بسم
الله الرحمن الرحيم

تطورات الهندسة الطبية الحيوية

تحرير

باسكال فيردونك

ترجمة

د. أمير سعيد التيناوي

قسم العلوم الطبية التطبيقية – كلية المجتمع

جامعة الملك سعود

دار جامعة الملك سعود للنشر

ص ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ح دار جامعة الملك سعود، ١٤٣٥هـ (٢٠١٤م).

هذه ترجمة عربية مُصرَّح بها من مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Advances in Biomedical Engineering

By: Pascal Verdonck (Ed.)

© Elsevier, 2008

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

فيردونك، باسكال.

تطورات الهندسة الطبية الحيوية. / باسكال فيردونك ؛ أمير سعيد التيناوي - الرياض، ١٤٣٥هـ.

٤٩٨ ص ؛ ١٧سم × ٢٤ سم

ردمك: ٧ - ٢٣٩ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

١- الاجهزة الطبية ٢- التقنية الطبية أ. التيناوي ، أمير سعيد (مترجم)

ب. العنوان

ديوي ٦١٠,٢٨ ١٤٣٥/١١٥٥

رقم الإيداع: ١٤٣٥/١١٥٥

ردمك: ٧ - ٢٣٩ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، شكلها المجلس العلمي باجتماعه العشرين للعام الدراسي ١٤٣٣/١٤٣٤هـ، المعقود بتاريخ ١٤٣٤/٧/١٦هـ، الموافق ٢٠١٣/٥/٢٦م.

دار جامعة الملك سعود للنشر ١٤٣٥هـ

الإهداء

إلى من كانوا لي في هذه الحياة سبباً

إلى من يقاسموني الحياة بحلوها ومرها زوجتي وأولادي

إلى من سينهلون من عملي هذا

أساتذة ومهندسين وطلابا

أهدي هذا العمل

المترجم

مقدمة المترجم

يتصف مجال الهندسة الطبية بأنه متعدد التخصصات وسريع التطور، حيث تُمثل الأبحاث العلمية إحدى الركائز الأساسية لهذا المجال. ومن هذا المنطلق تظهر أهمية هذا الكتاب ؛ كونه يُقدم معلومات قيمة عن آخر ما توصل إليه العديد من هذه الأبحاث من منطلقٍ تعليمي، الأمر الذي يجعله مفيداً للطلاب والمهنيين.

وحيث تفتقر المكتبة العربية إلى مراجع من هذا النوع، وللمساهَمة في ملء هذه الفجوة وإثراء للمكتبة العربية بهذا النوع من الكتب فقد قمت – بعون الله وتوفيقه – بترجمة هذا الكتاب "تطورات الهندسة الطبية الحيوية" الذي يسعدني أن أقدمه بين أيديكم، و الذي أرجو أن يستفيد منه الطلاب في دراساتهم والمهندسون الطبيون والباحثون في عملهم.

لقد بذلت كل جهد ممكن لكي تكون الترجمة بلغة عربية سليمة وتعكس المفهوم العلمي والمعنى الصحيح بصورة دقيقة. وأرجو من الله أن أكون قد وفّقت في ذلك لخير و فائدة القراء والمهتمين بمواضيع هذا الكتاب، وأن أكون قد ساهمت بجزء ولو يسير في إثراء المكتبة العربية بمثل هذا النوع من المراجع.

وأخيراً و عرفاناً مني بالجميل أشكر جامعة الملك سعود ومركز الترجمة فيها على تشجيع وحث منسوبي الجامعة على التميز والريادة. ولا أنسى في هذا المجال أن أشكر المحكمين والمراجعين وكل من ساهم في إنجاز هذا العمل.

المساهمون

Contributors

C. Blum
Biophysical Engineering Group, Institute for Biomedical Technology and MESA Institute for Nanotechnology, University of Twente, PO Box 217, 7500AE Enschede, The Netherlands

I. Buvat
INSERM U678 UPMC, CHU Pitie´-Salpeˆtrie`re, F-75634 Paris, France

P. Comon
Laboratoire I3S, UNSA-CNRS, Les Algorithmes, Euclide-B, BP 121, 2000 Route, des Lucioles, 06903 Sophia Antipolis Cedex, France

M. De Beule
Biophysical Engineering Group, Institute for Biomedical Technology and MESA Institute for Nanotechnology, University of Twente, PO Box 217, 7500AE Enschede, The Netherlands

A. Jain
Biophysical Engineering Group, Institute for Biomedical Technology and MESA Institute for Nanotechnology, University of Twente, PO Box 217, 7500AE Enschede, The Netherlands; Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology Kharagpur, Kharagpur, India

C.R. Johnson
Scientific Computing and Imaging Institute, University of Utah, Salt Lake City, UT 84112, USA

O. Meste
Laboratoire I3S, UNSA-CNRS, Les Algorithmes, Euclide-B, BP 121, 2000 Route, des Lucioles, 06903 Sophia Antipolis Cedex, France

Z. Nawrat
Foundation for Cardiac Surgery Development & Medical University of Silesia, Poland

R. Phlypo
Biophysical Engineering Group, Institute for Biomedical Technology and MESA Institute for Nanotechnology, University of Twente, PO Box 217, 7500AE Enschede, The Netherlands

S. Staelens
Biophysical Engineering Group, Institute for Biomedical Technology and MESA Institute for Nanotechnology, University of Twente, PO Box 217, 7500AE Enschede, The Netherlands

V. Subramaniam
Biophysical Engineering Group, Institute for Biomedical Technology and MESA Institute for Nanotechnology, University of Twente, PO Box 217, 7500AE Enschede, The Netherlands

X. Tricoche
Scientific Computing and Imaging Institute, University of Utah, Salt Lake City, UT 84112, USA

V. Zarzoso
Laboratoire I3S, UNSA-CNRS, Les Algorithmes, Euclide-B, BP 121, 2000 Route, des Lucioles, 06903 Sophia Antipolis Cedex, France

المقدمة

Preface

الهدف من هذا الكتاب هو سد الفجوة الناتجة عن تعدد التخصصات في تعليم الهندسة الطبية الحيوية. لم يتم في أي وقت مضى تطوير لأي جهاز طبي من دون التعاون متعدد التخصصات وواسع النطاق، ولكن مع ذلك ما تزال هناك فجوة واسعة قائمة بين الموضوعات المختلفة (مثل المواد الحيوية والميكانيكا الحيوية وأبحاث دوران الدم خارج الجسم وتكنولوجيا النانو) والسلامة واللوائح الناظمة.

قد تفرض علينا التعقيدات المتزايدة أن نجتمع ونتواصل فقط داخل مجموعاتنا الخبيرة الخاصة ذات الموضوعات البحثية المحددة وهو ما يجب أن نتفاداه؛ لذلك من المهم للغاية، في رأيي، أن يتوفر كتاب عالي الجودة يقوم بتغطية جزر التخصصات هذه عن طريق الجمع بين المجموعات البحثية المُمثِّلة لها. إن الهدف من هذا الكتاب هو أن يُقدِّم أفضل مراجعة لأحدث التطورات في بحوث الهندسة الطبية الحالية، ولكن على المستوى التعليمي؛ ولذلك فإنه مفيد أيضاً لتدريس طلاب الماجستير والدكتوراه والمهنيين. إن كل فصل من فصول هذا الكتاب هو مكمل لمراجعات في مجلات علمية محددة. تمتد الموضوعات من تكنولوجيا الإظهار وتحليل الإشارة الحيوية والتصوير إلى الميكانيكا الحيوية والأعضاء الاصطناعية وتكنولوجيا النانو والفوتونات الحيوية (البيوفوتونيك) والأجهزة الطبية القلبية الوعائية. أشكر جميع المؤلفين على دعمهم، وآمل بصدق أن يسهم هذا الكتاب في تحسين الهندسة من أجل الصحة.

Prof. Pascal Verdonck
December 2007

المحتويات

مقدمة المترجم.....هـ
الإهداء.....ز
المساهمون.....ط
المقدمة.....ك

الفصل الأول: مراجعة لأبحاث أجهزة القلب والأوعية الدموية..... **١**
(١,١) مقدمة ٣
(١,٢) أمراض القلب ١٣
(١,٣) أجهزة القلب والأوعية الدموية في جراحة القلب المفتوح.....١٥
(١,٣,١) مضخات الدم ١٦
(١,٣,٢) الصمامات الاصطناعية ٤٧
(١,٣,٣) ناظم خطى القلب ٦٥
(١,٤) أدوات طب القلب قليلة التدخل الجراحي ٦٦
(١,٥) التكنولوجيا المستخدمة لمعالجة الرجفان الأذيني.....٧٣
(١,٦) العملية الجراحية قليلة التدخل الجراحي (MIS) ٧٥
(١,٦,١) أدوات تنظير الصدر الكلاسيكية.....٧٦
(١,٦,٢) الروبوتات الجراحية ٨١
(١,٦,٣) مضخات الدم – دراسة لتطبيقات العملية الجراحية قليلة
التدخل الجراحي.....٩٢

(١,٧) الزرع محدود الجراحة للصمامات ٩٩
(١,٨) التكنولوجيا الداعمة للتخطيط الجراحي..... ١٠١
(١,٩) استنتاجات ١٠٧
الفصل الثاني: النمذجة الميكانيكية الحيوية للدعامات (Stents):
مسح ١٩٩٧-٢٠٠٧ ..... ١١١
(٢,١) مقدمة ١١٣
(٢,٢) نمذجة الدعامات بالعناصر المحدودة..... ١١٦
(٢,٢,١) أساسيات العناصر المحدودة..... ١١٦
(٢,٢,٢) التصميم الهندسي والتقريب ١١٨
(٢,٢,٣) خصائص المواد ١١٩
(٢,٢,٤) شروط التحميل والحدود ١٢٠
(٢,٢,٥) تصميم الدعامات بالعناصر المحدودة..... ١٢٠
(٢,٢,٦) الاستخدام الفعال للـــتحليل بالعناصر المحدودة (FEA)..... ١٢٣
(٢,٣) مسح لأحدث الابتكارات في نمذجة الدعامات: ١٩٩٧-٢٠٠٧م ١٢٤
(٢,٣,١) إهمال البالون ١٢٤
(٢,٣,٢) البالون الأسطواني ١٣٣
(٢,٣,٣) البالون المطوي..... ١٤١
(٢,٣,٤) ملخص ١٤٥
(٢,٤) طرق بديلة للنمذجة الميكانيكية الحيوية للدعامات ١٤٨
(٢,٤,١) طريقة العناصر المحدودة (FEM)-التدلي والمرونة والميكانيكا
الدقيقة للركائز (Struts) ١٤٩
(٢,٤,٢) FEM – الدعامات ذاتية التوسع..... ١٥١
(٢,٤,٣) ديناميكيات الموائع الحسابية (CFD) – إطلاق الدواء
وطريقة العناصر المحدودة المغمورة..... ١٥٤

(٢,٥) آفاق مستقبلية ١٥٥
(٢,٦) استنتاج ١٥٦
الفصل الثالث: استخراج الإشارات في التسجيلات الطبية الحيوية متعددة الحساسات ١٦٥
(٣,١) مقدمة ١٧٦
(١,٣,١) هدف ونطاق هذا الفصل..... ١٦٧
(١,٣,٢) الرموز الرياضية..... ١٧٠
(٣,٢) نشأة الإشارات الطبية الحيوية ١٧١
(٣,٢,١) نموذج للمصدر الطبي الحيوي..... ١٧١
(٣,٢,٢) إشارات القلب ١٧٦
(٣,٢,٣) إشارات الدماغ..... ١٨٢
(٣,٣) ترشيح وينر الأمثل متعدد المرجعية..... ١٨٩
(٣,٣,١) الاستخراج محدود الجراحة لإشارة الـــ ECG للجنين ١٨٩
(٣،٣،٢) ترشيح وينر الأمثل..... ١٩١
(٣،٣،٣) الإلغاء التكيفي للضجيج..... ١٩٥
(٣،٣،٤) النتائج ١٩٦
(٣,٤) الإلغاء المكاني–الزماني ١٩٩
(٣،٤،١) استخراج النشاط الأذيني في الرجفان الأذيني..... ١٩٩
(٣،٤،٢) الإلغاء المكاني–الزماني للمركبة QRS في نوبات الـــ AF ٢٠١
(٣,٥) الفصل الأعمى للمصادر (BSS)..... ٢١٣
(٣،٥،١) عزل تفريغات ما بين النوبات الصرعية في الـــ EEG ٢١٣
(٣،٥،٢) النمذجة والافتراضات..... ٢١٦
(٣،٥،٣) اللاحتميات المتأصلة..... ٢١٨

(٣،٥،٤) الاستقلال الإحصائي والإحصائيات عالية الدرجة واللاغاوسية (non-Gaussianity) ٢١٩
(٣،٥،٥) تحليل العناصر المستقلة ٢٢٢
(٣،٥،٦) خوارزميات ٢٢٦
(٣،٥،٧) النتائج ٢٢٩
(٣،٥،٨) دمج المعلومات المسبقة في نموذج الفصل..... ٢٣٣
(٣،٥،٩) الفضاءات الجزئية المستقلة..... ٢٣٥
(٣،٥،١٠) تخفيف قيد الثبات ٢٣٦
(٣،٥،١١) كشف المزيد من المصادر غير إشارات الحساسات..... ٢٣٨
(٣،٦) الموجز والاستنتاجات والتوقعات ٢٣٨
الفصل الرابع: التحليل الطيفي لعمر التألق وتصوير البروتينات التألقية المرئية (VFPs) ٢٤٧
(٤،١) مقدمة ٢٤٩
(٤،٢) مقدمة عن التألق (Fluorescence)..... ٢٤٩
(٤،٢،١) تفاعل الضوء مع المادة..... ٢٥٠
(٤،٢،٢) مخطط جابلونسكي..... ٢٥١
(٤،٢،٣) بارامترات التألق ٢٥٧
(٤،٢،٤) عمر التألق..... ٢٥٩
(٤،٢،٥) قياس عمر التألق ٢٦٠
(٤،٢،٦) تباين واستقطاب التألق ٢٦٣
(٤،٢،٧) العوامل المؤثرة على التألق..... ٢٦٦
(٤،٣) الملونات التألقية (Fluorophores) والبروتينات التألقية ٢٧١
(٤،٣،١) البروتين التألقي الأخضر ٢٧٢
(٤،٣،٢) البروتين التألقي الأحمر ٢٧٧

(٤،٤) تطبيقات البروتينات التألقية المرئية (VFPs) ٢٨١
(٤،٤،١) التحليل الطيفي للعمر وتصوير الـــ VFPs ٢٨٢
(٤،٥) ملاحظات ختامية..... ٢٨٧
الفصل الخامس: محاكاة مونت كارلو (MC) في التصوير الطبي النووي.....٢٩٥
(٥،١) مقدمة ٢٩٧
(٥،٢) التصوير الطبي النووي ٢٩٨
(٥،٢،١) التصوير بالفوتونات الأحادية..... ٢٩٩
(٥،٢،٢) التصوير المقطعي بالانبعاث البوزيتروني (PET)..... ٣٠٠
(٥،٢،٣) التصوير المقطعي بالانبعاث في تصوير الحيوانات الصغيرة.... ٣٠٢
(٥،٢،٤) إعادة البناء..... ٣٠٣
(٥،٣) طريقة مونت كارلو (MC) ٣٠٣
(٥،٣،١) الأرقام العشوائية..... ٣٠٤
(٥،٣،٢) طرق أخذ العينات ٣٠٥
(٥،٣،٣) نمذجة انتقال الفوتونات..... ٣٠٧
(٥،٣،٤) التقييم (الإحراز)..... ٣٠٩
(٥،٤) لزوم محاكاة MC الدقيقة في الطب النووي..... ٣٠٩
(٥،٤،١) دراسة تصميم الكواشف ٣١٠
(٥،٤،٢) تحليل المسائل الكمية ٣١١
(٥،٤،٣) طرق تصحيح تدهور الصور (image degradation)..... ٣١٢
(٥،٤،٤) مهام الكشف باستخدام محاكاة MC..... ٣١٣
(٥،٤،٥) التطبيقات في المجالات الأخرى ٣١٤
(٥،٥) أنظمة محاكاة MC المتاحة..... ٣١٥

(٥،٦) برنامج المحاكاة GATE..... ٣١٧
(٥،٦،١) الميزات الأساسية..... ٣١٧
(٥،٦،٢) إدارة الوقت في GATE..... ٣٢٣
(٥،٦،٣) التحويل الرقمي في GATE..... ٣٢٥
(٥،٧) المفاضلة (trade-off) بين الكفاءة والدقة..... ٣٢٧
(٥،٧،١) الدقة والتحقق من صحة النموذج..... ٣٢٧
(٥،٧،٢) زمن الحسابات..... ٣٢٨
(٥،٨) دراسات حالة..... ٣٢٩
(٥،٨،١) دراسة الحالة ١: نظام TOF-PET:نظام PET المزود
بمعلومات زمن الطيران..... ٣٢٩
(٥،٨،٢) دراسة حالة ٢: تقييم تصحيح تأثير الحجم الجزئي (PVE)... ٣٣٢
(٥،٨،٣) دراسة حالة ٣: إعادة البناء استناداً لمحاكاة MC..... ٣٣٤
(٥،٩) آفاق مستقبلية..... ٣٣٧
(٥،١٠) الاستنتاج..... ٣٣٩
الفصل السادس: الإظهار الطبي الحيوي..... ٣٥١
(٦،١) مقدمة..... ٣٥٣
(٦،٢) إظهار الحقول العددية..... ٣٥٦
(٦،٢،١) التمثيل المباشر للحجم (Direct volume rendering)..... ٣٥٦
(٦،٢،٢) استخراج أسطح القيم المتساوية (isosurface)..... ٣٦٧
(٦،٢،٣) الإظهار المُعتمد على الزمن للحقول العددية..... ٣٧٣
(٦،٣) إظهار الحقول الاتجاهية..... ٣٧٣
(٦،٣،١) طرائق الحقول الاتجاهية في الإظهار العلمي..... ٣٧٤
(٦،٣،٢) التقنيات المُستندة إلى خطوط الانسياب (streamline-based)..... ٣٧٦

(٦،٣،٣) أسطح الانسياب ٣٧٩
(٦،٣،٤) تمثيل البُنية ٣٨٣
(٦،٣،٥) الطوبولوجيا ٣٨٨
(٦،٤) إظهار حقول المـــُـــوَتِّرات (tensor field) ٣٩٠
(٦،٤،١) تباين الخواص وثوابت المـــُـــوَتِّرات ٣٩١
(٦،٤،٢) الترميز اللوني لاتجاه المـــُتجه الذاتي الرئيسي ٣٩٣
(٦،٤،٣) الرموز النافرة للمـــُـــوَتِّرات..... ٣٩٤
(٦،٤،٤) تصوير المسارات العصبية الليفية ٣٩٩
(٦،٤،٥) تمثيل الحجم (Volume rendering) ٤٠٣
(٦،٤،٦) تجزئة المادة البيضاء باستخدام ثوابت المـــُـــوَتِّرات ٤٠٥
(٦،٥) الإظهار متعدد الحقول..... ٤٠٦
(٦،٦) إظهار الأخطاء وعدم اليقين..... ٤١٣
(٦،٧) برامج الإظهار ٤١٩
(٦،٧،١) أدوات الإظهار SCIRun/BioPSE..... ٤٢١
(٦،٧،٢) برنامج map3d..... ٤٢٥
(٦،٨) الخلاصة والاستنتاج ٤٣١
ثبت المصطلحات..... **٤٤٥**
أولاً: عربي – إنجليزي **٤٤٥**
ثانياً: إنجليزي – عربي **٤٥٥**
كشاف الموضوعات **٤٦٣**
ملحق الصور **٤٧١**