

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

_____oOo_____

DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

THESE DE MAGISTER

en

Electronique Appliquée

OPTION

Acquisition et Traitement de l'Information

**Annulation d'Echo lointain
dans
les Systemes de Telecommunications**

Etudiée par :

Mr. Z. KAIDALI

Ingénieur d'Etat en Electronique

Soutenue le 24 juin 1998 devant le jury suivant :

Mr. D. BERKANI

Mr. B. DERRAS

Mr. A. BELOUHRANI

Mme. HAMAMI

Mr. A. HAMZA

Mr. L. SAADAOU

Maître de conférences à l'ENP

Maître de conférences à l'ENP

Docteur à l'E.N.P

Chargé de cours à l' ENP

Chargé de cours à l' USTHB

Chargé de cours à l' ENP

Président

Rapporteur

Co-rapporteur

Examineur

Examineur

Examineur

ملخص:

إن تطوير الخوارزميات الجديدة، وتوفير العناصر الجذ متطورة، مكن من تطبيق المعالجة الرقمية للإشارة في مجال الاتصالات. إن الخوارزميات المتوفرة حالياً تتميز بعدة خصائص منها سرعة التكيف و معدل الخطأ و الحسابات و الإنجاز.

إن هذه الدراسة تخص إلغاء الصدى البعيد. فبالنظر لأهمية التأخير الزمني في هذا النوع من الصدى، فإن تقدير زمن التأخير ضروري لإنجاز نموذج لمسلك الصدى البعيد. وبهذا فإن دراستنا تعرض وجهتي نظر لحل هذا المشكل، في الأولى، نقدر التأخير و معاملات المرشح بإنفصال كل على حدى، نقترح تطبيق مقيّمات منفصلة جديدة لزمن التأخير مأخوذة من تقنيات معالجة الهوائيات. بينما في الثانية، التي تستعمل خوارزمية حديثة النشأة، نقدر زمن التأخير و معامل مرشح الصدى في آن واحد و نقترح أيضاً في هذه الحالة تطبيق تقنية جديدة للموازنة العددية. و بما أن محيط الصدى عادة غير ثابت (متغير) و مجهول، فإن استعمال الخوارزميات المتكيفة أمر محتم في هذه العملية التقديرية.

Abstract :

The developpement of new algorithms and more sophisticated hardware is making it possible to apply digital signal processing to the field of digital communication. Several algorithms are available with different characteristics in terms of steady state error, speed of convergence, computational complexity, and circuit complexity.

In this study we are concerned with far echo cancelling. Due to the important delay in this type of echo, time delay estimation is necessary for echo path modelling. We present two approches to solve this problem. The first one estimates the time delay and the echo filter coefficients separately, we propose to apply new discrete estimators of the delay already used in array signal processing. Whereas the second one uses a recently developed algorithm that estimates jointly the time delay and the echo filter coefficients, we propose also to apply in this case a new technique of numerical stabilization. Further, since the echo environnement is generally non stationnary and unknown, adaptive algorithms are indispensable in the estimation process.

Résumé :

La mise au point d'algorithmes nouveaux et la disponibilité de composants plus complexes permet d'appliquer le traitement numérique du signal au domaine des télécommunications. Les algorithmes dont on dispose aujourd'hui offrent diverses caractéristiques de vitesse de convergence, taux d'erreur en régime établi, complexité de calcul et de réalisation physique.

Cette étude concerne l'annulation d'écho lointain. Vu l'importance du retard dans ce type d'écho, l'estimation du temps de retard est nécessaire pour la modélisation du chemin de l'écho distant. Nous présentons deux approches pour résoudre ce problème. Dans la première, nous estimons le retard et les coefficients du filtre de l'écho séparément, nous proposons d'appliquer de nouveaux estimateurs discrets du retard emprunté aux techniques du traitement d'antennes. Alors que dans la seconde qui utilise un algorithme récemment développé, estime conjointement le retard et la réponse impulsionnelle du chemin de l'écho, aussi nous proposons d'appliquer une nouvelle technique de stabilisation numérique. De plus, tant que l'environnement de l'écho est généralement non stationnaire et inconnu, les algorithmes adaptatifs sont indispensables dans ce processus d'estimation.

Sommaire

INTRODUCTION	1
I. LE PROBLEME DE L'ECHO EN TELECOMMUNICATION	5
1.1 Origines du phénomène écho dans le réseau téléphonique	5
1.1.1 Définition du concept d'écho	5
1.1.2 Fréquence d'apparition de l'écho dans les réseaux de télécommunications modernes	5
1.1.3 L'écho acoustique et l'écho électrique	6
1.2 Conditions de production du phénomène "Echo" dans le réseau téléphonique	8
1.3 Conséquence de la présence de l'écho	10
1.4 Réponse impulsionnelle du trajet d'écho	12
II. SOLUTIONS ENVISAGEABLES DU PROBLEME DE L'ECHO	13
2.1 Contrôle de l'écho avec fuite	13
2.2 Suppresseur d'écho	14
2.3 Annuleur d'écho	15
2.4 Principe de l'annuleur d'écho lointain	17
2.5 Chemin de l'écho	18
2.6 Choix du modèle	19
2.7 Modèle pour le chemin de l'écho distant	21
2.8 Définition et estimation du retard	23
III. APPLICATION DU FILTRAGE ADAPTATIF A L'ANNULATION D'ECHO	27
3.1 Principe du filtrage adaptatif	27
3.2 Algorithmes du gradient stochastique LMS et NLMS	31
3.3 Algorithme des Moindres Carrés Récursifs (RLS)	35
3.4 Algorithmes des Moindres Carrés Transversaux Rapides	39
3.4.1 Introduction	39
3.4.2 Obtention des algorithmes des moindres carrés transversaux rapides	40
3.4.3 Trois algorithmes des moindres carrés transversaux rapides	48
3.4.4 Initialisation des algorithmes Moindres Carrés Rapides	53
3.5 Algorithme des Moindres Carrés Récursifs Conjoint (RLS Joint)	54
3.5.1 Notations et définitions	55
3.5.2 Principe de l'algorithme RLS Conjoint	58
IV STABILITE DES ALGORITHMES DES MOINDRES CARRES TRANSVERSAUX RAPIDES	65
4.1 Introduction	65
4.2 Divergence des Algorithmes Moindres Carrés Transversaux Rapides	66
4.3 Méthodes de stabilisation des algorithmes Transversaux Rapides	72
4.3.1 Méthode de reinitialisation	73
4.3.2 Méthode de régularisation et de rappel à zéro périodique	75
4.3.3 Méthode de la constante de stabilisation	76
4.3.4 Stabilisation par introduction d'une redondance supplémentaire	77
4.3.5 Nouvelle méthode de stabilisation des algorithmes Moindres Carres Rapides	78
V. SIMULATION	84
5.1 Estimation séparée	84
5.1.1 Simulateur du retard	84
5.1.2 Estimation du retard avec les différentes fonctions d'intercorrelations	87
5.1.3 Annulation d'écho avec l'algorithme du gradient LMS	89
5.1.4 Annulation d'écho avec l'algorithme des moindres carrés récurifs rapides FTF 7N	91
5.2 Estimation conjointe	95
CONCLUSION	104
ANNEXES	
BIBLIOGRAPHIE	