

# Méthodes ensemblistes pour une localisation robuste de robots sous-marins

Jan SLIWKA  
ENSTA-Bretagne

**Mots Clés:** Localisation robuste, CSP relaxé, données aberrantes, polynômes ensemblistes, accumulateurs, contracteur sur l'image

**Résumé:** Pour qu'un robot autonome puisse interagir proprement avec son milieu, ce dernier doit connaître d'une part l'environnement dans lequel il évolue et d'autre part son état dans cet environnement. En particulier, un robot doit savoir **où il est** pour savoir où il doit aller. Depuis l'apparition du GPS, le problème de la **localisation** a été pratiquement résolu pour les robots terrestres. Le GPS ne fonctionne pas sous l'eau. Toutefois, le nombre d'opérations sous-marines augmente de manière significative chaque année. Dans notre école, nous développons un robot sous-marin pour tester des systèmes de localisation sous-marins. Le capteur principal que nous utilisons est un **sonar sectoriel**. Un sonar est un capteur acoustique qui positionne les objets acoustiquement réfléchissant. Par exemple, le sonar peut être utilisé pour détecter les parois d'un port. Ce capteur donne souvent des **mesures aberrantes**. Une telle mesure peut être due à une défaillance électrique du capteur ou d'un phénomène non pris en compte lors de la modélisation de l'environnement. Le nombre de mesures aberrantes est souvent inconnu et varie avec le temps. Le but de ma thèse était de résoudre le problème de localisation avec de telles données. Un problème de localisation peut être formulé en tant que **problème de satisfaction de contraintes (CSP en anglais)**. Un CSP est en gros un système d'équations (contraintes). Ici, l'inconnu est la pose du robot. Pour chaque mesure on obtient une contrainte reliant la pose, la mesure et l'environnement. La solution classique d'un CSP est l'ensemble des points (poses) qui satisfont toutes les contraintes. Toutefois, à cause des données aberrantes de tels points peuvent ne pas exister. Le nouveau problème consiste à trouver une solution d'un CSP lorsque une partie seulement de contraintes est satisfaite. Nous appelons ce problème un CSP relaxé. Dans cette présentation, nous présentons l'utilisation de **méthodes ensemblistes** pour la **représentation** de la **solution** d'un CSP relaxé ainsi que les **algorithmes** permettant de **calculer** ces **solutions**. Si les **approches probabilistes** considèrent la densité de probabilité des variables alors les méthodes ensemblistes considèrent l'ensemble de valeurs **possibles** des variables.

Une autre problématique abordée pendant la thèse était la représentation d'une **carte irrégulière** (comme le bord de la mer). L'idée est de représenter la carte (qui est en fait un ensemble de points) sous la forme d'une **image binaire** où les pixels d'intérêt (noir par exemple) représentent l'ensemble des points de la carte. Le caractère ensembliste de cette représentation permet de facilement incorporer la carte dans les différents algorithmes ensemblistes.

L'utilité de ces deux théories est montrée à travers un exemple deux exemples de localisation de robots réels. La localisation d'un robot sous-marin dans une marina abandonnée ainsi que la localisation d'un planeur sous-marin dans un champ de balises acoustiques.