

## ارائه روشی جدید مبتنی بر شبکه‌های عصبی مصنوعی در تطبیق آثار انگشتان

بهرز ترک لادانی	سید امیر حسن منجمی	علیرضا زاهدپور
گروه مهندسی کامپیوتر دانشکده مهندسی	گروه مهندسی کامپیوتر دانشکده مهندسی	گروه کامپیوتر
دانشگاه اصفهان	دانشگاه اصفهان	دانشگاه آزاداسلامی واحد فسا
ladani@eng.ui.ac.ir	monadjemi@eng.ui.ac.ir	zahedpoor@gmail.com

**چکیده:** این مقاله روشی را برای استخراج یکی از ویژگیهای تصاویر اثر انگشت بنام ریز ذره<sup>۱</sup> ارائه می‌کند. به کمک ریز ذره‌ها عمل تطبیق آثار انگشت با کیفیت مطلوب قابل انجام است. در این مقاله از یک شبکه عصبی چند لایه<sup>۲</sup> پرسپترون جهت تشخیص نقاط ریز ذره استفاده شده است. دقت حاصله در این روش بسیار زیاد بوده و تا حد بالایی قادر به تشخیص نقاط ریز ذره می‌باشد. و با در نظر گرفتن استفاده از تشخیص اثر انگشت در سیستمهای امنیتی و مبادی ورودی و خروجی، دقت بالای بدست آوردن ریز ذره‌ها از اهمیت بالایی برخوردار خواهد بود که در این تحقیق به آن توجه شده است. در روال تطبیق، با استفاده از یک روش ابتکاری بنام کوتاهترین فاصله، که ورودی آن خروجی شبکه عصبی چند لایه بوده و بر اساس محل ریز ذره عمل می‌کند و کیفیتی بیش از روشهای دیگر که معمولا از تصاویر جهتدار استفاده می‌کنند و نسبت به نویز حساس تر هستند، فراهم می‌آورد

**واژه های کلیدی:** شبکه عصبی چند لایه‌ای، اثر انگشت، ریز ذره(نقاط ریز)

### ۱- مقدمه

زیاد است. که بدست آوردن و ذخیره چنین تصاویری متضمن پرداخت هزینه زیادی مخصوصا از نظر وقت و فضای ذخیره سازی است. یکی دیگر از ویژگیهای مورد استفاده در اثر تطبیق انگشت، استخراج نقاطی موسوم به نقاط ریز یا ریز ذره‌ها می‌باشد. این نقاط معمولا از به هم پیوستن دو شیار برجسته و یا ابتدا و انتهای یک شیار برجسته تشکیل می‌شوند.

در این مقاله نشان خواهیم داد که با استفاده از شبکه عصبی این نقاط را می‌توان با سهولت و همچنین با دقت بالایی تشخیص

تا به حال حتما تصویر اثر انگشت را مشاهده نموده اید. همانگونه که می‌دانید این تصاویر دارای شیارهای برجسته و فرو رفته‌ای هستند. برای اینکه تصویر دو اثر انگشت را با هم تطبیق دهیم، می‌بایست تعدادی از ویژگیهایی آن دو تصویر را بر هم منطبق کنیم. تا کنون ویژگیهای متعددی برای تطبیق اثر انگشت پیشنهاد شده است. مثلا منافذ عرق موجود در بین شیارها که عیب این روش احتیاج به تصاویری با دقت بسیار

<sup>1</sup> Minutiae

<sup>2</sup> Multi Layer Perceptron
















در این شبکه عصبی ورودی شامل بلاکهای ۳×۳ می‌شد (۹ ورودی) که پس از تحویل به شبکه، یک خروجی باینری دریافت می‌شود. در صورتیکه خروجی آن یک باشد، ورودی یکی از الگوهای تعیین شده است و در صورتیکه صفر باشد ورودی اشتباه و شامل الگوهای مورد نظر نیست. برای این کار از بلاکهای شکل ۸ استفاده شد. انواع نقاط ریز را مشاهده می‌کنید.



شکل ۵: باینری شده خروجی پالایند گبور به همراه جداسازی تصویر از زمینه

	termination
	bifurcation
	lake
	independent ridge
	dot or island
	spur
	crossover

شکل ۷: انواع نقاط ریز موجود در یک تصویر



شکل ۶: تصویر نازک سازی شده با استفاده از مورفولوژی

الگوهای مورد استفاده در شبکه عصبی در شکل ۶ نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌کنید این الگوها همگی ۳×۳ هستند و هر حالت شامل ۹ نقطه است که بصورت باینری یک یا صفر هستند. با استفاده از این الگوها می‌توانیم به الگوهایی از تصویر که نقاط ریز هستند، پی ببریم.

## ۲-۷- حذف نقاط ریز اشتباه<sup>۶</sup>

چون در جریان عملیات بهینه سازی تصویر ممکن است خیلی از نقاط نزدیک به هم در پالایند گبور به یکدیگر متصل و یا از یکدیگر جدا شوند، به همین دلیل از نقاط ریز که بسیار به یکدیگر نزدیک هستند صرف نظر می‌شود.

## ۲-۵- نازک سازی<sup>۱</sup>

برای اینکه بتوان به راحتی به نقاط ریز<sup>۲</sup> دست یافت، می‌بایست شیارها را نازک کنیم، که این کار توسط مورفولوژی انجام دادیم. در واقع نازک سازی به معنی کاهش شیارها به اندازه یک نقطه است. شکل ۶.

## ۲-۶- استخراج نقاط ریز ذره<sup>۳</sup> با استفاده از شبکه عصبی

جهت استخراج نقاط مذکور، از یک شبکه عصبی چند لایه<sup>۴</sup> از نوع جلورونده<sup>۵</sup> با ۹ ورودی و ۵ لایه پنهان و یک خروجی استفاده شد.

<sup>۱</sup> Thinning

<sup>۲</sup> Minutiae

<sup>۳</sup> Minutiae Extraction

<sup>۴</sup> MLP (Multi Layer Perceptron)

<sup>۵</sup> Feed Forward

<sup>۶</sup> Removing False Minutiae

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Minutiae that are overlaped}}{\text{All Minutiae}}$$

If Ratio  $\leq$  Threshold Then  
Two Image is the same  
Else  
Two Image is difference  
End

(۶)

البته به جهت اینکه تصاویر حاصل شده معمولاً دارای نویز هستند، به همین علت از کوتاهترین فاصله بین نقاط استفاده می‌گردد. فرمول ۷.

$$DD = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

$$AD = \text{Min}(|\theta_2 - \theta_1|, 360 - |\theta_2 - \theta_1|)$$

If DD  $\leq$  Threshold AD  $\leq$  Threshold Then  
Matching two Points is Accepted  
Else  
Matching is rejected  
End

(۷)

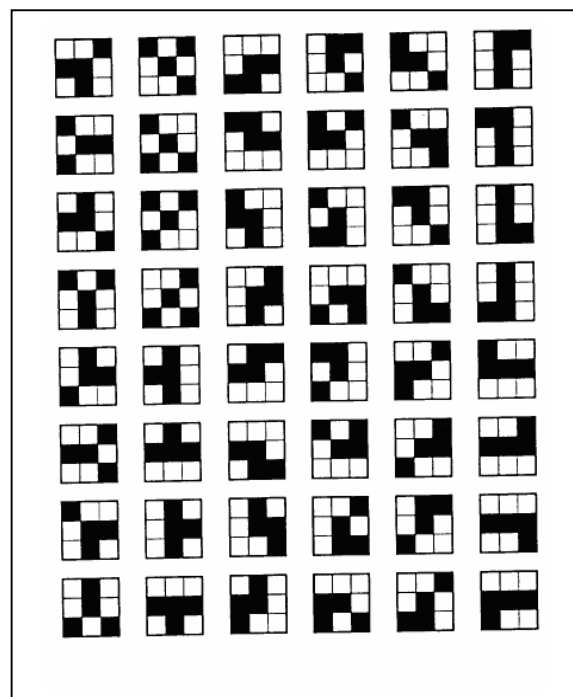
که  $DD^3$  اختلاف فاصله و  $AD^4$  اختلاف زاویه است. در صورتیکه هر دو نقطه بر روی یکدیگر منطبق باشد، در این صورت اختلاف فاصله بین محور افقی و عمودی نقطه اول و دوم، صفر یا کوچکتر یا مساوی مقدار آستانه خواهد بود. خواهد بود.

الگوریتم پیشنهادی بطور کامل برای تطبیق:

۱. برای یک نقطه ریز از اثر انگشت اول را با تمام نقاط ریز از اثر انگشت دوم، مراحل زیر را انجام بده  
۱.۱. فرمول ۷ را برای تمامی نقاط محاسبه کنید.

۱.۲. پس از بدست آوردن نقاط ریز برای نقطه ریز اول و تمامی نقاط ریز از اثر انگشت دوم حداقل<sup>۵</sup> مقادیر AD, DD را بدست آورید.

عمل صرف نظر کردن با استفاده از الگوهایی شبیه به شکل ۸ ولی با اندازه بزرگتر انجام می‌شود. اندازه بلاکهای بزرگتر را می‌توان در اندازه‌های ۵X۵ یا ۷X۷ و ... در نظر گرفت. البته اندازه بلاکهای در نظر گرفته شده، بصورت بهینه، با استفاده از آزمایش و روش سعی و خطا حاصل می‌شود.



شکل ۸: تعدادی از الگوهای استفاده شده در شناخت نقاط ریز

## ۲-۸- تطبیق<sup>۱</sup>

پس از استخراج ویژگیها، که در اینجا از نقاط ریز<sup>۲</sup> به عنوان ویژگی استفاده شده است. از روش کوتاهترین فاصله برای تطبیق دو اثر انگشت استفاده شد.

در این روش دو تصویر بر روی هم منطبق شده و نقاطی که بر روی هم قرار می‌گیرند شمرده شده و در نهایت تعداد کل نقاطی که بر روی هم منطبق می‌شوند بر تعداد کل نقاطی که از عملیات استخراج بدست آمده تقسیم می‌گردد. فرمول ۶، در این صورت اگر تعداد کل نقاط منطبق با تعداد کل نقاط بدست آمده یکی شد، در این صورت احتمال آنکه هر دو اثر انگشت یکی باشند صد در صد است.

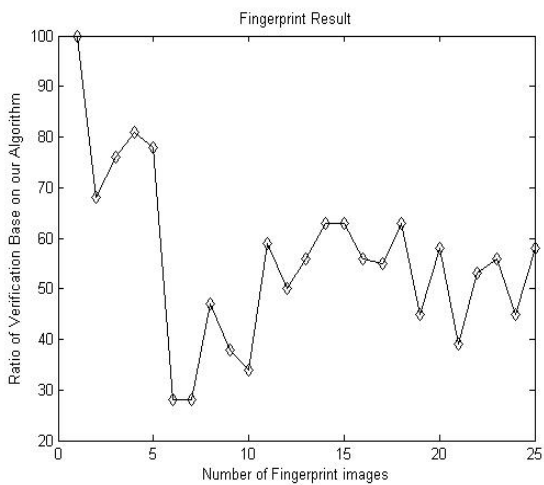
<sup>3</sup> Distance Difference  
<sup>4</sup> Angle Difference  
<sup>5</sup> Minimum

<sup>1</sup> Verification  
<sup>2</sup> Minutiae



شکل ۹: پیدا کردن نقاط ریز با استفاده از شبکه عصبی

همان گونه که ملاحظه می‌کنید مقدار آستانه برای **Ratio**، ۶۸ است و تصاویر دیگر همگی از مقدار آستانه پایین تر هستند.



نمودار ۱: اعمال الگوریتم ارائه شده بر روی تصاویر اثر انگشت

#### ۴- نتیجه گیری

همانگونه که مشاهده نمودید، استفاده از شبکه عصبی جلو رونده<sup>۴</sup> و چند لایه<sup>۵</sup> دارای ۵ لایه پنهان و ۹ ورودی و یک خروجی که در این مقاله بحث شد، باعث بالا رفتن سرعت و دقت و سهولت در یافتن نقاط ریز می‌شود. و چون نقاط ریز جزء ویژگیهای تصویر اثر انگشت محسوب می‌شود، در نتیجه باعث بالا رفتن دقت در تطبیق اثر انگشت می‌شود. مزیت دیگر استفاده از شبکه عصبی کاهش عملیات محاسباتی پس از بدست آوردن وزنها،

۱.۳. اگر حداقل مقدار بدست آمده کمتر یا مساوی با مقدار آستانه باشد آنگاه  $AM = AM + 1$  که در آن **AM** تعداد نقاط ریز قابل قبول است.

۱.۴. اگر تعداد نقاط ریز اثر انگشت اول تمام نشده، به مرحله ۱ بروید، در غیر این صورت به مرحله ۲ فرمول ۶ را برای تمام نقاط ریز قابل قبول از مرحله ۱.۳ و تمامی نقاط بدست آمده محاسبه کنید

۳. اگر **Ratio** موجود در فرمول ۶، کمتر یا مساوی مقدار آستانه باشد آنگاه آن دو اثر انگشت، یکی هستند.

۴. پایان

#### ۳- نتایج تجربی

اعمال محاسباتی با استفاده از نرم افزار **Matlab** و طراحی شبکه عصبی با استفاده از نرم افزار **NetLab** انجام گرفت. در نرم افزار طراحی شبکه عصبی پس از ۳۴۵۶ بار تکرار به خطای صفر دست یافتیم. پس از آن با استفاده از وزنه‌های بدست آمده از **NetLab** در نرم‌افزار **Matlab**، استفاده شد.

وزنه‌های بدست آمده با احتساب ۵ لایه پنهان و ۹ ورودی، ۴۵ وزن را شامل شد. و از تابع تانژانت هیپربولیک<sup>۱</sup>، به عنوان تابع جمع کننده<sup>۲</sup>، استفاده شد.

جدول ۱: مقادیر آستانه ارائه شده در این مقاله

مقدار آستانه	مرحله
0.05	جداسازی تویر از زمینه <sup>۳</sup>
$0.9990 \leq x \leq 1.0005$	تشخیص نقاط ریز در شبکه عصبی
۱۰	فاصله دو نقطه از دو تصویر
۱۳	اختلاف زاویه دو نقطه
۶۸	<b>Ratio</b> در الگوریتم ارائه شده

با استفاده از پایگاه داده **FVC 2004** تعداد ۲۵ تصویر که شامل اثر انگشت ۵ نفر بود برای تست انتخاب شد و نتایج را بر روی نمودار ۱ نشان دادیم.

<sup>1</sup> Tan hyperbolik  
<sup>2</sup> Squashing  
<sup>3</sup> Segmentation

<sup>4</sup> Feed Forward  
<sup>5</sup> Multi Layer Perceptron



برای تعداد بسیاری از تصاویر اثر انگشت کاهش می یابد. و در صورت بدست آوردن وزنهای مربوط به شبکه عصبی ، را را برای استفاده از کامپیوترهایی با توان کمتر و استفاده از چیپها<sup>۱</sup> و مدارات مجتمع در پیاده سازی تطبیق اثر انگشتان بطور سخت افزاری ، هموارتر می شود.

## ۵- مراجع

- [1] Sen Wang Wei Wei Zhang Yang Sheng Wang .  
"Fingerprint Classification by Directional Fields".  
*National Laboratory of Pattern Recognition.2000*
- [2] D. Maio and D. Maltoni, "Direct Gray-Scale  
Minutiae Detection in Fingerprints", *IEEE tPAMI*, v.  
19, no. 1, 1997.
- [3] Reymond Thai .*Fingerprint Matching Thesis*,  
Western of Australia University.2003
- [4] Maio and maltoni. *Handbook of fingerprint  
recognition* ,
- [5] A. Jain, L. Hong and R. Boler, "Online Fingerprint  
Verification", *IEEE trans, 1997, PAMI-19, (4), pp.*  
302-314.
- [6] B. M. Mehtre and N. N. Murthy, "A minutia based  
fingerprint identification system", *proc. 2nd Int.  
Conf. Advances in Pattern Recognition and Digital  
Techniques*, Calcutta 1986.
- [7] F. Pernus, S. Kovacic and L. Gyergyek, "Minutiae  
based fingerprint recognition", *proc. 5th Int. Conf.  
on Pattern Recognition*, pp. 1380-1382, 1980.
- [8] J. H. Wegstein, "An automated fingerprint  
identification system", *U.S.A. Government  
Publication*, Washington, 1982.
- [9] F. Galton, *Finger Prints*, Macmillan, London, 1892.
- [10] H.C. Lee and R.E. Gaensslen, *Advances in  
Fingerprint Technology*, CRC Press, 1994.
- [11] B.M. Mehtre, "Fingerprint Image Analysis for  
Automatic Identification", *Machine Vision and  
Applications*, v. 6, no. 2-3, pp. 124-139, 1993.