

Commande multivariable prédictive par modèle

IDCOM - HIECON DESCRIPTION

GENERALITES

ORIGINES

IDCOM-HIECON est un régulateur multivariable prédictif par modèle destiné aux procédés de fabrication continue. Cette méthodologie a été développée par ADERSA en 1986 à partir d'une version plus simple conçue au début des années 70, également par ADERSA, et appelée IDCOM (IDentification et COMmande). IDCOM a été la première méthode de ce type (appliquée en 1973).

Cette première version a été transférée à plusieurs industries et à des Sociétés d'Ingénierie. L'expérience des applications et la demande des utilisateurs ont conduit à spécifier de nouvelles fonctionnalités pour rendre son usage plus aisé et plus performant.

La version actuelle, qui a pour nom IDCOM-HIECON, est le fruit de l'expérience d'ADERSA et des nombreuses applications réalisées dans le monde entier. A la commande dynamique multivariable, IDCOM-HIECON ajoute l'optimisation dynamique locale et sa robustesse est un gage de fiabilité et de profit.

En 2004 la technologie, les logiciels et tous les outils de CAO ont été transférés globalement à Sherpa Engineering qui en garantit aujourd'hui la pérennité.

MODELE

IDCOM-HIECON exploite un modèle interne qui est une représentation mathématique 'boite noire' du procédé à commander. Le mode de représentation utilisé est la réponse indicielle (ou impulsionnelle) qui facilite la phase d'identification du modèle sans qu'il soit besoin de faire d'hypothèses sur l'ordre du système et qui est parfaitement adapté aux procédés continus de transformation.

FONCTIONNALITES

IDCOM-HIECON dispose des fonctionnalités assurées par (presque) tous les régulateurs multivariables :

- chaque variable de sortie procédé rallie sa consigne avec une dynamique spécifiée en termes de temps de réponse en boucle fermée
- les variables d'action (manipulables) satisfont des contraintes de position et de gradient
- les perturbations mesurables sont prises en tendance
- le problème multivariable est résolu de façon globale

A ces possibilités de base, IDCOM-HIECON ajoute des fonctionnalités spécifiques qui en font un outil performant :

- le nombre des variables manipulées peut être différent de celui des variables de sorties procédé
- des objectifs secondaires, moins prioritaires que les consignes, peuvent être spécifiés aux variables de sortie procédé (décrits plus loin)
- les variables manipulées peuvent également satisfaire des objectifs secondaires quand les conditions le permettent
- des contraintes peuvent être définies sur des variables de sortie procédé
- toutes ces spécifications sont décrites dans des 'structures de commande' compréhensibles par l'utilisateur et par l'algorithme
- il est possible d'en définir autant que nécessaire pour répondre aux différents types de marche
- le régulateur accepte un fonctionnement en mode dégradé, avec moins de variables d'action et/ou de variables de sortie procédé que définies dans la structure de base

POSTE DE DEVELOPPEMENT

Un logiciel de CAO, disponible sur PC sous Windows, fournit tous les outils nécessaires pour analyser un enregistrement d'essais, pour identifier le modèle de commande et pour définir les structures de commande.

Le poste de développement permet de tester, en simulation, la validité des stratégies de conduite et la fiabilité du régulateur en présence de désadaptations de modèle, de bruits et de perturbations.

FONCTIONS DE REGULATION

HIERARCHIE

Selon les conditions de fonctionnement, il peut se faire que tous les objectifs ne puissent être satisfaits (en cas de contraintes par exemple).

IDCOM-HIECON satisfait alors les objectifs suivant un ordre hiérarchique :

- les contraintes sont prioritaires
- les objectifs principaux (consignes et zones)
- les objectifs secondaires (optimisation dynamique locale)

Une hiérarchie est également définie au sein même des objectifs principaux de façon à privilégier les plus importants en cas de conflit.

CONSIGNE et ZONE

Un temps de réponse peut être défini spécifiquement pour chacune des variables de sortie procédé. En outre, il est possible de définir un canal autour de la consigne et à l'intérieur duquel le régulateur aura un comportement 'mou'. Cette procédure, utile en présence de mesures bruitées, donne lieu à des actions douces lorsque la mesure est proche de sa consigne sans tolérer cependant un écart permanent. La raideur du régulateur est spécifiée à l'intérieur et à l'extérieur de la zone.

CONTRAINTES

Des contraintes peuvent être définies à la fois sur les variables manipulables et sur les sorties procédé.

FONCTIONS D' OPTIMISATION

Il convient de distinguer l'optimisation statique de l'optimisation dynamique.

Le rôle de l'optimisation globale statique est le positionnement des variables opératoires du procédé.

Cette optimisation fait appel à un modèle physique (de connaissance), habituellement statique et non-linéaire.

L'optimisation dynamique locale, telle qu'elle est appliquée par IDCOM-HIECON, réalise un ajustement permanent des variables pour satisfaire un objectif défini (tel que 'maximiser tel débit') en respectant les contraintes et les objectifs principaux.

Deux fonctionnalités d' IDCOM-HIECON correspondent à l'optimisation dynamique locale :

- la Valeur de Repos Idéale (IRV)
- l'option maximisation (ou minimisation)

VALEUR DE REPOS IDEALE (IRV)

L'IRV est un objectif secondaire qui est pris en compte par IDCOM-HIECON dans le cas où il y a plus de degrés de liberté que d'objectifs principaux (plus d'actions disponibles que de consignes).

Si un IRV est défini sur une variable manipulable, cette variable tendra vers la valeur de l'IRV tant qu'elle n'est pas requise pour les objectifs principaux.

Dans le cas d'une variable de sortie procédé, l' IRV se comporte comme une consigne, mais hiérarchiquement moins importante que les vraies consignes puisqu'elle ne sera prise en compte que dans la mesure où les objectifs consignes et zones sont satisfaits.

MAXIMISATION - MINIMISATION

Toute variable (ou une combinaison linéaire de variables) peut être maximisée ou minimisée.

Cette fonctionnalité produit un déplacement progressif permanent des variables concernées. De même que pour l'IRV, ce déplacement s'interrompt lorsque son effet prédit est défavorable aux contraintes ou aux objectifs principaux.

STRUCTURES DE COMMANDE

DESCRIPTION

Une structure de commande est la description complète de toutes les spécifications à la fois sur les variables de sortie procédé et sur les variables manipulables.

Les attributs spécifiables sur une variable manipulable sont :

- contraintes min, max, gradient : valeurs fixes ou modifiables
- valeur de repos idéale (IRV): valeur modifiable et vitesse de déplacement vers cette valeur
- maximisation ou minimisation : vitesse de déplacement

Pour les variables de sortie procédé ces attributs peuvent être :

- contraintes min et/ou max
- consigne à dynamique de ralliement donnée
- zone à largeur et vitesses de ralliement données
- valeur de repos idéale (IRV): valeur modifiable et vitesse de déplacement vers cette valeur
- maximisation ou minimisation : vitesse de déplacement

STRATEGIES

Selon les conditions de fonctionnement ou les types de marche, les objectifs peuvent être formulés de façons différentes et peuvent concerner des jeux différents de variables.

Si la différence n'est pas qu'une simple modification des valeurs d'objectifs (contraintes, consignes,...), une structure de commande peut alors être construite pour chaque cas.

Le changement de structure (basculement d'une structure à une autre) peut être demandé par l'opérateur et effectué en temps réel, sans interruption ni débouclage du régulateur.

STRUCTURES DE REPLI

Pour une structure de commande donnée, plusieurs événements peuvent se produire et affecter la capacité du régulateur à satisfaire l'ensemble de ses objectifs :

- perte d'une grandeur d'action (désactivée par l'opérateur ou dont le capteur est indisponible)
- perte de mesure d'une variable de sortie procédé

L'utilisateur peut avoir défini lui-même les structures de commande qui répondront au mieux à ces situations. Si aucune structure de commande spécifique n'a été définie pour faire face à ces cas de figure, alors IDCOM-HIECON considère la sous-structure restante et continue à fonctionner avec les éléments disponibles.

Si le nombre de variables manipulables devient insuffisant pour satisfaire les objectifs principaux, alors le compromis nécessaire respectera la hiérarchisation prédéfinie sur les variables de sortie procédé.

Dans le cas inverse, quand le nombre d'objectifs principaux devient inférieur au nombre de degrés de liberté, alors, parmi l'infinité des combinaisons possibles de ces degrés de liberté, IDCOM-HIECON sélectionne :

- celle qui satisfait les objectifs secondaires éventuellement définis, ou
- celle qui minimise l'énergie de variation des actions dans le cas contraire.

La capacité d'IDCOM-HIECON à gérer des systèmes 'non carrés' (nombre d'actions différent du nombre de consignes) concerne à la fois les structures de commande de base et les sous-structures.

Par ailleurs, IDCOM-HIECON reçoit deux indicateurs pour chacune des variables procédé, traduisant :

- la disponibilité du capteur
- le caractère actif de la variable (disponibilité de l'action ou objectif à satisfaire).

Ces indicateurs, fournis par le système de conduite ou par l'opérateur quand nécessaire, permettent à IDCOM-HIECON de gérer automatiquement les changements de structure de commande en fonction des circonstances. Cette procédure contribue à la robustesse industrielle par le maintien en régulation automatique de l'ensemble disponible.

LOGICIEL

IDCOM-HIECON est composé de deux éléments :

- le poste de développement (PC sous Windows) qui rassemble les outils d'identification du modèle et de conception/test du régulateur;
- le régulateur temps réel proprement dit, à implanter dans le calculateur du procédé cible.

Le régulateur, écrit en FORTRAN 77 standard, est identique dans sa version 'poste de développement' et dans sa version 'temps réel'; ce qui facilite le portage de l'application du PC de développement vers le calculateur cible.

A titre indicatif, la taille mémoire requise pour le régulateur est de l'ordre de 400 Ko et le temps de calcul est de l'ordre de 1 ms par période de commande pour une application moyenne sur un PC (pentium 3 - 600 Mhz).

Le portage consiste essentiellement à remplacer les instructions d'appel au simulateur (dans le poste de CAO) par les instructions d'accès à la base de données temps réel (dans le calculateur cible).

Le calculateur cible peut être quelconque, pourvu qu'il accepte l'intégration de modules utilisateur dans l'environnement temps réel et qu'un compilateur FORTRAN soit disponible.

Le régulateur temps réel a été intégré sur PC dans l'environnement de superviseurs du marché dont les drivers facilitent la communication avec des SNCC ou des automates.

CAO

Le poste de développement accompagnant IDCOM-HIECON est un logiciel de CAO fonctionnant sur PC sous Windows.

Il est conçu pour le développement d'applications et comprend :

- la boîte à outil d'identification (construction du modèle)
- le logiciel de commande temps réel IDCOM-HIECON
- un simulateur
- une interface utilisateur et graphique conviviale
- une architecture permettant les tests de la boucle fermée en simulation

L'interface permet à l'utilisateur de définir :

- les caractéristiques du procédé à simuler
- le(s) modèle(s) à 'embarquer' dans le régulateur
- la configuration graphique pour visualiser le comportement du procédé simulé et du régulateur
- le(s) structure(s) de commande

Une fois ces éléments définis, l'utilisateur peut réaliser des tests de la boucle fermée et évaluer chacune des stratégies de conduite envisagées.

Il peut également tester le régulateur dans des situations dégradées en désactivant certains capteurs ou actionneurs ou en désadaptant volontairement le procédé simulé par rapport au modèle intégré dans le régulateur.

Les fichiers résultant de cette phase de conception du régulateur (modèle(s) et structures de commande) peuvent alors être transférés vers le calculateur cible.

La dernière adaptation consiste à inclure les accès à la base de données temps réel.

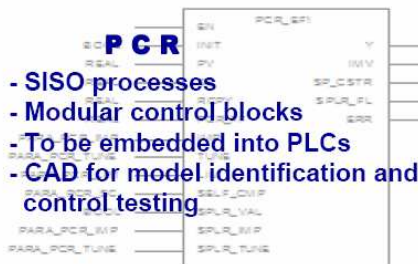
REFERENCES

La commande prédictive multivariable IDCOM-HIECON a été transférée dans le monde à des Sociétés d'Engineering telles que :

ABB- Industrial systems (GB)	Rhône Poulenc Eng. (France)	SOTEICA (Argentine)
INFOTROL (Corée)	SAMSUNG Engineering (Corée)	SUPCON (Chine)
JGC Corporation (Japon)	Setpoint (USA)	VETROTEX Internat.(France)
NOVACHEM Engineering (Italie)	SOCETEC (France)	Yokogawa (Japon)

Ces sociétés ont contribué et continuent de contribuer, avec les autres Licenciés du secteur industriel, au succès des applications réalisées dans le monde.

PROCESS CONTROL APPLICATIONS making use of MPC technology (PCR and IDCOM-HIECON)



Industrial sectors : Oil, Chemicals, Automotive, Defense, Metallurgy, Food, Glass, ...

Technology tranfer : ABB- Industrial systems (GB), JGC (Japan), INFOTROL (Korea), Master Foods (Hongrie), NOVACHEM Engineering (Italy), ORSAN (F), REPSOL-Chemicals (Spain), Rhône Poulenc Eng. (F), SAMSUNG Engineering (Korea), Setpoint (USA), SOCETEC (F), SOTEICA (Argentina), SUPCON (China), VETROTEX Internat.(F), Yokogawa (Japan)

BAYER (F)	Reactor (polymer)	AVENTIS (F)	Distillations
BASF (B)	Reactor (polyol)	TOTAL (F)	Distillations
ATOCHEM (F)	Distill. Column	AVENTIS (F)	Reactor
SANOFI (F)	Reactor (toluene & monom.)	GULF (Canada)	FCC
ARCELOR-MITTAL(F)	Mould control level	TEXACO (USA)	H-OIL
REPSOL-YPF(Arg)	Distill. Level control	MOBIL OIL (F)	Foot oil
Food industry (F)	Tunnel furnace	ORSAN- food (F)	Concentrators
LUBRIZOL (F)	Reactor	MOBIL OIL (F)	Crude & vacuum units
Steel industry	Tunnel furnace	ORSAN- food (F)	Dryer
MITSUMI (Japan)	Reactor (polyol)	Samsung-BP (Korea)	Naphtha Steam Reformer
REPSOL-YPF(Arg)	Distill. column	MOBIL OIL (F)	Platinum Reformer
Food industry (Hung)	Dryer	ORSAN- food (F)	Continuous crystallisation
ARCELOR-MITTAL (F)	Tundish	MOBIL OIL (F)	Gas Plant
Pharmaceutical (Jap)	Reactor	Yizhenq Chem (China)	PTA dist.
ARCELOR-MITTAL (F)	Cold & hot rolling mills	MOBIL OIL (F)	MEK
ALCAN (Pechiney)	Strip accumulator	BP – ELF (F)	Vacuum unit
LG Petroch.(Korea)	Steam generators	MOBIL OIL (F)	Splitter benzene
Arc International (F)	glass furnace feeder	API (Italy)	Platforming
		ENAP (Chile)	Hydrocracking Unit
		ENAP (Chile)	Isomerisation Unit

And those, not disclosed, performed by PCR and IDCOM-HIECON licensees.



SHERPA ENGINEERING
269-287 rue de la Garenne
F - 92024 Nanterre cedex
Web : www.sherpa-eng.com

Tel : 33 (0)1 47 82 08 23
Fax : 33 (0)1 47 82 00 96
Email : info@sherpa-eng.com
Web : www.sherpa-control.com

V6 – 05/03/2008

