



معالجة الإشارات الفسيولوجية العشوائية

تأليف

تشارلز س. ليسارد

ترجمة

أ. د. م / حسن فؤاد محمد السيد

أستاذ الهندسة الطبية

د / ممدوح منيف منيف

أستاذ الهندسة الطبية المساعد

كلية المجتمع - جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص. ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية



ح) جامعة الملك سعود، ١٤٣٣هـ - (٢٠١٢م).

هذه ترجمة عربية مصرح بها من مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Signal Processing of Random Physiological Signals

By: Charless. Lessard, Ph. D.

© Morgan & Claypool, 2006

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

ليسارد، تشارلز س.

معالجة الإشارات الفسيولوجية العشوائية. / تشارلز س. ليسارد؛ ممدوح منيف؛ حسن فؤاد

السيد. - الرياض، ١٤٣٣هـ.

٢١٦ ص، ٢٨ × ٢١ سم

ردمك: ٦ - ٩٩٢ - ٥٥ - ٩٩٦٠ - ٩٧٨

١- التقنية الطبية ٢- الأجهزة الطبية أ. منيف، ممدوح (مترجم) ب. السيد، حسن فؤاد (مترجم)

ج. العنوان

١٤٣٣/٣٠٠٧

ديوي ٢٨، ٦١٠

رقم الإيداع: ١٤٣٣/٣٠٠٧

ردمك: ٦ - ٩٩٢ - ٥٥ - ٩٩٦٠ - ٩٧٨

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس العلمي على

نشره - بعد اطلاعه على تقارير المحكمين - في اجتماعه الثامن للعام الدراسي ١٤٣٢/١٤٣٣هـ المعقود

بتاريخ ٢٣/١/١٤٣٣هـ الموافق ١٨/١٢/٢٠١١م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٣٣هـ



الإهداء

إلى روح والدي

إلى والدتي . . . أمد الله بعمرها وأبسها ثوب الصحة والعافية

إلى زوجتي وأولادي

إلى كل محب . . .

المترجمان

مقدمة المترجمين

نتقدم بجزيل الشكر لمركز الترجمة بجامعة الملك سعود الذي أخذ على عاتقه مسؤولية الإسهام في إثراء المكتبة العربية بالكتب الاختصاصية في المجالات المختلفة، وذلك من أجل النهوض بالأمة العربية فكرياً وثقافياً وعلمياً. لقد وقع اختيارنا على هذا الكتاب لترجمته لأنه يقدم موضوع معالجة الإشارات الفسيولوجية العشوائية لما له من أهمية كبيرة في مجال قياس ومعالجة الإشارات الفسيولوجية التي يتم قياسها من الجسم البشري. كما يقدم الكتاب تقنيات معالجة متعددة تمكن القارئ والباحث من اختيار التقنية المناسبة والملائمة لمعالجة البيانات التي يحصل عليها.

تتضمن الفئة المستهدفة من هذا الكتاب جميع المهتمين بالحصول على فهم جيد لمبادئ معالجة الإشارات الفسيولوجية العشوائية سواء كانوا طلاباً أو مهندسين طبيين/إكلينكيين. ويشكل هذا الكتاب مرجعاً لا غنى عنه لجميع دارسي الهندسة الطبية/الإكلينيكية.

لقد توخينا السلامة والسلاسة اللغوية للترجمة العربية وفي نفس الوقت دأبنا جاهدين لعكس المفهوم العلمي والمعنى الصحيح بشكل دقيق وليكون مفهوماً للقارئ العربي. لقد بذلنا كل جهد ممكن لتحقيق هذه العناصر مجتمعة ونرجو من الله أن نكون قد وفّقنا إلى ذلك. والله من وراء القصد وهو يهدي السبيل.

المترجمان

المخلص

ABSTRACT

إن الهدف من هذا الكتاب التعليمي هو أن يكون مقدمة شاملة يمكن الوصول إليها لمعالجة الإشارات العشوائية مع التركيز على التطبيقات في العالم الحقيقي للإشارات الحيوية.

وعلى الرغم من أنه قد تم كتابة ووضع المواد أساساً لطلاب الهندسة الطبية الحيوية في المرحلة الجامعية الأولى المتقدمة إلا أنه سيكون أيضاً موضع اهتمام المهندسين واختصاصيي الطب الحيوي المهتمين من أي اختصاص كان والذين يبحثون عن مقدمة في هذا المجال. تهدف معظم برامج الهندسة الطبية الحيوية، في إطار التعليم، إلى توفير المعرفة المطلوبة لطالب الدراسات العليا في حين تتجه برامج المرحلة الجامعية نحو تصميم الدارات (الدوائر) وتقييم إشارات القلب فقط. هناك برامج قليلة جداً لتعليم العمليات التي يتم بواسطتها تقييم الإشارات المُقتبسة من الجسم مثل إشارة موجة الدماغ، أو إشارات النوم، أو أصوات الجهاز التنفسي، أو أصوات صمام القلب، أو مخططات كهربية العضلات (electromyograms)، أو مخططات كهربية العين (electro-oculograms)، أو الإشارات العشوائية. ويتمثل الهدف الرئيسي من هذا الكتاب التعليمي في مساعدة القارئ على فهم عمليات المجال الزمني والترددي التي يمكن استخدامها لتقييم الإشارات الفسيولوجية العشوائية. والهدف الثانوي هو معرفة تقييم بيانات الشدييات الفعلية دون الحاجة إلى إنفاق معظم الوقت في كتابة البرمجيات. يستخدم هذا الكتاب برنامج "DADiSP"، وهو برنامج معالجة الإشارات الرقمية، من مؤسسة التنمية DSP (DSP Development Corporation).

الكلمات الرئيسية Key Words

الإشارات، العمليات، المجال الزمني، المجال الترددي، البيانات العشوائية

المحتويات

الإهداء	هـ	
مقدمة المترجمين	ز	
الملخص	ط	
الفصل الأول: تحليل إشارة الهندسة الطبية الحيوية		١
(١,١) مقدمة	١	
(١,٢) طريقة هندسية للأنظمة العامة	١	
الفصل الثاني: تصنيف النظام		٥
(٢,١) الدرجة (المرتبة)	٥	
(٢,٢) السببي مقابل غير السببي	٦	
(٢,٣) الخطي مقابل غير الخطي	٦	
(٢,٤) الثابت مقابل المتغير مع الزمن	٨	
(٢,٥) البارامتر المُجمَع مقابل البارامتر الموزَّع	٨	
(٢,٦) الزمن المستمر مقابل الزمن المتقطع	٩	
(٢,٧) اللحظي مقابل الديناميكي	٩	
الفصل الثالث: تصنيف الإشارات		١١
(٣,١) كيفية تصنيف الإشارات	١٢	
(٣,١,١) الإشارات الدورية مقابل الإشارات غير الدورية	١٢	
(٣,١,٢) الإشارات العشوائية مقابل الإشارات غير العشوائية	١٣	
(٣,١,٣) إشارات الطاقة مقابل إشارات القدرة	١٣	

١٤	تميز الإشارة (المعاملات القابلة للقياس)
١٥	عرض المجال (٣,٢,١)
١٦	نتج ضرب عرض المجال بالزمن (٣,٢,٢)
١٦	الأبعاد (٣,٢,٣)
١٧	المرجع (٣,٣)
١٩	الفصل الرابع: الدوال الأساسية وتمثيل الإشارة
١٩	مقدمة إلى الدوال الأساسية
١٩	الخصائص المطلوبة للدوال الأساسية
٢٠	تقييم المعاملات
٢٢	تمثيلات الإشارة
٢٢	تحويلات فوريير (٤,٤,١)
٢٦	دوال ليجندير (Legendre) (٤,٤,٢)
٢٦	دوال لاجيير (Laguerre) (٤,٤,٣)
٢٦	دوال هيرمت (Hermite) (٤,٤,٤)
٢٩	الفصل الخامس: عملية اقتباس البيانات
٢٩	جمع البيانات (٥,١)
٣٠	تسجيل/نقل البيانات (٥,٢)
٣١	تحضير البيانات (٥,٣)
٣٢	تأهيل البيانات العشوائية (٥,٤)
٣٣	تحليل البيانات العشوائية (٥,٥)
٣٥	الفصل السادس: نظرية أخذ العينات (التقطيع) والتحويل من تماثلي إلى رقمي
٣٥	مفاهيم أساسية
٣٧	نظرية أخذ العينات (التقطيع)
٤٠	التكميم (٦,٣)
٤٠	خطوة الوضوحية أو التكميم (٦,٣,١)
٤١	نسبة الإشارة إلى الضجيج للمحول التماثلي الرقمي (A/D) (٦,٣,٢)
٤٢	المجال الديناميكي للمحول التماثلي الرقمي (A/D) (٦,٣,٣)

٤٣	..... الشكل الرقمي (٦,٤)
٤٣	..... شكل النقطة العائمة (٦,٤,١)
٤٣	..... شكل مجموعة من النقاط العائمة (٦,٤,٢)
٤٤	..... إعادة بناء الإشارة - التحويل من الرقمي إلى التماثلي (DAC) (٦,٥)
٤٥	..... الفصل السابع: العمليات العشوائية الثابتة والمتحركة
٤٥	..... مقدمة (٧,١)
٤٦	..... طريقة التجميع لاختبار الثبات (٧,٢)
٤٧	..... الإحصائيات والثبات (٧,٢,١)
٤٨	..... طريقة التجميع (٧,٢,٢)
٤٩	..... طريقة التوسع في الزمن (٧,٣)
٥٠	..... العملية العشوائية المتحركة (٧,٣,١)
٥١	..... مراجعة للإحصائيات البارامترية الأساسية ودوال توليد اللحظة (٧,٤)
٥١	..... دالة توليد اللحظة (٧,٤,١)
٥٢	..... الخلاصة (٧,٥)
٥٢	..... قراءات مُقترحة (٧,٦)
٥٣	..... الفصل الثامن: الإحصاء غير البارامترى واختبار التشغيل للثبات
٥٣	..... مقدمة (٨,١)
٥٣	..... شروط للعملية العشوائية ليتم اعتبارها عملية ثابتة (٨,١,١)
٥٤	..... طرق بديلة لاختبار الثبات (٨,١,٢)
٥٩	..... مراجعة للإحصائيات غير البارامترية المستخدمة في اختبار الثبات (٨,٢)
٥٩	..... اختبار كولموغوروف سميرونوف للعينة الواحدة (Kolmogorov) - (Smirnov) (٨,٢,١)
٦٠	..... اختبار السلاسل للعينة الواحدة (٨,٢,٢)
٦١	..... اختبار الحركة (٨,٢,٣)
٦٢	..... المراجع (٨,٣)
٦٣	..... الفصل التاسع: دوال الارتباط
٦٥	..... عملية الارتباط (٩,١)
٦٥	..... دالة الارتباط الذاتي (٩,١,١)
٦٦	..... خصائص دالة الارتباط الذاتي (٩,٢)

٦٧	(٩,٣) الخطوات في عملية الارتباط الذاتي
٦٩	(٩,٤) الارتباط العددي: الحسابات المباشرة
٦٩	(٩,٤,١) شرائط الطريقة الورقية
٦٩	(٩,٤,٢) طريقة الضرب متعدد الحدود
٧١	(٩,٥) تابع الارتباط العرضي (المشترك)
٧٣	(٩,٥,١) خصائص تابع الارتباط العرضي
٧٣	(٩,٥,٢) تطبيقات تابع الارتباط العرضي

٧٥	الفصل العاشر: الالتفاف
٧٨	(١٠,١) تقييم الالتفاف
٨٢	(١٠,١,١) نظرية النقل الحقيقية
٨٤	(١٠,١,٢) الخطوات في عملية الالتفاف الكاملة
٨٨	(١٠,١,٣) الالتفاف كعملية جمع
٨٩	(١٠,٢) الالتفاف العددي
٨٩	(١٠,٢,١) الحساب المباشر
٩٢	(١٠,٣) جبر الالتفاف
٩٧	(١٠,٣,١) فك الالتفاف

٩٩	الفصل الحادي عشر: المرشحات الرقمية
٩٩	(١١,١) تصنيف المرشحات
١٠٠	(١١,١,١) مرشح بتروورث (Butterworth) منخفض التمرير
١٠١	(١١,١,٢) مرشح شيبشيف (Chebyshev) منخفض التمرير
١٠٣	(١١,١,٣) مرشح بتروورث عالي التمرير
١٠٤	(١١,١,٤) مرشح بتروورث من الدرجة الثانية عالي التمرير
١٠٤	(١١,١,٥) مرشحات تمرير مجال
١٠٥	(١١,١,٦) مرشحات رفض مجال أو "مرشحات نوتش"
١٠٦	(١١,٢) المرشحات الرقمية
١٠٦	(١١,٢,١) تصنيف المرشحات الرقمية
١٠٨	(١١,٢,٢) المرشحات الرقمية ذات استجابة النبضة اللانهائية (IIR)
١١٠	(١١,٢,٣) المرشحات الرقمية ذات استجابة النبضة المحدودة (FIR)

١١٣	الفصل الثاني عشر: سلسلة فوريير : المثلثية.....
١١٣	(١٢,١) تحليل فوريير.....
١١٤	(١٢,٢) تقييم معاملات فوريير
١١٥	(١٢,٣) الشكل المكافئ لسلسلة فوريير المثلثية.....
١١٦	(١٢,٤) الخصائص المتناظرة من حيث علاقتها بمعاملات فوريير
١١٦	(١٢,٤,١) تناظرات (تماثلات) شكل الموجة الزوجية
١١٧	(١٢,٤,٢) تناظرات (تماثلات) شكل الموجة الفردية
١٢١	(١٢,٥) منشور أويلر
١٢٣	(١٢,٦) القيود
١٢٣	(١٢,٧) عملية التحديد
١٢٥	(١٢,٨) تحويل فوريير المعكوس.....
١٢٦	(١٢,٩) الخلاصة
١٢٧	الفصل الثالث عشر: تحويل فوريير السريع
١٢٧	(١٣,١) تحليل فوريير المستمر.....
١٢٧	(١٣,٢) تحويل فوريير المتقطع
١٢٨	(١٣,٣) تعريف معدل أخذ العينات (أو تردد أخذ العينات).....
١٢٩	(١٣,٣,١) الصورة المختصرة لتحويل فوريير المتقطع.....
١٣١	(١٣,٤) تحويل فوريير السريع (FFT) لـ كولي-توكي (التقسيم في الزمن).....
١٣٢	(١٣,٤,١) اشتقاق خوارزمية (لوغاريتم) تحويل فوريير السريع
١٣٣	(١٣,٥) مخطط تدفق الإشارة "الفراشة" لتحويل فوريير السريع
١٣٥	(١٣,٦) التقسيم في التردد
١٣٦	(١٣,٦,١) حسابات المرحلة الأولى للفراشة.....
١٣٧	(١٣,٦,٢) حسابات المرحلة الثانية
١٣٨	(١٣,٦,٣) حسابات المرحلة الثالثة
١٣٩	(١٣,٦,٤) تحويل فوريير المقطع (DFT) بالطريقة الموجهة
١٤٠	(١٣,٦,٥) تحويل فوريير المقطع (DFT) بطريقة تحويل فوريير السريع (FFT).....
١٤١	(١٣,٧) الخلاصة

١٤٣	الفصل الرابع عشر: الاقتران من تحويل فورير اللاهائي
١٤٦	(١٤,١) تطبيقات عملية
١٤٦	(١٤,٢) الخلاصة
١٤٧	الفصل الخامس عشر: التحليل الطيفي
١٤٧	(١٥,١) مقدمة
١٤٨	(١٥,٢) تقدير الكثافة الطيفية
١٤٩	(١٥,٢,١) تقدير طيف القدرة بواسطة دالة الارتباط الذاتي
١٥١	(١٥,٢,٢) تقدير طيف القدرة مباشرة من تحويل فورير
١٥٢	(١٥,٣) تحليل الطيف العرضي
١٥٤	(١٥,٤) خصائص دوال الكثافة الطيفية
١٥٤	(١٥,٥) العوامل المؤثرة على تقدير دوال الكثافة الطيفية
١٥٥	(١٥,٦) مواضيع متقدمة
١٥٥	(١٥,٦,١) وصف مختصر لتقدير الطيف بالارتداد (الانكفاء) الذاتي
١٥٦	(١٥,٦,٢) الخلاصة
١٥٦	(١٥,٧) قراءات مُقترحة
١٥٧	الفصل السادس عشر: دوال النافذة والتسريب الطيفي
١٥٩	(١٦,١) عموميات حول النوافذ
١٦٠	(١٦,٢) مقياس الأداء
١٦٠	(١٦,٢,١) المستوى الأعلى للفص الجانبي
١٦٠	(١٦,٢,٢) نسبة انخفاض الفص الجانبي
١٦٠	(١٦,٢,٣) ضياع تباعد التردد
١٦١	(١٦,٢,٤) الكسب التفاعلي المتوافق
١٦١	(١٦,٢,٥) عرض المجال المكافئ للضوضاء
١٦١	(١٦,٢,٦) عرض مجال الفص الرئيسي ذي الثلاثة ديسيل
١٦٥	(١٦,٣) دوال النوافذ ومعادلات الوزن
١٦٥	(١٦,٣,١) النافذة المستطيلة
١٦٦	(١٦,٣,٢) النافذة المستطيلة وظاهرة جيبس (Gibbs)

١٦٧	نافذة بارتسن/ريتز (Parzen/Rietz)
١٦٧	عائلة توكي (Tukey) للنوافذ
١٦٨	نوافذ هانينغ (Hanning)
١٧٠	نافذة ويلش (Welch)
١٧١	نافذة بلاكمان (Blackman)
١٧٣	الخلاصة (١٦,٤)
١٧٣	المراجع (١٦,٥)
١٧٣	قراءات مُقترحة (١٦,٦)
١٧٥	الفصل السابع عشر: دوال النقل عن طريق التحليل الطيفي
١٧٥	مقدمة (١٧,١)
١٧٦	الطرق (١٧,٢)
١٧٦	الارتباط الذاتي
١٧٨	دالة الارتباط العرضي
١٧٨	دوال الكثافة الطيفية
١٨٣	دالة التوافق (١٧,٦)
١٨٤	الخلاصة (١٧,٧)
١٨٤	المراجع (١٧,٨)
١٨٥	الفصل الثامن عشر: دالة التوافق من التحليل الطيفي
١٨٥	مقدمة (١٨,١)
١٨٧	وصف دالة التوافق
١٨٨	سوء تطبيق دالة التوافق
١٨٩	أمثلة على استخدام دالة التوافق
١٩٠	المشاكل التي تحد من تطبيق دالة التوافق
١٩١	الاستنتاج (١٨,٦)
١٩١	المراجع (١٨,٧)

الفصل التاسع عشر: الخطأ في تحليل تقدير البيانات العشوائية (المعلومات مُقتبسة من بينديت

١٩٣	..... ويرسول (Bendat & Piersol)
١٩٣	..... (١٩,١) تقديرات دوال كثافة الطيف العرضي
١٩٦	..... (١٩,٢) الخلاصة
١٩٧	..... ثبت المصطلحات
١٩٧	..... أولاً: عربي - إنجليزي
٢٠٥	..... ثانياً: إنجليزي - عربي
٢١٣	..... كشف الموضوعات