

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Ecole Nationale Polytechnique
Département d'Electronique



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique

End-of-studies project dissertation in partial fulfilment of the
requirements for the State Engineer Degree in Electronics

Blind Speech Separation: Algorithm Improvement and Implementation
using Raspberry Pi with UMA-8-SP Mic Array Testbed

Realized by:

Lynda *BERRAH*
Nacira *MENDJEL*

Under the supervision of:

Pr. Adel *BELOUHRANI*
Dr. Soufiane *TEBACHE*

Publicly presented and defended on June 30th, 2022

Composition of the Jury:

President	Mr. Sid-Ahmed <i>BERRANI</i>	PhD.	ENP
Examiner	Mr. Abdelouahab <i>BOUDJELLAL</i>	PhD.	EMP
Supervisor	Mr. Adel <i>BELOUHRANI</i>	Prof.	ENP
Supervisor	Mr. Soufiane <i>TEBACHE</i>	PhD.	LDCCP/ENP
Guest member	Mr. Kamel <i>REMILI</i>	Magister	
Guest member	Mr. Karim <i>ABED-MERAIM</i>	Prof.	Polytech Orléans

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Ecole Nationale Polytechnique
Département d'Electronique



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique

End-of-studies project dissertation in partial fulfilment of the
requirements for the State Engineer Degree in Electronics

Blind Speech Separation: Algorithm Improvement and Implementation
using Raspberry Pi with UMA-8-SP Mic Array Testbed

Realized by:

Lynda *BERRAH*
Nacira *MENDJEL*

Under the supervision of:

Pr. Adel *BELOUHRANI*
Dr. Soufiane *TEBACHE*

Publicly presented and defended on June 30th, 2022

Composition of the Jury:

President	Mr. Sid-Ahmed <i>BERRANI</i>	PhD.	ENP
Examiner	Mr. Abdelouahab <i>BOUDJELLAL</i>	PhD.	EMP
Supervisor	Mr. Adel <i>BELOUHRANI</i>	Prof.	ENP
Supervisor	Mr. Soufiane <i>TEBACHE</i>	PhD.	LDCCP/ENP
Guest member	Mr. Kamel <i>REMILI</i>	Magister	
Guest member	Mr. Karim <i>ABED-MERAIM</i>	Prof.	Polytech Orléans

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Ecole Nationale Polytechnique
Département d'Electronique



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique

Mémoire de Projet de Fin d'Etudes en vue de l'obtention du diplôme
d'Ingénieur d'Etat en Electronique

Séparation Aveugle de Signaux Vocaux : Amélioration de l'Algorithme et
Implémentation à l'aide d'un Raspberry Pi et d'un Réseau de Capteurs
UMA-8-SP

Réalisé par :

Lynda *BERRAH*
Nacira *MENDJEL*

Sous la direction de :

Pr. Adel *BELOUHRANI*
Dr. Soufiane *TEBACHE*

Présenté et soutenu publiquement le: 30/06/2022

Composition du Jury:

Président	M. Sid-Ahmed <i>BERRANI</i>	Docteur	ENP
Examineur	M. Abdelouahab <i>BOUDJELLAL</i>	Docteur	EMP
Promoteur	M. Adel <i>BELOUHRANI</i>	Professeur	ENP
Promoteur	M. Soufiane <i>TEBACHE</i>	Docteur	LDCCP/ENP
Invité	M. Kamel <i>REMILI</i>	Magistère	
Invité	M. Karim <i>ABED-MERAIM</i>	Professeur	Polytech Orléans

ملخص

في العالم الحقيقي ، لا تسجل الميكروفونات إشارة الكلام المستهدفة فحسب ، بل تسجل أيضا المصادر الأخرى ، والتأثيرات الصوتية للغرفة ، وضوضاء الخلفية. ومن ثم ، فإن استخراج الكلام المستهدف من الخلطات الصاخبة أمر مرغوب فيه للغاية للعديد من التطبيقات. يهدف هذا العمل إلى المعالجة الأعمى للكلام . أولاً ، قمنا بدراسة ومقارنة ثلاث خوارزميات: IVA و Fast IVA و ILRMA. بعد ذلك ، عملنا على تحسين أداء هذه الخوارزميات باستخدام عمليتين مختلفتين: تقليل الضوضاء الصوتية ومعادلة SIMO. تظهر النتائج تحسناً كبيراً في الأداء. أخيراً ، تم تنفيذ الفصل على نظام مضمن واختباره. الكلمات الرئيسية: فصل الكلام الأعمى ، IVA ، Fast IVA ، ILRMA ، SIMO معادلة وتقليل الضوضاء والأنظمة المدمجة.

Résumé

Dans un environnement réel, les microphones n'enregistrent pas seulement le signal de parole cible mais aussi d'autres sources indésirables, les effets acoustiques de la pièce et le bruit de fond. Par conséquent, extraire le signal cible à partir de mélanges convolutifs bruyants est hautement souhaitable pour de nombreuses applications. Ce travail a pour but de traiter la séparation aveugle des signaux parole. Tout d'abord, nous avons étudié et comparé trois algorithmes de séparation aveugle de sources: IVA, Fast IVA, et ILRMA. Ensuite, nous avons travaillé sur l'amélioration des performances de ces algorithmes en utilisant deux post-traitements différents : le débruitage et l'égalisation SIMO. Les résultats montrent une amélioration significative des performances. Enfin, le schéma de séparation sélectionné a été implémenté sur système embarqué et testé sur des signaux réels.

Mots clés: Séparation aveugle de parole, IVA, Fast IVA, ILRMA, égalisation SIMO, débruitage et système embarqué.

Abstract

In a real-world environment, microphones record not only the target speech signal but also other available sources, the room acoustic effects, and background noise. Hence, extracting target speech from noisy convolutive mixtures is highly desirable for many applications. This work aims to address the convolutive blind source separation of speech signals. First, we studied and compared three frequency-domain blind speech separation algorithms: IVA, Fast IVA, and ILRMA. Then, we worked on improving the performances of these algorithms using two different post-processings: speech denoising and SIMO equalization. The results demonstrate a significant improvement in performance. Finally, the selected separation scheme was implemented on an embedded system and tested on real-world signals.

Keywords: Blind Speech Separation, IVA, Fast IVA, ILRMA, SIMO equalization, denoising and embedded systems.

Confidentiel