مقاله‌نامه بیست و سومین کنفرانس بهاره فیزیک (۳۰-۲۹ اردیبهشت ۱۳۹۵)

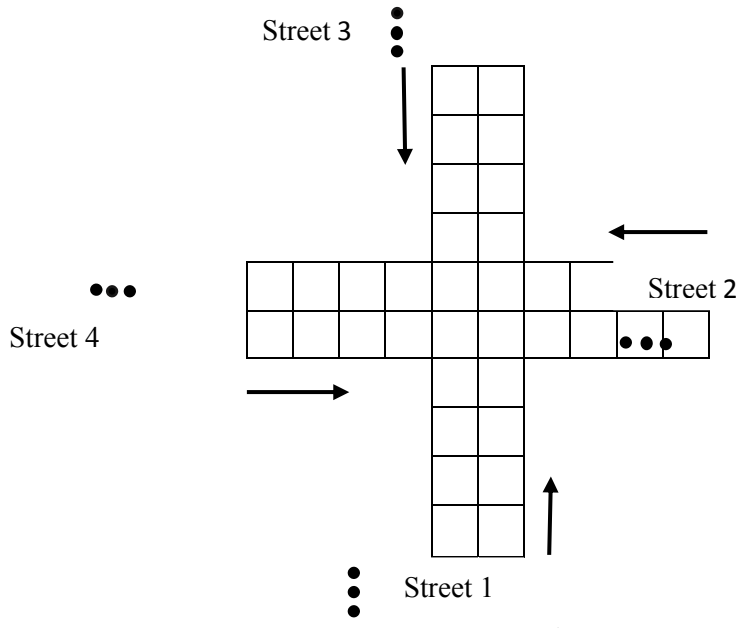
شبیه سازی شار ترافیک ماشینی شامل چهار خیابان دوبانده

سمیه بلباسی [۱]، ناهید کاظم زاده[۱]

[۱] *دانشگاه زنجان*

چکیده: *در چند سال گذشته عده قابل توجهی از فیزیکدانان به بررسی و مدل سازی حرکت ماشین ها پرداخته اند[۱]. شار ترافیک ماشینی به دو دسته ترافیک جاده‌ای و شهری بخش‌بندی می‌شود. در بخش ترافیک شهری یکی از اهداف اصلی مدل‌سازی، یافتن الگوریتم‌های بهینه‌سازی کنترل ترافیک در یک شبکه شهری متشکل از تقاطع‌های چراغ‌دار و میدان می‌باشد[۲] این کار با گسسته‌سازی دینامیک حرکت ماشین‌ها هم در زمان و هم در مکان انجام می‌شود. به این گونه مدل‌ها یاخته‌های خودکار گفته می‌شود، که در کار انجام شده از مدل ناگل-شرکنبرگ برای شبیه سازی و پیداکردن بیشینه جریان و کمینه زمان انتظار بهره برده‌ایم.*

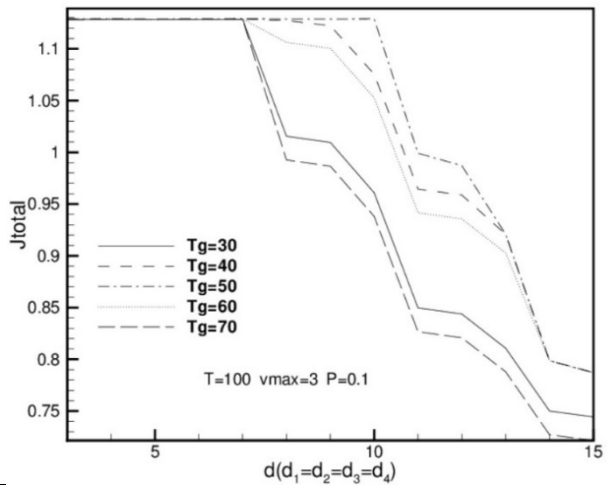
تعریف مساله: جریان ترافیک در یک تقاطع شامل چهار خیابان که هر یک جریان دوطرفه ترافیک را از خود عبور می دهند شبیه-سازی شده است که در آن خیابان ها به صورت یک زنجیره های بسته در نظر گرفته شده است که هر کدام L خانه دارند و این زنجیره‌ها در خانه های $\left[\frac{L_4}{2}+1, \frac{L_1}{2}\right]$ ، $\left[\frac{L_2}{2}, \frac{L_1}{2}+1\right]$ ، $\left[\frac{L_2}{2}+1, \frac{L_3}{2}\right]$ ، $\left[\frac{L_4}{2}, \frac{L_3}{2}+1\right]$ بر هم منطبق میباشندو تقاطع را تشکیل می دهند که در شکل زیر هندسه این تقاطع نشان داده شده است.



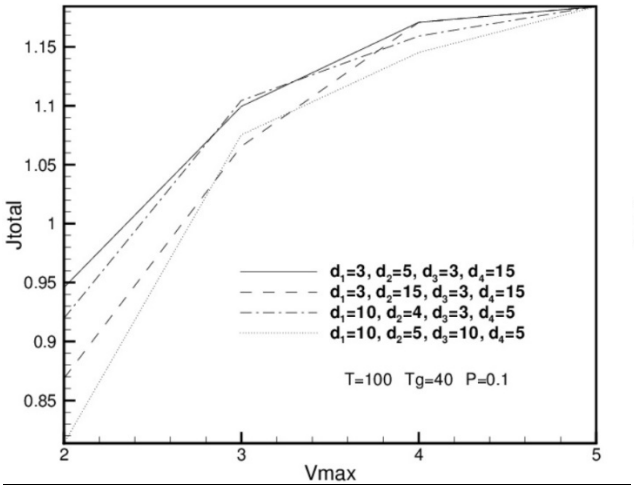
شکل۱: طرحواره تقاطع

مقاله‌نامه بیست و سومین کنفرانس بهاره فیزیک (۳۰-۲۹ اردیبهشت ۱۳۹۵)

جهت شار ترافیکی در زنجیره ی یکم از جنوب به شمال، در زنجیره ی دوم از شرق به غرب، در زنجیره ی سوم از شمال به جنوب و در زنجیره ی چهارم از غرب به شرق است. ماشین ها به محض رسیدن به نقطه تقاطع می توانند با احتمال های مشخص به خیابان های دیگر بپیچند. احتمال پیچیدن ماشین های شمال رو به شرق، غرب رو به شمال، جنوب رو به غرب و شرق رو به جنوب به ترتیب p_{se} ،p_{en} ،p_{nw} و p_{ws} و همچنین احتمال پیچیدن ماشین های شمال رو به غرب، غرب رو به جنوب، جنوب رو به شرق و شرق رو به شمال به ترتیب p_{sw}، p_{es} ،p_{ne} و p_{wn} در نظر گرفته شده است. گسسته سازی مکانی به این صورت است که هر ماشین تعداد درستی از خانه های جاده را اشغال می کند. سرعت می تواند یکی از مقادیر گسسته زمانی Vmax....۰،۱،۲را داشته باشد. در هر گام زمانی، سامانه با پیکر بندی سرعت و مکان ماشین ها مشخص می شود و با قوانین ناگل- شرکنبرگ[۳]، تحول می یابد. شرایط مرزی به کار برده در این شبیه سازی، شرایط مرزی باز است برای این منظور چهار پارامتر با مقدار درست $d_i \geq 1$ ، (i=۱،۲،۳،٤)که برای خیابان یکم، دوم، سوم و چهارم تعریف می کنیم که به طور وارونه متناسب با چگالی خیابان iام است. هنگامی که فاصله نزدیک ترین ماشین به اولین خانه خیابان،j=۱ (دورترین ماشین از نقطه تقاطع) در خیابان iام از مقدار d_i بیشتر شود یک ماشین جدید در خانه j=۱ در خیابان iام با سرعت v_{max} قرار می گیرد. خروج ماشین ها از خیابان ها به این صورت شبیه سازی شده که وقتی مکان ماشینی که از نقطه تقاطع عبور کرده است بزرگ تر ازL_I شود، این ماشین از دستگاه بیرون می رود و تعداد ماشین های خروجی یک واحد افزایش می یابد. شار خروجی از خیابان iام به صورت تعداد ماشین های خروجی از خیابان iام در بازه زمانی $[T_1,T_2]$تقسیم بر T_2-T_1 تعریف می شود. شار خروجی از خیابان iام را به صورت J_i ، (i=۱،۲،۳،٤)نشان می دهند علاوه بر آن به مدت زمانی که ماشین ها پشت تقاطع صرف می کنند زمان انتظار،WT، گفته می شود. در این مسئله چراغ راهنمایی در نقاط تقاطع وجود دارد که شار ترافیکی را کنترل می کند به این روش که چراغ راهنمایی به ترتیب سبز و قرمز می شود و دوره چراغT به دو بخش تقسیم می شود. در بخش اول با مدت زمان T_g چراغ راهنمایی برای ماشین های خیابان یکم و سوم سبز و برای ماشین های خیابان دوم و چهارم قرمز است. در بخش دوم به مدت زمان T-T_g گام زمانی رنگ چراغ ها عوض می شود.



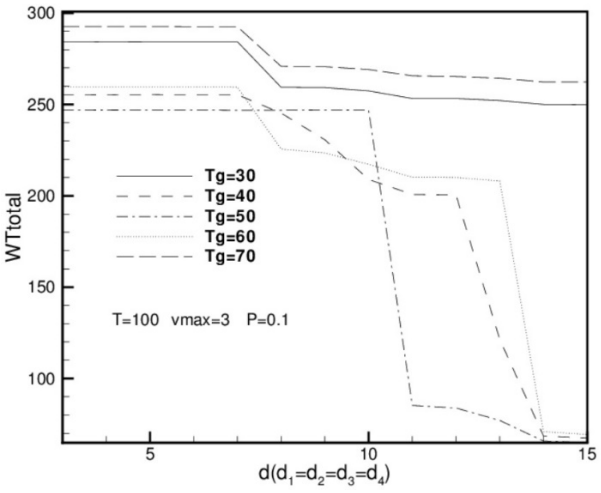
شکل۲: شار خروجی کل بر حسب d



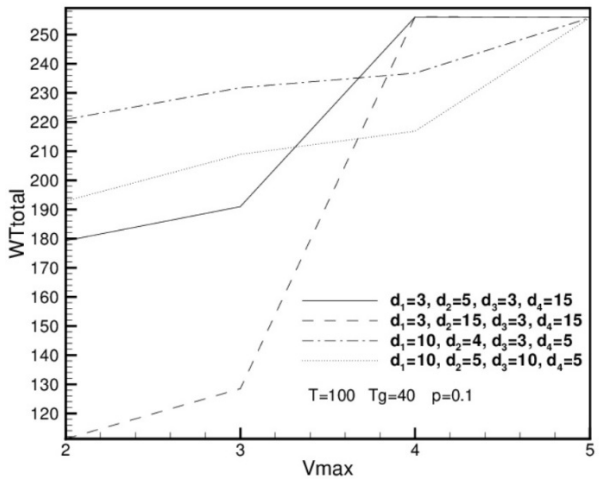
شکل۳: شار خروجی کل بر حسب Vmax

مقاله‌نامه بیست و سومین کنفرانس بهاره فیزیک (۳۰-۲۹ اردیبهشت ۱۳۹۵)

شکل ۲، Jtotal (شار خروجی کل از چهار خیابان) برحسب d به ازای Tgهای متفاوت، Vmax=۳ ، با احتمال پیچش در همه خیابان ها برابر p=۰,۱و T=۱۰۰رسم شده است. همانطور که می بینید با افزایشd شار خروجی کل رفته رفته کاهش پیدا می کند. وقتی که خیابان ها شلوغ هستند(d های کم)به ازای همه Tgها شار، بدون تغییر است ولی با خلوت شدن خیابان ها (dهای زیاد)، اثر Tgنمایان می‌شود.نمودار به ازای Tg=۵۰در همه dها دارای بیشترین شارخروجی است و بعد، بیشترین شار خروجی به ترتیب برای Tgهای ۷۰،۳۰،۶۰،۴۰ است. شکل ۳، Jtotal برحسب Vmaxبه ازای dهای متفاوت رسم شده است. با افزایش مقدار Vmaxشار خروجی افزایش می یابد. در Vmaxهای کم، تا رسیدن ماشین ها به تقاطع زمان زیادی صرف می شود بنابراین میزان شلوغی و خلوتی خیابان تأثیر زیادی در شار خروجی دارد ولی با افزایش سرعت ماشین ها سریعتر ابه تقاطع رسیده و اثر d در شار خروجی خیلی کمتر شده است.



شکل ٤: زمان انتظار کل بر حسب d



شکل ٥: زمان انتظار بر حسب vmax

شکل ٤ زمان انتظار برحسب d رسم شده است که به ازای Tg=۵۰ زمان انتظار کمینه، و با افزایش d کاهش پیدا می کند.ولی به ازای Tg=۷۰و ۳۰= Tgزمان انتظار بیشینه و از d=۸ برای همه ی dها تقریباً ثابت است. در شکل۵ نیز زمان انتظار بر حسب Vmax به ازای dهای متفاوت،T=۱۰۰، Tg=۴۰و احتمال پیچش به راست و چپ p=۰,۱ رسم شده که زمان انتظار کمینه در سرعت های کمتر از ۳ مربوط به d_4=۱۵، d_3=۳، d_2=۵، d_1=۳ است و در سرعت تقریباً ٤به بعد نمودارها به هم نزدیک شده و زمان انتظار بیشینه است.

نتیجه گیری

برای بهینه سازی جریان عبوری از تقاطع، به یافتن بیشینه شار خروجی و کمینه زمان انتظار پرداختیم و در این میان دریافتیم که این اکسترمم ها دقیق برهم منطبق نیستند بنابراین برای دوره سبز چراغ باید بازه ای را در نظر گرفت که تا حد قابل قبولی خواسته های مساله را برآورده سازد و از طرفی در عمل نیز قابل اجراباشد. علاوه بر این به این نتیجه رسیدیم که همواره افزایش سرعت باعث کاهش زمان انتظار نمیباشد که این امر در نمودارهای مورد بررسی بر حسب ماکزیمم سرعت قابل مشاهده است.

مرجع ها:

1)Kerner, B., Physic of traffic flow, Springer, Berlin, 2004.

2)Fouladvand, M. Ebrahim and Belbasi. S., J. Phys. A: Math. Theor., 2011, 44, 105001.

3)Nagel, K. and Schreckenberg, M., Journal of physics I., 1992, 2, 2221.3