

کنترل سیگنال ترافیک بر اساس تکنیکهای محاسبات نرم

محمد رضا اکبرزاده توتونچی، سعید ستایشی، شهاب الدین شمشیربند، رویا غفاری، نساء محسنیان کوچکسرایبی

دانشگاه آزاد واحد مشهد

E-mail:shahab.sham@gmail.com

چکیده - این مقاله یک روش کنترل سیگنال ترافیک سازگار بر اساس شبکه‌های عصبی - فازی برای یک تقاطع ۴- طرفه مجزا به همراه حرکت‌های چرخشی ارائه می‌کند. این روش توانایی کاهش زمان‌بندی سیگنال را در پاسخ به تغییرات مشاهده شده دارد. اصطلاح درجه فوریت که تقاضای کاربران مختلف را برای زمان‌سبز توصیف می‌کند برای تصمیم‌گیری در مورد زمان‌بندی سیگنال، استفاده می‌شود. با استفاده از مدل سه سطحی بر اساس شبکه‌های عصبی و فازی (FNN) می‌توانیم تعیین کنیم که فاز سیگنال جاری را خاتمه دهیم یا بسط دهیم و توالی فازها را انتخاب می‌کنیم. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که کنترل دهنده فازی توانایی کاهش زمان سیگنال را در پاسخ به شرایط متغیر ترافیک در یک دوره زمانی حقیقی دارد و کنترل کننده پیشنهادی ما تأخیرات وسیله نقلیه و درصد توقفات پایین تری نسبت به کنترل کننده فعال شده ترافیک تولید می‌کند.

کلید واژه - سیستم‌های چند عاملی، مدل سازی ترافیکی، محاسبات نرم

۱- مقدمه

کرد.

[3] Chiu منطق فازی را برای کنترل تقاطع‌های چندتایی در یک شبکه خیابان‌های ۲ طرفه با هیچ حرکت چرخشی به کار گرفت. [4] Kelsey و Bisset کنترل ترافیک یک تقاطع مجزا جنوب/شرق - غرب را با استفاده از منطق فازی و کنترل پیش زمانه شبیه‌سازی کردند. در یک زمینه شبکه‌ای منطق فازی را می‌توان برای محاسبه طول چرخه، زمان برش و زمان شروع اولیه [5] Chiu and Chand و همچنین برای تعیین نیاز به هماهنگی اتصالات، به منظور سبک کردن ترافیک در تقاطع‌های مهم استفاده کرد.

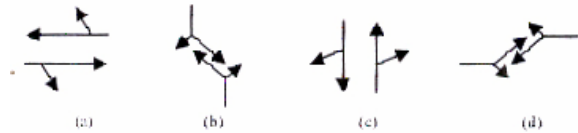
[6] (Tzes., McShane, W.R.) اغلب منطق فازی برای شناسایی و تشخیص الگوهای معین از جریان ترافیکی که اجازه زمان‌بندی‌های بسیار مناسب و تعریف و اجرا شدن در زمان تغییر وضعیت ترافیک را میدهد، استفاده می‌شود.

سیگنال ترافیک یک عنصر مهم در مدیریت شبکه انتقال می‌باشد. اخیراً، تمرکز اصلی تحقیق روی کاربرد روش‌های هوش مصنوعی مثل سیستم‌های خبره، منطق فازی، شبکه‌های عصبی و الگوریتم‌های ژنتیکی برای کنترل سیگنال تقاطع می‌باشد.

[1] Mamdani و Pappis کنترل ترافیک تقاطع مجزا را با نمونه یک طرفه شرق/غرب، شمال/جنوب با ورودی‌های تصادفی وسیله نقلیه در نظر می‌گیرند و هیچ حرکت چرخشی که از کنترل کننده منطق فازی استفاده کند را در نظر نمی‌گیرند.

[2] Nakatsuyama et al از منطق فازی برای مدل‌سازی کنترل دو تقاطع نزدیک با حرکت‌های یک طرفه استفاده

یک سیگنال چهار فازه شامل دوران‌های چپ، راست می- باشد که در شکل ۲ نشان داده شده است. در یک چرخه هر مسیر از دوبازه زمانی می‌گذرد. در بازه زمانی سبز وسیله‌های نقلیه می‌توانند از تقاطع عبور کنند و در بازه زمانی قرمز وسیله‌های نقلیه نمی‌توانند عبور کنند.



شکل ۲: نمودار فاز برای سیگنال ۴ فازه

۲-۲: تعریف متغیر ترافیک

ما متغیر ترافیک را به شرح زیر تعریف می‌کنیم:
 الف) D : مسیری که تقاطع را متصل می‌کند،
 $D \in \{EAST, WEST, SOUTH, NORTH\}$ ، یکی از ۴ مسیر شرق، جنوب، غرب و شمال می‌باشد.
 ب) $NUM\ upline(T)$: تعداد وسایل نقلیه عبور کننده از خط بالا در بازه زمانی $[t - \Delta t, t]$ برای مسیر D می‌باشد.
 ج) $NUM\ sline(T)$: تعداد وسایل نقلیه عبور کننده از خط توقف (شامل وسایل نقلیه گردش به راست نیست) در بازه زمانی $[t - \Delta t, t]$ برای مسیر D می‌باشد.
 د) $NUM\ cline(T)$: تعداد وسایل نقلیه عبور کننده از خط گوشه در بازه زمانی $[t - \Delta t, t]$ برای وسایل نقلیه گردش به راست (شرق به شمال، جنوب به شرق، غرب به جنوب و شمال به غرب) می‌باشد.

ه) $QUE\ s(T)$: تعداد وسایل نقلیه‌ای که از خط توقف عبور می‌کنند و دور به راست نمی‌زنند و در یک صف در هر زمان t در مسیر D منتظر می‌مانند.
 و) $QUE\ r(T)$: تنها تعداد وسیله نقلیه گردش به راست که در هر زمان t در مسیر D در یک صف منتظر می‌مانند.
 ی) $QUE\ l(T)$: تعداد وسایل نقلیه‌ای که در هر زمان در راههای ورودی گردش به چپ برای مسیر D در یک صف منتظر می‌مانند

ن) $QUE\ tot(T)$: تعداد کل وسیله نقلیه‌ای که در هر زمان برای مسیر D در یک صف منتظر می‌مانند که شامل سه قسمت قبل می‌باشد، برای مسیر D ، $QUE\ tot(T)$ را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

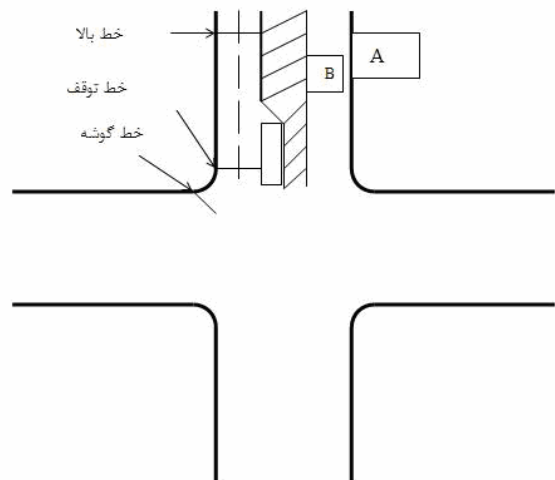
(7) Hoyer و Jumar و (8) Zhou et al. سیستم‌های کنترل سیگنال ترافیک منطق فازی که توسط [9] Kikuchi و Niitymaki پیشنهاد شده بر اساس اصل بسط فازی به کار گرفته در اثر اولیه [1] Pappis و Mandani می‌باشد.

[10] Mohamed B. Trabia یک کنترل کننده سیگنال ترافیک بر اساس کنترل فازی را برای یک تقاطع ۴ طرفه مجزا به همراه حرکت‌های گردش به چپ طراحی کرد. [11] Pursula و Niitymaki کنترل فازی سیگنال‌های ترافیک را در سطح تقاطع فرعی بررسی کردند. بررسی‌های جامعتر کاربردهای منطق فازی در کنترل سیگنال ترافیک را می‌توان در کتاب [12] Sayers و Hoogendoorn et al [13] یافت.

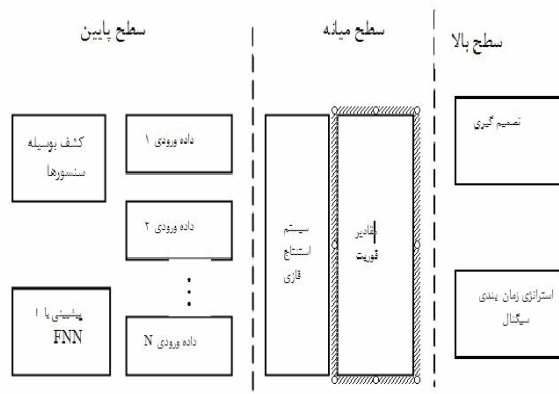
۲- محیط شبیه‌سازی و متغیرهای ترافیک

۲-۱ محیط شبیه‌سازی

ما به مطالعه تقاطع سیگنال شده جداگانه ۴ طرفه و آشکار کننده‌های معمولی وسیله نقلیه می‌پردازیم. شکل ۱ یک تقاطع جداگانه را با پیکربندی آشکار کننده وسیله نقلیه و مسیر نشان می‌دهد. هر مسیر حرکت‌های گردش به راست و گردش به چپ دارد. حلقه‌های القایی برای شناسایی وسیله نقلیه در خط‌های توقف، خط‌های بالا و گردش به راست خط‌های گوشه نصب شده‌اند. آشکار کننده‌ها می‌توانند تعداد وسیله نقلیه خط بالا، خط توقف و خط گوشه را در یک بازه زمانی معین تعیین کنند.



شکل ۱: تقاطع جداگانه با پیکربندی آشکار کننده وسیله نقلیه و مسیر



شکل ۳ سطوح سیگنال ترافیک

۳-۱ داده ورودی

متغیرهای ترافیک را می‌توان توسط آشکار کننده‌ها یا محاسبه کردن به دست آورد. به هر حال توانایی کنترل کننده در تخمین زدن متغیرهای ترافیک به پیکربندی آشکار کننده‌های آن بستگی دارد. بنابراین استفاده از متغیرهای کامل بسیار مهم می‌باشد. متغیرهای ترافیک زیر را انتخاب می‌کنیم: (۱) $NUM\ upline(T)$ و (۲) $NUM\ cline(T)$ (۳) $sline(T)$ (۴) $QUE\ s(T)$ (۵) $QUE\ l(T)$ متغیرهای ترافیک موردهای (۱) - (۳) را می‌توان توسط حسگرها شناسایی کرد. متغیرهای (۴) و (۵) را نمی‌توان به طور مستقیم توسط حسگرها به دست آورد. نیاز است که آنها را محاسبه یا پیش‌بینی کرد.

مجموع $QUE\ tot(T)$ از $QUE\ s(T)$ ، $QUE\ r(T)$ و $QUE\ l(T)$ را می‌توان به سادگی توسط طول صف L و طول متوسط یک وسیله نقلیه محاسبه کرد. به‌رحال مقدماً مقدار هر قسمت مجموع $QUE\ tot(T)$ مجهول است و نیاز به تخمین یا پیش‌بینی دارد. می‌توانیم مقدار هر قسمت مجموع $QUE\ tot(T)$ را که به ترتیب زیر $K_2(t)$ ، $K_1(t)$ و $K_3(t)$ ذکر شده‌اند با در نظر گرفتن ۳ عامل زیر پیش‌بینی کنیم:

الف) در طول سه چرخه قبلی، مقدار مجموع

$NUM\ cline(T)$ ، $NUM\ sline(T)$ به ترتیب زیر ذکر

می‌شود: $K_2^{3T}(t)$ و $K_1^{3T}(t)$ این عامل موقعیت توزیع

وسيله نقلیه را در سه چرخه جدید زمانی توصیف می‌کند.

$$QUE\ tot(T) = QUE\ l(T) + QUE\ r(T) + QUE\ s(T) \quad (1)$$

را می‌توان بوسیله طول صف L تعیین کرد، طول متوسط l که هر وسیله نقلیه به خود اختصاص می‌دهد را می‌توان توسط آشکار کننده‌ای مثل حلقه القایی شناسایی کرد. l را می‌توان به طور تقریبی توسط روش آماری محاسبه کرد. به هر حال، تعیین کردن مقدار هر قسمت $QUE\ tot(T)$ در ابتدا سخت می‌باشد.

۳- کنترل شبکه‌های عصبی فازی در یک تقاطع

در مورد کنترل سیگنال ترافیک، منبع مورد نظر زمان سبزاست، و مشکل از نظر جنبه موقت آن و ویژگی متغیر و تصادفی تقاضا پیچیده‌تر می‌شود. به این معنا که تخصیص زمان سبز باید به طور ثابت در حالیکه زمان می‌گذرد و شرایط ترافیک تغییر می‌کند و به منظور آنکه زمان در روشی مطلوب توزیع شود، بررسی شود.

در حالت‌های مختلف ترافیکی (مانند تعداد وسایل نقلیه که در صف منتظر می‌مانند)، درجه فوریت برای زمان سبز در میان فازهای مختلف متفاوت می‌باشد، درجه فوریت را می‌توان با لغاتی مثل "کوچک"، "متوسط" و "بزرگ" تعریف کرد. به علاوه مناسب است که درجه فوریت در مجموعه فازی بیان شود. در این مقاله مشکل کنترل سیگنال ترافیک را با استفاده از روشی بر مبنای کنترل شبکه‌های عصبی فازی حل می‌کنیم.

کل پردازش‌های کنترل سیگنال ترافیک را به سه بخش تقسیم می‌کنیم (با توجه به شکل ۳) که عبارتند از پایین، میانه و بالا. سطح پایین مرتبط با متغیرهای ترافیک می‌باشد که داده ورودی نامیده می‌شود و در آن تعدادی از زمان‌ها با حسگرها شناسایی و سایر زمان‌ها توسط شبکه عصبی فازی پیش‌بینی می‌شود.

سطح میانه شامل مقادیر فوریت می‌باشد که توسط سیستم استنتاج فازی محاسبه می‌شود.

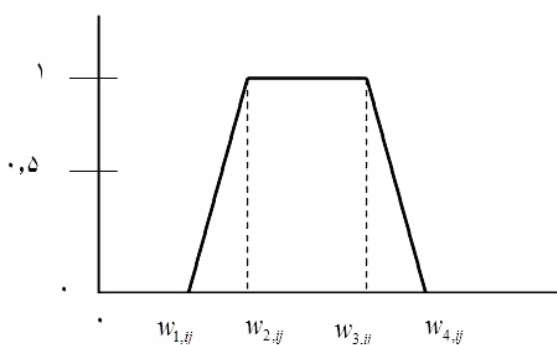
سطح بالا استراتژی زمان‌بندی سیگنال ترافیک را تعیین می‌کند که سطح تصمیم‌گیری نامیده می‌شود.

$$f_i^{(1)} = x_i \quad (2)$$

ب) لایه ۲: گره‌های لایه ۲ مقدار تابع عضویت را محاسبه می‌کند هر گروه یک گزاره متغیر ورودی را نشان می‌دهد. تابع عضویت هر گره گزاره دوزنقه‌ای است و در شکل ۵ نشان داده شده است و به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$f_i^{(2)} = \begin{cases} \frac{x_i - w_{1,ij}}{w_{2,ij} - w_{1,ij}} + 1 & , \quad w_{1,ij} \leq x_i \leq w_{2,ij} \\ 1 & w_{2,ij} \leq x_i \leq w_{3,ij} \\ \frac{w_{3,ij} - x_i}{w_{4,ij} - w_{3,ij}} + 1 & w_{3,ij} \leq x_i \leq w_{4,ij} \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

(۳)

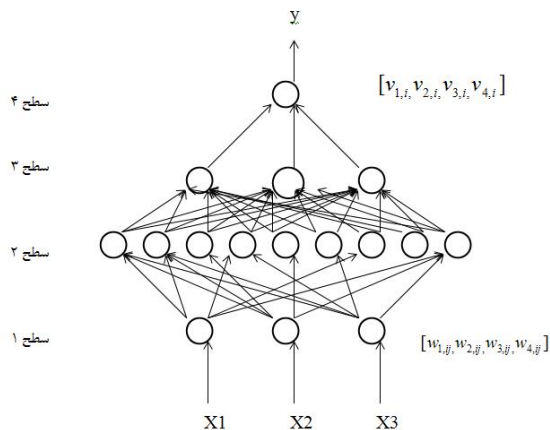


شکل ۵: مجموعه عضوهای دوزنقه‌ای فازی در شبکه عصبی فازی

ج) لایه ۳: این لایه، لایه قواعد نامیده می‌شود، هر نمود این لایه یک قواعد منطق فازی را نشان می‌دهد خروجی هر گره قواعد در این لایه توسط حاصل عمل طبق زیر محاسبه می‌شود:

$$f_i^3 = \prod_i \hat{f}_i^{(2)} \quad (4)$$

د) لایه ۴: این لایه در لایه خروجی ذکر می‌شود و مقدار خروجی را در دنیای بیرونی فراهم می‌کند و به عنوان معلوم کننده‌ها عمل می‌کنند. احتمالاً تابع عضویت هر گره گزاره دوزنقه‌ای و در شکل ۵ نشان داده شده است. مقدار خروجی در این لایه را می‌توان به شکل زیر تعریف کرد.



شکل ۴: ساختار شبکه عصبی فازی

ب) در بازه زمانی جاری $[t - \Delta t, t]$ ، مقدار مجموع $NUM\ cline(T)$ ، $NUM\ sline(T)$ به ترتیب زیر ذکر می‌شود: $K_1^{\Delta t}(t)$ ، $K_2^{\Delta t}(t)$ این عامل موقعیت توزیع وسیله نقلیه را در بازه زمانی جدید $(t - \Delta t, t)$ نشان می‌دهد.

ج) مقدار مجموع $NUM\ cline(T)$ و $NUM\ sline(T)$ در بازه زمانی اخیر $(t - \Delta t, t)$ در مقایسه با بازه زمانی قبلی $[t - 2\Delta t, t - \Delta t]$ به ترتیب زیر $\Delta K_1(t)$ ، $\Delta K_2(t)$ ذکر می‌شود این عامل موقعیت توزیع وسیله نقلیه را در بازه زمانی جدید $[t - \Delta t, t]$ نشان می‌دهد.

در این مقاله شبکه عصبی فازی که در شکل ۴ نشان داده شده است برای پیش‌بینی $K_1(t)$ استفاده می‌شود ساختار شبکه عصبی فازی ما شامل چهار لایه است. در شبکه عصبی فازی ورودی به ترتیب $i = 1, 2, 3 [x_1, x_2, x_3] = [k_i^{3T}, k_i^{\Delta t}, \Delta k_i]$ و خروجی $y = k_i(t)$ می‌باشد. تابع هر لایه به شکل زیر تعریف می‌شود:

الف) لایه ۱: گروه‌های ۱ با ورودی و خروجی جدید گره‌های ورودی می‌باشند.

این مجموعه های فازی با معین کردن مقدار درستی μ در اصطلاح های زبانی یک مقیاس با ویژگی انسانی ارائه می- کنند. این اصطلاحها "کوچک" "میان" و "بزرگ" نام دارند. برای مثال در تابع عضویت فازی $\mu_{big}(P_{EAST,ULINE})$ یک مجموعه فازی و $P_{EAST,ULINE}(t)$ یک اتحاد بی ترتیب می باشد. در شکل ۵، برای هر متغیر ترافیک از چهار پارامتر d,c,b,a جهت توصیف شکل دوزنقه ای استفاده می کنیم. با دانش تخصصی می توان چهار پارامتر را تعیین و یا با الگوریتم های چند منظوره ژنتیک (MOGA) بهینه سازی کرد. "درجات فوریت" چهارزمانه را می توان توسط سیستم استنتاج فازی تعیین کرد.

در این مقاله سیستم استنتاج فازی توصیف شده در [14] را اجرا می کنیم. در سیستم استنتاج فازی ما، ۳۶ قاعده فازی سازگار می شوند. قاعده فازی با توجه به "بزرگ"، "میان" و "کوچک" درجه فوریت هر فاز به ۳ دقیقه تقسیم می شود، ما دسته ای را برای توضیح قواعد فازی در نظر می گیریم که در آن درجه فوریت فاز "بزرگ" باشد.

برای مثال

{ کوچک باشد } $P_{EAST,BAY(+)}$ و { کوچک باشد } $P_{EAST,CLINE(t)}$ و { بزرگ باشد } $P_{EAST,ULINE(t)}$ اگر { بزرگ است } $U(d)-EAS$ آنگاه $\Phi_{EAST,P}$ یا که "and" معنای "min" (کوچک) و "or" به معنای "max" (بزرگ) است بنابراین عبارت را می توان به صورت زیر اجرا کرد.

$$\mu_{Big}(U(a) _ East) = Max(Min(\mu_{Big}(P_{EAST,ULINE}(t)), \mu_{small}(P_{EAST,CLINE}(t))), \mu_{small}(P_{EAST,BAY}(t))), \mu_{Big}(Q_{EAST,\rho}(t))) \quad (7)$$

$$y = f_1^{(4)} = \frac{\sum_i \frac{1}{4}(v_{1,i} + v_{2,i} + v_{3,i} + v_{4,i})f_i^{(3)}}{\sum_i f_i^{(3)}} \quad (5)$$

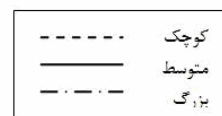
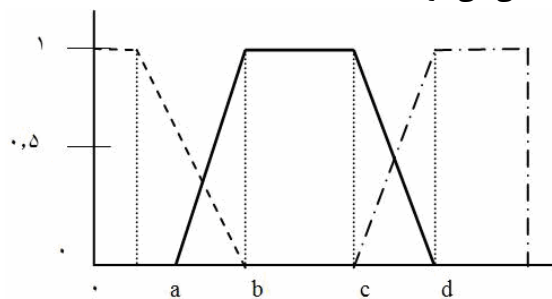
زمانیکه ساختار شبکه ساخته می شود فاز یادگیری را می- توان انجام داد. قصد داریم خطاها را با روش نزولی گرادیان با تغییر دادن پارامترهای توابع عضویت کاهش دهیم. تابع خطا به صورت زیر تعریف می شود:

$$E = \frac{1}{2}(y_d - y)^2 \quad (6)$$

که y_d مقدار مطلوب خروجی و y مقدار واقعی خروجی می- باشد.

۲-۳ مشتق گیری درجات فوریت

درجات فوریت که به متغیرهای ترافیک بستگی دارند محاسبه و پیش بینی می شوند و البته به تاریخ ترافیک بستگی دارد که توسط آشکار کننده هایی مثل حلقه القایی شناسایی می شوند.



شکل ۶ - مجموعه عضویت های فازی دوزنقه ای برای متغیرهای ترافیک

در این مقاله داده های ترافیک NUM ، $NUM \ upline(T)$ ، $sline(T)$ ، $NUM \ cline(T)$ و $QUE \ s(T)$ و $QUE \ l(T)$ استفاده از مجموعه عضویت های فازی دوزنقه ای تعریف می- شود.

سطح بالا استراتژی زمان‌بندی سیگنال ترافیک را تعیین می‌کند و سطح تصمیم‌گیری نامیده می‌شود. در سطح بالای کنترل کننده فازی هدف تصمیم‌گیری باید در مورد اینکه فاز جاری را افزایش دهد یا فاز بعدی را انتخاب کند، تصمیم بگیرد. اگر در فاز جاری سبز کنترل کننده برای هر فاز بعد از ثانیه‌های T_{min} از شروع فاز سبز فعال شود، که T_{-} min ما را از این موضوع که سیگنال سبز در مسیر مناسب یک وسیله نقلیه آنقدر باقی ماند تا تقاطع روشن شود کل زمان سبز از T_{max} تجاوز نمی‌کند بنابراین زمان سبز مقدار بین T_{min} و T_{max} است، در این مقاله روش تصمیم‌گیری پیشنهادی بر پایه‌ی درجات فوریت را می‌توان به طور مؤثر برای حل این مشکل استفاده کرد.

این روش ذکر می‌کند که فاز بعدی بر طبق درجه فوریت ماکسیمم در کل فاز باقی مانده تعیین می‌شود، و تنها در شش نوع توالی انتخاب می‌شود، برای مثال در طول تصمیم‌گیری منطق فازی "a" فاز، فاز جاری است و توالی فاز می‌تواند یکی از "a-b-c-d-a"، "a-b-d-c-a"، "a-c-b-d-a"، "a-c-d-b-a"، "a-d-b-c-a"، "a-d-c-b-a" باشد "درجه فوریت" هر فاز توسط سیستم استنتاج فازی قبلی به دست می‌آید.

۴- بهینه سازی چند منظوره پارامترهای کنترل

کننده منطق فازی

در کنترل سیگنال ترافیک تعداد معیار گوناگون یا اهداف کنترل مثل ماکسیمم کردن به طور ایمن، به حداقل رساندن تأخیرات و کاهش دادن ضررهای محیطی وجود دارد. این مشکل یعنی بهینه کردن هر هدف در چرخه‌های زمانی مختلف حاصل می‌شود. این اهداف کاملاً منطبق نیستند. از سه هدف به عنوان مثالی جهت توضیح دادن روابط بین معیارهای مختلف استفاده می‌کنیم. اگر به حداقل رساندن تأخیرات هدف باشد. تأثیر روی سایر اهداف اندکی منفی

است. تنها اثر مثبت بین محیط و امنیت وجود دارد. به عبارت دیگر کنترل مؤثر محیطی سیگنال ترافیک اغلب می‌تواند امن باشد چون زمان‌های چرخه سیگنال‌های مؤثر محیطی ترافیک کاملاً طولانی می‌باشند. زمان چرخه طولانی متوسط به این معنی است که تعداد بازه‌های کهربا کوچکتر و خطر تصادف‌های انتهای پشتی کمتر می‌شود. بزرگترین مشکل این است که استراتژی محیطی یا امنیت کنترل یک نتیجه تأخیری مناسب را ارائه نمی‌کند. تأخیر متوسط حتی می‌تواند ۴۰٪ بزرگتر از تأخیر بهینه باشد. به منظور دستیابی به انعطافی مطلوب پارامترهای کنترل کننده سیگنال باید با توجه به اهداف یا معیارهای مختلف بهینه شوند.

الگوریتم‌های ژنتیک چند منظوره (MOGA) به طور مؤثر این مشکل را حل می‌کنند.

الگوریتم‌های ژنتیک (GA) روش‌های بهینه‌سازی بر پایه اصول ارزیابی معمولی می‌باشند. GA برای حل مجموعه‌ای از راه‌حل‌های بالقوه (که کروموزوم نامیده می‌شوند) به کار می‌رود. نظریه تناسب در GA جهت اندازه‌گیری مناسب بودن راه‌حل مورد نظر (کروموزوم) استفاده می‌شود.

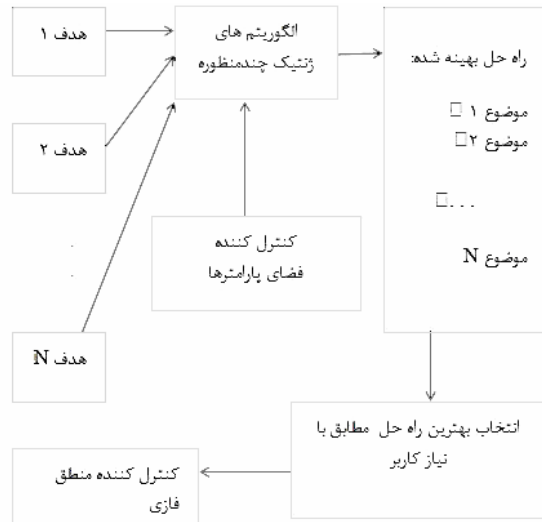
هر راه‌حل بهینه یک رابطه جایگزینی بین اهداف مطلوب برقرار می‌کند. در زمان اجرای کنترل کننده در یک محیط ویژه راه‌حلی که با توجه به اهداف مطلوب آن محیط بهتر اجرا می‌شود باید توسط کاربر از مجموعه بهینه انتخاب شود. MOGA از روش طبقه‌بندی پارتو، با استفاده از تعداد سایر راه‌حل‌های که بر راه‌حل قبلی تسلط دارند، جهت طبقه‌بندی راه‌حل‌های هر دسته استفاده می‌کند. این تکنیک کاملاً در [15] Horn توصیف شده است.

برای حالت سیگنال ترافیک محیط با ظرفیت‌های ترافیک بسیار پایین مناسب است.

در این شبیه‌سازی برای بهینه‌سازی عملکرد و کنترل کننده به حداقل رساندن تأخیرات به عنوان معیار اولیه، الگوریتم‌های چند منظوره ژنتیک استفاده می‌شود، به حداقل رساندن تعداد توقف‌های وسیله نقلیه به عنوان معیار ثانویه MOGA استفاده می‌شود. برای ارزیابی عملکرد کنترل کننده تأخیرات متوسط وسیله نقلیه و درصد وسایل نقلیه متوقف شده با تأخیرات کنترل کننده فعال شده مقایسه می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که کنترل کننده فازی توانایی کاهش زمان‌بندی را در پاسخ به تغییر شرایط ترافیک در پایه زمانی حقیقی دارد. کنترل کننده پیشنهادی ما تأخیرات وسیله نقلیه و درصد وسایل نقلیه متوقف شده کمتری نسبت به کنترل کننده فعال شده ترافیک تولید می‌کند.

مراجع:

- 1) C.pappis, E.mamdani, A fuzzy logic controller for a traffic junction. IEEE Trans. Systems Man Cybernet, SMC-7(10):707-717, 1977.
- 2) Nakatsuyama, M, Nagahashi, H, and Nishizuka, N., Fuzzy logic phase controller for traffic junctions in the one-way arterial road. Proceedings of the IFAC ninth triennial world congress, Pergamon press, Oxford, 2865-2870, 1984.
- 3) Chiu, S., Adaptive traffic signal control using fuzzy logic. Proceedings of the IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 98-107, 1992.
- 4) Kelsey, R.L., Bisset, K.R., Simulation of traffic flow and control using fuzzy and conventional methods. In: Jamshidi, M. (ED.), Fuzzy Logic and Control and Hardware Applications. Prentice-Hall, Engwood Cliffs, NJ, 262-278, 1993.
- 5) Chiu, S. and Chang, S., Adaptive Traffic Signal Control Using Fuzzy Logic. Proceedings IEEE International Conference on Fuzzy Systems, 1371-1376, 1993.
- 6) Tzes, A., McShane, W.R., and Kim, S., Expert Fuzzy Logic Traffic Signal Control for Transportation Networks. Institute of Transportation Engineering 65th Annual Meeting, Denver USA 154-158, 1995.
- 7) Robert Hoyer and Ulrich Jummer, Fuzzy Control of Traffic Lights. IEEE International Conference on Fuzzy Systems, 1526-1531, 1994.
- 8) Zhou, W.-W., Wu, J., Lee, A., Fu, L., and Miska, E., Fuzzy Flows. ITS: Intelligent Transportation System, May/June 43-45, 1997.
- 9) Niittymäki, J., Kikuchi, S., Application of fuzzy logic to the control of a pedestrian crossing signal. Transportation Research Record No. 1651. Transportation Research Board, Washington, DC, 30-38, 1998.
- 10) Mohamed B. Trabia, Mohamed S. Kaseko, and Murali Ande, A two-stage fuzzy logic controller for traffic signals. Transportation Research Part C: 353-367, 1999.
- 11) Jarkko Niittymäki, Matti Pursula, Signal control using fuzzy logic. Fuzzy Sets and Systems, 116: 11-22, 2000.



شکل ۷: فرآیند بهینه‌سازی پارامتر کنترل منطقی فازی

در روش پیشنهاد ما، ۷ نوع متغیر ترافیک $NUM\ upline(T)$ ، $NUM\ cline(T)$ ، $NUM\ sline(T)$ ، عضویت ذوزنقه‌ای فازی توصیف شده است و برای تعریف شکل ذوزنقه‌ای هر متغیر ترافیک از چهار پارامتر a, b, c و d استفاده می‌کنیم، بنابراین تعداد کل پارامترها $7 * 4 = 28$ می‌باشد.

در بیشتر موارد، مقدار متغیر ترافیک عدد صحیح می‌باشد، بنابراین پارامترها به طور مناسب با استفاده از اعداد صحیح توصیف می‌شوند. برای کاهش دامنه فضای پارامتر و هزینه محاسباتی، دانش خبره اغلب متناسب با آن به کار می‌رود تا دامنه هر پارامتر در بازه کوچکتری قرار بگیرد.

شبیه‌سازی و نتیجه‌گیری

تأثیرات وضعیت‌های شبیه‌سازی کنترل کننده فازی در بخش قبلی در تقاطعی با چهار راه تعریف شد (شکل ۱) که از سیگنال چهار فازه دور به چپ اصلی (شکل ۲) استفاده می‌کند. تقاطع، دو گذر و یک انحنای کناره دور به چپ در هر مسیر دارد. نتایج نشان می‌دهد که درصد توقف‌های الگوریتم‌ها ما ۱۵-۲۵٪ از اصل بسط سنتی کوچکتر است و با استفاده از این الگوریتم تأخیر متوسط ۱۵-۳۰٪ کوچکتر از اصل بسط در محیط آزمایشی ۱۵۰۰-۱۰۰۰ vph می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که محیط کاربرد الگوریتم پیشنهادی وسیع است و شامل ظرفیت‌های اشباع/ غیر اشباع شده ترافیک می‌باشد، با این وجود اصل بسط تنها

[12] Sayers, T., Fuzzy Logic in Traffic Responsive Signal Control. Proceedings 8th IFAC/IFIP/IFORS Symposium on Transportation Systems, Chania, Crete, 714-718, June 1977.

[13] Hoogendoorn, S. P., Coppinga, G., and Kaymak, Perspectives of Fuzzy Logic in Traffic Engineering. Pub. Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Rotterdam, The Netherlands, 1998.

[14] I Rojas, O. Valenleuza, M. Anguita, and A. Prieto. Analysis of the implication functions and in the fuzzy inference process. International Journal of Approximate Reasoning, 1998, 19:367-389.

[15] Horn, J., Nafpliotis, N., and Goldberg, D. E., A Niche Pareto Genetic Algorithm for Multi-objective Optimization. Proceedings of the First IEEE Conference on Evolutionary Computation, IEEE World Congress on Computational Intelligence, 1:82-87, 1994.