**Approximation d'un modèle d'occupation de capteur MIMO à large champ de vision par apprentissage profond**

**Résumé :** La navigation robotique suppose la capacité d'un robot à construire une représentation interne fidèle de son environnement, de façon efficiente et cohérente avec les outils informatiques embarqués dans ce dernier. La grille d'occupation, qui permet au robot de percevoir son environnement afin notamment de déterminer quelles zones dans ce dernier contiennent ou non des obstacles, est un outil commun pour répondre à cette problématique. Afin de générer et mettre à jour cette représentation, le robot utilise un ou plusieurs capteurs afin de détecter les obstacles présents dans son environnement immédiat. Parmi ces capteurs, nous nous intéressons particulièrement aux capteurs dits à large angle de vue, capables de détecter des obstacles dans une grande surface en une seule mesure. Il s'agit en l'occurrence des capteurs sonar et radar, qui présentent plusieurs avantages par rapport aux capteurs lidars habituellement utilisés pour produire des grilles d'occupation, particulièrement dans un contexte de conduite autonome. Cependant, intégrer l'information fournie par ces capteurs dans une grille d'occupation est une tâche complexe, qu'il n'est pas possible de réaliser sur un processeur embarqué à l'heure actuelle. Pour contourner cette limitation, nous proposons d'assimiler le calcul de la grille d'occupation à un problème de segmentation d'image, et de le résoudre en employant un réseau de neurones profonds, ces modèles étant réputés pour leur capacité à réaliser des tâches d'analyse de signaux complexes. Nous proposons notamment d'exploiter ces possibilités en termes d'analyse davantage encore que par la seule génération de la grille, en réalisant certains des traitements appliqués aux signaux des capteurs sonars et radars directement avec ce réseau de neurones. En effet, ces traitements, particulièrement la détection de cible et de l'angle d'arrivée d'un écho, sont basés sur des algorithmes complexes et des hypothèses fortes, qu'un réseau de neurones pourrait potentiellement modéliser de façon satisfaisante. Nous proposons une méthodologie unifiée et généraliste pour la génération de grilles d'occupation à partir de données radar et sonar utilisées en entrée d'un réseau de neurones. Nous appliquons ensuite cette méthodologie à deux cas applicatifs : un ensemble de simulations sonar et un jeu de données radar, basé sur des données capturées par un capteur embarqué sur une voiture. Nous réalisons au travers de ces cas applicatifs de nouvelles méthodes de conception, d'entraînement et d'évaluation de modèles, afin de mieux cerner les avantages et limites de notre approche.

**Mots-clés :** *Grille d'occupation, radar, sonar, traitement du signal, apprentissage profond, segmentation d'image*

**Approximating a large-FOV MIMO Sensor's Occupancy Model Using Deep Learning**

**Abstract:** Robotic navigation requires a robot able to build an intern representation of its environment. This representation, usually a map, must be efficiently generated in regards to the computation capacities of the chips embedded in the robot. The occupancy grid framework allows the robot to perceive its environment and notably determine which areas contain obstacles and which do not. As such, it is an appropriate tool to handle the perception's side of the robotic navigation problem. In order to build and update this intern map, the robot needs one or several sensors' measurements to detect potential obstacles. Among those sensors, we focus on those who can cover a wide surface on a single active measurement (based on echolocation), hence referenced as "large field-of-view (FOV)". Those sensors are in our case radars and sonars, who have several advantages when compared to lidars that are usually used in robotic perception, especially in an autonomous car navigation context. The MIMO implementations of those sensors (using several transmitting and receiving antennas) might offer a solution to the low angular resolution problem often encountered when dealing with sonars and/or radars. However, both processing these sensors' signals and integrating the information retrieved from that processing inside an occupancy grid is a complex task. The computation requirements of this task do not allow an implementation on embedded CPUs at the moment. In order to overcome this limitation, we propose to use a deep neural network to produce an occupancy grid from a MIMO radar/sonar sensor. We propose to use a model initially designed for image segmentation. The choice of deep neural networks is motivated by their ability to perform complex signal analysis tasks. We intend to use these abilities not only for generating occupancy grids but also for directly analyzing the sensors' signals, which is based on complex algorithms. We focus on target detection and echo's angle of arrival estimation, due to the complexity of this processing and the fact that they require strong (and potentially restrictive) prior hypotheses, two drawbacks that deep neural networks' strong modelling abilities might help to overcome. We propose a general methodology for generating occupancy grids from radar or sonar signals (directly used as inputs for the neural networks). We then apply this methodology to two application cases: one with sonar simulated data and one with real radar data in an autonomous driving context. We propose, considering those applications, new design, training and evaluation methods of our models, to have a firmer grasp of our approach strengths and drawbacks both in terms of mapping performance and computational cost. We show that using deep learning allows to produce satisfying occupancy grids for complex environments, in multi-targets scenarios.

**Keywords:** *Occupancy grid, radar, sonar, signal processing, deep learning, image segmentation*