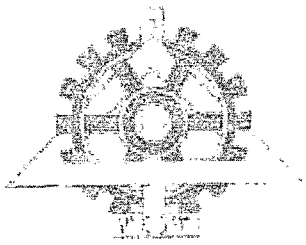
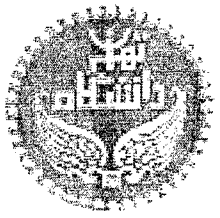
بسم الله الرحمن الرحيم

۹۳۱۴۳





دانشگاه تهران

پردیس دانشکده‌های فنی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

عنوان:

کنترل هوشمند ترافیک بزرگراه‌ها از طریق کنترل ورودی جریان ترافیک و محدودیت سرعت

نگارش:

امیر حسین قدس

۱۳۸۷ /۲/ ۲۶

استاد راهنما:

دکتر اشکان رحیمی‌کیان

استاد مشاور:

دکتر بابک نجار اعرابی

پایان‌نامه برای دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد در رشتهٔ

مهندسی برق-گرایش کنترل

بهمن ماه ۱۳۸۶

۹۳۱۴۳

دانشگاه تهران

پردیس دانشکده‌های فنی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان‌نامه برای دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد در رشتهٔ

مهندسی برق-گرایش کنترل

عنوان:

کنترل هوشمند ترافیک بزرگراه‌ها از طریق کنترل ورودی جریان ترافیک و محدودیت سرعت

نگارش:

امیر حسین قدس

این پایان‌نامه در تاریخ ۱۳۸۶/۱۱/۳۰ در مقابل هیأت داوران دفاع گردید و مورد تصویب قرار گرفت.

معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی پردیس دانشکده‌های فنی: **دکتر جواد فیض**

رئیس دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر: **دکتر پرویزجبه‌دار مارالانی**

معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر: **دکتر سعید نادر اصفهانی**

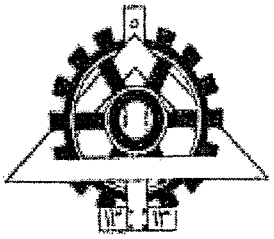
استاد راهنما: **دکتر اشکان رحیمی‌کیان**

استاد مشاور: **دکتر بابک نجار اعرابی**

عضو هیأت داوران: **دکتر کارو لوکس**

عضو هیأت داوران: **دکتر علی خاکی صدیق**

عضو هیأت داوران: **دکتر فرزاد رجایی سلماسی**



تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب **امیر حسین قدس** تائید می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آنها استفاده شده است، مطابق مقررات ارجاع گردیده است. ضمناً این پایان‌نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم‌سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

درضمن کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تهران می‌باشد.

نام و نام خانوادگی: **امیر حسین قدس**

امضای دانشجو:

تقدیم به مادر مهربان و

پدر عزیزم

تقدیر و تشکر

استادان فاضل و ارجمندی که در سراسر دوران تحصیل بنده مرا یاری داده‌اند و به آموزش من پرداخته‌اند بر من سپاسی بزرگ نهاده‌اند. از همه این بزرگواران به ویژه استاد راهنمای مهربان خود آقای دکتر اشکان رحیمی کیان و از استاد گرامی مشاورم آقای دکتر بابک نجار اعرابی که در طول این تحقیق مرا با راهنمائی‌های خود یاری نموده‌اند ، با اخترام قلبی سپاسگزاری می‌کنم. از آقای دکتر مسعود طبیبی از سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای که در راستای حمایت از پروژه دانشجویی با راهنمائی‌های خود به ویژه در آشنائی با مفاهیم مهندسی ترافیک راهگشای اینجانب بوده‌اند، صمیمانه قدردانی می‌کنم.

همچنین از استادان ارزیاب گرامی این پایان‌نامه جناب آقای دکتر علی خاکی صدیق، جناب آقای دکتر کارو لوکس و جناب آقای دکتر فرزاد رجائی سلماسی که با راهنمائی‌ها و تذکرات ارزنده در بهبود و اصلاح این پایان‌نامه مرا یاری نمودند سپاسگزاری می‌کنم.

چکیده

امروزه افزایش چشمگیر تقاضا برای حمل و نقل در مسیرهای درون شهری و برون شهری باعث ایجاد ازدحام و ترافیک در سطح بزرگراه‌ها شده است. از اینرو ارائه راه‌حل‌های کوتاه مدت برای حل این مشکل ضروری به نظر می‌رسد. روش‌های مختلفی برای بهبود عملکرد یک شبکه ترافیکی بزرگراهی تاکنون ارائه شده است. در میان آنها روش‌هایی مانند کنترل ورودی، محدودیت سرعت و پیشنهاد مسیر به عنوان مؤثرترین، سریعترین و ارزانترین راه‌کارها برای کاهش ازدحام به شمار می‌آیند.

در این تحقیق روش‌های مختلف کنترل ترافیک بزرگراهی معرفی شده‌اند. در میان این روش-ها، کنترل ورودی و محدودیت سرعت مورد بحث و بررسی بیشتر واقع شده است. همچنین روش-های متداولی که تاکنون برای پیاده‌سازی این دو شیوه کنترل ارائه شده‌اند، مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. سپس با در نظر گرفتن مزایا و معایب هر کدام روشی کارآمد برای استفاده بهینه از ظرفیت یک شبکه ترافیکی و افزایش کارائی آن ارائه گردیده است. به منظور انجام شبیه‌سازی و تحلیل عملکرد روش-های ارائه شده، یک مدل ترافیکی مرتبه دو ماکروسکپیک بنام METANET مورد استفاده قرار گرفته است. در رویکرد اول، کنترل پیش‌بین برای کاهش ازدحام و افزایش جریان ترافیک بکار گرفته شده است. ویژگی اصلی این روش امکان ارائه کنترل تطبیقی، هماهنگ و زمان واقعی است که بر اساس بهینه‌سازی بنا نهاده شده است. برای حل مشکل پیچیدگی و زمان‌بر شدن محاسبات در روش کنترل پیش‌بین به ویژه در شیوه کنترل شبکه‌ای یک بزرگراه به کمک چندین کنترل‌کننده، و همچنین افزایش کارائی آن از نظریه بازی‌ها با کاربرد بهینه‌سازی با ابعاد بالا استفاده کرده‌ایم. برای ارزیابی روش‌های کنترل ارائه شده، مقایسه‌ای از نظر کارائی و سرعت محاسبات بین روش‌های پیشنهاد شده و حالت بدون استفاده از کنترل، انجام شده است. در رویکرد دوم این پایان‌نامه از یک کنترل‌کننده ژنتیک-فازی برای کنترل ورودی و محدودیت سرعت استفاده شده است. توانایی این کنترل‌کننده درمواجهه با اطلاعات نایقین سیستم ترافیک و اندازه‌گیری‌های نویزی باعث کارایی این روش به عنوان یک کنترل‌کننده محلی شده است. شبیه‌سازی‌های مربوطه در محیط MATLAB و به کمک توابع آن انجام شده است.

فهرست مطالب

عنوان ..... صفحه

۱ مقدمه: ۱

۱-۱ مشکل ترافیک و راه‌حل‌های ممکن ۲

۱-۱-۱ مدیریت دینامیکی ترافیک ۳

۱-۱-۲ اهداف کنترل ترافیک ٤

۱-۲ تعریف مسأله ٦

۱-۲-۱ رویکرد کنترل پیش‌بین بر مبنای مدل ۷

۱-۲-۲ رویکردکنترل ژنتیک-فازی ۸

۱-۳ ساختار پایان‌نامه ۸

۲ مفاهیم و تعاریف مهم در ترافیک: ۱۱

۲-۱ متغیرهای حالت ترافیک ۱۲

۲-۲ سیستم‌های حسگر ۱٤

۲-۳ نمودارهای بنیادی ۱٦

۲-٤ خلاصه و نتیجه‌گیری ۲۰

۳ روش‌های کنترل ترافیک بزرگراهی: ۲۱

۳-۱ کنترل ورودی ۲۲

۳-۱-۱ استراتژی‌های کنترل ورودی ۲۵

۳-۱-۲ پیاده‌سازی‌های واقعی و نتایج شبیه‌سازی‌های انجام شده ۲۹

۳-۱-۳ کنترل جریان مسیر اصلی ۳۰

۳-۲ محدودیت دینامیکی سرعت ۳۰

۳-۲-۱ پیاده‌سازیهای واقعی و نتایج شبیه‌سازی‌های انجام شده ۳۱

۳-۳ راهنمای مسیر ۳۳
۳-٤ روش‌های دیگر ۳٤
۳-٥ سیستم‌های کنترل ترافیک ترکیبی و هماهنگ ۳٥
۳-٦ خلاصه و نتیجه‌گیری ۳٦

٤ مدل جریان ترافیک: ۳۷
٤-۱ مروری بر انواع مدل‌های ترافیک ۳۸
٤-۱-۱ توصیف فیزیکی ۳۹
٤-۱-۲ سطح جزئیات ٤۰
٤-۱-۳ مدل قطعی در مقایسه با مدل تصادفی ٤۳
٤-۱-٤ مدل پیوسته در مقایسه با مدل گسسته ٤٤
٤-۲ مدل METANET ٤٤
٤-۲-۱ معادلات لینک ٤٥
٤-۲-۲ معادلات گره ٥۳
٤-۲-۳ شرایط مرزی ٥٥
٤-۲-٤ توسعه یافته مدل METANET برای کنترل محدودیت سرعت ٥٦
٤-۲-٥ مدل‌سازی مبدأ مسیر اصلی ٥۸
٤-۳ تنظیم مدل ٥۹
٤-٤ خلاصه و نتیجه‌گیری ٥۹

٥ کنترل پیش‌بین ترافیک: ٦۱
٥-۱ کنترل پیش‌بین بر مبنای مدل ٦۳
٥-۱-۱ مفاهیم اصلی ٦۳
٥-۱-۲ توصیف روش ٦٤
٥-۱-۳ تنظیم ٦۸
٥-۱-٤ محاسن و معایب ٦۹

۵-۲ موضوعات مرتبط با ترافیک ۷۱
۵-۲-۱ کاربرد کنترل پیشبین در ترافیک ۷۲
۵-۲-۲ هماهنگی و پیشبینی ۷۳
۵-۲-۳ پسخورد ۷۳
۵-۲-٤ تدوین مسأله ۷۳
۵-۳ خلاصه و نتیجه‌گیری ۷٦

٦ راه‌حل‌های افزایش سرعت و کارائی کنترل پیش‌بین: ۷۷
٦-۱ تنظیم صحیح پارامترهای کنترل‌کننده ۷۸
٦-۲ استفاده از تئوری بازی ۷۹
٦-۲-۱ بازی ساختگی ۸۰
٦-۲-۲ بازی ساختگی و کنترل پیش‌بین ۸۲
٦-۳ خلاصه و نتیجه‌گیری ۸٤

۷ بررسی یک نمونه و شبیه‌سازی ۸۵
۷-۱ ترکیب کنترل ورودی و محدودیت سرعت متغیر ۸٦
۷-۱-۱ توضیح مسأله ۸٦
۷-۱-۲ تابع هدف ۸۸
۷-۲ مسأله نمونه ۸۹
۷-۲-۱ نتایج شبیه‌سازی ۹۱
۷-۲-۲ تحلیل حساسیت ۹۹
۷-۳ خلاصه و نتیجه‌گیری ۱۰۱

۸ کنترل کننده ژنتیک-فازی: ۱۰۲
۸-۱ تئوری مجموعه فازی ۱۰۳
۸-۲ کنترل‌کننده ورودی و محدودیت سرعت فازی ۱۰۵

۸-۲-۱ تنظیم به کمک الگوریتم ژنتیک ۱۰۷
۸-۳ نتایج شبیه‌سازی ۱۰۸
۸-٤ خلاصه و نتیجه‌گیری ۱۱۵

۹ نتیجه‌گیری و پیشنهادها: ۱۱٦
۹-۱ مرور فصل به فصل ۱۱۷
۹-۲ تحقیقات آینده ۱۱۹

پیوست ۱: روش بهینه‌سازی SQP ۱۲۲

فهرست منابع ۱۲۵

فهرست شکلها

عنوان ..... صفحه

شکل ۱-۱:شمای کلی یک حلقه کنترل ترافیک. کنترل‌کننده با توجه به اطلاعات حسگرها سیگنال بهینه کنترل را تعیین و به عملگرمنتقل می‌کند..... ٤
شکل ۱-۲:ارتباط بین فصول پایان‌نامه..... ۹
شکل ۲-۱: سنسورهای القائی نصب شده در دو خط از مسیر. ساختار تک حلقه‌ای(سمت چپ) و ساختار دو حلقه‌ای(سمت راست)..... ۱۵
شکل ۲-۲: نمای بزرگراه نشان داده شده توسط دوربین. از روی تصویر ارسال شده متغیرهای مختلف برای چهار خط از مسیر بدست می‌آیند..... ۱٦
شکل ۲-۳: نصب تیوب پنوماتیکی قابل حمل..... ۱٦
شکل ۲-٤: نمودار چگالی ترافیک بر حسب سرعت متوسط، نقاط نقطه‌چین بیانگر مقادیر واقعی اندازه‌گیری شده و خط ممتد نشان دهنده نمودار برازش شده فرمول (۲-۲) میباشد..... ۱۷
شکل ۲-۵: نمودار چگالی بر حسب جریان ترافیک. جریان ترافیک یا افزایش چگالی تا نقطه حداکثر جریان q_{cap}، افزایش می‌یابد و بعد از آن با افزایش چگالی شروع به کاهش می‌کند..... ۱۹
شکل ۲-٦: نمودار جریان بر حسب متوسط سرعت. برای هر جریان ترافیک دو رژیم متناظر وجود دارد، یک رژیم با سرعت کم و رژیم دیگر با سرعت بالا ۲۰
شکل ۳-۱:کنترل ورودی ۲۳
شکل۳-۲ :نمای به عقب سرریز شدن ترافیک تا مسدود شدن رمپ خروجی..... ۲٤
شکل۳-۳ : کنترل‌کننده ALINEA..... ۲۷
شکل۳-٤ : محدودیت سرعت متغیر در یکی از بزرگراه‌های هلند..... ۳۲
شکل۳-۵ : سیستم راهنمای مسیر که زمان‌های سفر را برای دو مسیر مختلف به سوی یک مقصد نشان می‌دهد..... ۳٤
شکل٤-۱ : هر لینک به چند قطعه تقسیم می‌شود. در زوج (m,i)، m اندیس لینک و i اندیس قطعه است..... ٤۵
شکل٤-۲ :ترکیب جریان ورودی در جریان ترافیک اصلی. پدیده ترکیب در قطعه $(m_o,1)$ رخ داده است. ۵۰

شکل٤-٣ : پدیده پیچش در قطعه ($m.N_m$) رخ می‌دهد ٥١
شکل٤-٤ : رابطه بین حداکثر تعداد وسیله که می‌توانند وارد مسیر اصلی شوند و چگالی ترافیک ٥٣
شکل٤-٥ :یگ گره با یک لینک ورودی و تعدادی لینک خروجی..... ٥٤
شکل٤-٦ :یگ گره با یک لینک خروجی و تعدادی لینک ورودی..... ٥٤
شکل٤-٧ : نمودار سرعت–چگالی و جریان–چگالی برای مدل اول..... ٥٦
شکل٤-٨ : نمودار سرعت–چگالی و جریان–چگالی برای مدل دوم. ٥٧
شکل٥-١ : پیش‌بینی بر مبنای مدل و ارزیابی تابع هدف ٦٤
شکل٥-٢ : بهینه‌سازی سیگنال کنترلی $\mathbf{u}(k_c)$ ٦٧
شکل٥-٣ : ساختار کنترل‌کننده MPC..... ٦٧
شکل٥-٤ : ساختار کنترل‌کننده MPC برای یک فرآیند ترافیک..... ٧٢
شکل٦-١ : ساختار کنترل‌کننده SFP-MPC..... ٨٣
شکل٧-١ : نمودار بنیادی چگالی–جریان با اعمال محدودیت سرعت..... ٨٧
شکل٧-٢ : ترکیب کنترل ورودی و محدودیت سرعت برای افزایش کارائی..... ٨٨
شکل٧-٣ : مسأله نمونه با دو بخش کنترل سرعت و دو ورودی کنترل شده..... ٨٩
شکل٧-٤ : تقاضاهای ورود..... ٩٠
شکل٧-٥ : نتایج شبیه‌سازی حالت بدون کنترل..... ٩٢
شکل٧-٦ : نتایج کنترل MPC با استفاده از کنترل ورودی و محدودیت سرعت..... ٩٣
شکل٧-٧ : مسأله نمونه کنترل سرعت و کنترل ورودی به شکل یک بازی مجازی ٩٥
شکل٧-٨ : نتایج کنترل SFP-MPC با استفاده از کنترل ورودی و محدودیت سرعت..... ٩٧
شکل٧-٩ : مقادیر بهینه TTS محاسبه شده در هر گام کنترل برای روش‌های MPC و SFP-MPC..... ٩٨
شکل٧-١٠ : تغییرات بهترین استراتژی بازیگرها در هر مرحله در روش SFP-MPC ٩٨
شکل٧-١١: زمان‌های محاسبه سیگنال کنترل بهینه در هر گام کنترل برای روش‌های MPC و SFP-MPC ٩٩
شکل٨-١: تعریف قطعی مفهوم ترافیک (سمت چپ) و تعریف مجموعه فازی ترافیک (سمت راست) ١٠٤
شکل٨-٢: شمای کلی کنترل‌کننده فازی ورودی و محدودیت سرعت ١٠٥
شکل٨-٣ : شماتیک کنترل‌کننده ژنتیک–فازی ترافیک تطبیقی..... ١٠٨

شکل۸-٤ : ساختار مسأله مورد بررسی ۱۰۸
شکل۸-٥ : تقاضای ورود ۱۰۹
شکل۸-٦ : نتایج شبیه‌سازی حالت بدون کنترل ۱۱۱
شکل۸-۷ : نتایج شبیه‌سازی کنترلکننده ALINEA ۱۱۲
شکل۸-۸ : نتایج شبیه‌سازی کنترلکننده ورودی ژنتیک-فازی ۱۱۳
شکل۸-۹ : نتایج شبیه‌سازی حالت کنترل ژنتیک-فازی ورودی و کنترل سرعت ۱۱٤
شکل۸-۱۰ : توابع عضویت ورودی و خروجی کنترل‌کننده ژنتیک-فازی پس از تنظیم ۱۱٥

فهرست جدولها

عنوان..... صفحه

جدول ٤-١: رابطه بین متغیر کنترل u و محدودیتهای سرعت متناظر..... ٥٧

جدول ٧-١: بررسی عملکرد روش SFP-MPC با تغییر پارامترهای مدل پیش‌بین (کاهش ظرفیت مسیر) ١٠٠

جدول ٧-٢: بررسی عملکرد روش SFP-MPC با تغییر پارامترهای مدل پیش‌بین (افزایش ظرفیت مسیر ١٠٠

جدول ٨-١: قوانین استفاده شده در کنترل ورودی و محدودیت سرعت ١٠٧

فهرست اختصارات و علائم

MPC	Model Predictive Control
TTS	Total Time Spent
SFP	Sample Fictitious Play

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مشکل ترافیک و راه‌حل‌های ممکن

امروزه بزرگراه‌ها جزء مهمترین راه‌های ارتباطی و حمل‌ونقل شهری و جاده‌ای به شمار می‌آیند. افزایش روزافزون تعداد وسایل نقلیه هر روزه باعث ایجاد ازدحام[1] به طول هزاران کیلومتر در ساعت‌های اوج عبور و مرور در سرتاسر دنیا می‌شود که هزینه‌های زیادی را به جامعه در سطوح مختلف تحمیل می‌کند.

همراه با رشد اقتصاد تقاضا برای جابجائی مردم و کالاها افزایش یافته است. شرکت‌های مختلف همیشه می‌خواهند مکان کارخانه و یا دفتر خود را نزدیک بزرگراه‌ها انتخاب کنند تا انتقال محصولات آنها آسان و سریع صورت پذیرد. همچنین امکان دسترسی آسان کارکنان و مشتریان به شرکت وجود داشته باشد. از آنجائی که انبار کردن کالاها هزینه‌بر است شرکت‌ها سعی می‌کنند بلافاصله بعد از تولید، محصول خود را به مشتری برسانند. تأخیر ناشی از ترافیک سبب وارد شدن خسارت‌های سنگینی به اینگونه شرکت‌ها می‌شود. این تأخیر بوجود آمده باعث می‌شود که شرکت‌ها برای بدست آوردن تضمین تولید محصول خود همیشه سرمایه زیادی را صرف انبار کردن مواد اولیه مورد نیاز و محصولات تولیدی خود کنند.

در عین حال مشکل ترافیک زندگی روزمره مردم را تحت تأثیر قرار داده است. ماندن در ترافیک باعث اتلاف وقت و ایجاد استرس در انسان‌ها شده است. این پیامدها در کنار افزایش تصادفات تأثیرات مخربی را بر روی کیفیت زندگی آنها گذاشته و هزینه‌های مالی زیادی را برای دولت‌ها ایجاد کرده است. افزایش مصرف سوخت و آلودگی هوا نیز مشکلات اقتصادی و زیست محیطی فراوانی را بوجود آورده است. مشکلات مذکور در شهرمان تهران به آسانی قابل مشاهده است و تمامی ساکنین شهر به نحوی با آن برخورد داشته‌اند. برای حل این مشکل راهکارهای زیر امکان‌پذیر است:

- احداث راه‌های جدید به منظور افزایش ظرفیت معابر که راه‌حلی بسیار هزینه‌بر است.

---

[1] Congestion

همچنین تجربه نشان داده است که افزایش ظرفیت در یک نقطه باعث ایجاد ازدحام در مکان دیگری از شبکه ترافیک می‌شود.

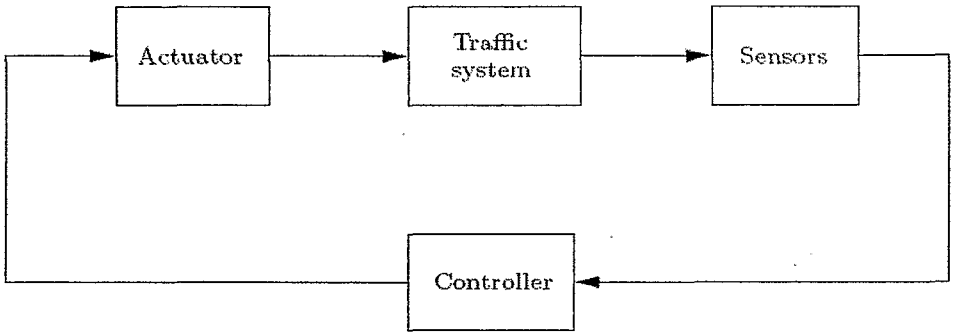
- تشویق به استفاده از وسایط حمل و نقل عمومی مانند اتوبوس، مترو، ... با دادن اولویت عبور به آنها و بالا بردن هزینه استفاده از خودروهای شخصی از طریق قیمت سوخت و مالیات‌های مربوطه برای اشغال خیابان‌ها. این روش نیز نیازمند برنامه‌ریزی مدیریتی و سرمایه‌گذاری‌های بلند مدت است.
- استفاده از زیرساخت‌ها و مسیرهای موجود و بکارگیری سیستم‌های کنترلی، ارتباطی و کامپیوتری برای کاهش ترافیک و افزایش ایمنی که به آن مدیریت دینامیکی ترافیکی[1] نیز گفته می‌شود.

با توجه به جدی بودن مشکل ترافیک استفاده از آخرین روش ذکر شده می‌تواند یک راه حل کوتاه مدت مناسب، کم هزینه و سریع باشد.

۱-۱-۱مدیریت دینامیکی ترافیک

در این تحقیق کنترل ترافیک در بزرگراه، از نقطه نظر یک سیستم کنترل خودکار مورد توجه قرار گرفته است. در یک سیستم مدیریت ترافیک پیشرفته[2]، سعی می‌شود با استفاده از این سیستم از ظرفیت موجود با کمترین هزینه استفاده بهینه شود. مسأله کنترل را می‌توان بصورت فرم یک سیستم کنترل همانند شکل ۱-۱ نمایش داد. حالت‌های سیستم ترافیک از طریق عملگرها[3] مانند علائم کنترل سرعت، اطلاعات مسیر و چراغ راهنمائی کنترل ورودی، قابل تغییر است. در حقیقت هدف از کنترل، بهینه‌سازی یک تابع هدف با توجه به مدل و قیود فیزیکی سیستم است، که از روی آن سیگنال کنترل ترافیک مناسب بدست می‌آید. با توجه به طبیعت ترافیک، عملگر کنترل باید بطور منظم بنابر شرایط ترافیک بروز رسانی شود.

[1] Dynamic traffic management
[2] ATMS (Advanced Traffic Management System)
[3] Actuators



شکل ۱-۱:شمای کلی یک حلقه کنترل ترافیک. کنترل‌کننده با توجه به اطلاعات حسگرها سیگنال بهینه کنترل را تعیین و به عملگرمنتقل می‌کند.

در این تحقیق، در میان استراتژی‌های مختلف کنترل ترافیک بزرگراه، کنترل ورودی[1] و محدودیت سرعت[2] مورد توجه قرار گرفته است. در روش کنترل ورودی با استفاده از یک چراغ راهنمایی سبز و قرمز نرخ ورود جریان ترافیک به مسیر اصلی بزرگراه در ساعت‌های اوج ترافیک محدود می‌شود. تجهیزات لازم برای پیاده‌سازی این سیستم در کنار جاده قابل نصب است و نیازی به ایجاد تغییر در تکنولوژی خودروها وجود ندارد. در حال حاضر از این روش در بسیاری از کشورهای دنیا استفاده می‌شود. [۱و۲] . همچنین بسیاری از بزرگراه‌های مدرن دنیا مجهز به تابلوهای متغیر خبری[3] هستند که در عرض مسیر نصب شده‌اند. به کمک این تابلوها علائم دینامیکی کنترل سرعت قابل نمایش هستند. با اعمال محدودیت حداکثر سرعت در این مسیرها می‌توان ایمنی حرکت را افزایش داد و یا در کاربرد پیشرفته‌تر باعث افزایش جریان عبوری ترافیک شد.

۱-۱-۲اهداف کنترل ترافیک

هنگامی که صحبت از بهینگی به میان می‌آید، این سؤال مطرح می‌شود که تابع هدف مورد نظر چیست. از دیدگاه مهندسی ترافیک اهداف زیر می‌تواند مد نظر یک طراح سیستم کنترل ترافیک قرار

[1] Ramp metering
[2] Speed limit
[3] Variable Message Sign (VMS)