به نام خداوند بخشایندهٔ مهربان...

دانشگاه پیام نور

دانشکده فنی و مهندسی

گروه علمی مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات و ارتباطات

بهسازی گفتار با تبدیل موجک و منطق فازی

تهیه و تنظیم:

الهام حرّی نجف آبادی

استاد راهنما:

دکتر سعید آیت

استاد مشاور:

دکتر رضا عسکری مقدم

پایان نامه:

برای دریافت کارشناسی ارشد در رشتهٔ مهندسی کامپیوتر(نرم افزار)

اسفند ۱۳۸۹

تقدیم به تمام کسانی که لذت دانستن و آموختن را می جویند.

با سپاس و تشکر فراوان از کلیهٔ اساتید محترم، و کلیهٔ کسانی که مرا در این امر یاری نمودند. همچنین از استاد گرامی جناب آقای دکترسعید آیت به پاس راهنمایی‌های بی‌دریغ و مفیدشان قدردانی و تشکر می‌کنم.

فهرست مطالب

فصل ۱ : مقدمه ۱

۱-۱ بهره گیری از تبدیل موجک و منطق فازی در پردازش سیگنال گفتار ۱

۱-۲ تاریخچه استفاده از تبدیل موجک و منطق فازی در پردازش و بهسازی سیگنال گفتار ۲

۱-۳ سابقه و ضرورت تحقیق ٤

۱-٤ هدف ٥

۱-٥ نوآوری ٥

۱-٦ ساختار پایان نامه ٦

فصل ۲ : پردازش سیگنال گفتار و بهسازی سیگنال گفتار ۷

۲-۱ مقدمه ۷

۲-۲ سیگنال های گسسته و پیوسته ۷

۲-۳ پارامترهای قابل اندازه گیری یک سیگنال ۸

۲-۳-۱ میانگین سیگنال ۸

۲-۳-۲ انرژی سیگنال ۹

۲-٤ تبدیل سیگنال ۹

۲-٤-۱ تبدیل جابجایی – زمان ۹

۲-٤-۲ تبدیل تغییر مقیاس زمانی ۱۰

۲-٤-۳ ترکیب تبدیل جابجایی زمانی و تغییر مقیاس زمانی ۱۰

۲-٥ پردازش سیگنال گفتار ۱۰

۲-٥-۱ پنجره بندی سیگنال گفتار ۱۱

۲-٥-۲ اطلاعات زمان و فرکانس سیگنال ۱۳

۲-٦ پارامترهای مهم در تحلیل گفتار ۱۳

۲-٦-۱ انرژی، تعداد عبور از صفر و نرخ سیگنال به نویز ١٤
۲-٦-۲ ضرایب پیشگویی خطی یا LPC ١٥
۲-٦-۳ آنالیز کپسترال ١٦
۲-٦-٤ تشخیص گفتار از سکوت ١٦
۲-٦-٥ فرکانس گام گفتار ١٨
۲-۷ بهسازی گفتار ١٨
۲-۷-۱ نویز و انواع آن ١٩
۲-۷-۲ روش های بهسازی گفتار ٢٠
۲-۷-۳ تفریق طیفی ٢١
۲-۷-٤ استفاده از فیلتر وینر یا کالمن ٢١
۲-۷-٥ استفاده از فیلتر وفقی ٢٢
۲-۷-٦ استفاده از مدل های آماری ٢٢
۲-۷-۷ تبدیل موجک ٢٣
۲-۸ ارزیابی سیگنال بهسازی شده ٢٤
۲-۸-۱ روش های ارزیابی کمی ٢٥
۲-۸-۲ روش های ارزیابی کیفی ٢٥
فصل۳ : تبدیل موجک ٢٧
۳-۱ مقدمه ٢٧
۳-۲ تبدیل فوریه ٢٧
۳-۳ تبدیل فوریهٔ زمان کوتاه(STFT) ٣١
۳-٤ تبدیل موجک ٣٣
۳-٤-۱ تبدیل موجک پیوسته (CWT) ٣٥

۳-٤-۲ تبدیل موجک گسسته (DWT) ۳۷
۳-٤-۳ بانک های فیلتر ۳۷
۳-٤-٤ بازسازی سیگنال ۳۹
۳-٤-٥ خانواده های موجک ٤۱
۳-٤-٦ آستانه گذاری در تبدیل موجک ٤۲
فصل ٤ : منطق و استنتاج فازی ٤۳
٤-۱ مقدمه ٤۳
٤-۲ مجموعه های فازی در مقابل ریاضیات کلاسیک ٤۳
٤-۳ عملیات پایه روی مجموعه های فازی ٤٦
٤-۳-۱ اصل توسعه ٤۷
٤-٤ نمایش اعداد فازی ٤۹
٤-٤-۱ جمع اعداد فازی ٥۰
٤-٤-۲ تفریق اعداد فازی ٥۱
٤-٤-۳ ضرب اعداد فازی ٥۲
٤-٤-٤ تقسیم اعداد فازی ٥۲
٤-٥ روابط در یک سیستم فازی ٥۳
٤-٥-۱ ترکیب روابط فازی ٥٥
٤-٥-۱-۱ ترکیب بیشینه - کمینه ٥٥
٤-٦ قوانین فازی یا توصیف های زبانی ٥۷
٤-٦-۱ قیاس استثنایی تعمیم یافته(GMP) ٥۹
٤-۷ سیستم های استنتاج فازی ٦۱
٤-۸ خوشه بندی فازی ٦۳٦۳

٤-٨-١ تفسیر خوشه بندی ٦٣٦٣
٤-٨-٢ مقیاس دهی، وزن دهی و متغیرها ٦٥
٤-٨-٢-١ متغیرهای فاصله ای ٦٦
٤-٨-٢-٢ متغیرهای باینری ٦٦
٤-٨-٢-٣ متغیرهای اسمی ٦٧
٤-٨-٢-٤ متغیرهای ترتیبی ٦٨
٤-٨-٢-٥ متغیرهای نسبی ٦٨
٤-٨-٣ انواع خوشه بندی ٦٨
٤-٨-٣-١ روش های مبتنی بر گراف ٦٩
٤-٨-٣-٢ روش های سلسله مراتبی ٦٩
٤-٨-٣-٢-١ الگوریتم AGNES ٦٩
٤-٨-٣-٢-٢ الگوریتم DIANA ٧١
٤-٨-٣-٣ روش های مبتنی بر هدف ٧٢
٤-٨-٣-٣-١ الگوریتم c-means ٧٤
٤-٨-٣-٣-٢ الگوریتم c-medoids ٧٥
٤-٨-٤ روش های خوشه بندی فازی ٧٦
٤-٨-٤-١ الگوریتم FCM ٧٦
فصل ٥ : استفاده از منطق فازی و تبدیل موجک در بهسازی سیگنال گفتار ٧٨
٥-١ مقدمه ٧٨
٥-٢ بهسازی سیگنال گفتار با پیشنهاد یک آستانه گذار سخت فازی ٨٠
٥-٢-١ روش های بدست آوردن مقدار آستانه ٨١
٥-٢-٢ انواع الگوریتم آستانه گذاری ٨٣

۵-۲-۳ انتخاب سیستم استنتاج فازی مناسب ۸٤
۵-۲-٤ پیاده سازی سیستم آستانه گذاری پیشنهادی ۸۵
۵-۲-٤-۱ فازی سازی ورودی ها و خروجی ها ۸۵
۵-۲-٤-۲ تدوین قوانین سیستم استنتاج فازی ۸٦
۵-۲-٤-۳ تعیین روش دلالت و غیرفازی سازی ۸۷
۵-۲-٤-٤ استفاده از آستانه گذار سخت فازی برای نمونه هایی از سیگنال ۸۸
۵-۲-۵ میزان بهبود سیگنال با آستانه گذار سخت فازی پیشنهادی ۹۲
۵-۳ انتخاب موجک مناسب در تجزیهٔ سیگنال گفتار ۹۵
۵-۳-۱ آوا و واج ۹۵
۵-۳-۲ انتخاب موجک مناسب ۹٦
۵-۳-۳ استفاده از خوشه بندی برای تعیین بیشترین شباهت ها ۱۰۰
فصل ٦ : نتیجه گیری و پیشنهادها ۱۰۲
٦-۱ نتیجه گیری ۱۰۲
٦-۲ پیشنهادها ۱۰٤
پیوست ۱: ۱۰٦
منابع ۱۰۷
واژه نامه انگلیسی به فارسی ۱۱۱
واژه نامه فارسی به انگلیسی ۱۱۳

فهرست جداول

جدول (٤-١) ١ جدول عدم تشابه متغیرهای باینری ٦٧
جدول (٥-١) ٢ مقایسهٔ میزان بهبود سیگنال به نویز در روش آستانه گذار سخت فازی در مقایسه با روش آستانهگذار سخت ٩٣
جدول (٥-٢) ٣ واجهای صدادار به همراه نمونهٔ سیگنال جداشده ٩٦
جدول (٥-٣) ٤ موجک های مورد استفاده ٩٨
جدول (٥-٤) ٥ مقادیر شباهت برای واج اَ ٩٨
جدول (٥-٥) ٦ مقادیر شباهت برای واج اِ ٩٩
جدول (٥-٦) ٧ مقادیر شباهت برای واج اُ ٩٩
جدول (٥-٧) ٨ مقادیر شباهت برای واج های آ، او، ای ١٠٠
جدول (٥-٨) ٩ ماتریس داده ها ١٠١
جدول (٥-٩) ١٠ ماتریس عضویت قطعی ١٠١

فهرست اشکال

شکل (۲-۱) ۱ ساختار پنجرهٔ هنینگ ۱۲

شکل (۲-۲) ۲ ساختار پنجرهٔ همینگ ۱۲

شکل (۳-۱) ۳ نمایش یک سیگنال ایستان ۲۸

شکل (۳-۲) ٤ نمایش سیگنال ناایستان ۲۸

شکل (۳-۳) ٥ الف) نمودار سیگنال ایستان در حوزهٔ زمان ب) تبدیل فوریه سیگنال ۲۹

شکل (۳-٤) ٦ الف) نمودار سیگنال ناایستان در حوزهٔ زمان ب) تبدیل فوریه سیگنال ۳۰

شکل (۳-٥) ۷ اعمال STFT بر سیگنال ۳۲

شکل (۳-٦) ۸ پنجره سازی موجک روی سیگنال ۳۳

شکل (۳-۷) ۹ مقایسهٔ سیگنال سینوسی و موجک ۳٤

شکل (۳-۸) ۱۰ تغییرات مقیاس در موجک ۳٦

شکل (۳-۹) ۱۱ تجزیهٔ سیگنال به تقریبها و جزئیات سیگنال با استفاده از فیلتر ۳۸

شکل (۳-۱۰) ۱۲ الف) تجزیهٔ سیگنال همراه با نمونه کاهی ب)تجزیهٔ سیگنال بدون نمونه کاهی ۳۸

شکل (۳-۱۱) ۱۳ نمایش ضرایب تقریب و جزئیات در یک سیگنال نویزی ۳۹

شکل (۳-۱۲) ۱٤ بازسازی یک سیگنال تجزیه شده ٤۰

شکل (۳-۱۳) ۱٥ تجزیهٔ چند لایه ای ٤۱

شکل (۳-۱٤) ۱٦ خانواده های موجک ٤۱

شکل (٤-۱) ۱۷ نمایش یک مجموعهٔ قطعی ٤٥

شکل (٤-۲) ۱۸ نمایش یک مجموعهٔ فازی ٤٥

شکل (٤-۳) ۱۹ اشتراک دو مجموعهٔ فازی ٤٦

شکل (٤-٤) ۲۰ اجتماع دو مجموعهٔ فازی ٤۷

شکل (٤-٥) ۲۱ نمایش توابع عضویت تعریف شده ٤۹

شکل (٤-٦) ۲۲ پارامتری کردن یک عدد فازی با استفاده از a ٤۹

شکل (٤-۷) ۲۳ نمایش یک سیستم فازی ٥٤

شکل (٤-۸) ۲٤ نمایش روابط فازی بصورت گراف جهت دار ٥٤

شکل (٤-۹) ۲٥ نمایش درجهٔ حرارت با استفاده از تابع عضویت فازی ٦۰

شکل (٤-۱۰) ۲٦ نمایش درجهٔ حرارت با استفاده از تابع عضویت برای متغیر$t=٥.۲$ درجه ٦۱

شکل (٤-١١) ٢٨ نمایش اتصال تکی برای بیان فاصلهٔ بین دو خوشه ٧٠
شکل (٤-١٢) ٢٩ نمایش اتصال کامل برای بیان فاصلهٔ بین دو خوشه ٧٠
شکل (٤-١٣) ٣٠ نمایش اتصال متوسط برای بیان فاصلهٔ بین دو خوشه ٧١
شکل (٥-١) ٣١ حذف نویز با استفاده از آستانه گذاری در حوزه موجک ٨٠
شکل (٥-٢) ٣٢ آستانه گذاری سخت روی سیگنال ٨٤
شکل (٥-٣) ٣٣ نمایش ورودی ها و خروجیهای سیستم آستانه گذار فازی ٨٥
شکل (٥-٤) ٣٤ اعمال آستانه گذار سخت فازی بر سیگنال نویزی ٨٨
شکل (٥-٥) ٣٥ پیاده سازی قوانین در سیستم آستانه گذار سخت فازی ٨٨
شکل (٥-٦) ٣٦ نمایش یک نمونه ورودی ضریب سیگنال s=٠/٠٩ ..... ٨٩
شکل (٥-٧) ٣٧ نمایش یک خروجی فازی به عنوان آستانه برای s=٠/٠٩ ..... ٩٠
شکل (٥-٨) ٣٨ نمایش یک نمونه ورودی ضریب سیگنال s=٠/٢٣ ..... ٩٠
شکل (٥-٩) ٣٩ نمایش خروجی فازی برای ورودی s=٠/٢٣ ..... ٩١
شکل (٥-١٠) ٤٠ نمایش ورودی فازی برای ضریب سیگنال s= -٠/٢١ ..... ٩١
شکل (٥-١١) ٤١ نمایش خروجی فازی برای ورودی s= -٠/٢١ ..... ٩٢
شکل (٥-١٢) ٤٢ نمایش ضریب جزئیات سطح ٣ و اعمال آستانه گذار سخت و آستانه گذار سخت فازی ٩٤
شکل (٥-١٣) ٤٣ ضریب تقریب و ضریب جزئیات حاصل از تجزیه سیگنال واج آ با استفاده از موجک Coif٣ ..... ٩٧

چکیده

امروزه نیاز به اطلاعات دقیق و مختصر حاصل از یک پردازش مناسب روی سیگنال گفتار در بسیاری از کاربردهای صوت مشهود است. در پردازش سیگنال گفتار، یکی از مشکلات اساسی که با آن روبرو هستیم، نویزهای موجود در محیط یا رسانه است که سیگنال را تغییر می‌دهد و دراین شرایط ممکن است نتوانیم اطلاعات مورد نیاز را از سیگنال استخراج کنیم. بنابراین همواره شاهد روند روبه رشد روش‌های نویززدایی از سیگنال می‌باشیم. نویز با سیگنال ترکیب می‌شود و بر ویژگی‌های آن تاثیر می‌گذارد. هدف از حذف نویز، کاهش اثرات مخرب آن بر سیگنال است به‌گونه‌ای که سیگنال حاصل، بیشترین شباهت را با سیگنال اصلی داشته باشد و اثرات نویز کمینه شود. در روش پیشنهادی، در این پایان نامه برای حذف نویز از دو مفهوم منطق فازی و تبدیل موجک بهره بردیم.

تبدیل موجک در بسیاری از موارد در پردازش سیگنال و کاربردهای مرتبط با آن بکار گرفته می‌شود. برای بهسازی سیگنال گفتار با استفاده از تبدیل موجک می‌توان از توابع آستانه‌گذار بهره برد. در روش معمول بهسازی با آستانه‌گذاری ضرایب موجک، مقدار آستانه بطور یکنواخت بر روی تمام مقادیر سیگنال اعمال می‌شود که این امر باعث تغییر ناگهانی مقادیر نزدیک به آستانه و ایجاد اعوجاج در سیگنال می‌شود. در این پایان‌نامه سعی شده تا با بهره گیری از استنتاج فازی، آستانه‌گذاری فازی ارائه شود که حذف نویز را با کیفیت بهتری انجام دهد و معایب روش‌های آستانه‌گذار دیگر را مرتفع کند و سیگنال حاصل علاوه بر بهبود کمی، از نظر ارزیابی شنیداری نیز رضایت بخش باشد. بهره‌گیری از منطق فازی با توجه به نوع مدل‌سازی مقادیر غیرقطعی و تقریبی، می‌تواند در نویززدایی سیگنال بطور موثر بکار گرفته شود. منطق فازی با پذیرفتن تقریب در داده‌ها، در بسیاری موارد رفتار مناسبتری را ارائه می‌دهد.

از دیگر دستاوردهای این تحقیق ارائه روشی برای تعیین موجک مناسب برای آواهای گفتاریست که در ترکیب با خوشه‌بندی فازی برای انتخاب مناسب‌ترین موجک برای پردازش سیگنال مربوط به واج‌های صدادار در زبان فارسی، استفاده شده است.

واژه های کلیدی: بهسازی گفتاری، آستانه گذاری ضرایب موجک، توابع آستانه گذار، آستانه گذار سخت و نرم، منطق فازی.

فصل ۱ : مقدمه

با گسترش سیستم‌های محاوره ای و میل روز افزون بشر به استفاده از سیستم‌های با کاربری آسان، شاهد رشد چشمگیر سیستم‌های مبتنی بر گفتار می باشیم و این رشد همواره باعث بهبود شرایط زیستن برای انسان گردیده است. با بررسی این روند مشاهده می‌کنید که در واقع آنچه در این راستا مهم و چشمگیر است جایگزینی نتایج این تلاش‌ها به جای ناتوانی‌های انسان و بهبود شرایط زیستی می‌باشد. علاوه بر این با رشد دهکده جهانی و گسترش نیازهای محاوره‌ای در این حیطه، مشاهده می‌کنیم که بهبود روش‌های پردازش سیگنال گفتار در جای خود، پراهمیت گردیده است. در این میان سیگنال‌های مزاحم در محیط، لزوم بهسازی گفتار[۱] را برجسته نموده است. یکی از مباحث مهم در پردازش سیگنال، حذف یا کاهش نویز است. ارزیابی سیگنال بهسازی شده از هر دو منظر کمی و کیفی اهمیت دارد.

هدف از بهسازی گفتار، تلاش برای بهبود عملکرد سیستم‌های ارتباط گفتاری در محیط‌هایی است که سیگنال تحت تاثیر نویز قرار می‌گیرد.

۱-۱ بهره گیری از تبدیل موجک و منطق فازی در پردازش سیگنال گفتار

پردازش سیگنال گفتار آلوده به نویز در سیستم‌های انتقال صوت نیز از اهمیت خاص خود برخوردار می باشد و یکی از محورهای کاربردی در صنعت محسوب می گردد. سیگنال گفتار سیگنالی ناایستان[۲] است و بخاطر ماهیتش همواره با مشکل نویزهای ترکیب شونده در محیط مواجه می‌باشیم[۱۵]. همچنین درحین انتقال ممکن است سیگنال گفتار آلوده به نویز بازدهی سیستم انتقال صوت را تاحد زیادی پایین بیاورد. با وجود ناایستان بودن گفتار ما نمی‌توانیم با بهره‌گیری از تبدیل‌هایی چون تبدیل فوریه[۳] سیگنال گفتار را تحلیل کنیم. تبدیل موجک[٤] ابزار قدرتمندی در تحلیل سیگنال گفتار محسوب می‌شود. در نویز زدایی گفتار آلوده به نویز، هدف این است که سیگنال بازسازی شده تاحد امکان به سیگنال اصلی مشابه بوده و درعین حال خواص اصلی سیگنال حفظ شود[٤]. این هدف را بااستفاده از توابع آستانه گذار در

---

[۱] Speech Enhancement
[۲] Non-Stationary
[۳] Fourier Transform
[٤] Wavelet Transform

حوزه موجک دنبال کردیم. درمقادیر استخراج شده از یک سیگنال گفتار نمی توان ارزیابی صد در صدی از مقادیر داشت ومنطق کلاسیک ریاضی، حالت‌های انتخاب محدودی دارد. اما در منطق فازی[۱] عملکرد مناسب‌تری برای کار با این مقادیر وجود دارد و به نوعی نیاز به استفاده از منطق فازی به‌منظور هر چه نزدیک کردن مفاهیم با استدلال فازی به دنیای واقعی در این میان ملموس است که هدف این تحقیق بهره وری از قابلیت‌های این منطق در این حیطه می‌باشد. همچنین برای انتخاب یک موجک مناسب برای تجزیه واج‌های صدادار عملکرد چند موجک را بررسی نمودیم.

۱-۲ تاریخچه استفاده از تبدیل موجک و منطق فازی در پردازش و بهسازی سیگنال گفتار

سوالی که مطرح می‌شود این است که چرا از تبدیل موجک برای بهسازی سیگنال گفتار بهره می-بریم؟ برای پاسخگویی مناسب به این سوال ابتدا باید با تبدیل فوریه آشنا شویم. تبدیل فوریه در پردازش سیگنال بسیار پرکاربرد می باشد. تبدیل فوریه که برای اولین بار در دهه سوم قرن ۱۹ میلادی توسط فوریه ارائه شد، فقط در حوزه فرکانس سیگنال را تحلیل می کند با توجه به اینکه در این تبدیل، پنجره فرکانسی در حوزه فرکانس، بی نهایت می‌باشد، اطلاعات فرکانسی سیگنال را بطور کامل در اختیار قرار می دهد. با کمک تبدیل فوریه می توان وجود یا عدم وجود یک مولفه فرکانسی معین را در سیگنال تعیین نمود[۱]. اما تبدیل فوریه زمان وقوع آن مولفه فرکانسی را معلوم نمی‌کند و بعلاوه دقت لازم در جداسازی مولفه‌های فرکانسی نزدیک به هم در سیگنال مورد پردازش را ندارد. موجک‌ها در مقایسه با تبدیل فوریه و تبدیل فوریه سریع[۲] با یک مکان‌یابی زمان- فرکانس، اطلاعات بیشتری را از تابع ارائه می‌کنند[٦]. بر مبنای خانواده‌هایی از موجک‌ها، الگوریتم‌های متفاوتی طراحی شده است که قابلیت‌های محاسباتی بهتری نسبت به تبدیل فوریه فراهم می‌کند.

در سال ۱۹٦۵ برای اولین بار، مایر تبدیل موجک را برای پردازش سیگنال بکار برد. تبدیل موجک، تعمیم یافته تبدیل فوریه زمان کوتاه[۳] است و حوزه فرکانس - زمان را بطور یکنواخت اما منظم پنجره‌بندی میکند و نشان داده خواهد شد که مولفه‌های فرکانسی نزدیک به هم را بخوبی تفکیک می‌کند. اما در

[۱] Fuzzy Logic
[۲] Fast Fourier Transform
[۳] Short Time Fourier Transform

تبدیل موجک، اندازه پنجره ها یکسان نیست و اجازه می‌دهد تا از فاصله زمانی متفاوت استفاده کنیم پنجره های با اندازهٔ بزرگتر برای جاهایی که ما دقت بیشتری را در اطلاعات فرکانس پایین می خواهیم و پنجره های کوچکتر برای جاهایی که ما اطلاعات فرکانس بالا می‌خواهیم[٦].

با موجک می‌توانیم آنالیز محلی انجام دهیم و یک ناحیه محلی خاص از یک سیگنال بزرگ را تحلیل کنیم. در تبدیل موجک برای هر محدوده فرکانسی و متناسب با آن، یک پنجره زمانی وجود دارد که حاصل‌ضرب این دو محدوده بر طبق اصل عدم قطعیت ثابت است و بر اساس این موضوع دقت تشخیص برای تمام دامنه تغییرات فرکانسی مناسب می باشد. در صورتی که در تبدیل فوریه برای هر دامنه فرکانس پنجره زمانی بی نهایت داریم و در تبدیل فوریه زمان کوتاه نیز برای هر دامنه تغییرات فرکانس پنجره زمانی ثابت داریم که در هر دو روش دقت تفکیک فرکانسی پایین است[٢٦].

روش‌های پرکاربرد استفاده شده در پردازش گفتار و حذف نویز عبارتند از: روش تفریق طیفی[1]، استفاده از فیلتر وینر[2] و فیلتر کالمن، روش فیلتر وفقی، بهره‌گیری از شبکه های عصبی[3] و تبدیل موجک که در موارد متعدد برای پردازش سیگنال گفتار استفاده شده‌اند. در فصل اول در مورد این روش‌ها صحبت شده است.

از جمله کاربردهایی که برای پردازش سیگنال با استفاده از تبدیل موجک بطور موفق استفاده شده است، طبقه‌بندی سیگنال‌های شنیداری با استفاده از موجک می‌باشد[۹] و[۱۷]. هدف از این کاربرد بر مبنای نیاز به پردازش‌های مختلف بر روی سیگنال‌های متفاوت می‌باشد. همچنین از تبدیل موجک برای استخراج بردار ویژگی سیگنال استفاده می‌شود. این بردار ویژگی‌ها شامل ویژگی‌های ضرایب در هر زیر باند از تبدیل موجک گسسته می‌باشند روش ارائه شده در این شیوه ها بر اساس ضرایب تبدیل موجک گسسته برای تحلیل و طبقه بندی سیگنال‌ها است[۱۰].

[1] Spectral subtraction
[2] wiener Filter
[3] Neural Network

در مواردی برای استخراج نقاط تکین سیگنال، از منطق فازی استفاده می‌شود که بر این اساس می‌تواند کارآمد باشد[۳۰]. بطور کلی نمایش یک سیگنال نویزی همواره دارای ابهام و عدم قطعیت است و برای کنار آمدن با این ابهام از تئوری فازی بطور موثر می توان بهره برد[۱٤].

در موارد مرتبط با حذف نویز از روش کاهش ضرایب موجک[۱] دونوهو[۲] و جانسون[۳] و کار با آستانه‌ها به تکرار بهره برده می‌شود. آستانه‌گذاری همواره با حذف بخشی از اطلاعات روبروست. در روش ارائه شده توسط دونوهو و جانسون ابتدا آستانه‌ای سراسری محاسبه می‌شود و سپس بر روی ضرایب تبدیل موجک عمل آستانه‌گذاری انجام می‌شود. بدین معنی که ضرایب کوچک‌تر از آستانه، صفر شده و ضرایب بزرگتر نیز طبق قانون آستانه‌گذاری تغییر می‌کنند[۳].

۱-۳ سابقه و ضرورت تحقیق

قانون آستانه‌گذاری در روش‌های پایه ارائه شده توسط دونوهو آستانه‌گذار سخت[٤] یا نرم[٥] است. در آستانه‌گذار سخت، ضرایب با اندازهٔ بزرگ‌تر از آستانه، بدون تغییر باقی می‌مانند ولی در آستانه‌گذار نرم از اندازهٔ ضرایب بزرگ‌تر از آستانه به مقدار آستانه کاسته می‌شود. در این میان دو زمینه تحقیق مطرح است. اولین زمینه تعیین سطح آستانه بهینه است. در این مورد روش‌های متفاوتی ارائه شده است[۳]. دومین مسئله الگوریتم اعمال آستانه به ضرایب می‌باشد.

حذف نویز مبتنی بر تبدیل موجک بر اساس خواص اولیهٔ این تبدیل استوار است. یکی از این خواص، خاصیت فشرده سازی انرژی سیگنال است. این خاصیت بیان می کند که عمده انرژی سیگنال تنها در چند ضریب از ضرایب موجک متمرکز بوده و بقیهٔ ضرایب عمدتا دارای انرژی ناچیزی هستند. این درحالیست که انرژی نویز در بین تمام ضرایب در حوزهٔ موجک گسترده است. لذا با انتخاب آستانهٔ مناسب، می‌توان اکثریت نویز را حذف کرد در حالیکه ویژگی‌های مهم سیگنال باقی بماند. دومین زمینه

---

[۱] Wavelet Shrinkage
[۲] Donoho
[۳] Johnstone
[٤] Hard Thresholding
[٥] Soft Thresholding

توسعهٔ روش‌های حذف نویز با استفاده از موجک، شامل بررسی اثر آستانه‌گذاری‌های مختلف است. هر کدام از آستانه‌گذارهای سخت و نرم که در روش پیشنهادی دونوهو استفاده شده‌اند، دارای مزایا و معایبی هستند[۳۹]. در این تحقیق با توجه به این معایب به دنبال آستانه‌گذار متناسب با رفتار سیستم هستیم.

۱-٤ هدف

هدف از این پایان نامه، بررسی اجمالی روش‌های بهسازی سیگنال گفتار و نقاط قوت و ضعف آنهاست. در نهایت با بهره‌گیری از مفاهیم استدلال فازی و تبدیل موجک برای پردازش سیگنال گفتار و همچنین بهسازی سیگنال آلوده به نویز، روشی را ارائه نمودیم.

فرضیه‌هایی که در این پایان نامه منظور شده و مورد بررسی قرار گرفتند به شرح زیر می‌باشند:

سیگنال نویزی گفتار، آلوده به نویز سفید است.

نویز با سیگنال گفتار تمیز، بصورت جمع شونده ترکیب شده است.

استفاده از منطق فازی به دلیل سوابق قابل اعتماد، می‌تواند راندمان بهتری را در روش مورد مطالعه ارائه دهد.

۱-۵ نوآوری

ارائهٔ یک روش جدید برای آستانه‌گذاری روی مقادیر سیگنال نویزی، با توجه به مقادیر سیگنال در هر نقطه با بهره‌گیری از مفاهیم فازی و نتیجهٔ حاصل از آن مبین این مطلب می‌باشد که اصلاح الگوی رفتاری آستانه‌گذار سراسری در بهبود سیگنال، نقش مفیدی دارد.

در تعیین موجک مناسب برای تجزیهٔ سیگنال گفتار، در صورتیکه اقدام به تفکیک واج‌های گفتار کنیم، الگوهای کوچکتری در دست داریم که می‌توان با اعمال روش پیشنهادی در این تحقیق، نتیجهٔ حاصل از اعمال تبدیل موجک بر روی سیگنال را بهبود داد و موجک مناسب را برای تجزیهٔ سیگنال گفتار انتخاب نمود. چون این انتخاب در شرایط دور از نویز انجام می‌گردد، لذا در شرایط حضور نویز می‌توان از این نتایج استاندارد برای تجزیهٔ سیگنال بهره برد.

۱-٦ ساختار پایان نامه

این پایان نامه در ٦ فصل تدوین شده است. در فصل اول مقدمه‌ای در مورد بهسازی سیگنال گفتار، تاریخچه و اهمیت و هدف از انجام تحقیق، مطالبی بیان شده است.

در ادامه و در فصل دوم در مورد پردازش سیگنال و بهسازی سیگنال گفتار، پارامترهای سیگنال گفتار، نویزهای مخرب سیگنال و روش‌های بهسازی سیگنال گفتار در حد مورد نیاز صحبت شده است.

در فصل سوم به معرفی تبدیل موجک، ویژگی‌ها و کاربردها پرداخته و مطالبی در مورد تبدیل فوریه و تبدیل فوریهٔ زمان کوتاه و کاستی‌های آنها در پردازش سیگنال گفتار بیان شده است.

در فصل چهارم به معرفی و شرح منطق فازی و سیستم‌های فازی پرداخته شده است. همچنین در مورد عملگرهای فازی، قوانین فازی، خوشه‌بندی فازی و الگوریتم‌های خوشه‌بندی مختصر توضیح داده شده است.

در ادامه و در فصل پنجم در قسمت اول به شرح روش پیشنهادی برای ارائهٔ آستانه‌گذار سخت فازی با استفاده از تبدیل موجک و منطق فازی پرداخته و در قسمت دوم برای انتخاب موجک مناسب برای تجزیهٔ سیگنال گفتار، راهکاری ارائه شده است.

در پایان در فصل ششم به نتیجه حاصل از این تحقیق پرداختیم و پیشنهادهایی جهت تحقیقات آتی ارائه گردیده است.

فصل ۲ : پردازش سیگنال گفتار و بهسازی سیگنال گفتار

۲- ۱ مقدمه

از آنجایی که در این مبحث عملیات بهسازی با استفاده از تبدیل موجک و منطق فازی بر روی سیگنال گفتار انجام می‌شود، لذا در این فصل بطور مختصر و در حد نیاز به شرح پردازش سیگنال گفتار می‌پردازیم. در این فصل در مورد پارامترهای قابل اندازه‌گیری در یک سیگنال، تبدیل‌هایی که معمولا برای کاربردهای خاص روی سیگنال اعمال می‌شوند، پارامترهایی که در تحلیل گفتار مهم هستند، سکوت در گفتار و نحوهٔ تمایز آن از گفتار و روش‌های مورد استفاده در بهسازی گفتار وارزیابی این روش‌ها صحبت شده است. اغلب مطالب این فصل از منبع[۲۷] آورده شده است.

۲- ۲ سیگنال‌های گسسته و پیوسته

برای تحلیل و پردازش سیگنال‌ها، ابتدا باید آنها را از حوزهٔ دنیای واقعی به صورت ریاضی بیان کنیم. معمولا سیگنال‌ها را بصورت تابعی از زمان تعریف می کنیم. بنابراین سیگنال را بصورت تابعی از یک یا چند متغیر بیان می کنیم. در واقع سیگنال را بصورت یک تابع ریاضی در نظر می‌گیریم. تبدیلات ریاضی به سیگنال‌ها اعمال می شود تا اطلاعاتی از این سیگنال‌ها بدست آید که این اطلاعات براحتی از سیسگنال‌ها قابل بازیابی نیستند. سیگنالی که تحت تاثیر یک تبدیل قرار می گیرد، به صورت قابل تحلیل مبدل می شود.

سیگنال‌ها دو دستهٔ کلی هستند. سیگنال‌های گسسته در زمان و سیگنال‌های پیوسته در زمان. سیگنال-های گسسته تنها در زمان‌های گسسته تعریف شده‌اند و تنها در مقادیر گسسته متغیر مستقل تعریف می-شوند. در سیگنال‌های پیوسته در زمان، سیگنال در تمام مقادیر پیوسته‌ای که متغیر اختیار می کند تعریف می‌شود. این متغیر مستقل می تواند مکان، زمان یا طول و عرض جغرافیایی باشد. اما بطور معمول این متغیر، زمان می باشد.