



تحلیل سیگنال‌های ژئوفیزیکی



مؤلفین

دکتر امین روشندل گاهو

مهندس کیوان خیر

مهندس حمیدرضا باغزندانی

سرشناسه	:	روشندل کاهو، امین، ۱۳۵۹
عنوان و پدیدآور	:	تحلیل سیگنال‌های ژئوفیزیکی / مولفین امین روشندل کاهو، کیوان خیر، حمیدرضا باغزندانی؛ ویراستار علمی ابوالقاسم کامکار روحانی.
مشخصات نشر	:	شاهرود: دانشگاه صنعتی شاهرود، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	:	د، ۵۳۷ ص: جدول، نمودار.
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۷۱۵۳-۶۰-۴
وضعیت فهرست نویسی	:	فیا
موضوع	:	ژئوفیزیک - داده‌پردازی
موضوع	:	Geophysics - Data processing
موضوع	:	پردازش سیگنال‌ها
موضوع	:	Signal processing
شناسه افزوده	:	خیر، کیوان، ۱۳۶۹
شناسه افزوده	:	باغزندانی، حمیدرضا، ۱۳۶۷
شناسه افزوده	:	دانشگاه صنعتی شاهرود
شناسه افزوده	:	Shahrood University of Technology
رده‌بندی کنگره	:	۵۵۷/۳
رده‌بندی دیویی	:	۵۵۷/۳
شماره کتابشناسی ملی	:	۶۰۵۰۸۸۱



عنوان کتاب	:	تحلیل سیگنال‌های ژئوفیزیکی
تالیف	:	دکتر امین روشندل کاهو، مهندس کیوان خیر، حمیدرضا باغزندانی
ناشر	:	دانشگاه صنعتی شاهرود
چاپ و صحافی	:	چاپ دیجیتال توس
چاپ اول	:	زمستان ۱۳۹۸
تیراژ	:	۵۰۰ جلد
قیمت	:	۹۵۰۰۰ تومان
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۷۱۵۳-۶۰-۴

آدرس: شاهرود، دانشگاه صنعتی شاهرود، صندوق پستی ۳۶۱۵۵-۳۱۶ تلفن: ۳۲۳۰۰۳۳۱

حق چاپ برای ناشر محفوظ است و هرگونه استفاده غیر مجاز از این اثر ممنوع است.

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	خخ
فصل اول مقدمه‌ای بر سیگنال‌ها و سیستم‌ها.....	۱
۱-۱ مقدمه.....	۳
۲-۱ تعریف سیگنال.....	۳
۳-۱ تقسیم‌بندی سیگنالها بر مبنای خواص.....	۴
۱-۳-۱ سیگنال‌ها، حقیقی، موهومی و مختلط.....	۵
۲-۳-۱ سیگنال‌های چندکاناله و چند بعدی.....	۶
۳-۳-۱ سیگنال پیر- و سیگنال گسسته از نظر متغیر مستقل.....	۷
۴-۳-۱ سیگنال‌های پیوسته و گسسته از نظر متغیر وابسته.....	۹
۵-۳-۱ سیگنال تصادفی و سیگنال قطعه.....	۱۰
۶-۳-۱ سیگنال‌های انرژی و سیگنال‌های توان.....	۱۱
۷-۳-۱ سیگنال تناوبی و سیگنال غیر تناوبی.....	۱۳
۸-۳-۱ سیگنال زوج و سیگنال فرد.....	۱۷
۹-۳-۱ سیگنال پایا و ناپایا.....	۱۹
۴-۱ عملیات ریاضی روی سیگنال‌ها.....	۲۰
۱-۴-۱ عملیات ریاضی روی متغیر وابسته.....	۲۰
۲-۴-۱ عملیات ریاضی روی متغیر مستقل.....	۲۴
۳-۴-۱ عملیات ریاضی هم‌زمان روی متغیر مستقل سیگنال.....	۲۸
۵-۱ سیگنال‌های پایه.....	۳۰
۱-۵-۱ سیگنال سینوسی پیوسته و گسسته.....	۳۰
۲-۵-۱ سیگنال نمایی مختلط.....	۳۳
۳-۵-۱ سیگنال پله.....	۳۵

۳۶	۴-۵-۱ سیگنال ضربه واحد
۳۸	۶-۱ تبدیل سیگنال پیوسته به سیگنال رقومی
۴۰	۱-۶-۱ نمونه برداری
۴۷	۲-۶-۱ مدرج کردن
۴۸	۳-۶-۱ کدبندی نمونه های رقومی شده
۵۰	۷-۱ ریف سیستم
۵۲	۸-۱ راع سیستم
۵۳	۱-۸-۱ سیستم بسته و سیستم گسسته
۵۳	۲-۸-۱ سیستم آنالیز سیستم دینامیک
۵۴	۳-۸-۱ سیستم متغیر با زمان و ثابت ناپذیر با زمان
۵۸	۴-۸-۱ سیستم خطی و سیستم غیر خطی
۶۱	۵-۸-۱ سیستم علی، سیستم ضدعلی و سیستم غیر علی
۶۴	۶-۸-۱ سیستم پایدار و سیستم ناپایدار
۶۷	۷-۸-۱ سیستم معکوس پذیر و سیستم معکوس ناپذیر
۶۹	فصل دوم تحلیل سیستم های خطی تغییر ناپذیر با زمان
۷۱	۱-۲ مقدمه
۷۲	۲-۲ تحلیل سیستم با استفاده از تجزیه سیگنال ورودی
۷۲	۱-۲-۲ تجزیه سیگنال به سیگنال ضربه واحد
۷۳	۲-۲-۲ رابطه ورودی - خروجی سیستم LTI، همایخت
۸۰	۳-۲-۲ خواص همایخت و اتصال سیستم های LTI
۸۳	۴-۲-۲ بررسی خواص علی بودن، پایداری و معکوس پذیری یک سیستم LTI
۸۸	۵-۲-۲ سیستم های LTI با پاسخ ضربه واحد با طول محدود و نامحدود
۹۱	۳-۲ تحلیل سیستم ها با استفاده از معادلات تفاضلی یا دیفرانسیلی

۹۳	۴-۲ همبستگی سیگنال‌ها
۹۴	۱-۴-۲ همبستگی عرضی و خودهمبستگی
۹۶	۲-۴-۲ خواص همبستگی عرضی و خودهمبستگی
۹۸	۵-۲ همامیخت و همبستگی سیگنال‌های تناوبی
۹۹	۶-۲ دامیخت و همبستگی دو بعدی
۱۰۱	فصل ۳ تبدیل Z
۱۰۳	۱-۳ مقدمه
۱۰۳	۲-۳ تبدیل به مستقیم
۱۰۵	۱-۲-۳ محدوده سیگنال
۱۱۳	۳-۳ تبدیل Z گویا، صفر، یک
۱۱۸	۴-۳ خواص تبدیل Z
۱۱۹	۱-۴-۳ خطی بودن
۱۲۱	۲-۴-۳ جابجایی زمانی
۱۲۳	۳-۴-۳ تغییر مقیاس در حوزه Z
۱۲۴	۴-۴-۳ بازتابش زمانی
۱۲۵	۵-۴-۳ مشتق‌گیری در حوزه Z
۱۲۷	۶-۴-۳ مزدوج مختلط
۱۲۸	۷-۴-۳ همامیخت دو سیگنال
۱۳۱	۸-۴-۳ همبستگی دو سیگنال
۱۳۲	۹-۴-۳ ضرب دو سیگنال
۱۳۳	۱۰-۴-۳ مقیاس کردن زمانی سیگنال
۱۳۴	۱۰-۴-۳ قضیه مقدار اولیه
۱۳۴	۱۱-۴-۳ جمع

۱۳۵.....	۵-۳ محاسبه معکوس تبدیل Z
۱۳۸.....	۱-۵-۳ بسط به یک سری توانی
۱۴۲.....	۲-۵-۳ بسط به کسره‌های جزئی و جستجو در جداول استاندارد
۱۴۶.....	۳-۵-۳ انتگرال گیری منحنی تراز
۱۵۱.....	۶-۳ برسی سیستم‌های LTI در حوزه Z
۱۵۲.....	۱-۳-۳ جمع انتقال سیستم
۱۵۵.....	۲-۳-۳ خاصیت علی بودن سیستم
۱۵۶.....	۳-۶-۳ خاصیت داری سیستم
۱۶۰.....	۴-۶-۳ خاصیت دوس زبری سیستم
۱۶۳.....	فصل چهارم تبدیل فوریه
۱۶۵.....	۱-۴ مقدمه
۱۶۶.....	۲-۴ سری فوریه سیگنال پیوسته تناوبی
۱۷۶.....	۳-۴ تبدیل فوریه سیگنال پیوسته غیر تناوبی
۱۸۴.....	۴-۴ سری فوریه سیگنال گسسته تناوبی
۱۸۹.....	۵-۴ تبدیل فوریه سیگنال گسسته غیر تناوبی
۲۰۰.....	۶-۴ رابطه تبدیل فوریه و تبدیل Z
۲۰۵.....	۷-۴ خواص تبدیل فوریه
۲۰۶.....	۱-۷-۴ دوگانه‌های ریاضی و فیزیکی تحلیل فوریه
۲۰۶.....	۱-۱-۷-۴ دوگانه‌ها از لحاظ خاصیت پیوستگی و تناوبی
۲۰۶.....	۲-۱-۷-۴ دوگانه‌ها از نظر رابطه ریاضی
۲۰۸.....	۳-۱-۷-۴ دوگانه‌ها از نظر خاصیت حقیقی و زوج بودن
۲۱۶.....	۲-۷-۴ خطی بودن
۲۱۷.....	۳-۷-۴ جا به جایی زمانی

۲۱۸	۴-۷-۴ جا به جایی فرکانسی
۲۱۹	۵-۷-۴ مقیاس کردن زمانی
۲۲۰	۶-۷-۴ بازتابش زمانی
۲۲۱	۷-۷-۴ مشتق گیری در حوزه زمان
۲۲۲	۸-۷-۴ مشتق گیری در حوزه فرکانس
۲۲۲	۱-۷-۴ تئوری همابخت
۲۲۴	۱۰-۷-۴ مزاحم مختلط
۲۲۵	۱۱-۷-۴ تئوری همبستگی
۲۲۶	۱۲-۷-۴ تئوری پهنای باند
۲۲۷	۱۳-۷-۴ معادله پارسونز
۲۲۹	۸-۴ تبدیل فوری سیگنال تناوبی
۲۳۰	۹-۴ تبدیل فوری گسسته
۲۳۹	۱-۹-۴ تبدیل فوری گسسته به صورت ماتریسی
۲۴۰	۲-۹-۴ تبدیل فوری گسسته و تبدیل Z
۲۴۸	۱۰-۴ خواص تبدیل فوری گسسته
۲۴۹	۱۱-۴ تبدیل فوری سریع
۲۵۳	۱۲-۴ تحلیل فوری ۲ بعدی
۲۵۵	۱-۱۲-۴ خواص تبدیل فوری دو بعدی
۲۵۸	۱۳-۴ تبدیل فوری گسسته دو بعدی
۲۶۱	۱۴-۴ تبدیل هیلبرت
۲۶۲	۱-۱۴-۴ ارتباط تبدیل هیلبرت و تبدیل فوری
۲۶۵	۲-۱۴-۴ دامنه لحظه‌ای، فاز لحظه‌ای و فرکانس لحظه‌ای
۲۶۷	فصل پنجم تحلیل سیستم‌های LTI در حوزه فرکانس

۲۶۹	۱-۵ مقدمه
۲۶۹	۲-۵ پاسخ سیستم LTI به سیگنال‌های نمایی مختلط و سینوسی
۲۷۲	۳-۵ پاسخ فرکانسی سیستم LTI با تابع انتقال گویا
۲۷۷	۴-۵ سیستم‌های LTI به عنوان فیلترهای فرکانسی
۲۸۲	۱-۴-۵ تشدیدکننده رقومی
۲۸۴	۱-۲-۱ فیلتر ناچ
۲۸۶	۳-۲-۵ فیلتر گذر بالا
۲۸۸	۵-۵ واهمامپ‌ات و سیستم‌های معکوس
۲۸۸	۱-۵-۵ معکوس‌پذیری سیستم LTI
۲۹۱	۲-۵-۵ سیستم‌های با فیلترهای سیمین و مرکب
۲۹۵	فصل ششم تبدیل‌های زمان - فرکانس
۲۹۷	۱-۶ مقدمه
۳۰۰	۲-۶ نمایش زمان - فرکانس به روش تجزیه اتمی
۳۰۳	۱-۲-۶ تبدیل فوریه زمان کوتاه
۳۰۸	۲-۲-۶ تبدیل موجک
۳۰۹	۱-۲-۲-۶ تبدیل موجک پیوسته یک بعدی
۳۱۷	۲-۲-۲-۶ تبدیل موجک پیوسته دو بعدی
۳۲۱	۳-۲-۲-۶ تبدیل موجک گسسته یک بعدی
۳۲۶	۴-۲-۲-۶ تبدیل موجک گسسته دو بعدی
۳۲۸	۳-۲-۶ تبدیل استاکول یا تبدیل S
۳۳۲	۳-۶ نمایش زمان - فرکانس به روش توزیع انرژی
۳۳۴	۱-۳-۶ توزیع ویگنر - ویل
۳۴۱	۱-۱-۳-۶ توزیع شبه ویگنر - ویل

۳۴۲	۶-۳-۱ توزیع شبه ویگنر - ویل هموار شده
۳۴۳	۶-۴ تبدیل هیلبرت - هوانگ
۳۴۵	۶-۴-۱ تجزیه مد تجربی
۳۵۳	۶-۴-۲ تحلیل طیفی هیلبرت
۳۵۵	فصل هفتم مثال‌های کاربردی
۳۵۷	۷-۱ مقدمه
۳۵۷	۷-۲ مدل همافزایی زمین
۳۶۲	۷-۳ پیش‌پردازش سیگنال لرزه‌ای حاصل از چشمه ارتعاشی
۳۶۶	۷-۴ واهمامیخت داده لرزه در حوزه Z
۳۶۸	۷-۵ تضعیف موج شیب در حوزه Z
۳۷۱	۷-۶ تضعیف بازتاب‌های مکرر در حوزه Z
۳۷۳	۷-۷ تخمین موجک لرزه‌ای با فاز مرکب با استفاده از تحلیل صفرهای سیگنال خودهمبستگی
۳۸۱	۷-۸ واهمامیخت داده لرزه‌ای در حوزه فرکانس
۳۸۵	۷-۹ بهبود قدرت تفکیک قائم لرزه‌ای با استفاده از خاصیت سیاه کردن زمانی تبدیل فوری
۳۹۲	۷-۱۰ تفکیک بی‌هنجاری‌های داده‌های گرانی‌سنجی با استفاده از فیلتر داده‌مینا
۳۹۸	۷-۱۱ جداسازی امواج پایین‌رونده و بالا‌رونده در داده‌های لرزه‌ای درون چاهی با استفاده از فیلتر $f-k$
۴۰۲	۷-۱۲ تضعیف نوفه زمین‌غلت با استفاده از تبدیل فوری دو بعدی
۴۰۵	۷-۱۳ تفکیک بی‌هنجاری محلی از ناحیه‌ای در داده‌های گرانی با استفاده از تبدیل فوری
۴۰۶	۷-۱۳-۱ ادامه فراسو یا گسترش به سمت بالا
۴۱۲	۷-۱۳-۲ ادامه فروسو یا گسترش به سمت پایین
۴۱۴	۷-۱۴ محاسبه مشتق داده‌های میدان پتانسیل با استفاده از تبدیل فوری
۴۱۹	۷-۱۵ نشانگرهای لرزه‌ای مبتنی بر ردلرزه مختلط (ردلرزه تحلیلی)
۴۲۲	۷-۱۶ برآورد کمی ضریب جذب امواج لرزه‌ای با استفاده از توزیع ویگنر - ویل

- ۱۷-۷ نشانگر سایه فرکانس پایین با استفاده از تبدیل فوریه زمان کوتاه و تبدیل موجک..... ۴۲۸
- ۱۸-۷ شناسایی کانال‌های مدفون در داده‌های لرزه‌ای سه بعدی با استفاده از ترکیب نشانگرهای زمان - فرکانس ۴۳۲
- ۱۹-۷ تضعیف نوفه زمین‌غلت با استفاده از تبدیل موجک گسسته دو بعدی..... ۴۴۱
- ۲۰-۷ افزایش قدرت تفکیک قائم داده‌های لرزه‌ای با استفاده از تبدیل مقیاس در حوزه زمان - فرکانس ۴۴۸
- ۲۱-۷ تفسیر داده‌های گرانی با استفاده از تبدیل موجک پیوسته ۴۵۳
- ۲۲-۷ تعیین مقیاس باری‌ها با استفاده از طیف توان محاسبه شده از تبدیل موجک پیوسته ۴۶۴
- ۲۳-۷ تفکیک بی‌هنجایی علی و انبیه‌ای در داده‌های گرانی با استفاده از تجزیه مد تجربی... ۴۶۹
- ۲۴-۷ برآورد موجک چشمه لرزه‌ای با استفاده از تجزیه مد تجربی ۴۷۳
- منابع ۴۸۱
- تصویرهای رنگی ۴۹۳