



دانشگاه نبی اکرم تبریز  
دانشکده فنی و مهندسی  
گروه کامپیوتر

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته کامپیوتر گرایش هوش مصنوعی

عنوان:

ترکیبی از ویژگی های شبه‌هار و الگوریتم آدابوست برای تشخیص عابر پیاده با استفاده از  
طبقه‌بندی کننده ماشین‌های بردار پشتیبان

استاد راهنما:

دکتر میرهادی سید عربی

استاد مشاور:

دکتر بهزاد مظفری تازه کند

پژوهشگر:

حمید سلیمی گم‌سائی

آبان ۹۳

## چکیده:

این پژوهش سعی دارد راهکاری برای نجات زندگی انسان‌ها در ترافیک شهری و بین شهری به خصوص افزایش امنیت افرادی که از خیابان‌ها عبور می‌کنند و خطر تصادف آنها را تهدید می‌کند، ارائه دهد. متأسفانه در دنیا و مخصوصاً در کشور ایران میزان تصادفات وسایل نقلیه با عابران بسیار بالا است. هر ساله تعداد زیادی از عابران پیاده بر اثر تصادف با خودروها کشته و مجروح می‌شوند. اقدامات بسیاری برای بهبود امنیت داخلی خودروها و امنیت مسافران خودرو از قبیل کمربند ایمنی، کیسه هوا و غیره انجام شده است، اما برای حفظ امنیت عابران پیاده اقدامات کمی صورت گرفته است.

در این پایان نامه تشخیص عابر پیاده و سیستم جلوگیری از تصادف برای به‌کارگیری در وسایل نقلیه توسعه داده شده است که اگر به طور کامل پیاده سازی شود، می‌تواند مانع از وقوع تعداد زیادی از تصادفات خودروها با عابرین پیاده شود. سیستم مبتنی بر ظاهر است و مساله اساسی، طراحی الگوریتم مبتنی بر ظاهری است که به اندازه کافی قوی و قابل اعتماد باشد و عابرین پیاده را حتی در محیط‌های شهری بسیار به هم ریخته تشخیص بدهد. هم چنین به اندازه کافی سریع باشد تا در خودروهای هوشمند بلادرنگ استفاده شود. در حال حاضر تشخیص عابر یک زمینه تحقیقاتی گسترده است. و از آن می‌توان در دوربین‌های مدار بسته، سیستم پیشرفته کمک راننده (ADAS) و کاربردهای دیگر استفاده کرد.

برای تشخیص عابر پیاده از الگوریتم یادگیری ماشین‌های بردار پشتیبان، شبکه‌های عصبی و الگوریتم آدابوست استفاده شده است. در فرآیند استخراج ویژگی، از لبه، بافت تصویر و هیستوگرام جهت‌دار گرادیان به‌عنوان توصیف‌گر استفاده شده است. در این پایان نامه برای بهبود نتایج، بعضی از الگوریتم‌ها تغییر داده شده‌اند و مجموعه‌ای از ویژگی‌ها و دسته‌بندی کننده‌ها، به‌کار گرفته شده است. ترکیب‌های مختلفی از ویژگی‌ها و دسته‌بندی کننده‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. به‌منظور تنظیم پارامترهای مختلف به‌نحوی که بهترین عملکرد ممکن حاصل شود، چندین آزمایش انجام گرفته و نتایج به‌دست آمده برای تعیین عملکرد و کارایی با هم مقایسه شده‌اند. در این پایان‌نامه عمدتاً کاهش موارد مثبت کاذب و تشخیص غلط در ترکیب SVM-HOG و الگوریتم‌های دیگر مد نظر بوده است و سرعت (اجرای الگوریتم‌ها) نگرانی اصلی نبوده است. الگوریتم‌ها بر روی مجموعه داده INRIA Person و مجموعه داده‌های MIT CBCL Pedestrian آموزش و آزمایش شده‌اند.

## واژه‌های کلیدی:

عابر پیاده، الگوریتم آدابوست، الگوریتم یادگیری ماشین‌های بردار پشتیبان، هیستوگرام جهت‌دار گرادیان

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- مروری بر کارهای گذشته .....	۱
۱-۱- مقدمه .....	۲
۱-۱-۱ دسته‌بندی تصاویر .....	۳
۲-۱-۱ تشخیص شی .....	۳
۳-۱-۱ بخش‌بندی تصویر .....	۴
۲-۱- دلایل و انگیزه های مطالعات و تحقیقات برای تشخیص عابر .....	۵
۱-۲-۱ کارهای انجام شده در هوشمندسازی خودروها .....	۵
۳-۱- بررسی مشکلات پیش روی تشخیص عابرپایه .....	۸
۴-۱- تکنولوژی حسگرها .....	۱۰
۱-۴-۱ حسگرهای طیف نوری .....	۱۱
۲-۴-۱ حسگرهای مادون قرمز .....	۱۲
۳-۴-۱ حسگرهای فعال .....	۱۴
۲- مواد و روش‌ها .....	۱۵
۱-۲- الگوریتم‌های خوشه‌بندی .....	۱۶
۱-۱-۲ استراتژی‌های مختلف خوشه‌بندی .....	۱۷
۲-۱-۲ الگوریتم K-means .....	۱۸
۲-۲- زمینه‌های تشخیص عابر .....	۱۹
۱-۲-۲ روش‌های مبتنی بر مدل .....	۱۹
۲-۲-۲ روش‌های مبتنی بر استریو .....	۲۰
۳-۲-۲ روش‌های مبتنی بر شکل .....	۲۲
۴-۲-۲ روش‌های مبتنی بر مادون قرمز .....	۲۴
۵-۲-۲ روش مبتنی بر بوستینگ .....	۲۶
۶-۲-۲ نگاهی به مشکلات سیستم‌های تشخیص عابر پیاده .....	۲۷
۳-۲- ویژگی‌ها .....	۲۷
۱-۳-۲ ویژگی‌های شبه هار .....	۲۸
۲-۳-۲ تصویر تجمعی .....	۳۰

۳-۳-۲ هیستوگرام جهت‌دار گرادیان (HOG).....	۳۲
۴-۳-۲ ویژگی‌های SIFT.....	۳۴
۴-۲-۴ دسته‌بندی‌کننده‌ها.....	۳۹
۱-۴-۲ دسته‌بندی‌کننده‌های الگو (قالب).....	۳۹
۲-۴-۲ دسته‌بندی‌کننده‌های آماری.....	۴۱
۳-۴-۲ شبکه عصبی مصنوعی.....	۴۲
۴-۴-۲ دسته‌بندی‌کننده بردار پشتیبان SVM.....	۴۳
۵-۴-۲ دسته‌بندی‌کننده آدابوست.....	۴۷
۵-۲-۵ روش‌های تشخیص عابر پیاده.....	۵۰
۱-۵-۲ ترکیب ویژگی‌های شبه‌هار و الگوریتم آدابوست.....	۵۰
۲-۵-۲ ترکیب هیستوگرام جهت‌دار گرادیان با دسته‌بندی‌کننده بردار پشتیبان.....	۵۲
۳-۵-۲ شبکه‌های عصبی پذیرای زمینه‌های محلی (NN/LRF).....	۵۲
<b>۳- پیاده‌سازی.....</b>	<b>۵۴</b>
۱-۳-۱ مقدمه.....	۵۵
۲-۳-۲ داده‌ها.....	۵۵
۳-۳-۳ سیستم و رایانه.....	۵۶
۴-۳-۴ معماری سیستم.....	۵۶
۵-۳-۵ استفاده از دسته‌بندی‌کننده شبکه عصبی پرسپترون و ماشین‌های بردار پشتیبان.....	۵۸
۶-۳-۶ ترکیب فیلترهای مشتق‌گیر با دسته‌بندی‌کننده شبکه عصبی و ماشین‌های بردار پشتیبان.....	۶۰
۷-۳-۷ ترکیب فیلتر استخراج بافت و دسته‌بندی‌کننده شبکه عصبی پرسپترون و ماشین‌های بردار پشتیبان.....	۶۱
۸-۳-۸ ترکیب فیلتر استخراج لبه با دسته‌بندی‌کننده شبکه عصبی و ماشین‌های بردار پشتیبان.....	۶۶
۹-۳-۹ ترکیب فیلتر استخراج لبه سوبل با شبکه عصبی و تصویر تجمعی.....	۷۱
۱۰-۳-۱۰ ترکیب هیستوگرام جهت‌دار گرادیان با دسته‌بندی‌کننده شبکه عصبی.....	۷۳
۱۱-۳-۱۱ ترکیب هیستوگرام جهت‌دار گرادیان با دسته‌بندی‌کننده ماشین‌های بردار پشتیبان.....	۷۶
۱۲-۳-۱۲ ترکیب هیستوگرام جهت‌دار گرادیان با دسته‌بندی‌کننده بردار پشتیبان به صورت چند بخشی.....	۷۸
۱۳-۳-۱۳ ترکیب هیستوگرام جهت‌دار گرادیان با دسته‌بندی‌کننده آدابوست.....	۸۱
۱۴-۳-۱۴ ترکیب هیستوگرام جهت‌دار گرادیان با دسته‌بندی‌کننده بردار پشتیبان با حد آستانه.....	۸۲

۴- بررسی جداول و نمودارها .....	۸۵
۴-۱- نمودار همگرایی .....	۸۶
۴-۲- نمودار قابلیت اطمینان .....	۸۶
۴-۳- نمودار پایداری .....	۸۶
۴-۴- راهنمای استفاده از نمودارها .....	۸۷
۴-۵- نمودارها .....	۸۷
۴-۵-۱- نمودار میانگین اجراها برای تصاویر آزمون مثبت و منفی .....	۸۷
۴-۵-۱- نمودار قابلیت اطمینان برای تصاویر مثبت و منفی .....	۸۹
۴-۵-۲- نمودار پایداری برای تصاویر مثبت و منفی .....	۹۱
۴-۵-۳- ترکیب هیستوگرام جهت‌دار گرادیان و دسته‌بندی کننده بردار پشتیبان در بین‌های متفاوت .....	۹۲
۴-۵-۴- نمودار هیستوگرام جهت‌دار گرادیان و دسته‌بندی کننده بردار پشتیبان در سه پنجره جستجوی متفاوت .....	۹۳
۴-۵-۵- نمودار مقایسه نتایج کل الگوریتم‌ها در هر دو مجموعه داده مورد استفاده .....	۹۴
۴-۶- نتیجه‌گیری .....	۹۵
۴-۷- راهکارهای آینده .....	۹۶

## مراجع:

- [1] Walk, S., "*Multi-Cue People Detection from Video*". TU Darmstadt, Darmstadt [Ph.D. Thesis], (2013).
- [2] Arnell, F., "vision-based pedestrian detection system for use in smart car". Master's Thesis in Computer Science (20 credits) at the School of Mechanical Engineering, Royal Institute of technology year 2005.
- [3] Trivedi, M. M., Gandhi, T., and McCall, J., "Looking-in and looking-out of a vehicle: Computer-vision-based enhanced vehicle safety." IEEE Trans. Intell. Transp. Syst., vol. 8, no. 1, pp. 108–120, Mar. 2007.
- [4] Nunes, U., Laugier, C., and Trivedi, M. M., "Introducing perception, planning, and navigation for intelligent vehicles." IEEE Trans. Intell. Transp. Syst., vol. 10, no. 3, pp. 375–379, Sep. 2009.
- [5] Dang, T., Desens, J., Franke, U., Gavrilu, D., Schafers, L., and Ziegler W., *Steering and Evasion Assist*. London, U.K.: Springer-Verlag, 2012.
- [6] Bartels, A., Meinecke, M., and Steinmeyer, S., *Lane Change Assistance*. London, U.K.: Springer-Verlag, 2012.
- [7] Dollar, P., Wojek, C., Schiele, B., and Perona, P., "Pedestrian detection: An evaluation of the state of the art." IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., vol. 34, no. 4, pp. 743–761, Apr. 2012.
- [8] Geronimo, D., Lopez, A., Sappa, A., and Graf, T., "Survey of pedestrian detection for advanced driver assistance systems." IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., vol. 32, no. 7, pp. 1239–1258, Jul. 2010.
- [9] Møgelmoose, A., Prioletti, A., Trivedi, M. M., Broggi A., and Moeslund, T. B., "A two-stage part-based pedestrian detection system using monocular vision." in Proc. 15th IEEE Int. Conf. Intell. Transp. Syst., Sep. 2012, pp. 73–77.
- [10] Prioletti, A., Grisleri, P., Trivedi, M., and Broggi, A., "Design and implementation of a high performance pedestrian detection." presented at the IEEE Intell. Veh. Symp., Gold Coast, Australia, 2013, Paper WePO2T1.25.

- [11] Dalal, N. and Triggs, B. , “Histograms of oriented gradients for human detection.” in Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. CVPR, 2005, vol. 1, pp. 886–893.
- [12] Krotosky, S. and Trivedi, M., “On color-, infrared-, and multimodal-stereo approaches to pedestrian detection.” IEEE Trans. Intell. Transp. Syst., vol. 8, no. 4, pp. 619–629, Dec. 2007.
- [13] Broggi, A., Cerri, P., Ghidoni, S., Grisleri, P., and Jung, H., “A new approach to urban pedestrian detection for automatic braking,” IEEE Trans. Intell. Transp. Syst., vol. 10, no. 4, pp. 594–605, Dec. 2009.
- [14] Geismann, P., and Schneider, G. “A two-staged approach to vision-based pedestrian recognition using Haar and HOG features,” in Proc. IEEE Intell. Veh. Symp., 2008, pp. 554–559.
- [15] Prioletti, A., Møgelmoose, A., Grisleri, P., Trivedi, M. M., Broggi, A., Moeslund, T.B., “Part-Based Pedestrian Detection and Feature-Based Tracking for Driver Assistance: Real-Time, Robust Algorithms, and Evaluation,” IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS
- [16] Viola, P., Jones, M. J., and Snow, D. “Detecting pedestrians using patterns of motion and appearance.” Int. J. Comput. Vis., vol. 63, no. 2, pp. 153–161, Jul. 2005. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1007/s11263-005-6644-8>
- [17] Gerónimo, D., Sappa, A. D., López, A., and Ponsa, D., Adaptive Image Sampling and Windows Classification for On-board Pedestrian Detection. Bielefeld, Germany: Univ. Bielefeld, 2007.
- [18] Zhang, L., Wu, B., and Nevatia, R. “Pedestrian detection in infrared images based on local shape features,” in Proc. IEEE Conf. CVPR, Jun. 2007, pp. 1–8.
- [19] Wu B., and Nevatia, R. “Detection and tracking of multiple, partially occluded humans by bayesian combination of edgelet based part detectors.” Int. J. Comput. Vis., vol. 75, no. 2, pp. 247–266, Nov. 2007.
- [20] Mohan, A., Papageorgiou, C. and Poggio T., “Example-based object detection in images by components.” IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., vol. 23, no. 4, pp. 349–361, Apr. 2001.

- [21] K. Mikolajczyk, C. Schmid, and A. Zisserman, "Human detection based on a probabilistic assembly of robust part detectors," in *Computer Vision—ECCV*, T. Pajdla and J. Matas, Eds. Berlin Heidelberg, Germany: Springer-Verlag, 2004, ser. Lecture Notes in Computer Science, pp. 69–82. [Online]. Available: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-24670-1\\_6](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-24670-1_6)
- [22] Enzweiler, M., Eigenstetter, A., Schiele, B., and Gavrilu, D., "Multi-cue pedestrian classification with partial occlusion handling," in *Proc. IEEE Conf. CVPR*, Jun. 2010, pp. 990–997.
- [23] Leibe, B., Seemann, E. and Schiele, B. Pedestrian detection in crowded scenes. In *IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, volume 1, pages 878–885, 2005.
- [24] Kelly, Ph. "PEDESTRIAN DETECTION AND TRACKING USING STEREO VISION TECHNIQUES" . Dublin City University School of Electronic Engineering Supervisor: Dr. Noel E. O'Connor December, 2007
- [25] Kläser, A. "Human Detection and Action Recognition in Video Sequences". A thesis submitted to the Department of Computer Science Bonn-Rhein-Sieg University of Applied Sciences Sankt Augustin, Germany in partial fulfillment of the requirements for the degree Master of Science in Computer Science Sankt Augustin, October 13, 2006
- [26] Jain, A. K., Murty, M. N., and Flynn, P. J. Data clustering: a review. *ACM Comput. Surv.*, 31(3):264–323, 1999.
- [27] Zhao, L. and Thorpe, C. E. Stereo- and neural network-based pedestrian detection. In *IEEE Trans. on Intelligent Transportation Systems*, volume 1:3, pages 148–154, 2000.
- [28] Grubb, G., Zelinsky, A., Nilsson, L. and Rilbe, M. 3d vision sensing for improved pedestrian safety. In *Proc. of IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, 2004.
- [29] Papageorgiou C. and Poggio T. Trainable pedestrian detection. In *IEEE Int'l Conf. on Image Processing*, volume 4, pages 35–39, 1999.
- [30] Oren, M., Papageorgiou, C., Sinha, P., Osuna, E. and Poggio T. Pedestrian detection using wavelet templates. In *Proc. of the Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, pages 193–199, 1997.
- [31] Papageorgiou, C., Evgeniou X., and Poggio, T.. A trainable pedestrian detection system. In *IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, pages 241–246, 1998.



- [32] Xu, X. and Fujimura, K. Pedestrian detection and tracking with night vision. In IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 2002.
- [33] Curio, C., Edelbrunner, J., Kalinke, T., Tzomakas, T., and W. Seelen. Walking pedestrian recognition. In IEEE Transactions on Intelligent Transport Systems, volume 1:3, 2000.
- [34] Elzein, H. Laksmanan, S. and Watta, P. A motion and shape-based pedestrian detection algorithm. In IEEE Intelligent Vehicle Symposium, 2003.
- [35] Franke, Y., Gavrila, D., Görzig, S., Lindner, F. Paetzold, F. and Wöhler, C. Autonomous driving goes downtown. In IEEE Intelligent Systems, pages 40–48, 1998.
- [36] Gavrila, D. M. Detection from a moving vehicle. In the European Conference on Computer Vision (ECCV), volume 2, pages 37–49, 2000.
- [37] Tsuji, T., Hattori, H., Watanabe, M., and Nagaoka N. Development of nightvision system. In IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, volume 3:3, 2002.
- [38] Nanda, H. and Davis, L. Probabilistic template based pedestrian detection in infrared videos. In IEEE Intelligent Vehicle Symposium, 2002.
- [39] Bertozzi, M., Broggi, A., Grisleri, P., Graf, T. and Meinecke, M. Pedestrian detection in infrared images. In IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pages 662–667, 2003.
- [40] Shashua, A., Gdalyahu, Y., and Hayun G. Pedestrian detection for driving assistance systems: Single-frame classification and system level performance. In IEEE Intelligent Vehicle Symposium, 2004.
- [41] Schapire, R. E. The boosting approach to machine learning: An overview. In MSRI Workshop on Nonlinear Estimation and Classification, 2002, 2002.
- [42] Grubb, G. 3D Vision Sensing for Improved Pedestrian Safety. Master's thesis. Australian National University, 2004.
- [43] Viola, P., and Michael, J. Rapid object detection using boosted cascade of simple features. In: Proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition 2001
- [44] Lienhart, Rainer and Jochen Maydt. An extended set of haar-like features for rapid object detection. In: IEEE ICIP 2002, Vol.1 pp 900-903. 2002

- [45] Menezes, P., Barreto, J., Dias, J.: *Face tracking based on haar-like features and eigenfaces*. In: IFAC/EURON Symposium on Intelligent Autonomous Vehicles.
- [46] Bradley, D. and Roth, G. "Adaptive Thresholding using the Integral Image". ;presented at J. Graphics Tools, pp.13–21, 2007
- [47] Dalal, N. and Triggs, B. Object detection using Histogram of Oriented Gradients. Proceedings of the 2006. Pascal VOC workshop ECCV. Graz, Australia. pp 1–20, 2006
- [48] JEEVAN, A. "HISTOGRAM OF ORIENTED GRADIENTS ARCHITECTURE : GRADIENT COMPUTATION".UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA
- [49] Zhu, Ch. "Video Object Tracking using SIFT and Mean Shift" Department of Signal and System. Signal Processing Group, Chalmers University of Technology (CTH), weden (Report: Ex005/2011) Gothenburg, 2011.
- [50] Lowe, G. D. Object recognition from local scale-invariant features. Proceedings of the International Conference on Computer Vision. 2. pp. 1150–1157,1997.
- [51] Dickens, J. S."Pedestrian Detection for Underground Mine Vehicles using Thermal Imaging". A dissertation submitted to the Faculty of Engineering and the Built Environment, University of the Witwatersrand, in fulfilment of the requirements for the degree of Masters of Science in Engineering Johannesburg, 2012
- [52] Fehlman, W. L. and Hinders, M. K. Mobile Robot Navigation with Intel- ligent Infrared Image Interpretation. 1st ed. London: Springer, 2009.
- [53] Bishop, Ch. M." Pattern Recognition and Machine Learning". [U.K.cmbishop@microsoft.com](mailto:U.K.cmbishop@microsoft.com) [http://research.microsoft.com/\\_cmbishop](http://research.microsoft.com/_cmbishop)
- [54] Burges, C. J. C., A tutorial on support vector machines for patternrecognition." Data Mining and Knowledge Discovery, vol. 2, pp. 121-167, 1998.
- [55] Cheng, W. Ch., Jhan, D. M. "A Cascade Classifier Using Adaboost Algorithm and Support Vector Machine for Pedestrian Detection". Dept. Computer Science and Information Eng. Chaoyang University of Technology, Taichung, Taiwan
- [56] Enzweiler, M. "*Compound Models for Vision-Based Pedestrian. Recognition.*" PhD Thesis. University of Heidelberg, 2011.
- [57] Mohan, A., Papageorgiou, C. and Poggio, T. Example-based object detection in

images by components. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 23(4):349-361, 2001.

[58] Papageorgiou, C. and Poggio, T. A trainable system for object detection. *International Journal of Computer Vision*, 38:15-33, 2000.

[59] Freund, Y. and Schapire, R. E. A decision-theoretic generalization of on-line learning and an application to boosting. *Proc. of the European Conference on Computational Learning Theory*, pages 23-37, 1995.

[60] Fukushima, K., Miyake, S., and Ito, T. Neocognitron: A neural network model for a mechanism of visual pattern recognition. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 13:826-834, 1983.

[61] Olmeda, D., Hilario, C., de la Escalera, A., and Armingol, J., Pedestrian detection and tracking based on far infrared visual information." in *Advanced Concepts for Intelligent Vision Systems*, ser. *Lecture Notes in Computer Science*, J. Blanc-Talon, S. Bourenane, W. Philips, D. Popescu, and P. Scheunders, Eds. Springer Berlin, 2008, vol. 5259, pp. 958{969. [Online]. Available: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-88458-3\\_87](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-88458-3_87)

[۶۲] کیا، م.، شبکه‌های عصبی در MATLAB، نشر دانشگاهی کیان، چاپ دوم، ۱۳۹۲