (remplacement d'ampoules, de câbles, ...) le sont aussi.

Effectivement, un système d'éclairage disposant d'un coût d'utilisation relativement faible est attractif mais si son installation est hors de prix, ce système perd tout son intérêt et ne verra jamais le jour. La proposition inverse est également vraie. En effet, ce n'est pas parce qu'un système d'éclairage dispose d'un coût faible d'installation qu'on aura le budget pour le mettre en place si, lors de son utilisation, il demande trop de ressources.

En conclusion, la somme de ces trois coûts nous permettraient d'évaluer la pertinence d'un certain type d'éclairage en comparaison avec un autre.

Un éclairage est dit "écologique" lorsqu'il ne laisse aucune, ou très peu de traces sur l'environnement. Le choix de matériaux recyclables est certes important, mais il faut aussi penser à d'autres facteurs tels que le dégagement de CO_2 ou de mercure.

Un éclairage est dit "efficace" lorsqu'il limite la pollution lumineuse quand cela n'est pas nécessaire. Par exemple, mettre un lampadaire devant la fenêtre d'une maison est à éviter, à moins que cela ne soit indispensable.

Ce projet consiste à relier toutes ces caractéristiques, de manière facile et optimale, dans l'optique de concevoir le meilleur éclairage public pour un lieu donné.

Chapitre 2

Articles de référence

Le premier article de référence [5] parle de programmation linéaire pour résoudre les problèmes de localisation optimale avec un système basé sur des grilles. Il commence par un bref historique des recherches à ce sujet, pour ensuite poser un problème de ce style et montrer une façon de le résoudre.

La deuxième référence [6] est une thèse de doctorat sur le même sujet que l'article précédent. Il parle donc de la même méthode de résolution en allant plus dans les détails. Cela permet d'améliorer la connaissance du sujet et donc, de faciliter le développement du projet.

La troisième article de référence [1] est une brochure sur les détails techniques de l'éclairage public (type de lampe, portée, distances, etc...). Cela pourrait nous être très utile afin de savoir quel type de lampe est le plus approprié selon l'endroit à éclairer.

La quatrième article de référence [8] est un article sur l'optimisation de l'éclairage dans les tunnels via une méthode non-linéaire. Cette méthode permet d'économiser de 7 à 50% d'énergie dans l'éclairage des tunnels.

La cinquième article de référence [9] est un article concernant l'optimisation de l'éclairage LED sur les axes routiers via une lentille de forme libre. Ce type de lampadaire prend en compte le type de revêtement de la route mais permet également d'optimiser l'énergie ainsi que les effets d'éblouissement.

Notre sixième article de référence [7] est un article assez général concernant le fait que l'on désire une couverture optimale, tout en disposant d'un nombre limité de sources. Il nous expose diverses solutions possibles ainsi que leur performance respective. Dans le cadre de ce projet, nous sommes tout particulièrement intéressé par le paragraphe nous indiquant une manière de résoudre ce problème à l'aide de la programmation linéaire.

Ce septième article [10] adresse un cas plus concret en ce qui concerne l'optimisation en termes de tailles ainsi que d'emplacement de différents centres logistiques. En premier lieu, nous avons une introduction théorique, mais ensuite, nous avons un cas pratique venant vérifier ce qui a été dit plus haut. Un cas concret est un excellent moyen d'assimiler des concepts fort abstraits et de nous aider à mieux comprendre ce qui doit être fait.

Cet article [3] nous parle des algorithmes génétiques (genetic algorithm) et nous les présente comme une procédure alternative à la résolution des problèmes d'optimisation de location. Il nous explique les différentes performances de ces algorithmes dans certaines conditions bien spécifiques. Grâce à cela, il identifie les cas où de tels algorithmes peuvent être une alternative utile, voir même supérieure en comparaison avec les méthodes traditionnelles.

Chapitre 3

Implémentation

Pour résoudre ce problème, nous allons utiliser un algorithme linéaire comme celui présenté dans l'article du European Journal Operational Research [5]. Nous tenterons de développer un programme C++ facile d'utilisation qui permettra de fournir un placement optimisé des sources de lumière d'une route en fonction des données reçues. L'algorithme se basera sur une grille construite à partir d'un réseau routier quelconque et placera de façon optimale les sources de lumière.

Valeurs prises en compte par l'algorithme :

Type de route , une autoroute demandera moins de lumière qu'une route au centre d'une ville ;

Fréquentation de la route , car un sentier au milieu d'un champ est peu pertinent ;

Vitesse maximale autorisée , car le temps de réaction est clairement influencé par la visibilité ;

Coefficient de dangerosité , car un tournant connu pour les accidents demandera plus de visibilité ;

Météo , car un ciel dégagé demandera moins de ressource qu'une brume épaisse ;

Lumière du soleil , car l'heure de la journée influence l'utilité des lampes ;

Budget à disposition , car on ne peut pas se permettre de tout avoir.

Résultat de l'algorithme :

Matériel utilisé , économique mais aussi écologique ;

Intensité de la lampe , avec plusieurs situations en fonction divers facteurs ;

Distance entre les sources des lumières ;

Hauteur des sources des lumières ;

Coût d'installation , plusieurs choix possibles ;

Coût d'utilisation , avec graphe en fonction de l'heure et du temps ;

Coût de maintenance , changement du matériel.

Bibliographie

- [1] ASCEN A.S.B.L. Recommandations techniques pour l'éclairage public.
- [2] Fondation d'entreprise Alcen pour la Connaissance des Énergies. Connaissance des énergies.
- [3] Joy Bhadury Jorge H. Jaramillo and Rajan Batta. *On The Use of Genetic Algorithms to Solve Location Problems*. PhD thesis, 2002.
- [4] T. Lenaerts and M. Labbé. Site du projet d'informatique 3 ulb.
- [5] Andrew Mah, John Doucette, and Md. Noor-E-Alam. Integer linear programming models for grid-based light post location problem. *European Journal of Operational Research*, pages 17–30, October 2012.
- [6] Md. Noor-E-Alam. *Advanced Integer Linear Programming Techniques for Large Scale Grid-Based Location Problems*. PhD thesis, University of Alberta, 2013.
- [7] Charles Revelle Richard Church. *The maximal covering location problem*. PhD thesis, Johns Hopkins University, 1974.
- [8] Weimin Chen Xiaohua Lei Wei Lai, Xianming Liu and Xingfu Cheng. *Light intensity distribution optimization for tunnel lamps in different zones of a long tunnel*. PhD thesis, Chongqing University, 2014.
- [9] Yi Luo Zexin Feng and Yanjun Han. *Design of LED freeform optical system for road lighting with high luminance/illuminance ratio*. PhD thesis, Tsinghua University, 2010.
- [10] Chong LIU Zhongzhen YANG and Xiangqun SONG. *Optimizing the scale and spatial location of city logistics terminals*. PhD thesis, Dalian University of Technology, 2005.