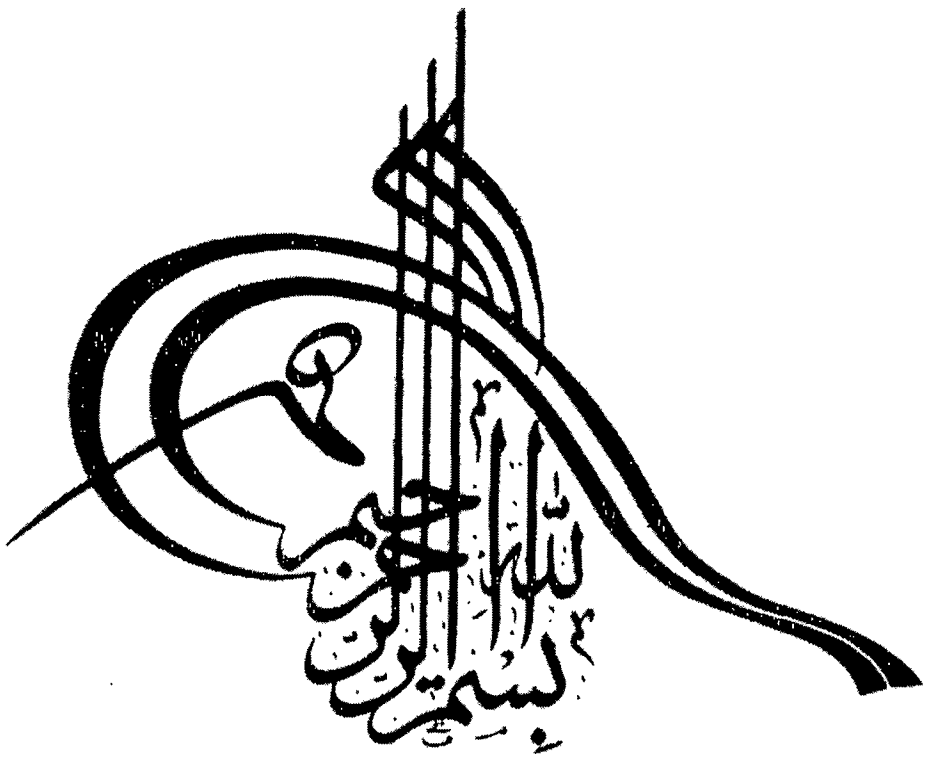


١١٣٤٨٧

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
گروه مهندسی برق- مخابرات

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برق و مخابرات

عنوان

حذف کور نویز کانولوتیو با استفاده از تبدیل ویولت

استاد راهنما

دکتر محمدعلی طینتی

استاد مشاور

دکتر بهزاد مظفری تازه‌کند

پژوهشگر

محمود خدادادی

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

۱۳۸۸/۳/۲۱

اسفند ۱۳۸۷

۱۱۳۴۸۷

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
گروه مهندسی برق- مخابرات

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برق و مخابرات

عنوان

حذف کور نویز کانولوتیو با استفاده از تبدیل ویولت

استاد راهنما

دکتر محمدعلی طینتی

استاد مشاور

دکتر بهزاد مظفری تازه‌کند

پژوهشگر

محمود خدادادی

اسفند ۱۳۸۷

این پایان‌نامه طی قرارداد شمارهٔ ۵۰۰/۲۰۶۰۹/ت مورخ ۸۶/۱۲/۲۸ از طرف مرکز تحقیقات مخابرات ایران مورد حمایت مالی قرار گرفته است که بدینوسیله کمال قدردانی از حمایت مادی و معنوی مرکز تحقیقات ایران می‌نمائیم.

تقدیم به روان پاک پدرم و

وجود نازنین مادرم

تقدیر و تشکر:

پروردگار بزرگ را سپاس می گویم که موفقم گردانید تا در عرصهٔ علم و دانش، پله‌های سعادت را طی کنم و بی شک در این راه، بزرگوارانی خالصانه و دلسوزانه یاریم نمودند که قدردانی از آنان را بر خود واجب می دانم.

وجود پر مهر پدری دلسوز و فداکار که تمام هستی و جان خویش را فدای تربیت فرزندانی صالح و تحصیلکرده نمود و در این راه از هیچ کاری فروگذار نکرد و در نهایت با آرامش و افتخار، دار فانی را وداع گفت و من تا ابد، تمام هستی خویش را مدیون چنین پدری هستم.

مادر مهربانم که تمام زحمات زندگی بر دوش او بوده و صبورانه مرا تحمل کرده و مشوق من در این راه بوده و هست. مادرم سپاسگزارم.

بهترین تشکراتم را تقدیم استاد گرانقدر و دلسوزم، جناب آقای دکتر محمد علی طینتی می نمایم که در طول این دورهٔ تحصیلی با صبر و حوصله یاریم نموده و همواره پشتیبان و راه‌گشایم بودند.

از استاد عزیز و مشاور دلسوزم، جناب آقای دکتر بهزاد مظفری به خاطر راهنمایی‌های مفید و ارزنده‌شان که به طور مستمر یاریم نمودند، کمال تشکر را می نمایم.

در نهایت از کلیهٔ دوستان عزیزم که در این راه صمیمانه یاریم کردند، تشکر نموده و از خداوند بزرگ برایشان آرزوی سلامتی و توفیق روزافزون را دارم.

نام خانوادگی دانشجو: خدادادی **نام:** محمود

عنوان پایان‌نامه: حذف کور نویز کانولوتیو با استفاده از تبدیل ویولت

استاد راهنما: دکتر محمدعلی طینتی **استاد مشاور:** دکتر بهزاد مظفری تازه‌کند

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** مهندسی برق **گرایش:** مخابرات-سیستم
دانشگاه: تبریز **دانشکده:** مهندسی برق وکامپیوتر
تاریخ فارغ‌التحصیلی: ۱۳۸۷/۱۲/۳ **تعداد صفحات:** ۹۶
واژه‌نامه: تبدیل ویولت، ترکیبات کانولوتیو، جداسازی کور منبع، نویز کانولوتیو

چکیده: بهبود کیفیت سیگنال صحبت از جمله حذف نویز، برای سیستم‌هایی نظیر سیستم‌های مخابراتی و سیستم‌های تشخیص صحبت امری ضروری است. با توجه به وجود اجتناب ناپذیر نویز در سیستم‌ها و کاهش قابل توجه کارایی این سیستم‌ها و کیفیت سیگنال‌ها، حذف یا کاهش نویز از جمله مسائل مهم و اساسی در پردازش سیگنال‌ها می‌باشد. روش‌های متنوع و مختلفی برای حذف نویز ارائه شده است که بسته به نوع نویز، دارای خواص و کاربردهای مختلف می‌باشند. در مبحث ترکیب سیگنال‌های صحبت، نویز کانولوتیو را می‌توان به عنوان سیگنالی فرض نمود که به همراه تأخیر یافته‌های زمانی خود با سایر سیگنال‌ها ترکیب می شود، بنابراین روش‌های جداسازی کور منبع برای ترکیبات کانولوتیو، می‌تواند برای جدا کردن و حذف نویز کانولوتیو مورد استفاده قرار گیرد، لذا بخش عمدهٔ پایان نامه به مبحث جداسازی کور منبع اختصاص دارد. روش‌های جدیدی با استفاده از تبدیل ویولت ارائه می‌گردد و در نهایت کارایی این روش‌ها توسط نتایج به دست آمده برای سیگنال‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد.

فهرست مطالب

فصل اول ۱- مقدمه..... ۱

فصل دوم ۲- بررسی منابع..... ۶

فصل سوم ۳- مبانی و روش‌ها..... ۱۴

۳-۱- انواع نویز..... ۱۵

۳-۱-۱- تفریق میانگین کپسترال (CMS)..... ۱۸

۳-۱-۲- روش راستا..... ۱۸

۳-۲- جداسازی کور منبع..... ۲۰

۳-۲-۱- جداسازی کور ترکیبات لحظه‌ای و کانولوتیو..... ۲۱

۳-۲-۲- توصیف نحوهٔ ترکیب..... ۲۱

۳-۲-۲-۱- سیستم تک ورودی تک خروجی (SISO)..... ۲۱

۳-۲-۲-۲- سیستم تک ورودی چند خروجی (SIMO)..... ۲۲

۳-۲-۲-۳- سیستم چند ورودی چند خروجی (MIMO)..... ۲۳

۳-۳- ترکیبات لحظه‌ای..... ۲۴

۳-۳-۱- آنالیز جزء مستقل (ICA)..... ۲۵

۳-۳-۱-۱- فرضیات BSS و ICA..... ۲۸

۳-۳-۱-۲- ابهامات BSS..... ۲۹

۳-۳-۱-۳- پیش پردازش‌های لازم برای ICA..... ۳۰

۳-۳-۲- الگوریتم‌های ICA..... ۳۳

۳-۳-۲-۱- الگوریتم‌های ناهمبسته سازی غیرخطی..... ۳۳

۳-۳-۲-۲- الگوریتم ICA سریع..... ۳۴
۳-۳-۲-۳- ویژگی‌های الگوریتم Fixed-point ICA..... ۳۶
۳-۳-۳- روش‌های مبتنی بر ناهمبسته کردن..... ۳۷
۳-۳-۳-۱- قطری سازی توأم ماتریس همبستگی به روش حداقل مربعات (LS)..... ۳۸
۳-۴- جداسازی کور ترکیبات کانولوتیو..... ۳۹
۳-۴-۱- جداسازی کور ترکیبات کانولوتیو در حوزهٔ زمان..... ۴۱
۳-۴-۲- جداسازی کور ترکیبات کانولوتیو در حوزهٔ فرکانس..... ۴۱
۳-۴-۳- فرمولاسیون ترکیبات کانولوتیو..... ۴۲
۳-۴-۴- مرحلهٔ STFT و معکوس STFT (ISTFT) ۴۳
۳-۴-۵- ICA برای مقادیر مختلط..... ۴۵
۳-۴-۵-۱- Fixed-point ICA برای اعداد مختلط..... ۴۵
۳-۴-۶- قطری سازی توأم به روش حداقل مربعات..... ۴۷
۳-۴-۷- قطری سازی تقریبی توأمِ ماتریسهای ویژه (JADE)..... ۴۸
۳-۵- ابهامات BSS در ترکیبات کانولوتیو..... ۵۰
۳-۵-۱- ابهام جایگشت..... ۵۱
۳-۵-۱-۱- روش‌های مبتنی بر سیگنال‌های جدا شده..... ۵۲
۳-۵-۱-۲- روش‌های مبتنی بر فیلترهای جداسازی..... ۵۵
۳-۵-۲- ابهام مقیاس..... ۵۹
۳-۶- تبدیل ویولت..... ۶۰
۳-۶-۱- توابع پایه..... ۶۱
۳-۶-۲- مروری بر تبدیل فوریه..... ۶۱

۳-۶-۳- تبدیل فوریهٔ پنجره بندی شده (WFT).....۶۲
۳-۶-۴- تبدیل فوریه در مقایسه با تبدیل ویولت.....۶۲
۳-۶-۵- تبدیل ویولت پیوسته (CWT) ۶۴
۳-۶-۶- تبدیل ویولت گسسته (DWT) ۶۵
۳-۶-۷- بسته‌های ویولت.....۶۶
۳-۷- روش پیشنهادی اول: جداسازی کور ترکیبات کانولوتیو با استفاده از بسته‌های ویولت.....۶۷
۳-۸- روش پیشنهادی دوم: بهبود کارایی روش DOA برای رفع مشکل جایگشت در ترکیبات کانولوتیو.....۷۳
فصل چهارم ۴- نتایج و بحث.....۷۹
۴-۱- شبیه‌سازی‌های انجام یافته برای روش پیشنهادی اول: جداسازی کور ترکیبات کانولوتیو با استفاده از بسته‌های ویولت.....۸۰
۴-۲- شبیه‌سازی‌های انجام یافته برای روش پیشنهادی دوم: بهبود کارایی روش DOA برای رفع مشکل جایگشت در ترکیبات کانولوتیو.....۸۶
نتیجه‌گیری و پیشنهادات.....۹۱
مراجع.....۹۳

فهرست شکل‌ها

شکل (۱-۱) مسئله مهمانی چای، صحبت افراد مختلف و ترکیب این سیگنال‌ها در میکروفون‌ها.....۳

شکل (۳-۱) مدل کلی محیط.....۱۶

شکل (۳-۲) فیلتر RASTA ۱۹

شکل (۳-۳) روش RASTA.....۲۰

شکل (۳-۴) سیستم تک وُرودی تک خروجی که در آن یک منبع و یک میکروفون وجود دارد.....۲۲

شکل (۳-۵) سیستم تک ورودی چند خروجی که در آن یک منبع و چند میکروفون وجود دارد.....۲۳

شکل (۳-۶) سیستم چند ورودی چند خروجی که در آن چندین منبع و چندین میکروفون وجود دارد.....۲۴

شکل (۳-۷) فرآیند ترکیب و جداسازی.....۲۵

شکل (۳-۸) توزیع توأم سیگنال‌های مشاهدهٔ سفید نشده.....۳۱

شکل (۳-۹) توزیع توأم سیگنال‌های مشاهده پس از سفید کردن.....۳۲

شکل (۳-۱۰) توزیع توأم سیگنال‌های اصلی یا اجزای مستقل.....۳۲

شکل (۳-۱۱) ترکیب واقعی دو سیگنال صحبت توسط دو میکروفون در یک اتاق.....۴۰

شکل (۳-۱۲) بلوک دیاگرام کلی BSS در حوزهٔ فرکانس برای ترکیبات کانولوتیو.....۴۴

شکل (۳-۱۳) مقایسهٔ پوش سیگنال‌های جدا شده در هر فرکانس و حل مشکل جایگشت.....۵۳

شکل (۳-۱۴) پوش‌های دو سیگنال جدا شده در فرکانس‌های مختلف.....۵۴

شکل (۳-۱۵) DPهای به دست آمده در فرکانس ۱۷۵۰Hz با زوایای Null ۱۰۹° و ۱۵۶° برای دو سیگنال منبع.....۵۷

شکل (۳-۱۶) DPهای به دست آمده در فرکانس ۲۹۶ Hz، که در آن جهت‌های Null به درستی به وجود نیامده است.....۵۹

شکل (۳-۱۷) تبدیل فوریهٔ پنجره بندی شده با رزولوشن یکسان در تمامی صفحهٔ زمان- فرکانس..... ۶۳

شکل (۳-۱۸) صفحهٔ زمان- فرکانس (مقیاس) برای توابع پایهٔ ویولت Doubechies..... ۶۳

شکل (۳-۱۹) تجزیهٔ تابع *f(t)* به وسیلهٔ فیلترهای پایین گذر و بالاگذر..... ۶۶

شکل (۳-۲۰) درخت تجزیهٔ *f(t)* به بسته‌های ویولت برای سطح تجزیهٔ $L=2$..... ۶۷

شکل (۳-۲۱) روش پیشنهادی اول..... ۶۹

شکل (۳-۲۲) نمودار scatter مربوط به قسمت حقیقی (a) سیگنال ترکیب، (b) سیگنال حاصل از جداسازی bin فرکانسی، (c) الی (f) سیگنال‌های حاصل از جداسازی بسته‌های ویولت برای سطح تجزیهٔ $L=۲$ ۷۰

شکل (۳-۲۳) روش پیشنهادی دوم..... ۷۵

شکل (۳-۲۴) مرتب سازی سیگنال‌های جدا شدهٔ حاصل از bin فرکانسی به وسیلهٔ سیگنال‌های جدا شدهٔ حاصل از بستهٔ ویولت مربوطاش با محاسبهٔ همبستگی..... ۷۷

شکل (۴-۱) سیگنال‌های منبع..... ۸۱

شکل (۴-۲) سیگنال‌های ترکیب..... ۸۱

شکل (۴-۳) اتاق مجازی برای ترکیب سیگنال‌های منبع..... ۸۱

شکل (۴-۴) مقادیر آنتروپی برای سیگنال‌های جدا شده در هر bin فرکانسی و سیگنال‌های جدا شده توسط بستهٔ ویولت با بالاترین آنتروپی..... ۸۲

شکل (۴-۵) بزرگنمایی قسمتی از شکل (۴-۴)..... ۸۲

شکل (۴-۶) سیگنال‌های جدا شده، (a) با استفاده از روش متعارف JADE، (b) الی (d) روش پیشنهادی به ترتیب برای سطوح تجزیهٔ $L=۱$، $L=۲$ و $L=۳$..... ۸۴

شکل (۴-۷) شرایط اتاق و نحوهٔ ترکیب سیگنال‌ها..... ۸۶

شکل (۴-۸) جهت‌های Null به دست آمده توسط روش متعارف DOA..... ۸۷

شکل (۴-۹) جهت‌های Null به دست آمده توسط روش پیشنهادی..... ۸۷

شکل (۴-۱۰) (a) سیگنال منبع اول، (b) سیگنال جدا شده با استفاده از روش متعارف DOA، (c) سیگنال جدا شده با

استفاده از روش پیشنهادی.....۸۸

شکل (۴-۱۱) (a) سیگنال منبع دوم، (b) سیگنال جدا شده با استفاده از روش متعارف DOA، (c) سیگنال جدا شده با استفاده از روش پیشنهادی.....۸۸

فهرست جداول

جدول (۳-۱) انواع نویز..... ۱۷

جدول (۳-۲) مقادیر آنتروپی لگاریتم انرژی مربوط به سیگنال‌های شکل (۳-۲۲)..... ۷۱

جدول (۴-۱) SIR سیگنال‌های جداشده..... ۸۴

جدول (۴-۲) مقادیر استفاده شده در شبیه‌سازی‌ها..... ۸۵

جدول (۴-۳) SIR سیگنال‌های جداشده..... ۸۵

جدول (۴-۴) زمان لازم برای جداسازی (بر حسب ثانیه)..... ۸۶

جدول (۴-۵) مقادیر استفاده شده در شبیه‌سازی‌ها..... ۹۰

جدول (۴-۶) SIR متوسط برای سیگنال‌های جداشده..... ۹۰

فصل اول

مقدمه

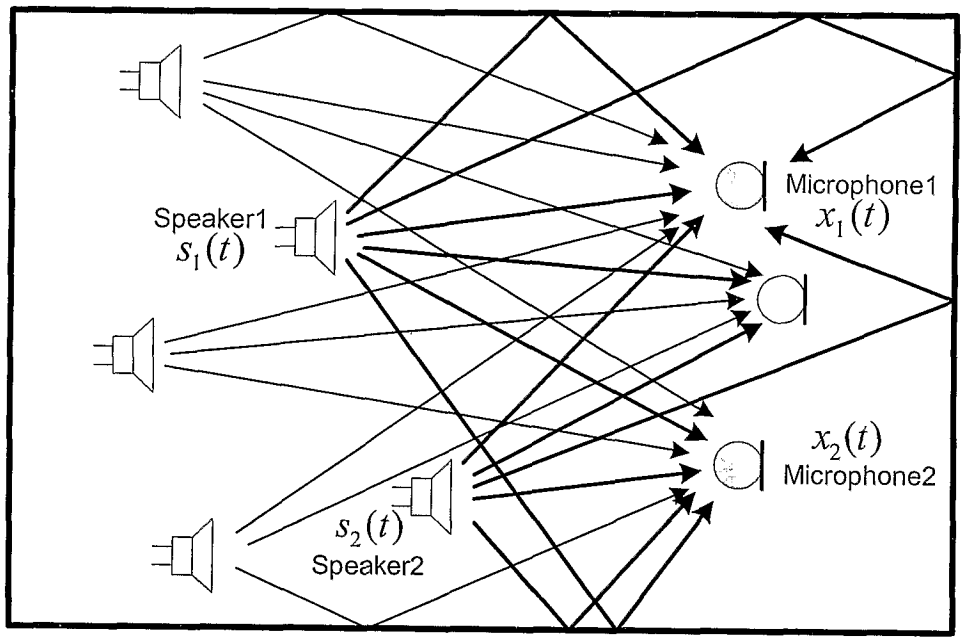
فصل اول

۱- مقدمه

در عمل، موارد متعددی در دنیای واقعی وجود دارد که با ترکیب سیگنال‌های مستقل مواجه می‌شویم، مانند مسئله مهمانی چای[1] که در آن افراد مختلف هم زمان در حال صحبت می‌باشند. بنابراین جداسازی کور منبع[2] نقش اساسی و مهم در موارد بسیاری نظیر مخابرات بی‌سیم[3]، تشخیص گفتار[4]، کاربردهای پزشکی و غیره را دارا می‌باشد و کاربرد آن در زمینه‌های مختلف به سرعت رو به افزایش است. مسئله مهمانی چای به عنوان محرک اصلی برای تحقیقات متعدد در زمینهٔ جداسازی منابع می‌باشد. شکل (۱-۱) مسئله مهمانی چای را نشان می‌دهد که در آن افراد مختلف در حال صحبت می‌باشند و ترکیبی از این سیگنال‌های مستقل در هر کدام از میکروفون‌ها، به دست می‌آید.

با توجه به وجود اجتناب ناپذیر نویز در سیستم‌ها و کاهش قابل توجه کارایی این سیستم‌ها و کیفیت سیگنال‌ها، حذف یا کاهش نویز از جمله مسائل مهم و اصلی در پردازش سیگنال‌ها می‌باشد. روش‌های متنوع و مختلفی برای حذف نویز ارائه شده است که بسته به نوع نویز و جمع شونده[5] یا کانولوتیو[6] بودن آن، دارای خواص و کاربردهای مختلف می‌باشند. در مبحث ترکیب سیگنال‌های صحبت، نویز کانولوتیو را می‌توان به عنوان سیگنالی فرض نمود که به همراه تأخیر یافته‌های زمانی[7] خود با سایر سیگنال‌ها ترکیب می‌شود، بنابراین روش‌های جداسازی منبع برای ترکیبات کانولوتیو

[1] Cocktail Party Problem
[2] Blind source separation
[3] Wireless communication
[4] Speech recognition
[5] Additive
[6] Convolutive
[7] Time delay



شکل(۱-۱) مسئله مهمانی چای، صحبت افراد مختلف و ترکیب این سیگنال‌ها در میکروفون‌ها

می‌تواند برای جدا کردن و حذف نویز کانولوتیو مورد استفاده قرار گیرد.

جداسازی کور منبع روشی برای جدا کردن و بازیابی سیگنال‌های اصلی از سیگنال‌های ترکیب است و به عنوان تکنیکی مهم در پردازش سیگنال[1] حدود دو دهه است که مورد توجه قرار گرفته است. واژهٔ کور، بدین معناست که هیچ گونه اطلاعاتی نسبت به سیگنال‌های اصلی و سیستم ترکیب در دست نمی‌باشد، گرچه در عمل همیشه با حالت نیمه کور[2] مواجه هستیم، چون همیشه فرض‌های ضعیفی[3] روی سیگنال‌ها و فرآیند ترکیب خواهیم داشت.

تحقیقات مختلف در زمینهٔ جداسازی کور منبع، منجر به ایجاد دسته‌ای از روش‌ها و الگوریتم‌ها

[1] Signal processing
[2] Semi-blind
[3] Weak assumptions

مانند آنالیز جزء مستقل (ICA)[1] شده است که ابزار مناسبی برای جداسازی می‌باشد [۱]. در مبحث جداسازی کور منبع با دو حالت مواجه هستیم:

۱. جداسازی ترکیبات لحظه‌ای[2]

۲. جداسازی ترکیبات کانولوتیو[3]

تفاوت اصلی بین این دو مورد در نحوهٔ ترکیب سیگنال‌ها می‌باشد، به گونه‌ای که اگر سیگنال‌های اصلی بدون تأخیر زمانی با هم ترکیب شوند، یعنی ماتریس ترکیب یک ماتریس اسکالر باشد، با حالت ترکیب لحظه‌ای مواجه خواهیم بود. ترکیبات کانولوتیو و جداسازی آن، حالت بسط یافتهٔ ترکیبات لحظه‌ای است که در آن تأخیر یافتهٔ زمانی سیگنال‌ها نیز در ترکیب نقش دارند، بنابراین ماتریس ترکیب آنها در حوزهٔ فرکانس یک ماتریس مختلط خواهد بود، یعنی در عمل سیگنال‌ها به وسیلهٔ فیلترهایی که طول آن بستگی به محیط دارد، با هم ترکیب می‌شوند.

در ترکیبات کانولوتیو، با مسئلهٔ جایگشت[4] و مسئلهٔ مقیاس[5] در حوزهٔ فرکانس مواجه می‌شویم، روش‌های مختلفی برای حل این دو مشکل ارائه شده است که به بررسی برخی از این روش‌ها خواهیم پرداخت.

در این پایان نامه به بررسی ترکیبات لحظه‌ای و ترکیبات کانولوتیو خواهیم پرداخت، گرچه تأکید اصلی روی ترکیبات کانولوتیو خواهد بود و انواع روش‌ها به همراه روش پیشنهادی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

در فصل دوم پایان نامه، منابع مختلف در رابطه با حذف نویز و جداسازی کور منبع مورد بررسی

---

[1] Independent Component Analysis
[2] Instantaneous mixtures
[3] Convolutive mixtures
[4] Permutation problem
[5] Scaling problem

قرار می‌گیرد. در فصل سوم ابتدا به بررسی انواع نویز و برخی روش‌های متداول برای حذف نویز و سپس به مسئلهٔ جداسازی کور منبع در مورد ترکیبات لحظه‌ای می‌پردازیم و انواع روش‌ها و الگوریتم‌های ارائه شده مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس ترکیبات کانولوتیو و تفاوت‌های آن با ترکیبات لحظه‌ای و انواع روش‌ها و الگوریتم‌ها برای جداسازی این گونه ترکیبات مورد بررسی قرار می‌گیرد و در نهایت مروری بر تبدیل ویولت[1] و کاربردهای آن خواهیم داشت و روش پیشنهادی با استفاده از تبدیل ویولت و کاربرد آن روی الگوریتم‌های مختلف جداسازی مانند ICA مورد بررسی قرار می‌گیرد و نتایج عملی برای سیگنال‌های ترکیب ارائه می‌شود.

[1] Wavelet transform

فصل دوم

بررسی منابع