



تقطیع سیتوپلاسم و هسته گلبول‌های سفید در تصاویر رنگی با استفاده از فضای رنگ HSI والگوریتم واترشد

حسن خواجه پور^۱، حسین تقی زاد^۲ و جلیل جلیلی^۳

^۱ گروه فیزیک و مهندسی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، hassan.khajehpoor@yahoo.com

^۲ گروه فیزیک و مهندسی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، taghizaad@yahoo.com

^۳ گروه فیزیک و مهندسی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، jalil_jalili_am@yahoo.com

چکیده - متخصصین هماتولوژی جهت تشخیص بسیاری از بیماری‌ها، به بررسی تصاویر گلبول‌های خونی می‌پردازند. لذا تقطیع تصاویر میکروسکوپی گلبول‌های خونی، به هماتولوژیست‌ها جهت تشخیص بهتر بیماری‌ها کمک می‌نماید. در این مقاله روشی اتوماتیک جهت تقطیع گلبول‌های سفید در تصاویر رنگی معرفی شده است. که در آن ابتدا استخراج هسته گلبول سفید خون، با استفاده از مؤلفه اشباع در فضای رنگ HSI صورت می‌گیرد. سپس بر مبنای برجسب گذاری مؤلفه‌های متصل به هم، گلبول‌های سفید به همراه گلبول‌هایی که به آنها متصل می‌باشد استخراج می‌گردد. پس از آن جهت تفکیک دیگر اجزای متصل به هر گلبول سفید، از الگوریتم واترشد استفاده می‌شود. اما اعمال الگوریتم واترشد به تنهایی، مشکل بخش‌بندی مضاعف را ایجاد می‌کند. جهت رفع این مشکل نیاز به یک تصویر نشانه‌گذار می‌باشد که این تصویر به کمک تبدیل فاصله ایجاد می‌گردد. سپس الگوریتم واترشد به این تصویر اعمال می‌گردد. در مرحله بعد با حذف نمودن هسته تقطیع شده از گلبول سفید، سیتوپلاسم آن استخراج می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که این شیوه، شیوه‌ای نسبتاً مؤثر در تقطیع گلبول‌های سفید می‌باشد.

کلید واژه- تقطیع گلبول سفید، استانه‌گیری بهینه، تبدیل فاصله، الگوریتم واترشد

۱- مقدمه

از آنجا که این کار زمان‌بر و ریسک‌پذیر است، تحقیقات زیادی جهت مکانیزه نمودن کار صورت گرفته است. ورمسر و همکاران [۱] از آستانه گذاری مرتبه‌ای جهت تقطیع استفاده نمودند که از محاسبات کم برخوردار است اما در مقابل تغییرات رنگ و زمینه تصویر پایدار نیست. وو و همکاران [۲] تقطیع بهینه‌ای را معرفی نمودند که، درمقابل نویز قدرتمند است اما، مناسب سلول‌هایی که رویهم قرار گرفته‌اند یا لبه‌های زبر و خشن دارند نمی‌باشد. فاطمه زمانی ورضا صفابخش [۳] با استفاده از الگوریتم واترشد گلبول‌های خونی را تقطیع نمودند که منحصر به گلبول‌های قرمز است. گو و همکاران [۴] با ایجاد تصویر پس وپیش شده به عنوان نقاب و تطبیق الگو، گلبول‌های سفید را تقطیع نمودند. پانگ و همکاران [۵] به کمک تبدیل فاصله، گلبول‌های سفید همپوشان را تقطیع نمودند. در این مطالعه با استفاده از فضای رنگ HSI و الگوریتم واترشد، روشی اتوماتیک جهت

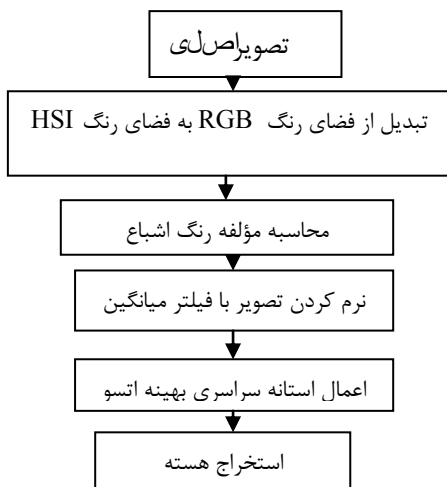
در خون طبیعی انسان سه نوع ذره وجود دارد. گلبول قرمز، گلبول سفید و پلاکت، گلبول‌های قرمز تا حد زیادی به هم شبیه هستند. اما گلبول‌های سفید چندین نوع دارند که متداولترین‌ها عبارتند از نوتروفیل، ائوزینوفیل، بازوفیل، مونوسیت و لنفوسیت، شکل‌های گلبول‌های سفید متفاوت می‌باشد. این گلبول‌ها به‌سادگی به یکدیگر می‌چسبند، جهت تصویر برداری از آنها از رنگهای شیمیایی استفاده می‌شود منتها، رنگ آمیزی آنها در عمل بخوبی قابل کنترل نیست. لذا باید جهت افزایش دقت تقطیع، اطلاعات تصویر بخوبی تحلیل گردد. در تصاویر مهیا شده برای این مقاله حدوداً ۵۰ گلبول قرمز و ۱ تا ۳ گلبول سفید وجود دارد. خون انسان توسط هماتولوژیست‌ها بررسی می‌شود. این افراد لام‌های خونی را با میکروسکوپ مشاهده نموده و کارهایی چون، شمارش گلبول‌ها و تشخیص حالت‌های غیر عادی را صورت می‌دهند.



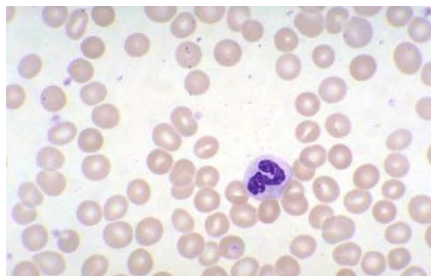
بهبود کنتراست نرمالیزه خطی تا حد زیادی اثرات ناشی از اختلاف رنگ زدگی را کم می کند و به آستانه گذاری تصویر کمک می نماید. اگر میزان تغییرات سطح خاکستری مولفه اشباع تصویر اولیه را با $s(m,n)$ نمایش داده و برابر $[a,b]$ باشد و میزان تغییرات سطح خاکستری مولفه اشباع نرمالیزه برابر $[c,d]$ باشد، سپس تبدیل خطی مطابق معادله (۳) بدست می آید.

۲-۴- استانه گیری بهینه سراسری

آستانه گیری را می توان یک مسئله تئوری تصمیم اماری دانست. که هدف آن کمینه کردن میانگین خطای ناشی از تخصیص پیکسل ها به دو یا چند گروه است. اکثر روشهای آستانه گیری با مدل کردن تابع چگالی احتمال و انتخاب فرض هایی، نظیر گوسی بودن آن آستانه گیری میکنند. اما روش اتسو [۷] مستقل از مدل کردن تابع چگالی احتمال می باشد و بر مبنای ماکزیمم نمودن واریانس بین گروهی و سنجش یکنواختی ناحیه ای عمل می کند.



شکل ۶: دیاگرام استخراج هسته گلبول سفید



شکل ۲: تصویر میکروسکوپی گلبولهای خونی

تقطیع گلبول سفید، به همراه تعیین محل سیتوپلاسم و هسته آن ارائه شده است.

۲- روش کار

۲-۱- تقطیع هسته گلبول های سفید

هسته گلبول های سفید محل تجمع نوکلئوپروتئین (الکالین) و دی ان ای (اسید) با چگالی نسبی بالا است که، هر دو از جذب سطحی و چسبندگی بالایی برخوردارند و بدین لحاظ تصویر مولفه رنگ اشباع^۱ گلبول^۲ سفید قابل ملاحظه تر از دیگر خصوصیات تصویر خونی (پس زمینه، گبول قرمز، پلاکت، کثیف بودن لام و غیره) می باشد. این ویژگی ثابت بوده و با نور و شیوه رنگ سلول ها تغییری نمی کند. همچنین اشباع از نما^۳ و شدت^۴ مستقل است. لذا تقطیع گلبول سفید با تحلیل مولفه اشباع تصاویر خونی کارسپهلی می باشد. در شکل ۱ دیاگرام استخراج هسته گلبول سفید رامشاهده می نمایید.

۲-۲- تبدیل از فضای رنگ RGB به فضای رنگ HSI^۴

فضای رنگ HSI بطور شهودی به لحاظ تفکیک رنگ ها در سیستم بینایی انسان بهتر از فضای رنگ RGB می باشد، همچنین همبستگی میان مولفه های H و S و I کمتر بوده و دارای اطلاعات بیشتری است. روابط تبدیل از فضای RGB به HSI [۶] بدین ترتیب است:

$$I = \frac{R+B+G}{3}, \quad s = 1 - \frac{\min(R,G,B)}{I} \quad (1)$$

$$H = \begin{cases} \cos^{-1} \frac{0.5[(R-G)+(R-B)]}{\sqrt{(R-B)^2+(R-G)(G-B)}}, & G \geq B \\ 2\pi - \cos^{-1} \frac{0.5[(R-G)+(R-B)]}{\sqrt{(R-B)^2+(-B)(G-RB)}}, & \text{others} \end{cases} \quad (2)$$

در شکل ۲ تصویر رنگی گلبول های خونی، و در شکل ۳ مولفه اشباع همان تصویر نشان داده شده است.

۲-۳- نرمالیزه نمودن مولفه اشباع

¹ saturation

² hue

³ intensity

⁴ Hue saturation intensity color model



در این مقاله استانه‌گیری روی مؤلفه اشباع رنگ و همچنین تصویر خاکستری بدست آمده از تصویر اصلی، پس از عبور دادن آن از یک فیلتر میانگین‌گیر، به روش اتسو صورت گرفت که نتیجه آن، در شکل‌های ۴ و ۵ نشان داده شده است.

۳- تقطیع سیتوپلاسم گلبول‌های سفید

۱-۳- الگوریتم واترشد

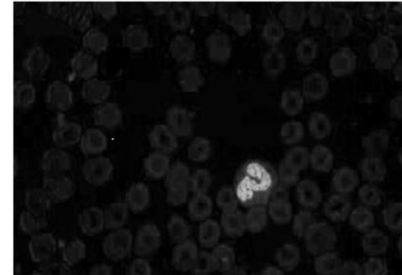
اولین بار دایبل و همکاران [۸] تبدیل واترشد را به عنوان یک ابزار مورفولوژی معرفی کردند. باچر و همکاران [۹] آن را به تصاویر خاکستری تعمیم دادند و هم اکنون از آن در کنار ابزار مورفولوژی به عنوان ابزاری قوی برای تقطیع تصاویر پیچیده استفاده می‌شود. وین‌سنت و همکاران [۱۰] الگوریتمی سریع و قابل انعطاف برای محاسبه واتر شد ارائه نمودند. در این الگوریتم تصاویر خاکستری، به صورت یک سطح ناهموار و دارای فراز و نشیب، مانند سطح زمین در نظر گرفته می‌شود. در این نگرش سطح خاکستری هر پیکسلی به عنوان میزان ارتفاع آن نقطه تلقی می‌شود. فرض می‌کنیم در مکانهای کم ارتفاع سواخهایی ایجاد شده و آب از زمین فوران می‌کند. با بالا آمدن آب دره‌ها پر می‌شوند. هنگام رسیدن آب دو دره به هم بین آنها سدسازی می‌شود. سدها همان مرزهای واترشد بوده، که در تقطیع تصاویر مرزهای اشیاء می‌باشند.



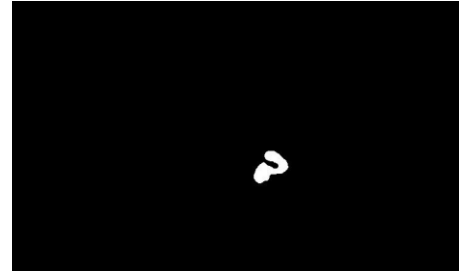
شکل ۷: اعمال تبدیل فاصله به شکل ۶



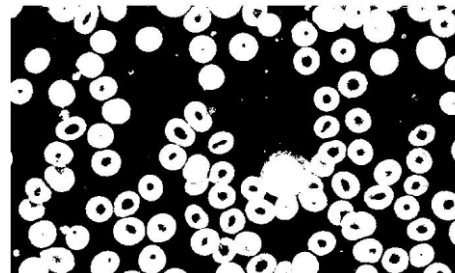
شکل ۸: تبدیل واترشد شکل ۶



شکل ۳: تصویر مؤلفه اشباع مدل رنگ HSI

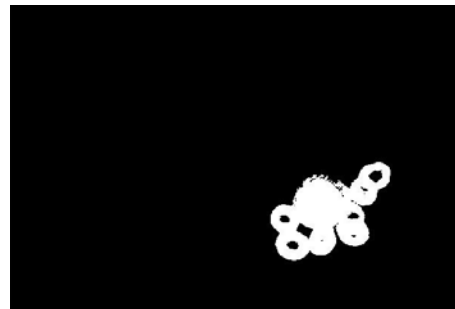


شکل ۴: تصویر باینری حاصل از اعمال استانه اتسو به



شکل ۵: تصویر باینری حاصل از اعمال استانه‌گیری اتسو

به تصویر خاکستری شکل ۴



شکل ۶: گلبول سفید به همراه گلبولهای قرمز

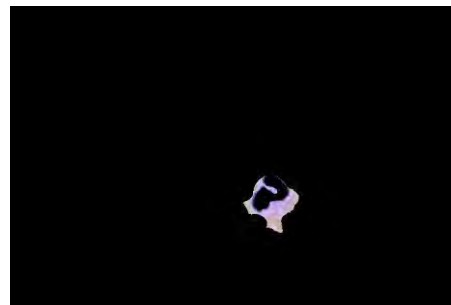


۴- نتیجه گیری

مراحل پیش پردازش، استانه گذاری، الگوریتم واترشد، با توجه به توضیحات داده شده در بخشهای قبل بر تصاویر اعمال شدند. نتایج بدست آمده از روش مطرح شده، نشان دهنده دقت ۹۴٪ : نتایج بررسیهای کیفی و دقت ۸۰٪ : در استخراج سیتوپلاسم گلبول سفید و دقت ۹۴٪ : در استخراج سیتوپلاسم گلبول سفید می تواند شیوه موثری در تقطیع گلبولهای سفید باشد. اما این شیوه به گونه ای است که هر مرحله به مرحله دیگر وابسته می باشد. لذا خطا مرحله به مرحله افزایش می یابد و نیاز به اصلاح دارد. همچنین نرخ تشخیص و سرعت الگوریتم نیز نیازمند بهبودی و اصلاح می باشد.

مراجع

- [1] D. Wermser, et al., "Segmentation of blood smears by hierarchical thresholding* 1," *Computer vision, graphics, and image processing*, vol. 25, pp. 151-168, 1984.
- [2] H. S. Wu, et al., "A parametric fitting algorithm for segmentation of cell images," *Biomedical Engineering, IEEE Transactions on*, vol. 45, pp. 400-407, 1998.
- [3] ف. زمانی ر. صفابخش، "رویکردی نوین به مسئله تقطیع گلبولهای قرمز خون در تصاویر میکروسکوپی ترکیب واترشد و رویه پس بازگشتی"، یازدهمین کنفرانس بین المللی کامپیوتر، تهران، ۱۳۸۴.
- [4] G. Guanghua and C. Dong, "Automatic segmentation algorithm for leukocyte images [J]," *Chinese Journal of Scientific Instrument*, vol. 9, 2009.
- [5] Q. Pang, et al., "Overlapped cell image segmentation based on distance transform," 2006, pp.9861-9858.
- [6] r. c.gonzales and r. E. wood, "digital image processing," 3 ed: Science Press, 2008, pp. 408- 413.
- [7] N. Otsu, "A threshold selection method from gray-level histograms," *Automatica*, vol. 11, pp. 285-296, 1975.
- [8] H.diagbel and C.lantuejoul, "iterative algorithm," presented at the 2nd Euoepan symp.Quantitative analysis of Microstructure in material science,Biology and medicine, france, oct.1997.
- [9] S. Beucher, "Watersheds of functions and picture segmentation," 1982, pp. 1928-1931.
- [10] L. Vincent and P. Soille, "Watersheds in digital spaces: an efficient algorithm based on immersion simulations," *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, vol. 13, pp. 583-598, 1991.
- [11] J. Piper and E. Granum, "Computing distance transformations in convex and non-convex domains," *Pattern Recognition*, vol. 20, pp. 599-615, 1987.



شکل ۹: سیتوپلاسم گلبول سفید

جدول ۱: نتایج تشخیص انواع گلبول سفید

مجموع	گرانولوسیت	لنفوسیت	مونوسیت	تعداد گلبولها
۱۲۷	۸۵	۲۴	۱۸	تعداد گلبولها
۱۲۰	۸۱	۲۱	۱۷	تعداد گلبول-های تشخیص داده شده
۹۴/۴۸	۹۵/۲۹	۹۱/۶۶	۹۴/۴	دقت تشخیص

۳-۲- تبدیل فاصله

استفاده صرف الگوریتم واترشد در تقطیع تصویر مشکل تقطیع مضاعف را ایجاد می نماید. برای حل این مشکل و نشانگذاری اشیاء تصویر، از تبدیل فاصله استفاده می شود. [۱۱] این تبدیل در یک تصویر باینری فاصله اقلیدوسی بین پیکسلهای خاموش تا نزدیکترین پیکسل روشن را محاسبه می کند. و بر اساس این فاصله پیکسهای تصویر مقدار دهی می شود. در شکل ۷ تصویر حاصل از اعمال تبدیل فاصله به شکل ۶ دیده می شود. شکل ۸ تصویر حاصل از تبدیل واترشد به تصویر نتیجه می باشد. حال به روش برچسب زنی مورفولوژی گلبول سفید را، از میان دیگر اجزای چسبیده به آن استخراج نموده و با کم کردن تصویر هسته گلبول از آن تصویر سیتوپلاسم سلول حاصل می گردد. که در شکل ۹ قابل ملاحظه است.



چهاردهمین کنفرانس مهندسی برق ایران
مهندسی برق ایران
دانشگاه صنعتی کرمانشاه

چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران
دانشگاه صنعتی کرمانشاه، ۱۵-۱۷ شهریور ۱۳۹۰



دانشگاه صنعتی کرمانشاه
دانشکده انرژی