

۲۱۰۸۷۰۳

بر نام خدا

پردازش سیگنال دیجیتال

مؤلف: حسین دادتی امیری

۱۳۹۹

مؤسسه آموزشی تألیفی ارشدان

سرشناسه	: پارکر، مایکل، ۱۹۶۳-م. Parker, Michael, 1963-
عنوان و نام پدیدآور	: پردازش سیگنال دیجیتال / میشل پارکر؛ [مترجم] حسین صادقی امیری.
مشخصات نشر	: تهران: موسسه آموزشی تالیفی ارشدان، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	: ۳۲۸ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۲۵۱-۵۱۹-۵
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
یادداشت	: عنوان اصلی: Digital signal processing : everything you need to know to get started, 2010.
موضوع	: پردازش سیگنال ها -- روش های رقمی
موضوع	: Signal processing -- Digital techniques
شناسه افزوده	: صادقی امیری، حسین، ۱۳۶۶- مترجم
رده بندی کنگره	: TK۵۱-۲/۹
رده بندی دیویی	: ۶۰۱/۳۸۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۶۱۳۵۸



مؤسسه آموزشی تالیفی ارشدان

پردازش سیگنال دیجیتال

حسین صادقی امیری

آموزشی تالیفی ارشدان

اول

اول ۱۳۹۹

www.irantypist.com

www.irantypist.com

۹۷۸-۶۲۲-۲۵۱-۵۱۹-۵

۱۰۰۰

www.arshadan.com

www.arshadan.net

۰۲۱۴۷۶۲۵۵

۵۵۰۰۰ تومان

■ نام کتاب:

■ تألیف:

■ ناشر:

■ ویرایش:

■ نوبت چاپ:

■ حروفچینی و صفحه آرایی:

■ طراحی و گرافیک:

■ شابک:

■ شمارگان:

■ مرکز خرید آنلاین:

■ مرکز پخش و توزیع:

■ قیمت:

این کتاب برای افراد مشغول به کار در صنایع مربوط به پردازش سیگنال دیجیتال، یا DSP مناسب است. برای مثال صنعت تلفن همراه بی سیم و تجهیزات زیرساختی، ویدیوی کابلی و همه پخش، مودم‌های DSL، ارتباطات ماهواره ای، تصویر برداری پزشکی، صوت، رادار، سونار، دوربین‌های مدار بسته، کنترل موتور الکتریکی در این لیست قرار دارند. در حالی که مهندسی که این سیستم‌ها را اجرا می‌کنند باید بسیار با DSP آشنا باشند، افراد دیگری هستند مانند مدیران اجرایی و مدیران میانی، بازاریابان، مهندسین میدانی و فروش فنی، مسئولین توسعه تجاری و سایرین - که از دانش پایه اصول اصلی DSP بهره مند می‌شوند.

مخاطبین بالقوه این کتاب افرادی هستند که به مطالعه یا کار در هریک از این حوزه‌ها علاقه دارند. سناریوهای دبیرستانی، کالج اکثراً آینده صنعت‌ها را با توجه به تکنولوژی DSP بررسی می‌کنند که ممکن است باعث درک کافی آن‌ها برای تصمیم گیری بر ادامه دادن این روند یا عدم ادامه آن شود. هدف این کتاب به این شرح است: ارائه آزمایشات پایه در زمینه DSP. پردازش سیگنال دیجیتال به نظر می‌رسد که با کاستی‌هایی در توضیح و درک خود مواجه است. برخلاف بیشتر منابع فنی، روش این کتاب روشی است که تا جایی ممکن حداقل استفاده از ریاضیات صورت گرفته است و درک شهودی حداکثر حضور را دارد. این کتاب تلاش می‌کند که بسیاری از مفاهیم سخت مانند نمونه گیری، ایلپاسینگ، اعداد موهومی، و پاسخ فرکانس با استفاده از نمونه‌هایی که به سادگی درک می‌شوند هستند. علاوه بر این، یک بررسی بر انواع DSP و پیاده سازی اجرا شده در چند زمینه DSP فشرده یا اپلیکیشن، از تشخیص خطا تا ارتباطات موبایل CDMA برای سیستم‌های رادار هوایی وجود دارد.

لذا این کتاب برای افرادی مانند من، که زمانی که یک تخته سه راه برای معادله را به عنوان تعریف DSP می‌بینند تا حدی ناراحت می‌شوند، مناسب است.

نیازی نیست خوانندگان قبلاً تجربه ای در مورد DSP داشته باشند، اما مهارت‌های ریاضی در سطح دبیرستانی بالایی داشته باشند. بسیاری از جزییات فنی، به منظور تأکید بر مفاهیم کلیدی مطرح شده است. در عین حال که این کتاب قرار نیست به عنوان یک متن دانشگاهی استفاده شود، می‌تواند زمینه ای برای خوانندگان علاقمند برای DSP باشد. این کتاب همه آن چیزی است که شما برای صحبت آگاهانه در صنعت DSP محور با دیگران و درک بسیاری از مفاهیم اصلی به آن نیاز دارید.

برای شروع، DSP چیست؟ خوب، DSP عملیات در حال اجرا بر یک سیگنال دیجیتال است و این عملیات توسط یک دستگاه نیمه رسانای دیجیتال انجام می‌شود. اکثراً، از ضرب کنندگان و جمع

کننده‌ها استفاده می‌شود. اگر بتوانید جمع و ضرب را انجام دهید، می‌توانید DSP را درک کنید. حقیقتاً، پردازش سیگنال به خیلی قبلتر از الکترونیک دیجیتال برمی‌گردد. مثال‌هایی از این نوع رادیوها و تلویزیون‌ها هستند. تنظیم کننده‌های اولیه از مدارهای آنالوگ با خازن‌های متغیر برای ارتباط با ایستگاه استفاده می‌کردند. مقاومت‌ها، خازن‌ها، و لوله‌های خلا برای ضعیف و قوی کردن فرکانس‌های متفاوت یا برای تغییر فرکانس استفاده می‌شدند. این‌ها مثالی از کاربردهای پردازش سیگنال هستند. سیگنال‌ها در این زمینه‌ها سیگنال‌های آنالوگ هستند، و مدارهایی که پردازش را انجام می‌دهند آنالوگ بودند، و همچنین خروجی نهایی نیز آنالوگ بوده است.

امروزه، بیشتر پردازش سیگنال به صورت دیجیتالی انجام می‌شود. دلیل این امر این است که مدارهای دیجیتال ارزان‌تر و سریعتر هستند، و با توجه به مزیت‌های ذاتی تکرار پذیری، تلورانس و سازگاری، مدارهای دیجیتال نسبت به مدارهای آنالوگ مناسب‌تر هستند.

اگر سیگنال به فرم دیجیتالی نباشد، ابتدا باید تبدیل شود یا دیجیتالی شود. از یک دستگاه به نام مبدل آنالوگ به دیجیتال (ADC) استفاده می‌شود. اگر سیگنال خروجی نیاز باشد که آنالوگ باشد، سپس با استفاده از مبدل دیجیتال به آنالوگ (DAC) به آنالوگ برمی‌گردد. البته، بسیاری از سیگنال‌ها از قبل دیجیتالی هستند و می‌توانند توسط مدارهای دیجیتالی مستقیماً پردازش شوند.

DSP در قلب دامنه گسترده دستگاه است که امروزه در زندگی ما هستند، اگر چه بسیاری از افراد از آن آگاهی ندارند. چند مثال روزانه سه‌ای سلولی، مودم‌های DSL، سمعک‌های دیجیتالی، تجهیزات MRI و فراصوت، تجهیزات رادیویی، دستگاه‌های گیرنده دیجیتال، تلویزیون‌های صفحه تخت، ارتباطات ماهواره‌ای، و پخش کننده‌های DVD، چند

همانطور که وعده داده شده بود، حداقل استفاده از ریاضیات ضرورت خواهد گرفت، اما نمی‌توان کاملاً ریاضیات را حذف کرد. برخی از مثلثات اساسی و استفاده از اعداد مختلط احتیاج ناپذیرن، لذا فصل اولیه مقدمه‌ای بر این مفاهیم است، و تا جای ممکن از مثال‌های ساده استفاده شده است.

فهرست مطالب

فصل ۱: نمایش عددی	۱۵
۱-۱ نمایش عدد صحیح با اعشار ثابت	۱۷
۱-۲ نمایش ممیز ثابت کسری	۱۹
۱-۳ نمایش اعشار شناور	۲۲
فصل ۲: اعداد مختلط و نماها	۲۵
۲-۱ جمع و تفریق مختلط	۲۶
۲-۲ ضرب مختلط	۲۶
۲-۲-۱ نمایش قطبی	۲۸
۲-۲-۲ ضرب مختلط با استفاده از نمایش قطبی	۲۸
۲-۳ مزدوج مختلط	۳۱
۲-۴ تابع نمایی	۳۳
۲-۵ سنجش زاوایا بر حسب رادیان	۳۵
فصل ۳: نمونه گیری، ایلیمیناسیون و کوانتیزاسیون	۳۷
۳-۱ قانون نمونه گیری نایکوئیست	۴۲
۳-۲ کوانتیزاسیون	۴۴
فصل ۴: پاسخ فرکانس	۴۹
۴-۱ پاسخ فرکانسی و تابع نمایی	۴۹
۴-۲ نرمال سازی پاسخ فرکانسی	۵۲
۴-۳ جابجایی در پاسخ فرکانسی	۵۳
۴-۴ مثال پاسخ فرکانسی	۵۴
۴-۵ پاسخ فاز خطی	۵۶
۴-۶ نمودارهای پاسخ فرکانسی نرمال شده	۵۷
فصل ۵: فیلترهای پاسخ ضربه محدود (FIR)	۵۹
۵-۱ ساختار فیلتر FIR	۵۹

۶۴	۲-۵ محاسبه پاسخ فرکانس
۶۹	۳-۵ محاسبه ضرایب فیلتر
۷۲	۴-۵ اثر تعداد Taps بر پاسخ فیلتر
۷۹	فصل ۶: پنجره زنی
۷۹	۱-۶ برش ضرایب
۸۰	۲-۶ کاهش تدریجی ضرایب
۸۱	۳-۶ پنجره‌های ضریب نمونه
۸۵	فصل ۷: درین یابی و ضد تداخل
۸۶	۱-۷ ضد تداخل
۹۰	۲-۷ درون یابی
۹۵	۳-۷ نمونه گیری مجدد بر حسب مقدار غیر عدد صحیح
۹۷	فصل ۸: فیلترهای پاسخ ضربه نامحدود (IIR)
۹۸	۱-۸ مقایسه مشخصه فیلتر FIR و IIR
۱۰۰	۲-۸ تبدیل دو خطی
۱۰۳	۳-۸ پیش انحراف فرکانسی
۱۰۷	فصل ۹: دمودولاسیون و مدولاسیون پیچیده
۱۰۷	۱-۹ الگوهای مدولاسیون
۱۱۰	۲-۹ پهنای باند سیگنال مدوله شده
۱۱۲	۳-۹ فیلتر شکل دهنده پالس
۱۱۶	۴-۹ فیلتر کسینوسی صعود یافته
۱۲۵	فصل ۱۰: تبدیل فوریه سریع و گسسته (DFT, FFT)
۱۲۷	۱-۱۰ معادلات DFT و IDFT
۱۲۸	۱-۱-۱۰ اولین مثال DFT
۱۳۰	۲-۱-۱۰ دومین مثال DFT
۱۳۱	۳-۱-۱۰ سومین مثال DFT
۱۳۲	۴-۱-۱۰ مثال DFT چهارم

- ۱۰-۲ تبدیل فوریه سریع (FFT) ۱۳۵
- ۱۰-۳ فیلترینگ با استفاده از FFT و IFFT ۱۴۰
- ۱۰-۴ آدرس دهی بیت معکوس ۱۴۲

فصل ۱۱: بالا و پایین بردن فرکانس دیجیتال ۱۴۵

- ۱۱-۱ بالا بردن فرکانس دیجیتال ۱۴۷
- ۱۱-۲ پایین آوردن فرکانس دیجیتال ۱۵۰
- ۱۱-۳ زیر نمونه گیری IF ۱۵۱

فصل ۱۲: تصحیح خطا ۱۶۱

- ۱۲-۱ گذاری بلوک خطی ۱۶۳
- ۱۲-۲ کدگذاری بلوک خطی ۱۶۴
- ۱۲-۳ حداقل و حداکثر کدگذاری ۱۶۷
- ۱۲-۴ کدگذاری کانولوشن ۱۶۸
- ۱۲-۵ کدگذاری ویتربی ۱۷۲
- ۱۲-۶ کدگذاری تصمیم نرم ۱۷۹
- ۱۲-۷ بررسی افزونگی سیکلی ۱۸۱
- ۱۲-۸ ظرفیت شانون و نظریه‌های حد ۱۸۱

فصل ۱۳: ارتباطات بی سیم TDMA و آنالوگ ۱۸۳

- ۱۳-۱ نوآوری‌های اولیه دیجیتال ۱۸۵
- ۱۳-۲ مدولاسیون فرکانس ۱۸۶
- ۱۳-۳ پردازنده سیگنال دیجیتال ۱۸۷
- ۱۳-۴ سیستم‌های تلفن صوتی دیجیتال ۱۸۹
- ۱۳-۵ مدولاسیون و دمودولاسیون TDMA ۱۹۰

فصل ۱۴: ارتباطات بی سیم CDMA ۱۹۵

- ۱۴-۱ تکنولوژی طیف گسترده ۱۹۵
- ۱۴-۲ دنباله مستقیم طیف گسترده ۱۹۶
- ۱۴-۳ کدهای Walsh ۱۹۷

۱۹۹	۴-۱۴ مفهوم CDMA
۲۰۰	۵-۱۴ دمودولاسیون کد Walsh
۲۰۳	۶-۱۴ همگام سازی شبکه
۲۰۴	۷-۱۴ گیرنده PAKE
۲۰۴	۸-۱۴ کدهای PN آزمایشی
۲۰۵	۹-۱۴ معماری انتقال CDMA
۲۰۷	۱۰-۱۴ وکد در با نرخ متغیر
۲۰۸	۱۱-۱۴ جابجایی نرم
۲۰۹	۱۲-۱۴ مدولاسیون uplink
۲۱۱	۱۳-۱۴ کنترل توان
۲۱۲	۱۴-۱۴ نرخ داده بالاتر
۲۱۳	۱۵-۱۴ ملاحظات کارایی سیف
۲۱۴	۱۶-۱۴ دیگر تکنولوژی‌های CDMA
۲۱۷	فصل ۱۵: ارتباطات بی سیم OFDMA
۲۱۷	۱-۱۵ وایمکس و LTE
۲۱۸	۲-۱۵ مزایای OFDMA
۲۲۰	۳-۱۵ متعامد بودن سیگنال‌های دوره ای
۲۲۲	۴-۱۵ طیف فرکانسی زیر حامل متعامد
۲۲۴	۵-۱۵ مدولاسیون OFDM
۲۲۷	۶-۱۵ تداخل بین سمبلی و پیشوند چرخشی
۲۳۱	۷-۱۵ اکولایز MIMO
۲۳۲	۸-۱۵ ملاحظات سیستم OFDMA
۲۳۳	۹-۱۵ کارایی طیفی OFDMA
۲۳۴	۱۰-۱۵ شیفت فرکانس داپلر OFDMA
۲۳۵	۱۱-۱۵ اوج تا میانگین نرخ
۲۳۷	۱۲-۱۵ کاهش ضریب اوج
۲۴۰	۱۳-۱۵ پیش اعوجاج دیجیتال

۱۴-۱۵ رادیو هد از راه دور ۲۴۲

فصل ۱۶: مبانی رادار ۲۴۵

۱-۱۶ باندهای فرکانسی رادار ۲۴۵

۲-۱۶ آنتن‌های رادار ۲۴۷

۳-۱۶ معادلات دامنه رادار ۲۵۰

۴-۱۶ هواپیمای رادارگریز ۲۵۱

۵-۱۶ عملیات رادار پالسی ۲۵۲

۶-۱۶ فشردگی سازه پالس ۲۵۲

۷-۱۶ تکرار پالس ۲۵۳

۸-۱۶ پردازش تفسیر ۲۵۶

فصل ۱۷: رادار داپلر پالسی ۲۵۹

۱-۱۷ اثر داپلر ۲۵۹

۲-۱۷ طیف فرکانسی پالس ۲۶۲

۳-۱۷ ابهامات داپلر ۲۶۴

۴-۱۷ اختلالات رادار ۲۶۶

۵-۱۷ معاوضه‌های PRF ۲۶۹

۶-۱۷ ردیابی هدف ۲۷۱

فصل ۱۸: رادار آرایه‌های مصنوعی ۲۷۵

۱-۱۸ رزولوشن SAR ۲۷۵

۲-۱۸ فشردگی سازه پالس ۲۷۶

۳-۱۸ رزولوشن آزمون ۲۷۷

۴-۱۸ پردازش SAR ۲۸۰

۵-۱۸ پردازش داپلر SAR ۲۸۲

۶-۱۸ اختلالات SAR ۲۸۵

فصل ۱۹: مقدمه ای بر پردازش ویدیویی ۲۸۷

۱-۱۹ فضای رنگی ۲۸۷

۲۸۹	۱۹-۲ اینترلیس
۲۹۰	۱۹-۳ Deinterlacing
۲۹۲	۱۹-۴ رزولوشن تصویر و پهنای باند
۲۹۳	۱۹-۵ تغییر نسبی کروما
۲۹۳	۱۹-۶ تغییر مقیاس و کراپینگ تصویر
۲۹۴	۱۹-۷ ترکیب و درهم آمیزی آلفا
۲۹۵	۱۹-۸ فیلتر ده سازی ویدیویی
۲۹۶	۱۹-۹ واسطه های ویدیویی
۲۹۹	فصل ۲۰: پیاده سازی با استفاده از پردازنده های سیگنال دیجیتال
۲۹۹	۲۰-۱ عناصر دمااس پردازنده DSP
۳۰۰	۲۰-۱-۱ پهنای باند داده
۳۰۲	۲۰-۱-۲ پردازش اصلی
۳۰۵	۲۰-۱-۳ هسته های متعدد کمک پردازنده سخت افزاری
۳۰۵	۲۰-۲ مقیاس پذیری
۳۰۶	۲۰-۳ اعشار شناور
۳۰۷	۲۰-۴ متدلوژی طراحی
۳۰۸	۲۰-۵ مدیریت منابع
۳۰۹	۲۰-۶ اکو سیستم
۳۱۱	فصل ۲۱: پیاده سازی با استفاده از FPGAs
۳۱۲	۲۱-۱ متدلوژی طراحی FPGA
۳۱۴	۲۱-۲ پردازنده DSP یا انتخاب FPGA
۳۱۵	۲۱-۳ ملاحظات متدلوژی طراحی
۳۱۷	۲۱-۴ بلوک های مدار DSP دیکته شده در FPGA ها
۳۱۸	۲۱-۴-۱ ضرب کننده های دقیق قابل تنظیم
۳۱۹	۲۱-۴-۲ انباشتگرها
۳۱۹	۲۱-۴-۳ جمع کننده توزیع شده و Postadder (تفریق کننده)
۳۲۱	۲۱-۴-۴ Preadder (تفریق کننده)

- ۳۲۲ ۵-۴-۲۱ ضریب ذخیره سازی
- ۳۲۳ ۶-۴-۲۱ شیفته دهنده بشکهای
- ۳۲۳ ۷-۴-۲۱ گرد کردن و اشباع شدن
- ۳۲۴ ۸-۴-۲۱ ALU و عملیات بولین
- ۳۲۴ ۹-۴-۲۱ عملیات تخصصی
- ۳۲۴ ۱۰-۴-۲۱ Fmax و Tco
- ۳۲۵ ۵-۲۱ اعشار شناور در FPGA
- ۳۲۶ ۶-۲۱ اکو سیستم
- ۳۲۷ ۷-۲۱ رندهای آینده