

۲۱۶۰۶۶۷

مبانی پردازش سیگنال فراصوت

مؤلفان:

دکتر آزاده ظریف لم‌لویی

(هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز)

مهندس نیما کوچمشکی



NAGHOOS
PUBLICATION

سرسناسه	ظریف لولویی، آزاده، ۱۳۵۸ -
عنوان و نام پدیدآور	مبانی پردازش سیگنال فرا صوت / مولفان آزاده ظریف لولویی، نیما کوچمشکی.
مشخصات نشر	تهران: ناquos، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	ص: ۱۰۰: مصور
شابک	978-600-473-325-0: ۲۵۰,۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست‌نویسی	فیپا
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	پردازش سیگنال‌ها
موضوع	Signal processing
موضوع	امواج ماورای صوت
موضوع	Ultrasonic Waves
موضوع	امواج ماورای صوت - مصارف درمانی
موضوع	Ultrasonic Waves--Therapeutic
موضوع	امواج ماورای صوت - کاربردهای صنعتی
موضوع	Ultrasonic Waves--Industrial Application
شناسه افزوده	کوچمشکی، نیما، ۱۳۵۸ -
رده‌بندی کنفره	TK۵۱۰۲/۹
رده‌بندی یویی	۶۲۱/۳۸۲۲
شماره کتابشناسی ملی	۷۳۰۳۵۰



**NAGHOOS
PUBLICATION**

برای خرید Online به آدرس زیر مراجعه کنید:

www.naghoospress.ir

انتشارات ناquos

نام کتاب	: مبانی پردازش سیگنال فرا صوت
ناشر	: انتشارات ناquos
مولفان	: آزاده ظریف لولویی، نیما کوچمشکی
چاپ اول	: ۱۳۹۹
تیراژ	: ۱۰۰ جلد
چاپ و صحافی	: ناژو
ناظر چاپ	: یاسمن تجملی محدث
قیمت	: ۲۵۰,۰۰۰ ریال
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۴۷۳-۳۲۵-۰
ISBN	: 978-600-473-325-0

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است.
تکثیر تمامی یا قسمتی از این اثر به
صورت حروفچینی یا چاپ مجدد، چاپ
افست، پلی‌کپی، فتوکپی و انواع دیگر
چاپ ممنوع است و پیگرد قانونی دارد.

انتشارات ناquos

بلوار کشاورز - خیابان ۱۶ آذر - کوچه پارس - پلاک ۱۰

تلفاکس: ۶۶۳۷۸۹۵۱ - ۶۶۳۷۸۹۵۴

فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه	۱۳
۱.۱ امواج صوتی	۱۵
۱.۲ اهمیت سیگنال صوت	۱۶
۱.۳ جمع‌بندی	۱۷
فصل ۲: پردازش سیگنال‌های آنالوگ صوتی	۱۹
۲.۱ سیگنال‌ها- مهم پیوسته	۲۰
۲.۱.۱ سیگنال‌های سینوسی	۲۰
۲.۱.۲ سیگنال‌های متناوب	۲۲
۲.۲ پردازش سیگنال‌های آنالوگ	۲۵
۲.۲.۱ مدل پاسخ ضربه	۲۵
۲.۲.۲ مدل معادله دیفرانسیل	۲۸
۲.۳ جمع‌بندی	۳۰
فصل ۳: پردازش سیگنال‌های گسسته صوتی	۳۱
۳.۱ توصیف دیجیتالی سیگنال آنالوگ	۳۲
۳.۲ نمونه برداری	۳۳
۳.۲.۱ aliasing	۳۶
۳.۲.۲ نمونه‌برداری کاهشی و افزایشی	۳۷
۳.۲.۳ روش‌های بازنمونه‌برداری	۳۸
- باز نمونه‌برداری به روش درون‌یابی خطی	۳۸
- باز نمونه‌برداری به روش کاهشی-افزایشی	۳۹
۳.۳ کوانتیزه کردن	۳۹
۳.۴ سیگنال‌های دیجیتال پایه	۴۰

۴۰	۳.۴.۱ تابع ضربه واحد دیجیتال
۴۰	۳.۴.۲ تابع پله واحد دیجیتال
۴۰	۳.۴.۳ تابع نمایی دیجیتال
۴۱	۳.۴.۴ تابع دیجیتال متناوب
۴۱	۳.۵ سیستم‌های خطی نامتغیر با زمان دیجیتال
۴۲	۳.۵.۱ پاسخ ضربه سیستم خطی نامتغیر با زمان دیجیتال
۴۲	۳.۵.۲ پاسخ فرکانسی سیستم خطی نامتغیر با زمان دیجیتال
۴۳	۳.۵.۳ تبدیل Z
۴۳	۳.۵.۴ مدل بلوک سیستم LTI براساس معادله دیفرانسیل
۴۴	۳.۵.۵ مدارها و بلوک‌های عملی
۴۴	۳.۶ آنالیز فوریه سیستم‌های دیجیتال
۴۴	۳.۶.۱ سری فوریه سیگنال زمان گسسته
۴۶	۳.۶.۲ تبدیل فوریه زمان گسسته
۴۷	۳.۶.۳ DFT
۴۷	۳.۷ جمع‌بندی
۴۹	فصل ۴: امواج فراصوت
۴۹	۴.۱ سیگنال فراصوت و برخورد با اجسام
۵۰	۴.۱.۱ جذب و کاهش شدت امواج فراصوتی
۵۱	۴.۲ اهمیت امواج فراصوت
۵۳	۴.۲.۱ ویژگی‌های امواج فراصوت
۵۴	۴.۳ امواج فراصوت در طبیعت
۵۹	۴.۴ توسعه امواج فراصوت
۶۱	۴.۴.۱ مفاهیم فیزیکی فراصوت

۶۳	۴.۴.۲ موج آکوستیکی حجمی
۶۴	۴.۴.۳ موج آکوستیکی سطحی
۶۴	۴.۴.۴ مواد پیزوالکتریک
۶۵	۴.۴.۵ فراصوت با قدرت بالا
۶۵	۴.۴.۶ فراصوت پزشکی
۶۶	۴.۴.۷ آکوستیک نوری
۶۶	۴.۵ مبدل فراصوت
۶۷	۴.۵.۱ اثر پیزوالکتریک مستقیم و معکوس
۶۹	۴.۶ جمع‌بندی
۷۱	فصل ۵: کاربردهای امواج فراصوت در صنعت و پزشکی
۷۱	۵.۱ کاربردهای حوزه پزشکی
۷۱	۵.۱.۱ فراصوت ترابی
۷۳	۵.۱.۲ جاقوی فراصوت
۷۴	۵.۱.۳ لایه‌بردار فراصوت
۷۶	۵.۱.۴ نبولایزر
۷۷	۵.۱.۵ تصویربرداری فراصوت
۷۷	۵.۱.۶ امواج فراصوت بر قدرت
۷۷	۵.۲ کاربردهای حوزه صنعتی و کشاورزی
۷۸	۵.۲.۱ تمیز کننده فراصوت
۸۰	۵.۲.۲ دستگاه رطوبت ساز فراصوت
۸۲	۵.۲.۳ دستگاه جوشکاری فراصوت
۸۳	۵.۲.۴ ماشین دوخت فراصوت
۸۵	۵.۲.۵ آزمون فراصوت

۵.۲.۶	افشانک فراصوت	۸۸
۵.۲.۷	استخراج عصاره گیاهان دارویی با فراصوت	۹۰
۵.۲.۸	امولسیون فراصوت	۹۵
۵.۲.۹	مه ساز فراصوت	۹۶
۵.۳	جمع‌بندی	۹۷
۹۹	منابع و مراجع	

مقدمه

اگر تارهای یک ساز رهی را ناگهان بکشید این تارها برای مدت کوتاهی به ارتعاش درمی آیند. در این صورت هوای اطراف ساز با این ارتعاشات جا به جا شده و در نتیجه فشار هوا به نوبه خود تاثیر خود را بر هوای اطراف گذاشته و در زمان کمالات تغییراتی در فشار هوا در اطراف ساز ایجاد می شود. پس از رسیدن تغییرات ایجاد شده و ارتعاش در هوا به گوش انسان رسیده و پس از تبدیل به سیگنال الکتریکی به مغز ارسال شده و صدا را درک می کنیم. در این در انتشار سیگنال صوت، ماده منتقل نمی شود. بلکه ماده به ارتعاش درمی آید و محیط اطراف خود را ارتعاش می کند. با توجه به رفتار امواج صوتی، این امواج از نوع امواج مکانیکی می باشند.

یک سیستم ساده صوت سه بخش اصلی تشکیل شده است. منبع انرژی تولید کننده ی صوت، واسط (محیط قابل ارتعاش) و گیرنده. در حالت کلی منبع صوتی یک مکانیسم است که محیط اطراف را در حرکت قرار می دهد. مکانیسم می تواند شامل ارتعاشات مکانیکی (تارهای ساز، هسته ی بلندگو و ژنراتورهای مکانیکی، ...)، انفجار (شلیک و ...)، آشفستگی (احساس هوا، یک دیافراگم کوچک) باشد. صدای انسان از تمامی این مکانیسم ها برای تولید بازه وسیعی از صداها، زنگ ها و گویش های مختلف استفاده می کند.

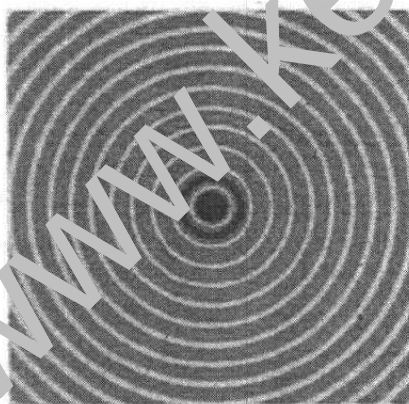
در محیط قابل ارتعاش همواره یک واسط برای حمل صدا از منبع نیاز است. صدای در خلأ وجود ندارد. یکی از واسط های متداول هوای اطراف ماست. ولی مایعات، جامدات و گازهای دیگر نیز می تواند به عنوان حامل باشد. منبع بر واسط در حال حرکت تنظیم می شود و این حرکت گسترش یافته از مبدا یک موج اکوستیکی نامیده می شود. موج صوتی آنالوگ است و می تواند به صورت شکل موج آبی است که در آن سنگی پرتاب می شود.

اگر چه وجود منبع و واسط برای تولید صدا کافی است ولی وجود انسان به عنوان شنونده یا هر جاندار و یا وسایل ضبط کننده یا دیگر گیرنده های صدا بسیار جذاب تر است. گیرنده معمولا شامل پوسته یا ساختار دیگری است که به وسیله موج صدا در حرکت قرار داده است و یک مکانیسم برای تبدیل این

حرکت به سیگنال الکتریکی (به طور معمول) می‌باشد. در انسان به عنوان شنونده (گیرنده) پرده گوش یک پوسته یا غشا است و گوش داخلی تولید کننده پالس های الکتریکی است که به سیستم عصبی مغز حمل می کند.

همانطور که اشاره گردید در انتشار صوت ماده منتقل نمی‌شود، این انتشار در محیط آبی و ناگهانی نیست و زمانی طول می‌کشد تا موج حاصل از منبع به نقاط دیگر منتقل شود. در یک محیط همگن سرعت انتشار صوت ثابت است. این سرعت به جنس و حالت ماده و شرایط فیزیکی آن بستگی دارد. سرعت انتشار ارتعاش به میزان انرژی و توان منبع و نیز دامنه ارتعاش و تواتر آن بستگی دارد و سرعت انتقال انرژی با سرعت ذره ای که ارتعاش می‌کند متفاوت است. هرگاه موجی که در محیطی منتشر می‌شود به محیط دیگری برسد در سطح جدایی دو محیط بازتابش و شکست رخ می‌دهد.

در شکل ۱-۱، یک موج دو بعدی صوت تولید شده با منبع همه طرفه فرضی^۱ یعنی یک ارتعاش کروی در واسطه هوا نمایش داده شده است. در بخش های تیره فشار هوا بالاتر از سطح فشار اتمسفر است و در نواحی روشن فشار هوا زیر فشار اتمسفر قرار دارد. نواحی فشار بالا و پایین به ترتیب متراکم و منبسط است. در توضیح بهتر می‌توان گفت موجهای متراکم و منبسط از منبع منتشر می‌شوند. بنابراین در حضور صدا، فشار هوا هم در زمان برهم در مکان متغیر است.



شکل ۱-۱: شکل موج دو بعدی یک سیگنال صوتی

در فشار اکوستیک منبع صوتی، واسطه های اطراف خود را برهم زده و سبب می‌شود خواص آن در زمان و مکان تغییر یابد. اگر واسطه هوا باشد، یکی از خصوصیات تحت تاثیر، فشار هوا است که با واحد پاسکال اندازه گیری می‌شود. سرعت انتشار امواج صوتی در مواد جامد از سرعت انتشار صدا در مایعات و در مایعات بیشتر از گازها بیشتر است.

¹ hypothetical omnidirectional