

Résumé

Les systèmes embarqués sont déployés dans plusieurs dispositifs tels que les Smartphones, les tablettes de jeux ou les systèmes d'aide à la conduite automobile. Ils intègrent des réseaux formés de plusieurs processeurs, des composants numériques/analogiques et des protocoles de communication avancés. Étant donné que tous ces systèmes sont embarqués dans des produits à grande diffusion (marchés de masse), ils sont souvent intégrés sur une seule puce. Il est prévu que ces systèmes soient les principaux vecteurs d'orientation de toute l'industrie des semi-conducteurs. Il est donc crucial de maîtriser la conception de tels systèmes tout en respectant les objectifs des applications finales.

Pour concevoir des systèmes toujours plus performants, la tendance dans les systèmes embarqués, notamment en robotique, est d'augmenter le nombre de cœurs de calcul tout en intégrant ces calculs au plus près des capteurs. J'ai débuté mon activité scientifique par l'évaluation de briques de traitement bas niveau pour un capteur de vision doté d'une puissance de traitement suffisante pour considérer ce capteur comme intelligent. Cela a constitué mon sujet de thèse.

La complexité des systèmes embarqués pour la robotique est telle qu'il faut poser des paradigmes pour abaisser les contraintes et réduire cette complexité apparente. L'utilisation de plusieurs calculateurs implique d'utiliser des moyens d'échanges de données entre ces derniers. Cela passe par des couplages forts (bus mémoire) ou des couplages faibles (bus et protocoles de communications). Pousser les algorithmes de calculs au plus proche des capteurs présente l'avantage de réduire la masse de données transmises par ces capteurs et donc minimiser la bande passante de communication avec les nœuds consommateurs.

D'autre part, cela induit une approche composant COTS (Components Of The Shelf), participant à abaisser la complexité de conception par intégration de briques (déjà conçues). Néanmoins, la réalité quant à l'usage de l'électronique numérique et du génie informatique montre qu'il n'y a pas toujours une compatibilité entre les performances que peuvent offrir les architectures de calculs et ce qu'un concepteur de système peut réellement réaliser avec ces technologies.

Je présente donc les travaux que j'ai menés, après thèse, à l'IEF et actuellement en cours au laboratoire SATIE en me focalisant sur les défis majeurs dans ma discipline :

- Briques technologiques et méthodes de prototypage des systèmes embarqués à base de COTS
- Adéquation algorithme architecture
- Complexité algorithmique et accélération sur architecture SoC hétérogènes

Les travaux portent donc sur les méthodes et outils pour la conception de systèmes embarqués utilisant des composants COTS d'une part et sur l'adéquation algorithme-architecture pour des systèmes embarqués temps réel, d'autre part. Cette adéquation cherche à trouver un compromis pour un partitionnement logiciel-

matériel en prenant en considération la structure et le flot des données ainsi que tirer avantages des architectures programmables et hétérogènes sur puces. Ces architectures hétérogènes représentent l'un des grands enjeux pour la recherche et le développement dans le domaine des systèmes embarqués. Leurs structures massivement parallèles contribuent à porter des algorithmes complexes sur des systèmes embarqués en accélérant leurs temps de calcul. Dans ce domaine spécifique, les travaux de recherche en milieu académique assurent des avancées scientifiques qui répondent aussi aux objectifs fixés par les *Roadmaps* industrielles. Les algorithmes étudiés visent des applications complexes à fortes contraintes telles que le contrôle non destructif (CND), la navigation de véhicules terrestres ou UAV, la localisation et cartographie simultanées (SLAM).

L'expertise qui découle de ces travaux ouvre des perspectives quant à la conception des architectures embarquées pour le contrôle commande ou la vision bio-inspirée afin de proposer des solutions viables.

Mots-clés : Systèmes embarqués, COTS, architectures programmables, architectures hétérogènes SoC, architectures pour le SLAM, traitement d'images et vision bio-inspirée.