

تشخیص ناحیه چربی در تصاویر MRI با استفاده از شبکه عصبی با کوپلاژ پالسی (PCNN)

مهدی مقیمی^۱، محمود امین طوسی^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه امام رضا (ع) - مشهد (Research.moghimi@gmail.com)

^۲ عضو هیأت علمی دانشکده ریاضی و علوم کامپیوتر، دانشگاه حکیم سبزواری - سبزوار (M.amintoosi@hsu.ac.ir)

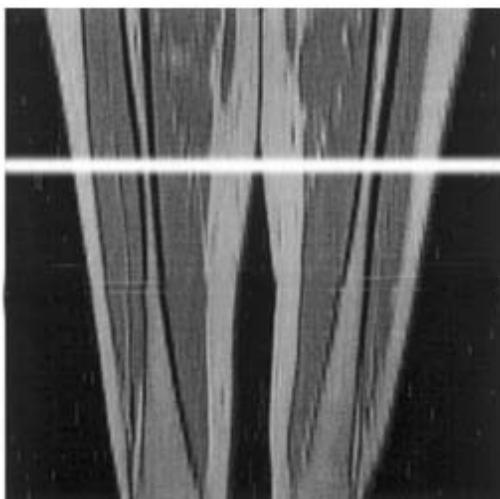
چکیده

شناسایی ناحیه مرتبط با یک بافت خاص اهمیت زیادی در پزشکی و فیزیولوژی دارد. در این مقاله راهکاری برای تشخیص و جداسازی ناحیه چربی در تصاویر MRI ران پا مبتنی بر شبکه عصبی با کوپلاژ پالسی ارائه شده است. هدف اصلی سنجش میزان تاثیر ورزشهای خاص در کاهش یا افزایش حجم چربی ران بوده است. الگوریتمهای متفاوتی برای این کار پیاده‌سازی و مورد استفاده قرار گرفت. نتایج آزمایشات انجام شده نشان داد که برای این کاربرد خاص، شبکه عصبی با کوپلاژ پالسی، بهترین نتیجه قطعه‌بندی را بدست می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: قطعه‌بندی، شبکه عصبی با کوپلاژ پالسی، ناحیه بندی، MRI

1 - مقدمه

هدف اصلی در این مقاله مشخص‌سازی ناحیه بافت چربی اطراف ران پا در تصاویری است که توسط دستگاه ام آر آی گرفته شده است. شکل 1 محلی از ران پا که مورد تصویر برداری واقع شده است را نشان می‌دهد. نمونه برشهای عرضی از این ناحیه در شکل 3 آمده است.



شکل شماره 1 - محلی تقریبی از ران پا که تصاویر از آن قسمت

تهیه شده است

شناسایی بافت چربی و توزیع عضلانی بسیار حائز اهمیت است از جمله آن می‌توان به مطالعاتی که در مورد بیماری‌های ماهیچه وجود دارد اشاره کرد. همچنین پیش‌بینی افزایش ریسک ابتلا به دیابت و پیش‌بینی هرگونه کشیدگی و فشار ناهنجار به ویژه فشار خون شدید^۱ نیز کاربردی دیگر می‌باشد. حتی به منظور پیش‌بینی بیماری‌های قلبی، پزشک متخصص و یا سیستم خبره مورد نظر با توجه به بافت‌های چربی موجود اقدام به تصمیم‌گیری مناسب به جهت درمان می‌نماید [1,2,3]. یکی دیگر از کاربردهای شناسایی ناحیه بافت، تشخیص تاثیر تمرینات ورزش در افزایش یا کاهش حجم عضلات و یا ناحیه چربی بدن تمرین‌کنندگان می‌باشد. در یک مورد خاص، گروه تربیت بدنی دانشگاه حکیم سبزواری به سرپرستی دکتر علیرضا حسینی، سنجش میزان افزایش یا کاهش حجم چربی ران پای تمرین‌کنندگان، پس از انجام چندین دوره تمرینات ورزشی را مدنظر داشتند. شناسایی خودکار ناحیه چربی در تصاویر MRI اخذ شده از ورزشکاران، قبل و پس از دوره تمرین، می‌تواند منجر به حصول دقت بیشتر در نتایج حاصله گردد.

این مسئله در واقع یک مسئله قطعه‌بندی در پردازش تصویر است که از مسائل شناخته شده در پردازش تصویر می‌باشد. یکی از معمول‌ترین روشهای مواجهه با این مسئله، روش دو سطحی کردن تصویر با استفاده از آستانه‌گذاری تصویر می‌باشد. بدست آوردن حد آستانه مناسب به منظور استخراج اشیاء موجود در تصاویر از پس زمینه، یک مرحله اصلی این شیوه است [4].

در بخش دوم روش های مختلفی که برای جداسازی ناحیه چربی در این کاربرد خاص مورد استفاده قرار گرفته است، ذکر خواهند شد. در بخش سوم ایده اصلی این مقاله که استفاده از شبکه عصبی با کوپلاژ پالسی برای تشخیص ناحیه چربی می‌باشد مورد بحث قرار می‌گیرد. در انتها نتایج روشهای مختلف مورد مقایسه قرار خواهند گرفت. به منظور ارزیابی تکنیک های مورد استفاده از معیارهای False Positive و False Negative استفاده شده است. نتایج حاصل از آزمایشات، نشان دهنده خروجی بهتر شبکه عصبی PCNN در مقایسه با دیگر روشها می‌باشد.

4-2 روش Intermeans

این الگوریتم به این صورت عمل می‌کند که ابتدا حدسی در مورد حد آستانه بهینه می‌زند و به کمک فرمول های I و II کلاس پس زمینه را از پیش زمینه جدا می‌کند.

$$V_t = \frac{B_n - B_t}{A_n - A_t} \quad (II) \quad \mu_t = \frac{B_t}{A_t} \quad (I)$$

که در آن μ_t برابر حاصلضرب درایه به درایه مجموع شدت نور هیستوگرام تا نقطه حدس زده شده با تعداد پیکسلها تا نقطه حدس زده شده می‌باشد و V_t برابر توضیحات بالا برای باقی پیکسلها بجز μ_t می‌باشد.

سپس توسط فرمول (III) حد آستانه بهینه تا زمانی تکرار می‌شود تا جایی که 2 تکرار متوالی عددبیکسان برای حد آستانه تولید کند [8,9].

$$t = \frac{(\mu_t + V_t)}{2} \quad (III)$$

همچنین روش هایی مانند روش region growing نیز مورد آزمایش قرار گرفت که خروجی مناسبی تولید نکرده و لذا در مقایسات لحاظ نشدند.

از آنجا که شیوهی اصلی مورد نظر این مقاله شبکه PCNN می‌باشد، در یک بخش مجزا، به صورت مفصل تر این شبکه و نحوه استفاده از آن برای شناسایی ناحیه چربی توضیح داده خواهد شد.

این مسئله در واقع یک مسئله قطعه‌بندی در پردازش تصویر است که از مسائل شناخته شده در پردازش تصویر می‌باشد. یکی از معمول‌ترین روشهای مواجهه با این مسئله، روش دو سطحی کردن تصویر با استفاده از آستانه‌گذاری تصویر می‌باشد. بدست آوردن حد آستانه مناسب به منظور استخراج اشیاء موجود در تصاویر از پس زمینه، یک مرحله اصلی این شیوه است [4].

2- روشهای قطعه بندی مورد استفاده

در این بخش به صورت خلاصه اشاره‌ای خواهیم داشت بر برخی از روشهای قطعه‌بندی که در این مقاله مورد استفاده و مقایسه قرار گرفته‌اند.

1-2 روش مینیمم هیستوگرام

در این روش ابتدا هیستوگرام تصویر را با فیلترهای نرم کننده هموار می‌شود؛ این عمل باید تا آنجا ادامه می‌یابد که 2 ماکزیمم محلی در هیستوگرام مشاهده شود. پس از آن شدت نوری به عنوان حد آستانه بهینه انتخاب می‌شود که از تمام مقادیر موجود در شدت نورهای دیگر در هیستوگرام کمتر باشد [6].

2-2 روش Intermodes

این الگوریتم نمونه تکرارکننده از الگوریتم مینیمم است که 2 بیشینه محلی را پیدا می‌کند و حد وسط آن دو را محاسبه کرده و آن را به عنوان حد آستانه مناسب در نظر می‌گیرد [6].

3-2 روش آستانه گذاری هیستوگرام متقارن²

3 - الگوریتم PCNN

استفاده قرار گرفته است را نمایش می دهد. مشاهده می شود که عنصر اصلی در افزایش درصد خروجی بتا یا بایاس می باشد.

4 - ارزیابی

تصاویر که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است، 15 تصویر ام آر آی گرفته شده در بیمارستان واسعی سبزوار می باشند. به منظور مقایسه خروجی روشهای مختلف باید ناحیه چربی هر تصویر به درستی در دست باشد. به این منظور به وسیله نرم افزار فتوشاپ ناحیه چربی هر تصویر به صورت دستی استخراج شده و نتیجه بدست آمده به عنوان ملاک ارزیابی روشها مورد استفاده قرار گرفته است.

	Obese People	Skinny people
aF	0.1	0.1
aL	0.1	0.9
aT	0.2	0.25
VF	0.1	0.31
VL	0.1	0.8
VT	90	90
b	2	0.1

جدول شماره یک. پارامترهای ورودی به الگوریتم PCNN

4-1 مقایسه بصری خروجی روشهای مختلف

در شکل شماره 3 خروجی های متفاوتی که توسط الگوریتم ها به تصاویر اعمال شده اند را مشاهده می کنید. در سطر اول 4 عکس ورودی اصلی قرار داده شده است. قسمت های دیگر شکل شماره 3 خروجی های مختلف روش های مورد استفاده و آزمایش شده را مشاهده می کنید. سطر آخر شکل شماره 3 خروجی شبکه PCNN را نشان میدهد.

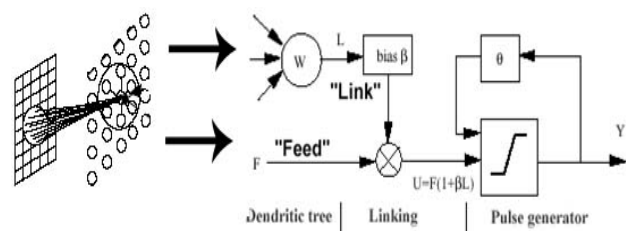
4-2 مقایسه کمی خروجی روشهای مختلف

در شکل شماره 4 میزان خطای روش های مختلف را مشاهده می کنید. تمام روش ها در نرم افزار متلب پیاده سازی و اجرا شده اند. به منظور ارزیابی میزان تطبیق نتایج با خروجی های دستی از دو پارامتر مقایسه ای با نام های False Positive و False Negative استفاده شده است. منظور از False Positive تعداد نقاطی که جزو ناحیه چربی نیستند و روش مورد استفاده می گوید چربی هستند می باشد. همچنین منظور از False Negative تعداد نقاطی که جزو ناحیه چربی هستند ولی روش مورد استفاده می گوید نیستند میباشد.

این مدل ها برای اولین بار توسط اکهورن به عنوان مدلی از نرونهای سیستم بینایی چشم گربه ارائه شد [10]. این مدل ها شبکه هایی متشکل از نرونهایی با کوپلاژ پالسی هستند. این الگوریتمها می توانند در بسیاری از زمینه ها در پردازش تصویر از جمله تشخیص هدف، قطعه بندی، استخراج لبه، تشخیص اشیاء و جداسازی آنها و پیدا کردن حفره های موجود در تصویر مورد استفاده قرار گیرند. [11]

1-3 مدل PCNN

همانطور که در شکل شماره 2 مشاهده می شود نرون ها همان پیکسلهای عکس را تشکیل می دهند. نرون ها سیگنال (در اینجا پیکسل) های ورودی را هم از نرون های دیگر و هم از منابع خارجی در حوزه ای تعریف شده دریافت می کنند (I). پس از دریافت ورودی ها، آنها به 2 یا چند کانال داخلی تقسیم می شوند (II). یک کانال همان خوراندی³ (F) است و کانال دیگر ورودی اتصالی⁴ (L) می باشد. تنها تفاوت این دو در مشخصه های زمانی آنهاست که ورودی های خوراندی دارای ثابت زمانی (در اینجا ثابت عددی) آرامتری نسبت به ورودی های اتصالی هستند. ورودی های اتصالی (در اینجا پیکسلها) بایاس شده (در ثابت خاص بتا ضرب می شوند) و در ورودی های خوراندی ضرب⁵ (عمل Linking) می شوند. پس از آن داده ها به قسمت تولید کننده پالس می روند در این مرحله تابع پله ای¹³ وظیفه اعمال نورونهایی که مقدار حد آستانه آنها از تتا بیشتر است به عنوان پیکسل های سفید بر روی عکس را دارد. تتا وظیفه تولید حد آستانه بهینه را بر عهده دارد [11][5].

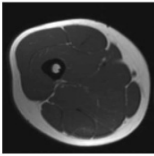
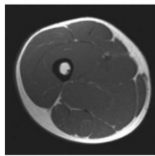
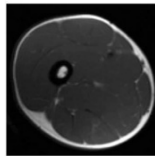
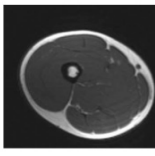














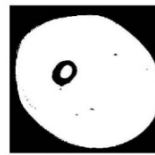















شکل شماره 2 - مدل PCNN

2-3 تشخیص ناحیه چربی با استفاده از PCNN

بمنظور گرفتن خروجی بهتر ابتدا دو گروه اصلی افراد چاق و لاغر را از هم تفکیک شدند و شبکه با پارامترهای متناسب هر گروه اجرا گردید. جدول یک پارامترهایی که برای این دو گروه مورد

³Feeding Input
⁴ Linking Input
⁵ Canolision

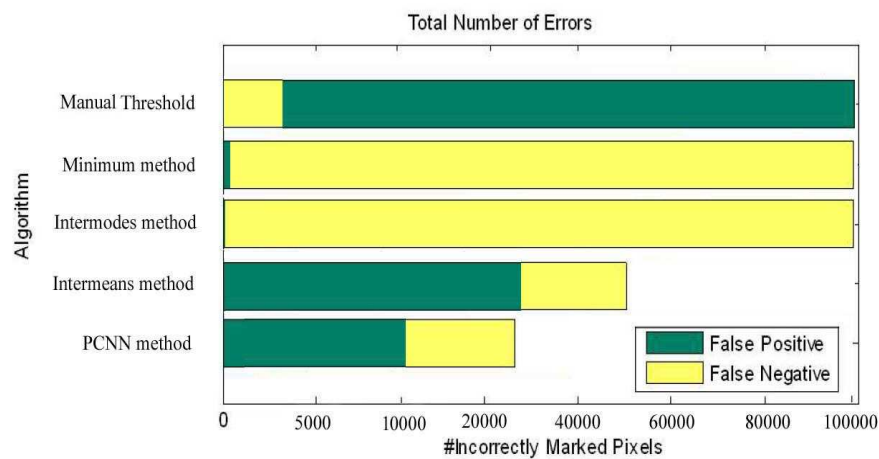
Original picture from Hospital				
Manual Fat Extraction with Photoshop				
Manual Threshold				
Minimum Method				
Intermodes Method				
Intermeans Method				
Bi-Level Image Threshold Method				
PCNN Method				

شکل شماره 3. خروجی های مختلف الگوریتم های اعمال شده به تصاویر

5 - نتیجه گیری

افراد لاغر در نظر گرفته شد. ارائه روشی خودکار برای تنظیم این پارامترها، مد نظر مؤلفان برای گسترشهای آتی کار حاضر می‌باشد. همچنین بر اساس نتایج این مقاله فقط مساحت ناحیه چربی قابل تخمین است، در حالیکه برای کاربرد مدنظر، تخمین میزان کاهش یا افزایش حجم ناحیه چربی، پرسش اصلی بوده است. تعمیم نتایج برای محاسبه حجم ناحیه چربی با استفاده از تعداد بیشتر تصویر و لحاظ کردن اختلاف موقعیت تصویربرداری (قبل و پس از تمرینات ورزشی) از جمله کارهای بعدی خواهد بود.

در این نوشتار روش‌های مختلفی برای استخراج ناحیه چربی در تصاویر MRI را با مورد بررسی قرار گرفت. از بین روشهای معمول قطعه‌بندی، بهترین روش برای این کاربرد خاص، روش PCNN شناخته شد که دارای خطای کمتری در تشخیص، در مقایسه با دیگر روشهاست. جهت حصول نتایج بهتر، پارامترهای شبکه عصبی برای تصاویر مربوط به افراد چاق متمایز از پارامترهای مرتبط با تصاویر



شکل شماره 4. مقایسه میزان خطا در روش‌های مختلف استفاده شده در الگوریتم

on systems, man, and cybernetics, Vol. smc-9, no. 1, January 1979

[5] Amir Saffari, "Pulse-Coupled Neural Networks (PCNN)", Advanced Topics in Neural Networks Course Seminar, 2001, Department of Biomedical Engineering, Tehran

[6] J. M. S. Prewitt and M. L. Mendelsohn, "The analysis of cell images in Ann". New York Acad. Sci., vol. 128, pp. 1035-1053, 1966.

[7] A. Anjos and H. Shahbazkia, "Bi-Level Image Thresholding-A Fast Method". BIOSIGNALS 2008. Vol.2. P:70-76

[8] T. Ridler and S. Calvard, "Picture thresholding using an iterative selection method," IEEE Trans. Systems Man Cybernet., vol. 8, pp. 630-632, 1978.

[9] H. J. Trussell, "Comments on 'Picture thresholding using an iterative selection method'", IEEE Trans. Systems Man Cybernet., vol. 9, p. 311, 1979.

[10] R. Eckorn, H.J. Reitboeck, M. Arndt, P.W. Dicke, "feature Linking via synchronization among distributed assemblies: simulation of results from cat cortex" neural comput., vol.2, p.293-307, 1990

[11] Xiong, Xuemei, Yiming Wang, and Xiaochao Zhang. "Color Image Segmentation using Pulse-Coupled Neural Network for Locusts Detection." Conference on Data Mining| DMIN. Vol. 6. 2006.

سپاسگزاری

از جناب آقای دکتر سید علیرضا حسینی کاخک، عضو هیات علمی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه حکیم سبزواری، به جهت در اختیار گذاشتن تصاویر MRI تشکر و قدردانی می‌کنیم.

مراجع

[1] E. De Kerviler, A. Leroy-Willig, D. Duboc, B. Eymard, A. Syrota, "MR quantification of muscle fatty replacement in McArdle's disease", Magn. Reson. Imaging 14 (1996-1141-1137).

[2] A. Leroy-Willig, T. Willig, M.C. Henry-Feugas, V. Frouin, E. Marinier, A. Boulier, F. Barzic, E. Schouman-Claeys, A. Syrota, "Body composition determined with MR in patients with Duchenne muscular dystrophy, spinal muscular atrophy, and normal subjects", Magn. Reson. Imaging 15 (1997) 737-744.

[3] M. Staten, W. Totty, W. Kohrt, "Measurement of fat distribution by magnetic resonance imaging", Invest. Radiol. 24 (1989) 345-349.

[4] Otsu, Nobuyuki, "A threshold selection method from gray-level histograms", IEEE TRANSACTIONS