

REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université des sciences et de la technologie d'ORAN
Faculté de Génie Electrique
Département d'Electrotechnique

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme
Magister

Présenté par

Mr ADDA BENKOCEIR Aek

Spécialité: Electrotechnique

Option: Automatique

Thème

Etude et comparaison de quatre méthodes d'identification.

**Méthode des moindres carrés récursive, Variable instrumentale récursive,
Maximum de vraisemblance récursive, Moindres carrés étendue récursive.**

Soutenue: Février 2001 devant le jury composé de:

| | | |
|-------------|--------------|--------------------------------|
| Président | M.KAMLI | Maître de conférence (U.S.T.O) |
| Rapporteur | B.BELMADANI | Maître de conférence (U.Chlef) |
| Examineurs: | M.DENAI | Maître de conférence (U.S.T.O) |
| | B.MAZARI | Maître de conférence (U.S.T.O) |
| | N.BENNOUZZA | Chargé de cours (U.S.T.O) |
| | M.BENDJEBBAR | Chargé de cours (U.S.T.O) |

Résumé

Dans ce travail, nous avons exposé différentes méthodes d'identification (Moindres carrés réursive, Variable instrumentale réursive, Moindres carrés étendue réursive et Maximum de vraisemblance réursive.). En utilisant le modèle A.R.M.A.X et à partir de l'application des quatre méthodes à deux exemples de 1^{er} et 2^e ordre, nous avons essayé de mettre en évidence l'effet du bruit (perturbation) sur la convergence des paramètres (vers les valeurs réelles) et une minimisation de l'erreur de prédiction.

Il ressort que la méthode de maximum de vraisemblance associe à un nombre d'itérations très élevé donne les meilleurs résultats quand le bruit est important, ce dernier cas étant le plus délicat à identifier.

Plan de travail

Dans notre travail, nous avons étudié différentes méthodes d'identification (méthode des moindres carrés récursive, méthode de variable instrumental récursive, méthode des moindres carrés récursive, méthode de maximum de vraisemblance récursive), en utilisant la structure du modèle ARMAX (procédé + perturbation). Suivant le plan de travail ci-après:

1 Principe de l'identification et leur application, les différentes distances pour déterminer les paramètres du modèle, les différentes représentations d'un système, et choix de l'entrée et avantage de l'identification par le signal SPBA.

2 Présentation des différentes méthodes et la structure ARMAX

3 Pour chaque méthode à part on a étudié les différents points suivant:

La moyenne de l'erreur quadratique pour déterminer le vecteur paramètre

Propriété et le biais de l'estimateur qui justifient l'application de la méthode à un bruit blanc ou coloré.

Démonstration de l'algorithme pour chaque méthode (sans et avec le facteur d'oubli) et l'avantage du facteur d'oubli.

Etude en simulation:

on a appliqué aux différentes méthodes deux exemples d'équation de 1^o et 2^o ordre pour mettre en évidence l'effet du bruit sur la convergence des paramètres et minimisation de l'erreur de prédiction.

Graphe de l'erreur de prédiction

De constater l'évolution de cette erreur pour un certain nombre d'itérations et mettre en évidence l'effet du bruit sur chaque méthode.

Graphe des paramètres:

De voir la convergence des paramètres vers les valeurs réelles en fonction de la perturbation (bruit) et le nombre d'itérations

4 Comparaison des différentes méthodes

Comparaison théorique

Comparaison en simulation

On a comparé les différentes valeur du vecteur paramètre pour les différentes méthodes et leur convergence vers les valeurs réelles.

5 Conclusion

Table des matières

| | | |
|------------|---|----|
| | Introduction | i |
| Chapitre 1 | 1.1 Principe d'identification | 1 |
| | 1.2 Etape qualitative | 4 |
| | 1.3 Etape quantitative | 4 |
| | 1.3.1 La distance d'état (ou sortie) | 5 |
| | 1.3.2 La distance de prédiction | 5 |
| | 1.3.3 La distance de structure | 6 |
| | 1.4 Différentes représentations des systèmes | 6 |
| | 1.4.1 Processus continu | 7 |
| | 1.4.3 Processus discrets | 7 |
| | 1.4.5 Définition de l'échantillonnage | 8 |
| | 1.5 Choix de l'entrée | 9 |
| | 1.5.1 Réponse indicielle | 9 |
| | 1.5.2 Réponse fréquentielle | 10 |
| | 1.5.3 Excitation non sinusoïdale | 10 |
| | 1.5.4 Réponse impulsionnelle | 11 |
| Chapitre 2 | 2.1 Description de la méthode d'intercorrélation | 12 |
| | 2.3.2 Avantage et inconvénient | 14 |
| Chapitre 3 | 3.1 Etude des séquences binaires pseudo-aléatoires (SBPA) | 16 |
| | 3.2 Principe de génération | 16 |
| | 3.3 Identification par intercorrélation avec des SBPA | 22 |
| Chapitre 4 | 4.1 Etude des différentes méthodes d'identification | 25 |
| | 4.2 Structure du modèle A.R.M.A.X | 25 |
| Chapitre 5 | 5.1 Méthode des moindres carrés simple | 28 |
| | 5.2 Propriétés de l'estimateur des moindres carrés | 30 |
| | 5.2.1 Biais de l'estimateur | 30 |
| | 5.2.2 Variance de l'erreur d'estimation | 31 |
| | 5.3 Moindres carrés récursifs (M.C.R) | 31 |
| | 5.2.1 Initialisation de l'algorithme | 33 |
| | 5.3 Moindres carrés avec facteur d'oubli | 34 |
| | 5.4 Etude en simulation | 36 |
| | 5.5 Graphe des erreurs de prédiction | 39 |
| | 5.6 Graphe des paramètres | 45 |
| | 5.7 Conclusion | 51 |
| Chapitre 6 | 6.1 Méthode du type matrice instrumentale | 52 |
| | 6.1.1 Les estimateurs avec matrice instrumentale | 52 |
| | 6.2 Variable instrumentale récursif | 53 |
| | 6.2 Etude en simulation | 56 |
| | 6.3 Graphes des erreurs de prédiction | 59 |
| | 6.4 Graphe des paramètres | 65 |

| | | |
|------------|---|-----|
| | 6.3 Conclusion | 71 |
| Chapitre 7 | 7 Moindres carrés étendus (M.C.E) | 72 |
| | 7.2 Algorithme | 74 |
| | 7.3 Etude en simulation | 74 |
| | 7.4 Graphe de l'erreur de prédiction | 78 |
| | 7.5 Graphe des paramètres | 84 |
| | 7.4 Conclusion sur la méthode | 90 |
| Chapitre 8 | 8 Méthode du maximum de vraisemblance | 92 |
| | 8.1 Notion de fonction de vraisemblance | 92 |
| | 8.2 Application à l'identification | 93 |
| | 8.3 Maximum de vraisemblance récursif | 95 |
| | 8.4 Etude en simulation | 96 |
| | 8.5 Graphe de l'erreur | 99 |
| | 8.6 Graphe des paramètres | 105 |
| | 8.7 Conclusion | 111 |
| Chapitre 9 | 9 Comparaison des différentes méthodes | 112 |
| | 9.1 Comparaison théorique | 112 |
| | 9.1.1 comparaisons des modèles | 112 |
| | 9.2 Etude comparative en simulation | 113 |
| | Conclusion générale | 116 |