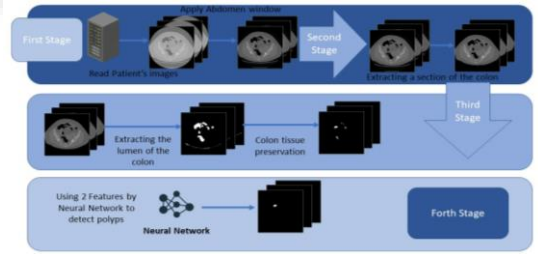
جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم الهندسة الطبية

تصميم نظام آلي لكشف البوليبات القولونية من صور الطبقي المحوري

دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الطبية

إعداد: المهندس محمد شمدين
إشراف: أ.م.د هاني عماشة



الملخص

السرطان هو مرض يتميز بالانقسام الفوضوي للخلايا مع إمكانية بقائها على قيد الحياة، وعندما يحدث هذا النوع من النمو غير الطبيعي في القولون أو المستقيم يطلق عليه سرطان القولون أو المستقيم.
يشكل القولون والمستقيم الأمعاء الغليظة (وتسمى أيضًا الأمعاء الغليظة)، وهي الجزء الأخير من الجهاز الهضمي، تحدد ثلاثة أجزاء من موقع السرطان الأنواع الفرعية لـ CRC : القولون القريب ، القولون البعيد ، والمستقيم.
عدة أنواع من السرطانات تؤثر على القولون والمستقيم، والسرطان الغدي من الخلايا المنتجة للمخاط هو النوع الأكثر شيوعًا من CRCs . تشمل CRCs أيضًا أنواعًا أخرى أقل شيوعًا من السرطانات: الأورام السرطانية ، وأورام اللحمة المعدية المعوية ، والأورام اللمفاوية ، والساركوما.[21] .
يعتبر سرطان القولون والمستقيم شائعًا، ويسبب ما يقرب من 50000 حالة وفاة سنويًا في الولايات المتحدة.[5]
يمثل سرطان القولون والمستقيم (CRC) النوع الثالث من السرطان في الإصابة والثاني في الوفيات على مستوى العالم ، مع ارتفاع عدد الحالات المشخصة حديثًا. [8]. يتم تشخيصه باستخدام المنظار الشرجي الذي يعتبر المعيار الأساسي أو الذهبي لتأكيد وجود هذا السرطان [7]، ومع ذلك يمكن تشخيصه مسبقًا باستخدام التصوير المقطعي غير الجراحي ، حتى لا يصل إلى هذه المرحلة.
أيضا ، تصوير القولون بالأشعة المقطعية فعال في تصور أجزاء من القولون لم يتم تقييمها بواسطة تنظير القولون البصري في حالات الحالات التشريحية المعقدة التي تتسبب في فشل أو عدم اكتمال تنظير القولون البصري ، وبالتالي يسمح باكتشاف قوي للزوائد في القولون الأيمن[4] .
هناك عدة طرق للتعرف على سرطان القولون: تنظير القولون ، اختبارات الدم ، التصوير المقطعي المحوسب ، وتنظير القولون في الكبسولة3] ،6]
يُعد التصوير المقطعي للبطن والصدر الطريقة المفضلة لتحديد مرحلة سرطان القولون ، ويجب إجراؤه كتصوير مقطعي محسن متعدد الأطوار معزز بالتباين ، ويفضل أن تكون المرحلة الشريانية تغطي الكبد ومرحلة وريدية تغطي الصدر والبطن.
في عدد من الدراسات التي تمت مراجعتها [12 ، 19] قامت الخوارزميات بمسح الصورة بشكل مباشر بالكامل ولا تلجأ إلى المعالجة التدريجية للكشف عن البوليبات القولونية، ويتم ذكر معيار الحساسية فقط ، وباقي المعايير مثل لا يتم تسجيل الخصوصية والدقة.
لذلك ، سيتم اتباع نهج مختلف في هذا البحث حيث ؛ من أجل الوصول إلى المنطقة المرغوبة (موقع البوليب) ، يجب عزل المنطقة المستهدفة وتجهيزها لإجراء العمليات اللاحقة بسهولة.
ثم يتم عزل البوليب ليتم التعرف عليه بمجرد تحديد محدداته وخصائصه التي تصفها وتفصلها عن محيطها. في هذه المقالة ، يتم إنشاء قناع تكيفي تلقائيًا باستخدام طرق معالجة الصور لاستخراج جزء من القولون دون الأجزاء المحيطة بجهاز التصوير المقطعي ثم عزل تجويف القولون عن طريق العمليات المورفولوجية من أجل الكشف عن بوليبات القولون وعزلها عن بقية العناصر. يتم بعد ذلك يتم حديد البوليب باستخدام اثنان فقط من ميزات الشكل ، ثم استخدام شبكة عصبية تعتمد على ميزات الشكل لعزل البوليب عن باقي المكونات الأخرى باستخدام أداة MATLAB ، والتي تساعد في التعامل مع الصور الرقمية[13] .
توضح النتائج قدرة النظام على استخراج الورم من داخل الصور التي تم إنشاؤها بواسطة التصوير المقطعي المحوسب.

الدراسات المرجعية

	الدراسة	سنة النشر	الطريقة المستخدمة	عدد العينات	قيم النتائج
1	Sujatha. K [10]	2020	BPA – GA – FFA	140	Sn: %88-67 Sp: %75-50
2	Sindhu.C [11]	2018	WPCA		
3	Godkhindi.A [12]	2017	Convolution Neural Network Random Forest K Nearest Neighbor	245	%88.56 %85.37 %80.30
4	[13] Ren.Y	2016	640 feature & Random Forest	103	SN Polyp %97.6 Scan %94.5
5	Shahbazi.M [14]	2008	Automatic Morphological Polyp Detection	46	%71.73

الإجراء التجريبي

في هذا العمل، استخدم مبدأ التدرج لاستخراج الأورام الحميدة من الصور المقطعية – وهي طريقة غير جراحية لفحص سرطان القولون. ينقسم هذا النظام إلى أربع مراحل متتالية، كل منها يستخدم خوارزميات مناسبة لمعالجة الصور وتمرير النتيجة إلى المرحلة التالية، في المرحلة الأولى، يُطبق الرسم البياني على المقطع العرضي للجسم من صور DICOM المقطعية ذات التباين العالي والسطوع والمعالجة لتحسين جودة الصورة وسهولة القراءة وإعادتها إلى نافذة البطن المقطعية ثم، في المرحلة الثانية، يُستخدم قناع تكيفي لإزالة الأجزاء المحيطة بجهاز التصوير المقطعي واستخراج قسم من القولون داخل الصور الممتدة من أسفل الرئتين إلى فتحة الشرج باستخدام خوارزمية تسمية المكونات المتصلة.

في المرحلة الثالثة، يُستخدم عدد قليل من العمليات المورفولوجية لعزل التجويف الداخلي للقولون الذي يحوي جميع الأجزاء داخله بما في ذلك البوليبات. تُطبق الشبكات العصبية، في المرحلة الأخيرة، لتمييز الأجزاء داخل القولون وفقًا لخصائصها، وللحفاظ على البوليبات.

الإجراء التجريبي

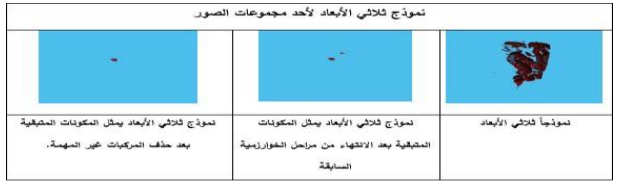
واختبر النظام على 10 مجموعات من الصور التي حُصل عليها من الأرشيف الوطني الأمريكي المجاني، 8 من المجموعات للمرضى الذين يعانون بوليبات بحجم أكبر من 10 ملم، و 2 من المجموعات للمرضى الذين يعانون بوليبات بحجم بين 5 إلى 10 ملم، بلغ عدد الصور 5662 صورة، بما في ذلك 255 صورة شُخصت على أنها تحوي سلائل،و حُققت دقة 96٪ وخصوصية 97٪ ، لكن الحساسية كانت 74٪ نتيجة لوجود عدد من البوليبات صغيرة الحجم ذات خصائص– قيم قريبة من الأجزاء التي لا تمثل ورمًا، فاستبعدتهم الشبكة العصبونية.

النتائج

1. تم عزل البوليبات القولونية من صور الطبقي المحوري وأعطى النظام دقة عالية مقارنة مع الدراسات السابقة، حيث اكتفت الدراسات بحساب الحساسية فقط دون باقي المعايير وبالتاليب لا تعطى نظرة شاملة على النظام ككل.
2. عززت الخوارزمية وطورت بشكل أكبر ، بحيث تبنى الصور بطريقة ثلاثية الأبعاد، وتحدد البوليبات ضمنها وتبين خصائصها لزيادة معدل الوثوقية وتأكيد الكشف وتم عزل المركبات خارج نطاق البوليبات.

F1 Score	Accuracy	Specificity	Sensitivity
0.48	0.96	0.97	0.74

نتيجة تطبيق الخوارزمية على أحد البوليبات ضمن صور الطبقي المحوري



الخلاصة

يمكن استخراج البوليبات القولونية وعزلها عن طريق معالجة صور التصوير المقطعي المحوسب وإزالة الأجزاء غير المفيدة تدريجيًا ، وهذا يعني وجود شبكة عصبية بسيطة ذات ميزتين فقط يمكنها اكتشاف الزوائد اللحمية بسهولة دون أي طريقة معقدة وتعطي نتائج جيدة ، حيث ساهم العلاج التدريجي في تحسين معدل الكشف والدقة، وهذا يساعد الطبيب في التشخيص ويوفر جهده في فحص الكم الهائل من الصور ، ويجنب المرضى الخضوع لعملية تنظير القولون.

المراجع

[1] Raman, M., Ambalam, P., & Doble, M. (2015). Probiotics and Bioactive Carbohydrates in Colon Cancer Management. Springer.
[2] Byrne, L. (2008). MPHP 439–Online Textbook Chapter December 3, 2008.
[3] Van Ravesteijn, V. F., Van Wijk, C., Vos, F. M., Truyen, R., Peters, J. F., Stoker, J., & Van Vliet, L. J. (2010). **Computer-aided detection of polyps in CT colonography using logistic regression. IEEE transactions on medical imaging**, 29(1), 120-131.
[4] Seeram, E. (2022). *Computed Tomography-E-Book: Physical Principles, Patient Care, Clinical Applications, and Quality Control*. Elsevier Health Sciences.
[5] American Cancer Society. ***Colorectal Cancer Facts & Figures 2020-2022***. Atlanta: American Cancer Society; 2020.
[6] Yoshida, H., & Cai, W. (2011). **Virtual Colonoscopy and Abdominal Imaging: Computational Challenges and Clinical Opportunities**: Second International Workshop, Held in Conjunction with MICCAI 2010, Beijing, China, September 20, 2010, Revised Selected Papers (Vol. 6668). Springer Science & Business Media.
[7] Han-Mo Chiu, Hsiu-Hsi Chen - **Colorectal Cancer Screening_ Theory and Practical Application**-Springer Singapore (2021).
[8] عمار, م. (2013) **"نظم إظهار الصور الطبية ومعالجتها"**, جامعة دمشق.
[9] Stoitsis, J. , Valavanis, I. , Mougiakakou, S. , Golemati, S. , Nikita,A. and Nikita, K. (2006) **"Computer aided diagnosis based on medical image processing and artificial intelligence methods"**, *Science Direct*, 569, pp. 591-595**.**
[10] RS, P., & Cao, S. Q. (2020). Analysis of CT images for detection of Colorectal Cancers using Hybrid Artificial Neural Networks and Fire Fly Algorithm. *Procedia Computer Science*, *171*, 1517-1526.