

Chapitre :

Informatique embarquée



1. Historique

En supplément éventuel des pages 150-151

- 1967** : premier système embarqué de guidage lors de la mission lunaire Apollo ;
- 1971** : premier processeur produit par Intel ;
- 1984** : sortie de l'Airbus 320, premier avion équipé de commandes électriques informatisées ;
- 1998** : mise en service du métro informatisé sans conducteur Météor (ligne 14 à Paris) ;
- 1999** : introduction de l'expression « internet des objets » par Kevin Ashton ;
- 2007** : arrivée du smartphone.

On estime à 50 milliards le nombre d'objets connectés en 2020.

2. Éléments essentiels

Introduction

Embarquer l'informatique dans les objets a beaucoup d'avantages : simplifier leur fonctionnement, leur donner plus de possibilités d'usage et de sûreté, et leur permettre d'intégrer de nouvelles possibilités à matériel constant par simple modification de leur logiciel.

Après avoir transformé les chaînes de montage des automobiles et les avions dans les années quatre-vingt-dix, l'informatique intervient maintenant dans des domaines toujours plus nombreux : automobile, réseau ferroviaire et transports urbains, domotique, robotique, loisirs, etc., conduisant à un nouvel internet des objets.

Pour les avions par exemple, l'informatique gère le vol en commandant finement des servomoteurs électriques, plus légers et plus fiables que les vérins hydrauliques, les réacteurs, la navigation et le pilotage automatique, et permet l'atterrissage automatique par temps de brouillard. Elle a eu un impact décisif sur l'amélioration de la sécurité aérienne.

Les objets informatisés avaient autrefois des **interfaces homme-machine** (IHM) dédiées, souvent dépendantes d'une liaison filaire directe. Mais les technologies du Web intégrées au téléphone portable permettent maintenant d'y rassembler les interfaces des objets du quotidien, ce qui en simplifie et uniformise l'usage. Les objets informatisés deviennent ainsi connectés.

Les données et l'information

Dans les **systèmes informatiques embarqués**, l'information provient soit des IHM soit des capteurs, pour contrôler automatiquement ou manuellement le fonctionnement physique par des actionneurs et transmettre des informations aux utilisateurs. Le flux d'informations à travers les IHM permet ainsi une interaction continue entre l'homme et la machine.

Les algorithmes et les programmes

Le développement des logiciels embarqués est délicat, car il pose souvent des questions de temps-réel, c'est-à-dire de respect de temps de réponse imposé. Ceci conduit à des méthodes de programmation spécifiques.

Les machines

Les microprocesseurs sont beaucoup plus nombreux dans les objets que dans les ordinateurs et téléphones, mais ils sont souvent plus petits, moins chers et moins rapides. Les **capteurs** et **actionneurs** reposent sur des technologies physiques et électroniques variées, allant quelquefois vers l'électronique de puissance. Un problème essentiel est la réduction de la consommation électrique, surtout pour les appareils sur pile.

Impacts sur les pratiques humaines

L'impact de l'informatisation des objets devient considérable, surtout depuis que leurs interfaces s'unifient. Le but est de fabriquer des machines d'utilisation facile permettant des fonctionnalités améliorées, voire complètement nouvelles comme la voiture autonome. Celle-ci utilise à la fois des techniques de systèmes embarqués pour son fonctionnement et sa navigation et de l'intelligence artificielle pour l'analyse en temps-réel de l'environnement à l'aide de capteurs variés (caméras, radars, lidars, etc.).

Comme l'informatique embarquée interagit avec le monde physique en exposant quelquefois des vies humaines ou des équipements critiques (réseaux électriques par exemple), elle est soumise à de fortes contraintes de sûreté (absence d'erreurs) et de sécurité (résistance aux attaques). En avionique, ferroviaire ou autres applications critiques, des processus lourds de certification externe sont utilisés. Cependant dans beaucoup de systèmes embarqués moins critiques, la sécurité reste souvent un point faible, et les objets connectés sont de plus en plus utilisés comme robots pour lancer des attaques sur internet.