مجلة العلوم البحثة والتطبيقية
Journal of Pure & Applied Sciences
www.Suj.sebhau.edu.ly ISSN 2521-9200
Received 23/05/2020 Revised 16/08/2020 Published online 05/10/2020

تطوير طريقة اقتصادية لعد كريات الدم الحمراء اعتمادا على المعالجة البرمجية لصور العينات الميكروسكوبية

*فاطمة عويدات خليفة مسعود[1] و شريف مصباح مفتاح عمر[2]
1نظم المعلومات–كلية تقنية المعلومات–جامعة سبها، ليبيا
2قسم الحاسوب–كلية العلوم–جامعةسبها، ليبيا
*للمراسلة: fat.masaud@sebhau.edu.ly

الملخص تشكل خلايا الدم الحمراء 99 % من خلايا الدم و يؤدي نقصها في العديد من أمراض الدم. لهذا يعد تقدير اعدادها عاملا أساسيا في التشخيص الطبي للامراض. و قد اختلفت تقنيات عد خلايا الدم وتطورت عبر السنوات بحيث تضمنت التقنيات التقليدية بالإضافة إلي التقنيات الآلية الحديثة . الطريق التقليدية المستخدمة في مختبرات المستشفيا ت تشمل العد والفرز اليدوي لخلايا الدم باستخدام عداد الكريات والمجهر Hemocytometer and Microscope ، وهي تعتبر طرق رتيبة و شاقة وتستغرق وقتا طويلا، بالاضافة الى عدم دقة نتائجها الناجمة عن الأخطاء البشرية. تطور الامر مع ظهور طريقة تحليل الدم الآلي Automated Blood Analyzer لكنها باهظة الثمن وليست في متناول كل المختبرات، خاصة مختبرات التحليل في المناطق النائية بدول العالم الثالث. هذه الورقة تعرض فكرة تطوير تطبيق برمجي تم تطويره بإستخدام MATLAB وهو يقوم بالكشف عن خلايا الدم الحمراء اعتماداً على التحليل الآلي الرقمي لصورة مجهريه من اجل تقدير عدد خلايا الدم الحمراء فيها، وذلك اعتماداً على تقنيات معالجة الصور الرقمية لمعالجة صورة مجهريه تم التقاطها بهاتف نقال . من خلال التطبيق العملي لهذه الطريقة، ثبت وجود تحسن في زمن و دقة التحليل مقارنة بالتحليل اليديوي.

الكلمات المفتاحية: الرؤية الحاسوبية، تحليل الدم، خلايا الدم الحمراء، معالجة الصور.

Development of an affordable approach for counting red blood cells based on the software image processing of microscopy images

*Fatma A. Masaud[a] , Sharef M. Omar[b]
[a]Information Systems ,Information Technology /Sebha University, Libya
[b]Computer Science, Faculty of Science/Sebha University , Libya
*Corresponding author: fat.masaud@sebhau.edu.ly

Abstract Red blood cells make up 99% of the blood cells, and its assessment is a key factor in the medical diagnosis of diseases. There are many blood cell counting techniques that evolved over the years to include traditional techniques in addition to modern automated techniques. The traditional method used in hospital laboratories includes manual counting and sorting of blood cells using a hemocytometer and microscope, which is considered monotonous, laborious, and time consuming methods, in addition to the inaccuracy of their results caused by human errors. Red cell counting techniques are developed with the advent of the Automated Blood Analyzer method which is very expensive and cannot be afforded in all laboratories, especially those positioned in remote areas of the third world countries. This paper introduces the idea of developing an affordable approach in the form of MATLAB based software application, which is capable of using image processing techniques to detect red blood cell counts in blood samples. The application uses samples of blood microscopic images taken using a normal mobile camera. The testing of this approach has shown slight improvement in the time and accuracy of the analysis compared to manual red blood cell analysis.

Keywords: Blood Analysis, Computer Vision ,Image processing , Red blood cells.

المقدمة

من اكبر تحديات المختبرات الطبية هو اصدار تحليل بالغة الدقة وخاصة تلك المتعلقة بحساب خلايا الدم الحمراء، لأن تقدير عددها يعتبر عامل مهم في تشخيص العديد من لامراض مثل الانيميا واللوكيميا وغيرها [3]. لخلايا الدم الحمراء دور محوري في المحافظة على صحة الاشخاص، فهي تقوم بنقل الأكسجين إلي جميع أنحاء الجسم و التخلص من ثاني أكسيد الكربون عن طريق الرئتين. إلا أنها قد تتعرض الى نقص كبير نتيجة الاصابة ببعض الامراض، ولهذا يمثل قياس عدد خلايا الدم الحمراء أحد طرق تشخيص العديد من الأمراض المختلفة. ما يميز خلايا الدم الحمراء هو اختلافها نسبيا في الحجم والشكل عن بقية الخلايا . فخلايا الدم الحمراء هي خلايا على شكل أقراص ، مقعرة ، لا تحتوي على نواة . كما تتأثر هذه الخلايا في الجسم بعوامل عدة :

كعمر الإنسان و جنسه، حيث تنقسم خلايا الدم الحمراء الطبيعية في أجسامنا إلي أربع فئات عمريه حديثي الولادة، والأطفال، و النساء، والرجال. وليتم التأكد من أن هذه الخلايا وغيرها موجودة في العدد الطبيعي لها يتم إجراء تحليل لعينة من الدم .ويميل المختصين في هذا الجانب بتحديد واحتساب هذه الخلايا يدويا وهذا النوع من العد يعتمد علي قدرة الفني – المقيم – والمعرفة الجيدة في هذا المجال ، و في هذا الحالة تكون العملية شاقة ومستهلكة للوقت بالإضافة إلى نتائج غير دقيقة بسبب الأخطاء البشرية [10]. وبسبب توفر التكنولوجيا و انتشارها الكبير إلى جانب جهود الباحثين الكبيرة لإيجاد وسيلة آلية لاحتساب خلايا الدم. ظهرت العديد من المعدات مثل محلل الخلايا الآلي Automated Analyzer والتي تقوم بإعطاء صورة كاملة لمكونات الدم وإظهار النتيجة في وقت اقل بكثير من الطريقة التقليدية. إن هذه الأجهزة مصممة لتقارن الأشكال الموجودة في ذاكرتها مع أشكال خلايا الدم في العينة فأي شذوذ أو تكتل في شكل الخلية فإنها تستثنى من العد وهو ما يجعلها لديها نسبة أخطاء في نتائجها ، و علاوة علي ذلك فهي باهظة الثمن و ليست في متناول كل المستشفيات.

تمثل الرؤية الحاسوبية Computer Vision إحدى مجالات علوم الحاسب الآلي الشائعة مؤخراً، وهي تهدف الى بناء تطبيقات ذكية قادرة علي فهم الصورة كما يفهمها الإنسان، حيث من الممكن أن تأخذ بيانات الصور عدة أشكال منها بيانات ذات عدة أبعاد مأخوذ من جهاز تصوير طبي . فيمكن لصورة عينة الدم المأخوذة من المجهر أن توفر معلومات كمية ونوعية هامة نستفيد منها في عملية اكتشاف الخلايا المعنية وعدها .

تحديد المشكلة

نتيجة لشح الميزانيات المخصصة للقطاع الطبي، إضافة الى عامل الفساد المستشري وإهمال التخطيط الصحيح تعاني المختبرات الـ طبية الحكومية مشاكل جمة تعوق أداء خدماتها الشخصية كما ينبغي. هذا بالاضافة الى التردي المستمر في جودة الرعاية الصحية في الجنوب الليبي نتيجة النزاعات والحروب [4] [5] . و رغم توفر التقنيات المتطورة في هذه المجال عالمياً، إلا أن اغلب المختبرات الطبية – و خاصة في الجنوب الليبي– تعاني من قلة الامكانيات، مما يجعلها رهينة استخدام الطرق اليدوية التقليدية في عمليات اجراء التحليلات . إلا أن الطرق اليدوية عرضه للأخطاء البشرية أثناء الفرز والعد. فأخصائي علم الأنسجة يجب عليه التمييز بين الأنواع المختلفة من الخلايا في الدم، بالتالي فان تحليل العديد من عينات دم يكون بمثابة الأمر الشاق، بالإضافة إلي أن عد خلايا الدم المتداخلة يعاني مشاكل كثيرة، كوجود الخلايا المتداخلة، و الشذوذ الذي تسلكه الخلايا الدموية في بعض الأحيان. الطريقة المقترحة تمثل حل إقتصادي يفي بالعديد من متطلبات دقة التشخيص لخلايا الدم، دون الحاجة الى شراء اجهزة تحليل متطورة يصعب الحصول إليها. لأن الدول النامية لا تستطيع توفير مثل هذا الحل المكلف لعد خلايا الدم في كل مختبر مستشفى في الدولة [6]. ونظراً لتوفر مجاهر التحليل التقليدية فمن الممكن ربطها بهاتف نقال مزود لكاميرا ثم تنقل الصور الى التطبيق البرمجي الذي يقوم بمعالجة الصورة ثم تحديد عدد الخلايا الدموية بدم المريض.

الدراسات السابقة

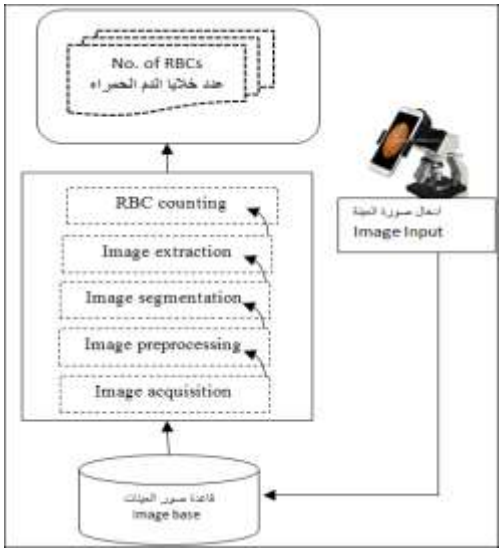
تعددت الدراسات ذات العلاقة بإستخدام معالجة رسوم الرؤية الحاسوبية لمعالجة الصور وتفسيرها. فقد قدم متراس و داليا [1] خوارزمية تعتمد على تحسين الصورة باستخدام الخوارزميات الجينية، وعمل ذلك بعد اجراء مقارنة حول خوارزميات التخزين لمعرفة مدى كفاءتها في تقليل الضوضاء. أما [2] فقد قدما طريقة لمعالجة صور الرنين المغناطيسي لتشخيص حجم الاورام المحتملة وتحديد مكانها آليا. و تم من خلال ذلك اكتشاف الأورام الدماغية في صورة الرنين المغناطيسي وتحديد حجم الورم في الرأس. في [7] تم تطوير عملية حساب عدد كرات الدم الحمراء تعتمد المعالجة المسبقة للصورة مثل التكافؤ equalization والتجزئة segmentation وكذلك التجميع clustering باستخدام خوارزمية التجميع المتوسطة mean clustering –k algorithm وأظهرت نتائج الورقة دقة عالية تصل إلى 97٪ . أما [8] فهي اقرب الطرق شبها للطريقة المقدمة هنا حيث اتبعت نفس المنهجية إلا أنها محددة تهتم تحديدا بخصائص خلايا الدم الحمراء عند الاصابة بمرض اللوكيميا. اخيراً فإن [9] قامت بعرض طريقة تحليل ومعالجة صورة مجهرية لحساب خلايا WBCs و RBCs لكنها اعتمدت على استخدام خوارزمية العتبة الرمادية thresholding algorithm في حين أن الطريقة المقترحة اعتمدت خوارزمية means–K .وقد بلغت دقة النظام المقترح مانسبته 94.58٪. هذا بالاضافة الى معالجة خلايا كريات الدم البيضاء والحمراء معاً فيما انحصر اهتمام الطريقة المقترحة بتمييز كريات الدم الحمراء .

النظام المقترح

معمارية النظام المقترح

الشكل (1) يعرض معمارية الطريقة المقترحة والتي تتكون من مكون الحصول على صور العينات قبل تخزينها في قاعدة الصور. ثم مكون معالجة صور العينات والذي يتخلله القيام بـمراحل عديدة من المعالجة تبدأ بمرحلة المعالجة المبدئية لصور

العينة ، من ثم مرحلة اجراء عملية التجزئة ، يتبعها مرحلة تمييز و عد الخلايا. يتم تهيئة الانتقال التدريجي نحو مرحلة عد خلايا الدم والتي يتم نقلها بعد ذلك إلى مكون الاخراج وعرض نتائج التحليل بعد احتساب العدد الإجمالي لخلايا الدم الحمراء.



الشكل (1) يوضح معمارية النظام المقترح لعد خلايا الدم الحمراء في صورة مجهريه لعينة دم

خوارزمية النظام المقترح

يتم معالجة الصورة والتخلص من اي ضوضاء ناجمة عن سوء التصوير أو غيره، ثم تجرى عمليات فرز الخلايا عبر خوارزميات الرؤية الحاسوبية لتمييز خلايا الدم الحمراء وعدها

1- استحصال الصورة يتم عن طريق ميكروسكوب مثبت عليه كاميرا خاصة ووضعها في قاعدة صور العينات

2- المعالجة المبدئية و يتم فيها تحويل الصورة إلى صورة ثنائية و تصفيتها من التشويش و ازالة الضوضاء الناتج من التأثر بنوعية الكاميرا و الإضاءة و العدسات او حتي عند تحويلها الي صورة ثنائية وقد تم استخدام الفلتر الوسيط median filtering بسبب النتائج الجيدة .

3- تجزئة الصورة بناء علي خوارزمية العنقدة ، ويتم فيها فصل وايجاد مناطق تمثل كائنات .

4-استخراج الخلايا وفرزها بعد التعرف عليها اعتمادا علي حجم الخلية باستخدام طريقة افتتاح المنطقة Area opening بحيث يتم حذف الكائنات ذات المساحة الاقل من 0.00266 بكسل وهو حجم خلايا الدم الحمراء في صورة العينة .

5-عد خلايا الدم الحمراء التي تم فرزها باستخدام تقنية المؤشرة وهي تحويل الصورة الرمادية الي صورة مؤشرة Labelled image .

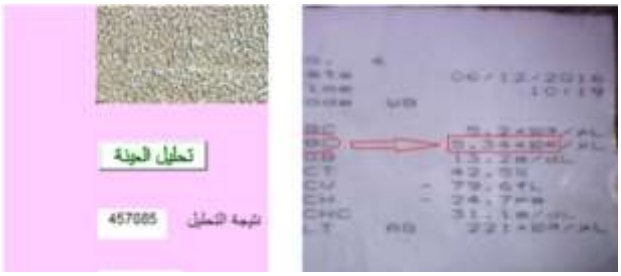
التجربة العملية

اجريت التجربة العملية بالتعاون مع المختبر المركزي سبها و معمل الأبحاث الخاص بقسم علم الحيوان في كلية العلوم، جامعة سبها ، حيث تم أخذ العينات في مختبر سبها المركزي في ظروف جيدة التعقيم وبحضور الأخصائيين. تم اجريت عملية العد بالطريقتين التقليدية المتبعة من قبل أخصائي المختبر بواسطة الاجهزة المؤتمتة باهظة الثمن. ثم بطريقة النظام المقترح والتي اجريت في معمل الأبحاث الخاص بقسم علم الحيوان في كلية العلوم، جامعة سبها، حيث تم تهيأة العينة بتحويلها إلي صورة رقمية ، وادخلت للنظام المقترح لغرض تحليلهاوحساب النتائج ومقارنتها بالطريقة الاولى للتأكد من صحة النتائج وسلامة النظام .

الشكل (2) يبين واجهة التطبيق البرمجي والتى يتم التعامل معها بعد أخذ صورة العينة المجهرية بواسطة الهاتف النقال. يتم أولا تحميل الصورة من الحاسوب او الهاتف النقال ليتم عرضها داخل الحيز الشمال الموضح بالشكل. وبعد النقر على زر تحليل العينة، يتم معالجة الصورة عبر خوارزميات الرؤية الحاسوبية لتمييز خلايا الدم الحمراء وعدها كما هو موضح في خوارزمية النظام المقترح ، لتظهر بعدها المخرجات المبينة في الحيز الايمن المبين بالشكل (2).

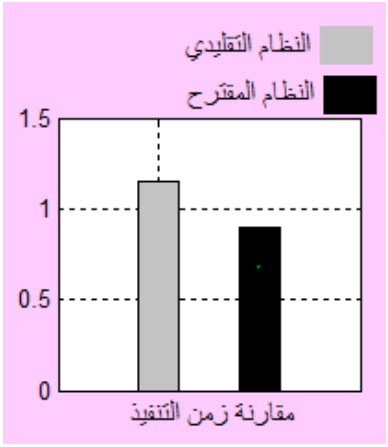
الشكل (2): واجهة تحميل صورة العينة ثم إجراء عملية التحليل الرقمي لها.

تم تحليل العينات بطريقة عد خلايا الدم الحمراء التقليدية – محلل الدم الآلي – ، وكذلك بطريقة النظام المقترح – نظام لعد خلايا الدم الحمراء في صورة عينة دم – من حيث الدقة فقد وجدنا أن نتائج النظام المقترح هي قريبة جدا من النتيجة المتحصل عليها من نظام محلل الدم لآلي وبلغت النسبة 85%. حيث بلغت μL5.4 ميكروليتر في الطريقة التقليدية بينما بلغت μL4.5 ميكروليتر بواسطة النظام المقترح. الشكل (3) يبين الفارق في مخرجات التحليل من حيث الدقة بين الطريقتين.



الشكل (3) : يوضح نتائج تحليل صورة العينة بالطريقة التقليدية والنظام المقترح

من حيث سرعة الاداء فقد بدا واضحا الفارق بين الطريقتين، الشكل (4) يبين الفارق الزمني في سرعة تحليل العينة بين الطريقتين التقليدية والمقترحة.



الشكل (4) الفارق الزمني في سرعة تحليل العينة بين الطريقتين التقليدية والمقترحة.

خلال التطبيق البرمجي تم الاخذ في الاعتبار بصور العينات غير الطبيعية التي يمكن تحميلها. فعند تحميل صورة عشوائية لاعلاقة لها بعينة دم، عندها تظهر رسالة تنبيهية بالخصوص وذلك كما هو موضح بالشكل (5) . كذلك الامر عندما يكون عدد خلايا الدم الحمراء في الصورة بغير معدلها الطبيعي، حيث تظهر رسالة تنبيهية بالخصوص وذلك كما هو موضح بالشكل (6).

الشكل (5): واجهة تعامل النظام مع تحميل الصور غير الصحيحة لعينات الدم.

الشكل (6): واجهة مخرجات النظام إثر تحليل صورة العينة بعد تحميلها.

المناقشة

من خلال ماتحقق من نتائج بالطريقتين المقترحة والتقليدية يمكننا ملاحظة أنه من حيث سرعة التحاليل فإن النظام المقترح اظهر اداء أفضل من الطريقة التقليدية المعتمدة على الاجهزة المؤتمتة. أما من ناحية دقة التحليل فقد با واضحا ان الاجهزة المؤتمتة ذات دقة أكبر في تحديد عدد خلال نفس عينات الاختبار. لاكن يجذر الاخذ في الاعتبار بأن النظام المقترح لايستهدف تحقيق نفس الدقة او حتى تجاوزها،فهو بالاساس يستهدف توفير حل اقتصادي للمراكز والمختبرات الطبية التى لايتوفر بها ادوات تحليل مؤتمتة عالية الاداء. وهذا هو واقع العديد من بلدان العالم الثالث متباعدة الاطراف ويندر فيها وسائل تحليل عينات الدم. فالتكلفة المنخفضة للنظام المقترح يمكن ان توفر حلولا للمراكز والعيادات الطبية شحيحة الموارد المالية. فمعدل دقة المقترح في عد كرات الدم الحمراء بلغ 85% من دقة النظام المؤتمتة عالية الاداء والتى استخدم احداها كمستوى قياس baseline.

الخاتمة

هذا البحث يمثل احد الحلول الاقتصادية لمعالجة نقص الإمكانيات المتطورة جدا لتحليل خلايا الدم الحمراء. إعتمد هذا البحث على إستخدام تقنية الرؤية الحاسوبية لمعالجة صور عينات الدم وذلك من اجل تقدير عدد خلايا الدم الحمراء. البحث يستخدم خوارزمية Means-K او العنقدة للتجزئة يعقب ذلك استخراج خلايا الدم الحمراء في صورة عينة الدم اعتمادا علي حجم الخلية باستخدام طريقة افتتاح المنطقة Area opening. النتائج المتحصل عليها من الصورة هي بمثابة حصيلة لتحديد عدد خلايا الدم الحمراء في الصورة المجهرية. هذا البحث يقترح نظام معالجة صور ويستخدم لغة MATLAB لإستخراج خلايا الدم الحمراء. يشمل هذا البحث علي وسيلة فعالة في تمييز وعد خلايا الدم الحمراء كبديل لعد هذه الخلايا بالطريقة التقليدية. لقد اظهرت النتائج العملية حصول تحسن طفيف في اداء عملية التحليل، أما من حيث دقة تحليل خلايا الدم الحمراء، فقد بلغت دقة التحاليل

في النظام الاقتصادي المقترح مانسبته 85% من الدقة المتحصل عليها من خلال الطريقة المتبعة التى تعتمد على اجهزة تحليل باهظة الثمن. وبالرغم من إصدار النظام المقترح لهذه النسبة العالية من دقة التحليل، فإننا سنستهدف في ابحاث لاحقة تحسين هذه النسبة اعتمادا على استخدام هواتف نقالة مجهزة بكاميرا ذات مواصفات أكثر دقة.

المراجع

[1]–متراس، بان أحمد حسن و داليا عبد الله أنور، تحسين صورة بصمة الإصبع باستخدام خوارزميات جينية، مجلة الرافدين لعلوم الحاسبات و الرياضيات، المجلد 6، العدد 3 (31 ديسمبر/كانون الأول 2009)، ص ص. 57–73، 17ص.

[2]–محمد ساعي،مريم . 2013. تحديد حجم الورم ومكانه في صورة الرنين المغناطيسي اليا باستخدام تقنيات معالجة الصور. المجلد (35) العدد (6).

[3]- Sumeet Chourasiya et al, Automatic Red Blood Cell Counting using Watershed Segmentation, / (IJCSIT) International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 5 (4) , 2014, 4834-4838.

[4]- Wehrey, F. Insecurity and Governance Challenges in Southern Libya. Washington, DC: Carnegie Endowment for International Peace, March 2017.

[5]- Richard Sullivan, Brian McQuinn, Arnie Purushotham, How are we going to rebuild public health in Libya؟ December 16, 2011, PubMed, Volume: 104 issue: 12, page(s): 490-492, https://doi.org/10.1258/jrsm.2011.110230

[6]- Sanaullah Khan, Aamir Khan, Faisal Saleh Khattak, “An Accurate And Cost Effective Approach To Blood Cell Count”, International Journal Of Computer Applications, Volume 50 – No.1, July 2012.

[7]- Alaa Hamouda, Ahmed Y. Khedr, and Rabie A. Ramadan , Automated Red Blood Cell Counting , Int. J. Comput. Sci , 2012.

[8]- Gaganjit Singh, Swarnalatha P., Tripathy B.K., Swetha Kakani, “Convex Hull Based Wbc Computation For Leukaemia Detection”, International Journal Of Advanced Research In Electrical, Electronics And Instrumentation Engineering, Vol. 2, Issue 5, May 2013.

[9]- Patil, Pooja & Sable, Ganesh & Anandgaonkar, Gauri. (2019). COUNTING OF WBCs AND RBCs FROM BLOOD IMAGES USING GRAY THRESHOLDING. 2321-7308.

[10]- موقع الموسوعة التحاليل الطبيه . https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=740596276005996&id=386991591366468&substory_index=0 , 2016 –8 –3) تاريخ الدخول).