



## روش جدیدی برای شناسایی اثر انگشت

شهاب الدین شمشیربند<sup>۱</sup>، مهسا رحیمی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد چالوس

چالوس، ایران

Shahab.sham@gmail.com

کارشناس کامپیوتر، دانشگاه پیام نور واحد ساری

### چکیده

روش های فراوانی برای تشخیص اثر انگشت وجود دارد. بعضی از آنها استفاده از فرم خاصی از شکل اثر انگشت است که منوشیا نام دارد اما روش دیگری نیز وجود دارد که در امر پردازش تصویر از الگوی، کل تصویر بهره می برد. چیزی که ما در این مقاله بیان کردیم، استفاده از تصویر هولوگرافیک و خواص آن در پردازش تصویر و الگوشناسی است.

### کلمات کلیدی:

پردازش تصویر، هولوگرافیک، اثر انگشت، الگو شناسی

### ۱- مقدمه

اثر انگشت خصوصیت الگویی یک انگشت است (شکل ۱). با توجه به شواهد مستعجل، واضح و مبرهن است که اثر انگشت یگانه و یکتاست. هر آدم اثر انگشت مخصوص به خود، همراه با یگانگی های آن را دارا می باشد. به همین خاطر اثر انگشت مدت هاست که برای تعیین هویت به کار می رود.



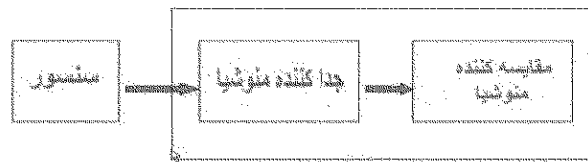
شکل ۱. عکسی از اثر انگشت که با کمک سنسور نوری

یک اثر انگشت از برآمدگی ها و شیارهای متعددی تشکیل شده است. این برآمدگی ها و شیارها تشابهات خوبی دارند چون موازی بوده و همچنین بهای معادل دارند. اما براساس تحقیقات وسیعی که در امر تشخیص اثر انگشت انجام شده، این نتیجه به دست آمده که شیارها و برآمدگی ها هیچ تأثیری در این تشخیص ندارند، بلکه منوشیا\* مهم است. منوشیاها نقاط غیرطبیعی در شیارها هستند (شکل ۲). در میان انواع متفاوتی از منوشیاها که تا کنون در مقالات گوناگون بدانها اشاره شده، دو مورد، بسیار مهم بوده و در حلقه وسیعی استفاده می گردند. یکی "انتهایی"† که سر انتهای یک شیار است و دیگری "شاخه"‡ نامیده می شود که نقطه ای در شیار بوده و آن نقطه را به دو شیار تقسیم می گردد.

\* Minutia

† termination

‡ bifurcation

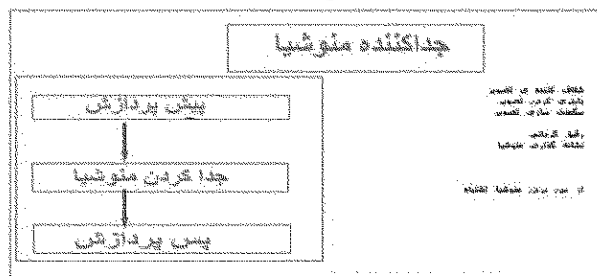


شکل ۴. طرح ساده ای از سیستم تشخیص اثر انگشت

برای کشف اثر انگشت، سنسورهای نوری و نیمه رسانا به صورت گسترده استفاده می گردند. بالاترین حالت کاربری و بهینگی و صحیح بودن را دارند و نیاز به پیاده سازی های اضافه برای کشف و جستجو ندارد.

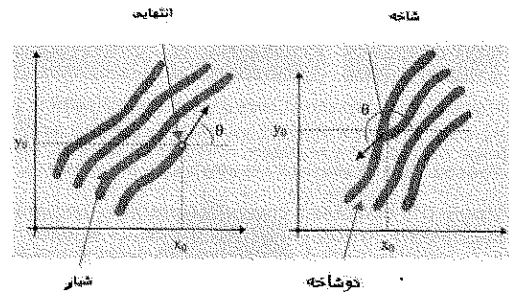
### طراحی الگوریتم

برای طراحی یک استخراج کننده ی منوشیا، نظریه ای سه گامه به صورت گسترده توسط محققین استفاده می گردد. که تشکیل شده از گام های، پیش پردازش، استخراج منوشیا و پس پردازش. شکل ۵



شکل ۵. استخراج کننده منوشیا

برای پیش پردازش تصویر اثر انگشت از تساوی هیستوگرام و به با [9] جهت شفاف سازی تصویر از "تبدیل فوریر"  $S$  است کمک گرفتن از متدهای انطباقی محلی تصاویر اثر انگشت را باینری تقسیم بندی تصویر با کمک یک نظریه ی سه قسمت [12] می کنیم. به دست می آید: تخمین مسیر بلاک ها، تقسیم بندی با در نظر گرفتن تغییر محدودده ی مورد نظر یا مورد علاقه  $**$  با کمک [4] مسیر فزونی عملیات ریخت شناسی  $++$ . اغلب روش ها برای پس پردازش توسط سایر دانشمندان مطالعه و گسترش داده شده است. اما ترکیب جدیدی در این پژوهش با کمک روش آزمون و خطا انجام گشته و. عملیات ریخت شناسی جهت استخراج محدودده ی مورد علاقه در این تحقیق آورده شده برای مراحل استخراج سه الگوریتم سبک سازی وجود دارد که در نهایت بهترین و با کیفیت ترین حالت عملیات را ارائه می دهند. این نشانه گذاری منوشیا همانطور که در مقالات بسیاری بدانها اشاره شده کار ساده ای است اما در طی مشکلی که در این تحقیق پیش آمد مرا بر آن داشت تا از این دید که این کار آسانی است دست بکشم.

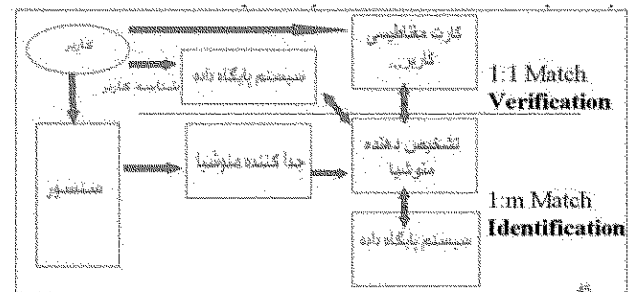


شکل ۶. منوشیا (VALLEY به معنی شیار Furrow)

نیز به کار می رود، "انتها" پایانی نیز نامیده شده و شاخه BRANCH ، Bifurcation هم نامیده می شود.

### تشخیص اثر انگشت

مشکل تشخیص اثر انگشت را می توان به دو زیرگروه اصلی تقسیم کرد: یکی تطبیق دادن اثر انگشت و دیگری تعیین هویت این اثر انگشت است (شکل ۳)



شکل ۳. شناسایی در مقابل تشخیص

تشخیص اثر انگشت هدفی برای شناسایی افراد بدون داشتن اطلاعات شخصی ایشان است و یک اثر انگشت را از میان پایگاه داده ای شامل اثر انگشت ها پیدا می کند و در پرونده های جرم و مجرمین استفاده می گردد. تا زمانیکه ارائه اثر انگشت بتواند سادگی و یکتایی آنرا حفظ نماید، شناسایی راحت است .

### دو نظریه برای تشخیص اثر انگشت

دو نوع متفاوت در نمایش اثر انگشت باعث ایجاد این دو نوع راه حل می گردد. اولین نظریه که بر اساس منوشیاست، اثر انگشت را با خواص محلی اش نمایش می دهد. این نظریه به طور وسیعی در حال تحقیق است و اساس و پایه ی محصولات تشخیص اثر انگشت، در حال حاضر است نظریه دوم که بر پایه ی تصویر است [7] [6]، سعی می کند تا بر اساس کل تصویر اثر انگشت این شناسایی را انجام دهد. تاکید این مقاله بر این روش می باشد.

### طرح پایه سیستم

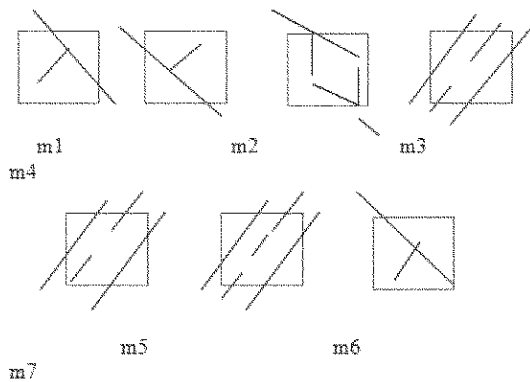
چنین سیستمی نیاز به وسایل درستی برای دریافت اثر انگشت ، استخراج کننده ی منوشیا و تشخیص دهنده ی آن دارد. (شکل ۴)

<sup>S</sup> Fourier Transform

<sup>\*\*</sup> Region of Interest

<sup>++</sup> Morphological operations

پیش می آید و اتصال نادرست شیاریایی که به دلیل زیاد بودن جوهر رخ می دهد به طور کلی تخمین نشده اند. در واقع تمام مراحل آنها معمولاً بعضی موارد ماشینی را بیان می کند که در انتها باعث ایجاد منوشیای قلابی می گردد. این منوشیای قلابی به طور عمده بر تشخیص صحیح تاثیر می گذارد و منوشیا دروغین را به عنوان منوشیای حقیقی می شناسد پس برای تشخیص صحیح باید راه حلی اندیشید تا بتواند این منوشیاهای اشتباه را شناخته و آنها را حذف کنیم. نوع ۷ از منوشیاهای اشتباه در زیر آمده است:



شکل ۷. منوشیای اشتباه

#### مقایسه ی منوشیا

اگر دو نوع منوشیا داشته باشیم الگوریتم تشخیص آنها را مقایسه می کند که آیا متعلق به یک اثر انگشت اند یا گرفته شده و در این [1] یک مقایسه بر پایه ی الگوریتم در ابتدا از پروژه از آن بهره گرفته شده است. شامل دو مرحله ی اساسی است. یکی قسمت تنظیم انطباق است و دیگری مرحله ی مقایسه است.

۱. قسمت تراز کردن. دو اثر انگشت به آن داده می شود. یک منوشیا از هر کدام انتخاب می کنیم. تشابه شیاری منوشیاهای مذکور را می سنجیم. ۲. مرحله ی تطبیق: بعد از آنکه دو منوشیای انتقال یافته را به دست آوریم، از الگوریتم کشسان استفاده می بریم تا جفت منوشیاهای مورد نظر را با داشتن مسیر و جهت مناسب به دست آوریم.

#### مرحله ی انطباق و رویهم قرار دادن

۱. شیاری که به هر منوشیا وابسته است یکسری از مسیرهای X ای را فراهم می آورد که در شیاری قرار دارند. نقطه ای که از هر شیاری نمونه میانگین شیاری داخلی را برداشته اند از نقطه منوشیا آغاز می گردد، که N است ۱۰۰ در نظر گرفته می شود مگر آنکه کل شیاری کمتر از ۱۰\*L باشد.

پس تشابه از طریق قیاس زیر به دست می آید:

$$S = \sum_{i=0}^m X_i X_i / [\sum_{i=0}^m X_i^2 X_i^2]^{0.5},$$

که  $(X_i \sim X_N)$  و  $(x_i \sim x_n)$  یک مجموعه منوشیا برای هر اثر انگشت

برای مرحله ی پس پردازش، الگوریتم های زیادی برای از بین بردن اشتباهات منوشیا رشد یافتند. همچنین نمایش رشد یافته برای [12][1] شاخه جهت تعیین شاخه ها و پایانه هاست. مقایسه کننده ی منوشیا، هر دو منوشیا را به عنوان جفت منوشیا به دست می آورد و سپس شیاری را با یکدیگر مقایسه می کند. اگر شیاری به خوبی بر هم منطبق گردند، دو اثر انگشت روی هم قرار گرفته و سایر منوشیاهای نیز بر هم منطبق می گردند.

#### جلوه دادن به اثر انگشت با تبدیل فوریر

ما عکس را به بلوک های پردازشی (۳۲،۳۲ بیتی) تقسیم کرده و

تبدیل فوریر را بر روی آن پیاده سازی می کنیم:

$$F(u, v) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \times \exp \left\{ -j2\pi \times \left( \frac{ux}{M} + \frac{vy}{N} \right) \right\}$$

(1)

for  $u = 0, 1, 2, \dots, 31$  and  $v = 0, 1, 2, \dots, 31$ .

برای جلوه دادن به بلوک خاصی با کمک فرکانس های بارز، ما تبدیل فوریر بلوک را ضربدر قدرمطلق گروه زمانی می کنیم. که قدر مطلق اصلی است

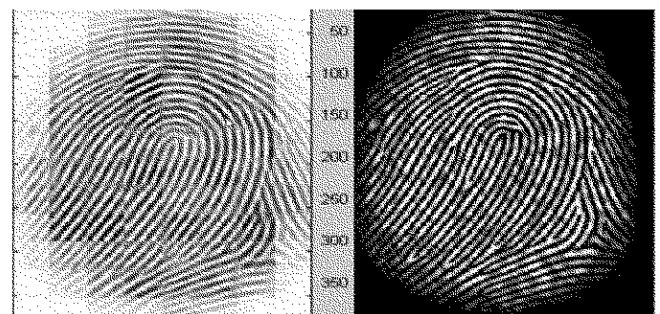
$$FFT = \text{abs}(F(u, v)) = |F(u, v)|$$

بلوک جلوه داده شده را بر حسب فرمول زیر به دست می آوریم

$$g(x, y) = F^{-1} \left\{ F(u, v) \times |F(u, v)|^k \right\} \quad (2), \quad \text{که } F^{-1}(F(u, v))$$

$$f(x, y) = \frac{1}{MN} \sum_{u=0}^{M-1} \sum_{v=0}^{N-1} F(u, v) \times \exp \left\{ j2\pi \times \left( \frac{ux}{M} + \frac{vy}{N} \right) \right\} \quad (3)$$

for  $x = 0, 1, 2, \dots, 31$  and  $y = 0, 1, 2, \dots, 31, k=0.45$ .



شکل ۶. جلوه دادن به تصویر با کمک تبدیل فوریر

عکس اصلی (راست) عکس جلوه داده شده (چپ)

#### حذف منوشیاهای اشتباه

عملیات پیش پردازش به طور کامل عکس اثر انگشت را بهبود نمی بخشد. برای مثال شیاری شکسته ی اشتباه که بدلیل کمبود جوهر

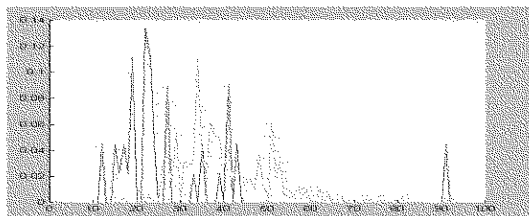
الگو یا هیچ منوشیای مشابهی ندارد یا تنها یک منوشیای مشابه داراست.

در دو اثر انگشت این است که از میان RATIO مقایسه ی نهایی برای منوشیاهای موجود در عکس همه را دوتا دو با هم مقایسه کنیم بوده و رنج آن از ۰ تا ۱۰۰ می باشد. اگر اندازه از 100\*ratio امتیاز حد آستانه ی تعیین شده بیشتر بود، هر دو عکس مربوط به یک اثر انگشت اند. در هر حال، مقایسه ی انعطافی محاسبات پیچیده تری را می خواهد و راه حل بهتری برای پیدا کردن منوشیای قلابی است.

### نتیجه ی آزمایشات

برای انجام عمل تست و آزمایش این پروژه از پایگاه داده FVC2000 به عنوان پایگاه داده اثر انگشت استفاده می کنیم. این برنامه تمام عکس ها را برای میزان سازی دقیق پایگاه داده، می کند. این آزمایش نشان می دهد که برنامه می تواند منوشیای دروغین را شناسایی کند. علاوه بر آن طراحی برتر می تواند بر درستی بیشتر برنامه کمک می کند. در زیر دیاگرامی برای امتیاز درست و نادرست است:

از روی عکس پایین قابل درک است که دو توزیع رویهم افتاده است. منحنی قرمز که قسمت اوج آن بیشتر سمت چپ است میانگین نادرست ۲۵ گردد. منحنی سبز، که اوج آن در سمت راست، منحنی قرمز قرار دارد و میانگین آن ۳۵ است. این نشان می دهد که اگر حد پایانه مناسبی قرار دهیم، الگوریتم حد بالایی از تشخیص را دارا می باشد.



شکل ۸. تفاوت امتیاز درست و نادرست

خط قرمز: خطوط اشتباه  
خط سبز: خطوط درست

### روش پیشنهادی

اما روشی که برای این الگوریتم ارائه می دهیم برابری با روش استفاده از تصاویر هولوگرافیک جهت فهم موضوع بهتر است تا این که از هر چیز قدری در باب هولوگرام بدانیم. یکی از چیزهایی که هولوگرافی را ممکن می سازد پدیده ای است به نام تداخل #. تداخل عبارت است از نقشی ضربدری که از دو یا سه موج نظیر امواج آب که در هم تداخل پیدا کرده حاصل می آید. مثلاً اگر شما سنگی را در یک دریاچه بیاندازید، بی درنگ سلسله ای از امواج مشخص و هم مرکز پدیدار و از هم دور می شود. اگر دو سنگ بیاندازید، دو دسته امواج هم مرکز پیدا می شوند که از هم عبور کرده، پراکنده می گردند. ترکیب پیچیده ی خطوط و ردیف ها و فرورفتگی بین امواج که از چنین تلاقی و برخورداری ایجاد می

هستند. M نوع مینیمم شده ی N,n می باشد. اگر امتیاز تشابه بزرگتر و از هشت دهم باشد به مرحله ی دو می رود وگرنه همین مراحل را برای شیارهای دیگر انجام می دهیم. ۲. برای هر اثر انگشتی، تمام منوشیاهای را پیاده سازی و ترجمه نموده و البته در تمام جهات نیز منوشیا را می چرخانیم، منتهی مهم آن است که به منوشیای مرجع اهمیت داده و از فرمول زیر بهره ببریم:

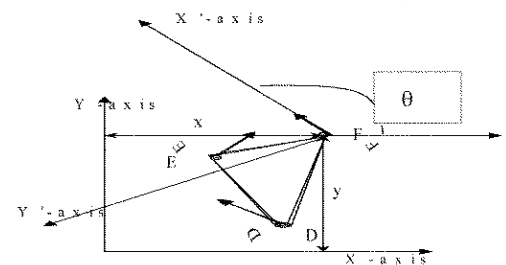
$$\begin{pmatrix} x_{i\_new} \\ y_{i\_new} \\ \theta_{i\_new} \end{pmatrix} = TM * \begin{pmatrix} (x_i - x) \\ (y_i - y) \\ (\theta_i - \theta) \end{pmatrix}$$

(x,y,θ) پارامتر منوشیای مرجع بوده و

TM:

$$TM = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

دیاگرام زیر تاثیر چرخش و ترجمه را نشان می دهد.



محور مختصات جدید در نقطه ی منوشیا یعنی F قرار داده شده و خط با محور X ها، در مسیر منوشیای F قرار می گیرد. نیاز به تغییر سازی نیست چرا که دو اثر انگشت، متعلق به یک انگشت هم اندازه اند به دلیل اینکه در این پروژه، مسیر منوشیا در قسمت استخراج منوشیا به دست می آید، بنابراین در این روش علاوه بر آنکه از انجام محاسبات اضافی کاسته، به علاوه آنکه جواب صحیحی نیز می دهد. روش خطی همچنین برای انجام انتقال یک اثر انگشت را مستقیماً براساس اختلاف دو منوشیا، بر روی اثر انگشت دیگری قرار می دهد

### مرحله ی مقایسه

الگوریتم مقایسه برای مدل منوشیای تراز شده باید انعطاف پذیر باشد چرا برای (x, y, θ) که، در یک مقایسه ی قوی، نیاز است تمام پارامترهای دو منوشیا یکسان باشند اما در واقعیت به دلیل بدی عکس گرفته شده و داشتن دو منوشیای متفاوت در یک اثر انگشت، این ممکن نیست و پارامترهای مذکور دقیقاً با یکدیگر هم اندازه نخواهند بود. در نظریه به کار رفته در این تحقیق برای انعطافی کردن مقایسه خط مرزی بر دور منوشیا را به دست می آوریم. منوشیاهای حاصل در یک جعبه مستطیلی محاسبه شده و مسیر اختلافشان را نیز کمتر در نظر می گیریم. هر منوشیا در عکس

لازم جهت ساختن تصویر کامل آن باشد، پس این عمل ذخیره ی آنرا در بانک های اطلاعاتی راحت تر و احتیاج به فضا را کمتر می نماید. هولوگرافی تکنیکی است که موجب می گردد نور از یک شیء منتشر شده تا بعدا بتوان آنرا احیا نمود که در حالت احیا آنچنان ظاهر می گردد که گویی شیء به طور واقعی در آن مکان (دقیقا مکانی نسبی به موقعیت دوربین در هنگام عکس گرفتن) قرار دارد. اگر آنرا در زوایای مختلف بچرخانیم دقیقا همان حالت یا شکلی را پیدا می کند که جسم اصلی پیدا می کرد پس در واقع یک هولوگرام تصویری سه بعدی می باشد. هولوگرام می تواند از امواج دیگری نیز بهره برد. تکنیک هولوگرافی می توان همچنین برای ذخیره، بازیابی و پردازش اطلاعات به کار رود.

### تاریخچه هولوگرافیک:

هولوگرافی در سال ۱۹۴۷ توسط فیزیکدانی مجارستانی به نام دنیس گبور [۵] اختراع شد و توانست با این اختراع جایزه ی نوبل را در سال ۱۹۷۱ نصیب خود سازد. و بعد ها با کمک کارهای دانشمندان دیگر بود که هولوگرافی تا این حد پیشرفت کرد. از هولوگرام استفاده های زیادی تا کنون شده ، در رسانه ای تصویر مجازی و ... نوع لیزری که در ساختن تصاویر هولوگرافیک کاربرد دارد همان لیزر ارزان قیمتی است که در دستگاه های Dvd player استفاده می شود.

### مدل ریاضی:

امواج نور را می توان با عدد ترکیبی U مدله نمود که نشانگر الکتریکی یا امواج نوری یا الکترومغناطیسی بودن آن است. دامنه و فاز نور با قدرمطلق و زاویه ی عدد مرکب مشخص گردد. شیء و موج ارجاعی در

هر قسمتی از سیستم هولوگرافیک با  $U_O$  و  $U_R$  مقدار دهی می گردند. صافی ترکیبی را با مجموع این دو مقدار محاسبه می کنند. انرژی صافی ترکیبی متناسب است با مربع بزرگی امواج الکتریکی:

$$|U_O + U_R|^2 = U_O U_R^* + |U_R|^2 + |U_O|^2 + U_O^* U_R$$

اگر یک تابه ی عکاسی بدر معرض ۲ صافی نهاده شد و گسترش یافت ، نشان می دهند و تخمین انرژی بر این تابه برابرست با T انتقالش را با

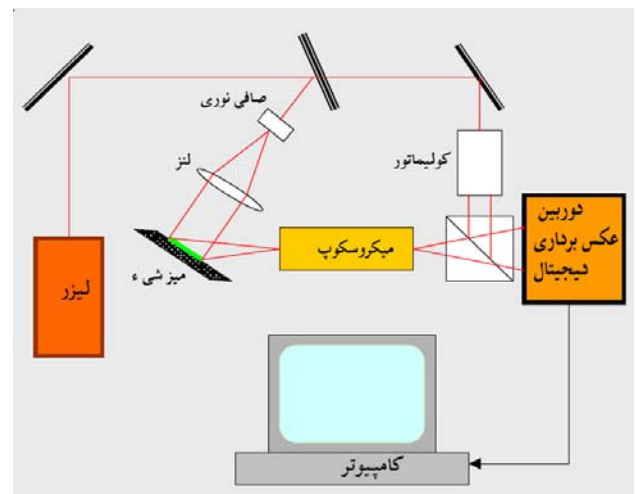
$$T = K[U_O U_R^* + |U_R|^2 + |U_O|^2 + U_O^* U_R]$$

که K یک عدد ثابت است . زمانی که تابه گسترش یافته به صافی مرجع منور می گردد، نوری را که از تابه می گذرد با  $U_H$  نشان داده که:

$$U_R = T U_R = T = K[U_O U_R^* + |U_R|^2 + |U_O|^2 + U_O^* U_R]$$

$$= K[U_O + |U_R|^2 U_R + |U_O|^2 U_R + U_O^* U_R^2]$$

شود، الگوی تداخلی ایجاد کند. نظیر امواج رادیو و نور. و از آنجا که اشعه ی لیزر پرتویی بسیار خالص و روشن از نور است. برای ایجاد طرح تداخلی بسیار مناسب است. یعنی در واقع الگوی هولوگرام، آن سان است که ما می شناسیم. تا زمان اختراع اشعه ی لیزر نمی توانست امکان پذیر باشد. وقتی یک اشعه ی لیزر به دو تابه ی مجزا تقسیم شود ، هولوگرام به وجود می آید، اولین تابه با برخورد به شیئی که قرارست از آن عکس گرفته شود به عقب می جهد. سپس تابه ی دوم با انعکاس نور تابه ی اول برخورد می کند و حاصلش یک الگوی تداخلی است که روی قطعه ای فیلم ضبط می شود. به چشم بیننده ، تصویر توی فیلم به هیچ رو شبیه شیء عکاسی شده نیست.



عکس:نمایی از دستگاه گیرنده عکس هولوگرافیک

در واقع بیشتر شبیه حلقه های هم مرکزی است که از افتادن مشتی سنگ ریزه به داخل دریاچه به دست آمده است. ولی به محض آنکه اشعه ی لیزر دیگری (یا در بعضی مواقع فقط اشعه ی شفاف و نورانی) بر تصویر فیلم تابیده شود تصاویری از این دست به طرز حیرت آوری متقاعد کننده است . می توان بواقع دور و بر یک تصویر هولوگرافیک قدم زد و از زوایای مختلف به آن نگریست. انگار به یک شیء واقعی نگاه می کنیم. اما هرگاه بخواهید این تصویر را لمس کنید، دست شما از میان آن گذر می گذرد می کند و در می یابید که در واقع چیزی آنجا نیست. کیفیت سه بعدی بودن هولوگرام تنها وجه شاخص آن نیست. اگر تکه ای از فیلم هولوگرافیک تصویری از سیب را از میان دو نیمه کنیم و سپس اشعه لیزر بر آن بتابانیم ، هر نیمه حاوی تصویر کامل سیب خواهد بود. حتی اگر این نیمه را باز و نیمه را دوباره به دو نیمه تقسیم کنیم. تصویر کاملی از سیب از هر یک از قسمت های کوچک فیلم به دست خواهد آمد (گرچه هر اندازه قسمتها کوچکتر باشند تصاویر محوتر خواهد شد). برخلاف عکس های معمولی، هر تکه کوچک قسمتی از فیلم هولوگرافیک حاوی کلیه اطلاعاتی است که در همه ی فیلم ضبط شده است. دقیقا همین نکته بود که دانشمندان را بسیار به هیجان آورد اگر هر بخش تکه ای فیلم هولوگرافیک حاوی تمام اطلاعات

### نمایش دادن عکس هولوگرافی:

شیء و صافی مرجع باید الگویی تداخلی بسازند تا در تمام مدتی که عملیات ذخیره سازی و ضبط عکس صورت می گیرد ثابت باقی بمانند. برای رسیدن به این هدف باید در فاز یکسانی باشند یا به زبان دیگر باید منسجم باشند. لیزرهای بسیاری این مقصود را برآورده می کنند که شامل لیزرهایی که از ابتدای اختراع هولوگراف کار می کردند نیز می شود در واقع برای به دست آمدن "تجمع" باید از دو منبع نوری متفاوت استفاده شود اما در واقعیت تنها از یک لیزر بهره می برند.

بعلاوه رسانه ای که برای ضبط الگوی حاشیه ها به کار می رود باید قادر باشد این نواحی را در عکس از حذف کند. فاصله ی بین حاشیه ها بستگی به زاویه ی بین شیء و صافی مرجع دارد. برای مثال اگر این زاویه ۴۵ درجه است ، طول موج ۰.۵ میکرومتر بوده و فضای حاشیه ۰.۷ میکرومتر یا ۱۳۰۰ خط در میلیمتر است. حتی اگر تمام حاشیه ها را برداریم باز هم هولوگرام کارایی داریم اما رزولیشن تصویر و در پی آن رزولیشن تصویر در حال ضبط پایین می آید. ثبات مکانیکی نیز در ساختن هولوگرام، مهم است. هر نوع تغییر فاز بین شیء و صافی مرجع که بدلیل تکان یا حتی وزش باد رخ داد منجر به تغییر مکان حاشیه در رسانه ی در حال ضبط عکس می گردد ، و اگر فاز تغییر یافته بیشتر از  $\pi$  باشد ، میانگین حاشیه را از حد معمول بیشتر می کند و عکس هولوگرافیک حاصل نمی شود. زمان ضبط ممکن است تنها چند ثانیه باشد و با تغییر فازی برابر با  $\pi$  برابر حرکت  $\lambda/2$  است. برای بازسازی عکس باید صافی مرجع طول موج و خمیدگی یکسانی با همان صافی که در هنگام گرفتن عکس داشت بهره برد و در غیر این صورت نمی توان عکس را بازسازی کرد. این دقیقا همان ویژگی است که می توان از آن بهره برد

در واقع این امنیت را بالا می برد و تنها کسی امکان بازسازی عکس و رسیدن به تصویر واقعی را دارد که طول موج و مکان صافی و تابه ی اول را بداند تا بتواند عکس را بازسازی کند و در غیر اینصورت نتیجه ای حاصل نشده نمی تواند به تصویر اصلی دست یابد.

### برتری های روش

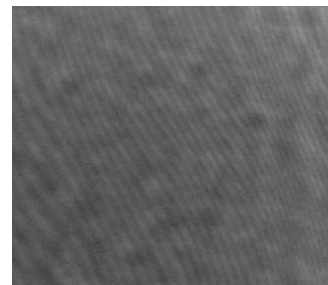
همانطور که گفته شد اینگونه عکس ها حتی فرم شکل را در زوایای گوناگون در خود ضبط می کنند پس بهترین حالت برای تشخیص اثرانگشت می باشد چراکه هر عکسی در هر زاویه ای گرفته شود قابل تشخیص است.

از سوی دیگر به خاطر آنکه هر عکس هولوگرافیک را می توان به چندین قسمت تقسیم کرد و هر قسمت خواص خود را حفظ می کند پس صرفه جویی بسیار مناسبی در ذخیره سازی کامپیوتری انجام می گیرد.

عکس تمام خواص شیء را در خود حفظ می کند پس تشخیص اثرانگشت ۱۰۰٪ خواهد بود.

همان طور که دیده می شود  $U_H$  چهار دوره دارد. اولین دوره اش  $U_O$  است درحالیکه  $U_R U_R^*$  برابر با عکس نهایی حاصل از گذر از صافی آخر است. دومین گروه مربوط به تابه مرجع می باشد که دامنه ی آن با میزان  $U_R^2$  تغییر می کند. سومین دوره نیز مشخص کننده تابه مرجع است که با  $U_O^2$  تغییر می کند. این تغییرات باعث انکسار نور در طول مسیر مرکزی اش است. چهارمین دوره "صافی توام شی" است که منحنی شی با بیم را به دست می آورد و فرمی از شکل اصلی را در پشت تابه هولوگرافیک تشکیل می دهد. در قدیم وضع به گونه ای بود که هر دوره در دوره بعدی می افتاد اما امروزه با تلاش دانشمندان توانستند زوایا و سایر خواص آنرا از هم جدا کنند.

### نمایش هولوگرافیک:



شکل: عکس هولوگرافیک که در برابر نور افشاندن گرفته

شده  $8 \times 8 \text{ mm}$

تصویر بالا عکسی است که در مقابل پس زمینه ی ای با نور پخشیده گرفته شده است ، هولوگرامی است که بر روی محلول عکاسی ضبط شده است. فضای نشان داده شده  $8 \text{ m} \times 8 \text{ m}$  است و مخالف تصاویر معمول خطی است. دیگر بیش از این نمی توان یک تصویر هولوگرام را واضح تر نمود. زمانیکه هولوگرام با کمک یک لیزر واگرا، نمایش داده شود ، بیننده عکس شی را می بیند چرا که نور توسط هولوگرام پراشیده شده تا نوری را که از شی منتشر شده بود را دوباره بسازد.

اگر به ساختار چشم انسان توجه فرمایید زمانیکه به اشیاء متفاوت نگاه می کند ، شکل و مکان آنها را با توجه به نوری که از خود منتشر می کنند (با کمک لنز موجود در چشم) ثبت می کند زمانی که چشم همان نورها را در چشم فرد دوباره سازی نموده و همانگونه نور را در چشم بتاباند، بیننده تصاویر را می بیند. پس زمان نگاه کردن هر چشم ، تصویری هولوگرافی از اشیاء را در چشم ثبت می کند که با نزدیک شده و دور شدن از آن امکان دارد ما یا جسم واقعی را ببینیم که دور یا نزدیک می شود و یا حتی ممکن است تصویر بازسازی شده هولوگرافی شده را می بینیم.

## نتیجه گیری

روشهای بسیاری برای شناسایی اثر انگشت وجود دارد ، که امروزه از آن در بازار کار به کار برده می شود. در این میان اصل بهینگی مد نظر می باشد.

تصاویر هولوگرافیک با قدرت بالای پردازش خود می توانند ، کمک شایان توجهی به این امر نمایند.

## REFERENCES

- [1] Lin Hong. "Automatic Personal Identification Using Fingerprints", Ph.D. Thesis, 1998.
- [2] D.Maio and D. Maltoni. Direct gray-scale minutiae detection in fingerprints. IEEE Trans. Pattern Anal. And Machine Intell., 19(1):27-40, 1997.
- [3] Jain, A.K., Hong, L., and Bolle, R.(1997), "On-Line Fingerprint Verification," IEEE Trans. On Pattern Anal and Machine Intell, 19(4), pp. 302-314.
- [4] N. Ratha, S. Chen and A.K. Jain, "Adaptive Flow Orientation Based Feature Extraction in Fingerprint Images", Pattern Recognition, Vol. 28, pp. 1657-1672, November 1995.
- [5] Alessandro Farina, Zsolt M.Kovacs-Vajna, Alberto leone, Fingerprint minutiae extraction from skeletonized binary images, Pattern Recognition, Vol.32, No.4, pp877-889, 1999.
- [6] Lee, C.J., and Wang, S.D.: Fingerprint feature extration using Gabor filters, Electron. Lett., 1999, 35, (4), pp.288-290.
- [7] M. Tico, P.Kuosmanen and J.Saarinen. Wavelet domain features for fingerprint recognition, Electroni. Lett., 2001, 37, (1), pp.21-22.
- [8] L. Hong, Y. Wan and A.K. Jain, "Fingerprint Image Enhancement: Algorithms and Performance Evaluation", IEEE Transactions on PAMI ,Vol. 20, No. 8, pp.777-789, August 1998.
- [9] Image Systems Engineering Program, Stanford University. Student project By Thomas Yeo, Wee Peng Tay, Ying Yu Tai. [http://ise0.stanford.edu/class/ee368a\\_proj01/dropbox/project22/finger/](http://ise0.stanford.edu/class/ee368a_proj01/dropbox/project22/finger/)
- [10] FVC2000. <http://bias.csr.unibo.it/fvc2000/>
- [11] FVC2002. <http://bias.csr.unibo.it/fvc2002/>
- [12] L.C. Jain, U.Halici, I. Hayashi, S.B. Lee and S.Tsutsui. Intelligent biometric techniques in fingerprint and face recognition. 1999, the CRC Press.
- [13] M. J. Donahue and S. I. Rokhlin, "On the Use of Level Curves in Image Analysis," *Image Understanding, VOL. 57, pp 652 - 655, 1992.*