پردازش تصویر پزشکی با استفاده از شبیه سازی مغز

ابوالفضل پهلوان زاده، دانشجوی کارشناسی مهندسی پزشکی گرایش بیوالکتریک، دانشگاه آزاد اردبیل

Archive of SID

چکیده

نمایش عالی به کار گیری یک الگوریتم مبتنی بر یاد گیری پردازش تصاویر انسانی مانند یک افزایش لبه فیلتر برای تصاویر پزشکی است که این مبتنی بر یک الگوریتم پردازش تصاویر شناختی است که معتقد است شبیه سازی پردازش حدفاصل توسط مغز انسان صورت میگیرد. الگوریتم اجرا شده بر روی یک سیستم ابتکاری و با کارایی بالا برای زمان های واقعی تطبیق الگو است طراحی سیستم از زمینه ی آرایه های گیت قابل برنامه ریزی (FPGA) و تراشه حافظه انجمنی قدرتمند برای رسیدن به زمان واقعی عملکرد استفاده میکند. ما در حال حاضر اولین نتیجه از الگوریتم مانند فیلتر تشخیص دهنده لبه سه بعدی با استفاده از تشدید تصاویر مغناطیسی (MRI) را دراختیار داریم.

واژه های کلیدی: تطبیق الگو، پردازش تصویر، پردازش موازی، مدار های ماشه ای، زمینه آرایه های گیت قابل برنامه ریزی، نرم افزار مدار های خاص یکپارچه

1- مقدمه

فیلتر وتشخیص لبه تصاویر پله های اساسی پیش پردازش در تجزیه و تحلیل پردازش تصاویر است به ویژه در پردازش تصاویر پزشکی جایی که در آ« مقدار داده ها بسیار زیاد است ضرورت پردازش تصاویر و مدیریت محتوا و اطلاعات مربوطه تا حد امکان از اهمیت زیادب برخوردار است. اجرای گسترده از فیلتر کردن الگوریتم های بالقوه ی مفید تصویری در زمان واقعی که در برنامه های بالینی است اغلب توسط تقاضای بالا از پردازنده هاو پردازش زمان مختل می شود. تعبیه سیستم به وسیله پیاده سازی سخت افزار های اختصتص داده شده که مبتنی بر زمینه آرایه های گیت قابل برنامه ریزی و طراحی دلخاه تراشه ها می تواند تامین کننده زمان واقعی فیلترینگ تصاویر پزشکی بدون در نظر گرفتن سایر آن ها که شامل دو بعدی و سه بعدی بودن تصاویر و پارامتر های تصویری خطی با ابعاد بالاتر باشد. ما در حال حاضر با استفاده ازروش تطبیق الگوی اصول عملیاتی مغز انسان یعنی فیلتر توسعه یافته یک پردازش تصویر پیاده سازی کرده ایم[1]. یک

www.SID.ir

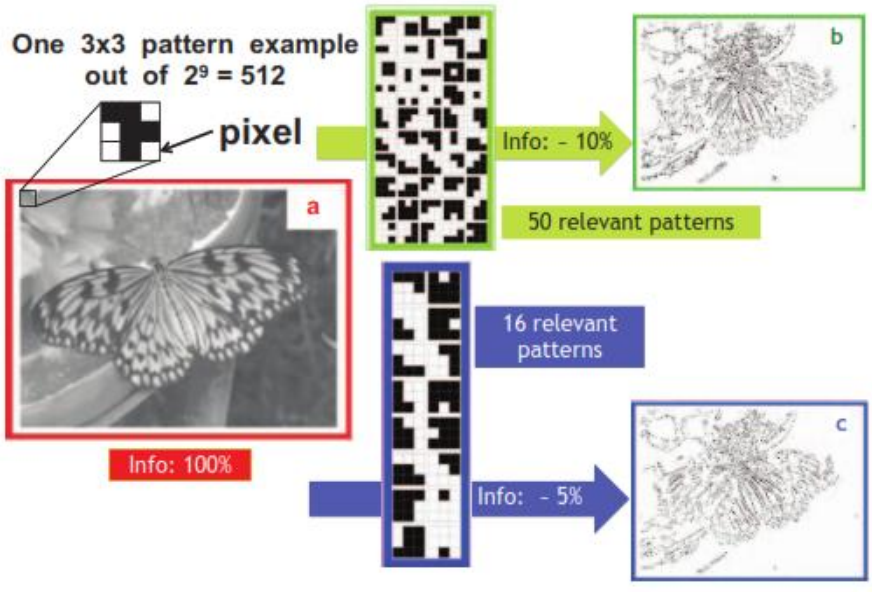
ورژن از سیستم اجرا شده که ارائه شده است[2]. ما این فیلتر را به عنوان الگوریتم پردازش برای تصویر رزونانس نغناطیسی مغز بررسی می کنیم (MRI). ما نشان می دهیم که کمبود آن به عنوان یک فیلتر افزایش دهنده لبه سه بعدی است که می تواند مورد استفاده قرار گیردتا تغییراتی را در بیماری های عصبی و روانپزشکی که به خصوص در مراحل اولیه دیده میشود، مشخص کند. زمانی که تشخیص مشکل است ولی برای بیمار مهم است.

فرایند تطبیق الگوی مغز انسان با استفاده از مدل چند سطحی آزمایش سیستم ماشه ای فیزیک با انرژی بالا شرح داده شده است[1].

فرایند تطبیق الگوی حافظه انجمنی (AM) نشان داده که میتواند نقش کلیدی در وظایف فیلترینگ/ کاهش داده را بازی کند. Del Viva توانایی تطبیق الگوریتم الگو بر روی تصاویر دو بعدی استاتیک را نشان داده اما مطالعات سه بعدی توسط دنیای قدرت محاسباتی محدود شده اند. ما در حال توسعه و پیاده سازی یک سیستم AM هستیم. که منطبق بر قطعات AM برای انتخاب و فیلترینگ یک الگوی زمان واقعی از همان نوع مطالعه در این مدل از تصویر انسان است.

2- الگوریتم فیلتر

همان طور که در شکل 1 نشان داده شده است تطبیق الگو با الگو های مربوطه در[1] برای فیلتر کردن ویژگی های اصلی تصویر استفاده می شود.



شکل1: تصویر طبیعی(a) و تصویر مربوطه فیلتر شده (b,c)

Archive of SID

www.SID.ir

تصویر سمت راست (b,c) نشان میدهد که کیفیت تصویر فیلتر شده ثابت کرده است که با کاهش اطلاعات قابل توجهی، محتوای اطلاعات مربوط به تصاویر به وضوح حفظ می شود. در این حالت سیستم حافظه انجمنی به عنوان یک لایه آشکار ساز عمل میکند که قابلیت برجسته سازی را استخراج میکند.
الگو به عنوان مجموعه ای از پیکسل موجود در مربع 3*3 پیکسل تعریف شده است. همانطور که در بالا تصویر پروانه نشان داده شده است هر مربع در توالی 9 بیتی تبدیل می شود(هر بیت 1 برای یک پیکسل سیاه و صفر برای سفید یک برای B/W است). یا یک توالی 18 بیتی در مورد 4 سطح خاکستری (2بیت/پیکسل). توالی کمی برای شناسایی الگو استفاده می شود با شروع از گوشه بالا سمت چپ تصویرتوسط مربع 3*3 اسکن شده در مراحل یک پیکسل به سمت راست حرکت می کند، هنگامی که ردیف به پایان رسید، مربع پیکسل پایین حرکت می کند تا دوباره ردیف را از چپ به راست اسکن کند هر الگویی که در شکل مشاهده می شود در طول اسکن با مجموعه ای از الگو های مربوطه که از طریق یک مرحله آموزشی تعریف شده است، مقایسه می شود که اگر آن را با هیچ کدام از آن ها مطابقت ندهد رد می شود، اگر آن را پذیرفته باشد در موقعیت خود در تصویر قرار می دهد. در شکل 1 دو مجموعه از الگو های مربوطه را برای ذو انتخاب مختلف نشان می دهد.

16 الگو در جعبه آبی یک فشرده سازی تصویر بزرگ از 50 الگو در جعبه سبز تولید می کند. کوچکتر مجموعه از الگو های انتخاب شده است و کاهش اطلاعات قوی تر که در آخر به دست می آید. تجزیه و تحلیل تصاویر با 4 یا 8 سطح خاکستری یا با استفاده از تصاویر سه بعدی تعداد الگو های احتمالی و مرتبط و همچنین پیچیدگی حل مسئله را افزایش می دهد. الگو در نمونه سه بعدی یک مربع نیست بلکه یک مکعب از پیکسل با مجموعه ای از 3 مربع 3*3 از 3 فریم بعدی گرفته شده است . هر الگو برای B/W از 27 بیت مربوطه به 2^{27} الگوی ممکن ساخته شده است. اگر 4 سطح از خاکستری استفاده شود تعداد کل الگو ها 2^{54} می شود.

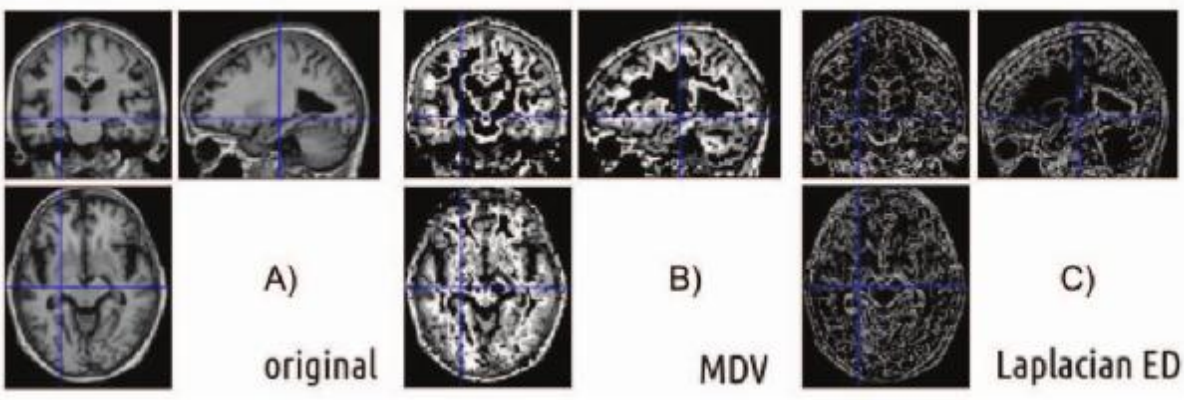
3- اجرای نرم افزار و نتایج

پیاده سازی نرم افزار الگوریتم فیلترینگ [1] در هر دو پایتون و c++ تحقق یافته است و یک اثبات کننده برای توسعه اکتشاف فضای کاربردی برای تصاویر عمومی مورد استفاده قرار گرفته است (شکل 2)

Archive of SID

شکل 2: اثبات کننده پردازش تصاویر شناختی

اجرای نرم افزار برای فیلتر کردن MRI مغزی بیماران مبتلا به آلزایمر (AD) و کنترل های سالم استفاده شده است. یک مطالعه تطبیقی برای انجام اجرای ما به عنوان یک آشکار ساز لبه سه بعدی با تشخیص لبه پایین با استفاده از لبه laplacian انجام شده است. تصاویر از 4 طبقه مختلف از بیماران موذد استفاده قرار گرفته است : بیماری آلزایمر (AD)، افراد سالم (CTRL) اختلال شناختی ملایم و غیر قابل تبدیل به آلزایمر (CONV) و اختلال شناختی خفیف غیر قابل تبدیل به آلزایمر (NOCONV) بود. دو مورد از بماران نوع قبل از کلاس برای مطالعه مورد استفاده قرار گرفته اند (شکل 3).



شکل 3 : MRI اصلی، تصاویر فشرده با استفاده از الگوریتم پردازش تصویر شناختی (MDV) و تصویر پایه (EDL laplacian)

www.SID.ir

برای مقایسه دو روش لازم است که شباهت های خروجی آن ها را ارزیابی کنیم. اندازه گیری شباهت دو گانه برای تصاویر مبتنی بر شدت با استفاده از محاسبات هیستوگرام مفصل که یک تابع چگالی دو بعدی هماهنگی است که شامل تعداد وقفه های همزمان شدت یک جفت تصاویر یکنواخت می شود، که به دست می آید. نمونه ما کد گذاری دو بیت هیستوگرام مشترک 4*4 را انجام خواهد داد. شباهت کامل با نمایش دو تابع پگالی تصاویر یک هیستوگرام مشترک مورب است، نشان داده شده است .

با محاسبه هیستوگرام مفصلی هر یک از تصاویر MR روش های پردازش، پس از پردازش نیز ماسبه می شود: با استفاده از ضریب همبستگی R، همبستگی پیرسون R به معنای بالاتر از 0.3 برای مجموعه داده های بزرگ (تقریبا 7 میلیون واکسل در هر تصویر) مطرح شده است. آمار نشان می دهد که میانگین 0.38 همبستگی پیرسون R نشان می دهد که روش مورد برسی فشرده سازی، با موقعیت لبه های ضروری از تصاوی را رکز گذاری میکند. استفاده از یک فیلتر افزایش لبه قبل از ماده خاکستری جداگانه توسط SVM میتواند امکان افزایش ویژگی کلیدی برای پیش بینی AD را ایجاد کند.

4- پیاده سازی سخت افزار و نتایج

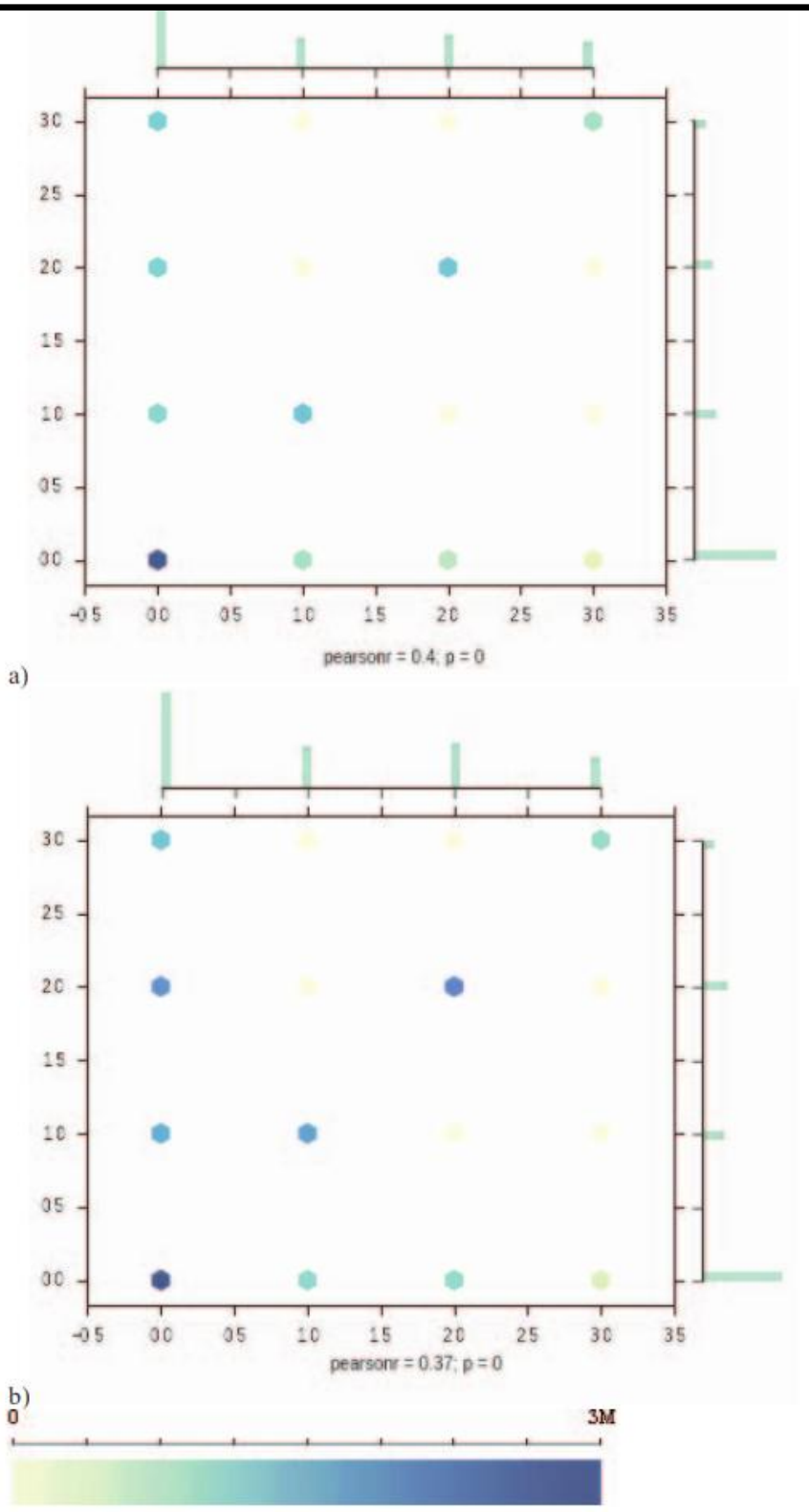
پیاده سازی سخت افزار الگوریتم فیلترینگ به دو بخش اصلی تقسیم میشود: فاز" آموزش " و فاز " تشخیص الگوی واقعی زمانی " زمانی که داده های واقعی در حال انجام است. اکثر توابع توسط FPGA با تنها استثناء انجام داده شده توسط AM توسط کنترل FPGA اجرا میشود. این آزمایش بر روی یک

Xilinx kintex ultrascale XCKU040 از یک KCU 105 ارزیابی میشود که به راحتی به یک کامپیوتر خارجی (یا یک دوربین فیلمبرداری) و به مجموعه ای از تراشه های AM قابل اتصال است. برای فاز "تشخیص الگوی زمانی در زمان واقعی " ما تجربه LON AM را با استفاده از ارزیابی عملکرد زمان بندی آموزش به طور مستقیم بر روس سخت افزار توسعه یافته برای FTK سوق میدهیم.

مرحله آموزش برای تصاویر دو بعدی B/W اجرا و آزمایش شده است. ما از مجموعه ای از تصاویر برای برسی عملکرد سیستم استفاده می کنیم. پیاده سازی کامل آموزش نیاز به بیش از 2% از FPGA LUT ها و 2.4% از BRAM های در دسترس برای پردازش تصاویر سیاه و سفید است. ما از یک ساعت 250 مگا هرتز استفاده می کنیم. برای پردازش تصاویر 512*512 پیکسل کمتر از 2.5 میلی ثانیه نیاز است. پردازنه نسل سوم i5 با RAM، 4 گیگا هرتز نیاز به جای بیش از 3 ثانیه برای اجرای الگوریتم آموزش برای یک تصویر از همان اندازه دارد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 4 : هیستوگرام های مشترک و همبستگی پیرسون برای : الف) بیمار AD و ب) بیمار CTRL

www.SID.ir

5- نتیجه

پیاده سازی فیلتر DEL viva در MRI مغز توان بالقوه زیادی برای افزایش قابلیت برجسته مربوط به شکل ماده خاکستری داشت.

پیاده سازی نرم افزاری برای هدف اکتشافی توسعه داده شده است.

الگوریتم ثابت کرده که یک آشکار ساز لبه سه بعدی در مقایسه با هسته laplacian با استفاده از تصاویر MRI افراد در مراحل مختلف بیماری آلزایمز و کنترل بیماران موثرتر است.

سیستم سخت افزاری برای پردازش دو بعدی بر روی یک ترکیب FPGA و ASIC اجرا میشود و میتواند عملکرد کافی برای پردازش تصویر سه بعدی را فراهم کند.

این استراتژی میتواند در نهایت منجر به بهبود تشخیص زود هنگام بیماری های عصبی و روانی شود.

6- منابع

[1] M. del viva, G.punzi, and D. Benedetti. Information and perception of meaningfull patterns. Plos one 8.7 (2013): e69154.
[2] c.-L. sotiropoulou, P . Luciano, S. Gkaitatzis, S. citraro, P Giannetti, M. Dell'orso, "high performance Embedded system for real-time pattern matching", Nuclear instrument & method in physics research A (2016), June 2016.
[3] A. Andreani, et al., "characterization of an associative memory chip for high-energy physics experiment, " in proc. 12MTC, 2014, Montevideo. PP. 1487-1491
[4] S. citaro et al.,"highly parallelized pattern matching hardware for fast tracking ay hadron colliders", in IEEE Trans. On Nuclear science, vol. 63, no.2, PP. 1147-1154, April 2016.
[5] A. REtico, et al., "predictive models based on support vector Machines: whole-brain versus regional analysis of Structural MRI in the alzheimer's disease", J neuroimaging, vol. 25, no. 4, PP. 552-563, 2015.

Archive of SID

www.SID.ir