

Көлік ағындарының мониторинг жүйесіне тән жағдайларға панорама құру алгоритмінің тиімді жұмысын талдау

^{1*}АБДУГУЛОВА Жанат Капаровна, э.ф.к., доцент, janat_6767@mail.ru,

¹АКБАРАКОВА Арайлым Махұлбекқызы, оқытушы, rai.arai95@mail.ru,

¹УСКЕНБАЕВА Гүлжан Амангазыевна, PhD, доцент, gulzhum_01@mail.ru,

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, 010008, Нұр-Сұлтан, Сәтпаев көшесі, 2,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Мақаланың мақсаты – көлік ағындары туралы ақпаратты өңдеу және талдау жол қозғалысын тиімді басқару және оған қатысушылардың қауіпсіздігін арттыру. Қазіргі көліктердің алуан түрлілігіне қарамастан, көлік мониторингінің қазіргі заманғы жүйелері өздерінің техникалық жабдықталуына және ақпаратты өңдеудің іске асырылған алгоритмдеріне байланысты жеке мәселелерді шешеді. Алынған нәтижелер әзірленген алгоритмдер негізінде бейнедеректерді автоматты талдау үшін эргономикалық және тиімді қалыптастыруды қамтамасыз ететін және қосымша өлшеу құралдарынсыз және уақытты қажет ететін түзетусіз ағынның негізгі параметрлерін бағалауды жүзеге асыратын теледидарлық бейнебақылау және автомобиль жолдарын бақылау жүйесін енгізуге болады.

Кілт сөздер: көліктік бақылау, тасымалдау қауіпсіздігі, датчиктер, көлік ағыны, көлік мониторингі, бейнеақпарат, бейнедеректер, бейнебақылау, алгоритмдер, көлік параметрлері.

Кіріспе. Есептеу және теледидарлық техникалардың заманауи дамуы бейнеақпаратты өңдеудің жаңа алгоритмдерін жасауға мүмкіндік береді.

Көлік ағындарының мониторинг жүйесін құру үшін, автомобиль жолдарының қозғалыс ережесін сақталуын бақылайтын және көлік жылдамдығын анықтайтын, автоматты түрде тиімді деректерді пайдалану қажеті туындап отыр.

Жолдағы көлік қозғалысын басқарып оның тиімділігі мен қауіпсіздік ережелерін арттыруға мүмкіндік беретін көлік жүйелері үшін бейнедеректерді талдау және ұсыну алгоритмдерін әзірлеу керек екендігі туындайды. Ұсынылған нәтижелер келесі жағдайлардан тұрады:

- Траекторияны талдау негізінде автомобильдің қозғалыс жылдамдығын өлшеу және камераның экрандық координаттарын жергілікті жерге...

- Байланыстыруды және еңбекті қажет етпейтін бейнекамераға жақындауына қарай оның суретін арттыру әдісі ұсынылады [1].

- Көлік құралдарының жылдамдығын өлшеуді автоматты түрде түзету алгоритмі әзірленді, ол тірек және алып жүретін автомобильдің проекциясын арттыру коэффициенттерінің экран координатасынан тәуелділігін талдауға негізделген. Берілген алгоритм жел және діріл жүктемесінің салдарынан камера параметрлерін өзгерту кезін-

де жылдамдықты өлшеу мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

Панорамалық бейнені автоматты түрде құрастырудың әзірленген алгоритмі көп камералы бақылау жүйелерінде шолудың кең бұрышымен бейнедеректерді ұсынуды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Панорамалық бейнені автоматты талдау және өңдеу үшін бақылау жүйелерінен қалыптасқан бейнеақпаратты эргономикалық ыңғайлы және тиімді етеді.

Бейнеақпаратты өңдеудің және автомобиль жылдамдығын өлшеудің ұсынылған алгоритмдері бейнедеректерді талдау көмегімен олардың қорында көліктік мониторинг және тасымалдау қауіпсіздігі жүйелерін құруға мүмкіндік береді. Ол қосымша аппаратураны: радар, датчиктер, лазерлік алыс өлшегіштерді талап етпейді, демек орнату мен пайдалануда оңай, қолданудың кең саласы бар екенін көрсетеді.

Жол бойындағы бейнебақылау, жүйе жылдамдығының режимін бақылайды, жол бұзушылықтарды, автомобиль ағынының параметрлерін автоматты түрде бағалау үшін деректерді тіркейді. Көлік жылдамдығын өлшеуге және объектілерді автоматты сегменттеу мен сүйемелдеу алгоритмдерін құруға, көлік қозғалысын бақылауды, жүйенің функционалдық мүмкіндіктерін кеңейтуге мүмкіндік береді.

Материалдар мен әдістер. Көлік жолдарын бақылау, жол қозғалысы ережелерінің бұзылуын тіркеу, көлік ағыны параметрлері туралы ақпаратты жинау және автомобиль жолдарының қозғалысын басқару жүйесіндегі құрамдас бөлігі ретінде – теледидар көлік бақылау жүйелерін талдау. Бейнедеректерді қалыптастыру, визуалды емес ақпараттарды алу және оны талдау осы жүйенің негізгі функциясы болып табылады.

Жол қозғалысын бақылауға арналған теледидарлық жүйелерді функционалдық мүмкіндіктері мен олар анықтай алатын әртүрлі көлік ағынының параметрлері бойынша жіктеуге болады. 1-суретте жіктеудің құрылымдық схемасы көрсетілген.

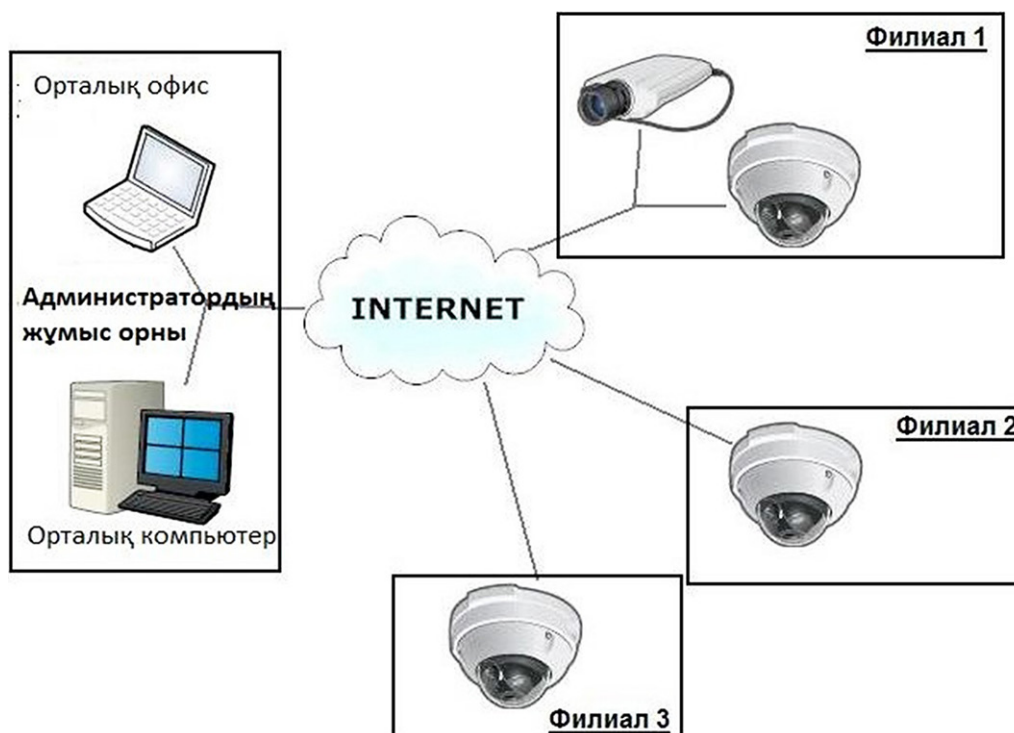
Бейнебақылау жүйелері бейнедеректерді алуға, операторға ұсынуға және мұрағаттауға арналған [2]. Олар бақыланатын ағын туралы қосымша ақпаратты автоматты түрде ала алмайды. 2-суретте қарапайым бейнебақылау жүйесінің типтік құрылымы көрсетілген.

Бейнебақылаулардан алынған ақпарат дерек-

терді мұрағаттайтын және мультиплексор функциясын орындайтын бейнерегистраторға түседі. Оператор барлық бейнекамералардан бір уақытта немесе оның таңдауы бойынша кез-келген камерада ақпарат алады. Бейнебақылау жүйелері арзан, қолдануға оңай, олар үшін компоненттер кең ассортиментте ұсынылған, бірақ олардың мүмкіндіктері бейнедеректерді қалыптастырумен шектелген. Көлік ағынының бақылау жүйесі арқылы әр түрлі алгоритмдерде суреттерді өңдеу арқылы қосымша визуалды емес ақпаратты бейнеқатарда алатын бірнеше камерада алу арқылы шығарады. Бұл ақпарат көлік ағынының параметрлерін анықтауға негіз болады. Көліктік бақылау жүйелерінің құрамына теледидарлық жүйелерден басқа, әдетте, көлік құралдарын анықтауға немесе олардың жылдамдығын анықтауға қажетті арнайы жабдықтар кіреді: жергілікті радарлар, индуктивті саңылаулар, лазерлік диапазондар. Жүйелердің бұл түрі бейнебақылау кешендеріне қарағанда әлдеқайда күрделі және қымбатқа түседі.



1-сурет – Көлік ағынын бақылау жүйелерінің түрлері



2-сурет – Бейнебақылау жүйесі

Көлік мониторингінің теледидарлық жүйелерін талдау көрсеткендей, кешендердің басым көпшілігінде теледидарлық жабдықтардан басқа, жергілікті радарлар немесе «көлік детекторлары» – магниттік датчиктер немесе индуктивті ілмектер бар. Қарастырылған жүйелердегі бұл құрылғылар қосымша ақпарат көзі болып табылады. Негізінен, олардың көмегімен автомобильдердің жылдамдығы өлшенеді-көлік ағынының анықтамалық параметрі, ол көлік құралдарын анықтаумен қатар, барлық дерлік параметрлерді анықтау үшін қажет, олардың негізгілеріне ағынның қарқындылығы, ағынның орташа жылдамдығы, ағынның тығыздығы, тіркелген көліктер саны, осы мониторинг жүйесі анықтай алатын параметрлер, автомобиль жолдарының жүктелуі, жол қозғалыс ережелерін бұзған жүргізушілерді анықтау, тіркелген көліктердің мемлекеттік тіркеу нөмірлерін анықтау болып табылады. Тоқтап тұрған автомобильдердің болуы, түтіннің анықтамасы кейбір жүйелермен анықталатын нақты параметрлерге жатады.

Көлік ағынның негізгі параметрлері келесі формулалар бойынша есептеледі:

$$N = Q/\Delta t, \quad (1)$$

мұндағы N – ағынының қарқындылығы, Q – бақыланатын учаске бойынша уақыт ішінде өткен көлік құралдарының саны. Ағын тығыздығы:

$$q = N/V_{cp}, \quad (2)$$

мұнда q – ағын тығыздығы, V_{cp} – ағынның орташа жылдамдығы, ол тең:

$$V_{cp} = \frac{\sum V_i}{Q}, \quad (3)$$

мұнда Δt интервалды бақылау аймағында тіркелген V_i автомобильдердің жылдамдығы.

Ағынның басқа статистикалық параметрлері (магистральдың жүктемесі, жолақтарды пайдалану және басқалар) жүйеде анықталған қозғалатын автомобильдердің жылдамдығын сәйкестендіруді қажет етеді.

Нәтижелер мен талқылау. Көлік мониторингі кешендерінің негізінде жол қозғалысын басқару жүйелері синтезделеді, олар автомобиль ағынының анықталған параметрлері негізінде жол қозғалысын басқару туралы шешім қабылдауға қабілетті. Барлық осындай жүйелерде жүргізушілерді жол жағдайы туралы ақпараттандыруға арналған бейнепанельдер бар. «Қозғалыс қауіпсіздігі», «Ағын», «АГА», «Магистраль» кешендері бағдаршамдарды басқаруды жүзеге асырады. Кейбір жүйелер жол кедергілерін және басқа механикаландырылған жол нысандарын басқара алады.

Шартты түрде жерсеріктік бақылау жүйелерін СКАУТ жүйесі, Автотрекер көліктік мониторингінің теледидарлық жүйелеріне жатқызуға болады. Олар ГЛОНАСС/ОР8 қабылдағышы орнатылған автомобильдерді бақылауға арналған.

Мұндай жүйелерді енгізу, мысалы, көлік компанияларында жүзеге асырылады. Қазіргі кезеңде бұл жүйелер шектеулі және жоғары мамандандырылған қосымшаларға ие, 3-суретте жерсеріктік мониторинг жүйесінің жұмыс принципі көрсетілген.

Бұл техниканы тәулік бойы бақылауға, отын шығынын едәуір қысқартуға, жүгірісті азайтуға, сондай-ақ компанияның жалпы жұмысының тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Оператор жергілікті жер картасында көлік құралдарының орналасқан жері туралы ақпаратты және талап етілетін параметрлерді: қозғалыс жылдамдығы, жүрісі және басқаларын алады. Болашақта әр автомобильге ГЛОНАСС/ОР8 қабылдағышты орнату кезінде спутниктік бақылау жүйелерінің рөлі едәуір артады және жолды басқаруда маңызды рөл атқарады [3].

Көліктік бақылау жүйесі үшін панорамалық кескінді қалыптастыру алгоритмін эксперименттік зерттеудің міндеттеріне жатады.

Тәжірибелік база – бұл панорамаларды қалыптастыруға арналған статикалық фондық суреттер жиынтығы. Суреттер әртүрлі сюжеттерге ие, егжей-тегжейлі және түсіру шарттары бойынша ерекшеленеді. Панорамаларды құру сапасының критерийлері стандартты және максималды қате мәндері болып табылады:

$$RSME = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta X(i)^2 + \Delta Y(i)^2}, \quad (4)$$

$$Me = \max \sqrt{\Delta X(i)^2 + \Delta Y(i)^2}, \quad (5)$$

мұнда $\Delta X_i = (x_{p,i} - x_{q,i})$, $\Delta Y_i = (y_{p,i} - y_{q,i})$, Q жиынынан i -ші нүктесінің координаттары, $(x_{p,i}, y_{p,i})$ – суретті өзгерткеннен кейін P жиынынан i -ші нүктесінің координаттары. Сонымен қатар, панорама синтезінің дұрыстығын көзбен анықтау үшін сараптамалық бағалау әдісі қолданылды.

Бейнетізбегін талдау негізінде автомобильдердің жылдамдығын өлшеу процедурасына үш өлшемді әлемдік координаттар жүйесінде (X_M, Y_M, Z_M) ось Z_M жол бойында орналасқан, ось X_M ортогональды, ал координат Y_M биіктігін көрсетеді, автомобильдің жылдамдығы үш компонентті векторды білдіреді:

$$v = \left(\frac{dX_M}{dt}, \frac{dY_M}{dt}, \frac{dZ_M}{dt} \right)^T. \quad (6)$$

Координаттар жүйесінде (X, Y, Z) фокус нүктесінде центрі бар жол жолағы бойындағы көліктің үдемелі қозғалысы барлық үш координатаның өзгеруіне әкеледі. Δt сүйемелдеу кезінде объект кеңістікте A нүктесінен B нүктесіне ауысады. Содан кейін жылдамдықты Δt уақытына бөлінген векторлар (X_A, Y_A, Z_A) және (X_B, Y_B, Z_B) арасындағы евклидтік қашықтық сияқты есептеуге болады.

$$|v| = \sqrt{(X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2 + (Z_A - Z_B)^2}. \quad (7)$$

Екі нүктеде объектінің үш өлшемді координаттарын, оның бір нүктеден екінші нүктеге өткен



3-сурет – Жерсеріктік бақылау жүйесінің принциптік жұмысы

уақытын біле отырып, оның жылдамдығы біркелкі бағаланады. Екі өлшемді экрандық координаталар жүйесіндегі $\{x, y\}$ орталық проекцияда және проекцияның центрі объект пен матрицаның жазықтығы арасында орналасқан, экрандық координаталары анықталады:

$$x = \frac{f \cdot X}{f - Z}, \quad y = \frac{f \cdot Y}{f - Z}. \quad (8)$$

Объектінің ағымдағы экрандық координаталарын біле отырып $\{x, y\}$, камераның тірек шеңберіндегі координаталары анықталады:

$$X = \frac{x(Z - f)}{f}, \quad Y = \frac{y(Z - f)}{f}. \quad (9)$$

Объектінің координаталары оның проекциясының экрандық координаталарын анықтау үшін ағымдағы $\{x, y\}$ координатасы туралы мәліметтерді білуден басқа Z қажет. Егер X, Y объектілер үшін нөл болса, онда Z камерадан L объектісіне дейінгі қашықтықты көрсетеді [4].

Қорытынды. Теледидарлық көлік мониторингі жүйесі үшін бейнепанораманың автоматты синтездеу алгоритмі әзірленді, ол төмен егжей-тегжейлі сюжеттер жағдайында сапалы панорамалық кескіннің ерекшеліктері аз және сипаттамалық нүктелері аз болуын қамтамасыз етеді. Көп еңбекті қажет етпейтін және камералардың экрандық координаттарын жергілікті жерге байланыстыруды талап етпейтін көлік құралдарының жылдамдығын теледидарлық өлшеу алгоритмі әзірленді. Бейнедеректерді өңдеу және талдау нәтижесінде жылдамдықты бағалаудан басқа, жүйенің камераларын бақылау аймағында жол қозғалысының негізгі параметрлері автоматты түрде бағаланады: автомобиль ағынының орташа тығыздығы, жылдамдығы және қарқындылығы.

Көлік мониторингіне тән сюжеттерді зерттеу мыналарды көрсетеді:

- Алгоритм бастапқы фрагменттерді масштаб 4% дейін және бұрылу бұрышы 4 градусқа дейін бойынша сәйкес келмеген кезде панорамалық ке-

скіннің құрылысын қамтамасыз етеді. Максимальды қате орташа есеппен 25%-ға, орташа қате 15%-ға төмен. Теледидарлық жылдамдықты өлшеу алгоритмін зерттеу көрсеткендей: Траектория туралы және көлік құралының проекциясының салыстырмалы түрде ұлғаюы туралы мәліметтер қосымша жабдықты пайдаланбай, уақытты қажет ететін конфигурациясыз және түзетусіз оның жылдамдығын бағалауға мүмкіндік береді.

- Жылдамдықты бағалау дәлдігі орташа қате 1,5 км/сағ аспайды, ілесіп жүру интервалында автомобиль бейнесінің бүкіл ауданының өлшемін өзгертуді есепке алу жолымен уақыт пен кеңістік бойынша деректердің жинақталуын пайдалануды қамтамасыз етеді.

- Ұсынылған алгоритм бір камерамен бақылау кезінде әртүрлі жолақтарда жүретін көлік құралдарының жылдамдығын бағалаудың бірдей дәлдігін қамтамасыз етеді және көп жолақты автомобиль жолдарының жылдамдық режимін бақылауға мүмкіндік береді [5].

Сүйемелдеу объектісінің көмегімен ойнайтын және бинарлық маска және алгоритмі орнықты қарай ішінара жабу проекциялар автомобильдер. Жеңіл автомобильдер үшін координаттарды

анықтаудың орташа қатесі 2%-дан, жүк машиналары үшін – 2,5%-дан аспайды.

Теледидар жылдамдығының өлшегішіне масштабталатын екілік масканы қолдану арқылы объектінің кескін өлшемдерін ұлғайту туралы қажетті мәліметтерді алу. Панорамалық бейнені автоматты түрде құрастырудың әзірленген алгоритмі көп камералы бақылау жүйелерінде шолудың кең бұрышымен бейнедеректерді ұсынуды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Панорамалық бейнені автоматты талдау және өңдеу үшін бақылау жүйелерінен қалыптасқан бейне ақпаратты эргономикалық ыңғайлы және тиімді етеді.

Қорыта келгенде, алынған нәтижелер әзірленген алгоритм бейнедеректерді автоматты талдау үшін эргономикалық және тиімді қалыптастыруды қамтамасыз ететін және қосымша өлшеу құралдарын пайдаланбай, көлік ағынының негізгі параметрлерін бағалауды және оны жүзеге асыратын теледидарлық бейнебақылауды пайдалана отырып, автомобиль жолдарының бақылау жүйесін енгізуге болады. Көлік мониторингі жүйесінің көмегімен, көлік қызметінің сапасын және тасымалдау көлемін жақсарту, оның табыстылығын арттырады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Умбиталиев А.А., Цыцулин А.К. Основные направления развития телевизионной техники // Вопросы радиоэлектроники, сер. Техника телевидения, 2010, № 1, 3-12 бет.
2. Лобанов Е.М. Сильянов В.В. Пропускная способность автомобильных дорог. М.: Транспорт, 2010. 152 бет.
3. Маркуц В.М. Транспортные потоки автомобильных дорог и городских улиц (практические приложения). Тюмень, 2018 г. 52 бет.
4. Попов С.А. Панорамное изображение в видеонаблюдении // С.А. Попов, Д.С. Ватолин, «Системы безопасности» № 2, 2019, 2-5 бет.
5. Traffic Detector Handbook: Third Edition, US Department of Transportation, 2016, p. 118.

Анализ эффективной работы алгоритма построения панорамы для системы мониторинга транспортных потоков

¹*АБДУГУЛОВА Жанат Капаровна, к.э.н., доцент, janat_6767@mail.ru,

¹АКБАРАКОВА Арайлым Махулбекқызы, преподаватель, rai.arai95@mail.ru,

¹УСКЕНБАЕВА Гульжан Амангазыевна, PhD, доцент, gulzhum_01@mail.ru,

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Казахстан, 010008, Нур-Султан, ул. Сапиева, 2,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Целью данной статьи является обработка и анализ информации о транспортных потоках для эффективного управления трафиком и повышения безопасности его участников. Несмотря на разнообразие современных транспортных средств, современные системы мониторинга транспорта решают отдельные вопросы, связанные с их техническим оснащением и реализованными алгоритмами обработки информации. На основе полученных алгоритмов можно внедрить систему телевизионного видеонаблюдения и мониторинга трассы, которая обеспечивает эргономичную и эффективную генерацию автоматических видеоданных для анализа и оценки основных параметров потока без дополнительных измерительных приборов и трудоемких корректировок.

Ключевые слова: транспортный контроль, безопасность на транспорте, датчики, транспортный поток, мониторинг транспорта, видеоинформация, видеоданные, видеонаблюдение, алгоритмы, параметры транспорта.

Analysis of the Effective Operation of the Panorama Building Algorithm for the Traffic Monitoring System¹***ABDUGULOVA Zhanat**, Cand. of Econ. Sci., Associate Professor, janat_6767@mail.ru,¹**AKBARAKOVA Arailym**, teacher, rai.arai95@mail.ru,¹**USKENBAEVA Gulzhan**, PhD, Associate Professor, gulzhum_01@mail.ru,¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan, 010008, Nur-Sultan, Satpayev Street, 2,

*corresponding author.

Abstract. *The purpose of this article is the processing and analysis of information on traffic flows for effective traffic management and increase the safety of its participants. Regardless of the diversity of modern vehicles, modern transport monitoring systems solve specific issues related to their technical equipment and information processing algorithms. Based on the obtained algorithms, it is possible to introduce a system of television video surveillance and tracking, which provides ergonomic and efficient generation of automatic video surveillance for analysis and evaluation of the basic parameters of the flow rate without flow.*

Keywords: *transport control, transport safety, sensors, traffic flow, transport monitoring, video information, video data, video surveillance, algorithms, transport parameters.*

REFERENCES

1. Umbetaliyev A.A., Tsitsulin A.K. Basic directions of development of television technology // Questions of radio electronics, ser. Techniques of Television, 2010, no. 1, p. 3-12.
2. Lobanov E.M. Silyanov B.B. Passing capacity of automobile roads. Moscow: Transport, 2010, 152 p.
3. Markuts V.M. Transport flows of highways and city streets (practical applications). Tyumen, 2018. 52 p.
4. Popov S.A. Panoramic image in video surveillance // S.A. Popov, D.S. Vatolin, «Security Systems», no. 2, 2019. pp. 2-5.
5. Traffic Detector Handbook: Third Edition, US Department of Transportation, 2016, p.118.