

بررسی روش‌های هوشمند تشخیص خواب‌آلودگی راننده

محسن سرداری زارچی^۱

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱۲/۰۴

سید امیرحسین منجمی^۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۲/۰۸

چکیده

خواب‌آلودگی راننده یکی از عوامل اصلی تصادفات و تلفات جانی در جاده‌ها می‌باشد به همین علت اخیراً تحقیقات زیادی بر روی این موضوع در راستای افزایش ایمنی خودروها انجام شده است. در این مقاله، ابتدا خواب‌آلودگی راننده و عوامل ایجاد آن بررسی شده و مهم‌ترین عواملی که در ایجاد آن نقش دارند، بیان می‌شود. سپس بررسی جامع و کاملی بر روی روش‌های هوشمند و هوشمند تشخیص خواب‌آلودگی انجام می‌گیرد. روش‌های تشخیص خواب‌آلودگی را می‌توان به سه گروه عمده مبتنی بر علائم فیزیولوژی، مبتنی بر عملکرد راننده و خودرو، و مبتنی بر وضعیت و ظاهر راننده تقسیم نمود. در ادامه از هر گروه، روش‌های شاخص و مطرح بیان شده، تاریخچه و ویژگی‌ها و نقاط ضعف و قوت هر یک بازگو می‌گردد. در پایان در قسمت نتیجه‌گیری، ویژگی‌های روش‌هایی که برای پیاده‌سازی در خودرو مناسب‌اند مطرح گردیده و راهکاری کلی برای تشخیص خواب‌آلودگی که قابلیت پیاده‌سازی عملی در خودرو را داشته باشد ارائه می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: خستگی و خواب‌آلودگی راننده، ایمنی خودرو، تشخیص خواب‌آلودگی، خودرو

هوشمند

۱- دانشجوی دکتری هوش مصنوعی، مربی گروه رایانه دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه اصفهان.

sardari@eng.ui.ac.ir

۲- استادیار گروه رایانه دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه اصفهان. monadjemi@eng.ui.ac.ir

مقدمه

در چند سال اخیر موضوع ایمنی خودروها اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است و به‌تازگی تحقیقات زیادی بر روی آن انجام گرفته است. سیستم‌های هوشمند نظارت بر راننده^۱ از جمله مواردی است که در ایمنی خودروها مورد توجه قرار گرفته، به‌طوری‌که این سیستم‌ها با تشخیص هوشمند شرایط حادثه‌ساز، سعی در کمک و هشدار دادن به راننده را دارند. با استفاده از این‌گونه سیستم‌های هوشمند، می‌توان حوادث و تصادفات رانندگی را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش داد.

مهم‌ترین تجهیزاتی که تاکنون برای خودروهای هوشمند^۲ در نظر گرفته شده است شامل سیستم‌های اضطراری کمک ترمز، هشدار تصادف از جلو، هشدار خروج از خطوط جاده، تشخیص نقاط کور راننده، چراغ‌های هوشمند جلو، و تشخیص خواب‌آلودگی است که از بین این موارد سیستم تشخیص خواب‌آلودگی راننده، در جلوگیری از تصادفات و حوادث مرگبار جاده‌ای، اهمیت فوق العاده‌ای دارد.

خواب‌آلودگی راننده، کابوسی است که همواره بر روح و جان مسافران سایه انداخته است. متأسفانه این کابوس در جاده‌های کشورمان در اکثر موارد به واقعیت پیوسته و همواره در سطح جاده‌های کشور شاهد از بین رفتن هموطنان عزیزمان هستیم. متأسفانه کشور ایران در بحث تلفات جاده‌ای در جهان رتبه نخست را دارد و سالیانه حدود ۳۰ هزار نفر از عزیزانمان در این حوادث جان خود را از دست می‌دهند [۱]. گفتنی است این موضوع محدود به کشور ما نیست و در سرتاسر جهان معضل تصادفات جاده‌ای وجود دارد.



شکل یک- نمونه‌ای از تصادفات رانندگی در ایران

^۱ Intelligent Driver Monitoring System

^۲ Smart Car

بنابر اعلام موسسه ^۱NHTSA آمریکا، هر ساله صد هزار تصادف به علت خواب‌رفتن راننده رخ می‌دهد که به‌طور میانگین باعث آسیب شدید به ۷۰,۰۰۰ نفر و مرگ ۱,۵۵۰ نفر می‌شود [۳۱ و ۳۰]. همچنین تحقیقاتی که در ژاپن [۳۸ و ۴۵] و فرانسه [۲۹] صورت گرفته است، نشان‌دهنده این است که خواب‌آلودگی اصلی‌ترین عامل تصادف مرگبار جاده‌ای است. در سایر کشورهای جهان مطالعات و آمار دقیقی در این مورد موجود نیست؛ اما به نظر می‌رسد، به علت عدم قانون‌گرایی و ضعف فناوری، شرایط خیلی وخیم‌تر است [۱۳]. به‌طور کلی خستگی راننده عامل اصلی ۲۵ درصد تصادفات و به‌طور خاص ۶۰ درصد تصادفات جاده‌ای منجر به مرگ و یا آسیب‌های جدی می‌باشد [۲].

تشخیص خواب‌آلودگی فقط در حیطه رانندگی کاربرد ندارد بلکه در کارها و زمینه‌هایی که از حساسیت زیادی برخوردار هستند و نیاز به هوشیاری کامل دارند دارای اهمیت فوق‌العاده‌ای می‌باشد که مشاغل پروازی و خلبانی، سیستم‌های مراقبتی و نظارتی، سامانه‌های نظامی، و تحقیقات و مطالعات پزشکی از این نمونه می‌باشند. به‌همین علت از حدود ۵۰ سال پیش تحقیقات گسترده‌ای روی این موضوع انجام شده‌است. در دهه ۱۹۷۰ کارشناسان صنایع هوایی موفق به اختراع نوعی دوربین قوی با امکان فیلم‌برداری و پردازش رایانه‌ای تصویر چشم و تشخیص مقدار خیرگی شدند که به دلیل ساختار بسیار پیچیده و هزینه‌های بسیار زیاد جز برای خلبان‌ها و کاربران سیستم‌های فوق‌العاده حساس نظامی قابل استفاده نبود. اما هم‌اکنون در زمینه خودروسازی، شرکت‌های بزرگی همانند ولوو، مرسدس بنز، میتسوبیسی و تویوتا دست به کار طراحی سیستم‌هایی برای تشخیص خواب‌آلودگی راننده شده‌اند.

مبانی نظری

خواب‌آلودگی و عوامل ایجاد آن

خواب‌آلودگی راننده فرآیندی است که در آن به علت خستگی یا کم‌خوابی سطح هوشیاری راننده کاهش می‌یابد و حتی ممکن است راننده کاملاً به خواب رود. در بعضی از موارد ممکن است راننده برای مدت کوتاهی در حدود چند ثانیه به خواب رود و به سرعت بیدار شود بدون آنکه تغییری در وضعیت خودرو به‌وجود آید به‌این‌گونه

¹ National Highway Traffic Safety Administration

خواب‌ها که بعضاً با پایین افتادن سر همراه است ریزخواب^۱ گفته می‌شود [۴۶]. عوامل متعددی بر خواب‌آلودگی و تصادفات ناشی از آن تاثیر دارند که در ادامه به بررسی سه نمونه از مهم‌ترین این عوامل می‌پردازیم.

۱- کم‌خوابی

از مهم‌ترین دلایل خواب‌آلودگی، خواب کم است. بدن انسان در شبانه‌روز احتیاج به مقدار مشخصی خواب دارد که هیچ دارو یا راه‌حلی نمی‌تواند جایگزین آن شود. خواب دارای اثر تجمعی^۲ می‌باشد و تاثیر از دست‌دادن یک یا دو ساعت خواب در شبانه‌روز می‌تواند انباشته‌شده و باعث کم‌خوابی شدیدتر شود. همچنین خواب تکه‌تکه‌شده^۳ یا خواب غیریکنواخت نیز باعث کم‌خوابی می‌شود [۸۵].

۲- زمان رانندگی

بسیاری از افراد با وجود داشتن خواب کافی در شبانه‌روز، در بعدازظهر نیز احساس خواب‌آلودگی می‌کنند. با در نظر گرفتن این نکته می‌توان انتظار داشت که زمان رانندگی در ایجاد خواب‌آلودگی نقش داشته باشد. با بررسی تصادفاتی که ناشی از خواب‌رفتن راننده بوده است، درمی‌یابیم که بیشترین تصادفات در ساعت ۲ تا ۶ صبح و سپس بین ۲ تا ۴ بعدازظهر بوده است. بنابراین می‌توان این‌گونه استنباط کرد که بین زمان رانندگی و سطح هوشیاری راننده همبستگی^۴ وجود دارد [۱۷].

۳- یکنواختی^۵ رانندگی / جاده

یکنواختی به حالتی گفته می‌شود که وضعیت محیط بدون تغییر باقی بماند، یا تغییرات قابل پیش‌بینی باشد [۲۵]. در شرایطی مانند بزرگراه‌هایی که یکنواخت و طولانی هستند تصادف ناشی از خواب به میزان قابل توجهی بیشتر شده و ممکن است باعث ۴۰ درصد از تلفات انسانی شود [۳۹].

¹ Micro-Sleep

² Cumulative

³ Fragmented Sleep

⁴ Correlation

⁵ Monotony

هنگامی که راننده دچار خواب‌آلودگی است تسلط کافی به کنترل خودرو ندارد. بنابراین ممکن است ناگهان از جاده منحرف شده و به مانعی برخورد یا خودرو واژگون شود. در اغلب این حوادث هیچ‌گونه خط‌تریزی بر روی جاده دیده نمی‌شود. علت این امر را می‌توان رخ‌دادن سریع حادثه دانست که در آن راننده فرصت هیچ عکس‌العملی را نداشته است. به همین دلیل این حوادث هر ساله در جهان باعث خسارات و تلفات جانی شدید می‌شود که متأسفانه در کشور ما این موضوع به علت ایمنی پایین خودروها و راه‌ها دارای شدت بیشتری است.

برای جلوگیری از خواب‌آلودگی راننده روش یا راه‌حل خاصی وجود ندارد، اما عموماً سعی می‌شود با تشخیص به‌موقع آن، اقدامات پیشگیرانه در جهت جلوگیری از حادثه انجام پذیرد. به‌همین دلیل، سیستمی که بتواند با کنترل رفتار راننده و وضعیت خودرو، سطح هوشیاری یا خواب‌آلودگی راننده را به‌صورت هوشمند تشخیص دهد حائز اهمیت است. این‌گونه سیستم‌ها در مواجهه با خواب‌آلودگی راننده به او هشدار داده و یک‌سری کارهای احتیاطی را انجام می‌دهند. به‌عنوان نمونه، می‌توانند در هنگام مواجهه با خواب‌آلودگی، با استفاده از علائم صوتی، لرزش صندلی یا غربیلک فرمان، یا آلارم‌های صوتی و پخش موسیقی بلند، به راننده هشدار دهند و در صورت لزوم با فعال‌کردن سیستم ترمز اضطراری و کیسه هوا خودرو نقش به‌سزایی را در کاهش تصادفات و تلفات رانندگی داشته باشند.

روش‌های تشخیص خواب‌آلودگی

فرایند خواب‌رفتن در پشت فرمان خودرو را می‌توان به‌صورت کاهش تدریجی هوشیاری¹ راننده در نظر گرفت. مهم‌ترین مسئله‌ای که در مورد سیستم‌های هوشمند تشخیص خواب‌آلودگی باید در نظر گرفته شود، این است که با چه دقت و سرعتی می‌توانند خواب‌آلودگی را در مراحل اولیه تشخیص دهند. متأسفانه برای تشخیص خواب‌آلودگی معیار دقیقی موجود نمی‌باشد و عموماً سعی می‌شود با بررسی اثرات آن، میزان هوشیاری راننده مشخص شود. برهمین‌اساس روش‌های متعددی برای تشخیص خواب‌آلودگی ارائه شده است که هر یک نقاط ضعف و قدرت خاص خود را دارند. در این روش‌ها، پارامترهای مختلفی برای تشخیص خواب‌آلودگی به‌کار گرفته می‌شود که

¹ Alertness

ممکن است در ارتباط با خودرو یا راننده باشند. این پارامترها، می‌توانند شامل حرکات چشم، امواج مغز، شکل ظاهری صورت راننده، وضعیت بدن راننده، چرخش فرمان، ترمز کردن، سرعت، وضعیت خودرو در جاده و غیره باشند. به‌طور کلی این روش‌ها را می‌توان براساس علائمی که به کار می‌گیرند را به سه گروه عمده مبتنی بر علائم فیزیولوژی، مبتنی بر عملکرد راننده و خودرو، و مبتنی بر وضعیت و ظاهر راننده تقسیم کرد.

الف - روش‌های مبتنی بر علائم فیزیولوژی^۱

علائم فیزیولوژی که از عملکرد اجزای بدن انسان مانند مغز و قلب به‌دست می‌آید جزو دقیق‌ترین نشانه‌ها برای تشخیص خواب‌آلودگی می‌باشند که از سابقه طولانی برای تشخیص خواب‌آلودگی در حوزه‌های مختلف برخوردار هستند. از این علائم هم‌اکنون نیز در پروژه‌های تحقیقاتی جدید استفاده می‌شود. در پروژه ماشین هوشمند دانشگاه ام.آی.تی^۲ [۱۸] و نیز پروژه خودروی امن پیشرفته شرکت تویوتا یا ASV^۳ [۲۲] از این علائم استفاده شده است. در ASV راننده بایستی دستبند مخصوصی را به دست کند تا نرخ ضربان قلب اندازه‌گیری شود و مورد بررسی قرار گیرد.

یکی از مشهورترین علائم فیزیولوژی، امواج مغز است که در تحقیقات زیادی مورد بررسی قرار گرفته است. در این تحقیقات نشان داده شده است که با استفاده از امواج مغز، می‌توان به‌طور موثر و دقیق میزان خواب‌آلودگی را تشخیص دهد [۱۴ و ۱۹ و ۲۱ و ۳۲ و ۴۹]. تکنیک‌هایی که از امواج مغز استفاده می‌کنند را سیستم مغزنگاری الکتریکی یا EEG^۴ می‌نامند که دقیق‌ترین تکنیک برای تشخیص خواب‌آلودگی محسوب می‌شود. سابقه کاربرد تکنیک EEG به جنگ جهانی دوم بر می‌گردد که در آن زمان آلمان‌ها برای کاهش تلفات ناشی از خستگی و خواب‌آلودگی خلبانان خود، این سیستم را گسترش و توسعه دادند. در این روش سیگنال‌های مغز با استفاده از الکترودهایی که به مغز وصل می‌شوند ضبط شده و جهت تشخیص خواب‌آلودگی پردازش می‌شوند. هنگامی که شخص دچار خواب‌آلودگی می‌شود، سیگنال‌های مغز او نیز تغییر می‌کنند. با بررسی این سیگنال‌ها می‌توان به نحوه فعالیت سیستم عصبی مغز در زمان‌های هوشیاری و خواب‌آلودگی پی برد و بدین‌صورت سطح هوشیاری فرد را تعیین کرده و خواب‌آلودگی شخص را در مراحل اولیه تشخیص داد.

¹ Physiology

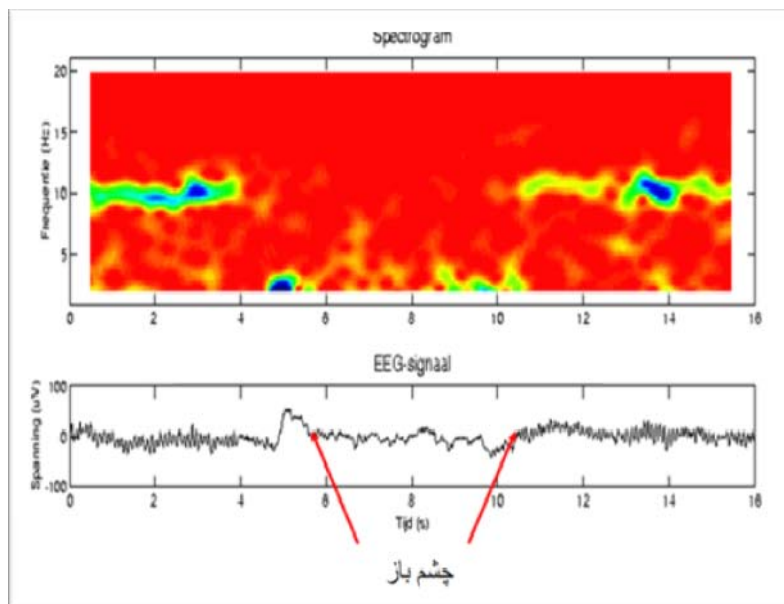
² MIT Smart Car

³ Advanced Safety Vehicle

⁴ Electro Encephalogram

شرکت دایمر کرایسلر با تکیه بر این تکنیک، توانسته است سیستم تعیین میزان هوشیاری خودروهای خود را توسعه دهد [۹].

با وجود اینکه روش‌های فیزیولوژی دارای دقت بالایی می‌باشند، اما برای به‌دست‌آوردن این علائم باید الکترودهایی به بدن شخص وصل شود، که این امر برای راننده ناخوشایند یا آزاردهنده است. با توجه به این نکته، نمی‌توان از این روش‌ها به‌صورت عملی در خودرو استفاده نمود. بلکه این‌گونه روش‌ها، عموماً به‌عنوان معیاری برای سنجش صحت روش‌های دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند [۳۳ و ۴۰].



شکل ۲- نمونه‌ای از سیگنال EEG که در آن محدوده‌ای که چشم شخص باز است، مشخص شده است

ب- روش‌های مبتنی عملکرد راننده^۱

در این شیوه از چگونگی رانندگی شخص و نیز وضعیت خودرو در تشخیص خواب‌آلودگی استفاده می‌شود. در تحقیقاتی که در مورد این روش انجام پذیرفته عموماً از ردیابی خطوط جاده^۲، تغییرات فرمان خودرو، تعداد عبور از خطوط جاده، و فاصله خودرو تا خودروهای جلویی در امر تشخیص استفاده می‌شود.

در سال ۱۹۹۶ برای اولین بار اعلام شد که توانایی دنبال کردن خطوط جاده با افزایش زمان رانندگی کاهش می‌یابد [۲۶]. بعداً در پژوهش‌های دیگر نیز بر روی این

^۱ Driver Performance

^۲ Lane Tracking

نکته تاکید شد که می‌توان از موقعیت خودرو در خط خود، جهت تشخیص خواب‌آلودگی استفاده کرد [۳ و ۴ و ۱ و ۴۲]. ویجسوما^۱ و همکارانش از حسگرهای دوبعدی به‌همراه فیلتر کالمن^۲ برای تشخیص و دنبال کردن سریع لبه‌های جاده استفاده کرده‌اند [۵۰]. همچنین با استفاده از پارامترهای خودرو و تکنیک‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی و منطق فازی^۳ روشی ارائه شده است که تفاوت بین عملکرد نرمال و غیرنرمال راننده را تشخیص می‌دهد [۵۱].

شرکت دایمرکراسیلر سیستمی را توسعه داده است که براساس سرعت خودرو، زاویه فرمان و موقعیت خودرو در جاده می‌تواند خروج احتمالی از جاده را تشخیص دهد [۱۰]. همچنین ولوو نیز اعلام کرده است که سیستم کنترل هوشیاری راننده خود را به‌زودی بر روی خودروهای جدید خود نصب می‌کند. این سیستم از یک دوربین به همراه چندین حسگر برای مانیتورکردن حرکات خودرو در بین خطوط جاده استفاده می‌کند و می‌تواند معین کند که آیا راننده خواب‌آلوده است یا خیر؟ [۴۶].

فرکانس برگشت فرمان خودرو با گذشت زمان رانندگی کاهش پیدا می‌کند [۱۱ و ۲۰ و ۳۵]. در حالت کلی‌تر می‌توان گفت که تغییرات در حرکات فرمان با زمان و خواب‌آلودگی دارای همبستگی است [۱۵ و ۲۷]. از این نکته می‌توان به‌عنوان معیاری برای تشخیص خواب‌آلودگی استفاده کرد. بسیاری از مدل‌های جدید خودرو از فرمان‌های الکتریکی استفاده می‌کنند که به‌همراه آنها حسگر اندازه‌گیری زاویه فرمان نیز وجود دارد که این امر باعث می‌شود اندازه‌گیری زاویه فرمان خودرو به نسبت سایر روش‌ها ساده‌تر و راحت‌تر باشد. شرکت تویوتا در پروژه خودروی امن خود علاوه بر اندازه‌گیری میزان ضربان قلب از تغییرات فرمان خودرو نیز بهره می‌برد. همچنین میتسوبیسی از حسگرهای فرمان خودرو برای مشخص‌نمودن رفتار راننده و عملکرد خودرو، به‌منظور تشخیص خواب‌آلودگی استفاده می‌کند [۲۲].

کاهش هوشیاری یا خواب‌آلودگی راننده می‌تواند در میزان فشاری که او به غریبک فرمان وارد می‌کند تاثیر داشته باشد. بنابراین با نصب حسگر بر روی غریبک فرمان خودرو می‌توان فشاری که دست به آن وارد می‌کند را اندازه گرفت و سپس با تجزیه و تحلیل اطلاعات حسگرها، سطح هوشیاری راننده را تشخیص داد [۶]. همچنین درحالت خواب‌آلودگی نحوه نشستن راننده بر روی صندلی دچار تغییر می‌شود، به همین دلیل محققان حسگرهایی را در تکیه‌گاه صندلی کار گذاشته‌اند تا

¹ Wijesoma

² Kalman Filter

³ Fuzzy Logic

میزان فشاری که به نواحی مختلف صندلی وارد می‌شود را اندازه‌گیری کنند، سپس با بررسی تغییرات فشار در نواحی مختلف صندلی توانسته‌اند وضعیتی که در آن راننده در حال خستگی یا خواب‌آلودگی است را تشخیص دهند [۱۶].

هر چند تکنیک‌هایی که از عملکرد راننده استفاده می‌کنند مزاحمتی را برای راننده ایجاد نمی‌کنند، اما محدودیت‌هایی در برابر برخی تغییرات از جمله نوع خودرو، تجربه راننده، وضعیت جغرافیایی، کیفیت جاده و نور محیط را دارا می‌باشند و از طرف دیگر در فرآیند این روش‌ها، احتیاج به زمان قابل توجه‌ای برای تجزیه و تحلیل رفتار راننده است که باعث می‌شود نتوانند ریزخواب‌ها را تشخیص دهند. به‌همین دلیل معمولاً از این روش‌ها به‌عنوان روش جانبی و کمکی استفاده می‌شود.

ج- روش‌های مبتنی بر ظاهر و حالت راننده

در هنگام خواب‌آلودگی، ظاهر و چهره فرد دچار تغییرات محسوسی می‌شود که مهم‌ترین این تغییرات در چشم، سر، دهان و وضعیت نشستن است. با تصویربرداری از راننده و کمک‌گرفتن از روش‌های پردازش تصویر^۱ می‌توان نشانه‌های بصری خواب‌آلودگی را استخراج کرد [۲۳].

اشخاص در شرایط خستگی و خواب‌آلودگی بعضی رفتارهای خاص را از خود نشان می‌دهند که به‌راحتی در تغییرات ظاهری مانند چشم، سر و صورت قابل مشاهده است. طولانی‌تر شدن زمان پلک‌زدن، حرکت آرام پلک، نزدیک شدن پلک‌ها به یکدیگر یا حتی بسته‌بودن پلک‌ها، پایین افتادن مکرر سر^۲، خمیازه‌کشیدن، خیرگی چشم، بی‌حسی، خماری^۳ و خمودگی در ظاهر^۴ معمولی‌ترین ویژگی‌های بصری یک شخص خواب‌آلوده می‌باشند [۲]. بینایی ماشین^۵ یک تکنیک غیرمزاحم برای تشخیص نشانه‌های بصری شخص خواب‌آلوده می‌باشد. در این شیوه تصاویر شخص توسط دوربینی که در جلو او قرار دارد گرفته‌شده و سپس توسط تکنیک‌های بینایی ماشین و پردازش تصویر نشانه‌های موردنظر از آن استخراج می‌شود.

بیشترین تحقیقاتی که در این گروه از روش‌ها انجام شده در مورد بررسی چشم و استخراج نشانه‌ها از آن است. بررسی چشم جزو موفق‌ترین روش‌ها برای تشخیص خواب‌آلودگی است که در آن بر روی تغییرات و حرکات چشم تمرکز می‌شود [۱۲].

¹ Image Processing

² Nodding

³ Sluggish

⁴ Drooping Posture

⁵ Machine Vision

مهم‌ترین این تغییرات شامل تغییر در میزان پلک‌زدن، میزان بسته‌بودن چشم و مسیر خیرگی^۱ چشم می‌باشد.

در یک روش، با استفاده از یک دوربین ویدئویی رنگی که به‌طور مستقیم در جلو صورت راننده قرار گرفته است، چشم راننده برای تشخیص ریزخواب‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد [۴۳]. این سیستم با استفاده از اطلاعات رنگ پوست، صورت راننده را در تصویر تشخیص داده و بر روی پیکسل‌هایی که دارای رنگ پوست هستند عملیات قطعه‌بندی^۲ را اجرا کرده و ناحیه مخصوص صورت را تشخیص می‌دهد. به‌منظور شناسایی و دنبال کردن مردمک از تکنیک تطبیق مدل پایه خاکستری^۳ استفاده شده است.

در روشی مشابه نیز، با کمک گرفتن از رنگ پوست، صورت را تشخیص داده و سپس از فیلتر گابور برای تشخیص چشم استفاده شده است [۳۶]. همچنین از حرکات منطقه‌ای^۴ و آمار رنگ‌های^۵ تصویر برای تشخیص سر و ویژگی‌های صورت استفاده شده است [۴۴]. در بعضی از تحقیقات، تمرکز اصلی بر روی تشخیص و دنبال کردن سر و چشم در تصاویر راننده به کمک دو دوربین است [۲۸ و ۴۷]. عموماً با دو دوربین سعی می‌شود مدل سه بعدی از تصویر راننده ایجاد کرده و از آن برای تشخیص راستای حرکات استفاده کنند.

میزان بازشدن دهان یک راننده در شرایط عادی، صحبت کردن و چرت‌زدن کاملاً متفاوت است. براساس این حقیقت، چو^۶ و همکارانش از کلاسه‌بند فیشر^۷ برای استخراج استخراج شکل و مکان استفاده کرده‌اند. سپس با مشخصات هندسی ناحیه دهان مجموعه‌ای از ویژگی‌ها را به‌دست آورده و از آنها در تشخیص یکی از سه حالت دهان در هنگام رانندگی استفاده کرده‌اند [۷]. همچنین می‌توان با یک دوربین فیلم‌برداری CCD و تکنیک شبکه‌های عصبی مصنوعی وضعیت دهان راننده تشخیص داده و سپس با فیلتر کالمن مکان دهان را در تصاویر بعدی مشخص کرد [۳۷].

سیستم تشخیص حرکات ریز سر یا MINDS^۸ برای شناسایی ریزخواب‌هایی که که با افتادن سر همراه هستند طراحی شده است. در این سیستم حسگرهایی بر روی

1- Gaze Direction

2- Segmentation

3- Gray Scale Model Matching

4- Global Motion

5- Color Statistics

6- Chu

7- Fisher

8- Micro-Nod Detection System

سر قرار می‌گیرد که پایین افتادن سر را تشخیص داده و به دنبال آن می‌تواند خواب‌آلودگی راننده را تشخیص دهد. در این سیستم حرکات سر راننده بلادرنگ توسط سیگنال‌های دریافتی از حسگرها کنترل می‌شود و نرم‌افزار مربوطه با در نظر گرفتن همبستگی موجود در بعضی از حرکات سر با وضعیت خواب‌آلودگی، تشخیص خود را اعلام می‌نماید. اما باید توجه داشت که همیشه ریزخواب‌ها با تکان سر همراه نیستند و این روش ممکن است نتواند آنها را تشخیص دهد [۲۴]. ورال^۱ و همکارانش روشی را ارائه کرده‌اند که در آن حرکات اجزای صورت شناسایی شده و سپس با بررسی آن‌ها میزان هوشیاری راننده اندازه‌گیری می‌شود [۴۸].

رایان^۲ و همکارانش عینکی را ابداع کرده‌اند که بر روی آن دوربین کوچکی طراحی و نصب شده است که با آن چشم و مسیر دید فرد تشخیص داده می‌شود که نمونه‌ای از آن در شکل سه نمایش داده شده است [۳۴].



شکل ۳- عینک ابداعی برای تشخیص خواب‌آلودگی

نتیجه‌گیری

باتوجه به مباحث مطرح‌شده در مورد هر یک از روش‌ها، سیستمی می‌تواند برای تشخیص خواب‌آلودگی مناسب باشد که تا حد ممکن سریع عمل کرده و مزاحمتی را برای راننده ایجاد نکند. برای این منظور می‌توان از چندین روش به صورت ترکیبی استفاده کرد تا هریک از روش‌ها، کاستی و عیوب روش دیگر را پوشش دهد. در این‌گونه سیستم‌ها می‌توان از روش‌های مبتنی بر ظاهر مانند بررسی تغییرات و حرکات چشم به عنوان پایه و اساس تشخیص استفاده کرد تا مزاحمتی برای راننده ایجاد نکند و بتوان خواب‌آلودگی را سریعاً تشخیص داد. درکنار این روش‌ها نیز می‌توان از تغییرات

¹ Vural

² Ryan

عملکرد خودرو و راننده نیز به عنوان مکمل روش قبلی در جهت بالابردن دقت استفاده نمود.

منابع

- [۱] غفریان حسینی، هادی؛ حسین‌زاده، افشین؛ (۱۳۸۴). نمایشگر خواب‌آلودگی راننده و سیستم هشدار دهنده، کنفرانس بین‌المللی حوادث رانندگی و جاده‌ای، دانشگاه تهران.
- [2] Bergasa L. M., Nuevo J. u., Sotelo M. A., Barea R., and Lopez E., (2008). “*Visual Monitoring of Driver Inattention*“, Studies in Computational Intelligence (SCI).
- [3] Bertozzi M. and Broggi A., (1996). “*Real-time lane and obstacle detection on the GOLD system*“, in Proc. Intelligent Vehicles Symp., Tokyo, Japan.
- [4] Bertozzi M. and Broggi A., (1998). “*GOLD: a parallel real-time stereo vision system for generic obstacle and lane detection*“, IEEE Trans. Image Processing.
- [5] Carskadon M. and Dement W., “*Cumulative Effects of Sleep Restrictions on Daytime Sleepiness*“, Psychology 18, 1981.
- [6] Chieh T. C., Mustafa M. M., Hussain A., (2003). “*Driver Fatigue Detection using Steering Grip Force*“, Conference on Research and Development, Putraiaya, Malaysia.
- [7] Chu J. W., Jin L. S., Tong B. L., Shi S. M., Wang R. B., (2004). “*A monitoring method of driver fatigue behavior based on machine vision*“, Intelligent Vehicle Symp., Parma, Italy.
- [8] Dinges D. F., (1995). “*An Overview of Sleepiness and Accidents*“, Jour. of Sleep Res.
- [9] DaimlerChrysler, (2001). “*Driver assistant with an eye for the essentials*“, URL: <http://www.daimlerchrysler.com/dccom>.
- [10] DaimlerChryslerAG, (2001). “*The electronic drawbar*“, URL: <http://www.daimlerchrysler.com>.
- [11] Dureman E. Boden, (1972). “*Fatigue in Simulated Car Driving*“, Present Technological Status of Detecting Drowsy Sriving Patterns. Jidosha Gijutsu, vol. 30.
- [12] Dong W, Wu X., (2005). “*DRIVER FATIGUE DETECTION BASED ON THE DISTANCE OF EYELID*“, IEEE Int. Workshop VLSI Design & Video Tech. Suzhou, China.

- [13] Eskandarian A. and Sayed R. A., (1384). "*Analysis of Driver Impairment, Fatigue, and Drowsiness and an Unobtrusive Vehicle-Based Detection Scheme*", First International Conference on Traffic Accidents, Tehran.
- [14] Eoh H., Chung M., and Kim S., "*Electroencephalographic Study of Drowsiness in Simulated driving with Sleep Deprivation*", International Journal of Industrial Ergonomics, 2005.
- [15] Elling M., Sherman P., (1994). "*Evaluation of Steering Wheel Measures for Drowsy Drivers*", Proceedings of the 27th ISATA, Aachen, Germany.
- [16] Furugori S., Yoshizawa N., Iname C., (2003). "*Measurement of Driver's Fatigue Based on Driver's Postural Change*", SICE Annual Conference in Fukui, Fukui University, Japan.
- [17] Harris W., (1992). "*A Study of the Relationships Among Fatigue, Hours of Service, and Safety of Operations of Truck and Bus Drivers*", BMCS-RD-71-2, US Department of Transportation, Washington DC.
- [18] Healey J. and Picard R., (2002). "*SmartCar: detecting driver stress*", 15th Int. Conf. Pattern Recognition, Barcelona, Spain, vol. 4.
- [19] Huang R., Kuo C., Tsai L., and Chen O., (1996). "*EEG Pattern Recognition - Arousal States Detection and Classification*", IEEE International Conference on Neural Networks.
- [20] Hulbert S., (1972). "*Effects of Driver Fatigue*", Highway Traffic Safety Research. NY, Wiley and sons.
- [21] Jap B. T., Lal S., (2008). "*Using EEG spectral components to assess algorithms for detecting fatigue*", Expert Systems with Applications (2008), doi:10.1016/j.eswa.2007.12.043.
- [22] Kircher A., Uddman M., and Sandin J., (2002). "*Vehicle Control and drowsiness*", Swedish National Road and Transport Research Institute.
- [23] Khan M. I., Mansoor A. B., (2008). "*Real Time Eyes Tracking and Classification for Driver Fatigue Detection*", ICIAR, LNCS 5112, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [24] Kithil P. W., Jones R. D., Jone M., (1998). "*Development of driver alertness detection systems using overhead capacitive sensor array*", SAE Technical Paper Series, 982292, SAE International.

- [25] McBain W., (1970). “*Arousal, Monotony, and Accidents in Line Driving*“, J. Appl. Psychol. 54.
- [26] Mast T., Jones H., (1966). “*Effects of Fatigue on Performance in a Driving Device*“, Highway Research Record.
- [27] Mackie R. Wylie C. D., (1991). “*Countermeasures To Loss Of Alertness In Motor Vehicle Drivers: A Taxonomy and Evolution*“, Proceeding of the Human Factors Society 35th Annual Meeting.
- [28] Matsumoto Y. , Zelinsky A., (2000). “*An algorithm for real-time stereo vision implementation of head pose and gaze direction measurements*“, In Proceedings of IEEE 4th International Conference Face and Gesture Recognition.
- [29] Planque S., Petit C., and Chapeau D., (1991). “*A System for Identifying Lapses of Alertness When Driving*“, Renault.
- [30] Rau P., (2005). “*Drowsy driver detection and warning system for commercial vehicle drivers*“, NHTSA.
- [31] Royal D., (2003). “*National Survey on Distracted and Driving Attitudes and Behaviors*“, The Gallup Organization, March.
- [32] Roman B., Pavel S., Miroslav P., Petr V., and Lubomir P., (2001). “*Fatigue Indicators of Drowsy Drivers Based on Analysis of Physiological Signals*“, ISMDA 2001, LNCS 2199, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [33] Rimini-Doering M., Manstetten D., Altmueller T., “*Monitoring driver drowsiness and stress in a driving simulator*“, Int. Driving Symp. Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design.
- [34] Ryan W. J., Duchowski A. T., Birchfield S. T., (2008). “*Limbus / Pupil Switching For Wearable Eye Tracking Under Variable Lighting Conditions*“, ETRA, Savannah, Georgia, ACM 978-1-59593-982-1/08/0003.
- [35] Ryder J., Malin S., (1981). “*The Effects of Fatigue and Alcohol on Highway Safety*“, NHTSA Report.
- [36] Rongben W., Lie G., Bingliang T., (2004). “*Monitoring Mouth Movement for Driver Fatigue or Distraction with One Camera*“, IEEE intelligent Transportation Systems Conference Washington, D.C., USA.
- [37] Rongben W., Lie G., T. Bingliang, Lisheng J., (2004). “*Monitoring mouth movement for driver fatigue or distraction with*

one camera“, Proceedings, ITSC, Proceedings - 7th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems.

[38] Seko Y., (1984). “*Present Technological Status of Detecting Drowsy Driving Patterns*“, Central research Institute, Nissan Motor Company.

[39] Shafer J. H., (1993). “*The Decline of Fatigue Related Accidents on NYS Thruway*“, Highway Safety Forum on Fatigue, sleep Disorders and Traffic Safety.

[40] Svensson U., (2004). “*Blink behaviour based drowsiness detection*“, Linkoping University, Swedish National Road and Transport Research Institute.

[41] Skipper J. H., Wierwille W., and Hardee L., (1984). “*An Investigation of Low Level Stimulus Induced Measures of Driver Drowsiness*“, IEOR Department Report, Virginia Polytechnic Institute and State University.

[42] Stein A. C., (1995). “*Detecting Fatigued Drivers with Vehicle Simulators*“, In: Hartley, L. (Ed.), Driver Impairment, Driver Fatigue and Driving Simulation. Taylor & Francis, London.

[43] Singh S., Papanikolopoulos N. P., (1999). “*Monitoring driver fatigue using facial analysis techniques*“, in Proc. Int. Conf. Intelligent Transportation Systems, Tokyo, Japan.

[44] Smith P., Shah M., da-Vitoria-Lobo N., (2004). “*Determine driver visual attention with one camera*“, Intelligent Transportation Systems, vol. 4.

[45] Tilley D. H., Erwin C. W., and Gianturco D. T., (1973). “*Drowsiness and Driving*“, International Automotive Engineering Congress, Detroit, Michigan.

[46] Ueno H., Kaneda M., and Tsukino M., (1994). “*Development of drowsiness detection system*“, In Proceedings of Vehicle Navigation and Information Systems Conference.

[47] Victor T., Blomberg O., Zelinsky A., (2001). “*Automating the measurement of driver visual behaviours using passive stereo vision*“, In Proceedings of Intelligent Conference Series Vision in Vehicles VIV9, Brisbane, Australia.

[48] Vural E., Cetin M., Ercil A., Littlewort G., Bartlett M., Movellan J., (2007). “*Drowsy Driver Detection Through Facial*

Movement Analysis“, HCI 2007, LNCS 4796, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[49] Wu R., Lin C., Liang S., Huang T., Chen Y., and Jung T., (2004). “*Estimating Driving Performance Based on EEG Spectrum and Fuzzy Neural Network*“, IEEE Int. Conf. on Neural Networks, vol. 1.

[50] Volvo Car Corporation, “*Driver alert control*“, URL: <http://www.volvocars.com>.

[51] Waard D. D., Brookhuis K. A., Hernandez-Gress N., (2001). “*The feasibility of detecting phone-use related driver distraction*“, International Journal of Vehicle Design, vol. 26.

[52] Wijesoma W. S., S. Kodagoda K. R., (2004). “*Road boundary detection and tracking using ladar sensing*“, IEEE Trans. Robotics and Automation, vol. 20.