توطئة

في أنظمة الرعاية الصحية الحديثة، وجدت وسائل التسمع دورها الأساسي في الرعاية الصحية الشخصية وفي دعم عمليات اتخاذ القرار في الحالات الإكلينيكية الخاصة والمكثفة. وتعتبر عملية اتخاذ القرار المعتمدة على التسمع سلاحاً ذو حدين: فهو أداة مبسطة قادرة على تصنيف وتقييم الأصوات الخافتة للقلب يعتبر غير دقيق، لكنه في نفس الوقت يوفر الوقت والتكلفة ويخفف الكثير من تخوفات المرضي. وتوفر التعليمات الموجودة في هذا الكتاب الخلفية البناءة والداعمة للطلاب ولمهندسي النظم الحيوية الطبية، لأنها لا توفر الحقائق عن إشارات التخطيط الصوتي للقلب PCG فحسب، بل توفر أيضا معلومات عن التفاعل بين الأصوات القلبية ووسائل تحليل المخطط الصوتي للقلب PCG، من خلال طرق متقدمة لمعالجة هذه الإشارات. وستساعد هذه الطريقة في تحديد معلومات سريرية وفسيولوجية مفيدة وطرق الحصول عليها. على الرغم من أن طرق الحصول على المخطط الصوتي للقلب سهلة ومباشرة، وغير تدخلية، ومنخفضة التكلفة، ودقيقة في تقييم مدى واسع من أمراض القلب، فإن التشخيص عن طريق التسمع يتطلب خبرة جيدة وقدرة فائقة على الملاحظة.

وفي العادة يتم تحليل إشارات المخطط الصوتي للقلب وتوصيفها عن طريق الخواص الشكلية في النطاق الزمنى، أوعن طريق الخواص الطيفية في النطاق الترددي، أو عن طريق خواص غير ثابتة في النطاق الزمنى والترددي المركب. وإلى جانب مراجعة هذه التقنيات، سيغطي هذا الكتاب التطورات الحديثة فى التحليل غير الخطى للمخطط الصوتي للقلب، والذى تم استخدامه في إنشاء النموذج الصوتي للقلب المفترض.

وتوفر هذه الخطوة المعالجية تفسيرا هندسيا لديناميكيات الإشارات التي يمكن استخدام بنياتها في توصيف وتصنيف النظام، وأيضا من أجل أهداف معالجة الإشارات الأخرى مثل أهداف الكشف والتوقع. بالإضافة لذلك، فإنها ستوفر جوهرا مهما للمعلومات والمفاهيم الضرورية لتطوير الجوانب الحديثة لنظام تسمع قلبي ذكى محوسب، مثل وحدة سماعة الطبيب الذكية.

وسيركز هذا الكتاب على وجه الخصوص على تصنيف وتحليل النماذج الناتجة من إشارات المخطط الصوتي للقلب عن طريق استخدام طرق تكيفية لمعالجة الإشارات. وتعتمد وسائل تحديد ونمذجة الديناميكيات الصوتية الأساسية للنظام القلبي على طرق مختلفة، مثل الانحدار الذاتي للمتوسط المتحرك autoregressive moving average, ARMA، وتقريب باد Pade، والتقريب التراجعي، وسيتم تناول جميع هذه الطرق. يعتمد الكشف المتباين للمخطط الصوتي للقلب الخاص بالعديد من أمراض القلب، مثل عدم كفاءة الصمام المترالي والارتجاع الأورطي، على إحصائيات الزمن التكراري بالترابط مع التقدير غير الخطى للتخلص من أصوات القلب المشوشة الناتجة عن أصوات التنفس في كل من الأشخاص الأصحاء والمرضى.

ويلقى هذا الكتاب الضوء على الجوانب المتقدمة في مجال تصنيف نماذج المخطط الصوتي للقلب خوارزميات تجميع البيانات عالية الدرجة. ولقد تم شرح تطبيقات الذكاء الاصطناعي والبحث عن البيانات على تصنيف المخططات الصوتية للقلب من خلال الشبكات العصبية الاصطناعية (مثل مصنف المستقبل perceptron classifier، وعمليات مسح التنظيم الذاتي self-organizing mapping, SOM وطرق التجميع المعتمدة على المنطق الضبابي مثل خوارزم المتوسط C الضبابي fuzzy c-mean algorithm.

لقد تم تقديم مواضيع خاصة في التطبيقات المتعلقة بالمخطط الصوتي للقلب مثل تجميع إشارات المخطط الصوتي لقلب الجنين fPCG وتحليلها، واستجابة منظم ضربات القلب المدفوعة بمعدل المخطط الصوتي للقلب، ومفاهيم المعالجة والتجهيزات للمخطط الصوتي من داخل القلب، بالإضافة إلى موضوعات مختارة في الإشارات الفسيولوجية بالتزامن مع إشارة المخطط الصوتي للقلب.

وفى النهاية فقد تم فى هذا الكتاب تقديم طرق معالجة المخطط الصوتي للقلب غير الخطية وشرحها، بالإضافة إلى طرق التحديد الموضعي الدقيق لصوت القلب الأول والثاني عن طريق بوابة المخطط الكهربي للقلب ECG.وستوفر الأهداف التعليمية المحددة في كل فصل من هذا الكتاب المعرفة الجيدة للطلاب، والأطباء، ومهندسي الأجهزة الطبية عن طريق تقديم تقنيات التحليل غير الخطية المعتمدة على نظرية الأنظمة الديناميكية لاستخلاص المعلومات الإكلينيكية الدقيقة من إشارات المخطط الصوتي للقلب.

المؤلفون

قائمة الاختصارات

الوصف	Abbreviation
الصمام الأورطي.	AV
العقدة الأذينية البطينية	AVN
التحليل المويجي التكيفي	AWD
مرض ضيق الشريان الأورطي	ASD
جمعية القلب الأميركية	AHA
المتوسط المتحرك المتناقص تلقائياً	ARMA
الترميز الصوتي	ACOD
معامل الإرتباط التلقائي	ACF
المحول التناظري أو التماثلى الرقمي	ADC
خوارزمية تجميع المتوسط K التكيفية	AKM
الشبكة العصبية الاصطناعية	ANN
مرض بطء ضربات القلب الشرياني	BAD

النطاق الترددي (للموجة)	BW
مرشح تمرير محدد النطاق	BPF
مرض إحتقان الشريان الأورطي	CAD
الميكروفون القلبي	CM
نظام التشخيص السريري	CDS
مرض إحتقان القلب	CHD
التحليل المويجي المستمر	CWT
نظام اكتساب البيانات	DAQ
مويجات ديبوتشي	DbW
تحويل دالة الجيب المقطعة	DCT
تحويلة فورير المتقطع	DFT
سماعة طبية رقمية	DS
وضعية منظم ضربات القلب (التحسس المزدوج- تنظيم البطين- وضعية المنع)	DVI
وضعية منظم ضربات القلب (التحسس المزدوج - تنظيم البطين- وضعية الحّث)	DVT
التحليل المويجي المتقطع	DWT
مخطط القلب الكهربائي	ECG
مخطط أصوات القلب البلعومي	ePCG
مرض ضغط الدم الانقباضي المبكر	ESD
توقع خصائص الإشارة عبر التقنيات الثابتة الدوارة	ESPRIT
تحويل فورير السريع	FFT

الإستجابة النبضية المحدودة	FIR
نظام تصنيف ضبابى معتمد علي المتوسط C	FCM
معدل ضربات قلب الجنين	FHR
مخطط أصوات قلب الجنين	fPCG
مرشح تمرير الترددات العالية	HPF
نموذج ماركوف الخفي	HMM
إحصاءات عالية الدرجة	HOS
تحويل هيلبرت	HT
إشارات مخطط أصوات القلب الداخلي	ICP
إشارات صوت ضغط القلب الداخلي	ICSP
جهاز إزالة رجفان القلب الداخلي	ICD
التحليل المستقل للمكون	ICA
معهد الهندسة الكهربائية والالكترونية	IEEE
مرشح الإستجابة النبضيةغير المحدودة	IIR
مضخة البالون داخل الشريان الأورطي	IABP
نظام إعادة بناء الصور	IRS
نموذج كالمان الخطي	KLM
شاشة العرض بنظام الكريستال السائل	LCD
حجم ضغط البطين الأيسر	LVPV
ضغط البطين الأيسر	LVP
حجم البطين الأيسر	LVV
مرشح تمرير الترددات المنخفضة	LPF

نظام خطي لايتغير مع الزمن	LTI
توقع المربعات الصغري	LSE
مرض ضيق الشريان المترالي	MSM
وحدة متحكم دقيق	MC
ذبحة قلبية	MI
الصمام المترالي	MV
نقطة التشغيل (منحنى ضغط الدم)	OP
معادلة تفاضلية عادية	ODE
تحليل المكون الرئيسي	PCA
مخطط أصوات القلب	PCG
معادلة تفاضلية جزئية	PDE
التصوير المقطعي بالإنبعاث البوزيتروني.	PET
إشارات مخطط أصوات التنفس	PSG
التصويرالمقطعي الصوتي السمعى باستخدام مخطط أصوات القلب	PATI
كثافة الطاقة الطيفية.	PSD
جزء من دورة مخطط القلب الكهربائي تمثل مرحلةالاستقطابالأذيني.	P-wave
جزء من دورةمخطط القلب الكهربائي تمثلمرحلةالاستقطابالبطيني.	QRS-complex
الشبكة العصبيةالاصطناعية النصف قطرية الأساس.	RBANN

RTF	التحويل النصف القطري.
SOM	المسح المنظم ذاتياً
STFT	تحويل فورير قصير الوقت
SPECT	التصويرالمقطعي المحوسب باستخدام انبعاث فوتون فردي
SNR	نسبة الإشارة إلى الضوضاء
SAN	العقدة الأذينية.
S_1	الصوت الأول للقلب
S_2	الصوت الثاني للقلب
S_3	الصوت الثالث للقلب
S_4	الصوت الرابع للقلب
T-wave	جزء من دورةتخطيط القلب تمثل مرحلةعودة الاستقطاب البطيني
TAD	مرض الشريان ثلاثي الشرفات.
VVT	وضعية منظم ضربات القلب (التحسس البطيني - تنظيم البطين- وضعية الحث)
VES	سماعة طبية الكترونية مرئية
WAV	نسق ملف بيانات الموجة السمعية
WDE	توقع كثافة المويجات (الموجات الصغيرة)

قائمة الرموز

Symbol	Description	الوصف
α	Angle of fourier transformation	فورير زاوية تحويل
S_1	First heart sound	الصوت الأول للقلب
S_2	Second heart sound	الصوت الثاني للقلب
S_3	Third heart sound	الصوت الثالث للقلب
S_4	Fourth heart sound	الصوت الرابع للقلب
θ_{PCG}	PCG pattern vector	نموذج متجه مخطط أصوات القلب
V_s	microphone voltage source	مصدر جهد الميكروفون
R_s	microphone source impedance	معاوقة المصدر للميكروفون
ω	angular frequency	التردد الزاوي
C_0	microphone output capacitance	سعة خرج الميكروفون
V_0	microphone voltage output	جهد خرج الميكروفون
Z_{ch}	acoustic impedance	معاوقة سمعية
A_2	Atrial component of PCG signal	المكون الأذيني لإشارات مخطط

		أصوات القلب.
P_2	Pulmonary component of PCG signal	المكون الرئوي لإشارات مخطط أصوات القلب
$f(t)$	Fourier transform of PCG signal	تحويل فوريير لإشارات مخطط أصوات القلب
E_t	PCG signal Energy	طاقة إشارات مخطط أصوات القلب
$\Phi(t)$	Haar Wavelet transform function	دالة هار لتحويل المويجات
$\Psi(t)$	Haar scaling factor of PCG signal	معامل هار لتحجيم إشارات مخطط أصوات القلب
Φ_2^D	Db-wavelet transformation of PCG signal	لمويجات إشارات مخطط Db تحويلة أصوات القلب
p_{2k}	two scale frequency-wavelet domain	نطاق يتردد المويجات ثنائية الحجم
Φ_{PCG}	Entropy value of PCG signal	القيمة غير المؤكدة لإشارات مخطط أصوات القلب
$\gamma(s, \tau)$	continuous-wavelet transformation (CWT) of PCG signal	تحويل المويجات المستمرلإشارات مخطط أصوات القلب
$\Psi(s, \tau)$	Scaling factor of (CWT) PCG signal	تحويل المويجات المستمر معامل تحجيم لإشارات مخطط أصوات القلب
S(t, w)	Wavelet decomposition vector of PCG signal	متجه تحليل المويجات لإشارات مخطط أصوات القلب
Mj–PCG(t)	Spectral mean estimate of PCG signal	الطيفي لإشارات توقع الوسيط

x_{PCG}	PCG signal data array	مخطط أصوات القلب مصفوفة بيانات إشارات مخطط أصوات القلب
$\hat{R}_{PCG}(s)$	Power spectral density of PCG signal	لإشارات مخطط الطيفية كثافة القدرة أصوات القلب.
$\hat{R}_B(w)$	PCG signal periodigram estimator	متوقع الرسم الدوري لإشارة مخطط أصوات القلب
$H(z)$	Density transfer function of PCG signal	نقل كثافة إشارة مخطط أصوات دالة القلب
$A(z)$	Density transfer function zeros of PCG signal	كثافة إشارات مخطط نقل أصفار دالة أصوات القلب
$B(z)$	Density transfer function poles of PCG signal	نقل كثافة إشارات مخطط أقطاب دالة أصوات القلب
X_{PCG}^{T}	PCG transfer matrix signal	مصفوفة نقل إشارات مخطط أصوات القلب
f_{LO}	Microphone center frequency	التردد الأوسط للميكروفون
w_f	Fundamental frequency	الأساسي التردد