

CAPTEURS INTELLIGENTS : NOUVELLES TECHNOLOGIES ET NOUVELLES PROBLEMATIQUES POUR LA SURETE DE FONCTIONNEMENT

INTELLIGENT SENSORS: NEW TECHNOLOGIES AND NEW DEPENDABILITY ISSUES

F. Brissaud et D. Charpentier
Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
INERIS – DCE
Parc Technologique ALATA BP-2, 60550 Verneuil-en-Halatte

A. Barros et C. Bérenguer
Université de Technologie de Troyes
UTT – ICD/CNRS – ROSAS
12 rue Marie Curie, 10010 Troyes Cedex

Résumé

Les nouvelles technologies ont rendu disponibles des fonctionnalités innovantes au sein des capteurs : correction des erreurs de mesure, autodiagnostic avancés, reconfiguration... L'utilisation de ces *capteurs intelligents* pour la prévention des risques industriels pose quelques problématiques en sûreté de fonctionnement. La prise en compte des particularités « intelligentes » dans l'évaluation de la disponibilité est encore peu répandue. La présence importante d'électronique et d'unités programmables implique des causes et des modes de défaillance supplémentaires et souvent mal connus. Définir ces comportements dysfonctionnels représente donc une étape préalable aux évaluations...

Summary

New technology allows new sensor functionalities: error measure correction, self-diagnosis of measures and sensor status, reconfiguration, digital communication... The use of *intelligent sensors* for industrial safety yields new dependability issues. The "intelligent" functionalities are seldom taken into account in availability assessments. Moreover, the high amount of electronics and programmable units implies new failure causes and modes which are usually not well-known. The first step of dependability evaluations then consists in defining dysfunctional behaviours of these systems...

Introduction

Le développement des microsystèmes électromécaniques (MEMS) a amené une révolution au sein des capteurs, celle de « l'intelligence embarquée ». Les capteurs devenus « intelligents » tirent profit du numérique pour intégrer des traitements internes et autonomes des données ainsi que de nouvelles fonctionnalités. Dans le contexte de la maîtrise des risques industriels, les systèmes instrumentés de sécurité devront tirer avantage de ces capacités de façon appropriée. Par nature, les modes de défaillance de ces nouvelles technologies ne sont pas bien définis et le retour d'expérience est encore faible (il s'agit ainsi de systèmes qualifiés de « type B » selon la norme CEI 61508 en sécurité fonctionnelle). L'évaluation de la disponibilité d'un capteur intelligent doit alors passer par une première phase de modélisation afin prendre en compte toutes les fonctionnalités particulières. L'objectif est d'identifier les causes et les modes de défaillance envisageables, ainsi que les conséquences sur la qualité des données transmises (résultats de mesures, informations de diagnostics).

Nouvelles Technologies au sein des Capteurs

Un *capteur intelligent* est défini selon deux particularités : la présence d'un microprocesseur embarqué pour effectuer des traitements numériques ; la capacité de communication bidirectionnelle (le capteur reçoit et traite des commandes extérieures, il transmet des mesures et des informations de statut). Un capteur intelligent se compose classiquement d'un ensemble transduction pour la mesure de grandeurs principales et d'influence ; d'un ensemble unité de traitement pour les calculs et les traitements numériques ; de divers ensembles de communication analogique et/ou numérique, pour la transmission du signal de mesure, la communication avec le système de contrôle et les opérateurs. Les principales fonctionnalités rendues possibles sont la correction des erreurs de mesure (prise en compte des grandeurs d'influence, correction numérique des dérives etc.) ; l'auto-ajustage (du zéro, du gain, de la linéarité etc.) ; l'autodiagnostic (des résultats de mesure et du statut du capteur) ; la reconfiguration dynamique (sur des critères métrologiques ou fonctionnels) ; la communication numérique via, par exemple, des réseaux de terrain. Les industriels peuvent ainsi bénéficier d'une meilleure exactitude des mesures, de réduction de leurs coûts, de facilités d'utilisation...

Nouvelles Problématiques pour la Sûreté de Fonctionnement

Certaines fonctionnalités apportées sont a priori bénéfiques pour la disponibilité des systèmes de contrôle. Par exemple, les diagnostics plus avancés rendent possible une meilleure couverture des défaillances détectées, une compensation numérique de certaines anomalies, des reconfigurations fonctionnelles en cas de défaillance. La communication numérique joue également un rôle important sur les critères de fiabilité et de maintenabilité, notamment en réduisant la quantité de câblage. En contrepartie, la présence importante d'électronique et d'unités programmables implique des causes et des modes de défaillance supplémentaires et qui sont souvent mal connus. De plus, les nombreuses données transmises (résultats de mesures, diagnostics sur les mesures et l'état capteur) sont, en contrepartie, autant de sources d'erreurs supplémentaires. Dans la littérature, l'évaluation de la disponibilité des capteurs intelligents est encore peu traitée et n'intègre que rarement les fonctionnalités « intelligentes ». Pour répondre à certaines de ces problématiques, une modélisation est proposée. Celle-ci associe une décomposition fonctionnelle et matérielle du système, ce qui permet d'inclure les fonctionnalités particulières des capteurs, et une représentation des différents types d'interactions. Les défaillances constituent une troisième composante du modèle. Les premières analyses permettent d'étudier l'impact des défaillances sur les fonctions du capteur, d'en déduire les modes de défaillance associés et leur évolution au cours du temps. L'application sur un capteur de gaz par absorption infrarouge illustre cette approche.

Conclusion

Différents outils sont envisageables pour une modélisation adaptés à la sûreté de fonctionnement de systèmes complexes (i.e. qui présentent de nombreuses interactions fonctionnelles et/ou matérielles). Puisque les effets de nombreuses anomalies ou défaillances d'un capteur intelligent sont mal connus, l'évaluation quantitative rencontre cependant quelques difficultés, notamment quand à la définition des états possibles du système. La modélisation proposée apporte une contribution à la définition des modes de défaillance. De plus, certains résultats quantitatifs peuvent être obtenus. Cette approche peut également servir d'étape préliminaire à l'évaluation de la disponibilité de systèmes complexes à l'aide de méthodes existantes, en particulier lorsque le comportement dysfonctionnel du système est difficile à appréhender.