

КӨШЕ-ЖОЛ ЖЕЛІСІНДЕ КӨЛІК АҒЫНДАРЫН ҰЙЫМДАСТЫРУДЫ МОДЕЛЬДЕУ ЖҰМЫСТАРЫН ТАЛДАУ

Ерғали Жанеля Бауыржанқызы

dyshanaroda98@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, "Көлік, көлік техникасы және технологиялары"

кафедрасының 1-ші курс магистранты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Ғылыми жетекшісі – М. Маханов

Кіріспе

Трафикке сұраныс пен ұсыныстың теңгерімсіздігі трафиктің шамадан тыс жүктелуінің негізгі себептерінің бірі болып табылады [1]. Қолданыстағы зерттеулердің көпшілігі трафикке сұранысты болжауға бағытталған және берілген ақпарат бойынша ұсынысты қарастырады [2,3,4,5]. Трафикті пайдалану мен тиімділігін арттыру үшін оның инфрақұрылымын қалай өзгерту және жаңарту керектігі туралы аз зерттеулер бар.

Жол желісінің өткізу қабілеті трафикті жеткізу деңгейін және трафик сұранысы мен ұсынысы арасындағы тепе-теңдік қатынастарды көрсету және бағалау үшін маңызды көрсеткіш болып табылады. Желінің өткізу қабілеттілігінің жақсы моделі жол желісінің жұмысын талдау және желіні пайдалануды барынша арттыратын жөнелту-тағайындау ағынын бөлудің оңтайлы схемасын алу үшін өте қажет. Мұндай модель әсіресе көлік инфрақұрылымын жоспарлауды жерді пайдалануды жоспарлауды және бақылауды біріктірген кезде пайдалы болады. Оны қолданыстағы жол желісімен әлеуетті сұраныстың қаншалықты қанағаттандырылатынын бағалау және оның өткізу қабілетін арттырудың және жерді пайдалану жоспарларына сәйкес келетін жол желісін құрудың ең жақсы тәсілдерін зерттеу үшін қолдануға болады. Бұл құжат көлік жүйесінің тиімділігі мен тұрақтылығын арттыру үшін жол желісінің жер пайдалануға қаншалықты сәйкес келетінін сандық бағалауға ықпал ететін жол желісінің өткізу қабілеттілігін модельдеу әдісін іздеуді ұсынады.

Жол желісінің өткізу қабілетін анықтау

Дәстүрлі желілік ағын теориясына сәйкес, желінің өткізу қабілеттілігі маршруттағы кез-келген арнаның өткізу қабілеттілігінен асып кетпестен, көрсетілген бастапқы түйіннен басқа көрсетілген соңғы түйінге дейінгі максималды өткізу қабілеттілігі ретінде анықталады. Бірнеше ашық және жұптасқан жол желісін ескере отырып, трафикті зерттеушілер мен инженерлер дәстүрлі желілік ағындық теорияларға негізделген желінің өткізу қабілеттілігінің жаңа анықтамасын ұсынды. Жол желісінің өткізу қабілеті белгілі бір бастапқы түйіндерден белгілі бір желінің басқа көрсетілген соңғы түйіндеріне дейін, трафик ағыны пайдаланушының тепе-теңдік трафигін тарату әдісі арқылы желіге тағайындалған кезде, оның максималды жалпы тарату ағындары ретінде анықталады (қысқаша бірлік: уақыт бірлігіндегі көлік құралдары) [6,7,8]. Желінің тепе-теңдік өткізу қабілетіне негізделген бұл құжат кейінірек анықталатын және әзірленетін жаңа тұжырымдаманы ұсынады.

Қазіргі уақытта, тек үлкен қалаларда автокөлік ағындарын басқару өте маңызды. Көлік құралдарының (көлік құралдарының) санын тереңдету, мысалы, жеке, қоғамдық және қоғамдық, коммуналдық жолдардың толып кетуіне, ұзақ кептелістерге, жаяу жүргіншілердің жүруіне, автомобиль апаттарының көбеюіне және т.б. жол ағынын басқару жүйесіндегі басқару объектісі өнеркәсіптік құралдардан тұратын көлік ағыны болып табылады (Автомобильдер, мотоциклдер, автобустар және т.б.). Сонымен қатар, автомобиль жүргізушілері магистральда өздерін көрсетеді және жауап береді барлық мүмкін әрекеттер әр түрлі, үнемі болжанбайды, бұл жүйені талдауды қиындатады.

Демек, жол қозғалысы-бұл басқару объектісі сияқты оның ерекшелігін сипаттайтын техно-элеуметтік жүйе. Жол қозғалысын басқарудың тек өнеркәсіптік нюанстарына назар

аудара отырып, бұл тақырып өте ерекше және күрделі болғандықтан, оның муниципалды көлік ағындары келесі ерекшеліктерге ие болуы керек.

Біріншіден, автокөлік ағындарының мұндай болжанбауы: олардың сипаттамалары тек белгілі бір ықтималдықпен бақылауға мүмкіндік береді. Көлік ағыны автокөлік желісі бойынша қозғалады, ол көп немесе аз талап етілетін сипаттамаға мүмкіндік беретін және стационарлық емес болып көрінетін сипаттамаларға ие.

Екіншіден, автокөлік ағындарының мұндай қозғалғыштығы, олардың деректері өзгерген кезде, үш циклде нашар болады:

- күн сайын;
- апта сайын және маусымдық.

Үшіншіден, мұндай төмен басқару, оның мәні ағындар туралы тамаша ақпараттың болуы және шоферлерді жеткілікті әрекеттер туралы хабардар ету мүмкіндігі туралы болғандықтан, бұл талаптар міндетті емес сипатқа ие. Басқарудың барлық аспектілерінің әмбебап экстремумын алу айтарлықтай тоқтайды.

Төртіншіден, сапа критерийлерінің көптігі, мысалы: жолды кейінге қалдыру, орташа жылдамдықты қозғалыс, апаттың болжамды саны, атмосфераға зиянды шығарындылардың мөлшері және т.б. көптеген белгілер өзара байланысты және кейбіреулерін тарату мүмкін емес.

Басқару объектісі ретінде жол ағымының бесінші ерекшелігі-бұл меншікті белгілейтін жалпы сипаттамаларды өлшеу мүмкін еместігі және мүмкін еместігі. Сонымен, ток кернеуінің шамасын сынау автокөлік ағындарының өлшегіштерінің олардың қозғалысының барлық бағыттарында болуын немесе берілген аэро-фототүсірілімді қолдануды немесе еңбек шығындарын қолмен тексеруді қажет етеді.

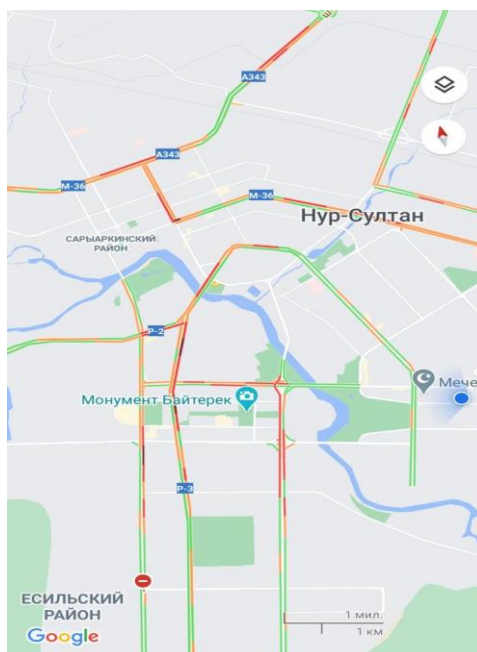
Ақыр соңында, жол қозғалысын басқару саласындағы терең табиғи тәжірибелерді жүзеге асырудың негізгі мүмкін еместігін көрсету керек. Бұл мүмкін еместігі, біріншіден, қозғалыстың зиянсыздығын қамтамасыз ету қажеттілігімен, екіншіден, тәжірибені сызу үшін материалдық және еңбек шығындарымен (жол белгілерінің таңбалануы мен орналасуының өзгеруі) және үшіншіден, компанияның интеграцияланған схемасындағы жауапты өзгерістер көптеген адамдардың көкжиегін байланыстырады-қозғалысқа қатысушылар.

Нұр-Сұлтан қаласының көше-жол желісіндегі кептелістер мен жол ағынының картадағы бейнесі төменде көрсетілген (сурет 1):

Қызыл түс-жол желісінде критикалық нүктеге жеткен кездегі қозғалыс, қызғылт-сары-орташа қалыпты, жасыл-қалыпты, бос қозғалысты көрсетеді.

Автокөлік жүйелерінің ерекшелігі сәйкес аналитикалық модель тұжырымдамасын жүзеге асырады, бұл реттеудегі басқару түрлерін және оның сипаттамаларын әртүрлі жағдайларда талдауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, модельдеуді модельдеу ұқсас заттарды зерттеуге арналған рецепт осы мәселені шешуге уәде береді: ол жақын арада және жақсы ұқыптылықпен ұқсас табиғаттың күрделі жүйелерінің сипаттамаларын болжауға және сәйкес оңтайландыру көлемін артық көре отырып, маңызды параметрлерді оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Модельдік болжау саласындағы автомобиль байланысының құрамдас бөліктерінің кітапханасын құру және көлік ағындарын талдау және оңтайландыру мәселелерін шешу үшін модельдік модификацияларды қолдану қабілетінің дәлелі.



Сурет 1. Нұр-Сұлтан қаласының көше-жол желісіндегі кептелістер мен жол ағынының картадағы бейнесі

Автокөлік ағындарын модельдеу

Бүгінгі таңда қоғамда автокөлік ағындарын болжау үшін көптеген нақты жүйелер бар, мысалы, TRANSIMS, PARAMICS, EMMЕ/2, SATURN және т. б. модельдеуге қол жетімді фокустар модельдендірілген процестің егжей-тегжейлі ватерпасы арқылы жүйелендірілуі мүмкін:

* Макро-деңгейдің модификациялары көлік ағынын тұтас, барлық автокөлік құралдарының қосындысы ретінде сипаттайды. Қажетті көлемдер — трафиктің қанықтылығы және т.б. модификацияның осы түрін қолдану жағы — үлкен көлемдегі автокөлік жағдайын талдау, т. б. жолдар мен аймақаралық жол желілері.

* Микро деңгейдегі модификациялар жеке көлік құралдарының бейнесімен және олардың өзара әрекеттесуімен сипатталады. Бұл класстың модификациялары автокөлік құралдарының әрекеті мен өзара әрекеттесу ережелеріне бағынатын жол қозғалысының жеке серіктестерінің әрекеттерін көрсетеді. Әрекет ережелері жылдамдық пен үдеуді басқару үшін қосымша стратегияларды сақтайды. Қазіргі уақытта шағын модификациялар жеке қиылыстардағы трафикті және олардың жиынтығын болжау үшін қолданылады.

Қолданыстағы жүйелердің көпшілігі микро деңгейдегі модификацияларды құруға және зерттеуге мамандандырылған.

Ұсынылған қызметтің негізгі проблемасы модельдеу құралдарының бірінде автокөлік байланысы ингредиенттерінің кітапханасын жасау болды. Болжамдау саласы ретінде Anylogic сөмкесі ([www. AnyLogic-дискретті, үздіксіз және гибридті модельдеуге арналған тако-көлемді құралдар жиынтығы.](http://www.AnyLogic.com) Оны пайдалану аудандары әртүрлі: қарапайым жүктемелік модификациялардан күрделі AnyLogic Unified Modeling Language (UML, модельдеудің жан-жақты диалектісі) сияқты күрделі жүйелерді жобалаудың осындай күшті жағдайын жояды).

Пакеттің жан-жақтылығы, оның үздіксіз, дискретті модельдермен әрекет ету мүмкіндігі, оның парасаттылығы мен қолданудың қарапайымдылығы көлік желісіндегі ингредиенттердің кітапханасын салуға мүмкіндік береді, бұл көлік аймағындағы әртүрлі қиындықтарды ұзақ қамту үшін қолайлы болады.

Сонымен қатар, AnyLogic пакетінде қолданылатын объектіге бағытталған бағдарламалау объектілері кітапхана элементтерін еркін бейімдеуге және қоздыруға мүмкіндік береді.

Автокөлік торабы компоненттерінің кітапханасы

Кітапхана келесі элементтерді қамтиды: автокөлік құралдарының генераторы/қабылдағышы, жол учаскесі, бақыланатын және реттелмейтін қиылыстар. Бұл компоненттер муниципалды автокөлік желісінің көптеген аймақтарын салу үшін жеткілікті болды.

Кітапхана ингредиенттерінің кез-келгенінде объектілердің жеке қасиеттерін орнататын теңгерілетін параметрлер бар.

Автокөлік құралдарының агрегаты.

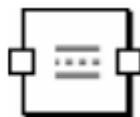
Бұл субъект генерациясы мен әдісі үшін қолданылады. Көлік құралын қабылдау кезінде статистика және іс жүзінде орташа қозғалыс уақыты, кезек күтудің орташа уақыты, көлік ағымының шапшаңдығы жинақталады. Сурет 2-де TS генераторын/қабылдағышын байқайтын блок ұсынылған.



Сурет 2. TS генераторын/қабылдағышын байқайтын блок

Жол учаскесі

Сурет 3-те қиылыстар арасындағы жол учаскесін бақылайтын блок ұсынылады.



Сурет 3. Қиылыстар арасындағы жол учаскесін бақылайтын блок

Реттелмейтін қиылыс

Көлік құралының осы типтегі қиылыстан өту ережелері келесі заңдармен анықталады:

* Егер көлік құралы негізгі жолда болса, онда ол оның оң жағындағы негізгі жолда жүргендерді ғана өткізуі керек.

* Егер көлік құралы екінші жолда болса, онда ол негізгі жолдағы барлық адамдарды және оның оң жағындағы екінші жолда жүргендерді өткізуі керек.

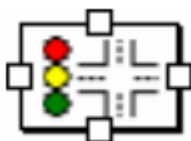
Сурет 4-те бақыланбайтын қиылысты байқайтын блок көрсетілген.



Сурет 4. Бақыланбайтын қиылысты байқайтын блок

Бақыланатын қиылыс

Қиылыстың бұл сипаты бағдаршамдар арқылы басқарылады. Алайда, оған балама бақыланбайтын қиылыста (бағдаршамның нақты көрсеткісін қоспағанда, бұрылу заңсыз) жүру ережелері де әсер етеді. Сурет 5-те бақыланатын қиылысты байқайтын блок ұсынылған.



Сурет 5. Бақыланатын қиылысты байқайтын блок

Бақыланатын қиылысты зерттелетін автокөлік желісін құру үшін дайын қондырғылардан байланыс топологиясын жасап, кез-келген блок үшін шұғыл көлем беру керек.

Автокөлік байланысын талдау желінің зерттелген топологиясын қолдана отырып, талдау жасалады, ол үшін автомобиль байланысының зерттелген ингредиенттерінің модельдің тамырына жақсы қозғалысы орнатылады. Кез-келген ингредиент үшін жеке-жеке реттеледі. Автокөлік байланысының модификациясын жасау уақыты оның көлеміне байланысты. Мысалы, б қиылыстан тұратын желінің модификациясын жасау үшін, байланыстың нақты параметрлері туралы (жол филиалдарының ұзындығы, бағдаршам фазалары, қозғалыс кернеуі, бағыттан кейінгі ағымның бағыты мен ықтималдығы) берілген уақытты есепке алмай, сағат айналасында сұралады.

Салынған кітапхананың ингредиенттерінен жасалған модельдер автокөлік желілерінің модификацияларын көбірек жүйелеудің тек бір тобына ғана жылжыту мүмкін емес. Олар сочетают өз ішіндегі сапасын екі санаттағы. Берілген тәсіл 4 үнемі талап етілмейтіндігімен байланысты, мысалы, микро-модельдеудің барлық заңдарының хаттамасы (көлік құралдарының қозғалысы және сәйкестігі). Оқырман имитацияланған заттар мен құбылыстардың егжей-тегжейін бұзу ықтималдығы бар, осылайша макро -, мысалы, модификацияларды табады және байланыстың орнатылған модификациясы автокөлік құралдарының барлық сипаттамаларын тексеруге мүмкіндік береді. Мұндай дәлел бірнеше бағытта жүруі мүмкін:

- белгілі бір жағдайларды талдау кейде нақты жағдайды (мысалы, апат, егін жинау жұмыстары) модельдейді, онда жүйенің осындай сипаттамалары талданады, мысалы, көлік құралының орташа жылдамдығы, кезек күту уақыты (жолдың кідірісі) және т.б.

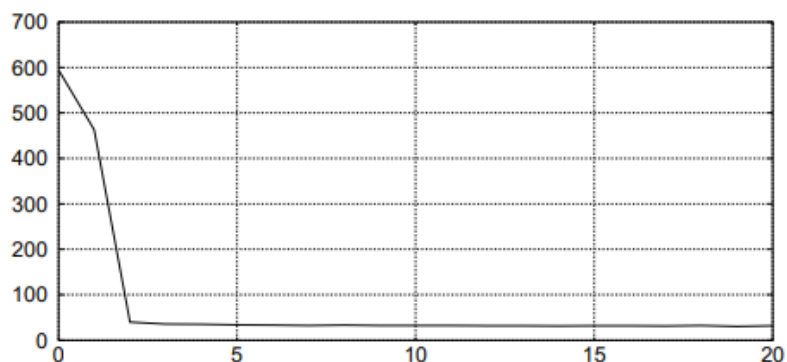
- өзгертін көлемдерді (мысалы, бағдаршамдарды ауыстыру уақыттары, жол жолақтарының көптігі және т. б.) таңдап, мақсатты функцияны (оңтайландырылған мән) тағайындау керек. Экия функциясы, мысалы, автокөлік желісінің қарастырылып отырған филиалы үшін орташа асығыс, қиылыстарды күту уақыты және т.б.

- автокөлік байланысының топологиясындағы өзгерістердің әсерін болжау (айналма жолдардың құрылысы, көлік құралының қиылыста болуын өлшеу, қиылыстардың суреттерін өзгерту және т. б.). автокөлік ағынының керемет сипаттамалары.

- жолдардағы кептелістермен күрес. Ұсынылған проблема белгілі бір бағытта ағым кернеуін азайту арқылы шешіледі, мысалы, көлік ағынын іргелес жолдарға бағыттау. AnyLogic пакетінің масштабында модельді оңтайландыру мүмкін, яғни оңтайландырудың белгіленген аспектілері туралы кейбір модификациялау параметрлерінің қолайлы мәндері. Автокөлікті ретке келтіру моделінде оңтайландыру кезінде автокөлік жүйесі заттарының көлемі және/немесе жұмыс қабілеттілігі бұзылуы мүмкін. Оңтайландыру аспектілері жүйенің әртүрлі ингредиенттері үшін біріктірілмеуі мүмкін, оңтайландыру миссиялары иә болуы мүмкін. Сондықтан салмақ функцияларын қолдана отырып оңтайландырудың күрделі аспектілерін негіздеген дұрыс.

Модификацияның болжанбайтын көлбеуін және автокөлік желісінің ерекшеліктерін нақты өлшеудің мүмкін еместігін ескере отырып, мен алынған модель, ең болмағанда, кептелістер жиналмауы үшін (қиылыста күту уақыты өспеуі үшін) автокөлік желісінің осы филиалындағы көлік ағынының кернеуіне толы болуы керек деп айтар едім. Мұндай басқару үшін қарқындылықтың шешуші мәні қажет, оның жанында тығынның білімі сөзсіз. Мұндай проблема белгіленген автокөлік желісін болжау арқылы еркін шешіледі.

Берілген жол аралығында көлік құралдарының генерациясының орташа аралығын бере отырып, қиылыста күтудің орташа уақытын таксациялаймыз. Төменде көлік құралдарының арасындағы аралық интервал арқылы қиылыста орташа күту кезеңінің тәуелділігінің диаграммалары келтірілген (сурет 6).



Сурет 6. көлік құралының арасындағы аралық интервал арқылы қиылыста орташа күту кезеңінің тәуелділігінің диаграммалары

Бұл графикте шешуші критикалық нүкте көрінеді, КҚ арасындағы бос орын азайған кезде күту уақытының күшті ауысуы болады. Кейде көлік құралының арасындағы орташа уақыт аралығының қасиеті осы нүктеге жақындайды немесе жетеді, көлік ағынының кернеуін азайту керек. Мұны келесі жолдармен жасауға болады: осы бағытта жүретін көлік құралы үшін алдыңғы бағдаршамның фазасының ұзындығын арттыру; ағынды іргелес көшелерге жартылай бағыттаңыз.

Көлік құралының аралығын азайту кезінде күту уақыты баяу өтеді. Кейде көлік құралының орташа аралығының қасиеті осы нүктеге жақындайды немесе жетеді, көлік ағынының кернеуін азайту керек.

Келесі әдістерді жасауға болады: осы бағытта жүретін көлік құралдары үшін ерте бағдаршамның фазасының ұзындығын көбейту; іргелес көшелер үшін ағынды жартылай бағыттау. сонымен қатар, муниципалды автокөлік желісін зерттеу кезінде пайда болатын басқа тапсырмаларды есептеу оңай.

AnyLogic пакетіндегі автокөлік торларын болжау мен іздестіруге берілген орналасудың артықшылығы желінің ілімінің қарапайымдылығы мен көрсеткіші, ықтималдығы пайдаланушының модификациясын кеңейту және жақсарту болып табылады.

Автокөлік байланысының модификациясын жасау уақыты оның көлеміне байланысты. Автокөлік торлары және олармен қарапайым тәжірибелер жүргізу арнайы дайындықсыз пайдаланушымен орындалуы мүмкін.

Қорытынды

Нәтижесінде, көше жол желісінде автокөлік ағындарын ұйымдастыруды модельдеу жұмыстарын талдау барысында көлік ағындарын болжауға арналған қол жетімді арнайы жүйелердің қабілеттері мен функционалдығы талдаудан өтті, талдауға арналған барлық құрылғыларды пайдалану технологиясы ойлап табылды, оның артықшылықтары мен кемшіліктері анықталды, көлік байланысының ингредиенттерінің кітапханасы табылды және оның болу мүмкіндігі бар екендігі көрсетілді. Автокөлік ағындарын талдау және оңтайландыру үшін пайдаланылады.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Z. Li, Q. Cao, Y. Zhao, P. Tao, and R. Zhuo, “Krill herd algorithm for signal optimization of cooperative control with traffic supply and demand,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 10776–10786, 2019.
2. S. Zhang, Z. Kang, Z. Zhang, C. Lin, C. Wang, and J. Li, “A hybrid model for forecasting traffic flow: Using layerwise structure and Markov transition matrix,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 26002–26012, 2019.
3. F. Zong, M. Zeng, W. Zhong, and F. Lu, “Hybrid path selection modeling by considering habits and traffic conditions,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 43781–43794, 2019.

4. J. An, L. Fu, M. Hu, W. Chen, and J. Zhan, "A novel fuzzy-based convolutional neural network method to traffic flow prediction with uncertain traffic accident information," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 20708–20722, 2019.
5. P. Wang, W. Xu, Y. Jin, J. Wang, L. Li, Q. Lu, and G. Wang, "Forecasting traffic volume at a designated cross-section location on a freeway from large-regional toll collection data," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 9057–9070, 2019.
6. Y. Asakura, "Maximum capacity of road network constrained by user equilibrium conditions," in *Proc. 24th Annu. Conf. UTSG*, 1992, p. 4.
7. T. Akamatsu and O. Miyawaki, "Maximum network capacity problem under the transportation equilibrium assignment," *Infrastruct. Planning Rev.*, vol. 12, pp. 719–729, Aug. 1995.
8. H. Yang, M. G. Bell, and Q. Meng, "Modeling the capacity and level of service of urban transportation networks," *Transp. Res. B, Methodol.*, vol. 34, no. 4, pp. 255–275, May 2000.