

تحلیل سیگنال بالینی

(جلد دوم)

دیرایش دوم

رنگاراج ام. رنگ یازن

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 ۸-۹۶۴-۱۰-۵۲۰۸-۱ : ج ۱. ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۵۲۰۸-۱ : ج ۲. ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۵۲۰۸-۱ : ج ۳.
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 ۲۹۹ / پ ۸۵۷
رده بندی دیویی	: ۶۱۰ / ۲ /
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۱۲ ۸۲



نام کتاب: تحلیل سیگنال بالینی (جلد دو)

ترجمه: علی شیخانی و منوچهر احمدوند

چاپ اول: بهار ۱۳۹۷

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۵۲۰۸-۱ ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۵۲۰۸-۱ ISBN: 978-964-10-5208-1

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 مؤلفان، دست و سه

سمبل‌ها و علائم اختصاری بیست و نه

فصل ۱

۱ مقدمه‌ای بر سیگنال‌های بالینی

۱-۱ ماهیت سیگنال‌های بالینی

۶ ۲-۱ نمونه‌هایی از سیگنال‌های بالینی

۶ ۱-۲-۱ پتانسیل عمل یک سلول هیچه قاب

۱۲ ۲-۲-۱ پتانسیل عمل یک نرون

۱۳ ۳-۲-۱ الکترومیوگرام (EMG)

۲۰ ۴-۲-۱ الکتروکاردیوگرام (ECG)

۳۲ ۵-۲-۱ الکتروانسفالوگرام (EEG)

۳۷ ۶-۲-۱ پتانسیل‌های ناشی از رخداد (ERPs)

۳۸ ۷-۲-۱ الکتروگستروگرام (EGG)

۳۹ ۸-۲-۱ فونوکاردیوگرام (PCG)

۴۵ ۹-۲-۱ پالس شاهرگی (CP)

۴۶ ۱۰-۲-۱ سیگنال‌های به‌دست آمده از حسگرهای نوک سوندی

۴۸ ۱۱-۲-۱ سیگنال صحبت

۵۱	۱-۲-۱۲ ویبرومیوگرام (VMG)
۵۲	۱-۲-۱۳ ویبروارتروگرام (VAG)
۵۵	۱-۲-۱۴ سیگنال‌های انتشار گوشه-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، مرتبط و همبسته
۷۲	۱-۲ بیان مسئله
۷۲	۲-۲ نمایش مسئله به کمک مطالعات موردی
۷۲	۱-۲-۲ الکتروکاردیوگرام و فونوکاردیوگرام
۷۴	۲-۲-۲ فونوکاردیوگرام 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 پتانسیل های مرتبط با رخداد
- ۱۰۰ ۲-۳ نویز فرکانس بالا در ECG
- ۱۰۱ ۳-۲-۳ اختلال حرکت در ECG
- ۱۰۲ ۴-۲-۳ اختلال خط ساق در سیگنال های ECG
- ۱۰۴ ۵-۲-۳ اختلال مادر ECG جنین
- ۱۰۵ ۶-۲-۳ اختلال انقباض عضله در سیگنال های VAG
- ۱۰۷ ۷-۲-۳ راه حل های بالقوه برای مسئله
- ۱۰۸ ۳-۳ فیلترهای حوزه زمان
- ۱۰۸ ۱-۳-۳ میانگین گیری هماهنگ
- ۱۱۴ ۲-۳-۳ فیلترهای میانگین گیر 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 پایین گذران باترورث
- ۱۴۴ ۲-۴-۳ حذف نویز فرکانس پایین: فیلترهای بالا گذران 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	۳-۶-۱ حذف کننده نویز تطبیقی
۱۶۷	۳-۶-۲ فیلترهای تطبیقی کمترین میانگین مربعات
۱۷۰	۳-۶-۳ فیلترهای تطبیقی کمترین مربعات بازگشتی
۱۷۸	۳-۷ انتخاب یک فیلتر مناسب
۱۸۱	۳-۸ کاربرد: حذف آرتیفکت‌ها در ECG
۱۸۳	۳-۹ کاربرد: حذف تطبیقی ECG مادر برای به‌دست آوردن ECG جنین
۱۸۴	۳-۱۰ کاربرد: حذف تطبیقی اختلال انقباض عضله در سیگنال‌های ارتعاش مفصل زانو
۱۸۸	۳-۱۱ ملاطات
۱۸۹	۳-۱۲ پرسش‌ها و مسائل مطالعه‌ای
۱۹۶	۳-۱۳ تمرین‌ها و پروژه‌های آزمایشگاهی

فصل ۴

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

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

فصل ۵

۳۶۱	تحلیل پیچیدگی ریخت موج و شکل موج
۳۶۲	۵-۱ بیان مسئله
۳۶۲	۵-۲ تشریح مسئله با مطالعات موردی
۳۶۲	۵-۲-۱ کمپلکس QRS، انسداد دسته-شاخه
۳۶۲	۵-۲-۲ اثر ایسکمی و آنفارکتوس عضله قلبی بر ریخت موج QRS
۳۶۳	۵-۲-۳ بیت‌های اکتوپیک
۳۶۴	۵-۲-۴ 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 اسانخراچ و تحلیل پوش
۳۸۱	۵-۱-۱ دم‌دولاسیون دامنه
۳۸۴	۵-۲-۲ پوشش گیری پوش های PCG
۳۸۶	۵-۳-۳ نور ترا
۳۸۹	۶-۵ تحلیل فعالیت
	۵-۶-۱ مقدار RMS ۲۹۰
	۵-۶-۲ نرخ عبور صفر ۱۰۱
	۵-۶-۳ شمارش چرخش ۳۹۲
	۵-۶-۴ عامل شکل ۳۹۳
	۷-۵ کاربرد: پارامتری کردن بیت های نرمال و اسوپیک 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 PDF های 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 لحظات ۴۲۷

۱۵-۵ پرسش ها و مسائل مطالعه ای ۴۲۸

۱۶-۵ تمرین ها پروژه های آزمایشگاهی ۴۳۲

فصل ۶

مشخصات حوزه فرکانس سیگنال ماه به 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 مدت مدای قلبی ۴۳۹

۲-۲-۶ تحلیل فرکانس سوپل ها جهت تشخیص قائص درجه 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 امان های توابع PSD ۴۶۹

۴-۶-۲ نسبت های طیف توان ۴۷۲

۵-۶ کاربرد: ارزیابی درجه های قلبی مصنوعی ۴۷۳

۶-۶ کاربرد: تحلیل فرکتال سیگنال های VAG ۴۷۶

۱-۶-۶ فرکتال ها و مدل ۴۷۷ 1/f

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 ۴۹۱

۹-۶ پرسش ها و مسائل - مطالعه ای ۴۹۴

۱۰-۶ تمرین ها و پروژه ها از آزمایشی ۴۹۷

فصل ۷

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

۱-۷ بیان مسئله ۵۰۲

۲-۷ تشریح مسئله با مطالعات موردی ۵۰۲

۱-۳-۷ الگوهای آتش واحد حرکتی ۵۰۲

۲-۳-۷ ریتم قلبی ۵۰۴

۳-۳-۷ فرمنت ها و واج ها در صحبت ۵۰۶

۴-۳-۷ کرپیتوس (ترق و تروق) کشکی-رانی طبیعی ۵۰۷

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

فصل ۸

- تحلیل سیگنال های غیر ایستا و چند مولفه ای ۵۹۶
- ۱-۸ بیان مسئله ۵۹۸
- ۲-۸ نمایش مسئله با مطالعات موردی ۵۹۸
- ۱-۲-۸ صداها و سوفل های قلبی ۵۹۸
- ۲-۲-۸ ریتم ها و امواج EEG ۵۹۹
- ۳-۲-۸ آسیب غضروف مفصلی و ارتعاش مفصل زانو ۶۰۰
- ۳-۸ 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 دردت نمایی عمومی ۶۲۹

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

۸-۶ استفاده از فیلترهای تطبیقی برای قطعه بندی ۶۳۵

۸-۶-۱ مانیتورینگ فیلتر KLS ۶۳۶

۸-۶-۲ فیلتر نردبانی KLS ۶۳۸

۸-۷ موجک ها و تحلیل زمان فرکانس ۶۵۰

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

۸-۷-۲ تجزیه سیگنال با استفاده از الگوریتم سبال 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 رسم شناسایی ۷۲۵
- ۹-۱ بیان مسئله ۷۲۶
- ۹-۲ تشریح مسئله با مطالعات موردی ۷۲۷
- ۹-۲-۱ تشخیص بلوک شاحه به روش پیشنهادی ۷۲۸
- 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
- ۹-۶-۱ توابع درست نمایی و تصمیم آماری ۷۴۸
- ۹-۶-۲ طبقه بند بیز برای الگوهای نرمال ۷۵۱
- ۷-۹ تحلیل رگرسیون لجستیک ۷۵۳
- ۸-۹ شبکه های عصبی ۷۵۵
- ۹-۸-۱ ANNها با توابع پایه شعاعی ۷۵۸
- ۹-۹ بازه گیری صحت و هزینه تشخیص ۷۶۲
- ۹-۱-۱ مشخصات عملگر دریافت ۷۶۶
- ۹-۵-۲ آزمون تئارن مک نیمار ۷۶۹
- ۹-۱۰ اعتبار ویژگی ها طبقه بندها، و تصمیم گیری ۷۷۲
- ۹-۱۰-۱ تفکیک بری ویژگی ها ۲۳۸
- ۹-۱۰-۲ انتخاب ویژگی ۷۷۱
- ۹-۱۰-۳ آموزش و نام های تست ۷۸۰
- ۹-۱۱ کاربرد: بیت های نرمال ECG بر حسب اکتوپیک ۷۸۳
- ۹-۱۱-۱ طبقه بندی با تابع تمایز خطی 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

پیشگفتار

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. پیام به طهارت‌های فراوانی با پسخورد مثبت درباره کتاب از جانب بسیاری از دانشجویان، اساتید، محققین از طریق ایمیل و همچنین در کنفرانس‌ها دریافت کرده‌ام. از مؤسسه IEEE، انتشارات وایلی به‌خاطر انتشار و ترویج کتاب و نیز از استفاده‌کننده‌های کتاب، مخاطب پشتیبانی و پسخوردشان قدردانی می‌کنم.

خود من از این کتاب برای 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 دریافت کردم. با استفاده از این پیشنهادات، کتاب را بیشتر و عناوین پیشرفته و مباحث جدید شده‌اند. خودم هم قسمت‌هایی از کتاب را شناسایی کرده‌ام که می‌تواند برای روشن‌تر شدن، با افزودن جزئیات بیش‌تر برای درک بهتر، و با گسترش مثال‌های بیش‌تر به‌منظور نمایش بهتر دردها، بهبود یابد. همچنین چند توسعه جدید، کاربردهای بدیع، و تکنیک‌های پیشرفته‌ای را شناسایی کرده‌ام که می‌توان با گنجاندن آن‌ها در ویرایش دوم، کتاب را برای گسترش وسیع‌تر 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 نموده‌ام. علیرغم شکل فشرده‌تر به‌منظور کاهش فضاها، 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 برازنده 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؛
- نمایش‌هایی از الکتروانسفالوگرام با کاربرد در تحلیل خواب و پیش‌بینی سنج‌های 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 سیگنال‌های بالینی؛
- جزئیاتی در مورد فیلترهای خطی و مشخصه‌های آن‌ها، از جمله پاسخ ضربه، تابع تبدیل، و نمودارهای قطب-صفر؛
- توصیف و نمایش فیلترهای غیرخطی متب-آماری؛
- نحوه به‌دست آوردن فیلتر شبیه‌ساز؛
- سرچشمه‌های مرتبط با کمپستروم مختلط
- جزئیاتی در مورد فرایندهای تصادفی رانواسی آن‌ها؛
- ویولت‌ها و تبدیل ویولت با کاربردهای بالینی؛
- تحلیل فرکتال با کاربردهای بالینی؛
- توزیع‌های زمان-فرکانسی و تحلیل سیگنال‌های نایست با کاربردهای بالینی؛
- تحلیل مؤلفه اصلی، تحلیل مؤلفه مستقل، و جداسازی منبع کو-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 کنتینوئیتی در این کتاب، مباحث ارائه شده در مورد برخی از عناوین جدید اضافه شده مختصر در نظر گرفته شده است؛ با این وجود، از برخی جنبه‌ها، ویرایش دوم تقریباً ۵۰ درصد حجم‌براز ویرایش اول است.

خواننده مورد نظر

همانند ویرایش اول، ویرایش دوم هم برای دانش‌آموزان 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 ریاضیات و سیستم‌ها از آمادگی خوبی برای مطالب کتاب برخوردار خواهند بود. دانشجویان سایر گرایش‌های مهندسی و دانشجویان رشته‌های علوم کامپیوتر، فیزیک، ریاضی، و یا سایر زمینه‌های مهندسی 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. مهندسی‌ن 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 درسی 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 می‌پردازد. خواص پایه سیستم‌ها و تبدیل‌ها و نیز تکنیک‌های پردازش سیگنال مرئی، سازه و هر جا لازم باشد، توضیح داده شده است. این فصل به‌صورت ترکیبی از اصول نظری 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. تعداد زیادی تصاویر ارائه شده تا حسی بصری از مسئله و مؤثر بودن روش‌های مختلف فیلتر کردن توضیح 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 نایستا 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، بعنوان مطالعه شخصی، و یا یک درس پیشرفته در نظر گرفت.

فصل ۹ جنبه های فیزیکی تحلیل سیگنال بالینی را ارائه می دهد، و مقدمه ای است برای طبقه بندی الگو و سیستم سازی تشخیصی. هرچند این موضوع ماهیتاً موضوعی پیشرفته است و خود می تواند به منزله یک درس تحصیلات تکمیلی در نظر گرفته شود، ولی به منظور ربط دادن تمرین کلی تحلیل سیگنال بالینی به مرحله نهایی تصمیم تشخیصی معرفی شده است. پیشنهاد می شود چند بخش از این فصل، حتی در یک درس اول در تحلیل سیگنال بالینی گنجانده شود تا دانش بران احساسی از نتیجه نهایی به دست آورند. موضوع فشرده سازی داده ها عمده در این کتاب کار گذاشته شده است. موضوعات پیشرفته ای نظیر توزیع های زمان - فرکانسی، تحلیل ویولت، تحلیل مؤلفه مستقل، و تحلیل فرکتال، به طور مختصر در ویرایش دوم معرفی شده اند، ولی برای کامل شدن به مطالعه مفصل تری نیاز دارند. فیلترهای تطبیقی و روش های تحلیل سیگنال های نایستا 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. 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:

در برخی موارد، برنامه‌های MATLAB® برای خواندن داده‌ها آورده شده است.

مؤکداً پیشنهاد می‌شود که یک یا دو جلسه آزمایشگاهی درس با بازدید از یک بیمارستان محلی، یک مرکز علوم سلامت، و یا یک آزمایشگاه کلینیکی همراه باشد تا دانشجویان روش‌های مرتبط با نحوه گرفتن و تحلیل سیگنال‌های بالینی را به صورت عملی (بالینی) مشاهده و تجربه کنند. سیگنال‌های گرفته شده از دوستان دانشجو و اساتید می‌تواند مواد جالب و انگیزه‌دهنده‌ای برای تمرین‌های آزمایشگاهی باشد، و می‌توان از آن‌ها برای کامل کردن فایل‌های داده ارائه شده استفاده کرد. چند کارگاه آموزشی که توسط متخصصین فیزیولوژی، دانشمندان اعصاب، و متخصصین قلب ارائه می‌شوند را هم می‌توان به درس اضافه کرد تا دانشجویان با دورنمای غیرمهندسی موضوع نیز آشنا شوند.

تجربه عملی با سیگنال‌های واقعی یک عنصر کلیدی در درک و فهم تحلیل سیگنال بالینی است. این جنبه ممکن است همواره سخت و خسته‌کننده باشد، ولی موجب رضایت حرفه‌ای و تفریح آموزشی می‌گردد!

رنگاراج مندیام رنگایان

کلگری، البرتا، کانادا

فوریه ۲۰۱۵