

Université de Tunis El Manar

logoenit.png

THÈSE

pour l'obtention du grade de

Docteur en Génie Electrique

par

Souhir BOUSSELMI

*Étude et élaboration de représentations
temps-fréquence pour le traitement et le
codage des signaux de la parole*

Soutenue le 8 Octobre 2016 devant le jury composé de :

Président	Mr. Hamid AMIRI	Professeur (ENIT)
Rapporteur	Mr. Adnen CHERIF	Professeur (FST)
Rapporteur	Mr. Ahmed BEN HAMIDA	Professeur (ENIS)
Examineur	Mme. Najet AROUS	Maître de Conférences (ISI)
Directeur de thèse	Mr. Kaïs OUNI	Professeur (ENICarthage)

sigle2.png

Unité de Recherche Systèmes Mécatroniques et Signaux, SMS

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

A mes parents

Remerciements

Les travaux présentés dans ce rapport ont été réalisés au sein de À son terme, je tiens à remercier tous les membres de jury pour l'intérêt certain qu'ils ont porté à ce travail en acceptent de le juger.

Je tiens tout d'abord à remercier très sincèrement monsieur , pour l'honneur qu'il m'a accordé en acceptant de présider mon jury de thèse. Je lui exprime ma sincère gratitude.

Résumé

Table des matières

Introduction	13
1 IA et Enseignement	15
1.1 Introduction	15
1.2 Intelligence Artificielle	15
1.2.1 Introduction sur l'intelligence artificielle	15
1.2.2 Machine Learning	16
1.2.3 Deep Learning	18
1.3 Grand modèle de la langage	19
1.4 Contexte général du projet	19
1.4.1 Cadre de projet	19
1.4.2 Présentation de l'organisme d'accueil	19
1.4.3 problématique	21
1.4.4 Objectif	22
1.4.5 Etude et critique de l'existant	22
1.5 Solution proposée	22
1.6 Conclusion	24

2	Analyse des besoins et de conception de l'application web	25
2.1	Introduction	25
2.2	Présentation de l'UML	25
2.3	Analyse des besoins	27
2.4	Conception du projet	28
2.4.1	Identifications des acteurs et des cas d'utilisations	28
2.4.2	Diagramme de cas d'utilisation globale	28
2.4.3	Raffinement des cas d'utilisations	28
2.5	Conclusion	30
3	CHAPITRE3	31
3.1	Introduction	31
3.2	Conclusion	31
	conclusion	33

Table des figures

1.1	Elite Council Consulting	20
1.2	Les phases pour réaliser notre projet	23
2.1	Gérer un cours	29
2.2	Gérer un test	29

Liste des tableaux

2.1	28
-----	-------	----

Introduction générale

1.1 Introduction

L'intégration croissante de l'intelligence artificielle révolutionne l'éducation en permettant une personnalisation des apprentissages selon les besoins individuels des élèves. Cette évolution majeure ouvre de nouvelles perspectives pour optimiser l'enseignement et stimuler l'engagement des apprenants.

1.2 Intelligence Artificielle

1.2.1 Introduction sur l'intelligence artificielle

L'Intelligence Artificielle (IA) se situe à l'intersection de l'informatique et vise à développer des systèmes capables d'exécuter des tâches habituellement réservées à l'intelligence humaine. Ces systèmes sont conçus pour apprendre à partir de données, résoudre des

problèmes, prendre des décisions et s'ajuster à de nouveaux contextes, le tout de façon autonome.

1.2.2 Machine Learning

1. Définition :

Le Machine Learning ou apprentissage automatique est un domaine scientifique, et plus particulièrement une sous-catégorie de l'intelligence artificielle. Elle consiste à laisser des algorithmes découvrir des « patterns », à savoir des motifs récurrents, dans les ensembles de données. Ces données peuvent être des chiffres, des mots, des images, des statistiques. . .

Tout ce qui peut être stocké numériquement peut servir de données pour le Machine Learning. En décelant les patterns dans ces données, les algorithmes apprennent et améliorent leurs performances dans l'exécution d'une tâche spécifique.

Pour résumer, les algorithmes du Machine Learning apprenant de manière autonome à effectuer une tâche ou à réaliser des prédictions à partir de données et améliorent leurs performances au fil du temps. Une fois entraîné, l'algorithme pourra retrouver les patterns dans de nouvelles données.

2. Fonctionnement :

Le développement d'un modèle de Machine Learning repose sur quatre étapes principales. En règle générale, c'est un Data Scientiste qui gère et supervise ce procédé.

La première étape consiste à sélectionner et à préparer un ensemble de données d'entraînement. Ces données seront utilisées pour nourrir le modèle de Machine Learning pour apprendre à résoudre le problème pour lequel il est conçu.

Les données peuvent être étiquetées, afin d'indiquer au modèle les caractéristiques qu'il devra identifier. Elles peuvent aussi être non étiquetées, et le modèle devra repérer et

extraire les caractéristiques récurrentes de lui-même.

Dans les deux cas, les données doivent être soigneusement préparées, organisées et nettoyées. Dans le cas contraire, l'entraînement du modèle de Machine Learning risque d'être biaisé. Les résultats de ses futures prédictions seront directement impactés.

La deuxième étape consiste à sélectionner un algorithme à exécuter sur l'ensemble de données d'entraînement. Le type d'algorithme à utiliser dépend du type et du volume de données d'entraînement et du type de problème à résoudre.

La troisième étape est l'entraînement de l'algorithme. Il s'agit d'un processus itératif. Des variables sont exécutées à travers l'algorithme, et les résultats sont comparés avec ceux qu'il aurait dû produire. Les « poids » et le biais peuvent ensuite être ajustés pour accroître la précision du résultat.

On exécute ensuite de nouveau les variables jusqu'à ce que l'algorithme produise le résultat correct la plupart du temps. L'algorithme, ainsi entraîné, est le modèle de Machine Learning.

La quatrième et dernière étape est l'utilisation et l'amélioration du modèle. On utilise le modèle sur de nouvelles données, dont la provenance dépend du problème à résoudre. Par exemple, un modèle de Machine Learning conçu pour détecter les spams sera utilisé sur des emails.

De son côté, le modèle de Machine Learning d'un aspirateur robot ingère des données résultant de l'interaction avec le monde réel comme le déplacement de meubles ou l'ajout de nouveaux objets dans la pièce. L'efficacité et la précision peuvent également s'accroître au fil du temps.

3. Les principaux algorithmes de Machine Learning :

- Les algorithmes de régression
- L'arbre de décision

- Les algorithmes de « clustering »
- Les algorithmes d'association
- Les réseaux de neurones

1.2.3 Deep Learning

1. Définition :

Le Deep Learning ou apprentissage profond est un type d'intelligence artificielle dérivé du machine Learning (apprentissage automatique) où la machine est capable d'apprendre par elle-même, contrairement à la programmation où elle se contente d'exécuter à la lettre des règles prédéterminées.

2. Fonctionnement technologique :

Le Deep Learning se base sur un réseau de neurones artificiels imitant le cerveau humain. Cette structure est disposée en plusieurs couches, interconnectées entre elles.

La première couche correspond aux neurones d'entrée et la dernière transmet les résultats de sortie. Entre les deux se trouvent plusieurs couches intermédiaires par lesquelles l'information est traitée. Cette architecture est propre au Deep Learning et permet que chaque couche analyse de manière plus précise les données d'entrée.

Ainsi, plus le réseau de neurones artificiels est profond et donc contient plusieurs couches, plus le système peut effectuer des tâches complexes. Il est capable de déterminer par lui-même une représentation de ce qu'il reçoit, que ce soit une image ou un texte.

À chaque information intégrée, les connexions entre neurones s'étendent et se modifient. C'est pour cela qu'un système avec un IA à apprentissage profond a la capacité d'apprendre de nouvelles choses en autonomie. Il améliore également de lui-même ses prévisions et ses prises de décision, sans qu'aucune intervention humaine ne soit requise. Il a donc pour

particularité d'apprendre de ses propres erreurs.

3. Les principaux algorithmes de Deep Learning :

- Réseaux neuronaux convolutifs
- Réseaux neuronaux récurrents
- Réseaux de fonction de base radiale
- Réseaux de mémoire à long et court terme
- Réseaux adversariaux génératifs

1.3 Grand modèle de la langage

1.4 Contexte général du projet

1.4.1 Cadre de projet

Ce projet a été proposé dans le cadre de l'élaboration d'un stage de fin d'étude d'une durée de 4 mois, inclus dans la formation Licence en Science Informatique spécialité Génie Logiciel et Système d'Information « GLSI » à la Faculté des Sciences de Bizerte. Ce stage a été effectué au sein de « Elite Council Consulting ».

1.4.2 Présentation de l'organisme d'accueil

Elite Council Consulting est une société privée fondée en 2019, avec son siège social basé à Tunis. Spécialisée dans les services et le conseil en informatique, elle s'engage à fournir des solutions innovantes et personnalisées à ses clients.



FIGURE 1.1 – Elite Council Consulting

Elite Council Consulting est une entreprise de consultation stratégique spécialisée dans le domaine de la technologie et de l'innovation. Fondée sur des principes solides et une compréhension profonde des défis contemporains auxquels les entreprises sont confrontées, elle s'engage à fournir des solutions sur mesure qui stimulent la croissance et la réussite à long terme de ses clients.

Elle a pour vision d'être le partenaire privilégié des entreprises à la recherche de stratégies technologiques innovantes et de solutions sur mesure pour répondre à leurs besoins spécifiques. Elle aspire à être reconnue comme un leader dans son domaine, en offrant des services de consultation de qualité supérieure et en établissant des partenariats solides avec ses clients.

Elite Council Consulting offre une gamme complète de services de consultation en technologie et innovation pour aider les entreprises à prospérer dans un environnement numérique en constante évolution. Elle propose des services de consultation stratégique en technologie et innovation, de développement de stratégies numériques, de gestion de projet et mise en œuvre, d'analyse des données et intelligence d'affaires, de transformation numérique et optimisation des processus, de sécurité informatique et gestion des risques, ainsi que de formation et développement des compétences.

Champs d'expertise En Expansion :

Développement Logiciel : Elite Council Consulting conçoit et développe des solutions

logicielles personnalisées qui répondent parfaitement aux exigences individuelles de ses clients. Son expertise s'étend à la création d'applications web et mobiles, aux systèmes de gestion de contenu, aux logiciels d'entreprise, aux outils d'automatisation, et bien plus encore, tout en respectant sa philosophie fondamentale.

Gestion de Projets : Forte de son expérience en gestion de projets, Elite Council Consulting guide ses clients vers la réussite de leurs initiatives technologiques. De la planification à la mise en œuvre, elle veille à ce que les projets soient livrés en temps voulu, respectent les normes de qualité les plus élevées, et atteignent les objectifs définis, tout en étant guidés par son slogan.

Transition Numérique : Elite Council Consulting assiste ses clients tout au long de leur parcours de transformation numérique en identifiant des opportunités d'amélioration, en élaborant des stratégies sur mesure, et en mettant en place des solutions technologiques novatrices. Son approche globale permet aux entreprises de tirer parti des technologies émergentes et de se transformer avec elles.

1.4.3 problématique

La mise en place d'un système de gestion de l'apprentissage (LMS) est une démarche complexe qui soulève diverses questions nécessitant une attention particulière.

Ainsi, notre projet vise à répondre aux questions suivantes :

Comment garantir une intégration fluide du LMS au sein de l'infrastructure existante de l'établissement, tout en assurant une compatibilité optimale avec les outils et les plateformes déjà utilisés par les enseignants et les étudiants ?

Comment le LMS peut-il être configuré pour répondre efficacement aux besoins variés des apprenants, en offrant des fonctionnalités adaptées à différents styles d'apprentissage et niveaux de compétence ?

Comment assurer la formation et le soutien adéquats des enseignants et des étudiants pour favoriser une utilisation optimale du LMS et exploiter pleinement ses fonctionnalités pédagogiques ?

Comment mesurer l'efficacité du LMS et son impact sur l'apprentissage des étudiants, afin d'identifier les domaines d'amélioration et d'optimiser son utilisation à long terme ?

Ces questions complexes nécessitent une approche réfléchie et des stratégies innovantes pour assurer le succès et l'efficacité du système de gestion de l'apprentissage dans l'établissement.

1.4.4 Objectif

Dans le cadre de la mise en place d'un système de gestion de l'apprentissage (LMS), plusieurs objectifs clés peuvent être définis pour garantir son efficacité et son utilisation optimale :

1. Intégration harmonieuse : Assurer une intégration fluide du LMS avec l'infrastructure existante de l'établissement, en garantissant une compatibilité optimale avec les outils et les plateformes déjà utilisés.
2. Personnalisation et adaptation : Configurer le LMS de manière à répondre efficacement aux besoins variés des apprenants, en offrant des fonctionnalités adaptées à différents styles d'apprentissage et niveaux de compétence.
3. Sécurité des données : Garantir la sécurisation des données des étudiants en mettant en place des mesures de sécurité robustes pour prévenir les violations de la vie privée et assurer le respect des réglementations en matière de protection des données personnelles.
4. Formation et soutien : Fournir une formation et un soutien adéquats aux enseignants et aux étudiants pour favoriser une utilisation optimale du LMS et exploiter pleinement ses fonctionnalités pédagogiques.
5. Évaluation de l'efficacité : Mettre en place des outils d'évaluation pour mesurer l'efficacité du LMS et son impact sur l'apprentissage des étudiants, afin d'identifier les domaines d'amélioration et d'optimiser son utilisation à long terme.

1.4.5 Etude et critique de l'existant

1.5 Solution proposée

Au cours des dernières années, l'éducation a connu une transformation sans précédent grâce aux avancées technologiques. Notre projet vise à développer une plateforme LMS (Learning Management System) classique avec une intégration novatrice de l'intelligence artificielle. L'objectif principal est de fournir aux étudiants des outils efficaces pour réviser et se préparer aux examens.

La partie initiale du projet se concentre sur la création d'une plateforme LMS traditionnelle. Celle-ci offrira aux enseignants un espace pour créer, gérer et partager du contenu pédagogique, et permettra aux étudiants d'accéder à des cours, des ressources et

des activités d'apprentissage.

L'élément révolutionnaire de notre plateforme réside dans l'intégration de l'intelligence artificielle. Grâce à cette technologie avancée, notre système sera capable de générer automatiquement des tests pour chaque chapitre et des examens complets pour chaque cours. En analysant l'ensemble des chapitres disponibles, l'IA sera en mesure de créer des évaluations adaptatives, offrant ainsi une expérience d'apprentissage personnalisée et efficace.

Cette combinaison de technologie LMS classique et d'intelligence artificielle ouvrira de nouvelles possibilités dans le domaine de l'éducation. Nous croyons fermement que cette approche révolutionnaire contribuera à améliorer l'accessibilité et la qualité de l'apprentissage pour tous les étudiants.

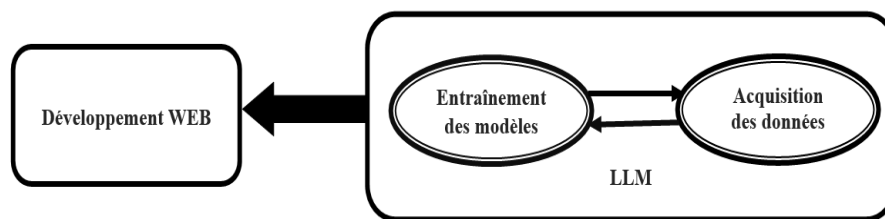


FIGURE 1.2 – Les phases pour réaliser notre projet

1. Développement Web :

Notre équipe se concentrera sur le développement de la plateforme LMS traditionnelle. Nous utiliserons des langages de programmation et des technologies web modernes pour créer une interface conviviale et intuitive à la fois pour les enseignants et les étudiants. L'objectif principal sera de permettre aux enseignants de créer, gérer et partager du contenu pédagogique facilement, tout en offrant aux étudiants un accès fluide à des cours, des ressources et des activités d'apprentissage.

2. Entraînement des Modèles :

Notre attention se portera sur l'entraînement des modèles d'intelligence artificielle. Nous utiliserons des techniques d'apprentissage automatique et de traitement du langage naturel pour analyser les données pédagogiques disponibles et entraîner nos modèles à générer automatiquement des tests et des examens adaptatifs. L'objectif sera d'optimiser

les performances des modèles afin qu'ils puissent fournir des évaluations précises et personnalisées pour chaque chapitre et chaque cours.

3. Acquisition des Données :

Nous nous attaquerons à l'acquisition des données nécessaires pour alimenter nos modèles d'intelligence artificielle. Cela impliquera la collecte d'un large éventail de ressources éducatives, telles que des livres, des articles, des cours en ligne, etc. Nous utiliserons également des données générées par les utilisateurs de la plateforme LMS pour améliorer la pertinence et la qualité des évaluations générées par nos modèles. L'objectif sera de garantir que nos modèles sont formés sur des données diversifiées et représentatives pour offrir une expérience d'apprentissage efficace et inclusive.

1.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons d'abord présenté l'organisme d'accueil ainsi que le cadre du stage de fin d'études. Ensuite, nous avons procédé à une étude et une critique du système de gestion existant. Face aux défaillances constatées dans le système actuel, nous avons proposé le développement d'une application de gestion intelligente et connectée, basée sur l'internet des objets (IoT) et des capteurs intelligents. Une étude conceptuelle détaillée de la solution à adopter sera abordée dans le chapitre suivant.

2

Analyse des besoins et de conception de l'application web

2.1 Introduction

Ce chapitre comprend l'analyse des besoins et la conception d'un projet LMS (Learning Management System) sont des étapes fondamentales dans son développement. Elles visent à comprendre les attentes des utilisateurs et à définir les fonctionnalités essentielles du système. Cette phase initiale et cruciale pour garantir que LMS répond efficacement aux exigences spécifiques tout en assurant sa viabilité technique.

2.2 Présentation de l'UML

L'Unified Modeling Language (UML) est un langage de modélisation visuel et standardisé utilisé dans le domaine du développement logiciel et de la conception orientée objet.

Il a été conçu pour faciliter la représentation, la communication et la documentation des systèmes logiciels complexes. L'UML offre une notation graphique intuitive permettant aux développeurs, architectes et analystes de modéliser efficacement les différents aspects d'un projet. L'objectif principal de l'UML est de fournir un langage commun et compréhensible par tous les acteurs d'un projet logiciel, favorisant ainsi une communication claire et une meilleure compréhension des concepts et des L'UML propose une variété de diagrammes pour représenter les différents points de vue d'un système, y compris les diagrammes de classes, les diagrammes de cas d'utilisation, les diagrammes de séquences, les diagrammes d'état-transition, les diagrammes d'activité et bien d'autres. Chaque type de diagramme se concentre sur un aspect spécifique du système et permet d'exprimer les relations, les comportements et les interactions entre les entités. Les diagrammes UML sont regroupés en trois catégories principales : 1. Les diagrammes structurels : Ils visent à représenter l'aspect statique d'un système en identifiant les objets, leurs attributs, leurs opérations et les relations qui les lient. Les principaux diagrammes structurels sont le diagramme de classes, le diagramme d'objet, le diagramme de composant, le diagramme de déploiement, le diagramme de paquetage et le diagramme de structure composite. 2. Les diagrammes de comportement : Ils permettent de décrire les résultats attendus par les utilisateurs. Les trois principaux diagrammes de comportement sont le diagramme des cas d'utilisation, le diagramme d'état-transition et le diagramme d'activités. 3. Les diagrammes d'interaction ou diagrammes dynamiques : Ils regroupent le diagramme de séquence, le diagramme de communication, le diagramme global d'interaction et le diagramme de temps. Ces diagrammes capturent les interactions dynamiques entre les objets du système. Choix d'UML UML se distingue des autres méthodes orientées objet par sa capacité à répondre pleinement aux besoins de conception des entreprises. Il offre une approche complète grâce à une variété de diagrammes pour représenter visuellement les différents aspects d'un projet logiciel. De plus, UML facilite le suivi des décisions prises tout au long du processus de développement, garantissant une documentation claire et une meilleure compréhension du système. En résumé, UML est un outil puissant et adaptable, essentiel pour la conception réussie de solutions logicielles.

2.3 Analyse des besoins

1. Identificateurs des acteurs :

Acteur Rôle Administration L'administrateur de la plateforme LMS, il a le pouvoir de gérer les utilisateurs (les enseignants et les étudiants), ainsi que les cours et les statistiques associées. Enseignant L'enseignant dans la plateforme lui permet d'ajouter ou de supprimer des étudiants, de créer et de supprimer des cours, des examens et des QCM, ainsi que de consulter les statistiques relatives aux performances des étudiants. Etudiant L'étudiant sur la plateforme lui donne accès à la liste des cours, lui permet de consulter le contenu des cours et de passer les examens ainsi que les QCM.

2. Les besoins fonctionnels :

1. La gestion des utilisateurs : permettant un contrôle précis sur l'accès et les autorisations, la gestion des utilisateurs dans le système LMS inclut des fonctionnalités telles que l'inscription, l'authentification et la gestion des profils pour l'enseignants, les étudiants et les administrateurs.

2. La gestion de cours : permettant aux enseignants de créer des programmes dynamiques, la gestion des cours dans le LMS implique la création, la modification et la suppression de cours. Les étudiants peuvent consulter la liste des cours et lire chaque cours, avec chaque cours comprenant plusieurs chapitres.

3. Suivi des progrès et Evaluations : permettant le suivi des progrès et des évaluations, la système LMS inclut l'enregistrement des activités d'apprentissage, le suivi des progrès des utilisateurs et la passation d'examens et de quiz.

4. Rapports et Analyses : permettant l'évaluation des performances et des tendances, le système LMS offre la possibilité de générer des rapports sur les performances des utilisateurs, des statistiques sur l'utilisation du système et des analyses des tendances d'apprentissage.

5. Gestion des Événements et Calendrier : incluant la publication des événements (cours, sessions, examens), la synchronisation avec les calendriers personnels des utilisateurs, ainsi que la gestion des dates limites et des échéances.

3. Les besoins non fonctionnels :

1. Performance et Evolutivité : l'application est marquée par son temps de réponse, le chargement des pages, l'ouverture des interfaces ainsi que le délai de rafraîchissement.

2. Sécurité et confidentialité : englobant la protection des données utilisateur ainsi que la contrôle d'accès et la gestion des identités.

3. Fiabilité et Disponibilité : permettant une expérience utilisateur stable, avec des temps moyens entre les pannes et de récupération adaptés, ainsi que des sauvegardes efficaces, les interruptions sont minimisées.

2.4 Conception du projet

2.4.1 Identifications des acteurs et des cas d'utilisations

Cas d'utilisation				Acteurs
Gérer les utilisateurs Gérer le compte				Administrateurs
Créer un compte	Gérer le compte	Gérer les cours	Gérer les tests	Enseignants
Créer un compte	Gérer le compte	Passer un test		Etudiants

TABLE 2.1 –

2.4.2 Diagramme de cas d'utilisation globale

2.4.3 Raffinement des cas d'utilisations

3.3.1. Cas d'utilisation : Gérer un cours :

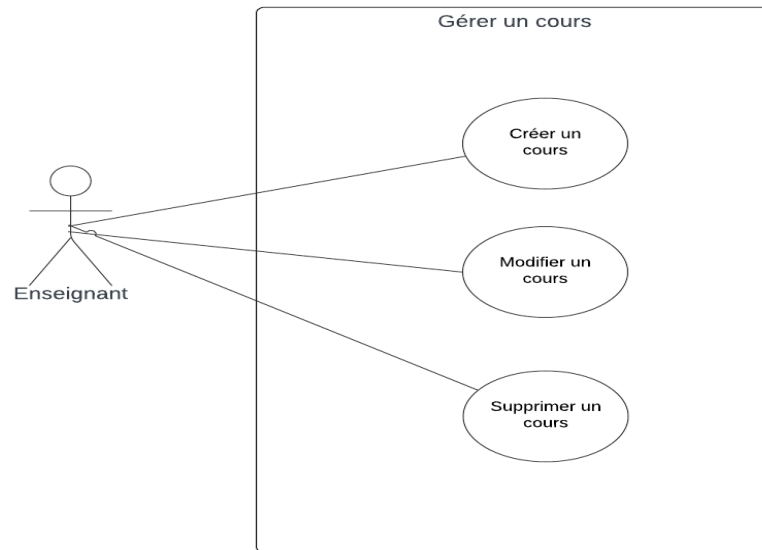


FIGURE 2.1 – Gérer un cours

3.3.2. Cas d'utilisation : Gérer un test :



FIGURE 2.2 – Gérer un test

2.5 Conclusion

3

CHAPITRE 3

3.1 Introduction

3.2 Conclusion

Conclusion générale et perspectives

Nous avons proposé dans ce travail

Bibliographie

- [1] J. Mariani. Analyse, synthèse et codage de la parole. Traitement automatique du langage parlé 1. Hermès Science Publications, 2002.
- [2] D. O’Shaughnessy. Speech communication : human and machine. Addison-Wesley Publishing Company, 1987.
- [3] A. Spanias. Speech coding : A tutorial review. Proceedings of IEEE, vol. 82, no.10, pp. 1541-1582, October 1994.
- [4] G. Madre. Application de la transformée en nombres entiers à l’étude et au développement d’un codeur de parole pour transmission sur réseaux IP. Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Octobre 2004.
- [5] G. Fant. Acoustic Theory of Speech Production. The Hague- Paris, Mouton, 1960, 2nd ed., 1970.
- [6] O. Hersent, D. Gurle, J. P. Petit. La voix sur IP : Déploiement des architectures VoIP, IMS et TIPSAN. Protocoles SIP 3GPP et IETF, H.323, MGCP. Dunod, Paris, 2006.
- [7]

Résumé

Le but de cette thèse est de mettre en évidence l'intérêt de la théorie des frames, en particulier les frames d'ondelettes dans le codage des signaux de la parole et de concevoir un codeur de parole à débit fixe basé sur cette théorie. Cette thèse est composée de trois parties. Dans la première partie, nous présentons les propriétés importantes de la théorie des frames d'ondelettes vis-à-vis du codage de la parole, ainsi que sa connexion avec les bancs de filtres sur-échantillonnés. Dans la deuxième partie, nous étudions les performances des représentations temps-fréquence qui en découlent ; la transformation en framelettes et la transformation en paquet de framelettes dans la reconstruction et le codage de la parole. Les expériences ont montré que la transformation en paquet de framelettes est idéale pour réaliser un codeur de parole performant, notamment son aspect temps-fréquence permet de tenir compte des propriétés psychoacoustiques du système auditif humain. Dans la troisième partie, l'implémentation des différentes tâches d'un codeur de parole à débit fixe en bande téléphonique est présentée. En vue d'une comparaison, nous avons aussi implémenté un codeur par transformation en paquet d'ondelettes. Nous montrons que la transformation en paquet de framelettes est particulièrement efficace. En effet, une très bonne qualité de la parole codée peut être obtenue avec un débit de 4 kbits/s, alors qu'il faut un débit de 24 kbits/s pour obtenir la même qualité avec la transformation de paquet d'ondelettes. Nous montrons également que l'intégration du masquage fréquentiel permet d'améliorer légèrement la qualité perçue des signaux codés. L'avantage principal de cette technique de codage réside dans les fameuses propriétés de la théorie des frames : reconstruction parfaite et stable et une forte résistance au bruit de quantification.

Mots-clés

Banc de filtres sur-échantillonné, codage de la parole, codage par transformée, frame d'ondelettes, psychoacoustiques, transformation en paquet de framelettes, transformation en framelettes, quantification optimale.

Abstract

The goal of this thesis is to demonstrate the interest of frames theory, especially wavelet frames in speech coding and to develop a speech coder at fixed bit rate based on this theory. This thesis comprises three parts. In the first part, we present the major properties of the wavelet frames theory concerning speech coding, as well as his connection with oversampled filter banks. In the second part, we study the performance of time-frequency representations derived from wavelet frame ; the framelet transform and the framelet packet transform ; in speech reconstruction and coding. Experiments have shown that the framelets packet transform is suitable for the design a powerful speech coder, in particular their time-frequency aspects allows to take into account the psychoacoustic properties of the human auditory system. In the third part, the implementation of a narrow-band speech coder at fixed bit rate is presented. For a comparison, we have also implemented a speech coder based on wavelet packet transform. We show that the framelets packet transform is particularly effective. Indeed, a good quality of coded speech can be obtained with a bit rate of 4 kbits/s, whereas it must a bit rate of 24 kbit /s to obtain the same quality with the wavelet packet transform. We also show that the integration of frequency masking allows to slightly improving the perceived quality of the coded signals. The main advantage of this coding technique lies in the famous properties of frames theory : perfect and stable reconstruction and a strong resilience to quantization noise.

Mots-clés

Tight frame oversampled filter bank, speech coding, transform coding, wavelet frame, psychoacoustic, framelet packet transform, framelet transform, optimal quantization.