

تحلیل سیگنال بالینی

(جلد اول)

ویرایش دوم

رنگاراج ام. رنگایان

ترجمه:

علی شیخانی و منوچهر احمدوند

مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

سرشناسه	: رنگایان، رنگاراج ام. ، ۱۹۵۵ - م.
عنوان و نام پدیدآور	: Rangayyan, Rangaraj M تحلیل سیگنال بالینی/ رنگاراج ام. رنگایان؛ ترجمه علی شیخانی، منوچهر احمدوند.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	: ج۲: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: دوره 8-5209-10-978-964 : ج. 4-5207-10-978-964 : ج. 12-5208-10-978-964 :
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Biomedical signal analysis, 2nd.ed, 2015.
موضوع	: پردازش سیگنالها
موضوع	: Signal processing
موضوع	: مهندسی پزشکی
موضوع	: Biomedical engineering
شناسه افزوده	: شیخانی، علی، ۱۳۴۶ - ، مترجم
شناسه افزوده	: احمدوند، منوچهر، ۱۳۳۶ - ، مترجم
شناسه افزوده	: دانشگاه آزاد اسلامی. واحد علوم و تحقیقات
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۷ ۹۲۹ پ/ ۸۵۷ R
رده بندی دیویی	: ۶۱/ ۲۸
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۱۲ ۳۸۲



کتابخانه ملی
ایران

نام کتاب: تحلیل سیگنال بالینی (جلد اول)

ترجمه: علی شیخانی و منوچهر احمدوند

چاپ اول: بهار ۱۳۹۷

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۵۲۰۷-۴-۴ ISBN 978-964-10-5207-4

تیراژ: ۲۰۰۰ جلد

قیمت: ۳۰۰۰۰۰ ریال

مرکز پخش: تهران، انتهای بزرگراه شهید ستاری، میدان دانشگاه آزاد اسلامی به سمت

حصارک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ساختمان علوم انسانی

تلفن: ۴۴۸۶۵۱۱۱

فهرست مطالب

پانزده

پیشگفتار

تشکر و قدردانی

پیشگفتار: ویرایش اول

تشکر و قدردانی: ویرایش اول

درباره ولف بیست و سه

سمبل ها و علائم اختصاری بیست و نه

فصل ۱

۱ مقدمه‌ای بر سیگنال های بالینی

۱-۱ ماهیت سیگنال های بالینی

۲-۱ نمونه‌هایی از سیگنال های بالینی

۱-۲-۱ پتانسیل عمل یک سلول ماهیچه قلب

۲-۲-۱ پتانسیل عمل یک نرون

۳-۲-۱ الکترومیوگرام (EMG)

۴-۲-۱ الکتروکاردیوگرام (ECG)

۵-۲-۱ الکتروانسفالوگرام (EEG)

۶-۲-۱ پتانسیل های ناشی از رخداد (ERPs)

۷-۲-۱ الکتروگستروگرام (EGG)

۸-۲-۱ فونو کاردیوگرام (PCG)

۹-۲-۱ پالس شاهرگی (CP)

۱۰-۲-۱ سیگنال های به دست آمده از حسگرهای نوک سوندی

۱۱-۲-۱ سیگنال صحبت

۵۱	۱۲-۲-۱ ویبرومیوگرام (VMG)
۵۲	۱۳-۲-۱ ویبروآرتروگرام (VAG)
۵۵	۱۴-۲-۱ سیگنال‌های انتشار گوشه‌ای - آکوستیک
۵۵	۳-۱ اهداف تحلیل سیگنال بالینی
۶۰	۴-۱ مشکلاتی که در هنگام گرفتن و تحلیل سیگنال بالینی با آن‌ها مواجه هستیم
۶۴	۵-۱ تشخیص به کمک کامپیوتر
۶۷	۶-۱ ملاحظات
۶۸	۷-۱ پرسش‌ها و مسائل مطالعه‌ای
۷۰	۸-۱ تمرین‌ها و پروژه‌های آزمایشگاهی
	فصل ۲
۷۱	تحلیل فرایندهای همزمان و مرتبط همیشه
۷۲	۱-۲ بیان مسئله
۷۲	۲-۲ نمایش مسئله به کمک مطالعه‌های موردی
۷۲	۱-۲-۲ الکتروکاردیوگرام و فونوکار دیوگرام
۷۴	۲-۲-۲ فونوکار دیوگرام و پالس کاروتید
۷۵	۳-۲-۲ ECG و الکتروگرام دهلیزی
۷۹	۴-۲-۲ کنش متقابل قلبی - تنفسی
۷۹	۵-۲-۲ الکترومیوگرام و ویبرومیوگرام
۸۱	۶-۲-۲ سیگنال‌های ارتعاش مفصل زانو و عضله
۸۱	۳-۲ کاربرد: قطعه‌بندی به قسمت‌های سیستولی و دیاستولی
۸۲	۴-۲ ملاحظات
۸۳	۵-۲ پرسش‌ها و مسائل مطالعه‌ای
۸۴	۶-۲ تمرین‌ها و پروژه‌های آزمایشگاهی

فصل ۳

- ۸۵ فیلتر کردن و حذف آرتیفکتهای
- ۸۶ ۱-۳ بیان مسئله
- ۸۷ ۱-۱-۳ نویز تصادفی، نویز ساختاری، و اختلال فیزیولوژیکی
- ۹۵ ۲-۱-۳ فرایندهای ایستا در مقایسه با فرایندهای نایستا
- ۹۹ ۲-۳ تشریح مسئله به کمک مطالعات موردی
- ۹۹ ۱-۲-۳ نویز در پتانسیل‌های مرتبط با رخداد
- ۱۰۰ ۲-۲-۳ نویز فرکانس بالا در ECG
- ۱۰۱ ۲-۲-۳ اختلال حرکت در ECG
- ۱۰۲ ۲-۲-۳ اختلال حذف برق در سیگنال‌های ECG
- ۱۰۴ ۵-۲-۳ اختلال در در ECG جنین
- ۱۰۵ ۶-۲-۳ اختلال انقباض عضله در سیگنال‌های VAG
- ۱۰۷ ۷-۲-۳ راه حل‌های بالقوه برای حذف
- ۱۰۸ ۳-۳ فیلترهای حوزه زمان
- ۱۰۸ ۱-۳-۳ میانگین‌گیری هماهنگ
- ۱۱۴ ۲-۳-۳ فیلترهای میانگین‌گیر متحرک
- ۱۲۳ ۳-۳-۳ اپراتورهای مبتنی بر مشتق برای حذف آرتیفکتهای فرکانس پایین
- ۱۳۲ ۴-۳ فیلترهای حوزه فرکانس
- ۱۳۲ ۱-۴-۳ حذف نویز فرکانس بالا: فیلترهای پایین‌گذران باترورث
- ۱۴۴ ۲-۴-۳ حذف نویز فرکانس پایین: فیلترهای بالا‌گذران باترورث
- ۱۴۶ ۳-۴-۳ حذف آرتیفکتهای متناوب: فیلترهای ناچ و شانه
- ۱۵۱ ۵-۳ فیلتر کردن بهینه: فیلتر وینر
- ۱۶۲ ۶-۳ فیلترهای تطبیقی برای حذف اختلال

- ۱۶۳ ۱-۶-۳ حذف کننده نویز تطبیقی
- ۱۶۷ ۲-۶-۳ فیلترهای تطبیقی کمترین میانگین مربعات
- ۱۷۰ ۳-۶-۳ فیلترهای تطبیقی کمترین مربعات بازگشتی
- ۱۷۸ ۷-۳ انتخاب یک فیلتر مناسب
- ۱۸۱ ۸-۳ کاربرد: حذف آرتیفک‌ها در ECG
- ۱۸۳ ۹-۳ کاربرد: حذف تطبیقی ECG مادر برای به‌دست آوردن ECG جنین
- ۱۸۴ ۱۰-۳ کاربرد: حذف تطبیقی اختلال انقباض عضله در سیگنال‌های ارتعاش مفصل زانو
- ۱۸۸ ۱۱-۳ ملاحظات
- ۱۸۹ ۱۲-۳ پرسش‌ها و مسائل مطالعاتی
- ۱۹۶ ۱۳-۳ تمرین‌ها و پروژه‌ای آزمایشگاهی

فصل ۴

- ۱۹۹ آشکارسازی رخداد
- ۱۹۹ ۱-۴ بیان مسئله
- ۲۰۰ ۲-۴ نمایش مسئله با مطالعات موردی
- ۲۰۰ ۱-۲-۴ موج‌های P, QRS, و T در ECG
- ۲۰۲ ۲-۲-۴ صداهای اول و دوم قلب
- ۲۰۳ ۳-۲-۴ فرورفتگی چکشی در پالس کاروتید
- ۲۰۳ ۴-۲-۴ ریتم‌ها، موج‌ها، و گذارهای EEG
- ۲۰۶ ۳-۴ آشکارسازی رخدادها و موج‌ها
- ۲۰۶ ۱-۳-۴ روش‌های مبتنی بر مشتق برای آشکارسازی QRS
- ۲۱۱ ۲-۳-۴ الگوریتم پان-تامپکینز برای آشکارسازی QRS
- ۲۱۷ ۴-۳-۴ آشکارسازی فرورفتگی چکشی
- ۲۱۹ ۴-۴ تحلیل همبستگی کانال‌های ECG
- ۲۱۹ ۱-۴-۴ آشکارسازی ریتم‌های EEG

۲۲۵	۲-۴-۴ تطبیق الگو برای آشکارسازی خیزک و موج EEG
۲۲۷	۵-۴ روش‌های طیف متقابل
۲۲۷	۱-۵-۴ تحلیل همدوسی کانال‌های EEG
۲۲۹	۶-۴ فیلتر منطبق
۲۲۹	۱-۵-۴ آشکارسازی کمپلکس‌های خیزک و موج EEG
۲۳۳	۷-۴ آشکارسازی موج P
۲۳۶	۸-۴ فیلتر کردن همومورفیک و کیستروم مختلط
۲۳۷	۱-۱-۴ فیلتر کردن خطی تعمیم یافته
۲۳۹	۲-۱-۴ فیلتر کردن همومورفیک
۲۴۰	۳-۸-۴ فیلتر کردن سراج با سیخ صوتی
۲۵۰	۹-۴ کاربرد: تحلیل بتر EEG
۲۵۲	۱۰-۴ کاربرد: شناسایی صدای قلب
۲۵۶	۱۱-۴ کاربرد: آشکارسازی مؤلفه تورتی صدای قلب دوم
۲۵۹	۱۲-۴ ملاحظات
۲۶۱	۱۳-۴ پرسش‌ها و مسائل مطالعه‌ای
۲۶۳	۱۴-۴ تمرین‌ها و پروژه‌های آزمایشگاهی

فصل ۵

۳۶۱	تحلیل پیچیدگی ریخت موج و شکل موج
۳۶۲	۱-۵ بیان مسئله
۳۶۲	۲-۵ تشریح مسئله با مطالعات موردی
۳۶۲	۱-۲-۵ کمپلکس QRS، انسداد دسته-شاخه
۳۶۲	۲-۲-۵ اثر ایسکمی و آنفارکتوس عضله قلبی بر ریخت موج QRS
۳۶۳	۳-۲-۵ بیت‌های اکتوپیک
۳۶۴	۴-۲-۵ پیچیدگی الگوی تداخلی EMG

۳۶۴	۵-۲-۵ الگوهای شدید PCG
۳۶۵	۳-۵ تحلیل ERPها
۳۶۶	۴-۵ تحلیل مورفولوژی موج های ECG
۳۶۶	۵-۴-۱ ضریب همبستگی
۳۶۷	۵-۴-۲ وابسته حداقل فاز و طول سیگنال
۳۷۶	۵-۴-۳ تحلیل شکل موج ECG
۳۸۰	۵-۵ استنجر اراج و تحلیل پوش
۳۸۱	۵-۱-۱ دمودولاسیون دامنه
۳۸۴	۵-۵-۲ سوسدای گیری پوش های PCG
۳۸۶	۵-۵-۳ نوار درام
۳۸۹	۶-۵ تحلیل فعالیت
	۵-۶-۱ مقدار RMS ۳۹۰
	۵-۶-۲ نرخ عبور صفر ۱۹۱
	۵-۶-۳ شمارش چرخش ۳۹۲
	۵-۶-۴ عامل شکل ۳۹۳
	۷-۵ کاربرد: پارامتری کردن بیت های نرمال و اتسوپیک ۳۹۶
	۸-۵ کاربرد: تحلیل ECG ورزش ۳۹۷
	۹-۵ تحلیل کمی EMG در ارتباط با نیروی اعمال شده ۳۹۹
	۱۰-۵ کاربرد: تحلیل تنفس ۴۰۳
	۱۱-۵ کاربرد: همبستگی های الکتریکی و مکانیکی انقباض عضله ۴۰۷
	۱۲-۵ کاربرد: تحلیل آماری سیگنال های VAG ۴۰۹
	۵-۱۲-۱ جمع آوری سیگنال های VAG مفصل زانو ۴۱۱
	۵-۱۲-۲ تخمین PDFهای سیگنال های VAG ۴۱۳

۳-۱۲-۵ غربال گری سیگنال های VAG با استفاده از پارامترهای آماری

۴۱۶

۱۳-۵ کاربرد: تحلیل های فرکتال EMG مرتبط با نیرو ۴۱۹

۱-۱۳-۵ فرکتال ها در طبیعت ۴۱۹

۲-۱۳-۵ بعد فرکتال ۴۲۰

۳-۱۳-۵ تحلیل فرکتال سیگنال های فیزیولوژیک ۴۲۳

۴-۱۳-۵ تحلیل فرکتال سیگنال های EMG ۴۲۴

۱۴-۵ رحنات ۴۲۷

۱۵-۵ پرسش ها و مسائل بالینی ۴۲۸

۱۶-۵ تمرین ها و پروژه ها: آزمایشگاهی ۴۳۲

فصل ۶

مشخصات حوزه فرکانس سیگنال ها در سیستم ها ۴۳۷

۱-۶ بیان مسئله ۴۳۹

۲-۶ تشریح مسئله با مطالعات موردی ۴۴۱

۱-۲-۶ اثر قابلیت ارتجاع عضله قلبی بر سیف اندام قلبی ۴۳۹

۲-۲-۶ تحلیل فرکانس سوفل ها جهت تشخیص نارس دریچه ای ۴۴۲

۳-۶ تخمین PSD ۴۴۵

۱-۳-۶ پریودوگرام ۴۴۹

۲-۳-۶ ضرورت متوسط گیری ۴۵۱

۳-۳-۶ استفاده از پنجره ها: رزولوشن طیف و نشتی ۴۵۲

۴-۳-۶ تخمین ACF ۴۶۲

۵-۳-۶ متوسط گیری سنکرون طیف PCG ۴۶۳

۴-۶ مقادیر استخراج شده از توابع چگالی طیف توان ۴۶۶

۱-۴-۶ ممان های توابع PSD ۴۶۹

۴-۶-۲ نسبت های طیف توان ۴۷۲

۵-۶ کاربرد: ارزیابی دریاچه های قلبی مصنوعی ۴۷۳

۶-۶ کاربرد: تحلیل فرکتال سیگنال های VAG ۴۷۶

۱-۶-۶ فرکتال ها و مدل ۴۷۷ 1/4

۲-۶-۶ FD از طریق تحلیل طیف توان ۴۷۹

۳-۶-۶ مثال هایی از سیگنال های فرکتال ساخته شده ۴۸۰

۴-۶-۶ تحلیل فرکتال قطعات سیگنال های VAG ۴۸۱

۷-۶ کاربرد: طیف توان سیگنال های EEG ۴۸۷

۸-۶ ملاحظات ۴۸۲

۹-۶ پرسش ها و مسائل مطالعه ای ۴۹۴

۱۰-۶ تمرین ها و پروژه های آزمایشگاهی ۴۹۷

فصل ۷

مدل سازی فرایندها و سیستم های تولید کننده سیگنال های بالینی ۵۰۱

۱-۷ بیان مسئله ۵۰۲

۲-۷ تشریح مسئله با مطالعات موردی ۵۰۲

۱-۲-۷ الگوهای آتش واحد حرکتی ۵۰۲

۲-۲-۷ ریتم قلبی ۵۰۴

۳-۲-۷ فرمانت ها و واج ها در صحبت ۵۰۶

۴-۲-۷ کرپیتوس (ترق و تروق) کشکی - رانی طبیعی ۵۰۷

۳-۷ فرایندهای نقطه ای ۵۰۸

۴-۷ مدل سازی پارامتری سیستم ۵۱۹

۵-۷ خودبازگشتی یا مدل سازی تمام قطب ۵۲۴

۱-۵-۷ تطبیق و پارامتری کردن طیف ۵۳۱

۲-۵-۷ مرتبه مدل بهینه ۵۳۴

- ۳-۵-۷ AR و ضرائب کپسترال ۵۴۱
- ۶-۷ مدل سازی قطب صفر ۵۴۴
- ۶-۷-۱ تخمین متوالی قطب ها و صفرها ۵۴۹
- ۶-۷-۲ شناسایی تکراری سیستم ۵۵۲
- ۶-۷-۳ پیش بینی و مدل سازی همومورفیک ۵۵۹
- ۷-۷ مدل های الکترومکانیکی تولید سیگنال ۵۶۴
- ۷-۷-۱ مدل سازی صداهاى تنفسى ۵۶۶
- ۷-۷-۲ تولید صدا در شریان های کرونری ۵۷۰
- ۷-۷-۳ تولید صدا در مفاصل زانو ۵۷۴
- ۸-۷ کاربرد: تحلیل تغییراتی ضربان قلبی ۵۷۷
- ۹-۷ کاربرد: مدل سازی طان و تحلیل سیگنال های PCG ۵۸۱
- ۷-۱۰ کاربرد: آشکارسازی بیماری های کرونری ۵۸۸
- ۷-۱۱ ملاحظات ۵۸۹
- ۷-۱۲ پرسش ها و مسائل مطالعه ای ۵۹۱
- ۷-۱۳ تمرین ها و پروژه های آزمایشگاهی ۵۹۲

فصل ۸

- تحلیل سیگنال های غیر ایستا و چند مولفه ای ۵۹۶
- ۸-۱ بیان مسئله ۵۹۸
- ۸-۲ نمایش مسئله با مطالعات موردی ۵۹۸
- ۸-۲-۱ صداها و سو فل های قلبی ۵۹۸
- ۸-۲-۲ ریت م ها و امواج EEG ۵۹۹
- ۸-۲-۳ آسیب غضروف مفصلی و ارتعاش مفصل زانو ۶۰۰
- ۸-۳ سیستم های متغیر با زمان ۶۰۴

۸-۳-۱ مشخص سازی سیگنال های غیرایستا و سیستم های پویا

۶۰۵

۸-۴ قطعه بندی ثابت ۶۰۹

۸-۴-۱ تبدیل فوریه زمان کوتاه ۶۰۹

۸-۴-۲ ملاحظات تحلیل زمان کوتاه ۶۱۳

۸-۵ قطعه بندی تطبیقی ۶۱۷

۸-۵-۱ مقدار خطای طیف ۶۲۰

۸-۵-۲ فاصله ACF ۶۲۷

۸-۵-۳ نسبت درست نمایی عمومی ۶۲۹

۸-۵-۴ تحلیل مقایسه ای روش های SEM, ACF و GLR ۶۳۱

۸-۶ استفاده از فیلترهای تطبیقی برای قطعه بندی ۶۳۵

۸-۶-۱ مانیتورینگ فیلتر RL ۶۳۶

۸-۶-۲ فیلتر نردبانی RLS ۶۴۰

۸-۷ موجک ها و تحلیل زمان فرکانس ۶۵۲

۸-۷-۱ تقریب سیگنال با استفاده از موجک ۶۵۳

۸-۷-۲ تجزیه سیگنال با استفاده از الگوریتم دنبال کننده تطبیقی ۶۵۷

۸-۷-۳ تجزیه به مود تجربی ۶۵۹

۸-۷-۴ TFD ها و مشخصات آنها ۶۶۳

۸-۷-۵ تجزیه مبتنی بر TFD تطبیقی ۶۶۶

۸-۷-۶ نمایی از کاربرد ۶۶۹

۸-۸ جداسازی سیگنال های مرکب ۶۸۳

۸-۸-۱ تحلیل مولفه اساسی ۶۸۸

۸-۸-۲ تحلیل مولفه مستقل ۶۹۳

۸-۹ کاربرد: قطعه بندی تطبیقی سیگنال های EEG ۶۹۸

- ۸-۱۰ کاربرد: قطعه بندی تطبیقی سیگنال های PCG ۷۰۲
- ۸-۱۱ کاربرد: تحلیل متغیر با زمان HRV ۷۰۵
- ۸-۱۲ کاربرد: آشکارسازی حملات صرعی در سیگنال های EEG ۷۰۹
- ۸-۱۳ کاربرد: تحلیل صداهای گریه نوزادان ۷۱۰
- ۸-۱۴ کاربرد: تحلیل زمان فرکانس تطبیقی سیگنال های VAG ۷۱۲
- ۸-۱۵ ملاحظات ۷۲۲
- ۸-۱۶ پرسش ها و مسائل مطالعه ای ۷۲۲
- ۸-۱۷ تمرین ها و پروژه های آزمایشگاهی ۷۲۳

فصل ۹

- طبقه بندی الگو و تصمیم گیری ۷۲۵
- ۹-۱ بیان مسئله ۷۲۶
- ۹-۲ تشریح مسئله با مطالعات موردی ۷۲۷
- ۹-۲-۱ تشخیص بلوک شاخه بیک ۷۲۷
- ۹-۲-۲ بیت نرمال یا اکتوپیک ECG ۷۲۸
- ۹-۲-۳ آیا یک ریتم آلفا وجود دارد؟ ۷۲۹
- ۹-۲-۴ آیا یک سوفل وجود دارد؟ ۷۳۰
- ۹-۳ طبقه بندی الگو ۷۳۰
- ۹-۴ طبقه بندی الگو با معلم ۷۳۲
- ۹-۴-۱ توابع تمایز و تصمیم ۷۳۲
- ۹-۴-۲ تحلیل تفکیک کننده خطی فشر ۷۳۴
- ۹-۴-۳ توابع فاصله ۷۳۹
- ۹-۴-۴ قاعده نزدیک ترین همسایه ۷۴۰
- ۹-۵ طبقه بندی الگو بدون سرپرست ۷۴۱
- ۹-۵-۱ روش های جستجوی خوشه ۷۴۲

- ۶-۹ مدل احتمالاتی و تصمیم گیری آماری ۷۴۷
- ۶-۹-۱ توابع درست نمایی و تصمیم آماری ۷۴۸
- ۶-۹-۲ طبقه بند بیز برای الگوهای نرمال ۷۵۱
- ۷-۹ تحلیل رگرسیون لجستیک ۷۵۳
- ۸-۹ شبکه های عصبی ۷۵۵
- ۸-۹-۱ ANNها با توابع پایه شعاعی ۷۵۸
- ۹-۹ آزمون گیری صحت و هزینه تشخیص ۷۶۲
- ۹-۹-۱ مشخصات عملگر دریافت ۷۶۶
- ۹-۹-۲ آزمون مارن مک نیمار ۷۶۹
- ۹-۱۰ اعتبار ویژگی ها، صقه بندها، و تصمیم گیری ۷۷۲
- ۹-۱۰-۱ تکنیک پذیری ویژگی ها ۲۳۸
- ۹-۱۰-۲ انتخاب ویژگی ۷۷۸
- ۹-۱۰-۳ آموزش و کام های تست ۷۸۰
- ۹-۱۱ کاربرد: بیت های نرمال ECG بر حسب آپیک ۷۸۳
- ۹-۱۱-۱ طبقه بندی با تابع تمام رخ ۷۸۳
- ۹-۱۱-۲ کاربرد طبقه بند بیز ۷۸۸
- ۹-۱۱-۳ طبقه بندی با استفاده از روش میانگین ۷۹۰
- ۹-۱۲ کاربرد: آشکارسازی پاتولوژی غضروف مفصل زانو ۷۹۲
- ۹-۱۳ ملاحظات ۸۰۳
- ۹-۱۴ پرسش ها و مسائل مطالعه ای ۸۰۴
- ۹-۱۵ تمرین ها و پروژه های آزمایشگاهی ۸۰۷

ویرایش اول این کتاب در سر تا سر جهان مورد استقبال بسیار وسیعی قرار گرفته است. اساتید فراوانی در دانشگاه‌های متعددی در سراسر آمریکای شمالی، اروپا، آسیا، و سایر نواحی جهان از این کتاب به‌عنوان کتاب درسی استفاده می‌کنند. یک ویرایش ارزان با جلد معمولی برای برخی از نواحی جهان و همچنین یک ویرایش روسی منتشر شده است. پیم‌ها را اظهار نظرهای فراوانی با پس‌خورد مثبت درباره کتاب از جانب بسیاری از دانشجویان، اساتید و محققین از طریق ایمیل و همچنین در کنفرانس‌ها دریافت کرده‌ام. از مؤسسه I.B.T.F. انتشارات وایلی به‌خاطر انتشار و ترویج کتاب و نیز از استفاده‌کننده‌های کتاب به‌خاطر پشتیبانی و پس‌خوردشان قدردانی می‌کنم.

خود من از این کتاب برای تدریس درس تحلیل سیگنال بالینی ENEL ۵۶۳ در دانشگاه کلگری استفاده کرده‌ام. علاوه بر واکنش‌های مثبت، پیشنهادهایی در مورد اصلاح کتاب از جانب دانشجویان و اساتید باعث شده‌اند که خواستار افزودن مثال‌های بیشتر و عناوین پیشرفته و مباحث جدید شده‌اند. خودم هم قسمت‌هایی از کتاب را شناسایی کرده‌ام که می‌تواند برای روشن‌تر شدن مطالب افزودن جزئیات بیشتر برای درک بهتر، و با گسترش مثال‌های بیشتر به‌منظور نمایش بهتر کاربردها، بهبود یابد. همچنین چند توسعه جدید، کاربردهای بدیع، و تکنیک‌های پیشرفته‌ای شناسایی کرده‌ام که می‌توان با گنجاندن آن‌ها در ویرایش دوم، کتاب را برای گستره وسیع‌تری از خواننده‌ها جالب‌تر و جذاب‌تر کرد.

مطالب جدید در ویرایش دوم

با توجه به موفقیت ویرایش اول، تغییرات عمده‌ای در سازمان‌دهی و سبک نگارش کتاب اعمال ننموده‌ام. علیرغم شکل فشرده‌تر به‌منظور کاهش فضاهای خالی و کنترل تعداد کل صفحات، ویرایش دوم کتاب از نظر سازمان‌دهی و سبک ارائه، مشابه ویرایش اول باقی مانده است. مطالب جدید به همان فصل‌های قبل افزوده شده‌اند، و در نتیجه حجم

کتاب گسترش یافته است. عناوین جدید چنان با دقت انتخاب شده‌اند که نه تنها برارنده ساختار و سازمان‌بندی کتاب باشند، بلکه مطالب پشتیبانی و عناوین پیشرفته بیشتری فراهم آورند که بتوانند در یک درس اول و یا یک مطالعه پیشرفته در حوزه این موضوع تلفیق یافته و قابل درک باشند.

برخی از مطالب مهم و قابل توجه افزوده شده به کتاب، با عناوین زیر سر و کار دارند:

- تحلیل تغییر پارامترهای الکترومیوگرام با نیرو؛
- ندایش‌هایی از الکتروانسفالوگرام با کاربرد در تحلیل خواب و پیش‌بینی شن‌های صرعی؛
- جزئیاتی در مورد نظریه سیستم‌های خطی و مثال‌های عددی مرتبط با کانولوشن؛
- جزئیاتی در مورد تبدیل Z و تبدیل فوریه همراه با مثال‌هایی از طیف‌های فوریه و تحلیل طیف سیگنال‌های بالینی؛
- جزئیاتی در مورد فیلترهای خطی و مشخصه‌های آن‌ها، از جمله پاسخ ضربه، تابع تبدیل، و نمودارهای قطب صاف؛
- توصیف و نمایش فیلترهای غیرخطی - ربه - آماری؛
- نحوه به‌دست آوردن فیلتر تطبیق یافته؛
- سرچشمه‌های مرتبط با کپستروم مختلط؛
- جزئیاتی در مورد فرایندهای تصادفی و خواص آن‌ها؛
- ویولت‌ها و تبدیل ویولت با کاربردهای بالینی؛
- تحلیل فرکتال با کاربردهای بالینی؛
- توزیع‌های زمان - فرکانسی و تحلیل سیگنال‌های نایستاد با کاربردهای بالینی؛
- تحلیل مؤلفه اصلی، تحلیل مؤلفه مستقل، و جداسازی منبع کور با کاربردهای بالینی؛
- زیر نظر گرفتن حبس تنفس در خواب؛
- تحلیل انواع مختلف سیگنال‌های صوتی بالینی که ممکن است اطلاعات تشخیصی دربر داشته باشند؛ و
- روش‌هایی برای تحلیل و طبقه‌بندی الگو با نمایش کاربرد در سیگنال‌های بالینی.

مباحث مرتبط با عناوین نام برده شده در بالا در سراسر کتاب پخش شده‌اند و مراجع جدید متعددی اضافه شده که به خواننده در مطالعات عمیق‌تر کمک می‌کنند. مسائل و پروژه‌های بسیار بیشتری در انتهای فصل‌ها افزوده شده است.

ویرایش اول کتاب (سال ۲۰۰۲) دارای ۵۱۶ صفحه (به علاوه سی و پنج صفحه موارد ابتدایی) در نه فصل، ۵۳۸ معادله شماره‌گذاری شده (با بسیاری معادلات دیگر که شماره‌گذاری نشده‌اند ولی بخش‌هایی از رویه‌ها هستند)، ۲۳۲ شکل شماره‌گذاری شده (که بسیاری از آن‌ها چندین قسمت دارند)، و ۲۶۵ مرجع است. ویرایش دوم کتاب (سال ۲۰۱۵) ۶۷۲ صفحه (به علاوه سی و پنج صفحه موارد ابتدایی) دارد که در یک طرح‌بندی جمع و جورتر از ویرایش اول، با نه فصل، ۸۱۴ معادله شماره‌گذاری شده (با بسیاری معادلات دیگر که شماره‌گذاری نشده‌اند ولی بخش‌هایی از رویه‌ها هستند)، ۳۷۰ شکل شماره‌گذاری شده (که بسیاری از آن‌ها چندین قسمت دارند)، و ۵۰۵ مرجع عرضه شده است. به‌منظور گسترش حجم کتاب، مباحث ارائه شده در مورد برخی از عناوین جدید اضافه شده مختصر و نظر گرفته شده است؛ با این وجود، از برخی جنبه‌ها، ویرایش دوم تقریباً ۵۰ درصد حجم‌تر از ویرایش اول است.

خواننده مورد نظر

همانند ویرایش اول، ویرایش دوم هم برای دانشجویان مهندسی در سال آخر مقطع تحصیلی کارشناسی و یا در سال اول مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد در نظر گرفته شده است. دانشجویان مهندسی برق با پیش‌زمینه‌ای خوب در سیگنال‌ها و سیستم‌ها از آمادگی خوبی برای مطالب کتاب برخوردار خواهند بود. دانشجویان سایر گرایش‌های مهندسی، و دانشجویان رشته‌های علوم کامپیوتر، فیزیک، ریاضی، و یا علم زمین‌شناسی هم باید بتوانند مطالب این کتاب را درک کنند. درسی در پردازش سیگنال دیجیتال یا فیلترهای دیجیتال ارتباط مفیدی با مطالب کتاب حاضر برقرار می‌کند، ولی یک دانشجوی توانمند بدون چنین پیش‌زمینه‌ای هم می‌تواند درکی اساسی از مطالب این زمینه به‌دست آورد. مطالب مقدماتی درباره سیستم‌ها، فیلترها، و تبدیل‌ها که در ویرایش دوم افزوده شده است، می‌تواند به خواننده بدون تجربه رسمی درباره این عناوین کمک کند. مهندسين شاغل، دانشمندان کامپیوتر، متخصصین اطلاعات،

فیزیکدانان پزشکی، و متخصصین داده‌پردازی که در زمینه‌های متنوعی از قبیل مخابرات راه دور، کاربردهای زمین لرزه و ژئوفیزیک، کاربردهای بالینی، و سیستم‌های اطلاعات بیمارستانی کار می‌کنند هم، این کتاب را در پی آموختن فنون پیشرفته تحلیل سیگنال سودمند خواهند یافت. این افراد می‌توانند از سایر کاربردهای پردازش یا تحلیل سیگنال الهام گرفته، و حس کنجکاوی خود را در زمینه کاربردهای کامپیوتر در پزشکی و تشخیص پزشکی به کمک کامپیوتر ارضا کنند.

برنامه تدریس و فراگیری

کتاب با مقدمه‌ای مصور از سیگنال‌های بالینی در فصل ۱ آغاز می‌شود. فصل ۲ این مقدمه را با تأکید بر تحلیل سیگنال‌های همبسته چند کاناله ادامه می‌دهد.

فصل ۳ صرفاً به فیلتر کردن سیگنال‌ها به منظور حذف آرتیفکت‌ها، به‌منزله گامی مهم قبل از تحلیل سیگنال نمی‌پردازد. خواص پایه سیستم‌ها و تبدیل‌ها و نیز تکنیک‌های پردازش سیگنال مرور شد، و هر جا لازم باشد، توضیح داده شده است. این فصل به‌صورت ترکیبی از اصول تئوری و کاربرد نگارش شده تا درک ساده مبانی سیگنال‌ها، سیستم‌ها، و تبدیل‌ها را فراهم سازد [۱-۴]. تأکید بر روی کاربرد فیلترها در مسائل خاص تحلیل سیگنال بالینی است. مداد ریاضی تصاویر ارائه شده تا حسی بصری از مسئله و مؤثر بودن روش‌های مختلف فیلتر کردن نشان داده شده فراهم آید.

فصل ۴ تکنیک‌هایی را ارائه می‌دهد که به‌طور خاص برای آشکارسازی رخدادها در سیگنال‌های بالینی سودمند هستند. تحلیل شکل موج و تشخیص شکل موج رخدادها و مؤلفه‌های سیگنال موضوع فصل ۵ است. تکنیک‌های تشخیص ساری حوزه فرکانس سیگنال‌ها و سیستم‌های بالینی در فصل ۶ ارائه می‌شود. مثال‌های متنوع متعددی در همه فصل‌ها ارائه شده است. در عوض توجه به کاربرد تشخیصی خاصی از سیگنال‌های بخصوص، مشخصه‌های مشکلاتی که هنگام تحلیل و تفسیر سیگنال‌های بالینی با آن‌ها مواجه می‌شویم مورد توجه قرار داده شده است.

مطالب کتاب تا انتهای فصل ۶ برای یک درس یک ترمی (۱۳ هفته‌ای) در سطح سال آخر (سال چهارم) مهندسی کافی است. تجربه تدریس خود من نشان داده است

که این مطالب به ۳۸ ساعت تدریس نیاز دارد. بهتر است به ساعات تدریس حدود ۱۲ ساعت کمکی (جلسات حل تمرین) و ۱۰ جلسه آزمایشگاه هم افزوده شود.

مدل سازی فرایندهای تولید سیگنال ها و سیستم های بالینی به منظور نمایش و تحلیل آن ها موضوع فصل ۷ است. فصل ۸ به تحلیل سیگنال های نالیستا و چندمؤلفه ای اختصاص داده شده است. موضوعات این دو فصل پیچیدگی های ریاضیاتی بالاتری نسبت به سطح کارشناسی دارند. در صورتی که این موضوعات مورد علاقه خاص باشند، می توان برخی از بخش ها را انتخاب کرده و در یک درس اول در تحلیل سیگنال بالینی گنجانند. در غیر این صورت، می توان این دو فصل را برای آن هایی که به دانستن این روش ها علاقه مند هستند، عنوان مطالعه شخصی، و یا یک درس پیشرفته در نظر گرفت.

فصل ۹ جنبه های تحلیلی سیگنال بالینی را ارائه می دهد، و مقدمه ای است برای طبقه بندی الگو و تصمیم سازی تشخیصی. هرچند این موضوع ماهیتاً موضوعی پیشرفته است و خود می تواند به نزد یک درس تحصیلات تکمیلی در نظر گرفته شود، ولی به منظور ربط دادن تمرین در تبدیل سیگنال بالینی به مرحله نهایی تصمیم تشخیصی معرفی شده است. پیشنهاد می شود چنانچه بخشی از این فصل، حتی در یک درس اول در تحلیل سیگنال بالینی گنجانده شود تا دانش آموزان احساسی از نتیجه نهایی به دست آورند. موضوع فشرده سازی داده ها عمده در این کتاب تئوریک گذاشته شده است. موضوعات پیشرفته ای نظیر توزیع های زمان - فرکانسی، تحلیل مبتنی بر ویولت، تحلیل مؤلفه مستقل، و تحلیل فرکانس، به طور مختصر در ویرایش درم معی شده اند، ولی برای کامل شدن به مطالعه مفصل تری نیاز دارند. فیلترهای تعقیب و رهش های تحلیل سیگنال های نالیستا در کتاب معرفی شده اند، ولی به توجه، عمق و گسترش بیش تری نیاز دارند. مراجع ارائه شده می تواند به خواننده علاقه مند کمک کند تا به مطالب پیشرفته تر دسترسی پیدا کند.

در هر فصل تعدادی پرسش و مسئله به منظور آماده سازی برای آزمون ها و امتحانات آورده شده است. تعدادی تمرین آزمایشگاهی هم در انتهای هر فصل آورده شده، که می توان از آن ها برای قاعده مند کردن تجربه عملی با سیگنال های واقعی استفاده کرد. فایل های داده مربوط به مسائل و تمرین های انتهای هر فصل در سایت زیر قابل دسترس هستند: