پنجمین کنفرانس سیستمهای فازی ایران
هفدهم الی نوزدهم شهریورماه ۱۳۸۳

تفسیر کیفی رفتار جمعی وسایل نقلیه در صحنهٔ ترافیک با سیستم استنتاج فازی

هادی صدوقی یزدی[۱]، مجتبی لطفی زاد[۲]، محمود فتحی[۳]
بخش هدایت و کنترل صنایع شیرودی

چکیده

در این مقاله از منطق فازی در تفسیر کیفی صحنهٔ ترافیک استفاده می‌شود. این تفسیر دارای سه دیدگاه حسی، حرکتی و میزان تراکم وسایل نقلیه می‌باشد. ورودی این سیستم، تکه‌هایِ متحرک و ایستا است که از یک زمینهٔ وفقی برای استخراج آنها از فریم‌های دریافتی، استفاده می‌شود. زمینه با استفاده از یک شبکه عصبی که رنگ جاده به آن آموزش داده شده، جدا می‌شود و با یک فیلتر IIR بهنگام‌سازی می‌گردد. با تفاضل فریمها از زمینه، دو ویژگیِ تکه‌هایِ متحرک و ایستا بدست می‌آید. بدلیل لرزش دوربین و شرایط نوری، ویژگی‌های استخراج شده نویزی می‌باشند که از یک تخمین‌گر کالمن برای کاهش نویز استفاده می‌شود. در تحلیل نویز، سیستم استنتاج فازی با ورودی کالمن ۱۸٫۳٪ افزایش کارایی نسبت به سیستم استنتاج فازی معمولی، نشان داد.

کلمات کلیدی: درک صحنه، منطق فازی، زمینهٔ وفقی، شبکهٔ عصبی، فیلتر IIR، تخمین‌گر کالمن.

۱- مقدمه

تحقیقات زیادی دربارهٔ سیستم‌های حمل و نقل هوشمند انجام شده که از جملهٔ آنها نظارت بر جریان ترافیک بر اساس تکنیک‌های بینایی ماشین است. تحلیل صحنهٔ ترافیک با دو روش نظارت بر اساس فلوی کلی ترافیک یا رفتار جمعی وسایل نقلیه، و بررسی محلی داده‌ها یا رفتار انفرادی هر وسیلهٔ نقلیه، انجام می‌شود. در مراجع [۱-۴] در حالت بررسی رفتار جمعی، بدون ردیابی تمام اشیاء درون صحنه به استخراج پارامترهای مورد نیاز خود می‌پردازند. در این روشها با بررسی نواحی‌ای از صحنه و استخراج خصوصیات مناسب در این نواحی(همچون تکه‌های ثابت و متحرک)، تحلیل صحنه انجام می‌شود. پارامترهای بدست آمده از اشیاء متحرک و ثابت در حصول اطلاعات کمی و کیفی استفاده می‌شوند[۵-۶]. ابزار مختلفی در تحلیل صحنه برای بدست آوردن این اطلاعات، استفاده می‌شوند که عبارتند از:

الف- شبکه‌های عصبی تاخیر زمانی[۷-۸].

ب- مدلهای مخفی مارکف[۹] .

پ- شبکه‌های بیزین[۱۰-۱۲].

ت- منطق فازی[۱۳-۱۴].

۱- دانشجوی دکتری الکترونیک دانشگاه تربیت مدرس
۲- استادیار الکترونیک گروه برق دانشگاه تربیت مدرس
۳- دانشیار کامپیوتر گروه کامپیوتر دانشگاه علم و صنعت

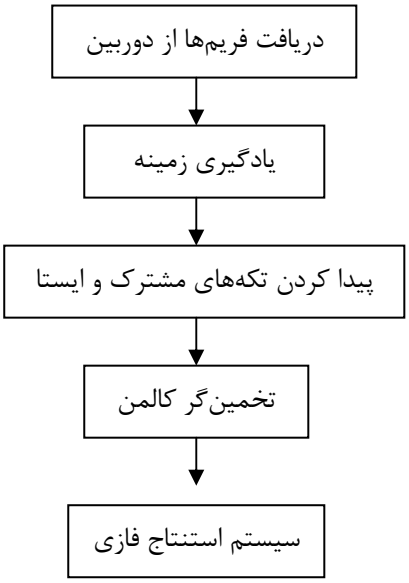
با این ابزار وضعیت صحنه یا رفتار اشیاء درون صحنه مدل می‌شوند. در مقالهٔ حاضر به تفسیر کیفی رفتار جمعی وسایل نقلیه در صحنهٔ ترافیک می‌پردازیم و نکات برجستهٔ آن عبارتند از:

الف- استخراج زمینهٔ وفقی با استفاده از یک شبکهٔ عصبی و فیلتر IIR

ب- استفاده از فیلتر کالمن قبل از استنتاج برای کاهش اثر نویز در تحلیل صحنهٔ ترافیک

ج-تحلیل صحنه با استنتاج فازی از سه دیدگاه حسی(سالم، معمولی، مسدود)حرکتی(روان، معمولی و سنگین) و تراکم وسایل نقلیه(خلوت، معمولی و شلوغ).

بلوک دیاگرام سیستم ارائه شده در شکل ۱ نشان داده شده است. پس از دریافت تصاویر، زمینه از روی رنگ جاده شناسایی و به کمک یک فیلتر IIR بهنگام‌سازی می‌شود. سپس تکه‌های متحرک و ثابت درون صحنه با تفاضل هر فریم دریافتی از زمینه بدست می‌آیند. برای کاهش اثر نویزهایی همچون تکان‌های کم دوربین، نویز در آشکارسازی لبه و تعداد پیکسل تکه‌های ایستا و متحرک، این ورودیها توسط فیلتر کالمن، فیلتر می‌شوند. سپس یک سیستم استنتاج فازی وضعیت ترافیک را گزارش می‌کند.



شکل ۱ـ بلوک دیاگرام سیستم پیشنهادی

در این مقاله یادگیری زمینه و پیدا کردن تکه‌های ایستا و متحرک در بخش ۲ ارائه می‌شود. بخش ۳ به ارائه سیستم استنتاج فازی با ورودی فیلتر شده با فیلتر کالمن و اثرات آن، در تفسیر کیفی رفتار جمعی، اختصاص دارد. نتیجه‌گیری در بخش نهایی می‌آید.

۲- یادگیری زمینه و استخراج ویژگی

کارهای متعددی در یادگیری زمینه انجام شده است[۳ و ۱۵-۱۹]. در آنها با متوسط گیری تصاویر روی یک فاصلهٔ زمانی، فیلترهای وفقی، تابع توزیع برای پیکسل‌های زمینه، تخمین‌گر کالمن و استفاده از طبقه‌بند، پیکسل‌های زمینه بدست می‌آیند.

۱-۲- یادگیری زمینه

در کار حاضر برای یادگیری زمینه از رنگ[1] جاده استفاده می‌شود. هر تکه زمینه به ۶۴ ناحیهٔ تقسیم شده و متوسط هر ناحیه بصورت یک بردار ۶۴ تایی، بعلاوهٔ بایاس به یک شبکهٔ عصبی اعمال می‌شود که شامل ۶۵ نرون ورودی در لایهٔ اول و ۲ لایهٔ میانی و دو نرون در لایهٔ خروجی برای طبقه‌بندی می‌باشد. شبکهٔ عصبی پس‌انتشار خطا با نرخ طبقه بندی صحیح ۹۶٫۸٪ روی ۳۶۷ تکه تصویر آزمون، رنگ جاده را آموزش می‌بینند که با استفاده از آن، هر تکهٔ ثابت آشکارشده در چند فریم متوالی، به زمینه یا غیر زمینه اختصاص می‌یابد. سپس با استفاده از یک فیلتر IIR مطابق رابطهٔ ۱ زمینه بهنگام‌سازی می‌شود. یعنی پس از آنکه تکه‌ای جزء زمینه تشخیص داده شد با استفاده از این فیلتر، تصویر آن قسمت از زمینه بهنگام‌سازی می‌شود.

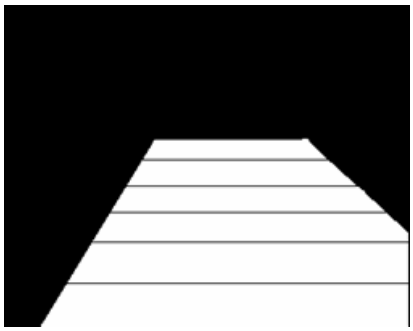
$$I_{k+1}(i,j) = \alpha I_k(i,j) + (1-\alpha)B(i,j) \quad (۱)$$

تکه‌ای از تصویر است که بعنوان جاده انتخاب شده است و I تکهٔ متناظر از تصویر زمینه، برای بروزرسانی است. i و j به نقاط این ناحیه از تصویر اشاره می‌کنند. سپس هر نقطه نظیر در تصویر زمینه با نقاط نظیر تکه تصویر دریافتی ترکیب می‌شوند. α ضریب تاثیر تصویر زمینهٔ جاده و α-۱ ضریب تاثیر تکه تصویر دریافتی است. α عددی بین ۰ تا ۱ است که در اینجا ۰٫۹ انتخاب شده است. یعنی تاثیر تکهٔ تصویر جادهٔ بدست آمده، ۱۰٪ در نظر گرفته می‌شود. شکل ۲ تصویر زمینهٔ ساخته شده را پس از ۷۲۰ فریم نشان می‌دهد.

شکل ۲ـ تصویر سطوح خاکستری جادهٔ پیدا شده پس از ۷۲۰ فریم

۲-۲- استخراج ویژگی

زمینهٔ پیدا شده به نوارهای عرضی تقسیم می‌شود. نوارها در عمق تصویر دارای سطح کوچکتری هستند. عرض این نوارها متناسب با یک ماشین معمولی طرح شده‌اند شکل۳). پس از تفاضل تصویر دریافتی از زمینهٔ پیدا شده اشیاء درون صحنه آشکار می‌گردد.



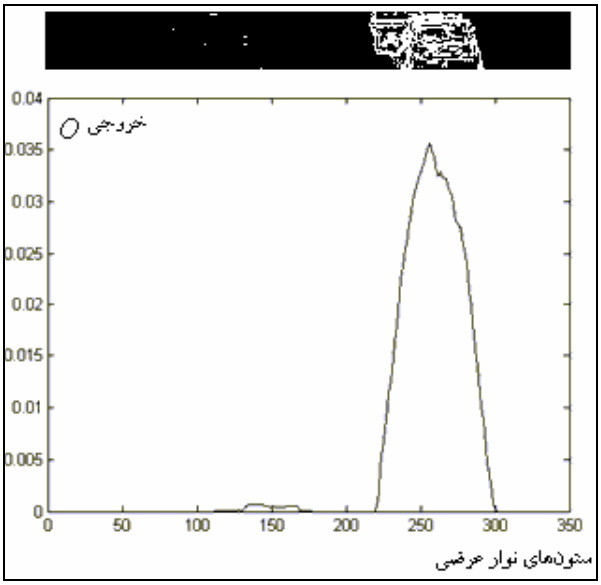
شکل ۳ـ نوارهای عرضی

1-Hue

سپس لبه‌های اشیاء متحرک و ایستا، با لبه‌یاب سوبل در هر نوار عرضی پیدا شده، و با یک فیلتر که متناسب با عرض هر نوار می‌باشد، هموارسازی می‌شوند(رابطهٔ ۲).

$$y = h * I$$
$$O = \frac{1}{S_k} \times \sum_{r=1}^{col} y(r) \qquad (۲)$$

h نجره‌ای برای فیلتر کردن تصویر I است و I یکی از نوارهای عرضی ماسک شکل ۳ است و * عملگر کانولوشین است. y نمایندهٔ تعداد ماشین‌های ایستاده باورودی تکه‌های ثابت، یا تعداد اشیا، متحرک با ورودی تکه‌های متحرک در هر نوار است. و خروجی O سطح زیر این منحنی است که به سطح نوار klام نرمالیزه شده است، S_k سطح نوار klام است. نمونه‌ای از خروجی O در مورد اشیاء متحرک در هر نوار در شکل ۴ آمده است.



شکل۴ـ تصویر بالایی شیء متحرک در یک نوار عرضی است. تصویر پایینی خروجی O است که نتیجهٔ فیلتر و پروفایل تصویر بالایی است.

خروجی O با ضریب α و β، تعداد اشیاء ایستا و متحرک را می‌دهد. این ضرایب به فاصلهٔ کانونی لنز و زاویهٔ دید بستگی دارد که در این کار با سعی و خطا $\alpha = 1.55$ و $\beta = 0.43$ بدست آمد.

تعداد اشیاء ایستاده = $o \times \alpha$

تعداد اشیاء متحرک = $o \times \beta$

در بخش بعد به توصیف کیفی صحنه با استفاده از ورودیهای بدست آمده می‌پردازیم.

۳- تفسیر کیفی رفتار جمعی

ابزاری چون شبکه‌های بیزین و منطق فازی درتحلیل و درک صحنه در اخذ نتیجهٔ معقول، بکار می‌روند. شبکه‌های بیزین [۱۱-۱۲] از احتمال پیشین برای تحلیل و استنتاج سود می‌برند. این احتمال با دیدن نمونه‌های یادگیر کافی، بدست می‌آید. اعمال دانش انسان بصورت قواعد در استنتاج فازی براحتی ممکن می‌شود و با این قواعد، رفتار اشیاء داخل صحنه قابل توصیف است[۱۴].

در این مقاله، از منطق فازی در تفسیر کیفی رفتار جمعی استفاده شده است. تعداد تقریبی ماشین‌هایی که صحنهٔ مورد پردازش را پر می‌کنند، ۳۰ تا می‌باشد، که دو ورودی سیستم فازی به این عدد نرمالیزه می‌شوند. ماشینهای ساکن و متحرک در سه گروه کم، متوسط و زیاد گروه‌بندی شده‌اند. سه تابع عضویت خروجی، ترافیک را از سه دیدگاه حسی، حرکتی و تراکمی ارزیابی می‌کنند. غیر فازی کنندهٔ مرکز ثقل که در توجیه‌پذیری مشاهدات مناسب است، استفاده می‌شود. خروجی هر کدام از سه متغیر کیفی اعدادی بین ۰ تا۱ است که بیانگر تاکید یا شدت آن متغیر کیفی است.

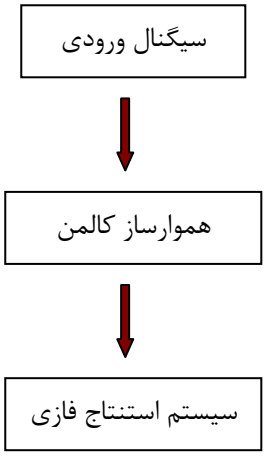
سیستم فازی دارای قواعد بکار رفته ممدانی بوده و ۹ قاعده اعمال شده است و دو ورودی و سه خروجی دارد. عملگر And می‌نیمم و Or ماکزیمم و Implication می‌نیمم و Aggregation ماکزیمم و Deffuzification مزکز ثقل است. هر متغیر ورودی و خروجی دارای دو تابع عضویت ذوزنقه‌ای برای مقادیر کم و زیاد و یک تابع عضویت مثلثی برای مقدار متوسط ویژگی ورودی، می‌باشد. از جمله قواعد بکار رفته عبارت است از:

- اگر تعداد وسایل نقلیهٔ ساکن، کم و تعداد متحرک‌ها کم باشد آنگاه ترافیک از لحاظ حسی سالم[1]، حرکتی روان، تراکمی خلوت است.
- اگر تعداد وسایل نقلیهٔ ساکن، متوسط و تعداد متحرک‌ها متوسط باشد آنگاه ترافیک از لحاظ حسی معمولی، حرکتی معمولی، تراکمی معمولی است.
- اگر تعداد وسایل نقلیهٔ ساکن زیاد و تعداد متحرک‌ها متوسط باشد آنگاه ترافیک از لحاظ حسی معمولی، حرکتی معمولی، تراکمی شلوغ است.
- اگر تعداد وسایل نقلیهٔ ساکن، زیاد و تعداد متحرک‌ها زیاد باشد آنگاه ترافیک از لحاظ حسی مسدود، حرکتی سنگین، تراکمی شلوغ است.

ورودیهای سیستم فازی بدلایل زیر نویزی است:

۱- لرزش دوربین ۲- شرایط نوری
۳-الگوریتم آشکارسازی لبه ۴- روش تبدیل لبه به تعداد ماشین

برای کاهش اثر نویز از یک فیلتر کالمن در ورودی سیستم فازی استفاده می‌شود(شکل ۵). این فیلتر مبتنی بر مدل، تغییرات سیگنال ورودی را با استفاده از معالات دینامیکی با شتاب ثابت، فیلتر می‌کند. خروجی فیلتر دارای حداقل مقدار مورد انتظار مربع خطاست. اگر ورودی نویز زیادی داشته باشد، خروجی از حالت قبل بیشتر تاثیر می‌گیرد و اگر سیگنال کم نویز باشد، خروجی به مقدار سنجش بیشتر توجه دارد.



[1] Safe

شکل۵ ـ سیستم فازی با ورودی فیلتر شده با فیلتر کالمن

با استفاده از فیلتر کالمن خروجی سیستم فازی دارای خطای کمتری نسبت به مقدار واقعی خود خواهد بود. به منظـور بررسی اثر نویز بر سیستم فازی، ورودیها را با یک نویز یکنواخت با دامنهٔ ۲۰٪ دامنهٔ ورودی آغشته کرده و بـه سیـستم اعمـال می‌نماییم. خروجی‌های تولید شده در سه حالت بدون نویز $M(t)$، با نویز $N(t)$ و هموار شده با فیلتر $S(t)$ می‌باشند. رابطهٔ ۳ و ۴ را برای محاسبهٔ کارایی سیستم فازی با فیلتر در ورودی و بدون آن تعریف می‌کنیم.

$$d_{MN} = \|M(t) - N(t)\|_2 = \sum_t (M(t) - N(t))^2$$
$$d_{MS} = \|M(t) - S(t)\|_2 = \sum_t (M(t) - S(t))^2 \quad (۳)$$

$$Performance = \frac{d_{MN} - d_{MS}}{d_{MS}} \times 100 \quad (۴)$$

افزایش کارایی برای سه خروجی حسی، حرکتی و تراکمی بترتیب ۱۲,۴٪ ، ۲۰,۶٪، ۲۲,۹٪ می‌باشد. که بطـور متوسـط کارایی سیستم استنتاج فازی با هماوساز در ورودی نسبت به سیستم استنتاج فازیِ معمولی، ۱۸,۳٪ افزایش یافته است.

۴- نتیجه‌گیری

استخراج زمینهٔ وفقی با استفاده از یک شبکهٔ عصبی و فیلتر IIR، استفاده از فیلتر کالمن قبل از سیستم استنتاج بـرای کاهش اثر نویز در تحلیل صحنهٔ ترافیک، تحلیل صحنه با استنتاج فازی از سه دیدگاه حسی، حرکتی و تراکمی، سه نکتهٔ اشاره شده در این مقاله است. لرزش دوربین، شرایط نوری، الگوریتم آشکارسازی لبه و روش تبدیل لبه بـه تعـداد ماشـین، از دلایـل استفاده از هموارساز پارامترها در ورودی سیستم استنتاج است که با اعمال آن بطور متوسط کارایی سیستم استنتاج فـازی بـا هماوساز در ورودی نسبت به سیستم استنتاج فازیِ معمولی، ۱۸,۳٪ افزایش یافت.

مراجع

[1] S.N.Razavi, M.Fathy, "Qualitative Traffic Analysis Using Image Processing and Time-Delayed Neural Network," IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems,pp.55-60, September 2002.
[2] M.Fathy, M.Y.Sial, "Measuring Traffic Movements at Junctions Using Image Processing Techniques," Pattern Recognition Letters 18,pp.493-500, 1997.
[۳] م.فتحی و ا.درویشی، تحلیل وضعیت کیفی ترافیک بکمک پردازش تصویر ، سومین کنفرانس سالانهٔ مهندسی برق ایران، دانشگاه علم صنعت ایران، ص ۱۵۱-۱۵۸، اردیبهشت ۱۳۷۴.
[4] M.T.Befrouei, M.Jamzad, "A Real Time Window-Based Machine Vision System for Counting Number of Vehicles on Street Lane," 9Th Annual Computer Society of Iran Computer-Conference, Sharif University of Technology, Vol.2, pp.112-116, February 17-19 2004.
[5] L. Zhao, C. Thorpe, "Qualitative and Qualitative Car Tracking from a Rang Image Sequence," Proc. Cvpr 98, Santa Barhara, CA, June 23-25, pp. 496-501, 1998
[6] A. Musto and Etal, "From Motion Observation to Qualitative Motion Representation," Saptial Cognition II. LNCS-Series, Springer Berlin, Heidelbery, New york, 2000.
[7] Tang, D.S., "Nero Computation of Image Motion," IJCNN International Joint Conference on Neural Networks, Vol.1, pp.401-406, June 1990.
[8] A.J.Howell, H.Buxton, "Recognition Simple Behaviors Using Time-Delay RBF Networks," CSRP 456, ISSN 1350-3162, Cognitive Science Research Papers, Sussex, February 1997.
[9] S.Kamijo, Y.Matsushita, K.Ikeuch ,M.Sakauchi, "Traffic Monitoring and Accident Detection at Intersections," IEEE Transactions on Intelligent Transportations, Vol. 1, No. 2, pp.108-118, June 2000.
[10] T. Huang and S. Russell, "Object Identification: A Bayesian Analysis with Application to Traffic Surveillance, *AI* **103**, pp. 77–93, 1998.
[11] H. Buxton. S. G. Gong, "Visaul Surveillance in a dynamic and Uncertain World, "Artif. Intel, Vol. 78, pp.431-459, 1995.
[12] S.K. Andersen et al, " HUGIN- A Shell for Building Bayesian Belief Universes for Expert System," in Proc. IJCAI, Detroit, MI, 1989,pp.1080-1085.
[13] Y.K.Jung,K.W.Lee,Y.S.Ho, "Content-Based Event Retrieval Using Semantic Scene Interpretation for Automated Traffic Surveillance," IEEE Transaction Intelligent on Transportation System, Vol.2, No.3, September 2001.
[14] Z-Q, Liu, L.T. Bruton, J.C. Bezdek, J.M. Keller, S. Dance, N.R. Bartley, C. Zhang, "Dynamic Image Sequence Analysis Using Fuzzy Measures ,"IEEE Transactions on System, Man, and Cybernetics-part B: Cybernetics, Vol. 31, No. 4, August 2001.
[۱۵] هـصدوقی، ع. فدوی، م. لطفی‌زاد و ا.کبیر، استخراج زمینهٔ صحنه با فیلتر وفقی LMS با گام حرکت فازی در ردیابی هدف متحرک، چهارمین همایش مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن، ص:۱۱۹-۱۲۷، خرداد ۱۳۸۲.
[16] C.Stauffer, W.E.L.Grimson, "Adaptive background mixture models for real-time tracking," *Proc. CVPR 1999*, pp.246-252, June 1999.
[17]D.Gao, J.Zhou, "Adaptive Background Estimation for Real-Time Traffic Monitoring," Intelligent Transportation Systems, 2001. Proceedings. pp. 330 -333, 2001.
[18] S.Huwer, H.Niemann, " Adaptive Change Detection for Real-Time Surveillance Application ," Third International Workshop on Visual Surveillance- VS-2000,Dublin, Ireland, pp.37-45, July 2000.
[19] Y.Ohta, " Adaptive Background Reconstruction from Image Sequence Including Moving Objects," RWC Joint Symposium 13-16 June 1994.