



**HAL**  
open science

## Placement de réseau de capteurs pour l'observation de scènes intérieures

Pierre David, Vincent Idasiak, Frédéric Kratz

► **To cite this version:**

Pierre David, Vincent Idasiak, Frédéric Kratz. Placement de réseau de capteurs pour l'observation de scènes intérieures. Sixième Colloque Capteurs, Capteurs 2008, Mar 2008, Bourges, France. hal-00579565

**HAL Id: hal-00579565**

**<https://hal.science/hal-00579565>**

Submitted on 24 Mar 2011

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Placement de réseau de capteurs pour l'observation de scènes intérieures

---

*Pierre DAVID, Vincent IDASIAK, Frédéric KRATZ*

*PRISME /MCDS – Université d'Orléans – ENSI Bourges*

*88, boulevard Lahitolle*

*18020 BOURGES Cedex*

*{pierre.david, vincent.idasiak, frederic.kratz}@ensi-bourges.fr*

---

## Résumé

*Dans le cadre du projet Capthom, qui vise à développer un nouveau capteur de présence humaine, nous nous sommes intéressés au problème de l'optimisation du placement des capteurs. Lors des premières phases du projet, il est apparu que la mission confiée au système, à savoir la détection de la présence humaine dans un environnement fermé, pourrait être réalisée avec de multiples capteurs de technologies différentes. Cet article présentera une méthode de placement de capteurs multi technologiques pour la surveillance de maisons individuelles ou de bâtiments tertiaires. Dans la méthode présentée, l'environnement à observer est modélisé numériquement, puis les contraintes du problème de placement sont spécifiées. L'ensemble de contraintes est ensuite résolu par l'utilisation d'un algorithme génétique particulièrement flexible permettant la gestion de priorités de construction du réseau de capteurs hétérogènes.*

*Mots clés : Réseau de capteurs, placement de capteurs, optimisation, algorithmes génétiques*

---

## Introduction

Le projet Capthom a pour mission de développer un système à bas coût permettant de détecter la présence humaine. Le développement de ce type de capteur est actuellement une nécessité pour les problématiques de maintien à domicile des personnes dépendantes et la gestion de l'énergie, que l'on rencontre dans de nombreux projets ERGDOM, GERHOME, PROSAFE, SOPRANO. Durant la création de cet outil de validation et de déploiement, l'étude bibliographique nous a conduit dans un premier temps vers des travaux s'intéressant au placement de caméras. Ce sont ces travaux qui forment la base de la première partie de nos recherches. Ce thème particulier permet d'appréhender une première partie de notre thématique plus globale d'évaluation des systèmes, qui est d'identifier l'existence de configuration efficace dans les différents scénarios envisagés. Nous avons adapté ces travaux à notre problématique en généralisant fortement les concepts utilisés. Nous avons ainsi enrichi les modélisations des capteurs et des environnements dans lesquels ils sont déployés.

Nous caractérisons les capteurs par un paramètre exprimable quelle que soit la technologie employée, à savoir la zone efficace du capteur, c'est-à-dire la zone dans laquelle le système capte un flux physique interprétable par la suite. Ainsi chaque capteur est représenté par son polygone de détection qui une fois discrétisé se présente sous la forme d'un vecteur de

points. Nous devons également être capables de gérer des scénarios d'utilisation multiples ainsi que des environnements très différents. Il a donc été nécessaire de rendre accessible la création de nouveaux environnements et de ce qui les caractérisent. Nous avons alors défini une représentation des scénarios d'utilisation et une façon de modéliser leurs particularités et caractéristiques. Nous avons défini deux modélisations, une pour l'aspect capteur et l'autre pour l'environnement, se rejoignant et fusionnant pour modéliser le problème de placement de capteur dans son ensemble. Nous allons ainsi décrire dans les paragraphes qui suivent le type de problème que nous cherchons à modéliser et à résoudre, la modélisation que nous avons mis en place pour décrire la scène. Nous insisterons sur la modélisation de la pièce et des éléments caractérisant l'environnement ainsi constitué. Nous détaillerons ensuite la modélisation des capteurs avant de présenter notre méthode de résolution du problème.

## 1. Définition du problème

Ce travail porte sur l'optimisation et l'évaluation du placement de capteurs de détection de présence. Pour cela nous avons suivi les recherches concernant le placement de caméras. Des investigations ont été menées dans de nombreux domaines : la photogrammétrie [Olague, 2002], la vidéosurveillance [Erdem, 2006], la gestion de caméra pour des interfaces vers des mondes virtuels [Drucker,

1995] et la simulation de prises de vues cinématographiques [Bares, 2000]. Notre thème possède de nombreux points communs avec la vidéosurveillance. Notre problème est en particulier de surveiller dans une zone donnée les flux pouvant se montrer révélateurs de la présence d'humains. Pour cela, il faut permettre aux capteurs de placer leur zone efficace sur les cibles de la mission leur étant confiée. En terme de vidéosurveillance, il s'agit de couvrir avec une résolution d'image suffisante les zones sensibles que l'on souhaite observer, pour réaliser le traitement souhaité. Le propos plus général de notre problématique est d'être capable de fournir différentes configurations, si possible optimales, pour réaliser la surveillance d'une scène, mais également de fournir ce résultat en prenant compte et en donnant des résultats sur la confiance et la qualité des mesures réalisées. Ces données concernent l'interprétabilité, la véracité et le taux d'obtention des mesures. Ces trois concepts recouvrent différents aspects des mesures, ce sont dans l'ordre le fait de retirer une information sur l'environnement à partir du signal délivré par le capteur, le fait que cette information soit fidèle à la réalité de la situation et enfin la probabilité de pouvoir effectuer la mesure. L'interprétabilité dépend de la qualité du capteur et des conditions de capture ainsi que de l'unité de traitement employée. La véracité de la mesure dépend de la qualité et de l'état du capteur et également des conditions de mesure. Quant au taux d'obtention il est clairement dépendant du taux de fiabilité du système, de la qualité du capteur et des conditions de mesure.

Selon [Bares, 2000] un système de placement de caméra générique doit posséder 4 propriétés portant sur son fonctionnement et les résultats proposés. Ces propriétés sont : la capacité à calculer un placement différent pour chaque requête de l'utilisateur (l'utilisateur formule des contraintes sur les objets à observer et la manière d'apparaître à l'écran), la capacité d'effectuer le traitement dans des environnements complexes, la non-modification de la scène pour répondre aux contraintes et la capacité de toujours proposer la solution la plus proche si la solution idéale n'existe pas. Nous nous sommes efforcés de respecter ces conditions dans le développement de notre simulateur. Pour cela nous avons privilégié la généralisation de nos modélisations pour offrir une grande adaptabilité à diverses situations. Commençons à exposer ces principes par la définition et la modélisation des scènes considérées dans nos cas.

## 2. Définition et modélisation de la scène

Dans notre problématique, nous considérons que l'étude est menée sur une scène. Ces scènes sont, d'après le cahier des charges du projet, des bâtiments tertiaires ou un ensemble de pièces d'habitation dans lesquels on souhaite en priorité effectuer un contrôle des demandes en énergie. Une scène décrit une zone

que l'on veut surveiller et son environnement. C'est donc un ensemble d'éléments décrivant l'aspect physique de la pièce couplé avec des informations et objectifs propres à l'utilisation que l'on souhaite faire du système de capteur dans cette scène. Les formes des pièces de la scène doivent être décrites ainsi que l'emplacement et la forme de l'ameublement. Les perturbations de flux physique doivent également être indiquées, ainsi que des informations permettant de décrire la mission du système. La mission peut être définie par un zonage de la scène indiquant diverses priorités pour les différents espaces de la pièce. Cependant, la description de la scène ne doit pas se limiter aux zones à observer mais doit au contraire tenir compte de l'environnement proche pour pouvoir modéliser certains problèmes comme le fait de voir au-delà de l'entrebâillement d'une porte. Une pièce est, dans notre cas, caractérisée par les flux physiques qui la traversent. Ces phénomènes seront représentés par la définition de différentes zones, pouvant être des obstacles, des zones interdites ou encore des zones prioritaires.

Définissons les différents types de zone nécessaires pour la définition d'une scène. Il y a en premier lieu la zone interne à la pièce et celle considérée comme extérieure. Cette définition peut sembler naïve mais revêt son utilité lorsqu'il s'agit de considérer l'espace vu à partir d'une porte, d'une fenêtre ou de tout autre type d'ouverture. On peut ensuite définir les zones d'obstacle en définissant les arêtes de ces derniers, ceci permet de figurer la géométrie de la pièce ainsi que les obstacles qu'elle contient. Cependant ce type de zone peut représenter également des zones d'obstacles pour des flux physiques spécifiques comme les longueurs d'onde spécifiques aux infrarouges ou aux ultrasons. Ces zones d'obstacles ont pour effet de limiter le polygone de détection du système de capture. Lors de l'utilisation de l'algorithme de tracé de rayon que nous utilisons pour définir ces polygones, les rayons seront arrêtés par ces zones. Un troisième type de zone utilisé est celui des zones perturbatrices, ces dernières à l'inverse des obstacles ne stoppent pas les flux de la pièce, mais les dégradent ou les modifient. Ceci pour représenter que certains phénomènes que l'on retrouve dans une maison, comme le déplacement de masses d'air de températures différentes, la radiation émise par différents équipements, peuvent avoir des effets loin d'être négligeables pour les capteurs. Ensuite se superpose à ceci un zonage permettant de définir la mission du système. Il existe alors deux principaux types de zone, d'une part les zones à observer et d'autre part les zones à ne pas surveiller. Cette définition très dichotomique peut être graduée en utilisant des niveaux de priorité dans les zones à observer ou éviter.

Dans notre modélisation nous avons choisi de représenter la scène par une liste de point définissant les murs et obstacles présents. La scène est donc modélisée par un vecteur dont chaque élément correspond à un point de la scène. Les points sont ainsi

numérotés dans un ordre donné. Ce vecteur, par la suite noté **scene**, est porteur de nombreuses informations et peut devenir un vecteur de couple de valeur. Nous codons dans ce vecteur tout le zonage inhérent à la mission. Dans un cas simple, sans priorités d'observations, les points à surveiller sont codés par un 1 dans l'élément qui porte leur indice et par un 0 s'ils ne représentent pas un objectif à couvrir. L'exemple en fig. 1 présente un cas simple où l'intérieur de la zone grisée représente les points à surveiller.

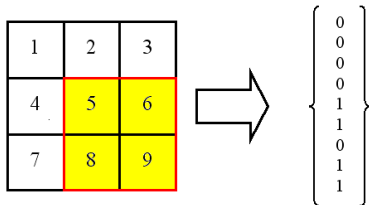


fig. 1. Création du vecteur de description d'une scène

La construction du vecteur représentant la pièce se fait en deux étapes. La première partie est la description mathématique de la scène par des primitives que sont les sommets, les arêtes et les polygones. Ensuite la scène est discrétisée sous forme d'un vecteur dont les éléments portent une information sur la nature d'un point de la scène. On peut influencer sur la finesse de la discrétisation en augmentant le nombre de points représentés dans le vecteur de la scène. Le vecteur de description de la scène est construit par des tests d'appartenance à des polygones. Pour chaque point appartenant à la discrétisation, on vérifie s'il appartient à l'ensemble des points à observer ou à ceux à éviter. Ceci nous permet d'obtenir le modèle numérique de la scène que nous pourrions ensuite exploiter pour développer l'algorithme d'optimisation choisi.

Pour exploiter ce modèle numérique nous avons également mis en place une modélisation adaptée des systèmes de capteurs. Nous avons défini un modèle commun à tout type de capteur que nous avons ensuite adapté numériquement au modèle de la scène pour évaluer et créer des solutions de construction de systèmes de capteurs adaptés.

### 3. Définition et modélisation des systèmes de capteurs

Avant de décrire un système de capteur dans son ensemble nous avons cherché à représenter de façon universelle un capteur quelle que soit sa nature et le flux physique qu'il mesure. Un capteur est, pour nous, caractérisé par différents paramètres que sont la zone qu'il couvre, la précision de sa mesure au travers de cette zone et le lieu de son implantation. La zone de couverture peut être très variable selon les capteurs, pour une caméra cette zone est le champ de vision, pour un capteur de contact cette zone est résumée à un point. Il nous a donc paru intéressant de représenter un capteur par sa zone efficace c'est-à-dire la zone dans

laquelle il peut fournir une information sur le flux qu'il mesure. De plus, pour représenter la précision des mesures effectuées cette zone efficace doit également être une distribution spatiale de la fiabilité et précision de la mesure. Pour tous les types de capteur on peut considérer que la zone efficace émane de la cellule sensible du système. Pour construire ces zones efficaces et pour s'adapter à différentes géométries de zone efficace nous avons opté pour la méthode de tracé de rayon dans la construction de ces polygones de détection.

Nous désignerons par la suite, polygone de détection, le polygone défini par l'ensemble des points « visibles » par un capteur aux paramètres donnés dans un emplacement donné. Les sommets de ces polygones sont obtenus par la méthode de tracé de rayon. Le polygone de détection est donc obtenu en reliant ces sommets dans le sens de la liste ordonnée qui les décrit (cf fig. 2).

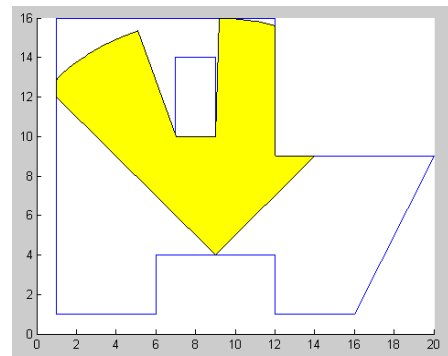


fig. 2. Polygone représentant le cône de vision d'une caméra

Cet élément nous sert alors de base pour détailler les caractéristiques du capteur considéré. En effet en considérant les lois donnant la précision relativement à l'éloignement d'un point, on peut graduer le polygone de détection par la fiabilité des mesures. Ces lois signifiant la précision de la mesure dépendent de la qualité du capteur et peuvent également être classées par mission. En effet, si on prend l'exemple d'une caméra, on peut exprimer que la précision de l'information est relative au nombre de pixel par millimètre, on peut compléter cette information en donnant la résolution minimale nécessaire pour différentes applications. On pourra ainsi dire si les informations recueillies à divers endroits de la scène sont suffisantes pour réaliser une reconnaissance de visages ou une reconnaissance de forme ou même d'activité. Nous avons utilisé dans certaines expérimentations un capteur ultrason dont la précision décroît linéairement, si nous choisissons de représenter ce capteur en considérant qu'il peut balayer un angle de 90 degrés avec une profondeur de champs de 12 mètres nous obtenons le profil suivant (fig. 3).

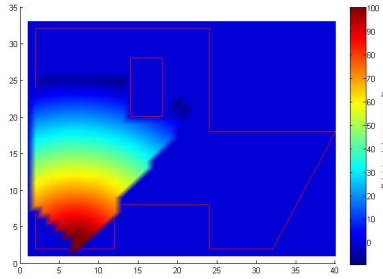


fig. 3. Exemple de distribution spatiale de la précision de la mesure

De la même façon que nous avons représenté la scène par un vecteur de points, nous discrétisons le polygone de détection en un vecteur où sont considérés tous les points de la scène. De cette façon les vecteurs des capteurs et ceux de la scène sont comparables. Il est alors aisé de trouver les zones couvertes par les capteurs ainsi que leurs caractéristiques. Nous avons choisi de représenter les capteurs par deux vecteurs distincts mais complémentaires. Le premier recueille les points présents dans le polygone de détection et porte l'information sur le type de zone auxquelles ils appartiennent. Ces zones peuvent être comme nous l'avons présenté dans la partie précédente des zones à voir, des zones interdites ou des zones à différents niveaux de priorité. Le deuxième vecteur est utilisé pour décrire la confiance en la mesure en chaque point de la scène relativement à l'influence d'un capteur donné. On inscrit alors pour chaque point de la scène la précision de la mesure que le capteur offre en cet emplacement. Pour représenter un système de capteur avec cette modélisation il suffit d'ajouter les vecteurs descriptifs de chaque élément du système. On obtient alors tous les points « observés » par le système. Nous disposons maintenant de la modélisation de la scène et nous savons également modéliser de nombreux capteurs différents. Nous nous sommes attachés à faire concorder ces modélisations pour être capable de modéliser le problème de placement et d'évaluation de la faisabilité de la surveillance de scène. Dans la partie qui suit nous allons vous présenter la façon dont nous représentons le problème dans sa globalité, comment nous exploitons cette modélisation pour créer un problème d'optimisation proche de la programmation linéaire et comment nous le résolvons de façon modulable grâce à l'utilisation d'algorithmes génétiques.

#### 4. Modélisation du problème

Le problème que nous posons est de pouvoir proposer et évaluer des systèmes de capteurs de présence humaine pour une pièce ou un bloc de pièce d'habitation ou de bâtiment tertiaire. Nous avons considéré comme données d'entrée au problème : la forme, l'ameublement et le zonage de la scène ainsi que les positions et orientations possibles pour les capteurs

utilisables dans la scène. Ce qui nous conduit à disposer d'un nombre fini de capteurs utilisables et un ensemble fini de positions pour ceux-ci, donc par conséquent un ensemble fini de solutions au problème. Le problème consiste donc à trouver la meilleure solution dans l'ensemble proposé. Dans [Erdem, 2006] le mode opératoire est similaire cependant la recherche est uniquement tournée vers l'obtention de solution assurant 100% de couverture de la pièce. De plus, ces travaux se limitent à l'utilisation de caméras et non d'autres types de systèmes de surveillance. Nous avons donc largement modifié la façon de procéder de ces travaux pour s'adapter à notre problématique, nous avons notamment enrichi les modélisations employées et augmenté leur pouvoir de représentation. Notre apport est ici de généraliser la modélisation à tout type de capteur de présence, et de mettre en avant des paramètres beaucoup plus complexes qu'une simple couverture. Nous pensons notamment à l'ajout du vecteur de fiabilité caractérisant les capteurs et systèmes de capteurs.

Pour résoudre le problème de placement de capteur nous pouvons nous placer dans le cas classique de problèmes de programmation linéaires sous contraintes. C'est à dire que nous avons souhaité formuler le problème sous une forme :

Minimiser  $f(x) = c^T x$  tel que

$$\begin{aligned} A \times x &> b & (1) \\ ub &\geq x \geq lb \end{aligned}$$

La construction des modèles précédemment présentés est clairement orientée dans ce but. En effet dans ce contexte un point est vu par le système de capture si sa valeur dans le vecteur de détection est positive, de même ce point doit être observé si une valeur positive lui est attribuée dans le vecteur de description de la scène. Enfin pour représenter un système de capteur nous avons indiqué qu'il suffisait d'ajouter les vecteurs de détection de chaque composant. C'est ce que l'on peut faire en utilisant un vecteur de sélection. Ce vecteur est celui qui permet d'indiquer quels composants de la liste initiale de capteurs sont utilisés pour réaliser le système. Il a pour dimension le nombre de capteurs pouvant être installés et porte un 1 pour l'élément représentant un composant sélectionné. Dans la formule (1) le vecteur « b » est donc le vecteur de description de la scène (**scene**), le vecteur « x » est celui de sélection. La matrice « A », de dimension Nombre de Point  $\times$  Nombre de capteurs possibles, est construite en concaténant à droite tous les vecteurs de détection des capteurs candidats dans le même ordre que celui utilisé pour le vecteur de sélection. De sorte que l'on peut comparer pour chaque point de la scène s'il apparaît dans les points vus par le système, c'est à dire si  $A \times x > b$ . Le processus peut être schématisé de la façon suivante (fig. 4).

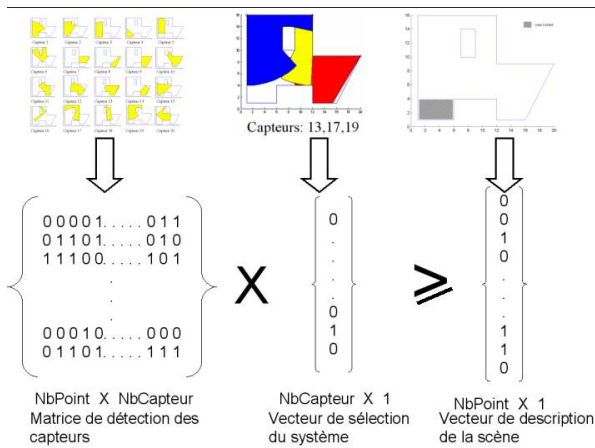


fig. 4. Formalisation du problème

Pour poser le problème de programmation linéaire il reste donc à exprimer une fonction coût  $f$  à minimiser. Cette fonction peut être pour nous l'occasion d'introduire un coût réel lié au prix du matériel employé, de l'installation, de la consommation en énergie. Elle peut également représenter une qualité du matériel ou d'autre évaluation plus subjective. La fonction finale peut pondérer ces différents aspects pour former une fonction multicritère qui sera adaptée en fonction de la politique d'installation souhaitée. Cette fonction donne pour chaque capteur possible le coût global de son installation et de son exploitation, les différents paramètres doivent être paramétrés en fonction des priorités souhaitées. On peut donner comme exemple de priorité, une basse consommation d'énergie qui conduirait à affecter un coût très élevé aux systèmes très consommateurs d'énergie. Si l'on souhaite au contraire simplement minimiser le nombre de systèmes utilisés il suffit d'affecter un poids unitaire à tous les capteurs. Pour résoudre le problème d'optimisation précédemment posé il existe de nombreuses voies comme l'utilisation d'algorithme Branch and Bound. Nous avons utilisé ce type d'algorithme pour valider notre modélisation, puis nous avons utilisé des algorithmes génétiques offrant plus de flexibilité et permettant de considérer des objectifs plus complexes comme équilibrer le coût de l'installation et son efficacité.

## 5. Utilisation d'algorithmes génétiques pour la résolution

Pour notre problème nous avons utilisé un algorithme génétique binaire car le fruit de la recherche est le vecteur de sélection des capteurs pour le système global. Nous avons travaillé principalement sur la fonction d'adaptation pour réaliser différentes politiques d'optimisation. Nous avons utilisé une fonction de sélection dont la probabilité de sélection est proportionnelle à l'adaptation de l'individu, basée sur la loi géométrique. Ceci pour conserver une sélection

en partie aléatoire et ainsi contribuer à éviter les optimum locaux.

La variété des scénarii envisagés pour le système et la variété des priorités de chaque utilisateur rendent extrêmement intéressant la possibilité de proposer différentes configurations pour une même pièce. Le déploiement réel des solutions et l'imprévisibilité liée au cas réel impose également de disposer de multiples solutions pour un même problème se référant à une pièce donnée. Nous avons exprimé différentes politiques dans la création des fonctions d'adaptation et nous avons mis en œuvre de nombreux essais pour justifier et mettre en évidence les paramètres à faire varier ainsi que les valeurs à leur affecter.

Suivant les propriétés recherchées, les algorithmes de sélection de capteurs peuvent être diversement évalués. Les qualités recherchées peuvent être, la rapidité d'obtention des résultats, le nombre de résultats proposés, la variété de ces derniers ou la correspondance à des exigences chiffrées. Ces exigences concernent plus particulièrement l'équilibre à donner entre le coût associé à l'implantation d'un nouveau système de capture et le gain en efficacité de la nouvelle solution. L'efficacité concerne dans nos premiers cas la couverture de la pièce.

Nous avons opté pour des politiques de fonction d'adaptation cherchant à viser des taux de couverture acceptables en rapport au coût ou à la lourdeur de l'installation de capture. Nous avons considéré 4 principaux paramètres à fixer pour obtenir des résultats satisfaisant nos attentes. Celles-ci consistent en l'évitement maximum des zones à exclure, le non-dépassement du nombre maximum de capteurs souhaités dans une solution (pouvant être fixé par l'utilisation de l'algorithme Branch and Bound) et l'équilibre entre le gain de couverture d'un nouveau capteur et son coût. C'est à dire que nous fixerons pour chaque politique utilisée un pourcentage de couverture minimale supplémentaire que doit induire un nouveau capteur pour être légitimement mis en place. Pour influencer sur les trois aspirations que nous venons de décrire, nous avons construit la fonction d'adaptation autour de 4 paramètres prenant la forme, en terme additif, de bonus ou de malus. L'algorithme génétique que nous utilisons cherche à trouver une valeur maximum pour le résultat de la fonction d'adaptation. Nous décrivons en table 1 la fonction d'adaptation que nous utilisons. Cette fonction prend en entrée les matrices  $A$  (matrice de détection des capteurs) et  $a$  (vecteur de description de la scène) décrites précédemment et représentant respectivement la visibilité des capteurs et l'ensemble des points à observer dans la scène. Sont également considérés en entrée, le vecteur  $x$  de sélection des caméras ( $x$  est la solution recherchée), le nombre de point de la scène  $NbPoint$ , le nombre de capteur utilisé dans la solution du Branch and Bound sous condition de l'existence de cette dernière  $MaxCapt$ , le nombre maximum de capteur dans la scène  $NbCapt$  et la valeur de couverture

$val \leftarrow 0$	
<u>pour</u> $i=0..NbPoint$	
si $a(i) > 0$	on s'intéresse au point à surveiller
si $(A \times x)(i) \geq a(i)$	si le point est vu par les capteurs
$val \leftarrow val + 100 / \text{sum}(a)$	cette fraction représente le pourcentage de la zone à observer que couvre un de ses points
si $(A \times x)(i) < 0$	si un point à éviter est dans le champ des capteurs
$val \leftarrow val - 100$	on pénalise très fortement la détection d'un point interdit
si $\text{sum}(x) > \text{MaxCapt}$	si le nombre de capteurs utilisés est supérieur au nombre de capteur maximum souhaité
$val \leftarrow val - 100$	on pénalise fortement cet excès
$val \leftarrow val + \text{Couv} \times (\text{NbCapt} - \text{sum}(x))$	Un capteur supplémentaire coûte autant que la récompense du nombre suffisant de point pour couvrir $\text{Couv}\%$ de la pièce

table 1. Exemple de fonction d'adaptation utilisée

supplémentaire que doit apporter un nouveau capteur  $\text{Couv}$ .  $val$  est la valeur qui sera donnée à la fonction d'adaptation pour un individu  $x$  donné. La fonction  $\text{sum}$  est la somme de tous les éléments d'une matrice donnée.

Cette façon de créer la fonction d'adaptation a pour but de favoriser l'émergence de solutions avec un taux de couverture important et un nombre réduit de capteurs. Cependant elle permet d'accéder à un équilibre entre zone couverte et nombre de capteurs utilisés. En effet une solution avec un taux de couverture plus important n'est pas obligatoirement mieux notée qu'une solution avec moins de capteurs. Des résultats de l'exploitation de cette méthode sont présentés dans [David, 2007].

## Conclusion

Nous avons ainsi cherché à présenter nos premières réflexions pour la conception d'un simulateur de placement de capteurs « Caphom ». Les principales caractéristiques visées pour cet outils sont la plus grande généralisation possible dans le choix des composants, la modélisation fonctionnelle et l'estimation de la fiabilité. Ce sont aussi la proposition de solutions de placement, ces propositions devant prendre en compte des objectifs mixtes portant sur des aspects très hétérogènes comme le nombre de capteurs, la redondance des mesures, la recherche de points particuliers ou la consommation électrique du système.

## Remerciements

Nous tenons à remercier les partenaires du projet Caphom. Ce travail a été réalisé avec le soutien financier de la Région Centre et du Ministère de l'Industrie dans le cadre du projet Caphom du pole S<sup>2</sup>E<sup>2</sup>, [www.s2e2.fr](http://www.s2e2.fr).

## Références:

- Bares, W.H., Thainimit, S., McDermott, S.: A model for constraint-based camera planning. Smart Graphics. In: Papers from the 2000 AAAI Spring Symposium, Stanford, March 20-22, 2000, pp. 84-91 (2000)
- David, P., Idasiak, V., Kratz, F.: A sensor placement approach for the monitoring of indoor scenes. EuroSSC 2007, G. Kortuem et al. (Eds.), LNCS 4793, Kendal, pp. 110-125 (2007)
- Drucker, S., Zeltzer, D.: CamDroid: A System for Implementing Intelligent Camera Control. In: 1995 Symposium on Interactive 3D Graphics, pp. 139-144 (1995)
- Erdem, U.M., Sclaroff, S.: Automated Camera Layout to Satisfy Task-Specific and Floor Plan-Specific Coverage Requirements. Computer Vision and Image Understanding 103, 156-169 (2006)
- Olague, G.: Automated photogrammetric network design using genetic algorithms. Photogramm. Eng. Remote Sensing 68(5), 423-431 (2002)