

شناسایی از روی اثر کف دست



دانشگاه زنجان

گروه مهندسی برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش : الکترونیک

عنوان : شناسایی از روی اثر کف دست

استاد راهنما : دکتر سعید فضلی

نگارش : نعیمه سلطانیه

شهریور ۱۳۹۰

شناسایی از روی اثر کف دست

فهرست مطالب

فصل اول: معرفی ۶

۱-۱-۱ فناوری بیومتریک ۶

۱-۱-۱-۱ اثر انگشت ۱۱

۱-۱-۱-۲ هندسه دست ۱۳

۱-۱-۱-۳ شیمیایی (بو) ۱۴

۱-۱-۱-۴ عنبیه چشم ۱۵

۱-۱-۱-۵ دئوکسی ریبونوکلوئیک اسید ۱۸

۱-۱-۱-۶ رگ پشت دست ۱۹

۱-۱-۱-۷ امضا ۲۰

۱-۱-۱-۸ حالت تایپ کلیدها ۲۲

۱-۱-۱-۹ چهره ۲۳

۱-۱-۱-۱۰ صدا ۲۵

۱-۱-۱-۱۱ طرز حرکت ۲۵

۱-۱-۱-۱۲ گوش ۲۵

۱-۱-۱-۱۳ لب ها ۲۶

۱-۱-۱-۱۴ ناخن ۲۶

۱-۱-۱-۱۵ طیف الکترومغناطیسی پوست ۲۷

۱-۱-۱-۱۶ تار مو ۲۷

۱-۱-۱-۱۷ نمایشگر دمای نقاط بدن ۲۸

۱-۱-۱-۱۸ تپش قلب ۲۸

۱-۱-۱-۱۹ دندانها ۲۹

۱-۱-۱-۲۰ نانو ذرات ۲۹

۲-۱ شناسایی بیومتری از گذشته تا کنون ۳۱

شناسایی از روی اثر کف دست

۳-۱-۳ معماری سیستمهای بیومتری..... دانشگاه زنجان، دانشکده مهندسی گروه برق، آزمایشگاه پروژ ۳۲

فصل دوم: بررسی تعیین هویت از روی کف دست..... دانشگاه زنجان، دانشکده مهندسی گروه برق، آزمایشگاه پروژ ۳۴

۱-۲-۱ معرفی..... دانشگاه زنجان، دانشکده مهندسی گروه برق، آزمایشگاه پروژ ۳۴

۲-۲-۲ تحقیقات اخیر..... دانشگاه زنجان، دانشکده مهندسی گروه برق، آزمایشگاه پروژ ۳۸

۱-۲-۲-۲ نگاه کلی..... دانشگاه زنجان، دانشکده مهندسی گروه برق، آزمایشگاه پروژ ۳۸

۲-۲-۲ انواع اسکنرها..... دانشگاه زنجان، دانشکده مهندسی گروه برق، آزمایشگاه پروژ ۳۹

۳-۲-۲ پیش پردازش..... دانشگاه زنجان، دانشکده مهندسی گروه برق، آزمایشگاه پروژ ۴۱

۴-۲-۲ استخراج ویژگی..... دانشگاه زنجان، دانشکده مهندسی گروه برق، آزمایشگاه پروژ ۴۲

۵-۲-۲ تطبیق..... دانشگاه زنجان، دانشکده مهندسی گروه برق، آزمایشگاه پروژ ۴۳

۶-۲-۲ شناسایی در بانک اطلاعاتی بزرگ..... دانشگاه زنجان، دانشکده مهندسی گروه برق، آزمایشگاه پروژ ۴۴

۳-۲-۲ نتیجه گیری..... دانشگاه زنجان، دانشکده مهندسی گروه برق، آزمایشگاه پروژ ۴۴

فصل سوم: پیش پردازش..... دانشگاه زنجان، دانشکده مهندسی گروه برق، آزمایشگاه پروژ ۴۵

۱-۳ بررسی روشهای پیش پردازش..... دانشگاه زنجان، دانشکده مهندسی گروه برق، آزمایشگاه پروژ ۴۵

فصل چهارم: استخراج ویژگی..... دانشگاه زنجان، دانشکده مهندسی گروه برق، آزمایشگاه پروژ ۴۸

۱-۴ معرفی ویژگی ها..... دانشگاه زنجان، دانشکده مهندسی گروه برق، آزمایشگاه پروژ ۴۸

۱-۴-۱ ویژگیهای هندسی..... دانشگاه زنجان، دانشکده مهندسی گروه برق، آزمایشگاه پروژ ۴۸

۱-۴-۲ ویژگیهای خطوط..... دانشگاه زنجان، دانشکده مهندسی گروه برق، آزمایشگاه پروژ ۴۸

شناسایی از روی اثر کف دست

- ۳-۱-۴ ویژگیهای نقاط..... گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان ۴۹
- ۴-۱-۴ ویژگیهای بافت..... گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان ۴۹
- ۴-۱-۵ ویژگیهای آماری..... گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان ۴۹
- ۲-۴-۲ متدهای استخراج ویژگی..... گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان ۵۰
- ۴-۲-۱ تبدیل فوریه کسینوسی گسسته (DCT)..... گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان ۵۰
- ۴-۲-۲ تبدیل موجک..... گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان ۵۱
- ۴-۲-۳ کد سبل (Sobel Code)..... گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان ۵۳
- ۴-۲-۴ تعداد خطوط و تعداد برخورد های آنها..... گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان ۵۴
- ۴-۲-۵ استخراج ویژگیهای دو بعدی و سه بعدی..... گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان ۶۰
- ۳-۴ روش اعمالی در پروژه..... گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان ۶۳
- فصل پنجم : تطبیق..... گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان ۶۶
- ۱-۵ معرفی..... گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان ۶۶
- ۲-۵ معرفی برخی از الگوریتمهای تطابق پر کاربرد..... گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان ۶۶
- ۱-۲-۵ فاصله اقلیدسی..... گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان ۶۷
- ۲-۲-۵ مدل پنهان مارکف..... گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان ۶۷
- ۳-۲-۵ تحلیل مولفه های اصلی (PCA)..... گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان ۶۹
- ۳-۵ روش اعمالی در پروژه..... گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان ۷۳
- منابع..... گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژهبق دانشگاه زنجان ۷۴

شناسایی از روی اثر کف دست

چکیده:

انسان ها از دیرباز و به طور طبیعی از ویژگی های بیومتریکی دیگران مانند صورت و صدا یا دست خط برای شناسایی و تشخیص هویت آن ها استفاده می کرده اند. در جوامع امروزی تشخیص هویت افراد به ویژه در مورد مسائل امنیتی اهمیت زیادی پیدا کرده است. با پیشرفت سریع تکنولوژی بسیاری از ابزارهای مورد نیاز برای رسیدن به این هدف در دسترس ما قرار دارند. تحقیقات و پیشرفت های به دست آمده در دهه های اخیر فصل جدیدی را در تأیید و تشخیص هویت آغاز کرده است و در نتیجه آن روش های اتوماتیک بر پایه ویژگی های فردی انسان ها پایه گذاری شده اند. سامانه های بیومتریکی جدید دارای قابلیت تشخیص هویت افراد با سرعت و دقت و اطمینان و راحتی و همچنین ارزانی بالا را در اختیار ما قرار داده اند. پژوهش انجام شده در این پایان نامه شامل طراحی و پیاده سازی یک سامانه شناسایی جدید بر مبنای تحلیل اثر کف دست می باشد. در این پایان نامه ابتدا الگوریتمی برای پیدا کردن قسمتی از کف دست (ROI) ارائه می شود. سپس با استفاده چند روش که معرفی خواهد شد یک سری ویژگیها از تصویر استخراج میکنیم در مرحله بعد این ویژگیها را با ویژگیهای موجود در بانک اطلاعاتی مقایسه شده و با روشهای دسته بندی تشخیص هویت انجام می شود. بانک اطلاعاتی CASIA شامل ۵۵۰۲ تصویر از ۳۱۲ نفر می باشد، که شامل هر دو دست راست و چپ میباشد. تصاویر خاکستری و ۸ بیتی می باشند.

فصل اول: معرفی

۱-۱ فناوری بیومتریک

تشخیص هویت افراد از زمان های قدیم مورد توجه بشر بوده است. با پیشرفت تکنولوژی در دنیای جدید فعالیت و برخوردهای افراد به گونه ای توسعه یافته است که در آن تشخیص افراد به صورت سریع و مطمئن مورد نیاز است. کنترل گذرنامه، سیستم های بانکی اتوماتیک و سیستم های امنیتی مثال هایی از کاربرد تشخیص هویت هستند. اتوماتیک بودن، سرعت و قابلیت اطمینان از اهداف مشترک همه ی روش های شناسایی افراد است.

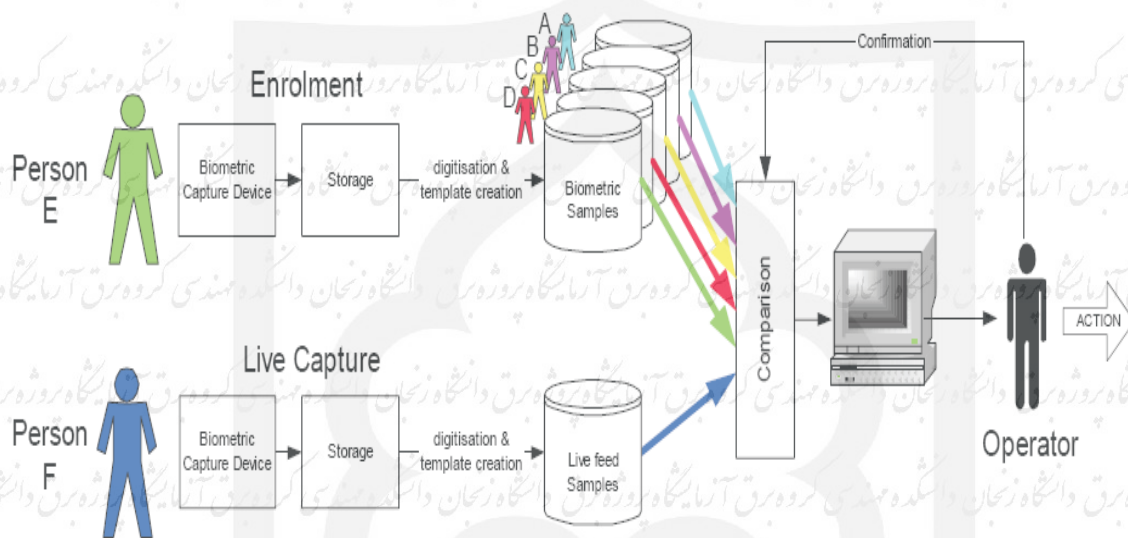
برای تشخیص هویت افراد در مکان های عمومی مثلا در فرودگاه ها معمولا از مدارکی مانند گذرنامه که حاوی مشخصات صاحب آن است استفاده می شود. این نوع معیارهای شناسایی قابلیت اطمینان پایینی دارند چون می توان آن ها را به راحتی جعل کرد. به همین دلیل لازم است که از یک روش که بر مبنای بدن انسان است برای شناسایی استفاده کرد. روشی که هم منحصر به فرد باشد هم به راحتی قابل اندازه گیری باشد و در طول زمان تغییر نکند.

روش های بیومتریک به دنبال روشی هستند که شناسایی افراد را به بدن انسان یعنی ویژگی های منحصر به فرد آن مربوط کنند. انتظاری که از این روش ها می رود این است که بهتر از روش های مرسوم عمل کنند زیرا بر مبنای چیزی که هستید عمل می کنند نه چیزی که می دانید یا همراه خود دارید.

معمولا منظور از بیومتریک استفاده ی اتوماتیک یا نیمه اتوماتیک از ویژگی های فیزیولوژیکی و یا ویژگی های رفتاری که به بدن انسان بستگی دارند برای تشخیص و یا تایید هویت فرد است. مشخصه های فیزیولوژیکی به عنوان مثال شامل اثر انگشت یا تصاویر صورت است. مشخصه های رفتاری شامل اعمال یا رفتاری است که از فرد سر می زند مانند امضا یا لحن صحبت کردن. در مورد مشکلات روش های قدیمی که از شماره رمز عبور به جای سامانه بیومتریک استفاده می کنند مثل سامانه های کارت خودپرداز بانکی، وقتی فرد می خواهد از کارت خود استفاده کند لازم است که شماره تشخیص هویت شخصی خود (PIN) را وارد کند. در این سامانه تایید و یا تشخیص هویت بر مبنای چیزی که شخص به همراه دارد (کارت) به اضافه اطلاعاتی شخص با خود دارد می باشد، که این یک مشکل بالقوه در این سیستم است زیرا کارت ممکن است دزدیده شود و شماره رمز را هم فرد دیگری می تواند با خود داشته باشد. در حالی

شناسایی از روی اثر کف دست

که در سامانه های بیومتریک این مشکلات وجود ندارند و امکان تقلب در آن ها خیلی کم است و می توانند به عنوان سامانه های ایده آل تشخیص هویت مورد استفاده قرار گیرند. سامانه های بیومتریک معمولا برای مقاصد نظارت و کنترل ورود و خروج افراد مورد استفاده قرار می گیرند. شکل ۱-۱ طرز کار نمونه ای از سیستم های نظارت را نشان می دهد. در این سیستم ها ویژگی بیومتریک فرد توسط دستگاه گرفته شده و کد آن استخراج می شود، سپس با کدهای ذخیره شده در پایگاه داده مقایسه می شود. و در صورتی که فرد مورد نظر شناسایی شود دستگاه، اپراتور را آگاه می کند. برای شناسایی معمولا یک انسان نیز در چرخه شناسایی وجود دارد که تصمیم نهایی را می گیرد.



شکل ۱-۱ طرز کار نمونه ای از سیستم های نظارت

در کاربردهای عملی، کارایی سیستم عبارت است از تعادل بین درصد تشخیص دادن به اشتباه (FAR) و

نرخ تشخیص ندادن به اشتباه (FRR) که اولی عبارت است از تعداد افرادی که اشتباه تشخیص داده شده اند و دومی برابر تعداد افرادی است که در پایگاه داده وجود داشتند ولی تائید هویت نشده اند. سامانه های بیومتریک دارای دو خصوصیت بسیار مهم هستند که قابلیت اطمینان آن ها را بالا می برند و عبارتند از اینکه اولاً شخصی که می خواهد تائید هویت شود باید شخصا در هنگام فرآیند حضور داشته باشد و دوماً تشخیص هویت نیازی ندارد که شخص اطلاعاتی را حفظ یا یادآوری کند یا اینکه چیزی را با خود همراه داشته باشد.

شناسایی از روی اثر کف دست

با محاسبه ماتریس تبدیلی W و داشتن بردار ویژگی x و همچنین میانگین کل μ می توانیم با رابطه زیر y را بدست بیاوریم، که در نتیجه بردارها از d به d' کاهش دیمانسیون می یابند.

$$y = W^T (x - \mu)$$

با تعمیم y به کل بانک اطلاعاتی مقدار \bar{y} را بدست می آوریم، با ضرب نقطه ای y و \bar{y} زاویه ای بدست می آید که همین زاویه مبنای شناسایی می باشد.

منابع

[۱] T. Blackburn, M. Butavicius, I. Graves, D. Hemming, V. Ivancevic, R. Johnson, A. Kaine, B. McLindin, K. Meaney, B. Smith, and J. Sunde, "Biometrics Technology, Review ۲۰۰۲," DSTO, Adelaide DSTO-GD-۰۳۵۹, ۲۰۰۲.

[۲] A. Delbridge, J. Bernard, D. Blair, S. Peters, and S. Butler, The Macquarie Dictionary," Second ed. Sydney, Australia: The Macquarie Library Pty Ltd, pp. ۵۹۷, ۱۹۹۱.

[۳] D. Maltoni, D. Maio, A. K. Jain, and S. Prabhakar, "Chapter ۱: Introduction," in *Handbook of Fingerprint Recognition*. New York: Springer, pp. ۱-۵۲, ۲۰۰۳.

[۴] M. Darrat, "Biometrics Applications". [Online]. Available:

http://www.cab.latech.edu/public/facstaff/Homes/Cstephen/CIS۵۱۰/winter_۰۳

/Resource/۲۰Guides/Biometrics_MahmoudDarrat.htm, ۲۰۰۳.

[۵] D. Maltoni, D. Maio, A. K. Jain, and S. Prabhakar, Chapter ۱: Introduction," in

Handbook of Fingerprint Recognition. New York: Springer, pp. ۴۲, ۲۰۰۳.

[۶] International Biometric Group, "Finger-Scan Accuracy". [Online]. Available:

http://finger-scan.com/finger-scan_accuracy.htm, ۱۹۹۹.

[۷] National Center for State Courts, "Biometrics Comparison Chart".

[Online]. Available: <http://ctl.ncsc.dni.us/biomet/web/BMCompare.html>, ۲۰۰۲.

[۸] D. Stott, "Identification Parade," *Computer Reseller News*, ۱۷ July, ۲۰۰۲.

[۹] S. Liu and M. Silverman, "A Practical Guide to Biometric Security Technology," *IT Professional*, pp. ۲۷-۳۲, January/February, ۲۰۰۱.

[۱۰] W. Jackson, "Long Road Ahead for Biometrics, Developer Says". [Online]. Available: http://www.gen.com/vol1_no1/daily-updates/۲۴۳۵۴-۱.html, ۲۰۰۳.

[۱۱] D. Sims, "Biometric Recognition: Our Hands, Eyes and Faces Give us Away," *IEEE Computer Graphics and Applications*, pp. ۱۴-۱۵, September, ۱۹۹۴

[۱۲] A. Albrecht, M. Behrens, T. Mansfield, W. McMeechan, M. Rejman-Greene, M. Savastano, P. Statham, C. Schmidt, B. Schouten, and M. Walsh., "BioVision: Roadmap for Biometrics In Europe to ۲۰۱۰," Ipswich, UK PNA-E-۰۳۰۳, ۱۵ October ۲۰۰۳.

[۱۳] E. Spinella, "Biometric Scanning Technologies: Finger, Facial and Retinal Scanning," SANS Institute, San Francisco, CA ۲۸ May ۲۰۰۳.

[۱۴] K. A. Rhodes, "Challenges in Using Biometrics," United States General Accounting Office GAO-۰۳-۱۱۳۷T, ۹ September ۲۰۰۳.

[۱۵] W. Shu and D. Zhang, "Automated Personal Identification by Palmprint," *Optical Engineering*, vol. ۳۷, pp. ۲۳۵۹-۲۳۶۲, ۱۹۹۸.

[۱۶] D. Zhang, W.-K. Kong, J. You, and M. Wong, "Online Palmprint Identification," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. ۲۵, pp. ۱۰۴۱-۱۰۵۰, ۲۰۰۳.

[۱۷] W. Shu and D. Zhang, "Palmprint Verification: An Implementation of Biometric Technology," in Proc. Fourteenth Int. Conf. on Pattern Recognition, pp. ۲۱۹، ۱۹۹۸.

[۱۸] S. Ranger, "Pito Presents Police Palm Print Plan". [Online]. Available: <http://www.vnunet.com/News/۱۱۳۳۶۶۳>, ۲۰۰۲.

[۱۹] C. Traeger and H. Falk, "Biometric Technologies," Faulkner Information Services ۰۰۱۶۷۶۱، ۲۰۰۲.

[۲۰] A. K. Jain, A. Ross, and S. Prabhakar, "An Introduction to Biometric Recognition," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. ۱۴, pp. ۱۰، ۲۰۰۴.

[۲۱] D. Zhang, W.K. Kong, J. You and M. Wong, "On-line palmprint identification", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. ۲۵, no. ۹, pp. ۱۰۴۱-۱۰۵۰، ۲۰۰۳.

[۲۲] T. Connie, A.T.B. Jin, M.G.K. Ong and D.N.C. Ling, "An automated palmprint recognition system", *Image and Vision Computing*, vol. ۲۳, no. ۵, pp. ۵۰۱-۵۱۵، ۲۰۰۵.

[۲۳] C.C. Han, "A hand-based personal authentication using a coarse-to-fine strategy", *Image and Vision Computing*, vol. ۲۲, no. ۱۱, pp. ۹۰۹-۹۱۸، ۲۰۰۴.

[۲۴] C.C. Han, H.L. Cheng, C.L. Lin and K.C. Fan, "Personal authentication using palm-print features", *Pattern Recognition*, vol.s ۳۶, no. ۲, pp. ۳۷۱-۳۸۱، ۲۰۰۳.

- [۲۵] W. Li, D. Zhang and Z. Xu, "Palmprint identification by Fourier transform", *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, vol. ۱۶, no. ۴, pp. ۴۱۷-۴۳۲, ۲۰۰۲.
- [۲۶] X. Wu, K. Wang and D. Zhang, "HMMs based palmprint identification", *Lecture Notes in Computer Science*, Springer, vol. ۳۰۷۲, pp. ۷۷۵-۷۸۱, ۲۰۰۴.
- [۲۷] X. Wu, K. Wang and D. Zhang, "Line feature extraction and matching in palmprint", in *Proceeding of the Second International Conference on Image and Graphics*, pp. ۵۸۳-۵۹۰, ۲۰۰۲.
- [۲۸] X. Wu, K. Wang and D. Zhang, "Fuzzy direction element energy feature (FDEEF) based palmprint identification", in *Proceedings of International Conference on Pattern Recognition*, vol. ۱, pp. ۹۵-۹۸, ۲۰۰۲.
- [۲۹] W.W. Boles and S.Y.T. Chu, "Personal identification using images of the human palms", in *Proceedings of IEEE Region 10 Annual Conference, Speech and Image Technologies for Computing and Telecommunications*, vol. ۱, pp. ۲۹۵-۲۹۸, ۱۹۹۷.
- [۳۰] M. Rafael Diaz, C.M. Travieso, J.B. Alonso and M.A. Ferrer, "Biometric system based in the feature of hand palm", in *Proceedings of ۳۸th Annual International Carnahan Conference on Security Technology*, pp. ۱۳۶- ۱۳۹, ۲۰۰۴.
- [۳۱] S.Y. Kung, S.H. Lin and M. Fang, "A neural network approach to face/palm recognition" in *Proceedings of IEEE Workshop Neural Networks for Signal Processing*, pp. ۳۲۳-۳۳۲, ۱۹۹۵.

- [۳۲] X. Wu, K. Wang and D. Zhang, "A novel approach of palm-line extraction", in *Proceeding of the Third International Conference on Image and Graphics*, pp. ۲۳۰-۲۳۳, ۲۰۰۴.
- [۳۳] X. Wu, D. Zhang and K. Wang, "Fisherpalms based palmprint recognition", *Pattern Recognition Letters*, vol. ۲۴, no. ۱۵, pp. ۲۸۲۹-۲۸۳۸, ۲۰۰۳.
- [۳۴] G. Lu, D. Zhang and K. Wang, "Palmprint recognition using eigenpalms features", *Pattern Recognition Letters*, vol. ۲۴, no. ۹, pp. ۱۴۶۳-۱۴۶۷, ۲۰۰۳.
- [۳۵] X.Y. Jing and D. Zhang, "A face and palmprint recognition approach based on discriminant DCT feature extraction", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics 3/4 Part B: Cybernetics*, vol. ۳۴, no. ۶, pp. ۲۴۰۵-۲۴۱۵, ۲۰۰۴.
- [۳۶] G.M. Lu, K.Q. Wang and D. Zhang, "Wavelet based independent component analysis for palmprint identification", in *Proceedings of International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, vol ۶, pp. ۳۵۴۷-۳۵۵۰, ۲۰۰۴.
- [۳۷] A. Kumar and D. Zhang, "Integrating palmprint with face for user authentication", in *Proceedings of Multi Modal User Authentication Workshop*, pp. ۱۰۷-۱۱۲, ۲۰۰۳.
- [۳۸] A. Kumar and D. Zhang, "Palmprint authentication using multiple classifiers", in *Proceedings of SPIE Symposium on Defence and Security- Biometric Technology for Human Identification*, pp. ۲۰-۲۹, ۲۰۰۴.
- [۳۹] G. Feng, K. Dong, D. Hu and D. Zhang, "When face are combined with palmprints: a novel biometric fusion strategy", *Lecture Notes in Computer Science*, Springer, vol. ۳۰۷۲, pp. ۷۰۱-۷۰۷, ۲۰۰۴.

- [۴۰] L. Shang, D.S. Huang, J.X. Du and C.H. Zheng, "Palmpoint recognition using FastICA algorithm and radial basis probabilistic neural network", *Neurocomputing*, vol. ۶۹, no. ۱۳-۱۵, pp. ۱۷۸۲-۱۷۸۶, ۲۰۰۶.
- [۴۱] X.Y. Jing and D. Zhang, "A face and palmpoint recognition approach based on discriminant DCT feature extraction", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics 3/4 Part B: Cybernetics*, vol. ۳۴, no. ۶, pp. ۲۴۰۵-۲۴۱۵, ۲۰۰۴.
- [۴۲] Q. Li, Z. Qiu and D. Sun, "Feature-level fusion of hand biometrics for personal verification based on Kernel PCA", *International Conference on Biometrics*, pp. ۷۴۴-۷۵۰, ۲۰۰۶.
- [۴۳] Y.H. Pang, T. Connie, A. Jin and D. Ling, "Palmpoint authentication with Zernike moment invariants", in *Proceedings of the ۳rd IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology*, pp. ۱۹۹- ۲۰۲, ۲۰۰۳.
- [۴۴] L. Zhang and D. Zhang, "Characterization of palmpoints by wavelet signatures via directional context modeling", *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part B*, vol. ۳۴, no. ۳, pp. ۱۳۳۵-۱۳۴۷, ۲۰۰۴.
- [۴۵] Q. Dai, N. Bi, D. Huang, D. Zhang and F. Li, "M-band wavelets applications to palmpoint recognition based on texture features", in *Proceedings Conference on Image Processing*, vol. ۲, pp. ۸۹۳-۸۹۶, ۲۰۰۴.
- [۴۶] Y. Li, K. Wang and D. Zhang, "Palmpoint recognition based on translation invariant Zernike moments and modular neural network", *Lecture Notes in Computer Science*, Springer, vol. ۳۴۹۷, pp. ۱۷۷-۱۸۲, ۲۰۰۵.
- [۴۷] J.S. Noh and K.H. Rhee, "Palmpoint identification algorithm using Hu invariant moments and Otsu binarization", in *Proceeding of Fourth Annual ACIS International Conference on Computer and Information Science*, pp. ۹۴-۹۹, ۲۰۰۵.

- [۴۸] W.K. Kong and D. Zhang, "Palmprint texture analysis based on low-resolution images for personal authentication", in *Proceedings of 17th International Conference on Pattern Recognition*, vol. ۳, pp. ۸۰۷-۸۱۰, ۲۰۰۲.
- [۴۹] A.W.K. Kong and D. Zhang, "Competitive coding scheme for palmprint verification", in *Proceedings of International Conference on Pattern Recognition*, vol. ۱, pp. ۵۲۰-۵۲۳, ۲۰۰۴.
- [۵۰] A. Kong, D. Zhang and M. Kamel, "Palmprint identification using feature-level fusion", *Pattern Recognition*, vol. ۳۹, no. ۳, pp. ۴۷۸-۴۸۷, ۲۰۰۶.
- [۵۱] Z. Sun, T. Tan, Y. Wang and S.Z. Li, "Ordinal palmprint representation for personal identification", in *Proceeding of Computer Vision and Pattern Recognition*, vol. ۱, pp ۲۷۹-۲۸۴, ۲۰۰۵.
- [۵۲] A. Kong and D. Zhang, "Feature-level fusion for effective palmprint authentication" in *Proceedings of International Conference on Biometric Authentication*, vol. ۱, pp. ۵۲۰ -۵۲۳, ۲۰۰۴.
- [۵۳] P. Hennings and B.V.K.V. Kumar, "Palmprint recognition using correlation filter classifiers", *Conference Record of the ۳۸th Asilomar Conference on Signal, Systems and Computers*, vol. ۱, pp. ۵۶۷-۵۷۱, ۲۰۰۴.
- [۵۴] C. L. Lin, T. C. Chuang, H. C. Fan, "Palmprint Verification Using Hierarchical Decomposition", *Pattern Recogn.*, Vol. ۳۸, pp. ۲۶۳۹- ۲۶۵۲, ۲۰۰۵.
- [۵۵] M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle, "Image Processing, Analysis and Machine Vision", ۲nd ed., New York: PWS Pub., ۱۹۹۹.

[۵۶] A. W. K. Kong and D. Zhang, "Competitive coding scheme for palmprint verification", in *Proc. 11th ICPR*, Washington, DC, vol. ۱, pp. ۱۰۵۱-۱۰۶۵, ۲۰۰۴.

[۵۷] T.S. Lee, "Image representation using ۲D Gabor wavelet," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. ۱۸, no. ۱۰, pp. ۹۵۹ - ۹۷۱, Oct. ۱۹۹۶.

[۵۸] S. Lim, K. Lee, O. Byeon and T. Kim, "Efficient iris recognition through improvement of feature vector and classifier," *ETRI Journal*, Volume ۲۳, Number ۲, June ۲۰۰۱.

[۵۹] Pearson, K. (۱۹۰۱). "On Lines and Planes of Closest Fit to Systems of Points in Space" *Philosophical Magazine* ۲ (۶): ۵۵۹-۵۷۲. http://stat.smmu.edu.cn/history/pearson_۱۹۰۱.pdf

[۶۰] Shaw PJA (۲۰۰۳) *Multivariate statistics for the Environmental Sciences*, Hodder-Arnold. ISBN ۰-۳۴۰-۰۷۶۳-۶.

[۶۱] Turk, M.A., Pentland, A.P., "Eigenfaces for Recognition", *Journal of Cognitive Neuro-Science*, ۳(۱), pp ۷۱-۸۶ (۱۹۹۱).

[۶۲] Wang, X., Kuldip, K.P., "Feature extraction and dimensionality reduction algorithms and their applications in vowel recognition", *Pattern Recognition*, ۳۶(۱۰), pp ۲۴۲۹-۲۴۳۹ (۲۰۰۳).

[۶۳] Lu, G., David, Z., Wang, K., "Palmprint recognition using eigenpalms features", *Pattern Recognition Letters*, ۲۴(۹-۱۰), pp ۱۴۷۳-۱۴۷۷(۲۰۰۳).