



دراسة في مجال بناء آليّة فعّالة لاسترجاع الصّور

من قاعدة بيانات للصّور الطبيّة اعتماداً على المحتوى

دراسة أعدت لنيل درجة الدكتوراه في الهندسة الطبية

إعداد: م. نسرين يعقوب سليمان

إشراف: د. قصي كنفاني أ.د.م مصطفى الموالي

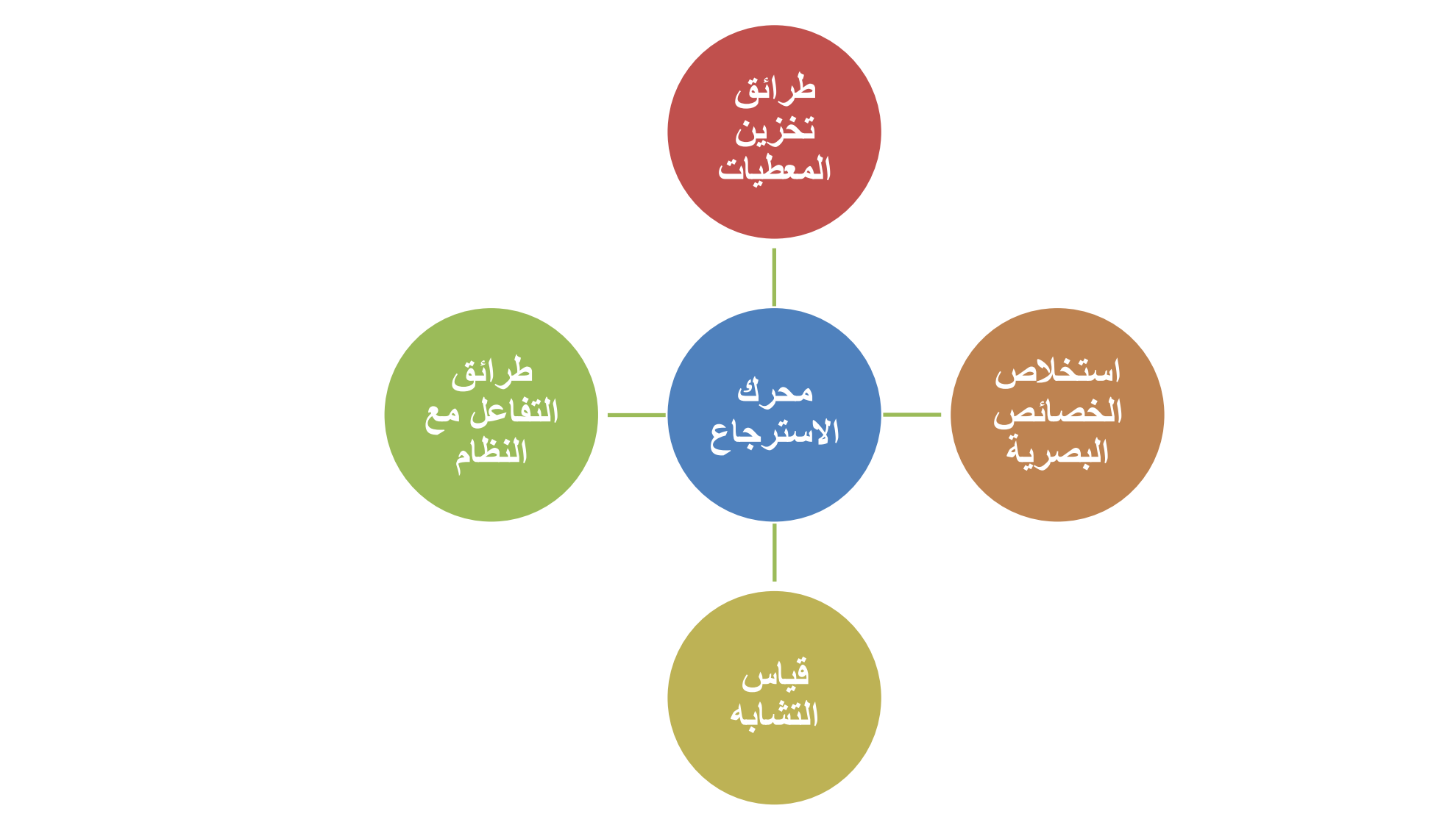
الملخص

تمّ بناء نظام استرجاع لصور أمهات الدم الكيسية المجزأة من صور الطرح الرقمي للأوعية الدموية الدماغية ثنائية الأبعاد اعتماداً على المحتوى. يقوم النظام بإيجاد صور في قاعدة بيانات لصور أمهات دم كيسية مجزأة من صور الطرح الرقمي ذات محتوى مشابه لصورة استعمال معينة واسترجاعها. تُثَت عملية الاستعلام عن طريق استخلاص 13 خاصية من خصائص الشكل البصرية لأم الدم المجزأة في صورة الاستعلام وصياغتها في متجه خصائص ومقارنة مكوناته مع مكونات متجهات خصائص الشكل لأمهات الدم المجزأة من صور الطرح الرقمي للأوعية الدموية الدماغية الموجودة في قاعدة البيانات. شملت خصائص الشكل المستخلصة: المساحة، المحيط، معامل الاستدارة، المحور الرئيس، المحور الثانوي، الاتجاه، المساحة المحدبة، رقم أولر، المساحة المملوءة، معامل الاختلاف المركزي، القطر المكافئ، معامل التحذب والمدى. تمّ قياس التشابه بين صورة الاستعلام وصور قاعدة بيانات نظام الاسترجاع باستخدام المسافة الإقليدية، ومن ثم استرجاع أربع صور الأكثر شبهاً بصورة الاستعلام وفق معيار المسافة الإقليدية من قاعدة بيانات تضم 36 صورة. نُفُذَت عملية الاسترجاع من أجل تسع صور استعمال مختلفة، بلغ متوسط زمن الاسترجاع 1.26 ثانية لكل حالة استعمال. تمّ بناء خوارزميات معالجة الصورة اللازمة باستخدام بيئة الماتلاب MatLab البرمجية.

الكلمات المفتاحية: أنظمة استرجاع الصور الطبية اعتماداً على المحتوى، متجه الخصائص، خصائص الشكل، قياس التشابه.

المقدّمة

تُعدّ أنظمة استرجاع الصور الطّبيّة اعتماداً على المحتوى Content Based Medical Image Retrieval (CBMIR) أحد أنواع أنظمة المعلومات الطبية، وفي هذا الإطار يُنظر إلى أنظمة استرجاع الصّور الطّبيّة اعتماداً على المحتوى من قواعد بيانات الصّور الطّبيّة على أنّها أحدثت ثورة في مجال أنظمة المعلومات الطّبيّة حيث تُعتبر واحدة من مجالات البحث الأكثر نشاطاً وتفاعلاً في مجال الإبصار الحاسوبي computer vision وكذلك من أكثر الأنظمة تداخلاً مع أنظمة التشخيص بمساعدة الحاسوب Computer Aided Diagnosis (CAD) [2-1]. يُبيّن الشكل (1) المكونات الرئيسية لنظام استرجاع الصّور اعتماداً على [4-3].



الشكل (1) البنية الأساسية لأي نظام استرجاع صور اعتماداً على المحتوى CBIR [4-3].

الدراسات المرجعية

تتمتّع أنظمة CBMIR بإمكانية كبيرة لإحداث تأثير حقيقي في مجالات التشخيص والبحث والتعليم، وتُعدّ تكنولوجيا واعدة لإغناء الوظيفة الأساسية لأنظمة الاتصالات وأرشفة الصّور(Picture Archiving and Communication Systems (PACS وحتى تلك الأنظمة التي تعتمد على معيار التصوير الرقمي والاتصالات في الطب Digital Imaging and Communication in Medicine(DICOM) [6-5]. يعرض الجدول (1) بعض أنظمة استرجاع الصور الطبية اعتماداً على المحتوى وصفاتها وعلاقتها المباشرة بأنظمة الكشف والتشخيص بمساعدة الحاسوب [7].

الجدول(1) بعض أنظمة استرجاع الصور الطبية اعتماداً على المحتوى وصفاتها وعلاقتها المباشرة بأنظمة الكشف والتشخيص بمساعدة الحاسوب [7].

النظام/المؤلف	المنطقة/المنظومة	الخصائص	آلية استخلاص الخصائص	التطبيق
ASSERT	التصوير المقطعي المحوري	الشكل/التركيب	نصف يدوي	تشخيص بمساعدة الحاسوب
GEMINI	تصوير الثدي الرقمي	الشكل	semi-manual	تشخيص السرطان
IME	التصوير المقطعي المحوري	الموضع النسبي للشكل	نصف يدوي	تشخيص بمساعدة الحاسوب
NMPKB	التصوير العصبي الشعاعي	الشكل/التركيب/عدم التناسق	الي	تشخيص بمساعدة الحاسوب
	Lung CT	اللون		
	Mammography			
	Shape relative position			

مواد البحث

تمّ تصوير المرضى باستخدام منظومة تصوير الأوعيّة الدموية بالطرح الرقمي Digital Subtraction Angiography (DSA) الموجودة في مشفى الأسد الجامعي بمدينة دمشق. يتمّ في هذه التقنيّة طرح صورة تمّ التقاطها قبل حقن مادة ظليلة للأشعة من صورة أخرى تمّ التقاطها بوجود المادة الظليلة فتلغى البنى التي ليس لها أهمية في إظهار الأوعية الدموية بسبب عدم وجود المادة الظليلة بحيث تحتوي الصورة الناتجة على مكان انتشار المادة الظليلة فقط [8]. تتألف منظومة التصوير من المجموعة الكاملة للأشعة السينية X-ray assembly ومكثف الصورة image intensifier مرتبطان ببعضهما بذراع على شكل حرف C. شملت الدراسة 21 مريضاً (10 إناث و11 ذكور)، متوسط أعمارهم 48.57±12.25 عام. تمّ تشخيص أم دم كيسية دماغية (cerebral aneurysm (CSA لدى جميع المرضى. يُوضّح الجدول (2) بعض مواصفات ملفات التصوير Scenes Files التي يعطيها الجهاز. تمّ تصدير ملفات التصوير إلى بيئة الماتلاب واستخلاص الصور/الإطارات المشكّلة لملف التصوير. تمّت المعالجة باستخدام حاسب ذي معالج Intel(R) i5 CPU, 2.53 GHz وذاكرة RAM (4 GB) 64 bit -Microsoft Windows 7 ضمن نظام تشغيل Ultimate.

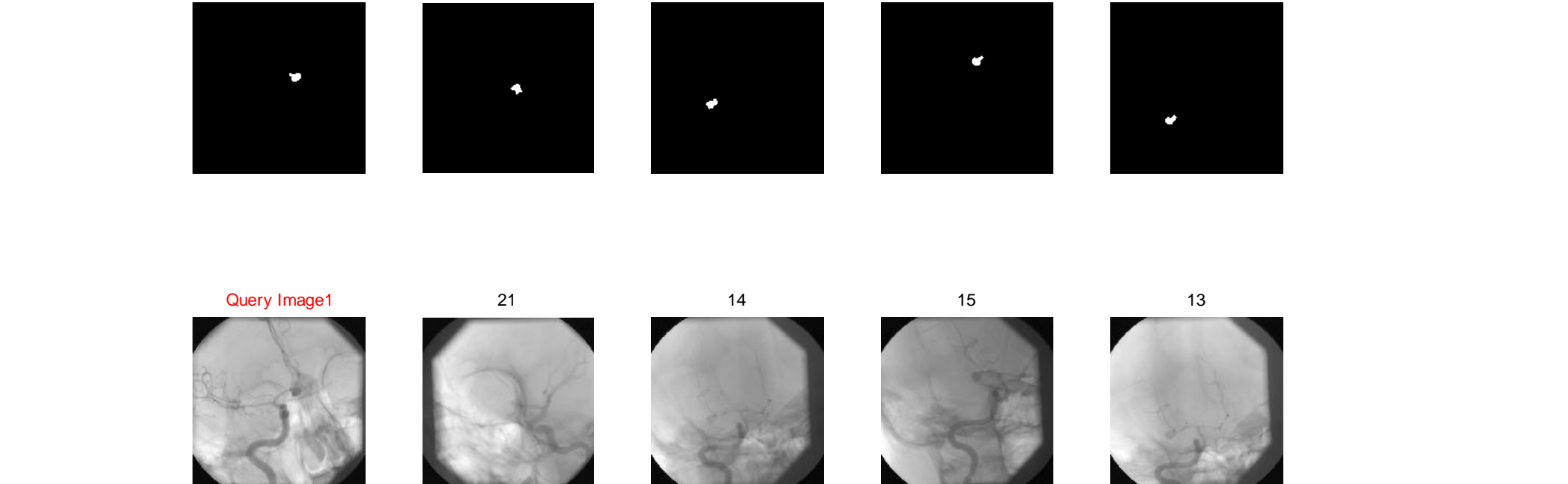
الجدول (2) مواصفات الصور المستخلصة من ملفات تصوير منظومة تصوير الأوعية بالطرح الرقمي في عينة البحث.

Parameter	Description
Format	'DICOM'
Width	512
Height	512
BitDepth	8
ColorType	'grayscale'
ContrastBolusIngredient	'IODINE'

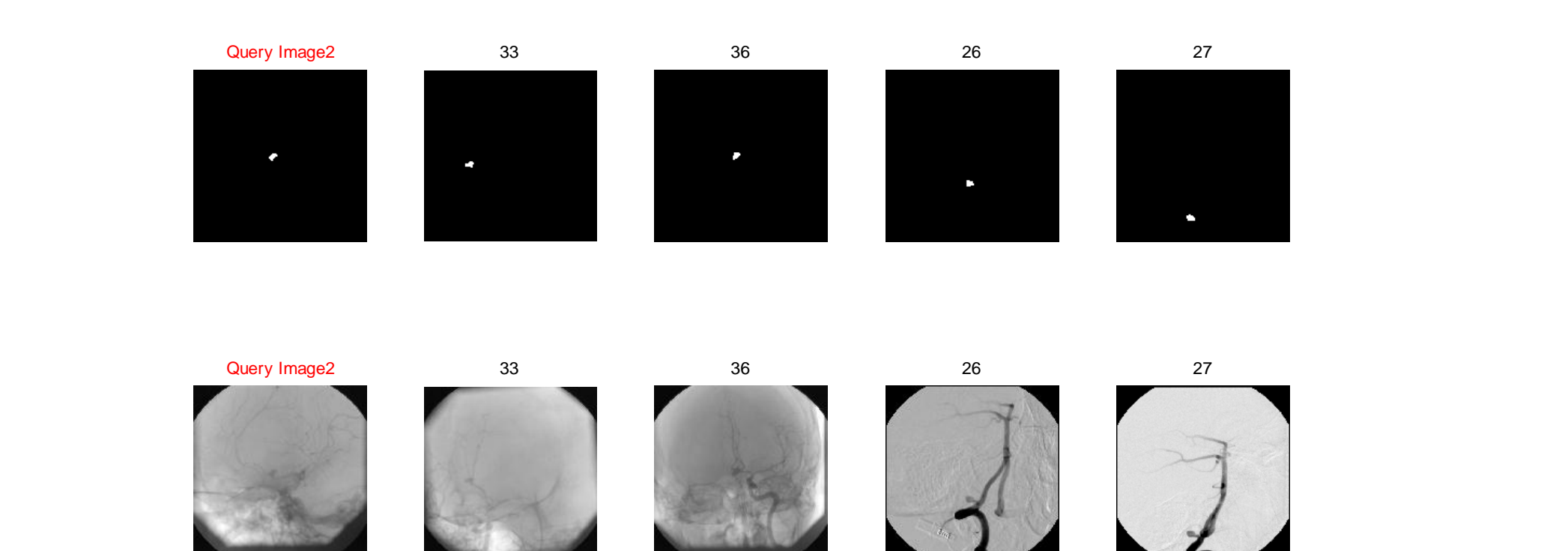
النتائج

تم استرجاع أربع صور من صور قاعدة البيانات تبعاً لقيم قياس التشابه من أجل كل صورة من صور الاستعلام، الصورة المسترجعة الأولى تمثّل أصغر فرق بين متجه صورة الاستعلام ومتجه الصورة المسترجعة من قاعدة البيانات باستخدام معيار المسافة الإقليدية، تليها بالترتيب الصورة الثانية فالثالثة ثم الرابعة.

تم الاستعلام عن صور مشابهة لتسع صور من صور الطرح الرقمي للأوعية الدموية الدماغية في قاعدة بيانات تضم 36 صورة، يبين الشكلان (3) و(4) نتائج استرجاع صور الطرح الرقمي للأوعية الدموية الدماغية اعتماداً على المحتوى لصورتين من صور الاستعلام، يتضمن كل شكل صورة استعمال Query image وأربع صور مسترجعة من قاعدة البيانات مرقمة ومرتبة حسب درجة تشابهها مع صورة الاستعلام. تشير الأرقام فوق الصور المسترجعة إلى ترتيب الصور في قاعدة البيانات.



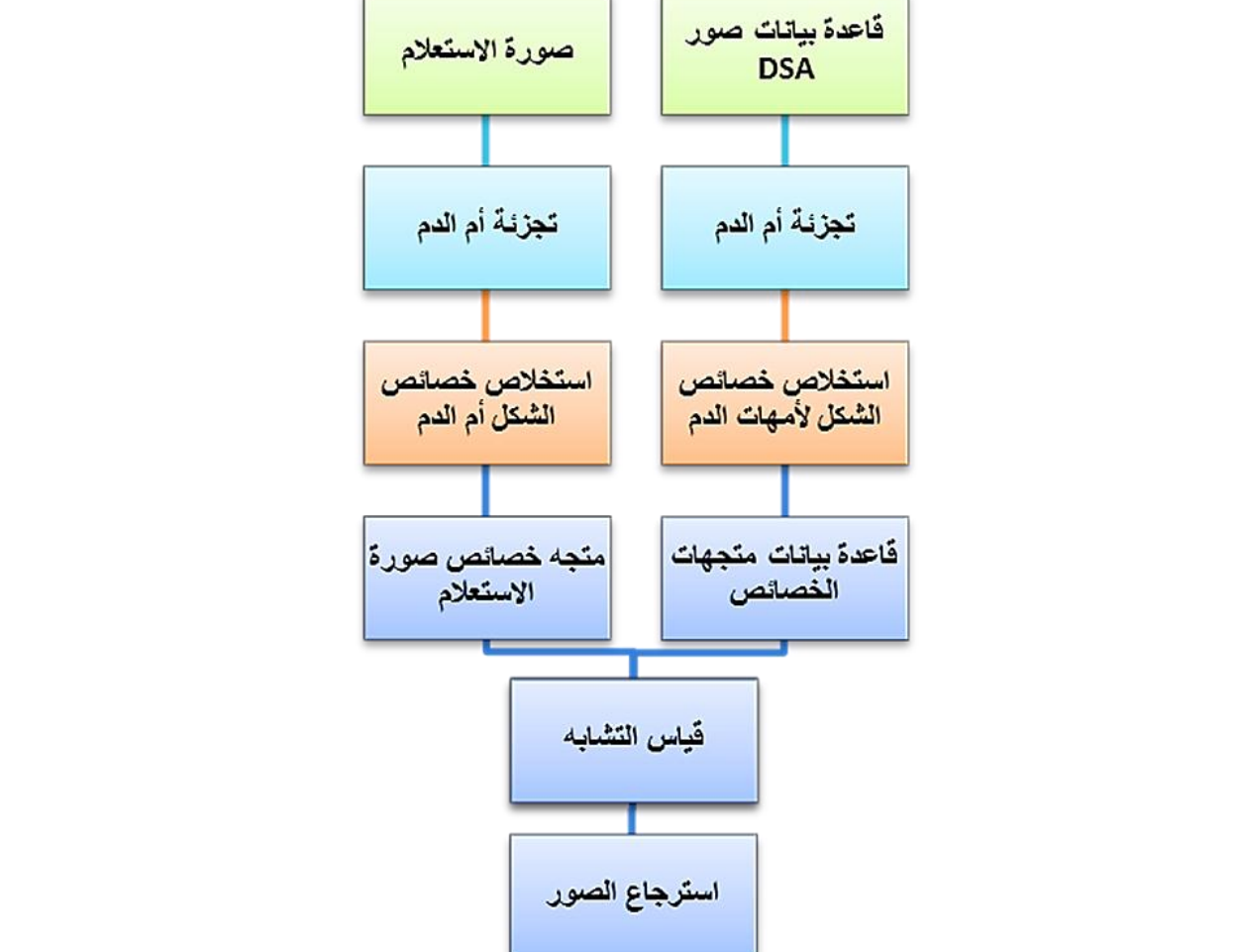
الشكل (3) نتائج استرجاع صور الطرح الرقمي للأوعية الدموية الدماغية اعتماداً على المحتوى لصورة الاستعلام الأولى. الصور في الصف الأول عبارة عن صور أمهات الدم المجزأة من صور الطرح الرقمي في الصف الثاني.



الشكل (4) نتائج استرجاع صور الطرح الرقمي للأوعية الدموية الدماغية اعتماداً على المحتوى لصورة الاستعلام الثانية. الصور في الصف الأول عبارة عن صور أمهات الدم المجزأة من صور الطرح الرقمي في الصف الثاني.

الطرائق المستخدمة

تم بناء نظام استرجاع لصور أمهات الدم الكيسية الدماغية بناء على المحتوى وفق المراحل الأساسية الموضحة في الشكل (2).

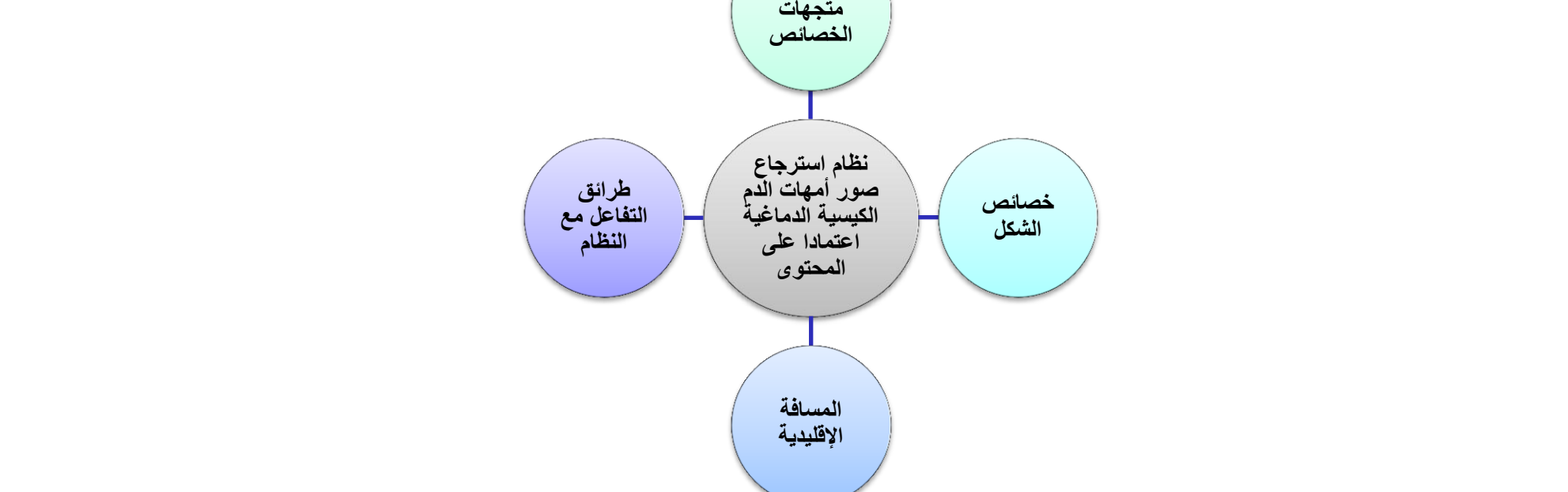


الشكل(2) نظام استرجاع صور أمهات الدم الكيسية الدماغية اعتماداً على المحتوى.

تم تحسين صور الطرح الرقمي للأوعية الدموية بتطبيق مرشح Frangi [9]، تلا ذلك استخدام مرشح خاص custom filter بنواة مربعة قدرها 5 عنصر صورة، بإعطاء أوزان مختلفة للعناصر المجاورة للعنصر المركزي الذي يعطى الأهمية الأكبر وإعطاء العناصر المتعامدة معه وزناً يتناسب عكساً مع بعدها عن المركز. ينتمي هذا المرشح إلى عائلة مرشحات التوسيط average filters التي يتم توزيع معاملاتها بشكل مناسب [10]، يسمح تطبيق هذا المرشح بتصحيح عدم التجانس في كثافة الصورة ونهئية الصورة من أجل التجزئة. قمنا بتجزئة الأوعية الدموية بالتعتيب باستخدام طريقة أوتسو Otsu's method، ثم استخدمنا العمليات المورفولوجية: الفتح والاعلاق لفصل أمهات الدم عن الشجرة الوعائية وتجزئتها. تم استخلاص خصائص الشكل التالية من أجل كل صورة من صور أمهات الدم المجزأة: المساحة، المحيط، معامل الاستدارة Circularity،

الخلاصة

تم تطوير نظام لاسترجاع صور أمهات الدم الكيسية الدماغية في صور الطرح الرقمي للأوعية الدموية اعتماداً على المحتوى من قاعدة بيانات لصور أمهات الدم الكيسية. بدأت عملية تصميم النظام بتطبيق عدد من خوارزميات التحسين على صور الطرح الرقمي ثنائية البعد، ثم قمنا بتجزئة أمهات الدم الكيسية من الصور المدروسة. تمّت عملية استخلاص خصائص الشكل لأمهات الدم المجزأة وصياغتها في متجهات خصائص وتشكيل قاعدة بيانات خصائص الشكل لأمهات الدم الكيسية. نفّذنا عملية استرجاع الصور المشابهة لصورة استعمال معينة من قاعدة بيانات نظام الاسترجاع باستخدام معيار المسافة الإقليدية لقياس التشابه بين متجه خصائص صورة الاستعلام ومتجهات خصائص الصور في قاعدة البيانات. يبين الشكل (5) المخطط العام لنظام استرجاع صور أمهات الدم الكيسية اعتماداً على المحتوى الذي تمّ تنفيذه في هذا البحث.



الشكل (5) المخطط العام لنظام استرجاع صور أمهات الدم الكيسية اعتماداً على المحتوى.

يبين الجدول (3) مقارنة بين النظام المطور في البحث ونظام CervigramFinder لاسترجاع صور عرق الرحم [13].

CSA-Image Retrieval	CervigramFinder	هدف النظام
مترواح/بحث علمي	مترواح (بحث علمي	system intent
تعلم Teaching	تعلم Teaching	Learning)
2D	ثنائية البعد 2D	المعطيات Data
صورة Image	صورة Image	معطيات الدخل Input and Output
فقط صورة Only image	فقط صورة Only image	معطيات الخرج Output
خصائص الشكل	متروحة (اللون، التركيب، الموضع)	خصائص الصورة Features and similarities
المسافة الإقليدية	المسافة الإقليدية	قياس المسافة Distance

الاقتراحات والتوصيات

نقدّم فيما يلي أهم المقترحات التي يمكن أن تُنفَّذ لتطوير نتائج البحث:

- استخدام خصائص إضافية غير خصائص الشكل، كأن يدخل في الاعتبار عند استرجاع الصور المشابهة الشريان الذي تشكلت منه أم الدم الكيسية.
- توسيع قاعدة بيانات صور أمهات الدم الكيسية من حيث:

- عدد الصور التي تشكل قاعدة البيانات.
- منظومة التصوير:

يمكن لقاعدة البيانات أن تشمل صور أمهات الدم الكيسية الناتجة عن منظومة تصوير الأوعية الدموية باستخدام الأشعة المقطعية Computed Tomography (CT) Angiography وصور أمهات الدم الكيسية الناتجة عن منظومة تصوير الأوعية الدموية باستخدام الرنين المغناطيسي Magnetic Resonance Angiography (MRA) بالإضافة لصور الطرح الرقمي DSA الموجودة.

- الحالات المرضية المشمولة بالصور:

يمكن أن تشمل الصور حالات مرضية إضافية كالتشوهات الشريانية الوريدية، تضيقات الأوعية الدموية، التروية الشاذة في الدماغ وغيرها من الأمراض التي يمكن أن تصيب الأوعية الدموية في الدماغ بالإضافة لحالة أمهات الدم الكيسية المدروسة في النظام.

- تطوير نظام استرجاع يأخذ بالاعتبار كدخل للنظام ملفات الفيديو الناتجة وفق معيار الدايكوم Dicom Filesعن منظومة DSA وليس الصور الثنائية الأبعاد 2D images المستخلصة من هذه الملفات.

نذكر أنه لبناء وتطوير نظام استرجاع اعتماداً على المحتوى يتطلب وفق أحد الأبحاث [2] تسعة اختصاصات علمية مختلفة مثل: معالجة الصورة والإبصار الحاسوبي واسترجاع المعلومات وغيرها من الاختصاصات الأخرى، كما يتطلب تعاوناً علمياً بين هيئات بحثية مختلفة وتمويل جيد ومتابعة مستمرة، مثلاً تم تصميم نظام CervigramFinder لاسترجاع صور عرق الرحم بالتعاون بين المعهد الوطني للسرطان والمكتبة الوطنية للطب في أمريكا واعتمدت الدراسة على صور عرق الرحم المأخوذة طوال عدة سنوات برعاية المعهد الوطني للسرطان وشملت الدراسة 15060 مقطع [15-14]. كما تمّ تصميم نظام الاسترجاع IRMA بالتعاون بين قسم الأشعة التشخيصية The Department of Diagnostic Radiology, of Medical Informatics وقسم معالجة الصورة الطبية Division of Medical Image Processing في جامعة آخن للتقانة Aachen University of Technology في ألمانيا وبنمويل مؤسسة البحوث الألمانية [17-16].

بالرغم مما سبق نوكد على أنه يمكن الوصول إلى نتائج بحثية هامة في هذا المجال في بلدنا من خلال تشكيل مجموعة للبحث العلمي تشمل الاختصاصات التالية على الأقل:

- ❖ أشعة تشخيصية Diagnostic Radiology.
- ❖ هندسة طبية Biomedical Engineering.
- ❖ تقانة المعلومات Information Technology.

المراجع

- Doi, K. (2007). Computer-aided diagnosis in medical imaging: historical review, current status and future potential. Computerized medical imaging and graphics, 31(4), 198-211.
- Liu, G. H., Yang, J. Y., & Li, Z. (2015). Content-based image retrieval using computational visual attention model. Pattern Recognition, 48(8), 2554-2566.
- Müller H, Michoux N, Bandon D, Geissbuhler A. (2004). A review of content-based image retrieval systems in medical applications-clinical benefits and future directions, International Journal of Medical Informatics, vol. 73, pp.1-23.
- Rajaei A, Rangarajan L. (2011) "International Symposium On Distributed Computing And Artificial Intelligence, Advances in Intelligent and Soft Computing: Matching and Retrieval of Medical Images " edited by Abraham A, Corchado JM, Rodriguez Gonzalez S, de Paz Santana, J.F. 1st Edition, Spain, vol. 91, pp. 37-33.
- Weher P, Fischer B, Günther RW, Deserno Nè Lehmann TM. (2011). Generic integration of content-based image retrieval in computer-aided diagnosis. Department of Diagnostic Radiology, RWTH Aachen University Hospital, Aachen, Germany.
- Joseph S, Balakrishnan K. (2011). Multi-Query Content based Image Retrieval System using Local Binary Patterns. International Journal of Computer Applications, vol. 17, no.7, pp. 1-5.
- Depeursinge A, Fischer B, Müller H, Deserno TM. (2011). Prototypes for Content-Based Image Retrieval in Clinical Practice. The Open Medical Informatics Journal, vol.5, pp. 58-72.
- Schrijver, Jr. M. 2002 - Angiographic Image Analysis to Assess the Severity of Coronary Stenoses. PH.D thesis. University of Twente The Netherlands
- Oloumi, F., Dhara, A. K., Rangayyan, R. M., & Mukhopadhyay, S. (2014). Detection of Blood Vessels in Retinal Fundus Images. Computer Science, 22(2), 65.
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2007). Digital image processing 3rd edition.
- Lehmann, T. M., Guld, M. O., Thies, C., Plodowski, B., Keyzers, D., Ott, B., & Schubert, H. (2004). IRMA-Content-based image retrieval in medical applications. Medinfo, 842-8.
- Vadivel A, Majumdar A K, Sural Sh. (2003). Performance comparison of distance metrics in content-based Image retrieval applications. International conference on information technology.
- Long, L. R., Antani, S., Deserno, T. M., & Thoma, G. R. (2009). Content-based image retrieval in medicine: Retrospective assessment, state of the art, and future directions. International journal of healthcare information systems and informatics: official publication of the Information Resources Management Association, 4(1), 1.
- Antani S, Xue Z, Long L R, Bennett D, Ward S, Thoma G R.(2011). Is there a need for biomedical CBIR systems in clinical practice? Outcomes from a usability study. Proceedings of SPIE Medical Imaging2011.
- Xue, Z., Antani, S., Long, L. R., Jeronimo, J., & Thoma, G. R. (2007). Investigating CBIR techniques for cervicovaginal images. In AMIA Annual Symposium Proceedings (Vol. 2007, p. 826). American Medical Informatics Association.
- A Content-Based Approach to Image Retrieval in Medical Applications. BOOK: Emerging Trends and Challenges in Information Technology Management: (2006) Information Resources Management Association International Conference, Washington, DC, USA, Volume 1
- IRMA (Image Retrieval in Medical Applications). Accessed:22 July 2015. <http://gateway.imib.rwth-aachen.de/irma/index_en.php>