

# تشخیص شیوه رانندگی، نوع مسیر و میزان شدآمد (ترافیک) بر اساس اطلاعات واحد رایانه موتور (ECU) در شرایط واقعی

محمدرضا بشیری\*

دانشگاه تهران - دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر - قطب علمی کنترل و پردازش هوشمند  
m.r.bashiri@ut.ac.ir

فرزاد رجائی سلماسی

دانشگاه تهران - دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر  
frajaei@ut.ac.ir

بابک نجار اعرابی

دانشگاه تهران - دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر  
araabi@ut.ac.ir

پذیرش نهایی مقاله: ۸۸/۱۲/۱۱

\* نویسنده مسئول/تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۱۸

## چکیده

این مقاله روشی را برای شناسایی شیوه رانندگی و نیز نوع و میزان شدآمد مسیر بر اساس اطلاعات موجود در رایانه موتور ارائه می‌دهد. منحنی‌هایی که بدین منظور استفاده می‌شوند سرعت خودرو، دور موتور، میزان فشردن پدال (گاز، گشتاور، و پایی‌های ترمز و اتصال چنگکی (کلاچ) می‌باشند. شیوه رانندگی بیان‌کننده رفتار راننده است که بسته به میزان شدآمد و روحیه راننده می‌تواند متغیر باشد. در واقع یک راننده خاص ممکن است گاهی به صورت آرام و گاهی به شکل هجومی رانندگی کند. تشخیص شیوه رانندگی و یا رفتار راننده می‌تواند در جهت پایش خودروها به ویژه خودروهای دورگه برقی استفاده شود. پژوهش حاضر بخشی از تحقیق در زمینه شناسایی الگوی رانندگی و شدآمد در تهران برای پایش خودروهای دورگه می‌باشد که با همکاری مرکز تحقیقات موتور ایران خودرو (ایپکو) انجام شده است. در این مقاله روشی ارائه شده که با استفاده از منحنی‌های موجود در رایانه موتور (ECU) و طبقه‌بندی نحوه رانندگی به سه نوع آرام، عادی و هجومی به کمک یک شبکه عصبی، به طور نسبتاً دقیقی شیوه رانندگی تشخیص داده شود. در این مقاله همچنین به کمک منحنی‌های یاد شده، نوع مسیر و میزان شدآمد تا حد قابل قبولی تشخیص داده شده است.

که در سال‌های اخیر توجه پژوهش‌گران را در حوزه خودرو به خود جلب کرده است. شیوه رانندگی و نوع مسیر، تأثیر مستقیمی بر میزان مصرف سوخت خودرو و مقدار آلاینده‌ها دارد. به علاوه تشخیص صحیح نحوه رانندگی می‌تواند بر چگونگی مدیریت انرژی در خودرو (به ویژه خودروهای دورگه) اثر گذار باشد. [۱-۶].

کلیدواژه‌ها: شیوه رانندگی، نوع مسیر، میزان شدآمد، شبکه عصبی، الگوی رانندگی

## ۱- مقدمه

شناسایی نوع مسیر و میزان شدآمد (که غالباً در قالب چرخه رانندگی بیان می‌شود) و نیز نحوه رانندگی و رفتار راننده از جمله موضوعاتی است

## ۲- الگوهای مختلف رانندگی

همان گونه که ذکر شد در این مقاله شیوه رانندگی، نوع مسیر و میزان شدآمد به عنوان الگوهای متفاوت رانندگی مورد شناسایی قرار گرفته است.

### ۲-۱- شیوه‌های مختلف رانندگی

در این مقاله شیوه رانندگی به ۳ شکل آرام، عادی و هجومی در نظر گرفته شده است. این تقسیم‌بندی گرچه به لحاظ اسمی همچون تقسیم‌بندی‌های قبلی است، اما از نظر نویسنده معنایی متفاوت دارد. مورفی و همکارانش در [۶] شیوه رانندگی را بدین شکل تقسیم کرده‌اند:

۱- رانندگی آرام: راننده، حرکت سایر استفاده‌کنندگان از مسیر، سرعت مجاز و چراغ‌های راهنمایی را پیش‌بینی و از شتاب‌های سریع اجتناب می‌کند.

۲- رانندگی عادی: راننده در این شیوه به طور معمول از شتاب گرفتن و ترمز کردن استفاده می‌کند.

۳- رانندگی هجومی: در این شیوه راننده شتاب‌های شدید و ترمزهای ناگهانی دارد.

۴- بدون سرعت: در این حالت اتومبیل متوقف است.

در اکثر کارهای قبلی از روی ویژگی‌هایی مانند میانگین و انحراف معیار شتاب و نیز تکانش، شیوه رانندگی به صورت تقریباً لحظه‌ای تقسیم‌بندی شده است. برای این کار از مقادیر آستانه استفاده شده است؛ بدین ترتیب که اگر مقدار این ویژگی‌ها بین دو مقدار معین باشد، شیوه رانندگی عادی و در غیر این صورت بسته به مقدار آن، آرام یا هجومی طبقه‌بندی می‌شود. نکته قابل توجه این است که این مقادیر آستانه معمولاً وابسته به چرخه رانندگی که در آن هستیم، می‌باشد و لذا ابتدا باید چرخه رانندگی تشخیص داده شود [۲-۶]. در این مقاله می‌خواهیم به شکل کیفی و مستقل از نوع مسیر و میزان شدآمد، حالت راننده را تعیین کنیم. برای این کار داده‌هایی با سه نوع راننده آرام، عادی و هجومی جمع‌آوری شده است که در بخش بعد به آن اشاره خواهد شد.

### ۲-۲- انواع مختلف مسیر و میزان شدآمد

همان گونه که اشاره شد، هدف این مقاله تعیین چرخه رانندگی نمی‌باشد. برای روشن شدن مسأله، مفهوم آن را بیان می‌کنیم.

طبق تعریف [۱۲] چرخه رانندگی عبارت است از منحنی سرعت-زمانی که برای نوع مشخصی از وسایل نقلیه معین شده است (خودروهای سواری، نیمه سنگین و سنگین). چرخه رانندگی به نحوی طراحی می‌شود که نمایانگر الگوی رانندگی در محیطی مشخص (شهری، بزرگراهی

چرخه‌های معمولی که در کارهای پیشین از آنها برای تعیین چرخه رانندگی و مدیریت انرژی یا محاسبه میزان آلاینده‌گی استفاده شده است ۱۱ چرخه می‌باشد که توسط EPA در سال ۱۹۹۷ بیان شده است و معمولاً مورد استناد قرار می‌گیرد [۸و۷]. البته برخی چرخه‌های شبیه به هم را حذف کرده‌اند و تعداد آنها را به ۹ یا ۷ چرخه کاهش داده‌اند [۲-۶]. واقعیت این است که شرایط مختلف شدآمد تفاوت مهمی با چرخه‌های رانندگی استاندارد بیان شده دارد و به نظر می‌رسد که باید با آزمایش‌های میدانی شرایط مختلف را بررسی، و ویژگی‌های هر یک را بیان کرد. البته این مقاله به چنین کاری نمی‌پردازد و هدف آن تشخیص رفتار راننده مستقل از چرخه رانندگی است.

کارهای قبلی که در این زمینه انجام شده است، عموماً ابتدا چرخه رانندگی را شناسایی کرده است، سپس رفتار راننده را از روی ویژگی‌هایی مانند میانگین و انحراف معیار شتاب و نیز تکانش تشخیص می‌دهد [۲-۶]. در این مقاله می‌خواهیم بدون توجه به چرخه رانندگی که بیان‌گر نوع مسیر و میزان شدآمد است، رفتار راننده را تشخیص دهیم. زیرا باید به این نکته توجه داشته باشیم که چرخه‌های رانندگی در نقاط مختلف جهان با یکدیگر متفاوت است و نمی‌توان چرخه‌های تعیین شده را برای آمریکا یا اروپا، برای کشوری مثل ایران استفاده کرد چرا که اولاً نوع مسیرهای موجود در ایران با سایر کشورها فرق دارد، و ثانیاً فرهنگ و رفتار رانندگی در ایران تا حد زیادی با سایر کشورها متفاوت است. البته تلاش‌هایی برای تعیین چرخه رانندگی در شهر تهران صورت گرفته است [۹]، ولی به نظر می‌رسد تحقیقات در این زمینه هنوز مراحل آغازین خود را طی می‌کند. همچنین منتظری و همکارانش تلاش کرده‌اند برای خودروهای دوره‌گه پایش‌گرهای فازی طراحی کنند که با تشخیص و پیش‌بینی چرخه رانندگی و شیب مسیر در شهر تهران، پایش مناسبی انجام دهد. آن‌ها به کمک این پایش‌گرها نشان داده‌اند که می‌توان میزان مصرف سوخت و آلاینده‌های خروجی خودرو را کاهش داد [۱۰و۱۱]. به هر حال تعیین چرخه رانندگی در تهران از اهداف این مقاله به شمار نمی‌رود و نیاز به تجهیزات و آزمایش‌های بسیار زیاد و دقیق دارد.

در این نوشتار همچنین تلاش شده است تا نوع مسیر و میزان شدآمد آن به کمک یک شبکه عصبی تشخیص داده شود، اما به علت نزدیک بودن وضعیت‌های مختلف شدآمد، این کار دقت زیادی ندارد و اهمیت تشخیص حالت رانندگی مستقل از نوع مسیر و میزان شدآمد بیش از پیش مشخص می‌گردد.

### ۳- طبقه‌بندی

در این قسمت نحوه جمع‌آوری داده‌ها و نتایج طبقه‌بندی شیوه رانندگی و نوع مسیر و میزان شدآمد بیان شده است.

#### ۳-۱- جمع‌آوری داده

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش با همکاری مرکز تحقیقات موتور ایران خودرو جمع‌آوری شده است. این داده‌ها در خیابان‌های مختلف شهر تهران و نیز آزادراه تهران-کرج به صورت میدانی فراهم شده است.

کار جمع‌آوری داده با یک خودرو از نوع سمند دوگانه‌سوز دارای موتور ملی با حجم ۱۷۰۰ cc در حالت گازسوز آن انجام شده است. آزمایش در شرایط مختلف شدآمد سبک، متوسط و سنگین انجام شده است و انواع مختلف مسیر از جمله خیابان‌های فرعی و اصلی، بزرگراه و آزادراه انتخاب شده‌اند. همچنین مسیرها به نحوی انتخاب شده‌اند که از نظر شیب در هر سه حالت سربالایی، سرازیری، و تقریباً مسطح قرار داشته باشند. مسیرهای انتخاب شده بدین شرح هستند:

- خیابان‌های فرعی: جیحون، کارون، دامپزشکی و هاشمی

- خیابان‌های اصلی: مطهری، بهشتی، و ولیعصر در هر دو جهت

- بزرگراه: شهید چمران و شهید همت

- آزادراه: اتوبان تهران-کرج

منحنی‌هایی که برای طبقه‌بندی استفاده می‌شوند سرعت خودرو، دور موتور، میزان فشردن پایی گاز، گشتاور داخلی (اندیکاتور)، و پایی‌های ترمز و اتصال چنگکی می‌باشند.

کلیه منحنی‌های مورد اندازه‌گیری در قطعه‌ای به نام ECU موجود در سمندهای معمولی نگهداری و به کمک سیم رابط به رایانه دستی (Laptop) منتقل می‌شود (شکل ۱). این داده‌ها با نرم‌افزار INCA (که در مرکز تحقیقات موتور ایران خودرو خریداری شده است) وارد رایانه و سپس به m-فایل تبدیل شده است تا بررسی‌ها و تحلیل‌های بعدی را نرم افزار MATLAB انجام دهد.

در هنگام جمع‌آوری داده‌ها بر روی آن‌ها برچسب نام خیابان، میزان شدآمد، و شیوه رانندگی گذاشته می‌شود.

داخل شهری، و بین شهری) است و معیاری برای اندازه‌گیری آلاینده‌های خروجی و مصرف سوخت خودرو به دست دهد.

چرخه رانندگی باید این ویژگی‌ها را داشته باشد:

۱- ترکیب حالت‌های رانندگی (شتاب‌گیری، سرعت ثابت، ترمزگیری، و حالت توقف) و استفاده از دنده در آن مطابق با میانگین مقادیری باشد که در حالت کارکرد واقعی خودرو اندازه‌گیری شده است.

۲- باید با الگوهای رانندگی واقعی مشاهده شده از نظر میزان آلاینده‌های خروجی مطابقت داشته باشد.

۳- مصرف سوخت اندازه‌گیری شده باید به مقادیر آماری نزدیک باشد.

۴- چرخه باید تا جای ممکن ساده، به راحتی قابل اجرا و تکرار پذیر باشد.

۵- همه وسایل نقلیه مورد آزمایش باید بتوانند به سرعت‌ها و شتاب‌های معین شده در چرخه دست یابند.

۶- ترمزگیری نباید چنان شدید باشد که موجب سر خوردن چرخ‌ها یا رسیدن آسیب به لگام ترمز (دینامومتر) گردد.

همان گونه که ملاحظه می‌شود تعیین چرخه رانندگی بسیار پیچیده است و نیاز به خودروهای بسیار زیاد و آزمایش‌های دقیق دارد؛ لذا در این مقاله ۸ نوع متفاوت از مسیر و میزان شدآمد معرفی می‌شود که تا حدودی شبیه به چرخه‌های رانندگی معرفی شده EPA می‌باشد. شایان ذکر است که این تقسیم‌بندی با توجه به شرایط ویژه شهر تهران از نظر مسیرها و شدآمدهای موجود انجام شده است.

۱- آزادراه و بزرگراه با شدآمد سبک و متوسط

۲- خیابان اصلی با شدآمد سبک و متوسط

۳- خیابان فرعی با شدآمد سبک و متوسط

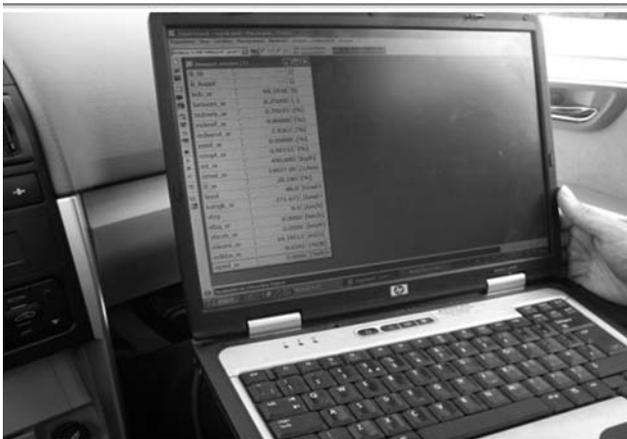
۴- آزادراه و بزرگراه با شدآمد سنگین و نیمه‌سنگین

۵- خیابان اصلی با شدآمد سنگین و نیمه‌سنگین

۶- خیابان فرعی با شدآمد سنگین و نیمه‌سنگین

۷- آزادراه و بزرگراه با شدآمد نیمه‌سنگین در حال حرکت

۸- مسیرهای با شدآمد بسیار سنگین و توقف‌های زیاد



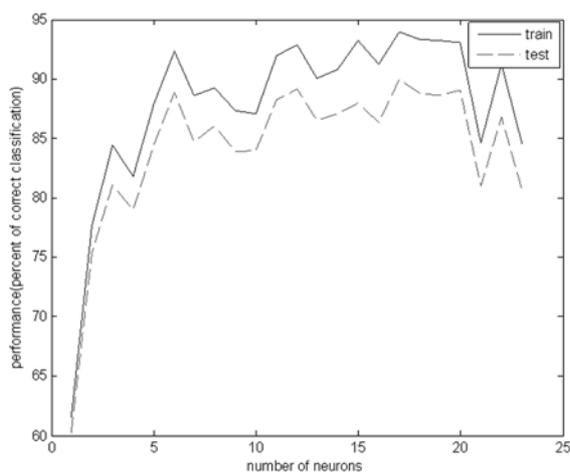
(ب)



(الف)

شکل ۱ نحوه جمع‌آوری داده‌ها (منحنی‌های موجود در ECU به کمک سیم رابط وارد رایانه می‌شود و در آن به وسیله نرم‌افزار INCA ذخیره می‌گردد).

عصبی با بقیه داده‌ها انجام شده است. شکل ۲ نتایج شبیه‌سازی را نشان می‌دهد. شبیه‌سازی به تعداد ۱۰۰ بار برای هر تعداد نورون انجام شد و در این شکل میانگین درصد تشخیص صحیح شیوه رانندگی برای داده‌های آموزش و آزمون به طور جداگانه آورده شده است. همان طور که در این شکل مشاهده می‌کنید، تعداد نورون ۱۷ بهتر به نظر می‌رسد. گرچه بهترین توان جداسازی طبقه‌بندی‌کننده در ۱۷ نورون مشاهده می‌شود، اما ۶ یا ۱۳ نورون نیز با توجه به محدودیت‌های محاسباتی و زمانی در خودرو، مناسب به نظر می‌رسد. ضمناً می‌توان دید مساله بیش آموزش اتفاق نیفتاده است، زیرا داده‌های آموزش و آزمون هر دو تقریباً یک روند دارند و فقط درصد تشخیص صحیح برای داده‌های آزمون کمی ضعیف‌تر است.



شکل ۲ درصد تشخیص صحیح شیوه رانندگی برای تعداد مختلف نورون؛ تعداد نورون بهینه ۱۷ می‌باشد.

### ۳-۲- استخراج ویژگی

به طور کلی منحنی سرعت، اصلی‌ترین شاخص برای تعیین الگوی رانندگی می‌باشد که تقریباً در همه تحقیقات پیشین در مورد الگوی رانندگی استفاده شده است. به عنوان نمونه اریکسون در [۱] ۶۲ عامل در منحنی سرعت را که بر الگوی رانندگی تأثیر داشته و بر مصرف سوخت و میزان آلایندگی خودرو موثر هستند، پیشنهاد کرده است. همچنین در برخی دیگر از تحقیقات عوامل دیگری معرفی شده‌اند که به جز منحنی سرعت از منحنی‌های دیگری چون پایی گاز، دنده، دور موتور، ترمز، زاویه فرمان و چراغ راهنما استفاده شده است [۳ و ۱۳]. ضمیمه ۱ ویژگی‌های مورد استفاده در این مقاله را نشان می‌دهد. در این ضمیمه ویژگی‌های ۶۹ تا ۷۶ را نویسندگان به خاطر تأثیر آن‌ها بر الگوی رانندگی به ویژه در مورد خودروهای ترکیبی پیشنهاد شده است. البته همه این ویژگی‌ها متناسب با پنجره انتخابی در این پژوهش که ۶۰ ثانیه است، اندازه‌گیری شده است و از ویژگی‌هایی که بر اساس مسافت پیموده شده بوده، صرف نظر شده است.

### ۳-۳- طبقه‌بندی شیوه رانندگی

در این مقاله برای طبقه‌بندی الگوی رانندگی از شبکه عصبی با یک لایه میانی استفاده شده است. تعداد ورودی‌های این شبکه به تعداد ویژگی‌ها (۷۶) و خروجی‌های آن نیز به تعداد طبقه‌ها (۳) می‌باشد. برای پیدا کردن تعداد نورون‌های بهینه در لایه میانی آموزش شبکه عصبی به ازای تعداد مختلف نورون انجام شده است. در هر بار شبیه‌سازی ۱۰٪ داده‌ها به صورت تصادفی برای آزمون انتخاب شده و آموزش شبکه

می‌دهد. شبیه‌سازی به تعداد ۱۰۰ بار برای هر تعداد نورون انجام می‌شود و در این شکل میانگین درصد تشخیص صحیح نوع مسیر و میزان شدآمد برای داده‌های آموزش و آزمون به طور جداگانه آورده شده است. داده‌های آزمون همانند قبل به صورت تصادفی در هر بار شبیه‌سازی از میان کل داده‌ها انتخاب شده‌اند (۱۰٪ کل داده‌ها). همان طور که در این شکل مشاهده می‌کنید، تعداد نورون حدود ۱۲ مناسب به نظر می‌رسد. جداول ۳ و ۴ کارایی طبقه‌بندی کننده با ۱۲ نورون را نشان می‌دهد (جدول confusion). با دقت در این جداول خواهیم دید طبقه‌های ۱ و ۷ از نظر نوع رانندگی بسیار شبیه به هم می‌باشند. زیرا اگر راننده، هجومی نباشد، در بزرگراه با شدآمد سبک یا بزرگراهی با شدآمد زیاد اما در حال حرکت که همه خودروها با سرعت در حال حرکت هستند، تقریباً به یک شکل رانندگی می‌کند. همچنین طبقات ۶ و ۸ نیز دارای الگوی رانندگی نسبتاً مشابهی هستند. زیرا خودرویی که در شدآمد بسیار سنگین قرار دارد، شبیه به خودرویی حرکت می‌کند که در خیابان فرعی با شدآمد سنگین حرکت می‌کند. تنها مشکل در شناسایی طبقه ۴ می‌باشد که به خوبی شناسایی نشده است. در مورد این طبقه باید گفت که در شدآمدهای نسبتاً سنگین نمی‌توان نوع مسیر را به خوبی تعیین کرد. البته با افزایش طول پنجره، دقت طبقه‌بندی افزایش می‌یابد؛ اما چون نتایج این تحقیق باید برای مدیریت انرژی در خودروهای دورگه استفاده شود و از نظر مدیریت انرژی تشخیص الگوی رانندگی باید نسبتاً سریع باشد، در این مقاله طول پنجره ثابت در نظر گرفته شده است. ضمن این که هدف از تعیین الگوی رانندگی در این جا پیش‌بینی نحوه شتاب‌گیری و ترمزگیری راننده در آینده است و در شدآمد نیمه‌سنگین این مسأله چندان قابل پیش‌بینی نیست. لذا چون در خیابان فرعی یا شدآمد نسبتاً سنگین، الگوی رانندگی چندان قابل شناسایی نبوده و به صورت لحظه‌ای عوض می‌گردد، این الگوها به هم شبیه می‌باشند و با شتاب‌گیری و ترمزگیری‌های متوالی همراه است. شایان ذکر است که نزدیک بودن نتایج در هر دو قسمت تشخیص شیوه رانندگی و نیز نوع مسیر و میزان شدآمد، برای داده‌های آزمون و آموزش نشان می‌دهد که مسأله بیش آموزش رخ نداده است. زیرا در صورت آموزش بیش از اندازه، درصد تشخیص صحیح طبقه‌بندی کننده برای داده‌های آموزش بیش از داده‌های آزمون خواهد شد.

جداول ۱ و ۲ متوسط نتایج ۱۰۰ بار شبیه‌سازی برای ۱۷ نورون و برای داده‌های آموزش و آزمون را به طور مجزا نشان می‌دهد (جدول confusion). از روی این جداول مشاهده می‌کنید که شیوه رانندگی برای داده‌های آزمون با دقت بیش از ۹۰ درصد تشخیص داده شده است. خطای موجود در تشخیص شیوه‌های رانندگی لزوماً به معنای عدم توانایی شبکه عصبی نیست، بلکه می‌تواند به معنای شبیه بودن شیوه‌های رانندگی به‌ویژه در شرایط شدآمد سنگین باشد. چنان که حدود ۸۰ درصد خطاهای طبقه‌بندی در نمونه‌هایی رخ داده است که میانگین سرعت از ۱۵ کیلومتر بر ساعت کندتر بوده است. البته در چنین شرایطی راننده ابتکار عمل ندارد و شدآمد موجود، شیوه رانندگی را تحمیل می‌کند.

جدول ۱ کارایی طبقه‌بندی شیوه رانندگی با ۱۷ نورون برای داده‌های آموزش (اعداد بر حسب درصد هستند)

|       | طبقه برچسب‌گذاری شده |      |      |
|-------|----------------------|------|------|
|       | هجومی                | عادی | آرام |
| هجومی | ۹۶٫۳                 | ۱٫۱  | ۲٫۶  |
| عادی  | ۰٫۸                  | ۹۸٫۵ | ۰٫۲  |
| آرام  | ۲٫۹                  | ۰٫۴  | ۹۷٫۲ |

جدول ۲ کارایی طبقه‌بندی شیوه رانندگی با ۱۷ نورون برای داده‌های آزمون (اعداد بر حسب درصد هستند)

|       | طبقه برچسب‌گذاری شده |      |      |
|-------|----------------------|------|------|
|       | هجومی                | عادی | آرام |
| هجومی | ۸۹٫۵                 | ۴٫۱  | ۸٫۲  |
| عادی  | ۳                    | ۹۴٫۲ | ۱٫۲  |
| آرام  | ۷٫۵                  | ۱٫۷  | ۹۰٫۶ |

### ۳-۴- طبقه‌بندی نوع مسیر و میزان شدآمد

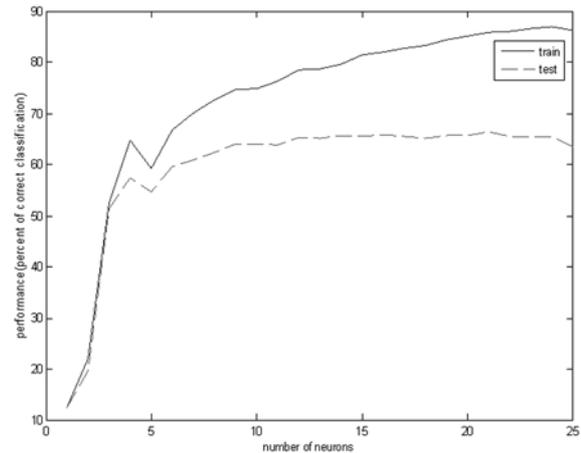
در این بخش برای طبقه‌بندی نوع مسیر و میزان شدآمد از شبکه عصبی با یک لایه میانی استفاده شده است. با توجه به این که در این قسمت تعداد داده‌های هر طبقه (به طور متوسط ۳۰۰ داده) نسبت به تعداد ویژگی‌ها ناکافی به نظر می‌رسد، لذا بر روی ویژگی‌های ورودی یک پردازش اولیه انجام گرفته و به روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) تعداد ورودی‌ها را به ۲۰ کاهش داده‌ایم [۱۴]. برای پیدا کردن تعداد نورون‌های بهینه در لایه میانی، آموزش شبکه عصبی به ازای تعداد مختلف نورون انجام شده است. شکل ۳ نتایج شبیه‌سازی را نشان

#### ۴- نتیجه گیری

در این مقاله سعی شد به شکل کیفی و مستقل از نوع مسیر و میزان شدآمد (ضمن تعیین آن دو)، شیوه راندگی تعیین شود. برای این کار به وسیله آزمایش میدانی داده‌هایی در ۳ طبقه آرام، عادی، و هجومی جمع‌آوری شده است. سپس با آموزش شبکه عصبی دو لایه داده‌ها به این ۳ طبقه تقسیم شدند. نتایج شبیه‌سازی نشان داد به رغم عدم تشخیص دقیق نوع مسیر و میزان شدآمد با ویژگی‌های استخراج شده (که با حدود ۷۰٪ دقت به طور متوسط انجام شد)، با این روش می‌توان میزان هجومی بودن راننده (شیوه راندگی) را با دقتی بیش از ۹۰٪ پیش‌بینی و برای پایش خودروها از آن استفاده کرد. این مقاله در واقع یک تحقیق اولیه برای شناسایی الگوی راندگی در شهر تهران نیز می‌باشد.

#### ۵- سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از مرکز تحقیقات موتور ایران خودرو به ویژه آقای مهندس زینلی به سبب همکاری در فراهم آوردن داده‌های مورد نیاز این تحقیق، کمال تشکر و سپاسگزاری می‌نمایند.



شکل ۳ درصد تشخیص صحیح نوع مسیر و میزان شدآمد برای تعداد مختلف نورون؛ تعداد نورون بهینه حدود ۱۲ می‌باشد.

جدول ۳ کارایی طبقه‌بندی نوع مسیر و میزان شدآمد با ۱۲ نورون برای داده‌های آموزش (اعداد بر حسب درصد هستند)

| طبقه برچسب‌گذاری شده | طبقه حقیقی |     |    |    |    |    |    |    |
|----------------------|------------|-----|----|----|----|----|----|----|
|                      | ۸          | ۷   | ۶  | ۵  | ۴  | ۳  | ۲  | ۱  |
| ۱                    | ۰          | ۶,۵ | ۰  | ۰  | ۰  | ۰  | ۱  | ۹۱ |
| ۲                    | ۰          | ۱,۵ | ۰  | ۹  | ۱۳ | ۷  | ۷۶ | ۱  |
| ۳                    | ۰          | ۰   | ۴  | ۱۲ | ۹  | ۷۳ | ۱۰ | ۰  |
| ۴                    | ۰          | ۱   | ۳  | ۵  | ۵۷ | ۶  | ۸  | ۰  |
| ۵                    | ۰          | ۰   | ۱۴ | ۶۵ | ۱۵ | ۱۲ | ۴  | ۰  |
| ۶                    | ۳          | ۰   | ۷۴ | ۹  | ۴  | ۲  | ۰  | ۰  |
| ۷                    | ۰          | ۹۱  | ۰  | ۰  | ۱  | ۰  | ۱  | ۸  |
| ۸                    | ۹۷         | ۰   | ۵  | ۰  | ۱  | ۰  | ۰  | ۰  |

جدول ۴ کارایی طبقه‌بندی نوع مسیر و میزان شدآمد با ۱۲ نورون برای داده‌های آزمون (اعداد بر حسب درصد هستند)

| طبقه برچسب‌گذاری شده | طبقه حقیقی |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------|------------|----|----|----|----|----|----|----|
|                      | ۸          | ۷  | ۶  | ۵  | ۴  | ۳  | ۲  | ۱  |
| ۱                    | ۰          | ۲۸ | ۰  | ۰  | ۰  | ۰  | ۰  | ۷۹ |
| ۲                    | ۰          | ۵  | ۰  | ۱۲ | ۲۶ | ۷  | ۷۵ | ۰  |
| ۳                    | ۰          | ۰  | ۵  | ۱۰ | ۱۰ | ۷۳ | ۱۰ | ۰  |
| ۴                    | ۰          | ۰  | ۲  | ۳  | ۴۱ | ۵  | ۹  | ۱  |
| ۵                    | ۰          | ۰  | ۱۲ | ۶۵ | ۲۰ | ۱۴ | ۳  | ۰  |
| ۶                    | ۷          | ۰  | ۷۴ | ۱۰ | ۳  | ۱  | ۰  | ۰  |
| ۷                    | ۰          | ۶۷ | ۰  | ۰  | ۰  | ۰  | ۳  | ۲۰ |
| ۸                    | ۹۳         | ۰  | ۷  | ۰  | ۰  | ۰  | ۰  | ۰  |

ضمیمه ۱- ویژگی‌هایی که از آنها برای تشخیص حالت راننده استفاده شده است.

|    |  |
|----|--|
| ۱  | میانگین سرعت   |
| ۲  | انحراف معیار سرعت  |
| ۳  | میانگین شتاب مثبت  |
| ۴  | انحراف معیار شتاب مثبت   |
| ۵  | میانگین شتاب منفی  |
| ۶  | انحراف معیار شتاب منفی   |
| ۷  | تعداد تغییرات بین شتابهای مثبت و منفی که در آنها فاصله بین قله و دره مجاور بیش از 2km/s باشد.  |
| ۸  | تعداد تغییرات بین شتابهای مثبت و منفی که در آنها فاصله بین قله و دره مجاور بیش از 10km/s باشد. |
| ۹  | شتاب مثبت نسبی $(\frac{1}{x} \int va^+)$   |
| ۱۰ | انتگرال مربعات شتاب  |
| ۱۱ | درصد زمانی که سرعت از 2km/h کمتر است.  |
| ۱۲ | میانگین زمان توقف  |
| ۱۳ | درصد زمانی سرعت بین ۰ تا ۱۵ *  |
| ۱۴ | درصد زمانی سرعت بین ۱۵ تا ۳۰   |
| ۱۵ | درصد زمانی سرعت بین ۳۰ تا ۵۰   |
| ۱۶ | درصد زمانی سرعت بین ۵۰ تا ۷۰   |
| ۱۷ | درصد زمانی سرعت بین ۷۰ تا ۹۰   |
| ۱۸ | درصد زمانی سرعت بین ۹۰ تا ۱۱۰  |
| ۱۹ | درصد زمانی سرعت بیش از ۱۱۰   |
| ۲۰ | درصد زمانی شتاب بین ۱۰- تا ۲,۵-*   |
| ۲۱ | درصد زمانی شتاب بین ۲,۵- تا ۱,۵-   |
| ۲۲ | درصد زمانی شتاب بین ۱,۵- تا ۱-   |
| ۲۳ | درصد زمانی شتاب بین ۱- تا ۰,۵-   |
| ۲۴ | درصد زمانی شتاب بین ۰,۵- تا ۰  |
| ۲۵ | درصد زمانی شتاب بین ۰ تا ۰,۵   |
| ۲۶ | درصد زمانی شتاب بین ۰,۵ تا ۱   |
| ۲۷ | درصد زمانی شتاب بین ۱ تا ۱,۵   |
| ۲۸ | درصد زمانی شتاب بین ۱,۵ تا ۲,۵   |
| ۲۹ | درصد زمانی شتاب بین ۲,۵ تا ۱۰  |

#### Reference:

- [1]. E. Ericsson, "Independent driving pattern factors and their influence on fuel-use and exhaust emission factors," Transport. Res. Part D, vol. 6, pp. 325-341, 2001.
- [2]. Yi L. Murphey, ZhiHang Chen, Leo Kiliaris, et al, "Neural learning of predicting driving environment," International Joint Conference on Neural Networks, 2008.
- [3]. R. Langari and Jong-Seob Won, "Intelligent energy management agent for a parallel hybrid vehicle-part I: system architecture and design of the driving situation identification process," IEEE Transactions on Vehicular Technology, volume 54, issue 3, Page(s):925 - 934, 2005.
- [4]. Jong-Seob Won and R. Langari, "Intelligent energy management agent for a parallel hybrid vehicle-part II: torque distribution, charge sustenance strategies, and performance results," IEEE Transactions on Vehicular Technology, volume 54, issue 3, Page(s):935 - 953, 2005.
- [5]. I. De Vlioger, D. De Keukeleere, and J. Kretzschmar, "Environmental effects of driving behaviors and congestion related to passenger cars," Atmosph. Environ., no. 34, pp. 4649-4655, 2000.
- [6]. Y. Lu Murphey, R. Milton, L. Kiliaris, "Driver's Style Classification Using Jerk Analysis," Proceedings of Symposium on computational Intelligence in vehicles and vehicular systems, pp 23-28, 2009.
- [7]. Sierra Research, "SCF Improvement - Cycle Development," Sierra Report No. SR2003-06-02, 2003.
- [8]. T. R. Carlson and R. C. Austin, "Development of speed correction cycles," Sierra Research, Inc., Sacramento, CA, Report SR97-04-01, 1997.
- [9]. M. Montazeri-Gh and M. Naghizadeh, "Development of car drive cycle for simulation of emissions and fuel economy," proceedings 15th european simulation symposium, 2003.
- [10]. M. Montazeri-Gh and M. Asadi, "Application of Vehicle Telematic System in Fuzzy-Based HEV Control", ICTTA, 2008.
- [11]. M. Montazeri-Gh, A. Ahmadi and M. Asadi, "Driving Condition Recognition for Genetic-Fuzzy HEV Control", GEFS, 2008.
- [12]. R. Bata, Y. Yacoub, W. Wang, D. Lyons, M. Gambino, and G. Rideout, "Heavy duty testing cycles: survey and comparison," SAE Paper 942 263, 1994.
- [13]. J. Engstrom and T. Victor, "Real-time recognition of large-scale driving patterns," Proceedings of IEEE Intelligent Transportation Systems Conference, Oakland, CA, August, 2001.
- [14]. S. Theodoridis, K. Koutroumbas, "Pattern recognition", Elsevier (USA), 2006.

|    |   |     |  |
|----|---|-----|--|
| ۳۰ | میانگین دور موتور                                       | ۵۵  | درصد زمانی که $va$ بین ۳ تا ۶ است.                       |
| ۳۱ | انحراف معیار دور موتور                                  | ۵۶  | درصد زمانی که $va$ بین ۶ تا ۱۰ است.                      |
| ۳۲ | درصد زمانی که دور موتور بین ۰ تا ۱۵۰۰ است.***           | ۵۷  | درصد زمانی که $va$ بین ۱۰ تا ۱۵ است.                     |
| ۳۳ | درصد زمانی که دور موتور بین ۱۵۰۰ تا ۲۵۰۰ است.           | ۵۸  | درصد زمانی که $va$ بزرگتر از ۱۵ است.                     |
| ۳۴ | درصد زمانی که دور موتور بین ۲۵۰۰ تا ۳۵۰۰ است.           | ۵۹  | میانگین $va$   |
| ۳۵ | درصد زمانی که دور موتور بیش از ۳۵۰۰ است.                | ۶۰  | میانگین پایی گاز   |
| ۳۶ | درصد زمانی که در دنده ۲ دور موتور بین ۰ تا ۱۵۰۰ است.    | ۶۱  | میانگین ترمز   |
| ۳۷ | درصد زمانی که در دنده ۲ دور موتور بین ۱۵۰۰ تا ۲۵۰۰ است. | ۶۲  | میانگین دنده   |
| ۳۸ | درصد زمانی که در دنده ۲ دور موتور بین ۲۵۰۰ تا ۳۵۰۰ است. | ۶۳  | میانگین تفاضلهای اول پایی                                |
| ۳۹ | درصد زمانی که در دنده ۲ دور موتور بیش از ۳۵۰۰ است.      | ۶۴  | میانگین تفاضلهای اول سرعت                                |
| ۴۰ | درصد زمانی که در دنده ۲ دور موتور بین ۰ تا ۱۵۰۰ است.    | ۶۵  | تعداد نوسان در منحنی سرعت                                |
| ۴۱ | درصد زمانی که در دنده ۳ دور موتور بین ۱۵۰۰ تا ۲۵۰۰ است. | ۶۶  | شتاب مثبت بیشینه   |
| ۴۲ | درصد زمانی که در دنده ۳ دور موتور بین ۲۵۰۰ تا ۳۵۰۰ است. | ۶۷  | شتاب منفی بیشینه   |
| ۴۳ | درصد زمانی که در دنده ۳ دور موتور بیش از ۳۵۰۰ است.      | ۶۸  | سرعت بیشینه  |
| ۴۴ | درصد زمانی که در دنده ۴ دور موتور بین ۰ تا ۱۵۰۰ است.    | ۶۹  | سرعت کمینه   |
| ۴۵ | درصد زمانی که در دنده ۴ دور موتور بین ۱۵۰۰ تا ۲۵۰۰ است. | ۷۰  | انحراف معیار دنده  |
| ۴۶ | درصد زمانی که در دنده ۴ دور موتور بین ۲۵۰۰ تا ۳۵۰۰ است. | ۷۱  | میانگین اتصال چنگکی                                      |
| ۴۷ | درصد زمانی که در دنده ۴ دور موتور بیش از ۳۵۰۰ است.      | ۷۲  | دور موتور بیشینه   |
| ۴۸ | درصد زمانی که در دنده ۵ دور موتور بین ۰ تا ۱۵۰۰ است.    | ۷۳  | میانگین گشتاور داخلی (اندیکاتوری)                        |
| ۴۹ | درصد زمانی که در دنده ۵ دور موتور بین ۱۵۰۰ تا ۲۵۰۰ است. | ۷۴  | انحراف معیار گشتاور (اندیکاتوری)                         |
| ۵۰ | درصد زمانی که در دنده ۵ دور موتور بین ۲۵۰۰ تا ۳۵۰۰ است. | ۷۵  | شتاب منفی نسبی $(\frac{1}{x} \int va^-)$                 |
| ۵۱ | درصد زمانی که در دنده ۵ دور موتور بیش از ۳۵۰۰ است.      | ۷۶  | بیشترین زمانی که به طور بیوسته از ترمز استفاده نشده است. |
| ۵۲ | انرژی جنبشی مثبت  | *   | واحد سرعت در این جدول کیلومتر بر ساعت است.               |
| ۵۳ | درصد زمانی که $va$ کوچکتر از صفر است.                   | **  | واحد شتاب در این جدول متر بر مجذور ثانیه است.            |
| ۵۴ | درصد زمانی که $va$ بین ۰ و ۳ است.                       | *** | واحد دور موتور در این جدول دور در دقیقه است.             |

# Recognition of Driving Style, Roadway Type, and Traffic Based on Information Available in Electronic Control unit of Vehicles in Real Traffic Conditions

**M. R. Bashiri\***

Master Student  
School of Mechanical Engineering  
Tehran University  
m.r.bashiri@ut.ac.ir

**F. Rajaei Salmasi**

Professor  
School of Mechanical Engineering  
Tehran University  
frajaei@ut.ac.ir

**B. Nadjar Araabi**

Professor  
School of Mechanical Engineering  
Tehran University  
araabi@ut.ac.ir

\*Corresponding Authors

Received: Jan. 08, 2009

Accepted in Revised Form: Nov. 02, 2010

## Abstract

This article proposes a new method on recognition of driving style, Roadway Type, and level of congestion based on some of information available in electronic control unit (ECU) of vehicles. Vehicle speed, engine speed, indicator torque, acceleration pedal position, brake activity, and clutch pedal are used to achieve this goal. Driving style is the driver's behavior that can be variable according to driver's personal characteristics and level of congestion in the road. This paper is part of the research on «Driving Pattern Recognition and Traffic Identification in Tehran for Control of Hybrid Vehicles» that is supported by Irankhodro Powertrain Corporation (IPCO). In the proposed method, Neural Networks are used to classify the Driving Style into three categories: calm, normal, and aggressive; based on the features extracted from ECU information.

Data collected in this research in calm, normal, and aggressive classes in collaboration with IPCO in the real traffic conditions. Results show Driving Style can be recognized with neural network with high performance, although Roadway Type and level of congestion didn't recognized well. Correct classification rate that reached are 70% for Roadway Type and level of congestion, and above 90% for Driving Style. The results attained in this research have many profits and can be used for control of vehicles (especially hybrid electric vehicles) in future works.

*Keywords: Driving Style, Roadway Type, Traffic Congestion, Neural Network, Driving Pattern.*