

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده مهندسی برق و رباتیک

گروه الکترونیک

پایان نامه کارشناسی ارشد

## طراحی و پیاده سازی سیستم نمایش اطلاعات HUD

مریم بهمنی

استاد راهنما

جناب آقای دکتر معروضی

استاد مشاور

جناب آقای دکتر احمدی فرد

مرداد ۹۴

ب

شماره: ۱۳۹۹/ت.ب  
تاریخ: ۹۴/۰۵/۰۶  
ویرایش: -----

بسمه تعالی



فرم صورتجلسه دفاع پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم / آقای:

مریم بهمنی رشته: برق - الکترونیک گرایش: دیجیتال

تحت عنوان: طراحی و پیاده سازی سیستم نمایش اطلاعات HUD

که در تاریخ ۹۴/۰۵/۰۶ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح زیر است:

|                                |                                    |                                                                                            |
|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> مردود | <input type="checkbox"/> دفاع مجدد | <input checked="" type="checkbox"/> قبول (با درجه: <u>بسیار خوب</u> ) امتیاز: <u>۱۸/۹۴</u> |
|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|

۱- عالی (۱۹ - ۲۰)

۲- بسیار خوب (۱۸ - ۱۸/۹۹)

۳- خوب (۱۶ - ۱۷/۹۹)

۴- قابل قبول (۱۴ - ۱۵/۹۹)

۵- نمره کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول

| عضو هیأت داوران                 | نام و نام خانوادگی | مرتبه علمی | امضاء |
|---------------------------------|--------------------|------------|-------|
| ۱- استاد راهنما                 | ایدرضا سرورن       | استادیار   |       |
| ۲- استاد مشاور                  | سیدرضا لاهی زاد    | دانشیار    |       |
| ۳- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی | سعادت ناهع         | استادیار   |       |
| ۴- استاد ممتحن                  | عین الله           | استادیار   |       |
| ۵- استاد ممتحن                  | سیدرضا شایان       | دانشیار    |       |

رئیس دانشکده:

تقدیم بہ

او کہ ہمہ، مستی ام از اوست.

تشکر و قدردانی

استاد گرانمایه، جناب آقای دکتر معروضی

آنچه از این جان می آید این است که از صمیم قلب از بھکاری صادقانه و کوشش خالصانه می شاد در راستای هدایت و

راهنمایی اینجانب تقدیر و تشکر نمایم و صمیمانه ترین سپاس های خود را به شما که شمع وجود کراتقدر خویش را در طبق اخلاص نهاده و

نمال نوپای امروز را به امید فردایی سگوفاتر با عصا ره ی جان آساری می نماید نشان کنم. امید است پیوسته سربلند و پیروز

باشید.

بمخنین از استاد کراتقدر جناب آقای دکتر احمدی فرد که با حسن خلق و فروتنی از بیچ کلمی در این مسیر بر من دریغ

نمودند و مساعدت شان کمک رسان راه رفته بود، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

## تعهد نامه

اینجانب **مریم بهمنی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته الکترونیک-دیجیتال دانشکده مهندسی برق و رباتیک دانشگاه شاهرود نویسنده پایان نامه با عنوان **طراحی و پیاده سازی سیستم نمایش اطلاعات HUD** تحت راهنمایی **جناب آقای دکتر معروضی** متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه شاهرود » و یا « Shahrood University » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده ( یا بافتهای آنها ) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است

### تاریخ

### امضای دانشجو

### مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است ) متعلق به دانشگاه شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

\* متن این صفحه نیز باید در ابتدای نسخه های تکثیر شده پایان نامه وجود داشته باشد.

## چکیده

سیستم حمل و نقل از مسائل مهم یک جامعه است. استفاده از سیستم‌های حمل و نقل هوشمند با بکارگیری تکنولوژی‌های نوین دارای مزایا قابل توجهی هستند. از مهمترین این مزایا، کاهش آمار تصادفات و سوانح جاده‌ای می‌باشد. در صنعت روز خودروسازی دنیا، استفاده روز افزون از تکنولوژی‌های متنوع هوشمندسازی به سرعت در حال گسترش است. با توسعه فناوری، ابزارهای هوشمند زیادی مانند رادار، سنسور، دوربین و دیگر تجهیزات مدرن در ساخت اتومبیل‌های امروزی به کار می‌روند که نقش زیادی در کاهش خطاهای انسانی، تصمیم‌گیری بموقع و واکنش سریع در برابر رخدادها و پیشامدهای ناگهانی در حین رانندگی دارند.

از سیستم نمایش اطلاعات HUD برای نشان دادن اطلاعات مهم در مرکز دید راننده استفاده می‌شود، بدون اینکه نیاز باشد راننده سر خود را حرکت دهد. این پایان نامه، طراحی و ساخت یک سیستم نمایش اطلاعات HUD برای خودروها به منظور رانندگی مطمئن ارائه می‌دهد. سیستم نمایش اطلاعات HUD، با بکارگیری تکنولوژی‌های نوین، قابلیت هدایت و کمک به راننده در شرایط سخت و حساس به منظور افزایش ایمنی و کاهش آمار تصادفات و سوانح جاده‌ای را دارد. به دلیل بالا بودن آمار تصادفات و رو به رشد بودن صنعت خودروسازی در ایران، استفاده از تکنولوژی‌های روز دنیا و آشنایی با سیستم‌های هوشمند درون خودرویی و تجهیز خودروهای جدید تولیدی به سیستم‌های امنیتی و امکانات هوشمند اهمیت بسیاری دارد و ضرورت آن بیش از گذشته احساس می‌شود.

بنابراین، در این پژوهش، یک نمونه‌ی آزمایشگاهی این سیستم نمایش اطلاعات به صورت ابتدایی طراحی شده است. به منظور طراحی این سیستم، ابتدا یک سخت‌افزار مناسب جهت دریافت اطلاعات از سنسورها طراحی و ساخته شده است و از یک سخت‌افزار مناسب برای دریافت ویدیو و سپس جهت پردازش اطلاعات از یک برد صنعتی قابل حمل مبتنی بر پردازنده ARM Cortex-A8 استفاده شده است.

**کلمات کلیدی:** سیستم HUD، خودرو هوشمند، طراحی سیستم اپتیکی، میکروکنترلر ARM.

## لیست مقالات پذیرفته شده:

رقیه بهمنی، امیدرضا معروضی، علیرضا احمدی فرد، (۱۳۹۴) " سیستم نمایش اطلاعات ترکیبی HUDD"، دومین همایش ملی مهندسی رایانه و مدیریت فناوری اطلاعات، تهران.



## فهرست مطالب

|         |                                                                    |
|---------|--------------------------------------------------------------------|
| ۱.....  | فصل اول: مقدمه                                                     |
| ۲.....  | ۱-۱ پیشگفتار                                                       |
| ۴.....  | ۲-۱ سیستم نمایش اطلاعات و انواع آن                                 |
| ۵.....  | ۱-۲-۱ نمایشگرهای دید پائین                                         |
| ۶.....  | ۲-۲-۱ نمایشگرهای پیش رو                                            |
| ۷.....  | ۳-۱ مروری بر پایان نامه                                            |
| ۹.....  | فصل دوم: مروری بر کارهای گذشته                                     |
| ۱۰..... | ۱-۲ پیشگفتار                                                       |
| ۱۰..... | ۲-۲ کاربردهای سیستم های HUD                                        |
| ۱۱..... | ۱-۲-۲ تشخیص خطوط جاده                                              |
| ۱۲..... | ۲-۲-۲ تعیین مسیر                                                   |
| ۱۲..... | ۳-۲-۲ کنترل ترافیک                                                 |
| ۱۴..... | ۴-۲-۲ کنترل خودرو و تعیین مسیر با استفاده از سیگنال های مغزی       |
| ۱۶..... | ۵-۲-۲ افزایش دید در شب                                             |
| ۱۶..... | ۶-۲-۲ افزایش دید در شرایط نامساعد آب و هوا                         |
| ۱۷..... | ۷-۲-۲ بهبود کنترل خودرو برای رانندگان مسن و ارزیابی عملکرد رانندگی |
| ۲۰..... | ۸-۲-۲ سیستم تشخیص عابر پیاده                                       |
| ۲۱..... | ۹-۲-۲ تشخیص و تعیین فاصله خودرو                                    |

- ۲۲ ..... استفاده از تلفن همراه.....
- ۲۳ ..... کارهای صورت گرفته در جهت بهبود کیفیت تصویر.....
- ۲۷ ..... طراحی سیستم نمایش اطلاعات تولید شده توسط دو شرکت خودروساز.....
- ۲۷ ..... طراحی BMW.....
- ۳۰ ..... طراحی شرکت GM.....
- ۳۳ ..... فصل سوم: مبانی نظری و عملی.....
- ۳۴ ..... ۱-۳ پیشگفتار.....
- ۳۴ ..... ۲-۳ مبانی نظری.....
- ۳۴ ..... ۱-۲-۳ سیستم اپتیکی.....
- ۳۵ ..... ۱-۱-۲-۳ لنز محدب.....
- ۳۶ ..... ۲-۱-۲-۳ لنز مقعر.....
- ۳۷ ..... ۳-۱-۲-۳ لنز فرنل.....
- ۳۷ ..... ۴-۱-۲-۳ آینه محدب.....
- ۳۸ ..... ۵-۱-۲-۳ آینه مقعر.....
- ۳۸ ..... ۶-۱-۲-۳ منشور.....
- ۴۱ ..... ۲-۲-۳ انواع ساختارهای پیشنهاد شده.....
- ۴۱ ..... ۱-۲-۲-۳ ساختار ۱.....
- ۴۲ ..... ۲-۲-۲-۳ ساختار ۲.....
- ۴۲ ..... ۳-۲-۲-۳ ساختار ۳.....

۴۳ ..... ۴-۲-۲-۳ ساختار ۴

۴۳ ..... ۵-۲-۲-۳ ساختار ۵

۴۵ ..... ۳-۲-۳ طراحی نمادهای نمایش

۴۶ ..... ۴-۲-۳ مسائل مربوط به عملکرد کاربر

۴۸ ..... ۳-۳ مبانی عملی

۴۸ ..... ۱-۳-۳ پردازشگرهای سیگنال

۵۰ ..... ۱-۱-۳-۳ تقسیم بندی هسته‌ی پردازنده‌های ARM

## ۵۵ ..... فصل چهارم: سیستم سخت افزاری و نرم افزاری

۵۶ ..... ۱-۴ پیشگفتار

۵۶ ..... ۲-۴ برد صنعتی Tiny210V2

۵۶ ..... ۱-۲-۴ CPU برد

۵۸ ..... ۲-۲-۴ برد اصلی

۶۰ ..... ۳-۴ ماژول دوربین

۶۱ ..... ۴-۴ مدار دریافت اطلاعات از سنسورها

۶۱ ..... ۱-۴-۴ سنسورها

۶۵ ..... ۲-۴-۴ تبدیل سریال به USB

۶۶ ..... ۳-۴-۴ پردازنده AVR

۶۷ ..... ۵-۴ شبیه‌سازی سیستم اپتیکی

|           |                                     |
|-----------|-------------------------------------|
| ۶۸        | .....Zemax نرم افزار شبیه ساز ۱-۵-۴ |
| ۶۹        | ..... ساختار اول ۲-۵-۴              |
| ۷۲        | ..... ساختار دوم ۳-۵-۴              |
| ۷۴        | ..... ساختار سوم ۴-۵-۴              |
| <b>۷۹</b> | <b>..... فصل پنجم: نتایج</b>        |
| ۸۰        | ..... ۱-۵ پیشگفتار                  |
| ۸۰        | ..... ۲-۵ نتایج ساختار الکترونیکی   |
| ۸۲        | ..... ۳-۵ نتایج ساختار اپتیکی       |
| ۸۲        | ..... ۱-۳-۵ نتایج طراحی ساختار اول  |
| ۸۳        | ..... ۲-۳-۵ نتایج طراحی ساختار دوم  |
| ۸۴        | ..... ۳-۳-۵ نتایج طراحی ساختار سوم  |
| ۸۵        | ..... ۴-۵ نتیجه گیری                |
| ۸۷        | ..... ۵-۵ پیشنهادات                 |

## فهرست شکل ها

|    |                                      |
|----|--------------------------------------|
| ۵  | ..... شکل (۱-۱): نمایش اطلاعات HDD   |
| ۷  | ..... شکل (۲-۱): نمایش اطلاعات HUD   |
| ۱۱ | ..... شکل (۱-۲): مشخص کردن خطوط جاده |

- شکل (۲-۲): کنترل ترافیک ..... ۱۳
- شکل (۳-۲): یک نمونه از واسط مغز با کامپیوتر P300 در زمینه HUD ..... ۱۵
- شکل (۴-۲): محل قرارگیری کانال ها ..... ۱۵
- شکل (۵-۲): سیستم دید در شب در سیستم های نمایش HUD و HDD ..... ۱۶
- شکل (۶-۲): محیط شبیه سازی چارزیس ..... ۱۸
- شکل (۷-۲): نمودار مقایسه دو روش ..... ۱۹
- شکل (۸-۲): خودروی شبیه سازی شده مایکل کنوس ..... ۲۰
- شکل (۹-۲): تشخیص عابر پیاده ..... ۲۱
- شکل (۱۰-۲): تشخیص خودرو و تعیین فاصله ..... ۲۲
- شکل (۱۱-۲): HUD تولیدی شرکت گارمین ..... ۲۲
- شکل (۱۲-۲): دستگاه تجربی سیستم HUD و تصویر شماتیکی از PDLC ..... ۲۴
- شکل (۱۳-۲): شماتیکی از سیستم نمایش HUD ..... ۲۵
- شکل (۱۴-۲): مراحل ساخت آرایه های ستونی مورب ..... ۲۶
- شکل (۱۵-۲): نشان دادن شفافیت صفحه ساخته شده ..... ۲۶
- شکل (۱۶-۲): قرار دادن لایه های شفاف ساخته شده در بین دو شیشه ..... ۲۷
- شکل (۱۷-۲): فاصله چشم تا تصویر تابانده شده ..... ۲۸
- شکل (۱۸-۲): رسم شماتیکی از ساختار HUD شرکت BMW ..... ۲۸
- شکل (۱۹-۲): انعکاس دوگانه در تصویر مشاهده شده ..... ۲۹
- شکل (۲۰-۲): طراحی شیشه برای تصحیح در عمل تابش ..... ۲۹

- شکل (۲-۲۱): اثر محدودیت اثر چشم ..... ۳۰
- شکل (۲-۲۲): مشخص کردن اطلاعات مورد نظر در روی شیشه در HUD تولیدی شرکت GM .... ۳۱
- شکل (۳-۱): همگرا شدن نور موازی تابیده شده در لنز محدب ..... ۳۶
- شکل (۳-۲): واگرا شدن نور موازی تابیده شده در لنز مقعر ..... ۳۶
- شکل (۳-۳): لنز فرنل ..... ۳۷
- شکل (۳-۴): آینه محدب ..... ۳۸
- شکل (۳-۵): آینه مقعر ..... ۳۸
- شکل (۳-۶): منشور ..... ۳۹
- شکل (۳-۷): ساختار ۱ ..... ۴۱
- شکل (۳-۸): ساختار ۲ ..... ۴۲
- شکل (۳-۹): ساختار ۳ ..... ۴۳
- شکل (۳-۱۰): ساختار ۴ ..... ۴۳
- شکل (۳-۱۱): ساختار ۵ ..... ۴۴
- شکل (۳-۱۲): ارائه دیداری محدوده چشم در ساختار ۵ ..... ۴۴
- شکل (۳-۱۳): مسیر نوری در ساختار ۵ ..... ۴۵
- شکل (۳-۱۴): محدودیت های نصب و راه اندازی و مشخصات میدان دید ..... ۴۶
- شکل (۳-۱۵): سیستم نمایش HUD (VDO زیمنس) ..... ۴۷
- شکل (۳-۱۶): تقسیم بندی پردازنده های ARM ..... ۵۱
- شکل (۳-۱۷): بلوک دیاگرام Cortex-A8 ..... ۵۳

- شکل (۱-۴): برد CPU ..... ۵۸
- شکل (۲-۴): نمایی از برد اصلی به همراه ادوات جانبی ..... ۶۰
- شکل (۳-۴): ماژول دوربین CMOS OV 9650 ..... ۶۱
- شکل (۴-۴): نحوه اتصال سنسورها ..... ۶۲
- شکل (۵-۴): ماژول التراسونیک ..... ۶۳
- شکل (۶-۴): ماژول GY-87 ..... ۶۴
- شکل (۷-۴): آی سی PL2303HXD ..... ۶۵
- شکل (۸-۴): تبدیل پورت USB به سریال ..... ۶۶
- شکل (۹-۴): مدار اصلی دریافت اطلاعات از سنسورها ..... ۶۶
- شکل (۱۰-۴): هدر ۶ پایه به منظور برنامه ریزی میکروکنترلر ..... ۶۷
- شکل (۱۱-۴): مدار دریافت اطلاعات از سنسورها ..... ۶۷
- شکل (۱۲-۴): محیط شبیه سازی ZEMAX ..... ۶۸
- شکل (۱۳-۴): تعریف سطوح در ساختار اول ..... ۷۰
- شکل (۱۴-۴): مسیر نور سیستم اپتیکی ..... ۷۱
- شکل (۱۵-۴): تعریف سطوح در ساختار دوم ..... ۷۳
- شکل (۱۶-۴): ساختار ۲ ..... ۷۴
- شکل (۱۷-۴): تعریف سطوح در ساختار سوم ..... ۷۵
- شکل (۱۸-۴): ساختار سوم ..... ۷۷
- شکل (۱۹-۴): شمای دیگری از ساختار سوم ..... ۷۷

شکل (۵-۱): اطلاعات نمایش داده شده بر روی صفحه ..... ۸۰

شکل (۵-۲): اتصال برد سنسورها به برد اصلی ..... ۸۲

شکل (۵-۳): یک نمونه طراحی سیستم اپتیکی با لنزهای موجود در ایران ..... ۸۶

## فهرست جداول

جدول (۴-۱): مشخصات لنزها در ساختار اول ..... ۷۱

جدول (۴-۲): پارامترهای مهم در طراحی ساختار سوم ..... ۷۴

جدول (۵-۱): اعوجاجات ایجاد شده در ساختار اول ..... ۸۳

جدول (۵-۲): اعوجاجات ایجاد شده در ساختار دوم ..... ۸۴

جدول (۵-۳): اعوجاجات ایجاد شده در ساختار سوم ..... ۸۵



# فصل اول: مقدمه

## ۱-۱ پیشگفتار

یکی از مسائل مهم و مورد توجه صنایع خودروسازی جهان، افزایش رانندگی مطمئن<sup>۱</sup> و همچنین راحتی بیشتر برای راننده و سرنشینان<sup>۲</sup> می‌باشد. برای رسیدن به این اهداف، چندین زمینه برای تحقیق و مطالعه وجود دارد. اهمیت زیاد ساختار مکانیکی خودرو بر همگان واضح و مبرهن است اما امروزه برای داشتن یک رانندگی ایمن تر و راحت تر تجهیزات الکترونیکی به عنوان وسایل جانبی به کمک ساختار مکانیکی آمده است. این وسایل جانبی الکترونیکی به منظور تامین سلامت هر چه بیشتر رانندگان و عابرین پیاده و افزایش کیفیت رانندگی طراحی و ساخته می‌شوند.

چندین سال است که در جهان صحبت از خودروهای مجهز به وسایل هوشمند و هشداردهنده می‌شود و حتی کارشناسان خودروساز پا را از این نیز فراتر گذاشته و اعلام کرده‌اند که تا دو دهه آینده خودروهای کاملاً هوشمند که گفته می‌شود بدون راننده قادر به حرکت خواهند بود به بازار خواهند آمد. در این میان اهمیت استفاده از سیستم حمل و نقل هوشمند (ITS)<sup>۳</sup> یک امر ضروری است. سیستم حمل و نقل هوشمند دارای تعاریف متعددی می‌باشد که کامل ترین آن بصورت زیر بیان می‌شود.

سیستم حمل و نقل هوشمند به تمامی تلاش‌ها و راهکارهایی اطلاق می‌شود که فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)<sup>۴</sup> را به زیرساخت‌های حمل و نقل و وسایل نقلیه، به منظور مدیریت و ارتباط میان فاکتورهای مسافرتی از جمله خودروها، مسیرها، بهبود ایمنی، کاهش بار ترافیک، بهینه سازی مصرف سوخت و زمان ترابری مرتبط می‌کند [1]. در واقع این سیستم برای شبیه‌سازی، کنترل برخط و شبکه‌های ارتباطی مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیستم حمل و نقل هوشمند از دیدگاه فناوری به دو

---

1 Ride Handling

2 Passenger Comfort

3 Intelligent Transportation Systems

4 Information and Communication Technology

طبقه زیرساخت‌های هوشمند و خودروهای هوشمند تقسیم می‌شود.

زیرساخت‌های هوشمند نظیر نصب سیستم‌های کنترل هوشمند در تقاطع‌ها یا نصب تابلوهای متغیر ترافیکی شامل پروژه‌هایی است که در معابر درون شهری و برون شهری در شهرها و جاده‌ها و آزادراه‌های برون شهری اجرا می‌گردد. خودروهای هوشمند نیز شامل فناوری‌های جدید داخل خودروها، نظیر سیستم‌های هشدار دهنده تصادف، سیستم‌های افزایش دید در شب، سیستم‌های هدایت مسیر و سیستم‌های نمایش اطلاعات است که اجرای آن بر عهده کارخانجات خودروسازی است. اگر چه خودروهای هوشمند با بسیاری از سیستم‌های کمک راننده با تکنولوژی‌های مدرن مجهز شده‌اند، ایمنی خودروها هنوز نیاز به پیشرفت بیشتری دارد. امروزه، بیش از ۴۵۰ میلیون خودروی سواری در خیابان‌ها و جاده‌ها در جهان در حال مسافرت هستند و بیشتر از یک میلیون نفر در تصادفات هر ساله جان خود را از دست می‌دهند [2].

سیستم نمایش اطلاعات وظیفه دارد که اطلاعاتی در مورد خودرو و اطلاعات موجود در محیط بیرون را در اختیار راننده قرار دهد. این سیستم باید بتواند در هر شرایط محیطی بدون ایجاد حواس پرتی اطلاعات مورد نیاز برای راننده را نمایش دهد. سیستم‌های HUD<sup>1</sup> می‌توانند برای نشان دادن اطلاعات به راننده بدون اینکه نیاز باشد راننده سر خود را حرکت دهد و تمرکز خود را از دست دهد، استفاده شوند. با استفاده از این سیستم میزان قدرت فکری و شناسایی راننده در شرایط گوناگون بالا می‌رود، زیرا دسترسی به اطلاعات جامع و صحیح را برای او میسر می‌سازد [3].

با ارائه این توضیحات، ملاحظه می‌گردد که این سیستم می‌تواند در افزایش ایمنی بسیار کارآمد و مفید باشد، از این رو صنایع بزرگ خودروسازی دنیا سرمایه‌گذاری زیادی بر روی این شاخه از تحقیقات نموده‌اند و محققان فراوانی از جنبه‌های مختلف به بررسی و ارتقا این سیستم پرداخته‌اند.

---

1 Head Up Display

## ۱-۲ سیستم نمایش اطلاعات و انواع آن

سیستم نمایش اطلاعات در وسایل نقلیه که گاهی از آن به نام سیستم کمک راننده نام برده می‌شود، به مجموعه اجزایی گفته می‌شود که بتواند اطلاعات را بصورت بلادرنگ از محیط اطراف خود جمع‌آوری کرده و در اختیار راننده قرار دهد و به راننده در شرایط سخت رانندگی کمک کند. شرایط سخت می‌تواند به دلایل متفاوتی ایجاد شود. یک دسته از شرایط سخت توسط شرایط آب و هوایی ایجاد می‌شود، که می‌تواند توانایی رانندگان را برای تشخیص محیط اطراف یا کنترل کردن وسیله نقلیه محدود کند. دسته‌ی دیگر که رانندگی در مناطق ناشناخته و وجود ترافیک در آن مناطق است که می‌تواند چالش‌هایی را برای راننده بوجود آورد. دسته سوم که از شرایط خطرناک در رانندگی است، هر چیزی است که راننده را از نگاه کردن به جاده‌ی پیش رو منحرف کند [3].

در سال‌های اخیر، بسیاری از بزرگترین تولیدکنندگان خودروی جهان از سیستم نمایش اطلاعات به منظور ارتقا دادن بازدهی و امنیت رانندگی استفاده کرده‌اند. سیستم‌های هدایت، کنترل تطبیقی حداکثر سرعت (ACC)<sup>۱</sup> و سیستم‌های دید در شب از جمله سیستم‌هایی هستند که در حال حاضر در خودروهای تولیدی شرکت‌های بزرگ دنیا در حال استفاده هستند [4].

به طور خاص سیستم پیشرفته کمک راننده (ADAS)<sup>۲</sup> و سیستم‌های اطلاعاتی درون خودرویی (IVIS)<sup>۳</sup> به منظور فراهم کردن راحتی کاربران خود و همچنین افزایش ایمنی ترافیک معرفی شده‌اند. سیستم‌های ADAS برای کمک به راننده در فرایند رانندگی، مانند کنترل تطبیقی حداکثر سرعت و یا کمک‌های تغییر مسیر حرکت هستند، در حالی که IVIS، سیستم‌هایی می‌باشند که با ارائه

---

1 Adaptive Cruise Control

2 Advanced Driver Assistance Systems

3 In-Vehicle Information Systems

اطلاعات به راننده، به عنوان مثال در مورد مسیر، ازدحام ترافیک و حوادث غیرمترقبه کمک می‌کنند. مجموع این دو سیستم تشکیل سیستم نمایش اطلاعات را می‌دهند [5].

بطور کلی سیستم نمایش اطلاعات به دو دسته‌ی HDD<sup>1</sup> و HUD تقسیم می‌شود.

وظیفه سیستم نمایش اطلاعات دارای سه تابع اصلی است: فراهم کردن اطلاعات برخط از محیط اطراف، هشدار دادن به راننده در شرایط خطرناک، هشدار دادن به راننده که احتمال رخ دادن شرایط خطرناک وجود دارد. کاربردهای کمک راننده مختلفی در حال حاضر در حال تولید هستند [6].

## ۱-۲-۱ نمایشگرهای دید پائین

در این سیستم برای خواندن اطلاعات باید به صورت زاویه‌دار به سمت پائین نگاه کرد و در بین تجهیزات قسمت جلوی خودرو تعبیه می‌شود. اطلاعات مورد نیاز برای راننده در هنگام رانندگی بر روی یک صفحه نمایش که معمولاً ۶، ۸، ۱۲ اینچی هستند، نمایش داده می‌شود. چند نمونه از این سیستم در شکل (۱-۱) نشان داده شده است.



شکل (۱-۱): نمایش اطلاعات HDD

به منظور خواندن اطلاعات نمایش داده شده روی آن، کاربران باید نگاه خود را از مسیر روبرو برداشته و به صفحه نمایش واقع در سمت پائین نگاه کنند که این کار باعث حواس پرتی می‌شود و امنیت رانندگی را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

اگر اطلاعات دیداری در HDD برای پردازش سخت باشد و یا در قالب و فرمت خوبی نباشد، تمرکز کاربران را برای مدت زمان بیشتری از جاده دور می‌کند. اگر نگاه راننده برای بیشتر از ۲ ثانیه از جاده گرفته شود، خطر تصادفات ترافیکی بطور قابل توجهی افزایش می‌یابد [8, 7]. از طرفی به دلیل ارائه شدن اطلاعات زیاد روی HDD، راننده برای دیدن اطلاعات باید تمرکز بیشتری داشته باشد. شرط "توجه نداشتن به جاده و علائم" یکی از فاکتورهای اصلی در ایجاد خطرات و سوانح جاده‌ای است [9].

## ۲-۲-۱ نمایشگرهای پیش‌رو

سیستم نمایش اطلاعات HUD مخفف کلمات Head-Up Display است و آنگونه که از نام آن مشخص است به وسیله‌ی این تکنولوژی کاربر بدون حرکت دادن سر خود قادر خواهد بود اطلاعات مورد نیاز خود را ببیند. سازندگان این وسیله معتقدند که با ساخت آن انقلابی در صنایع هواپیمایی و خودروسازی ایجاد شده است. برای اولین بار در سال ۱۹۵۴ ایده‌ی نمایش ابزارها به عنوان تصاویر مجازی اضافه شده به تصاویر خروجی، ارائه شد [10]. سپس HUD برای اولین بار به عنوان یک نمایشگر اطلاعات ترکیبی برای خلبانان در صنعت هواپیمایی نظامی استفاده شد. در جت‌های جنگنده در همان سال برای نمایش ارتفاع، سرعت و حتی سیستم‌های هدفمند در جلوی کابین در دید مستقیم خلبان از یک HUD ابتدایی استفاده کردند. سپس در تمامی انواع دیگر هواپیماها مورد استفاده قرار گرفته شد و به دلیل داشتن مزایای بسیار، توسط GM<sup>1</sup> برای اولین بار به صنعت خودروسازی راه یافت [11]. در این نوع سیستم نمایش، اطلاعات، بر روی شیشه‌ی جلویی خودرو یا

---

1 General Motors

هواپیما در میدان دید کاربر (FOV)<sup>1</sup> ارائه داده می‌شوند. برای نشان دادن اطلاعات به راننده، نیازی به حرکت دادن سر نیست و این سیستم به راننده اجازه می‌دهد بدون آن که نگاهش را از جاده پیش رو کمتر کند، اطلاعات را ببیند و خطرات بالقوه در دید محیطی در حال نگاه کردن به صفحه نمایش را شناسایی کند [3, 5, 9].

در این روش راننده به آسانی می‌تواند رانندگی‌اش را تحت کنترل بگیرد و به اطلاعات مرتبط با جاده از سیستم ارتباطی درون وسیله نقلیه پاسخ دهد [5]. نمونه‌ای از این سیستم نمایش در شکل (۲-۱) نشان داده می‌شود.



شکل (۲-۱): نمایش اطلاعات HUD

## ۳-۱ مروری بر پایان‌نامه

در این پژوهش، هدف طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم نمایش اطلاعات درون خودرویی روی برد Smart tiny 210 می‌باشد. طبق تحقیقات انجام شده، تاکنون در صنعت هوایی و خودروسازی ایران در زمینه‌ی ساخت و توسعه سیستم نمایش اطلاعات HUD، کاری انجام نشده است. امید است با انجام این تحقیق و توسعه‌ی آن بتوان یک محصول تجاری و با قیمت مناسب در راستای پیشرفت در صنایع کشور عرضه نمود.

این تحقیق شامل ۵ فصل می‌باشد. مقدمه‌ای در مورد سیستم‌های نمایش در فصل اول ارائه شد.

---

1 Field of View

در تحقیقات صورت گرفته در زمینه‌ی HUD، کارهای مختلفی برای بهبود و افزایش اطلاعات نمایش داده شده، صورت گرفته است. به برخی از این روش‌ها در فصل دوم اشاره می‌شود. در فصل سوم راجع به سیستم نمایش HUD و ویژگی‌های آن و پردازشگرها جهت پیاده سازی، توضیح مختصری داده می‌شود. در فصل چهارم طراحی و پیاده‌سازی سخت‌افزاری به تفصیل بیان می‌شود. در این تحقیق نمایش اطلاعات سنسورهای دما، سرعت، ... مد نظر است. نتایج شبیه سازی و توضیحات مربوط به آن، نتیجه گیری و پیشنهادات برای کارهای آینده در فصل پنجم مورد بحث قرار گرفته است.



فصل دوم: مروری بر

کارهای گذشته

## ۲-۱ پیشگفتار

در سال‌های اخیر مطالعات زیادی برای بهبود و پیشرفت سیستم‌های نمایش اطلاعات با هدف ایجاد رانندگی ایمن صورت گرفته است. بسیاری از کارهای قبلی برای افزایش اطلاعات نمایش داده شده، بهبود اصلاح اعوجاج در نمایش، حذف انعکاس دوگانه، سیستم‌های هشدار دهنده و کاربردهای دستیار راننده انجام شده است. در این فصل به کاربردهای سیستم‌های HUD و کارهای انجام شده در جهت بهبود تصاویر اشاره شده است و در آخر طراحی این سیستم توسط دو شرکت بزرگ در صنعت خودروسازی، مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

## ۲-۲ کاربردهای سیستم‌های HUD

از کاربردهای HUD می‌توان به استفاده آن در سیستم‌های جهت‌یابی، کنترل تطبیقی حداکثر سرعت، سیستم‌های دید در شب، سیستم‌های کنترل ازدحام ترافیک و سیستم‌های هشدار دهنده اشاره کرد. با این حال، هدف اصلی در این سیستم، افزایش اطلاعات مفیدتر و توسعه‌ی سیستم و ایده‌های جدیدتر برای کاربران است تا رانندگی را برای آن‌ها لذت‌بخش‌تر و ایمن‌تر سازد.

از طریق ایجاد ارتباط بین سیستم HUD و سایر تکنولوژی‌ها می‌توان اطلاعات و کاربردهای متنوعی را برای این سیستم در نظر گرفت. از جمله این موارد استفاده از سیستم موقعیت‌یاب سراسری (GPS)<sup>۱</sup> است. شرکت‌های خودروسازی از توسعه در تکنولوژی اطلاعات و مخابرات<sup>۲</sup> بهره گرفته‌اند. دریافت‌کننده‌های سیستم موقعیت سرتاسری که مرتبط به ماهواره‌ها هستند برای هدایت و جهت‌یابی به رانندگان کمک می‌کنند. همچنین با بکارگیری فناوری‌های نوین ارتباطی مخابرات سیار نظیر فناوری آن‌استار شرکت GM که می‌تواند در مواقع اضطراری با ایجاد ارتباط بین خودرو و شبکه

---

1 Global Positioning System

2 Information and Communication Technology

پشتیبانی (V2I)<sup>۱</sup> و یا حتی خودروهای دیگر (V2V)<sup>۲</sup> و تبادل اطلاعات مربوط به حوادث اتفاق افتاده، راننده را از شرایط پیش‌رو آگاه کند [12]. خدمات آن‌استار شامل واکنش به تصادف، ناوبری دقیق<sup>۳</sup> و عیب‌یابی آنی است [13].

اگر سیستم نمایش اطلاعات HUD با دوربین‌های نصب شده در خودرو و کنترل حداکثر سرعت همراه شود می‌تواند یکی از بهترین سیستم‌های ایمنی خودرو که تا به حال وجود داشته است، ایجاد شود. بعضی از سیستم‌های کنترل تطبیقی حداکثر سرعت در حال حاضر محاسبات ایمنی برای تعیین بهترین مسیر در اطراف یک خودرو را برای شرایط خاص انجام می‌دهند و به طور خودکار فاصله‌ی دلخواهی را با وسیله‌ی نقلیه جلویی حفظ می‌کنند. اما مرحله‌ی بعدی آن که یکی از مهمترین مراحل است در واقع انتخاب بهترین روش برای نمایش اطلاعات بصورت برخط می‌باشد [14].

## ۱-۲-۲ تشخیص خطوط جاده

همانطور که در شکل (۱-۲) نشان داده شده است، با مجهز کردن سیستم HUD با دوربین مادون قرمز، می‌توان تشخیص خطوط جاده را برای راننده میسر ساخت تا با اعمال گشتاور هدایت کننده از منحرف شدن ناخواسته خودرو جلوگیری کرد [15].



شکل (۱-۲): مشخص کردن خطوط جاده [15]

---

1 Vehicle to Infrastructure  
2 Vehicle to Vehicle  
3 Turn by Turn

## ۲-۲-۲ تعیین مسیر

سیستم تعیین مسیر ترکیبی از دو سیستم موقعیت‌یاب سرتاسری و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)<sup>۱</sup> و اطلاعات مرکز کنترل است. اگر خودرو را به یک سیستم تعیین موقعیت مانند GPS و یک سیستم نمایش اطلاعات HUD و یک سیستم رادیویی، که این سیستم رادیویی عموماً روی چراغ‌های راهنمایی و رانندگی نصب می‌شوند، مجهز کنند تشکیل یک سیستم یکپارچه به نام سیستم تعیین مسیر یا سیستم هدایت را می‌دهد.

سیستم هدایت، خودرو را با مرکز مرتبط می‌کند و بدین وسیله وضعیت ترافیک کنترل می‌شود و هشدارهای لازم از نظر ترافیک و وضعیت جوی به اتومبیل داده می‌شود. در این سیستم راننده با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی مبتنی بر نقشه و سایر اطلاعات دریافتی از مرکز کنترل بهترین مسیر را انتخاب و در آن حرکت می‌کند.

## ۳-۲-۲ کنترل ترافیک

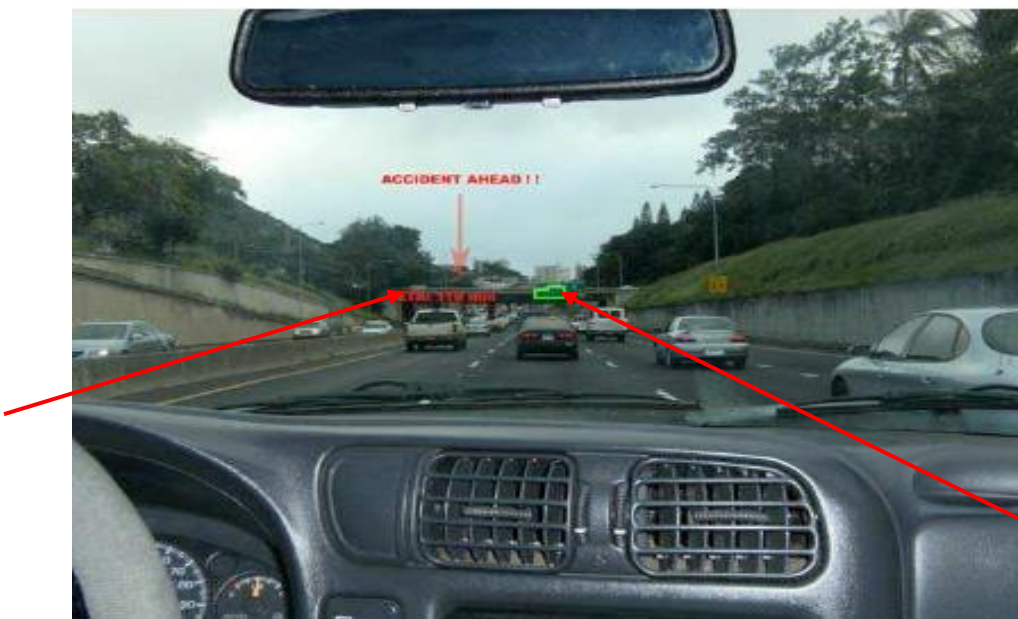
همانطوری که در قسمت قبل اشاره شد با استفاده از ترکیب کردن سیستم‌های نمایش اطلاعات HUD با تکنولوژی‌های اطلاعات و مخابرات و سیستم موقعیت‌یاب سراسری و سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌توان ازدحام ترافیک را کنترل کرد و با ترکیب کردن این سیستم با اطلاعات موجود در مرکز کنترل یک زمان تخمینی برای ترافیک محاسبه کرد. بدین ترتیب که سامانه کنترل ازدحام ترافیک، با استفاده از سیستم HUD، محلی که کاربر حرکت می‌کند را بر روی شیشه جلویی خودرو در راستای دید راننده مشخص کرده و با استفاده از سیستم تعیین مسیر، بهترین مسیر که دارای زمان کمتری است را انتخاب و کاربر را در رسیدن به مقصد راهنمایی می‌کند. اخیراً یک سیستم پیش‌بینی ترافیک تولید شده است که دارای اطلاعات ترافیکی جامعی است و می‌تواند بیش از ۱۰۰ وضعیت

---

1 Geographic Information System

رفتار ترافیکی را در هر بخش جاده بررسی کرده و بصورت بلادرنگ ترافیک ۱۲ ساعت آینده را ارائه نماید [16].

چو و همکاران یک سیستم چند رسانه‌ای برای به اشتراک گذاشتن مسیرها برای کاربران مختلف ارائه کردند. همانطور که در شکل (۲-۲) مشاهده می‌شود، در این سیستم هدایت راننده به مسیر صحیح توسط ترکیبی از ویدیو، پیام‌های صوتی و مشخص کردن مسیر توسط فلش و همچنین جلب توجه راننده به علائم راهنمایی صورت می‌گیرد. در این سیستم ابتدا با وارد کردن مقصد یک زمان تقریبی برای آن در نظر گرفته می‌شود، در طول حرکت گزارش داده می‌شود که در طول مسیر یک تصادف رخ داده است. زمان تخمین زده شده‌ی اولیه (ETA)<sup>۱</sup> به زمان تخمین زده شده‌ی مربوط به ترافیک اضافه شده و همزمان در اطراف تصادف شروع به مسیریابی می‌کند و یک مسیر جایگزین که دارای ETA کمتری است را نشان می‌دهد و سپس به راننده اخطار می‌دهد که ماندن در این مسیر منجر به ایجاد ترافیک سنگینی خواهد شد [12].



شکل (۲-۲): کنترل ترافیک [12]

<sup>1</sup> Estimated Time of Arrival

## ۴-۲-۲ کنترل خودرو و تعیین مسیر با استفاده از سیگنال‌های

### مغزی

محققان کاربردهای مختلفی از EEG<sup>۱</sup> نظیر کنترل کردن مکان نما یا حرکت دادن یک گوی به چپ و راست روی صفحه‌ی نمایش، انتخاب یک کلمه از یک صفحه کلید مجازی و انجام بازی‌های رایانه‌ای توسعه داده‌اند. از جمله کاربردهای به روز برای تکنولوژی واسط مغز و کامپیوتر (BCI)<sup>۲</sup>، استفاده از سیگنال‌های مغزی برای کنترل حرکت تجهیزات مکانیکی و ربات‌ها می‌باشد. تکنولوژی‌های BCI مبتنی بر سیگنال‌های EEG برای کنترل کردن صندلی‌های چرخ‌دار برای کمک به افراد معلول استفاده کرده‌اند. با استفاده از این ایده محققان چگونگی راندن یک خودرو با استفاده از سیگنال‌های EEG را مورد بررسی قرار دادند.

اولین کسی که ایده‌ی استفاده کردن از سیگنال‌های EEG را برای به حرکت درآوردن یک خودرو پیشنهاد داد، روجاس بود [17]. گوهرین و همکاران برای کنترل کردن یک خودرو و تعیین مسیر، امکان استفاده از سیگنال‌های مغزی را آزمایش کردند. هدف بلند مدت محققین در این زمینه توسعه یک خودروی کنترل شده با استفاده از سیگنال‌های مغز برای انتخاب مسیر و صدور دستورات کنترلی است [18].

هود و همکاران از یک BCI مبتنی بر اختلاف پتانسیل دائمی اعصاب بینایی (SSVEP)<sup>۳</sup> برای کنترل کردن یک خودروی شبیه سازی شده برای گردش به راست، چپ و حرکت در جهت مستقیم استفاده کردند. نتایج آنها قابل استفاده بودن سیگنال‌های EEG برای راندن یک خودرو را نشان می‌دهد. هر چند، آنها سرعت خودروی شبیه سازی شده و دقت آن را بیان نکردند [19].

---

1 Electroencephalogram

2 Brain-computer interface

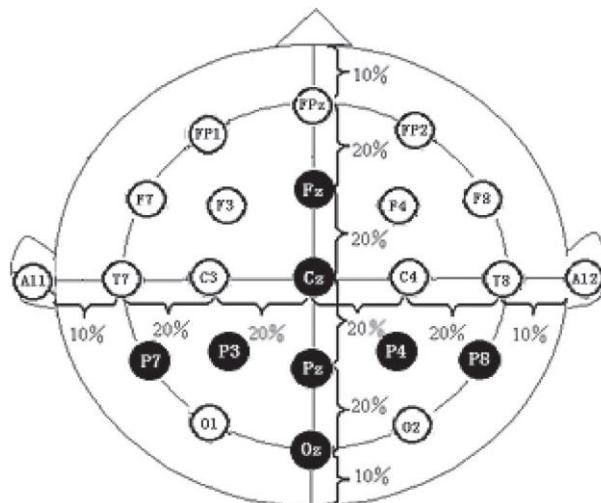
3 Steady-State Visually Evoked Potential

همانطور که در شکل (۳-۲) دیده می‌شود، برای انتخاب مقصد در یک خودروی شبیه‌سازی شده از واسط مغز با کامپیوتر یا BCI استفاده شده است. در این پژوهش از یک BCI، P300 با شبیه سازی دیداری ارائه شده روی یک HUD، استفاده کردند. برای بهبود استفاده از انتخاب مسیر، اثرات تعداد سیگنال‌های EEG روی عملکرد سیستم را مورد بررسی قرار گرفت. نتایج برای ۸ شرکت کننده با حدوداً ۱۰ داده‌ی EEG از ۸ کانال نشان می‌دهد که سیستم طراحی شده مسیر مورد نظر را می‌تواند با دقت  $93.6\% \pm 1.6\%$  درست انتخاب کند [20].



شکل (۳-۲): یک نمونه از واسط مغز با کامپیوتر P300 در زمینه HUD [20]

در شکل (۴-۲) محل قرارگیری ۸ کانال را که برای جمع‌آوری داده‌های EEG استفاده شده است به رنگ مشکی نشان می‌دهد.



شکل (۴-۲): محل قرارگیری کانال‌ها [20]

## ۵-۲-۲ افزایش دید در شب

شاید معمول‌ترین کاربرد دوربین‌های دید در شب در ارتش باشد. فراهم کردن دید مناسب در شب برای سربازان، خلبانان و رانندگان از کاربردهای پیشرفته‌ی این تکنولوژی است. با توجه به اینکه قدرت دید در شب بسیار پائین است، بیشتر تصادفات مرگبار در این زمان رخ می‌دهند. تکنولوژی دید در شب برای اولین بار در سال ۲۰۰۰ توسط GM وارد صنعت خودروسازی شد. این تکنولوژی با کمک دوربین‌های مادون قرمز قادر به شناسایی اجسامی در فاصله تقریبی ۳۰۰ متر در جلوی خودرو، در تاریکی شب می‌باشد. زمانی که این سیستم فعال است، میدان دید ضبط شده بر روی شیشه‌ی جلویی خودرو مانند شکل (۵-۲) نمایش داده می‌شود [21-23].



شکل (۵-۲): سیستم دید در شب در سیستم‌های نمایش HUD و HDD [23]

## ۶-۲-۲ افزایش دید در شرایط نامساعد آب و هوا

در شرایط بد آب و هوایی (مه، بارانی، برفی) تصادفات جاده‌ای افزایش می‌یابد و حتی گاهی منجر به تصادفات زنجیره‌ای بسیار سنگین می‌شود [24]. تایرل و همکاران پیاده‌سازی و استفاده از HUD را در این شرایط پیشنهاد دادند [25]. زیرا در این شرایط این سیستم می‌تواند اشیایی که وجود دارند اما راننده قادر به دیدن نیست را نمایش دهد. محققان شرایط مختلف آب و هوایی را مدل کرده و آزمایش‌هایی را به منظور بررسی زمان عکس‌العمل و قابلیت دید انجام دادند. به دلیل اینکه در زمان‌های مه‌آلود قدرت دید به شدت کاهش می‌یابد بیشتر تحقیقات در این شرایط صورت گرفته است. در



این حالت با استفاده از دوربین‌های تعبیه شده در وسایل نقلیه تصاویری گرفته شده و سپس بر روی این تصاویر با کمک روش‌هایی عمل حذف مه صورت می‌گیرد [26-30]. در نهایت تصاویر پردازش شده بر روی HUD نمایش داده می‌شود که این امر باعث بهبود دید راننده می‌شود.

به طور مثال هالماوی مدل پیشنهادی و بررسی‌های خود را در شرایط مه‌آلود و در روز را بصورت رابطه ۱ بیان کرد [31]:

$$L = L_0 e^{-kd} + L_s (1 - e^{-kd}) \quad (1)$$

در این معادله  $L$  لومینانس شی است که توسط راننده درک می‌شود،  $L_0$  لومینانس ذاتی نامیده می‌شود،  $L_s$  لومینانس آسمان،  $d$  فاصله بین شی و راننده و  $K$  ضریب کاهش نور اتمسفر می‌باشد.

RT زمان عکس‌العمل به یک رویداد است که از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$RT = \beta I^{-\alpha} + t_0 \quad (2)$$

در این رابطه  $I$  شدت روشنایی است و  $\beta$  وابسته به مجموعه آزمایش و  $\alpha$  به مدل سنسورها وابسته است.

## ۷-۲-۲ بهبود کنترل خودرو برای رانندگان مسن و ارزیابی عملکرد

### رانندگی

درک و آنالیز اطلاعات دیداری در هنگام رانندگی می‌تواند یک فرآیند دلهره‌آور باشد، به خصوص برای رانندگان مسن‌تر که درک فضایی و زمان‌های واکنش آن‌ها رو به کاهش است. فرآیند رانندگی شامل حواس مختلف و عملکردهای شناختی است و نیاز به اتصال دقیق واکنش‌های ذهن و بدن دارد [32]. کاهش توانایی‌های حسی دیداری و شناختی، عملکرد رانندگان مسن‌تر را به چالش می‌کشد [33, 34]. بدتر شدن حس بینایی کاربران مسن با کاهش توانایی تشخیص رنگ‌ها تحت تاثیر قرار داده

می‌شود [35]. به این ترتیب رانندگان مسن به طرح واضحی از اطلاعات نیاز دارند که فقط به تمایز رنگ بین نواحی مختلف اطلاعات تکیه نکنند.

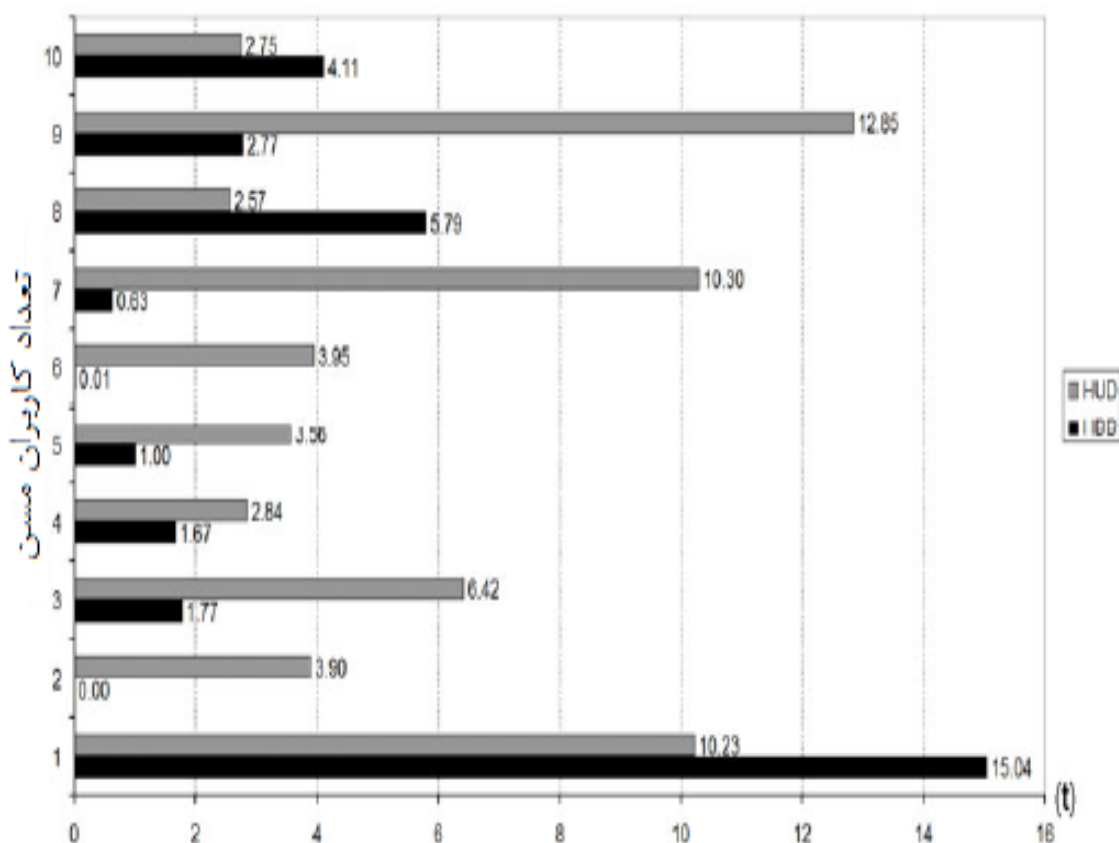
رانندگان مسن با استفاده از سیستم نمایش HUD قادر خواهند بود که خطاهای جهت یابی کمتری را انجام دهند، که این بهبود توانایی رانندگان مسن را برای دیدن و کنترل کردن حوادث غیرمترقبه نشان می‌دهد [36]. کییفر با انجام آزمایشی بر روی ۲۴ راننده در رنج سنی ۵۹ تا ۷۱ سال، بهبود تشخیص عابران پیاده برای رانندگان مسن با کمک سیستم نمایش HUD مورد ارزیابی قرار داد. در آن ۷ مورد از ۹ مورد، سریعترین متوسط زمان تشخیص عابر پیاده را در میان ۱۶ شرایط مختلف آزمایش شده با استفاده از سیستم نمایش HUD رخ داده است. این نتایج به وضوح نشان می‌دهد که این سیستم توانایی راننده را برای دیدن حوادث و مناظر روبرو (به طور بالقوه ایمنی ترافیک) بهبود می‌دهد [37].

چارزیز در یک محیط شبیه سازی شده، همانطور که در شکل (۲-۶) نشان داده شده است، آزمایشی با ۴۰ شرکت کننده‌ی راننده‌ی بالای ۵۰ سال ترتیب داد و آن‌ها را به ۴ گروه با رنج سنی نزدیک به هم تقسیم کرد و سپس با مشخص کردن خطوط جاده، نمایش دادن علائم ترافیکی، هشدار در هنگام نزدیک شدن به پیچ‌های تند، به بررسی و مقایسه زمان واکنش رانندگان به حوادث غیرمترقبه با استفاده از سیستم‌های نمایش HDD و HUD پرداخت.



شکل (۲-۶): محیط شبیه سازی چارزیز [38]

چارزیس با تمرکز بر روی رفتار رانندگی و زمان واکنش مسن‌ترین گروه، نتایج حاصل از این تحقیق را با استفاده از تجزیه و تحلیل داده‌های عددی به صورت نمودار میله‌ای که در شکل (۷-۲) آورده شده است، نشان داد. این نتایج نشان داد که کاربران مسن موفق به حفظ یک زمان برخورد (TTC)<sup>۱</sup> رضایت بخش با استفاده از HUD نسبت به HDD شدند [38].



شکل (۷-۲): نمودار مقایسه دو روش [38]

بلاچر نشان داد که برای بهبود دید راننده می‌توان از تمام شیشه‌ی جلویی خودرو استفاده کرد و با استفاده از پیشرانه چرخ‌های جلویی (FWD)<sup>۲</sup> پیشرفته و تعیین یک نشانه‌ی اختصاصی و تشخیص وجوه تمایز اجزاء سیستم را افزایش داد [3].

1 Time-to-Collision  
2 Front Wheel Drive

برای ارزیابی عملکرد رانندگی با استفاده از سیستم نمایش HUD، کشور تایوان آزمایشی را ترتیب داد. در انجام این آزمایش از ۱۲ راننده در ۶ موقعیت متفاوت آزمون به عمل آمد. نتایج نشان می‌دهند که مدت زمان واکنش به یک حادثه غیر مترقبه با کمک سیستم نمایش HUD سریعتر از زمانی است که از سیستم نمایش HDD استفاده می‌شود. به علاوه استفاده از سیستم نمایش HUD باعث کاهش استرس ذهنی و حجم کاری برای راننده است پس با استفاده از این تکنولوژی راننده به آسانی می‌تواند رانندگی‌اش را تحت کنترل بگیرد و با سرعت بیشتری می‌تواند به حوادث مرتبط با جاده و محیط اطراف خودرو واکنش نشان دهد [39].

نوع رنگ و نمادهای استفاده شده در سیستم نمایش HUD دارای اهمیت بسیاری است و برای تست این پارامترها و دیگر عملگرها، مایکل کنوس یک خودروی شبیه سازی شده که در شکل (۲-۸) نشان داده شده است، را به همراه یک صفحه نمایش ساخت [40].



شکل (۲-۸): خودروی شبیه سازی شده مایکل کنوس [40]

## ۲-۲-۸ سیستم تشخیص عابر پیاده

این سیستم می‌تواند از شدت تصادفات بین خودرو و عابر پیاده بکاهد و یا حتی جلوی آن را بگیرد. این سیستم از فناوری رادار و دوربین استفاده می‌کند تا جاده پیش‌رو را اسکن نماید و در صورتی که خطر تصادف با خودرو و یا عابر پیاده تشخیص داده می‌شود، به راننده هشدار می‌دهد. سیستم تشخیص عابر پیاده این امکان را می‌دهد که رانندگان از تصادف با عابر حتی در سرعت‌های

پائین اجتناب ورزند.

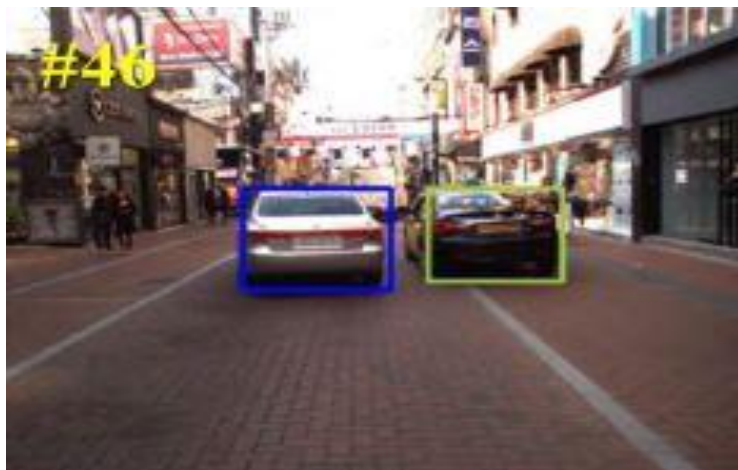
در شرایط عادی، اگر عابر پیاده تشخیص داده شود و تصادف قریب‌الوقوع باشد، راننده هشدار شنیداری و دیداری دریافت می‌کند و در صورتی که به موقع واکنشی ندهد، این سیستم با کاهش فضای میان لنت ترمز و دیسک موجب بهبود واکنش ترمز می‌گردد و اگر باز هم راننده پاسخی نداد، ترمز بصورت خودکار حداکثر نیروی را اعمال می‌کند. بنابراین یا کلا جلوی تصادف را می‌گیرد و یا شدت آن را کاهش می‌دهد. این سیستم اطلاعات دریافتی از رادار و دوربین نصب شده روی سپر را پردازش می‌کند. سپس این اطلاعات را با مجموعه‌ای از داده‌های مربوط به شکل عابران پیاده مقایسه می‌کند تا اشخاص را با علائم و اشیای معمولی کنار جاده اشتباه نگیرد [41, 42]. دو نمونه از این سیستم و نحوه نشان دادن عابران پیاده در شکل (۲-۹) نشان داده شده است.



شکل (۲-۹): تشخیص عابر پیاده

## ۹-۲-۲ تشخیص و تعیین فاصله خودرو

همانند قسمت قبل با پردازش اطلاعات دریافتی از رادار و دوربین نصب شده روی سپر و با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر، خودروها را تشخیص داده و همانطور که در شکل (۲-۱۰) مشاهده می‌شود با کشیدن کادری، آنها را برجسته‌تر می‌کند. با کم شدن فاصله از حد مجاز به راننده هشدار می‌دهد و در صورت توجه نکردن راننده سیستم ترمز خودکار فعال می‌شود. [43, 44].



شکل (۱۰-۲): تشخیص خودرو و تعیین فاصله [43]

## ۱۰-۲-۲ استفاده از تلفن همراه

محققان شرکت اپل در گوشی‌های سری جدید خود از امکانات آن برای ناوبری خودرو استفاده کرده‌اند. شرکت گارمین همانطور که شکل (۱۱-۲) نشان می‌دهد یک HUD قابل حمل ساخت که از طریق بلوتوث و یا کابل USB با تلفن همراه ارتباط برقرار می‌کند و اطلاعات را روی ترکیب‌گر خود می‌تاباند. از مزایای این دستگاه قابل حمل بودن و قابل نصب بودن در تمامی خودروها و از معایب آن می‌توان کوچک بودن صفحه ترکیب‌گر را نام برد [45].



شکل (۱۱-۲): HUD تولیدی شرکت گارمین [45]

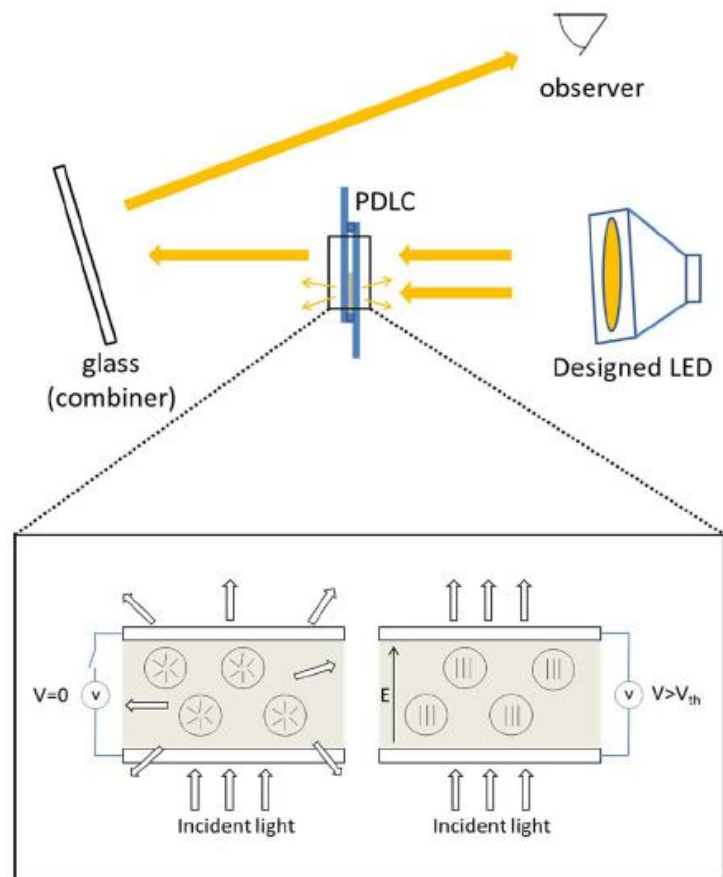
## ۳-۲ کارهای صورت گرفته در جهت بهبود کیفیت تصویر

هو و همکاران برای عملکرد بهتر برای استفاده از نور از یک فیلم کریستال مایع پلیمر پراکنده<sup>۱</sup> (PDLC)، که شامل پلیمر و کریستال مایع است، به عنوان یک تولیدکننده تصویر برای کنترل کردن شکل تصویر استفاده کردند. مشخصات منحصر به فرد الکترو-نوری PDLC، آن را برای تعریف کردن شکل مورد نظر مناسب می‌سازد. همچنین آن‌ها از ماژول دیود نوری<sup>۲</sup> ۳۶ وات<sup>۲</sup> به عنوان یک منبع نور پس زمینه استفاده کرده‌اند. دلیل استفاده از این دیود نوری افزایش شدت نور و در نتیجه راحت دیده شدن تصویر تابیده شده در هر شرایطی به ویژه در روز بسیار روشن است.

در شکل (۲-۱۲) طراحی کلی یک سیستم HUD به همراه ساختار یک سلول PDLC نشان داده شده است. در هنگام عبور نور از فیلم PDLC به دلیل عدم تطابق ضریب شکست بین پلیمر و قطرات کریستال، نور پراکنده می‌شود که این حالت به عنوان یک حالت تیره یا حالت پراکندگی شناخته می‌شود. هنگامی که ولتاژ اعمال شده به دستگاه از ولتاژ آستانه بزرگتر باشد ( $V > V_{th}$ )، قطره کریستال مایع در جهت میدان الکتریکی آرایش می‌یابد. در این مورد عدم تطابق بین ضرایب شکست وجود ندارد در نتیجه سلول PDLC شفاف می‌شود. در این طراحی مهمترین پارامتر سایز قطره می‌باشد. در حالت کلی می‌توان گفت نوری که از دیود نوری ساطع می‌شود از تولید کننده تصویر (PDLC) عبور می‌کند و بر روی شیشه تابانده می‌شود [46].

---

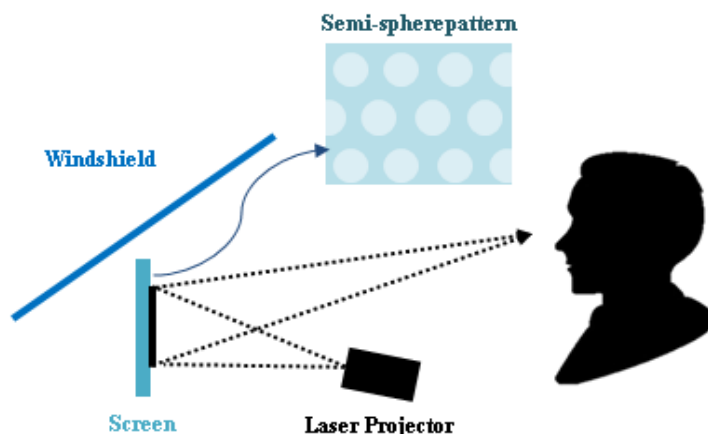
1 Polymer Dispersed Liquid Crystal  
2 Light Emitting Diode



شکل (۲-۱۲): دستگاه تجربی سیستم HUD و تصویر شماتیکی از PDLC [46]

لی و همکاران برای بهبود دادن یکنواختی و کاهش درخشندگی زیاد با در نظر گرفتن پارامترهای مهم نظیر نسبت ابعاد، شعاع و نرخ پرشدگی یک صفحه نیمه شفاف با میکروالگوهای به صورت نیم کره و پوشیده شده با فلز را پیشنهاد دادند. این صفحه شفاف در ابعاد  $70 \times 70 \times 0.5$  میلیمتر مکعب طراحی شد و آن‌ها محدوده چشم  $200 \times 100$  میلیمتر مکعب و فاصله بین صفحه و چشم را  $600$  میلیمتر در نظر گرفتند. شکل (۲-۱۳) شماتیکی از سیستم پیشنهادی را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که بین صفحه نرمال و صفحه طراحی شده یکنواختی و انعکاس به ترتیب از  $56/52\%$  به  $70/60\%$  و  $0/69\%$  به  $2/46\%$  می‌رسد [47].

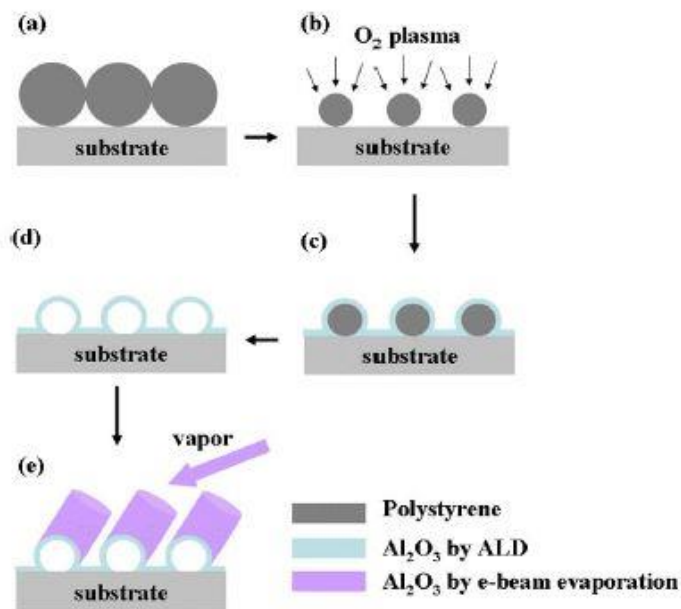




شکل (۲-۱۳): شماتیکی از سیستم نمایش HUD [47]

چو و همکاران یک آرایه ستونی مورب  $Al_2O_3$  منظم با لایه نشانی لایه اتمی (ALD)<sup>۱</sup> و تبخیر پرتو الکترونی متوالی با استفاده از یک قالب نانोगوی توخالی را ساختند. مشخصات آرایه ستونی مورب امکان استفاده از آن در ساخت ترکیب‌گر<sup>۲</sup> HUD را می‌دهد. همانطور که در شکل (۲-۱۴) نشان داده شده است، نانوغوی‌های پلی‌استایرن (PS)<sup>۳</sup> با قطر ۵۹۰ نانومتر که به صورت معلق در آب هستند، بر روی زیر لایه بصورت چرخشی و بدون رقیق سازی قرار داده می‌شوند. زدایش یون انفعالی (RIE)<sup>۴</sup> با استفاده از پلاسمای اکسیژن برای کاهش قطر نانوغوی‌ها استفاده شده است. یک پوشش  $Al_2O_3$  بر روی سطح نانوغوی‌ها از طریق ALD برای جلوگیری از ذوب شدن PS در طول تبخیر پرتو الکترونی، لایه نشانی شده است. نانوغوی‌ها با حرارت دیدن در دمای ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد به شکل یک آرایه منظم توخالی در می‌آیند. سپس نمونه‌ها به سیستم لایه نشانی پرتو الکترونی برای ایجاد آرایه‌های ستونی مایل انتقال داده می‌شود [48].

1 Atomic Layer Deposition  
2 Combiner  
3 Polystyrene  
4 Reactive ion etching



شکل (۲-۱۴): مراحل ساخت آرایه‌های ستونی مورب [48]

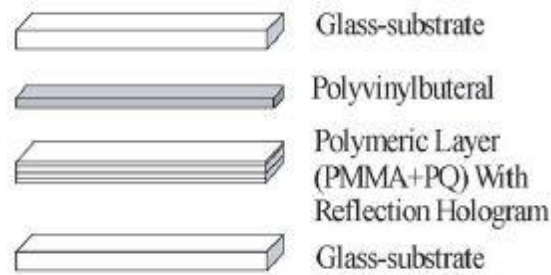
شکل (۲-۱۵) صفحه شفاف ساخته شده به این روش را نشان می‌دهد.



شکل (۲-۱۵): نشان دادن شفافیت صفحه ساخته شده [48]

تولستیک و همکاران برای نوشتن هولوگرام‌های موثر در مواد پلیمری ماتریس‌های PMMA<sup>۱</sup> عادی و اصلاح شده که حاوی PQ<sup>۲</sup> بود را استفاده کردند و در نهایت شیشه‌ای تولید کردند که در روز روشن می‌توان اطلاعات را براحتی بر روی آن خواند [49]. در شکل (۲-۱۶) نحوه قرار گیری لایه‌ها بر روی یکدیگر نشان داده شده است.

1 Polymethylmethacrylate  
2 Phenanthrenequinone



شکل (۲-۱۶): اضافه کردن لایه پلیمری شفاف ساخته شده به شیشه استاندارد [49]

## ۴-۲ طراحی سیستم نمایش اطلاعات تولید شده توسط دو

### شرکت خودروساز

برای آشنایی بهتر به طور خلاصه عملکرد و پیاده‌سازی این سیستم نمایش را در یک نمونه خودروی تولیدی از دو شرکت بزرگ و معتبر BMW و GM را بیان می‌کنیم.

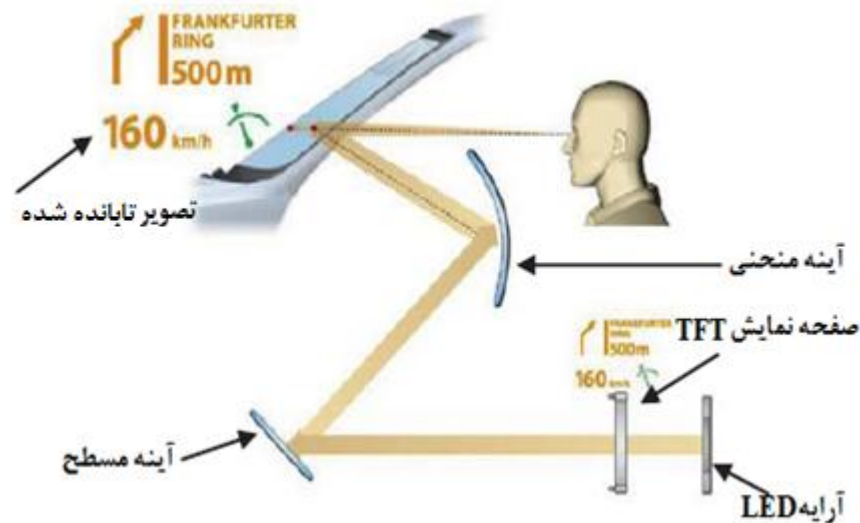
### ۱-۴-۲ طراحی BMW

سیستم HUD ساخته شده این شرکت با نام E70 نسبتاً کوچک و دارای یک ترکیب‌گر است و در روی داشبورد نصب می‌شود. این سیستم داده کنترل حداکثر سرعت، اطلاعات سیستم ناوبری، بررسی پیام‌های کنترلی و سرعت خودرو را نشان می‌دهد. اطلاعات قرار داده شده در روی شیشه جلویی خودرو تقریباً در فاصله ۲/۲ متری از چشمان راننده، ظاهر می‌شود. در شکل (۲-۱۷) محل قرارگیری آن و فاصله‌ی راننده از تصویر مجازی ایجاد شده را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل دیده می‌شود، تصویر پائین‌تر از میدان دید راننده قرار داده می‌شود.



شکل (۱۷-۲): فاصله چشم تا تصویر تابانده شده [50]

شکل (۱۸-۲) به طور شماتیکی ساختار HUD شرکت BMW را نشان می‌دهد. به جای استفاده از لنزهای متوالی، یک آینه‌ی مقعر از جنس پلاستیک شفاف ساخته و استفاده شده است تا مقیاس تصویر را بزرگتر کند و محل تصویر را به درون یک فاصله مناسب ببرد.



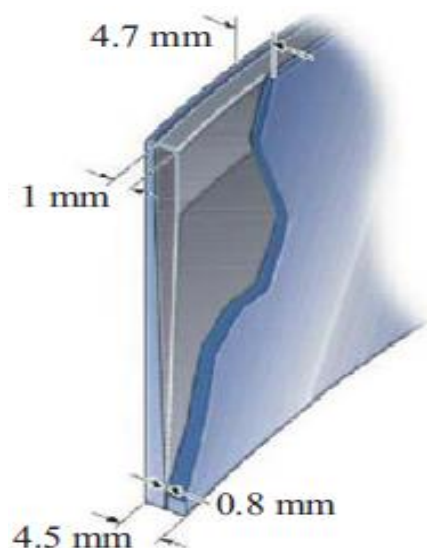
شکل (۱۸-۲): رسم شماتیکی از ساختار HUD شرکت BMW [50]

اگر از یک شیشه اصلاح نشده به عنوان مثال از یک شیشه استاندارد (شیشه‌های متداول) استفاده شود، انعکاس دوگانه‌ای شبیه شکل (۱۹-۲) رخ می‌دهد.



شکل (۲-۱۹): انعکاس دوگانه در تصویر مشاهده شده [50]

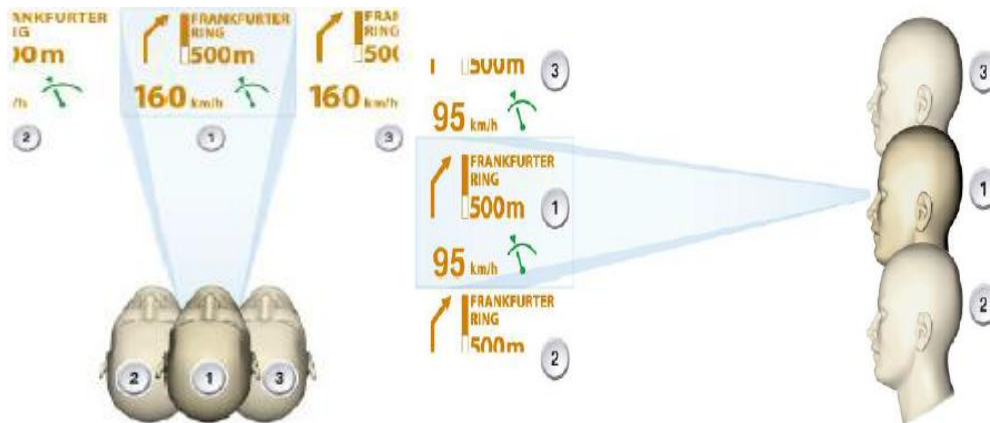
در این سیستم شیشه جلوی خودرو به عنوان یک آینه‌ی منعکس کننده تصویر بازگشتی به راننده کمک می‌کند. برای رسیدن به این هدف نمی‌توان از یک شیشه معمولی استفاده کرد. بنابراین از یک فیلم پلاستیکی که بین شیشه‌های درونی و بیرونی به صورت مخروطی شکل قرار گرفته، استفاده شده است. شکل (۲-۲۰) تغییر در کل و ضخامت شیشه جلویی خودرو به دلیل قرار دادن فیلم پلاستیکی را نشان می‌دهد.



شکل (۲-۲۰): طراحی شیشه برای تصحیح در عمل تابش [50]

در این سیستم ابعاد محدوده چشم تقریباً  $70 \times 30$  میلی‌متر عمودی و ۱۳۰ میلی‌متر افقی در نظر گرفته شده است. شکل (۲-۲۱) چگونگی اثر محدودیت محدوده چشم در خواندن اطلاعات را نشان

می‌دهد. هنگامیکه سر به صورت افقی یا عمودی حرکت می‌کند، تصویر به طور کامل دیده نمی‌شود [50].



شکل (۲-۲۱): اثر محدودیت اثر چشم [50]

## ۲-۴-۲ طراحی شرکت GM

شرکت GM در مارچ ۲۰۱۰ از توسعه یک سیستم HUD جدید قابل استفاده در خودروها خبر داد. مطابق گزارش این شرکت، این سیستم دارای یک سیستم بینایی پیشرفته است که اشیا مورد نظر را بر روی شیشه به صورت واضح نشان می‌دهد. برخلاف HUD تولیدی شرکت BMW، شیشه جلویی خودرو با مواد فسفر شفاف پوشیده شده و از لیزر ماوراء بنفش استفاده شده است. لایه‌ی فسفر موجود روی شیشه هنگامی که توسط لیزر فشرده تحریک شود از خود نور ساطع می‌کند. علاوه بر این یک دوربین درون خودرو قرار داده شده است که موقعیت سر راننده را ردیابی می‌کند که تضمین می‌کند تصویر نشان داده شده در میدان دید راننده است. همانطور که در شکل (۲-۲۲) در شرایط نامساعد آب و هوایی این تصویر می‌تواند با کشیدن خطوط روشن در لبه‌ی جاده، تشخیص حیوانات و انسان‌ها به راننده کمک کند. سیستم HUD تولیدی شرکت GM هنوز در حال توسعه و تحقیقات بیشتر است [51].



شکل (۲-۲۲): مشخص کردن اطلاعات مورد نظر در روی شیشه در HUD تولیدی شرکت GM [51]





# فصل سوم: مبانی نظری و

## عملی

## ۳-۱ پیشگفتار

در این بخش به جزئیات بیشتری در مورد سیستم نمایش اطلاعات HUD پرداخته می‌شود و روش‌های استفاده شده در طراحی قسمت‌های مختلف آن و کلیات مربوط به طراحی سخت افزاری قسمت‌های مختلف طرح را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

## ۳-۲ مبانی نظری

در این قسمت به معرفی و بیان جزئیات بیشتری از سیستم‌های اپتیکی، نمادهای نمایش و مسائل مربوط به عملکرد کاربر که این موارد می‌توانند پارامترهای طراحی را تغییر دهند، می‌پردازیم. در این طراحی در نظر گرفتن فاکتورهای انسانی از اهمیت بالایی برخوردار است.

## ۳-۲-۱ سیستم اپتیکی

یکی از اجزا مهم در طراحی سیستم‌های نمایش اطلاعات HUD، واحد اپتیکی آن است. واحد اپتیکی مجموعه‌ای از المان‌های اپتیکی است که به منظور دستیابی به یک هدف مشخص در کنار هم قرار داده می‌شوند. در سیستم اپتیکی پارامترهای مهم عبارتند از: میزان نور عبوری، میزان سایه افکنی، کیفیت تصویر، اعوجاج و انحنای میدان. در طراحی این سیستم با توجه به نوع کاربری سیستم برخی پارامترها اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند، به طوریکه تغییر در مقدار یک پارامتر می‌تواند عملکرد کلی سیستم را به شدت تغییر دهد، مثلاً مقدار پارامترهای فوق در یک دوربین عکاسی با یک میکروسکوپ شیئی و با یک دوربین دید در شب متفاوت است.

اصول اصلی سیستم نمایش HUD قرار دادن یک تصویر به طور مستقیم در دید مستقیم کاربران با صفحه‌ی کانونی قرار داده شده در یک فاصله‌ی مناسب است. بنابراین استفاده از انواع لنزها و آینه‌ها می‌تواند بسیار مفید باشد. برای اینکار ابتدا باید یک ساختاری طراحی کرد که تصویر مجازی را در یک

محل مطلوب تشکیل دهد. تشکیل تصویر مجازی از طریق انعکاس نور ساطع شده از منبع بر روی شیشه‌ی جلویی خودرو در یک زاویه برخورد مناسب رخ می‌دهد. در تشکیل تصویر مجازی بهتر است از لنز فرنل استفاده کرد. با توجه به ضرایب انعکاس فرنل، برای یک قطبش عمود بر سطح برخورد، تقریباً ۳۰ درصد از نور تابشی در واسط هوا و شیشه منعکس خواهد شد. قطبش مورد نیاز توسط جهت‌گیری مناسب صفحه نمایش برای تولید تصویر مجازی بدست می‌آید [52].

در سیستم‌های حمل و نقل هوایی، HUDها از نورهای موازی که نماد نمایش را در بی‌نهایت نوری ایجاد می‌کند، استفاده می‌کنند. عامل تصمیم‌گیری برای طراحان سیستم‌های اپتیکی فاصله بین ناظر و خروجی جزء نوری HUD است. در مورد جت‌های جنگنده، این فاصله معمولاً توسط خط اجازه پرتاب<sup>۱</sup> تعیین می‌شود، که بر این دلالت می‌کند که ممکن است HUD از ۴۰ تا ۷۰ سانتی‌متری از سر خلبان قرار داده شود [53]. در خودروها فاصله تصویر مجازی با طول مسیر پرتوهای نمایش برابر است و برای افزایش فاصله تا صفحه‌ی کانونی شیشه‌ی جلویی خودرو می‌توان مسیر پرتوها را با استفاده از آینه‌ها و لنزهای مناسب خم کرد. شناسایی کردن پارامترهای مهم فیزیکی و کاربردی المان‌های نوری سیستم‌های نمایش HUD منطبق بر نوع خودرو است.

ما برخی ملاحظات کاربردی برای عملکرد بهتر سیستم نمایش را بیان می‌کنیم. در زیر المان‌های نوری که در طراحی یک سیستم نمایش HUD می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد را به اختصار توضیح می‌دهیم.

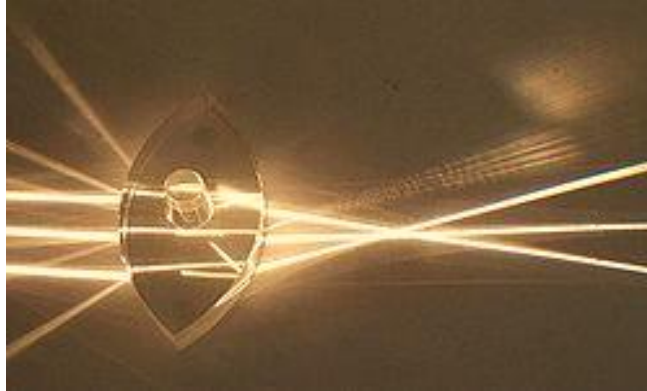
### ۱-۱-۲-۳ لنز محدب

خواص نوری لنز محدب باعث شده است که این لنز از لنزهای بسیار مهم برای این کاربرد محسوب شود. به لنزهای محدب، لنزهای همگرا یا مثبت هم گفته می‌شود. هر لنز محدب دو نقطه

---

1 Ejection Clearance

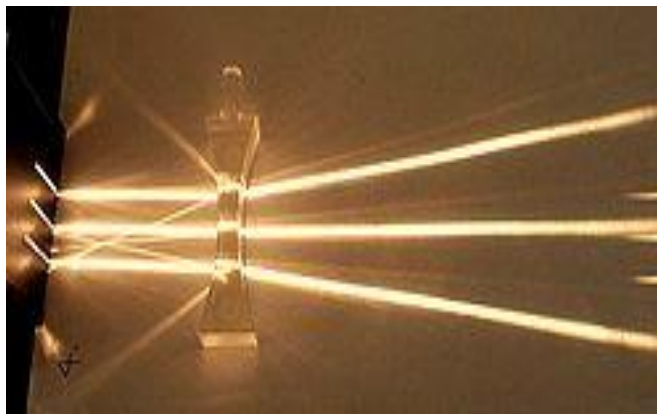
کانونی دارد. فاصله بین لنز و نقاط کانونی، فاصله کانونی نامیده می‌شود و پارامترهای توصیفی قدرت لنز را مشخص می‌کنند. یک لنز محدب ضخیم‌تر، پرتوها را قوی‌تر منحرف می‌کند و در نتیجه طول کانونی لنزها کوچکتر می‌شود. در شکل (۱-۳) نمونه‌ای از لنزهای محدب نشان داده شده است.



شکل (۱-۳): همگرا شدن نور موازی تابیده شده در لنز محدب

### ۲-۱-۲-۳ لنز مقعر

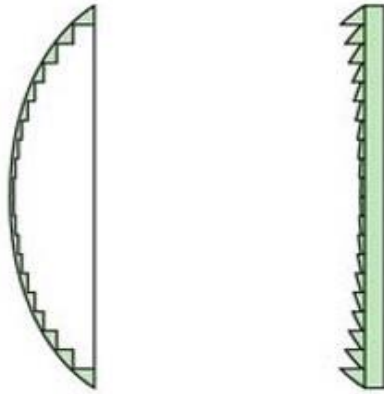
لنز مقعر، همچین لنز واگرا یا لنز منفی نامیده می‌شود و همتای لنز محدب است. همانطور که در شکل (۲-۳) دیده می‌شود، برای پرتوهای موازی عبوری از یک لنز مقعر هیچ نقطه‌ی تقاطعی وجود ندارد. یک کاربرد معروف آن، شیشه عینک برای افراد نزدیک بین است.



شکل (۲-۳): واگرا شدن نور موازی تابیده شده در لنز مقعر

### ۳-۱-۲-۳ لنز فرنل

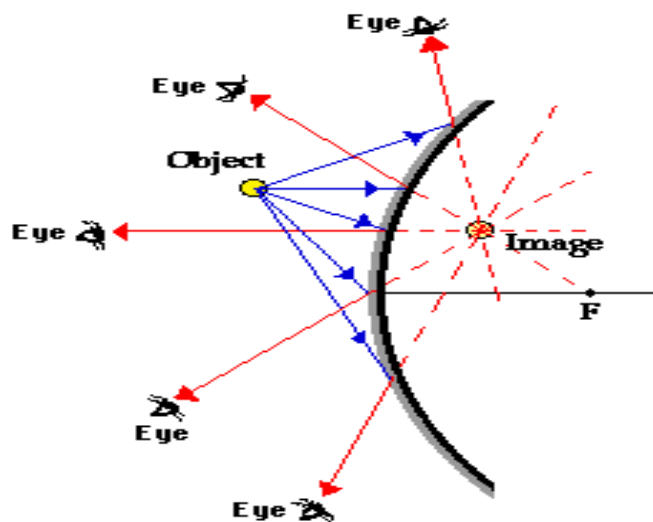
وابستگی زیاد بین لنز و فاصله‌ی کانونی آن منجر به ایجاد مشکلاتی می‌شود. همانطور که در شکل (۳-۳) مشاهده می‌شود، فرنل برای برطرف کردن این مشکلات از برش‌های سطحی در لبه‌ها با طول کانونی یکسان استفاده کرد، که به آن لنز فرنل می‌گویند. از حدود یک قرن پیش از این منشور برای درمان انحرافات چشمی استفاده می‌کردند. از این لنز نیز در سیستم‌های روشنایی مثلا در فانوس‌های دریایی و یا پروژکتورها استفاده می‌شود.



شکل (۳-۳): لنز فرنل

### ۴-۱-۲-۳ آینه محدب

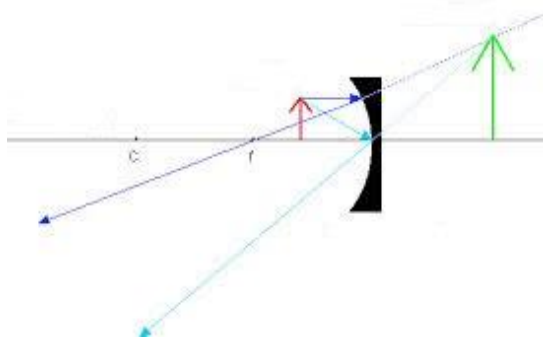
خواص نوری لنز مقعر را دارا می‌باشد. همانطور که در شکل (۴-۳) دیده می‌شود، تفاوت در این واقعیت نهفته است که نور منعکس شده در همان طرفی که منبع نور قرار دارد ایجاد می‌شود.



شکل (۴-۳): آینه محدب

### ۵-۱-۲-۳ آینه مقعر

خواص نوری آینه مقعر بسیار شبیه به لنز محدب است، اما با این تفاوت که فقط یک نقطه‌ی کانونی دارد. همانطور که در شکل (۵-۳) ملاحظه می‌شود امتداد پرتوها در پشت آینه ایجاد تصویر مجازی می‌کند.



شکل (۵-۳): آینه مقعر

### ۶-۱-۲-۳ منشور

منشور محیط شفاف است که بین دو سطح متقاطع قرار گرفته است. غالباً قاعده منشور را به شکل مثلث می‌سازند. برای نور مرئی از منشورهای شیشه‌ای و برای پرتو فرابنفش و فروسرخ از منشورهای دُر کوهی استفاده می‌کنند. در زوایای تابشی بزرگتر از زاویه بحرانی بر خلاف انتظار زاویه

شکست بیشتر از ۹۰ درجه می‌شود. یعنی نور اجازه ورود به محیط دوم را ندارد. از آنجا که کلیه منشورها جهت بازتابیدگی به لایه‌های مواد فلزی و دی‌الکتریک‌ها در سطح خود لازم ندارند، برعکس، آینه‌ها وقتی مورد استفاده قرار می‌گیرند، کارآیی آنها تقریباً بدون اتلاف تابش است. تنها اتلاف ناشی از ناخالصی و ناهمواری‌های سطح منشور و بازتابش‌های فرنل مربوط می‌شود که ناچیزند. آنچه مهم است تنظیم دائمی سطوح بازتابنده و بازتابش‌های داخلی کلی است. نمونه‌ای از منشور در شکل (۳-۶) نمایش داده می‌شود.



شکل (۳-۶): منشور

دو مانع عمده در کاربرد منشورها وجود دارد، آن هم هزینه و وزن آنهاست. اگر مساحت سطح مقطع ورودی و خروجی یک منشور خیلی بیشتر از ۵ سانتیمتر مربع باشد، وزن آن قابل ملاحظه خواهد بود. همچنین هزینه ساخت و تولید یک تکه شیشه کلفت و صیقل دادن آن و تعبیه دقیق آن در جای مناسب قابل توجه خواهد بود، لذا در ابعاد سطح مقطعی بزرگتر از ۵ سانتیمتر مربع استفاده از آینه‌ها امتیاز بیشتری دارد و یا اینکه با تقریبی از منشورهای پلاستیکی شفاف استفاده می‌کنند.

با هدف بررسی و تحقیق درباره اهمیت برخی ملاحظات نوری در سیستم نمایش HUD، به بیان برخی فاکتورهای مهم می‌پردازیم.

**تعیین موقعیت و فضای اشغال شده توسط سیستم نوری: برای تعیین موقعیت سیستم**

نمایش HUD درون خودرویی در نظر گفتن این پارامتر ضروری است و بیشتر از ۹۰ درصد تنظیمات سیستم نوری به این پارامتر اولیه بستگی دارد.

**موقعیت صفحه نمایش:** موقعیت صفحه نمایش در ارتباط با سیستم نوری برای تقویت تصویر مجازی تولیدی بسیار مهم است.

**بیان انحرافات:** در تشکیل تصویر مجازی، انحرافات و اعوجاجاتی ممکن است ایجاد شود که با در نظر گرفتن این انحرافات و حذف آنها می‌توان یک تصویر واضح داشت. در زیر به برخی از این پارامترها و روش‌های برطرف کردن آنها اشاره می‌کنیم.

برخی اثرات مخرب در تصویر ایجاد شده نظیر انعکاس دوگانه می‌تواند با استفاده از پوشش‌های ضد انعکاس بر روی شیشه برطرف شود.

یک راه برای حل انحراف آسیگماتیسم در این نوع سیستم‌ها استفاده از لنز فرنل است. با توجه به حجم کم آنها می‌تواند یک گزینه عالی برای حذف انحراف آسیگماتیسم ایجاد شده توسط شیشه جلویی خودرو، باشد.

همچنین استفاده از لنزهای استوانه‌ای به منظور حذف اثرات آسیگماتیسم ایجاد شده توسط شیشه‌ی جلویی خودرو می‌تواند مفید باشد. استفاده از لنزهای استوانه‌ای به ناحیه‌ای که تصویر مجازی در آن تشکیل شده و قابل مشاهده برای کاربر است نظیر منطقه‌ای که تقریباً باید کروی باشد، پیشنهاد می‌شود.

تصاویر پروجکت شده روی یک هندسه غیر کروی مانند شیشه خودرو به طور عمده اعوجاج و اثرات آسیگماتیسم ایجاد می‌کند. بنابراین گزینه معرفی اثرات پیش اعوجاج در این تصاویر از طریق لنزها، آینه‌ها و سیستم‌های پیش پردازش تصویربرداری دیجیتال پیشنهاد می‌شود.



جبران تصویر پروجکت شده: اختلالات ایجاد شده در تصویر برای خوانا بودن تصویر از طریق

یک سیستم نوری در شیشه جلویی خودرو جبران می‌شود.

تولید تصویر نهایی: تصویر نهایی باید به گونه‌ای باشد که مستقل از کیفیت تصویر نشان داده

شده به ناظر، یک تصویر مستقیم و تنظیم شده و با اطلاعات مناسب برای کاربر باشد.

### ۲-۲-۳ انواع ساختارهای پیشنهاد شده

در این بخش انواع مختلفی از ساختارهای پیشنهاد شده به منظور برجسته کردن المان‌های اصلی

که در این نوع سیستم‌ها کاربرد دارند را معرفی می‌کنیم.

#### ۱-۲-۲-۳ ساختار ۱

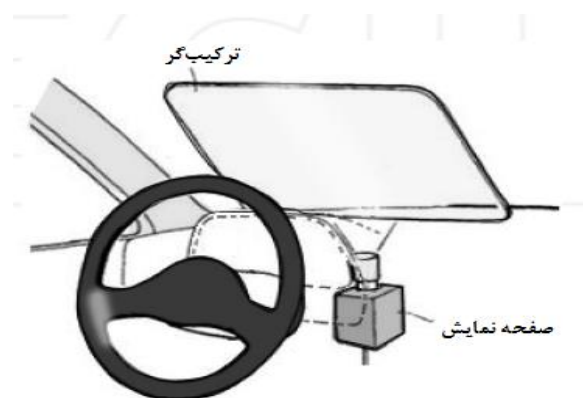
این ساختار ساده ترین مدلی است که برای اولین بار معرفی شده است. در این مدل از یک

ترکیب‌گر تخت خارجی و یک صفحه نمایش همانطور که در شکل (۷-۳) نشان داده شده است،

استفاده می‌کند که صفحه نمایش بصورت مستقیم تصویر را روی ترکیب‌گر قرار می‌دهد. در این نوع

ساختار، هیچگونه انحرافات آسیگماتیسم و اعوجاج در نظر گرفته نشده است ولی به دلیل استفاده از

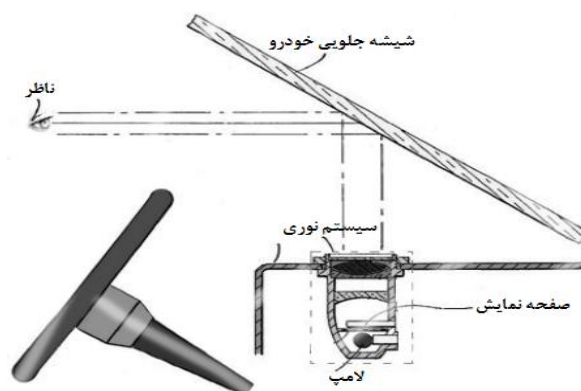
ترکیب‌گر اعوجاجات و انحرافات دارای مقدار کمی است [54].



شکل (۷-۳): ساختار ۱ [54]

### ۲-۲-۲-۳ ساختار ۲

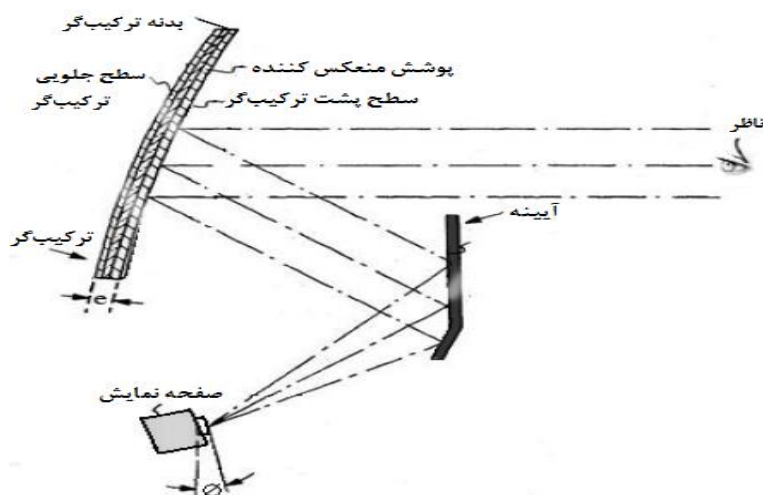
این ساختار، ناحیه‌ای در شیشه جلویی خودرو که هندسه‌ی تقریباً کروی دارد (منطقه مرکزی آن) را برای تشکیل دادن تصویر در نظر می‌گیرد. در این منطقه که در دید مستقیم راننده قرار دارد تصویر با کیفیت بهتری نشان داده می‌شود و اگر کاربر در هر زاویه‌ی دیگری جز در محدوده دید در نظر گرفته شده به تصویر نگاه کند، تصویر با اعوجاج دیده خواهد شد [55]. این ساختار در شکل (۳-۸) نشان داده شده است.



شکل (۳-۸): ساختار ۲ [55]

### ۳-۲-۲-۳ ساختار ۳

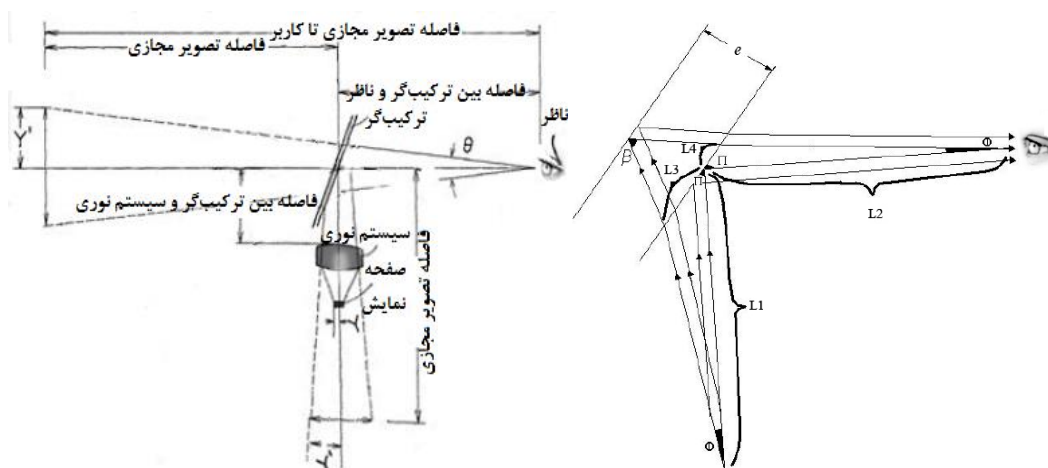
در این ساختار به منظور حذف انحرافات سطح آینه را با یک آلومینیوم نیمه منعکس کننده (حدود ۲۵٪ منعکس می‌کند) پوشانده شده است. سطح پشت ترکیب‌گر با یک لایه منیزیم فلوراید ( $MgF_2$ ) ضد منعکس کننده پوشیده می‌شود که هدف آن منعکس کردن یک درصد از نوری است که توسط سطح آینه منعکس شده است. همانطور که در شکل (۳-۹) دیده می‌شود ضخامت ترکیب‌گر به عنوان  $e$  تعریف شده است و زاویه‌ی  $\phi$  برای تصحیح خطاهای دیداری روی تصاویر ارائه شده به ناظر تعیین شده است [56].



شکل (۳-۹): ساختار ۳ [56]

### ۴-۲-۲-۳ ساختار ۴

در این ساختار که در شکل (۳-۱۰) نشان داده شده است، فرض بر این است که می‌خواهد یک تصویر مجازی  $Y'$  روی یک ترکیبگر تخت تولید کند. همچنین تلاش شده است که اختلاف دید تصویر مجازی به وجود آمده را کاهش داده که برای رسیدن به این منظور باید فاصله تصویر مجازی برابر بی‌نهایت،  $L1/L2=0$  و  $\beta$  در مینیمم حالت خود باشند [57].

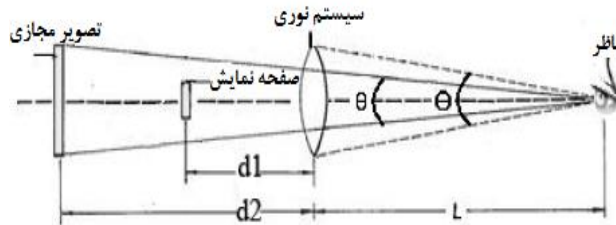


شکل (۳-۱۰): ساختار ۴ [57]

### ۵-۲-۲-۳ ساختار ۵

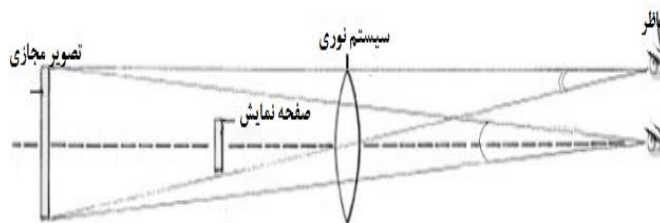
موقعیت صفحه نمایش در رابطه با سیستم نوری (یک لنز همگرا) برای تقویت تصویر مجازی

بسیار مهم است (فاصله کانونی سیستم نوری /  $d1 =$  تقویت). طول لنزها تا حد زیادی نسبت فاصله مردمک را از سیستم نوری تعیین می کند، برای این کاربرد از یک لنز با فرمت مربع استفاده شده است که این کار با حرکت های سر راننده در خودرو بهتر مطابقت خواهد داشت [58]. شکل (۳-۱۱) شماتیکی از این ساختار را نشان می دهد.



شکل (۳-۱۱): ساختار ۵ [58]

سپس در شکل (۳-۱۲)، اثر میدان دید لحظه ای (IFOV) <sup>۱</sup> را که با توجه به افزایش محدوده چشم <sup>۲</sup> افزایش می یابد، در نظر گرفته می شود. محدوده چشم به عنوان فضای حجمی، که کاربر می تواند سر خود را در آن ناحیه حرکت دهد و تصویر مجازی را بدون هیچگونه اعوجاجی ببیند، تعریف می شود. باید توجه شود که ممکن است کاربر سر خود را در جهت های  $X$  و  $Y$  حرکت دهد، بنابراین محدوده چشم بهتر است مستطیل شکل انتخاب شود و در نتیجه بهتر است از لنزهای مستطیلی استفاده کرد.

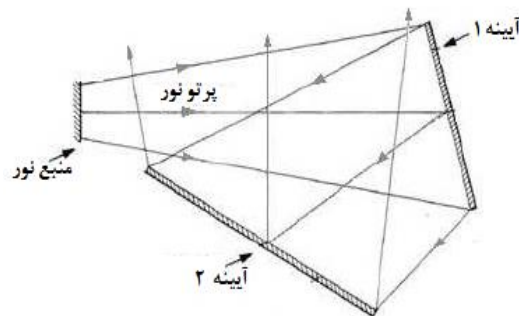


شکل (۳-۱۲): ارائه دیداری محدوده چشم در ساختار ۵ [58]

مسیر نوری در این نوع سیستم نمایش HUD می توانند به کمک آینه ها همانند شکل (۳-۱۳) خم

1 Instantaneous Field of View  
2 EYE-BOX

شوند که این امر به منظور کاهش در فضای مورد نیاز که شامل عناصر سیستم نوری است، می‌باشد.



شکل (۳-۱۳): مسیر نوری در ساختار ۵ [58]

### ۳-۲-۳ طراحی نمادهای نمایش

در این مسئله باید فاکتورهای انسانی را مد نظر قرار داد یعنی چگونه اطلاعات را برای کاربر نمایش دهیم که هم تمامی اطلاعات را شامل شود و هم باعث حواس‌پرتی بیشتر راننده نشود. نمادها با عناصر دنیای بیرون به صورت ترکیبی باید بگونه‌ای حرکت کنند که برای کاربران قابل پذیرش باشند. در زیر به برخی از این نکات که باید در طراحی این سیستم نمایش در نظر گرفته شود اشاره می‌کنیم.

**محدوده‌ی میدان دید (FOV):** برای دیدن بهتر اطلاعات یک محدوده‌ای را با توجه به محل

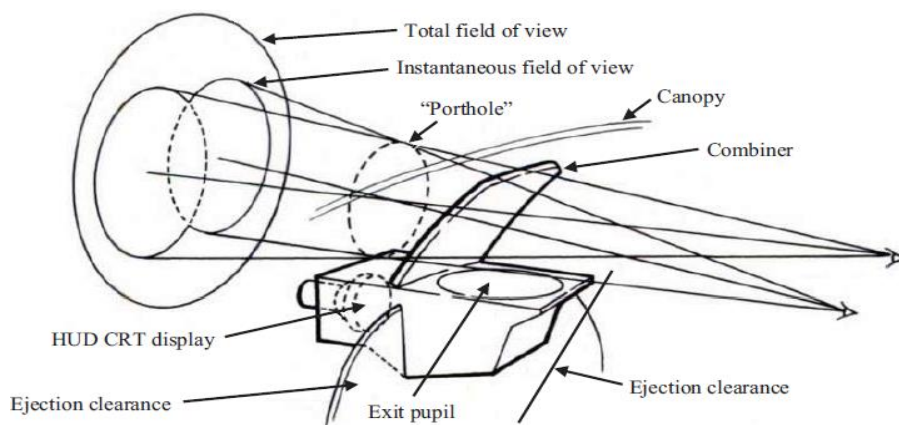
قرارگیری سر، چشم و آناتومی چشم انسان در نظر گرفته می‌شود که این ایده اولین بار در دهه‌ی ۸۰

همراه با ایده‌ی دینامیک پرواز یک سیستم نوری هولوگرافی برای نمایش مسیر پرواز ارائه شد [59].

شکل (۳-۱۴) حداکثر زاویه‌ای که نمادها توسط هر دو چشم خلبان می‌توانند دیده شوند را نشان می‌-

دهد که به حداکثر میدان دید برای دو چشم<sup>۱</sup> TFOV<sup>۱</sup> گفته می‌شود.

1 Total Field of View



شکل (۳-۱۴): محدودیت‌های نصب و راه اندازی و مشخصات میدان دید

**کنتراست روشنایی نمایش:** یکی از محدودیت‌های این سیستم آن است که نمی‌توانند ماکزیمم کنتراست روشنایی تجهیزات را برای دیدن در شرایط نور زیاد مثلا در روز را فراهم کند. ولگر نشان داد که اگر یک سیستم با یک انعکاس تصویر ۳۰٪ و یک انتقال سیستم نوری ۸۵٪ و یک کنتراست مناسب (۱:۱/۳) برای دیدن در یک روز آفتابی باشد، مقدار روشنایی تصویر مجازی (قابل دید برای کاربر) قابل محاسبه خواهد بود [60].

**دقت نمایش:** دقت نمایش یک اندازه‌گیری چشمی است و برای یک موقعیت نمایش، ثابت و بصورت عددی است. تمام اعتبار خطای دقت نمایش سیستم شامل خطاهای نوری، خطاهای آفست، خطاهای مرتبط با CRT، تفرانس‌های مونتاژ و خطاهای نصب، به موقعیت شیشه‌ی جلویی خودرو و زاویه‌ی میدان دید بستگی دارد.

**محدوده چشم:** یکی از مهمترین مشخصات در عملکرد صحیح HUD تعیین منطقه‌ای است که کاربر می‌تواند در آن محدوده سر خود را حرکت دهد و نمادهای ایجاد شده را بدون اعوجاج ببیند. همانطور که در قسمت قبل توضیح داده شد این محدوده می‌تواند بصورت دایره‌ای یا مستطیل باشد.

### ۴-۲-۳ مسائل مربوط به عملکرد کاربر

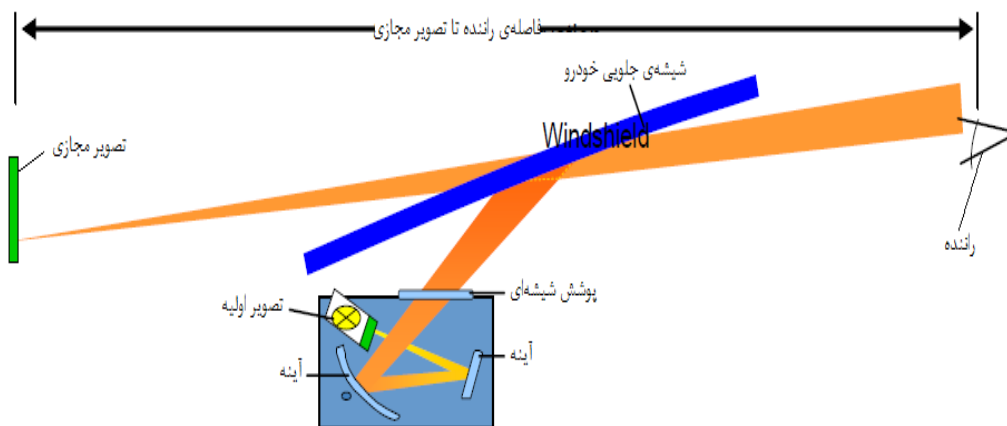
محدودیت‌های دیداری و شناختی کاربران باید در طراحی سیستم‌های نمایش HUD درون

خودرویی در نظر گرفته شوند. برای مثال در نظر گرفتن متغیرهای زیر بسیار مهم است.

**فرمت نمایش:** اکثر سیستم‌های نمایش HUD درون خودرویی از سرعت سنج‌های دیجیتالی استفاده می‌کنند که مزیت آن نسبت به سرعت سنج آنالوگ، سرعت در خواندن آن است. فرمت‌های نمایش باید بگونه‌ای انتخاب شوند که کاربر بتواند به سهولت اطلاعات را بخواند.

**فاصله‌ی تصویر:** فاصله‌ی تصویر مجازی ایجاد شده نباید آنقدر دور باشد که کاربر نتواند به درستی اطلاعات را ببیند و نه آنقدر نزدیک باشد که باعث حواس پرتی کاربر شود. تصویر مجازی در فاصله‌ی حدود  $1/5$  تا  $6$  متری نسبت به چشم ایجاد می‌شود که این باعث سهولت در زمان تشخیص و تطبیق اطلاعات می‌شود.

شرکت BMW اولین تولید کننده‌ی خودرو در اروپا در سال ۲۰۰۳ به ۵ سری از مشتری‌های خود خودروهایی مجهز به سیستم نمایش HUD ارائه داد که آن را با همکاری شرکت VDO زیمنس طراحی و ساخته بود. این سیستم یک تصویر مجازی در بالای کاپوت و حدوداً دو متر دورتر از راننده ایجاد می‌کرد. آن‌ها اعتقاد داشتند که بهترین فاصله برای تشکیل تصویر مجازی دو متر است. شکل (۳-۱۵) طرح کلی از این سیستم را نشان می‌دهد [2].



شکل (۳-۱۵): سیستم نمایش HUD (VDO زیمنس) [2]

**اندازه زاویه:** زاویه‌ی تمامی کراکترها باید به یک اندازه باشد. در غیر اینصورت، تفاوت در اندازه‌ی زاویه می‌تواند تفاوت‌های تلفظی ایجاد کند.

**درک شناختی:** تحت شرایط کاری زیاد یک سطح بالایی از عدم اطمینان موقتی برای ایجاد حوادث غیرمترقبه وجود دارد. در نتیجه این پسندیده است که یک درک شناختی توسط عملکرد سیستم نمایش HUD اتفاق بیافتد، که این باعث می‌شود با توجه به نماد نمایش داده شده توسط این سیستم نمایش، به اطراف کمتر توجه شود و تاخیرات ایجاد شده در پاسخ به حوادث خارجی کاهش می‌یابد.

### ۳-۳ مبانی عملی

برای طراحی سخت افزار و پردازش بلادرنگ اطلاعات به یک پردازنده‌ی مناسب و قوی نیاز داریم. با بررسی پردازنده‌های موجود در ایران و محدودیت زمانی، از یک برد آماده مبتنی بر پردازنده arm cortex-A8 استفاده نموده‌ایم. در ادامه به توضیح مختصری در مورد ویژگی‌های این پردازنده می‌پردازیم.

### ۱-۳-۳ پردازشگرهای سیگنال

در سال ۱۹۸۵ اولین پردازنده با نام ARM که دارای معماری Risc<sup>1</sup> بود توسط شرکت Acron طراحی و وارد بازار شد. این پردازنده مخفف عبارت Acron Risc Machine و دارای کارایی قابل قبولی بود. این میکروکنترلرها در مدت حدود ۳۰ سال حضورشان بسیار تکامل یافته‌اند. اولین سری این میکروکنترلرها با نام ARM1 به بازار عرضه شد که ۲۶ بیتی بود و توان آن با پروسور جدید شرکت اینتل یعنی ۸۰۲۸۶ برابر می‌کرد. امروزه میکروکنترلرهای ARM مخفف عبارت Advanced Risc Machine است و هفتاد درصد پردازنده‌های ۳۲ بیتی را در برمی‌گیرند. از ویژگی‌های بارز این

---

1 Reduced instruction set computing



میکروها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- توان مصرفی پائین
- پردازش ۳۲ بیتی (سرعت بالا)
- قیمت پائین به نسبت قابلیت‌های بالای آن
- سازگاری با تراشه‌های قدیمی‌تر

امروزه با پیشرفت روز افزون تجهیزات الکترونیکی، بکارگیری سیستم‌های یکپارچه رونق زیادی یافته است. به طوری که در اکثر دستگاه‌های جدید از این سیستم‌ها استفاده می‌شود. به عنوان مثال گوشی‌های همراه، دستگاه‌های GPS، سیستم‌های ترمز ABS<sup>۱</sup> و ... اکثراً دارای این تجهیزات الکترونیکی می‌باشند. با توجه به این موضوع اکثر شرکت‌ها و کارخانجات الکترونیکی به سمت این سیستم‌های الکترونیکی روی آورده‌اند، که این خود باعث ایجاد یک رقابت در بین تولیدکنندگان پردازنده‌های سرعت بالا شده است.

در این میان نسل جدید پردازنده‌های ARM به بازار معرفی شدند، که دارای سیستم پردازش ۳۲ بیتی با سرعت پردازش چند مگاهرتز تا چند صد مگاهرتز می‌باشند. ویژگی‌های این پردازنده‌ها باعث شد که اکثر تولیدکنندگان میکروکنترلرها و پروسسورها مانند اتمل، فلیپس و ... آن را در لیست محصولات خود قرار دهند.

یکی از امکانات ویژه میکروکنترلرهای ARM پشتیبانی از پروتکل CAN<sup>۲</sup> می‌باشد. نمونه قابل مشاهده این پروتکل در ECU<sup>۳</sup> اتومبیل است. سیستم ECU تمامی امکانات اتومبیل، از قبیل چراغ‌ها، سیستم صوتی، درب‌ها، موتور، سیستم سوخت رسانی و ... را کنترل می‌کند. قطعاً برای اتصال تمامی این امکانات نیاز به تعداد زیادی سیم خواهیم داشت ولی با استفاده از این پروتکل و از طریق دو سیم

---

1 Antilock Brake System  
2 Controller Area Network  
3 Electronic Control Unit

می‌توان تمامی موارد را به پردازنده اصلی مرتبط کرد.

### ۳-۱-۱-۳ تقسیم بندی هسته‌ی پردازنده‌های ARM

دومین سری در میکروهای ARM2 و ARM3 بکارگرفته شدند که ARM2 دارای یک پردازنده کمکی (Coprocessor) نیز است و ARM3 دارای حافظه نهان (Cache) می‌باشد.

سومین سری در سال ۱۹۹۲ بصورت ۳۲ بیتی ساخته شد که ARM6 و ARM7 جزء این سری می‌باشند.

چهارمین سری در سال ۱۹۹۶ معرفی شد که در آن علاوه بر دستورات ۳۲ بیتی دستورات ۱۶ بیتی با نام Thumb به میکرو افزوده شد. وجود حرف T در این دسته میکروها بیانگر بکارگیری تکنیک Thumb در آنها می‌باشد. دستورات ۱۶ بیتی ۳۵ درصد فضای کمتری نسبت به ۳۲ بیتی‌ها اشغال می‌کنند که این موجب می‌شود این دستورات حافظه کمتری را اشغال کنند که در ARM7TDMI و ARM9TDMI استفاده شده‌اند.

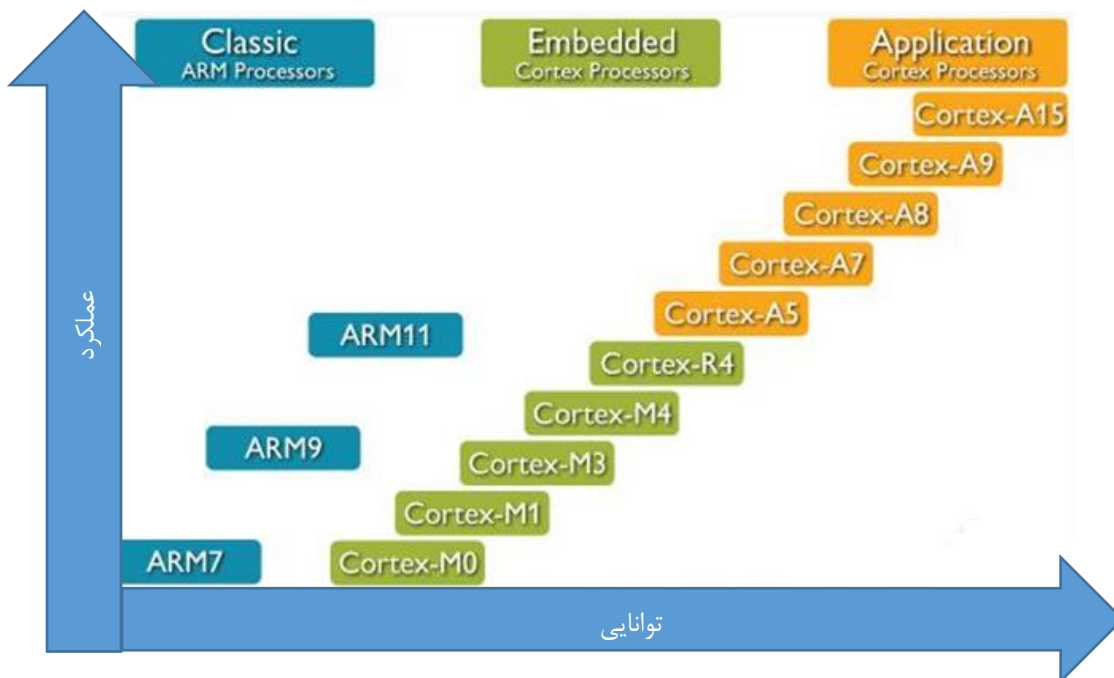
در پنجمین سری شامل ARM7EJ, ARM9E, ARM10E که در سال ۱۹۹۹ ارائه شد. دستورات DSP و دستورات Java با نام Jazelle به مجموعه دستورات اضافه شدند.

در سال ۲۰۰۱ ششمین سری شامل ARM Cortex-M, ARM11, ارائه شد که در آن از تکنولوژی TrustZone استفاده شده بود.

در سری هفتم که در سال ۲۰۰۳ ایجاد شد و شامل خانواده ARM Cortex-A, ARM Cortex-M و ARM Cortex-R است. توان عملیاتی در پردازش‌های Media و DSP تا ۴ برابر افزایش یافت و موجب افزایش قابلیت‌های گرافیکی گردید. در میکروهای Cortex سری M از این ویژگی استفاده شده است.

سری نهم و یازدهم که در سال‌های اخیر به بازار آمده‌اند در ساخت میکروهای Cortex سری R و A استفاده شده است.

ARM پردازنده‌هایش را به سه دسته کلی Classic و Embedded و Application تقسیم می‌کند، که در شکل (۳-۱۶) مقایسه این سه دسته را می‌توان دید.



شکل (۳-۱۶): تقسیم بندی پردازنده‌های ARM [61]

### اعضای معروف خانواده ARM:

ARM11: اعضای این خانواده کلاکی بین ۳۵۰ مگاهرتز تا ۱ گیگاهرتز و تکنولوژی ۶۵ تا ۴۵ نانومتری دارند. می‌توانند ۱ تا ۴ هسته داشته باشند و پردازنده گرافیکی mali-200 و OpenGL ES2.0 را پشتیبانی می‌کنند. مدل ۴ هسته‌ای این خانواده در پردازش دارای Dhrystone MIPS 2600 می‌باشد. این خانواده به سه عضو ARM1136 و ARM1156 و ARM1176 تقسیم می‌شوند [61].

## Cortex-X:

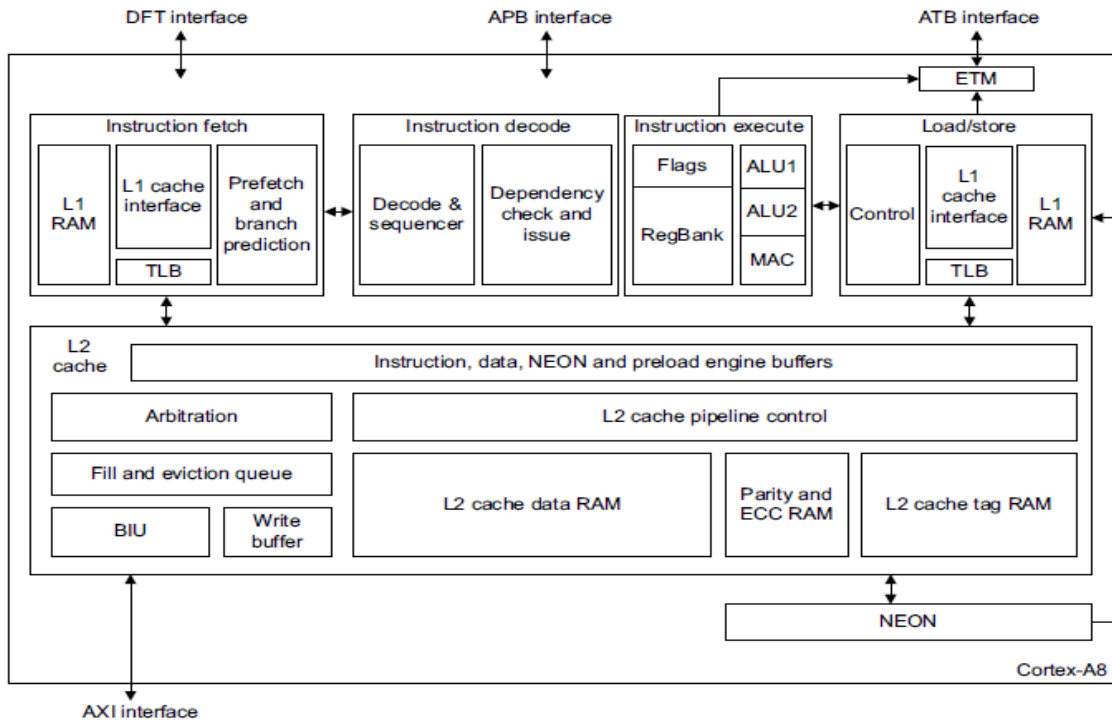
الف - Cortex-M: این سری با هدف سازگاری با مصرف کم طراحی و تولید می‌شوند. از کدها بهتر استفاده می‌کنند و بهره‌وری انرژی آنها بهبود یافته است. از این خانواده برای کنترل مصرف در پردازنده‌ها استفاده می‌شود و معمولاً به عنوان هسته کمکی بکار می‌روند و دارای ۶ زیر مجموعه M0، M0+، M1، M3، M4 و M7 می‌باشد [61].

ب - Cortex-A: این پروسسور به صورت طبیعی از Adobe Flash 10.1, 10.2, 10.3 و بالاتر پشتیبانی می‌کند و در طیف‌های گسترده‌ای مثل نت بوک‌ها، تلفن‌های هوشمند، تبلت‌ها و تلویزیون‌های هوشمند به کار می‌رود. این خانواده دارای ۹ زیر مجموعه‌ی A5، A7، A8، A9، A15، A72، A17، A53، A57 می‌باشد [61].

ج - Cortex-R: از سایر اعضای خانواده Cortex متمایز است. قدرت پردازش آن‌ها از سری Cortex-M قوی‌تر است و بر خلاف Cortex-A پردازش ساده‌تری را می‌توانند انجام دهند. این سری دارای زیر مجموعه R4، R5، R7 هستند [61].

## معرفی Cortex-A8

از بین خانواده‌های معرفی شده، بردی که برای طراحی سخت‌افزاری انتخاب شده است، حاوی این پردازنده می‌باشد. در کلاک ۱ گیگاهرتز توانایی پردازش ۲ DMIPS/MHZ را دارد. کلاک پیشنهادی آن بین ۶۰۰ مگاهرتز تا ۱ گیگاهرتز است. در شکل (۳-۱۷) بلوک دیاگرام این کنترلر نمایش داده می‌شود [62].



شکل (۳-۱۷): بلوک دیاگرام Cortex-A8 [62]



## فصل چهارم: سیستم

### سخت افزاری و نرم افزاری

## ۴-۱ پیشگفتار

در این فصل دو سیستم طراحی شده است، یک مدار مربوط به دریافت اطلاعات از سنسورها با استفاده از میکروکنترلر atmega8 و دیگری مربوط به سیستم نوری می باشد، که هر دوی این سیستم ها به طور کامل توضیح داده خواهند شد. در این تحقیق از یک برد آماده همراه با صفحه نمایش برای نشان دادن اطلاعات استفاده شده است، که در ادامه به بررسی ویژگی های این برد می پردازیم.

## ۴-۲ برد صنعتی Tiny210V2

این محصول تولید شرکت FriendlyARM می باشد و نام دیگر این برد Smart210 است. این برد دارای CPU با نام S5pv210 از سری Cortex-A8 دارای سرعتی معادل ۱ گیگاهرتز و تک هسته ای می باشد. این محصول دارای یک LCD تاچ خازنی ۷ اینچی با رزولوشن ۸۰۰×۴۸۰ است. جهت افزایش کاربرد، این برد دو نوع نمایشگر گرافیکی ۴۰ و ۴۵ پایه، که هر کدام دارای انواع نمایشگر با اندازه های مختلف را پشتیبانی می کند. همچنین می تواند از طریق خروجی HDMI تمامی مانیتورها و دستگاه هایی را که این پروتکل را پشتیبانی می نمایند به این دستگاه متصل نمود. به طور کلی این برد از دو برد، برد CPU و برد اصلی، تشکیل شده است. در بخش بعد ویژگی های هر دو برد بیان خواهد شد.

## ۴-۲-۱ برد CPU

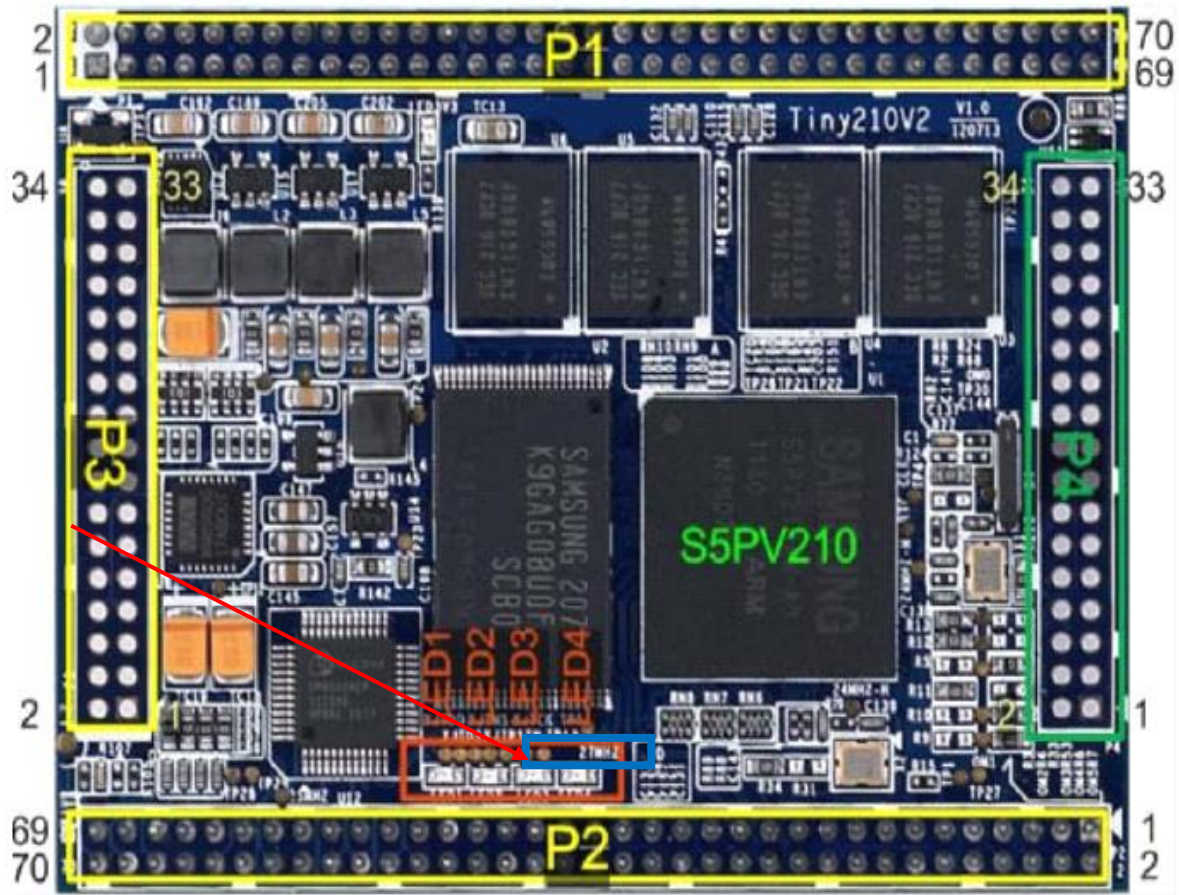
این برد از چهار پین برای ارتباط کاری بهتر CPU استفاده می کند. همچنین چیپ های صدا و LAN روی این برد قرار داده شده اند. مشخصات این برد را می توان به صورت زیر نام برد:

✓ هسته قدرتمند و معتبر S5PV210 ساخت شرکت سامسونگ



- ✓ پشتیبانی NAND Flash تا ۲ گیگابایت (پشتیبانی از سری‌های MLC<sup>۱</sup>)
- ✓ پشتیبانی از حافظه DDR2 RAM تا ۵۱۲ مگابایت و گذرگاه داده ۳۲ بیتی و فرکانس ۲۰۰ مگاهرتز.
- ✓ مشخصات مکانیکی
  - PCB آن ۶ لایه می‌باشد.
  - ابعاد آن ۱۰ × ۵۵ × ۷۴ میلی‌متر است.
  - ✓ منبع ولتاژ از ۲ تا ۶ ولت
  - ✓ پشتیبانی از تمامی سیستم عامل های مطرح از جمله:
    - اندروید 2.3 و لینوکس 2.6.35
    - اندروید 4
    - لینوکس 2.6.35 و Qtopia 2.2.0 و Qtopia 4-Phone
    - ویندوز Wince 6.0

در شکل (۴-۱) قسمت‌های مختلف این برد مشاهده می‌شود. چهار عدد LED مربوط به کاربر و یک پین هدر ۵ تایی برای بارگذاری برنامه بر روی میکروکنترلر استفاده شده است که نام هر پین در شکل مشخص شده است.



شکل (۴-۱): برد CPU

## ۴-۲-۲ برد اصلی

مشخصات این برد را می‌توان بصورت زیر بیان کرد:

✓ دارای ۴ پورت USB که ۳ تا از آن‌ها به صورت پورت استاندارد و یکی واسط SCON است.

✓ ورودی دوربین AV CCD: با تراشه ویدیویی TVP5150 که دارای دو پورت ورودی AV (RCA) است و می‌تواند بصور مستقیم به یک دوربین CCD متصل شود.

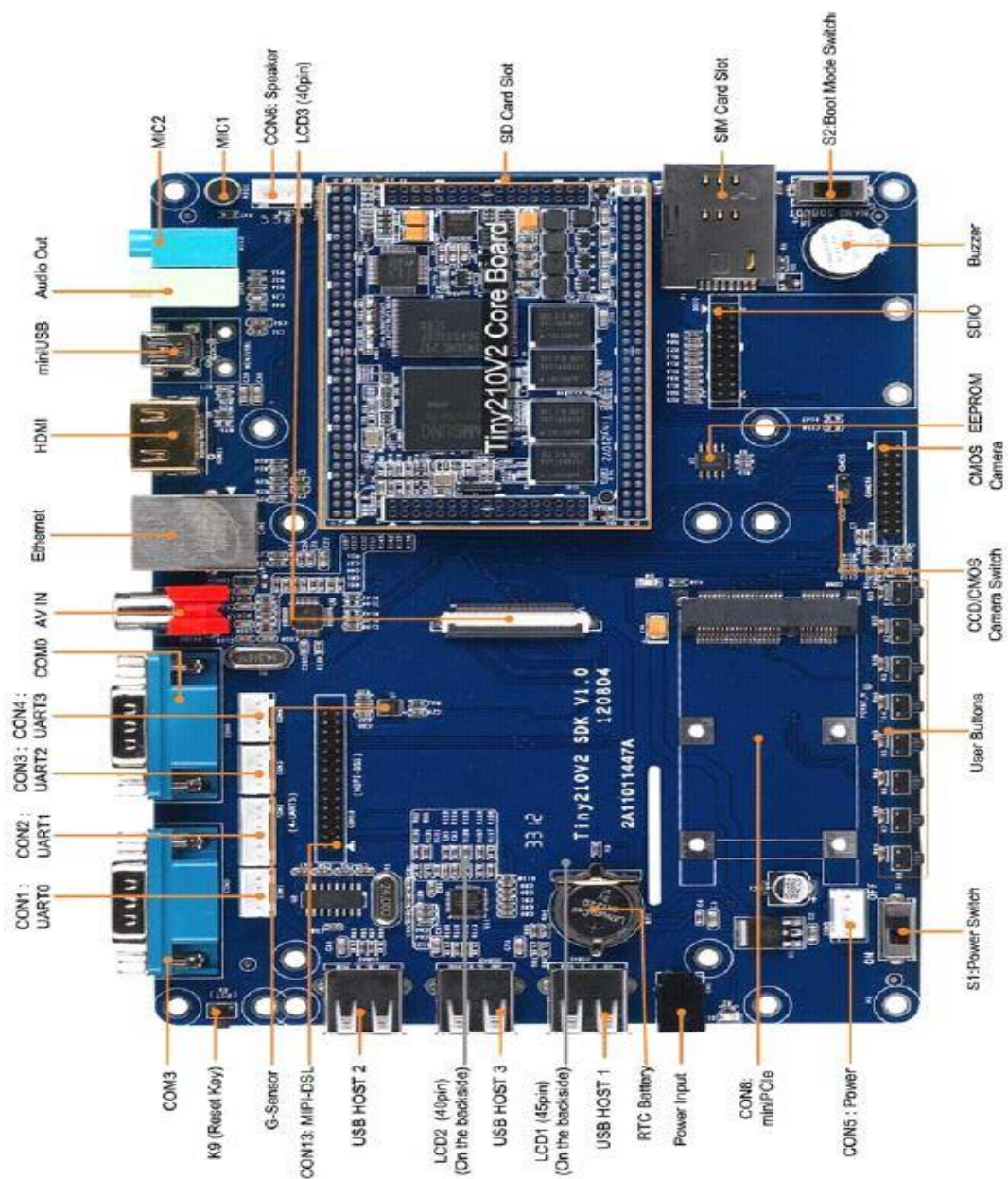
✓ توسعه رابط miniPCI

✓ دارای ۴ پورت سریال که ۲ تا از آن‌ها به RS232 تبدیل شده‌اند.

✓ دارای ۸ کلید ارتباطی

- ✓ پورت اترنت RJ45
- ✓ ورودی و خروجی صدا
- ✓ ۲ تا واسط LCD که از صفحه نمایش LCD تمام رنگی TFT از ۳/۵ اینچ تا ۱۹ اینچ را پشتیبانی می‌کند.
- ✓ رابط SDIO
- ✓ رابط دوربین CMOS
- ✓ کلاک RTC
- ✓ پشتیبانی از سنسور جاذبه
- ✓ PCB آن ۲ لایه‌ای است.
- ✓ ابعاد برد  $130 \times 180$  میلی‌متر می‌باشد.

در شکل (۴-۲) نحوه قرارگیری ادوات جانبی بر روی برد دیده می‌شود.



شکل (۴-۲): نمایی از برد اصلی به همراه ادوات جانبی

## ۴-۳ ماژول دوربین

در این پروژه از ماژول آماده‌ی CMOS OV9650 استفاده شده است. مشخصات آن بطور کلی

بصورت زیر است:

✓ سایز:  $2/2 \times 3/5$  سانتیمتر

✓ حداکثر رزولوشن:  $800 \times 600$

✓  $1/3$  مگاپیکسل رنگی

✓ قابل اتصال به برد Tiny210V2



شکل (۴-۳): ماژول دوربین CMOS OV 9650

## ۴-۴ مدار دریافت اطلاعات از سنسورها

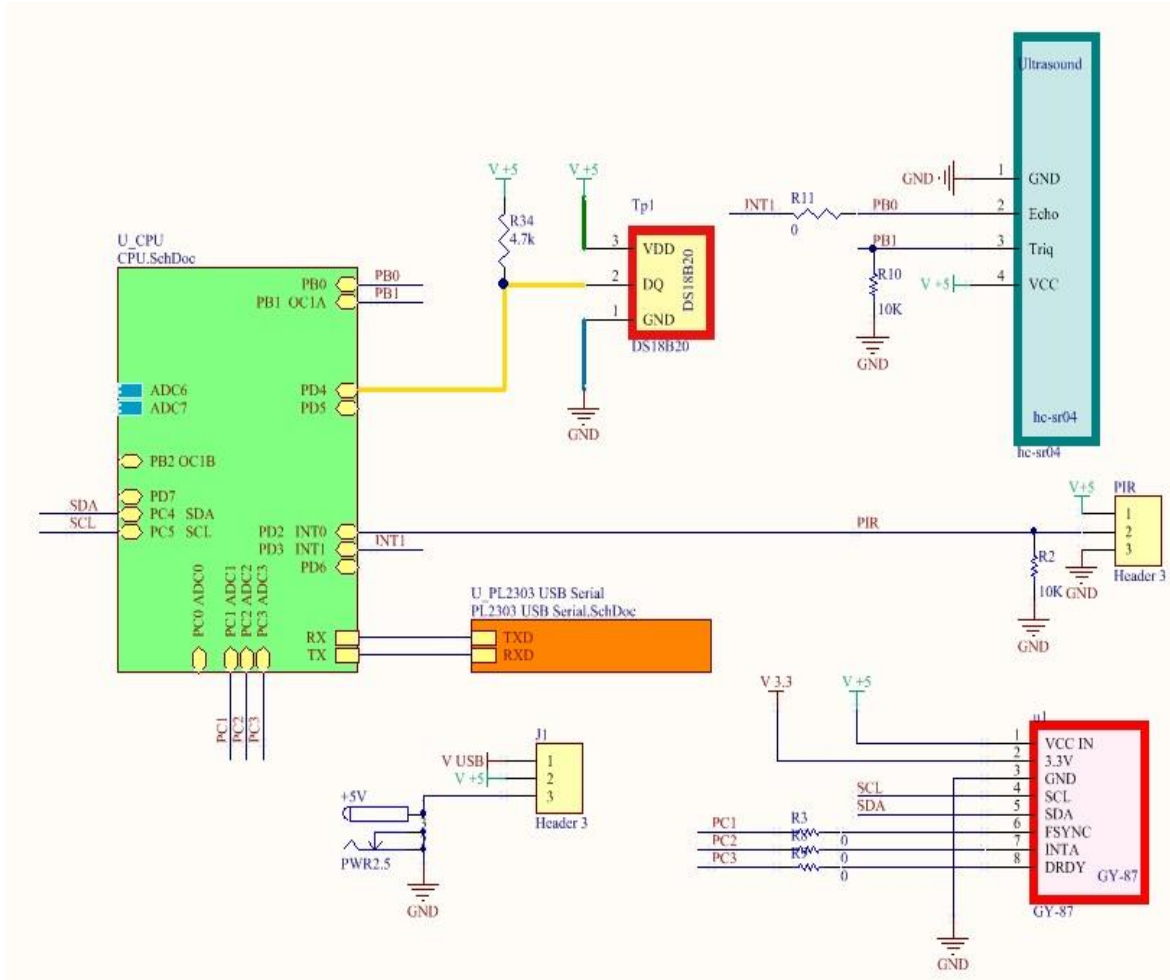
با توجه به اینکه هدف این پایان نامه طراحی یک نمونه سیستم عملی و آزمایشگاهی برای نمایش اطلاعات مورد نیاز راننده در میدان دید او در یک خودرو می‌باشد، دریافت اطلاعات از سنسورها و نمایش آن‌ها برای کاربر باید بصورت بلادرنگ صورت پذیرد. از طرفی این سیستم به گونه‌ای طراحی شده است که بتواند مهمترین اطلاعات را بصورت نمونه برای راننده داشته باشد.

طرح اولیه برد شامل سه قسمت اصلی می‌باشد: ۱- سنسورها ۲- تبدیل سریال به USB ۳- پردازنده‌ی AVR. در ادامه، هر کدام از این سه بخش توضیح داده می‌شود.

### ۱-۴-۴ سنسورها

مدار استفاده شده جهت دریافت اطلاعات از سنسورها، به طور کلی در طرح شکل (۴-۴) نشان داده شده است. این طرح توسط نرم‌افزار Altium Designer 14 طراحی و بر روی برد PCB تهیه شده است.

در این مدار از سنسور دما، ماژول فاصله سنج آلتراسونیک، ماژول PIR<sup>۱</sup> و ماژول زاویه سنج و ژیرسکوپ استفاده شده است. مدار نحوه اتصال سنسورها با میکروکنترلر در شکل (۴-۴) نشان داده شده است.



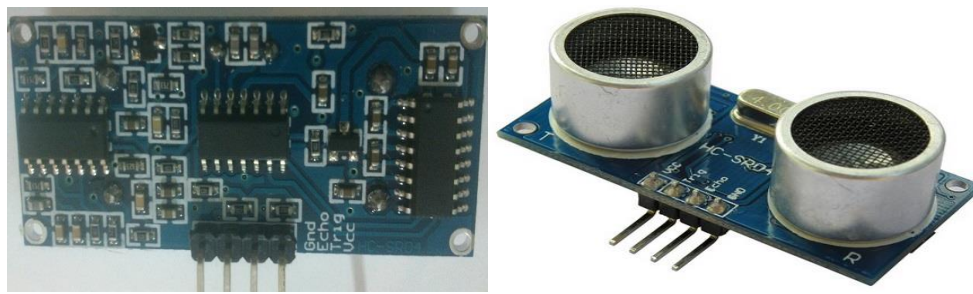
شکل (۴-۴): نحوه اتصال سنسورها

از سنسور دما برای سنجش دمای موتور استفاده می‌شود. در این تحقیق از سنسور دمای DS18B20 به منظور سنجش دمای موتور استفاده شده است. این سنسور دارای محدوده دمایی ۵۵- تا ۱۲۵+ درجه سانتی‌گراد و خروجی به صورت دیجیتال و با دقت ۱۲ بیت است.

ماژول اولتراسونیک HC-SR04 برای اندازه‌گیری فاصله خودرو تا خودروی جلویی استفاده شده

<sup>۱</sup> Passive Infra-Red

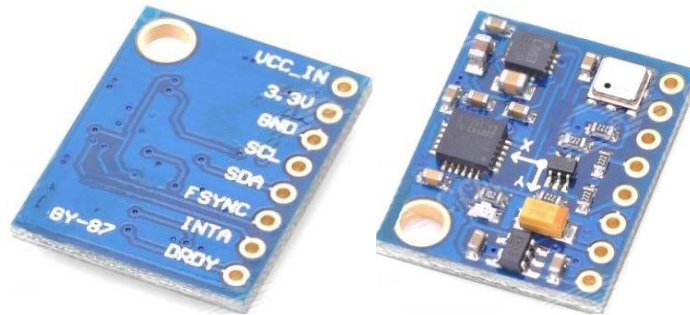
است. این ماژول می‌تواند مانع را در فاصله ۲ تا ۴۵۰ سانتی‌متری تشخیص دهد. اساس کار ماژول التراسونیک (فراصوت) مشابه رادار یا ردیاب صوتی، تشخیص ویژگی‌های هدف از طریق تحلیل بازتاب امواج رادیویی یا صوتی می‌باشد. این ماژول امواج صوتی با فرکانس بالا ایجاد می‌کند و موج بازتاب شده را دریافت و تحلیل می‌کند. این حسگرها با محاسبه زمان بین فرستادن سیگنال و گرفتن بازتاب، فاصله جسم را محاسبه می‌کنند. همانطور که در شکل (۴-۵) دیده می‌شود، سنجش مسافت، فرستنده التراسونیک و حسگر بر روی یک برد قرار داده شده و مدار الکترونیکی واسط کار را برای استفاده از این ماژول بسیار ساده می‌باشد.



شکل (۴-۵): ماژول التراسونیک

ماژول PIR, HC-SR501 برای تشخیص حرکت از نور مادون قرمز ناشی از گرمای موجود در محیط استفاده می‌کند. از همین رو استفاده از این سنسورها در سیستم‌های امنیتی برای تشخیص حرکت انسان و یا ورودهای غیر مجاز بسیار رایج می‌باشد. راه اندازی اولیه و کالیبره شدن این سنسورها در حدود ۱۰ تا ۶۰ ثانیه به طول می‌انجامد و در طی این مدت برای تنظیم دقیق نباید در شعاع دید آنها حرکتی انجام داد. این ماژول، یک ماژول موثر، ارزان قیمت و قابل تنظیم برای تشخیص حرکت در محیط می‌باشد. خروجی این سنسور می‌تواند مستقیماً به یکی از پایه‌های میکروکنترلر متصل گردد و در صورت تشخیص هر نوع حرکتی توسط سنسور مقدار این پایه یک می‌گردد. دو پتانسیومتر موجود بر روی برد این امکان را فراهم می‌کند تا بتوان حساسیت و زمان انتظار برای ایجاد تاخیر پس از تشخیص یک حرکت را تنظیم کرد.

ماژول GY-87 که در شکل (۴-۶) نشان داده شده است، یک ژيروسکوپ، زاویه سنج، قطب نما و فشارسنج است. این ماژول یک برد کوچک است که تمامی سنسورهای مورد نیاز برای ۱۰ درجه آزادی روی آن قرار گرفته است. ارتباط این ماژول با میکرو کنترلرها از طریق رابط i2c برقرار می‌شود.



شکل (۴-۶): ماژول GY-87

اجزای تشکیل دهنده این ماژول:

Mpu6050: سنسور شتاب سه محوره شامل مجموعه شتابسنج و gyro با دقت ۱۶ بیتی و بافر FIFO با ظرفیت ۱۰۲۴ بایت می‌باشد. این ماژول با قرار دادن یک ژيروسکوپ سه محوره با یک شتابسنج سه محوره روی یک چیپ سیلیکونی و بهره‌گیری از یک پردازشگر دیجیتال حرکت، قادر است الگوریتم‌های پیچیده ۹ محوری را اجرا کند [63].

Hmc5883: قطب نمای الکترونیکی ۳ محوره محصول Honeywell یک قطب نمای ۳ محوره دیجیتال است که میتواند شدت میدان مغناطیسی تا  $\pm 8$  گاوس را با دقت ۵ میلی گاوس اندازه‌گیری نماید. توسط این ماژول می‌توان به دقت ۱ تا ۲ درجه در جهت‌یابی و ناوبری رسید [64].

Bmp180: ماژول فشار بارومتریک دارای دقت بالا و جریان مصرفی پایین با رنج گسترده در اندازه‌گیری فشار بارومتریک (۳۰۰ تا ۱۱۰۰ هکتوپاسکال) است. این سنسور بر اساس تکنولوژی مقاومت پیزوالکتریک<sup>۱</sup> طراحی و تولید شده است. استفاده از این تکنولوژی دقت بالا، خطی بودن و

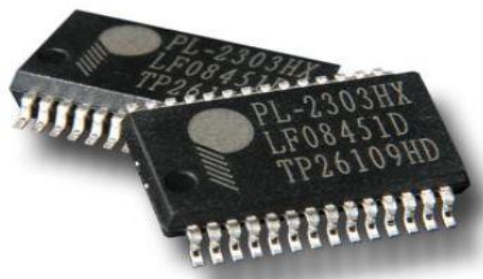
<sup>۱</sup> Piezo-resistive



پایداری طولانی مدت را برای این سنسور فراهم نموده است. این سنسور اندازه‌گیری ارتفاع از ۵۰۰ متر پایین‌تر از سطح دریا تا ۹۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریا را ممکن می‌سازد [65].

## ۲-۴-۴ تبدیل سریال به USB

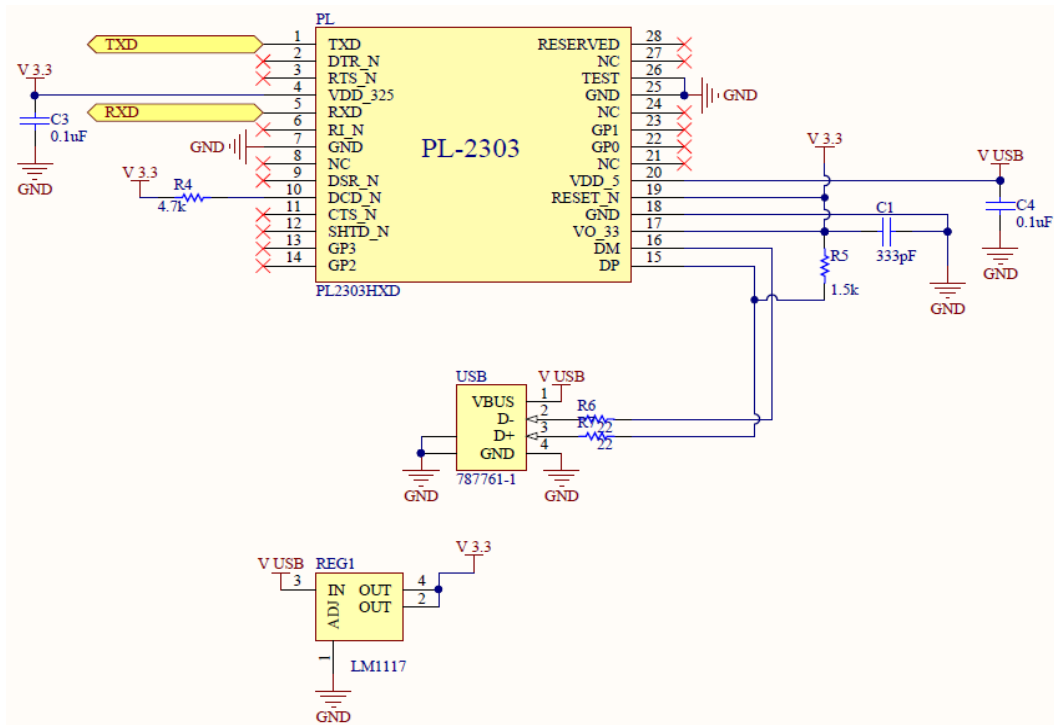
برای آنکه بتوان اطلاعات سنسورها را با کمک USB به برد اصلی انتقال داد، مدار شکل (۴-۸) طراحی شد که در این مدار از یک آی‌سی PL2303HXD استفاده شده است. این آی‌سی، یک آی‌سی واسط جهت تبدیل سریال به USB می‌باشد. این آی‌سی که در شکل (۴-۷) مشاهده می‌شود، محصول شرکت Prolific است.



شکل (۴-۷): آی‌سی PL2303HXD [66]

ویژگی‌های این آی‌سی در زیر بصورت خلاصه آورده شده است [66].

- ✓ کاملاً مشابه با مشخصات USB، V2.0 (سرعت کامل)
- ✓ فرستنده-گیرنده USB 1.1، رگولاتور ۵ ولت به ۳/۳ ولت
- ✓ تولید کلاک ۹۶ مگاهرتزی
- ✓ پشتیبانی از RS-422/RS-485 مانند واسط سریال
- ✓ پشتیبانی از RS232 مانند واسط سریال
- ✓ گسترده مکانیزم کنترل جریان
- ✓ پشتیبانی کامل از اندروید

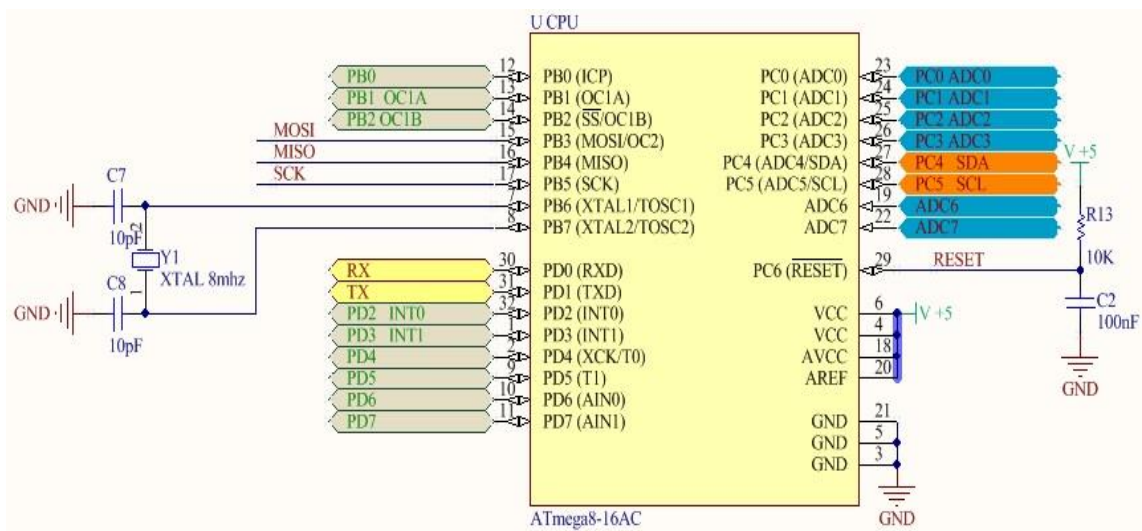


شکل (۴-۸): تبدیل پورت USB به سریال

### ۳-۴-۴ پردازنده AVR

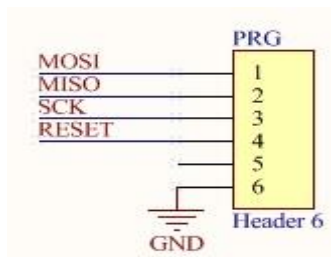
هسته اصلی این مدار رابط میکروکنترلر atmega8 می باشد. در شکل (۴-۹) طرح کلی از این مدار

مشاهده می شود.



شکل (۴-۹): مدار اصلی دریافت اطلاعات از سنسورها

از یک هدر ۶ پایه به منظور برنامه ریزی میکروکنترلر atmega8 استفاده شده است. این هدر که در شکل (۴-۱۰) نشان داده شده است.



شکل (۴-۱۰): هدر ۶ پایه به منظور برنامه ریزی میکروکنترلر

پس از بررسی های نهایی مدار بر روی برد PCB زده شد که در شکل (۴-۱۱) نشان داده شده است.



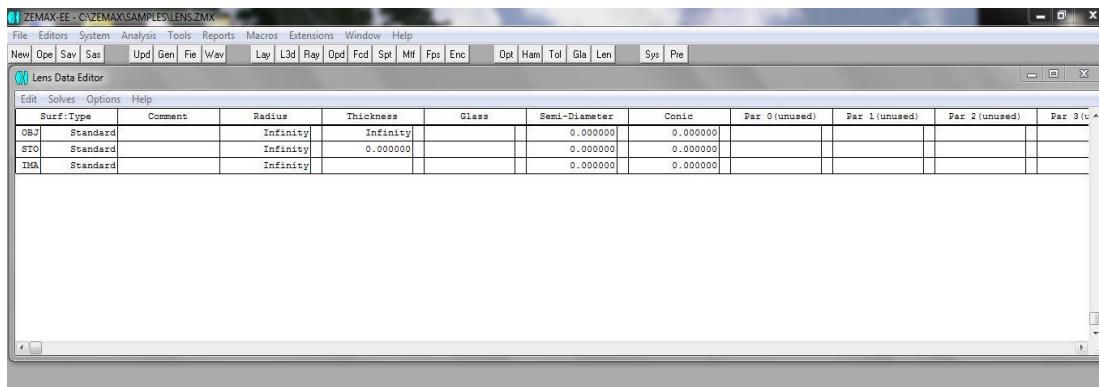
شکل (۴-۱۱): مدار دریافت اطلاعات از سنسورها

## ۴-۵ شبیه سازی سیستم اپتیکی

برای طراحی یک سیستم اپتیکی ابتدا باید آن را تحلیل کرد تا حالت بهینه را برای حداکثر بازدهی دستگاه بدست آورد. قبل از اقدام به ساخت هر دستگاهی استفاده از نرم افزارهای شبیه ساز می تواند بسیار موثر باشد. در اینجا برای طراحی سیستم اپتیکی از نرم افزار شبیه ساز Zemax استفاده شده است که در بخش بعد معرفی شده است.

## ۴-۵-۱ نرم افزار شبیه ساز Zemax

نرم افزار Zemax یک نرم افزار محاسباتی است که می تواند در مدلسازی و تحلیل یک مجموعه اپتیکی مورد استفاده قرار گیرد. در واقع می توان با آن یک سیستم اپتیکی را طراحی کرد و همچنین قبل از بکارگیری یک سیستم اپتیکی در یک دستگاه، آن سیستم را تحلیل کرده و حالت بهینه برای حداکثر بازدهی دستگاه را بدست آورد. برای استفاده از این نرم افزار باید با اصول طراحی اپتیکی آشنا بود و توانایی لازم در تجزیه و تحلیل سیستم را داشت. این نرم افزار قابلیت طراحی تمام سیستم های اپتیکی که شامل لنز، آینه، توری پراش، دیافراگم، منشور، ترکیب کننده، محیط فیبر و ... باشند، را دارد و همچنین گزینه های متعددی برای بهینه کردن سیستم طراحی شده برحسب نیاز کاربر را دارد. در شکل (۴-۱۲) محیط شبیه سازی آن را می توان دید.



شکل (۴-۱۲): محیط شبیه سازی ZEMAX

در طراحی یک سیستم اپتیکی با استفاده از این نرم افزار باید مراحل زیر را به ترتیب انجام داد:

- ۱) تعریف سیستم و هدف از طراحی آن
- ۲) مشخص کردن نوع المان ها و تعداد آن ها
- ۳) تعیین متغیرها و ثابت ها در سیستم
- ۴) تعیین میزان خطاها و ارزیابی آن ها برحسب اهمیت در سیستم اپتیکی
- ۵) بهینه سازی برای کاهش نویز یا خطا در تصویر

## ۶) تکرار مراحل ۴ و ۵

برای پیاده سازی و طراحی یک سیستم اپتیکی باید تعداد المان‌ها، جنس المان‌ها، نوع سطح (کروی، استاندارد و ...)، لایه نشانی و قیمت را مورد توجه قرار داد. پارامترهای مهم که باید مورد توجه قرار گرفته شوند عبارتند از: اندازه سیستم اپتیکی (موقعیت شی و تصویر)، فاصله کانونی، میدان دید، محدوده طیفی، اندازه بزرگنمایی، نسبت زوم، اندازه و شکل صفحه تصویر.

در ادامه با در نظر گرفتن اصول طراحی و پارامترهای مهم، سه ساختار طراحی شده است.

### ۴-۵-۲ ساختار اول

در طراحی یک ساختار ابتدا باید سطوح مورد نظر را مانند شکل (۴-۱۳) در نرم‌افزار Zemax تعریف کرد. همانطور که در شکل (۴-۱۴) دیده می‌شود از دو لنز همگرا و چهار طول موج و یک فیلتر استفاده شده است.

OBJ: صفحه نمایش انتشاری است که به صورت صفحه تخت در نظر گرفته شده است.

سطح ۱ و ۲: هر دو سطح تشکیل لنز اول را می‌دهند.

سطح ۳ و ۴: هر دو سطح تشکیل لنز دوم را می‌دهند.

سطح ۵: این سطح برای تعریف فیلتر استفاده شده است و شعاع آن بی‌نهایت در نظر گرفته شده است.

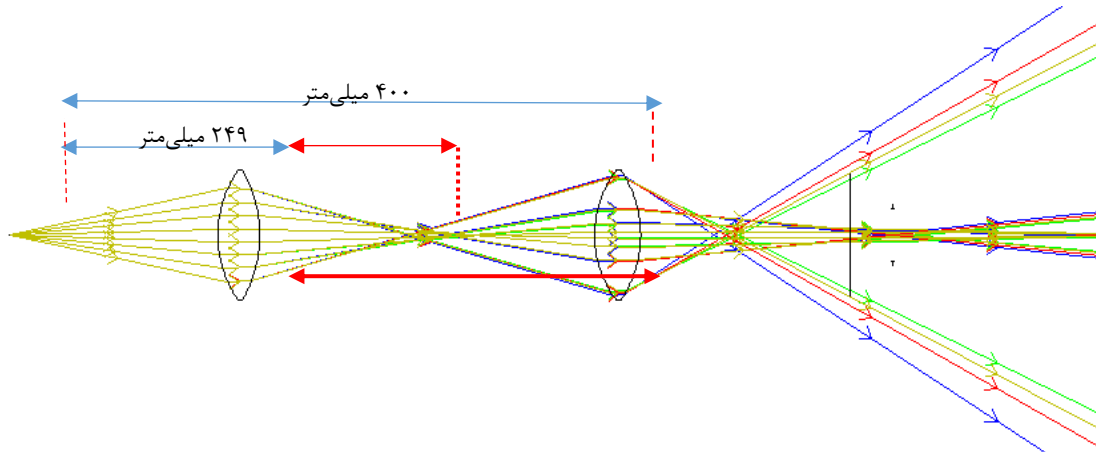
STO: مردمک خروجی است و شعاع آن بی‌نهایت است.

IMA: جایکه نور متمرکز شده و تصویر تشکیل می‌شود، بعبارتی محل قرارگیری چشم است.

| Surf>Type | Comment  | Radius        | Thickness    | Class | Semi-Diameter | Conic    | Par 0 (unused) | Par 1 (unused) | Par 2 (unused) |
|-----------|----------|---------------|--------------|-------|---------------|----------|----------------|----------------|----------------|
| OBJ       | Standard | Infinity      | 249.000000   |       | 0.000000      | 0.000000 |                |                |                |
| 1*        | Standard | 126.327029 V  | 50.000000 V  | BK7   | 75.000000 U   | 0.000000 |                |                |                |
| 2*        | Standard | -144.263802 V | 400.000000 V |       | 75.000000 U   | 0.000000 |                |                |                |
| 3*        | Standard | 120.000000    | 55.000000    | BK7   | 75.000000 U   | 0.000000 |                |                |                |
| 4*        | Standard | -130.000000   | 251.000000   |       | 75.000000 U   | 0.000000 |                |                |                |
| 5         | Filter1  | Infinity      | 50.000000    |       | 70.000000 U   | 0.000000 |                | 0.000000       |                |
| STO       | Standard | Infinity      | 250.000000   |       | 30.000000 U   | 0.000000 |                |                |                |
| IMA       | Standard | Infinity      |              |       | 50.000000 U   | 0.000000 |                |                |                |

شکل (۴-۱۳): تعریف سطوح در ساختار اول

در اینجا برای نمایش دادن یک تصویر مشخص با یک رنگ خاص، مثلاً عکس عابر پیاده با رنگ قرمز و فاصله با رنگ سبز، از فیلتر استفاده شد. علت استفاده از دو لنز همگرا برای بزرگنمایی بیشتر است. همچنین تصویر در لنز اول وارونه می‌شود که با عدسی دوم این وارونگی اصلاح می‌شود.



شکل (۴-۱۴): مسیر نور سیستم اپتیکی

مشخصات لنزها و دیگر پارامترهای مهم در جدول (۴-۱) آورده شده است.

جدول (۴-۱): مشخصات لنزها در ساختار اول

|         |                            |
|---------|----------------------------|
| ۲۴۹ mm  | فاصله شی از اولین لنز      |
| ۱۳۵ mm  | فاصله کانونی موثر لنز اول  |
| ۴۰۰ mm  | فاصله بین دو لنز           |
| ۱۱۰ mm  | فاصله کانونی موثر لنز دوم  |
| ۲۳۷۵ mm | فاصله تصویر از دومین لنز   |
| ۱۵۰ mm  | ارتفاع هر دو لنز           |
| BK7     | جنس لنزها                  |
| ۵۰ mm   | فاصله فیلتر از مردمک خروجی |

## ۳-۵-۴ ساختار دوم

تعریف سطوح در این ساختار به شکل زیر است و در شکل (۴-۱۵) نحوه تعریف در نرم‌افزار آورده شده است.

OBJ: همانند ساختار اول یک صفحه نمایش انتشاری است که به صورت صفحه تخت در نظر گرفته شده است.

سطح ۱: در این سطح Coord Break تعریف شده است. این سطح باعث می‌شود که المان سطح بعدی با توجه به مقدار داده شده دوران داشته باشد.

STO: در این سطر آینه تخت تعریف شده است.

سطح ۳: برای دوران المان بعدی Coord Break تعریف شده است.

سطح ۴: آینه مقعر در این سطح تعریف شده است.

سطح ۵: برای دوران المان بعدی Coord Break تعریف شده است.

IMA: جاییکه نور متمرکز شده و تصویر تشکیل می‌شود، به عبارتی محل قرارگیری چشم است.



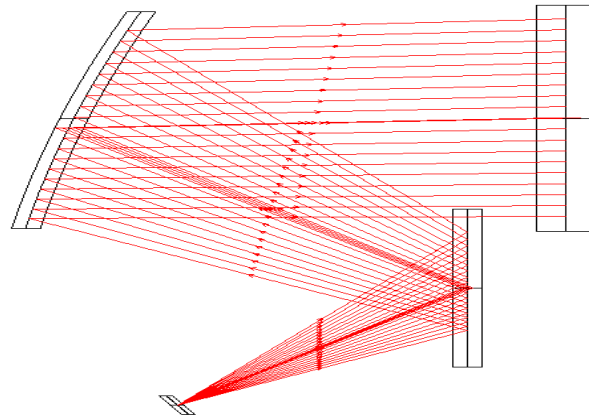
Lens Data Editor

Edit Solves Options Help

| Surf.Type | Comment     | Radius     | Thickness  | Glass  | Semi-Diameter | Conic    | Par 0 (unused) | Par 1 (unused) | Par 2 (unused) | Par 3 (unused) | Par 4 (unused) |
|-----------|-------------|------------|------------|--------|---------------|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| OBJ*      | Standard    | Infinity   | 18.000000  |        | 0.000000      | 0.000000 |                |                |                |                |                |
| 1         | Coord Break |            | 0.000000   | -      | 0.000000      |          |                | 0.000000       | 0.000000       | 35.000000      | 0.000000       |
| STO*      | Standard    | Infinity   | -20.000000 | MIRROR | 7.000000      | 0.000000 |                |                |                |                |                |
| 3         | Coord Break |            | 0.000000   | -      | 0.000000      |          |                | 0.000000       | 15.000000      | 17.000000      | 0.000000       |
| 4*        | Standard    | 100.000000 | 0.000000   | MIRROR | 10.000000     | 0.000000 |                |                |                |                |                |
| 5         | Coord Break |            | 25.000000  | -      | 0.000000      |          |                | 0.000000       | 0.000000       | -17.000000     | 0.000000       |
| IMA*      | Standard    | Infinity   |            |        | 10.000000     | 0.000000 |                |                |                |                |                |

شکل (۴-۱۵): تعریف سطوح در ساختار دوم

همانطور که در شکل (۴-۱۶) دیده می‌شود، در این ساختار از شیشه خودرو به عنوان آینه مقعر استفاده شده است و برای آن که تصویر ایجاد شده دارای وضوح و کیفیت مناسب باشد باید پرتوها از شیشه خودرو بصورت موازی برگردند. آینه تخت در ۵۰ میلیمتری فاصله کانونی موثر قرار داده شده است تا پرتوها بصورت موازی به چشم برسند.



شکل (۴-۱۶): ساختار ۲

#### ۴-۵-۴ ساختار سوم

در این ساختار از یک منشور و یک آینه مقعر و یک ترکیب‌کننده استفاده شده است که نحوه تعریف سطوح در این ساختار بصورت شکل (۴-۱۷) است.

پارامترهای مهم این ساختار در جدول (۴-۲) و نحوه این ساختار در شکل (۴-۱۸) نشان داده شده است.

جدول (۴-۲): پارامترهای مهم در طراحی ساختار سوم

|         |                        |
|---------|------------------------|
| -۱۰۰ mm | شعاع آینه              |
| ۲۶۳ mm  | فاصله کانونی موثر آینه |
| ۱۰۰ mm  | طول منشور              |
| ۵۰ mm   | عرض منشور              |

| Obj | Surf-Type   | Comment | Radius     | Thickness  | Class  | Semi-Diameter | Contc   | Par 0 (unused) | Par 1 (unused) | Par 2 (unused) | Par 3 (unused) | Par 4 (unused) | Par 5 (unused) |
|-----|-------------|---------|------------|------------|--------|---------------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 081 | Standard    |         | Infinity   | Infinity   |        | 0.00000       | 0.00000 |                |                |                |                |                |                |
| ST0 | NonSeqComp  |         | Infinity   | -          |        | 50.00000      | 0.00000 | 0              | 0.00000        | 0.00000        | 100.00000      | 0.00000        | 0              |
| 2   | Standard    |         | Infinity   | 100.00000  | -      | 50.00000      | 0.00000 |                |                |                |                |                |                |
| 3   | Coord Break |         |            | 0.00000    | -      | 0.00000       |         |                | 0.00000        | 0.00000        | 0.00000        | 15.00000       | 0              |
| 4*  | Standard    |         | -100.00000 | 0.00000    | MTR028 | 14.00000      | 0.00000 |                |                |                |                |                |                |
| 5   | Coord Break |         |            | -200.00000 | -      | 0.00000       |         |                | -90.00000      | -19.00000      | 20.00000       | -15.00000      | 5              |
| 6*  | Standard    |         | Infinity   | 0.00000    | MTR028 | 60.00000      | 0.00000 |                |                |                |                |                |                |
| 7   | Coord Break |         |            | 500.00000  | -      | 0.00000       |         |                | -400.00000     | -85.00000      | -20.00000      | 0.00000        | 0              |
| TR0 | Standard    |         | Infinity   |            |        | 70.00000      | 0.00000 |                |                |                |                |                |                |

| Object Type | Comment                       | Ref Object | Inside Of | X Position | Y Position | Z Position | Tilt About X | Tilt About Y | Tilt About Z | Material | Scale    | Is Vis |
|-------------|-------------------------------|------------|-----------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|----------|----------|--------|
| 1           | Poly Object TRIANGLE30-120... |            | 0         | 50.00000   | 0.00000    | 60.00000   | 0.00000      | 270.00000    | 0.00000      | BK7      | 18.00000 |        |

|            |                        |
|------------|------------------------|
| ۲۸/۸ mm    | ارتفاع منشور           |
| ۳۰° و ۱۲۰° | زوایای راس در منشور    |
| BK7        | جنس منشور              |
| ۲۰۰ mm     | فاصله ترکیب گر از آینه |

شکل (۴-۱۷): تعریف سطوح در ساختار سوم

OBJ: همانند ساختارهای قبلی یک صفحه نمایش انتشاری است که به صورت صفحه تخت در نظر گرفته شده است.

STO: در این سطح منشور تعریف شده است. نوع تعریف سطح منشور از نوع غیر متوالی<sup>۱</sup> است، زیرا مسیر حرکت پرتو بعد از وارد شدن به منشور را نمی‌توان پیش‌بینی کرد.

سطح ۳: برای دوران المان بعدی Coord Break تعریف شده است.

سطح ۲ و ۴: در این دو سطح آینه مقعر تعریف شده است که با توجه به دوران سطح ۳ حول محور  $y$ ، ۱۵ درجه چرخیده است.

سطح ۵: برای دوران Coord Break تعریف شده است. برای اینکه ترکیب‌گر حالت مایل بگیرد باید دستگاه مختصات جدید برای سیستم تعریف کنیم. دوران حول محورهای  $x$ ،  $y$ ،  $z$  به ترتیب ۲۰، ۱۵- و ۵ درجه صورت گرفته است.

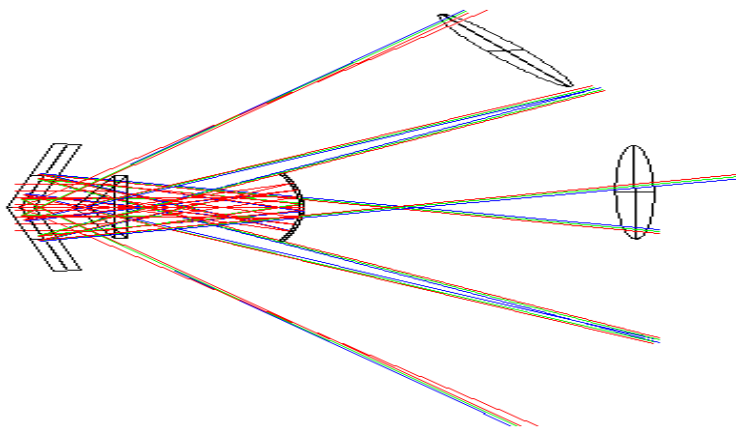
سطح ۶: در این سطح ترکیب‌گر تعریف شده است. با توجه به اینکه جنس ترکیب‌گر به گونه‌ای می‌باشد که تمامی نورهایی که به آن می‌خورد را بازتاب می‌دهد، این سطح به عنوان آینه تعریف شده است.

سطح ۷: صفحه تصویر را در موقعیت جدید (دستگاه مختصات) تعریف می‌کند تا پرتوهای این مسیر را ردیابی کند.

IMA: جاییکه نور متمرکز شده و تصویر تشکیل می‌شود، عبارتی محل قرارگیری چشم است.

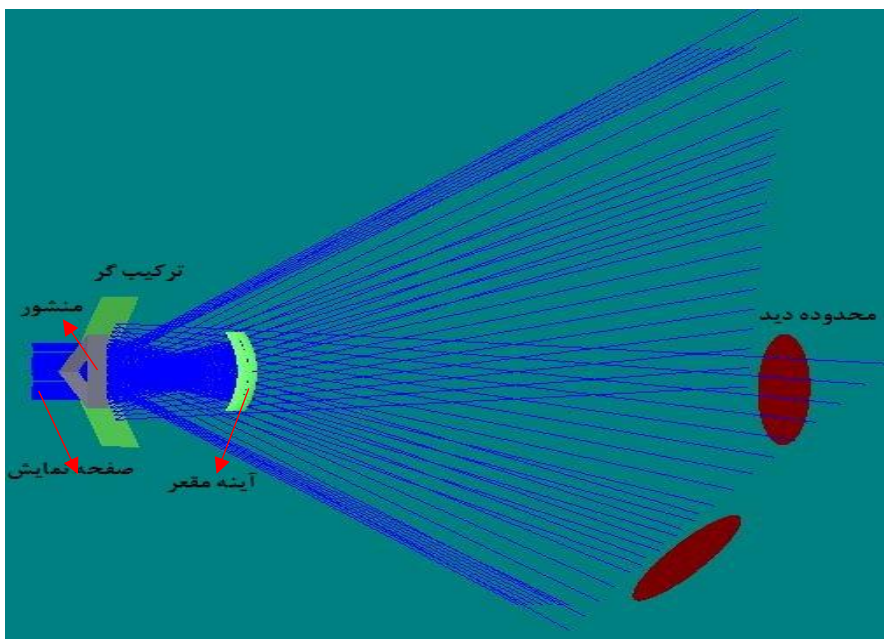
---

<sup>1</sup> Non-Sequential



شکل (۴-۱۸): ساختار سوم

در شکل (۴-۱۹) نمای دیگری از این ساختار را می‌توان دید.



شکل (۴-۱۹): شمای دیگری از ساختار سوم



# فصل پنجم: نتایج

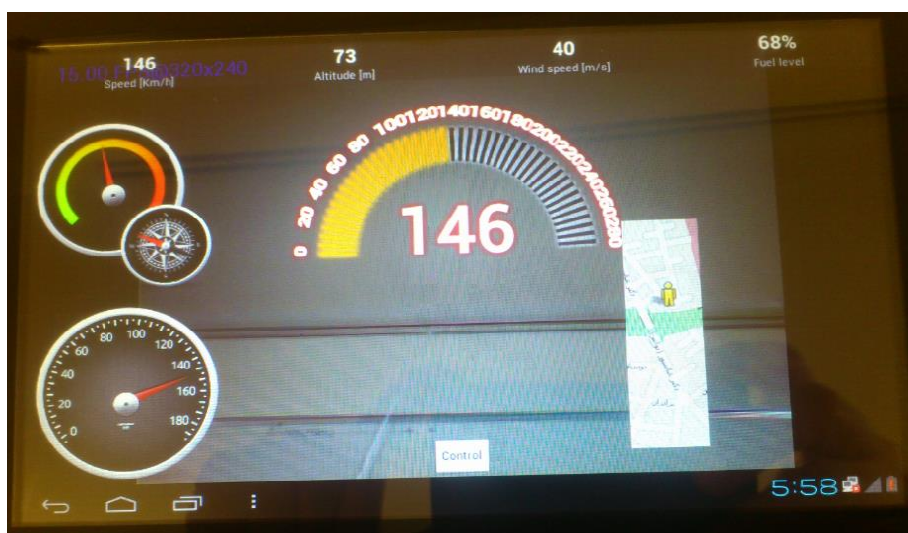
## ۵-۱ پیشگفتار

در فصل قبل ساختار الکترونیکی و ساختار اپتیکی یک سیستم نمایش اطلاعات HUD به تفصیل ارائه شد. در این فصل به بررسی عملکرد هر دو ساختار پرداخته می‌شود.

## ۵-۲ نتایج ساختار الکترونیکی

در این پروژه برای برد اصلی از یک برد آماده استفاده شده است. در ابتدا، برنامه نویسی تحت سیستم عامل WINCE نوشته شد اما به دلیل وجود برخی مشکلات از جمله پاک شدن کامل حافظه بعد از هر بار اجرا کردن برنامه و بالا بودن زمان اجرای برنامه و همچنین به دلیل استفاده روزافزون از وسایل هوشمند که تحت سیستم عامل اندروید کار می‌کنند، در طراحی این سیستم نمایش از برنامه نویسی اندروید استفاده شده است.

همانطور که در شکل (۵-۱) دیده می‌شود، برخی از پارامترها مانند سرعت، دما، فاصله، فشار و مقدار سوخت بصورت عددی و یا گرافیکی برای نمونه نمایش داده شده است. این پارامترها با توجه به سنسور موجود در خودرو می‌تواند تغییر کند.



شکل (۵-۱): اطلاعات نمایش داده شده بر روی صفحه



تغییرات سرعت همیشه مهم‌ترین پارامتر برای راننده است، به همین دلیل خروجی سنسور سرعت را بصورت بلوک‌هایی گرافیکی که تشکیل یک نیم‌دایره می‌دهند و بتواند برای راننده قابل درک سریع باشد تبدیل کرده و در مرکز صفحه نشان داده شده است.

برای تست کردن حرکت عقربه‌ها و پرشدگی بلوک‌ها، از یک نوار کنترلی استفاده شده است. برای کالیبره کردن و تست درستی عملکرد سیستم از روش تغییر در زاویه ژيروسکوپ استفاده شد. به این صورت که اگر ژيروسکوپ در سطح کاملاً افقی قرار گیرد نیم دایره دقیقاً تا نیمه پر شدگی خواهد داشت و عدد آن مقدار میانه را نشان می‌دهد و با تغییر در زاویه آن، میزان پرشدگی متناسب با آن تغییر خواهد کرد.

به منظور تعیین مسیر برای راننده، از نقشه MAPNIK بصورت برون خط استفاده شده است. برای تعیین کوتاهترین مسیر با استفاده از GPS بصورت دستی مقدار پارامترهای مبدا ( 35.551528, 51.409781) و مقصد (52.409121, 34.751558) را وارد کرده و با کشیدن خط قرمز مسیر تعیین شد. مسیر نشان داده شده بهترین مسیر نبود ولی مسیر قابل قبولی بود. می‌توان با استفاده از GoogleMap این مشکل را برطرف کرد.

همانطور که در شکل (۵-۲) می‌توان دید، بعد از طراحی برد سنسورها، این برد به برد اصلی با استفاده از USB متصل شد و اطلاعات سنسورها بر روی صفحه نمایش مشاهده شد.



شکل (۲-۵): اتصال برد سنسورها به برد اصلی

### ۳-۵ نتایج ساختار اپتیکی

بعد از طراحی یک سیستم باید آن سیستم را مورد ارزیابی قرار داد و تعیین کرد که آیا این سیستم می‌تواند هدف مورد نظر را فراهم کند یا نه. این کار را می‌توان با کمک تحلیل نتایج انجام داد. همانطور که قبلاً اشاره شد، در طراحی سیستم اپتیکی یک پارامتر نسبت به پارامترهای دیگر می‌تواند دارای اهمیت بیشتری باشد. در سیستم نمایش اطلاعات HUD، ابیراهی و اعوجاج ایجاد شده در تصویر نهایی بسیار مهم هستند.

### ۱-۳-۵ نتایج طراحی ساختار اول

در یک طراحی خوب باید تمامی انحرافات و اعوجاجات صفر باشد. ضرایب ابیراهی سیدل که در جدول (۱-۵) آورده شده است مهمترین ضرایب در یک سیستم اپتیکی هستند که برای تحلیل یک سیستم اپتیکی بسیار مهم است. جنس لنزها طوری انتخاب شده است که ابیراهی کروی حداقل شود. همانطور که در جدول (۱-۵) دیده می‌شود مقدار ابیراهی‌های کما، آسیگماتیسم، انحنای میدان و

رنگی عرضی برای تمامی سطوح صفر می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌شود مقدار ابیراهی کروی بسیار قابل ملاحظه است. این مقدار زیاد ابیراهی کروی به دلیل ابعاد بزرگ لنزها در شبیه‌سازی ایجاد شده است. در اینجا لنزها تک هستند، استفاده از لنزهای دابلت می‌تواند مقدار ابیراهی کروی را کاهش دهد.

جدول (۱-۵): اعوجاجات ایجاد شده در ساختار اول

|        |                     |
|--------|---------------------|
| ۴۰۸/۷۸ | کروی (SPHA)         |
| ۰      | کما (COMA)          |
| ۰      | آسیگماتیسم (ASTI)   |
| ۰      | انحنای میدان (FCUR) |
| ۰      | اعوجاج (DIST)       |
| -۲/۹۶  | رنگی طولی (CLA)     |
| ۰      | رنگی عرضی (CTR)     |
| ۴۰۵/۸۲ | مجموع اعوجاجات      |

## ۲-۳-۵ نتایج طراحی ساختار دوم

همانطور که در جدول (۲-۵) دیده می‌شود در این ساختار مقادیر ابیراهی کروی بسیار کاهش پیدا کرده است و مقدار ابیراهی رنگی طولی به صفر رسیده است که این امر به دلیل کاهش در ابعاد لنزها و تعداد آن‌ها رخ می‌دهد.

جدول (۳-۵): اعوجاجات ایجاد شده در ساختار دوم

|       |                     |
|-------|---------------------|
| ۰/۰۱۶ | کروی (SPHA)         |
| ۰     | کما (COMA)          |
| ۰     | آسیگماتیسم (ASTI)   |
| ۰     | انحنای میدان (FCUR) |
| ۰     | اعوجاج (DIST)       |
| ۰     | رنگی طولی (CLA)     |
| ۰     | رنگی عرضی (CTR)     |
| ۰/۰۱۶ | مجموع اعوجاجات      |

باید به این نکته مهم توجه کرد که در اینجا باید شیشه جلویی خودرو به گونه‌ای طراحی شود که همانند آینه مقعر عمل کند. به این منظور از شیشه‌هایی با ترکیب ساختاری خاص استفاده می‌کنند. مزیت این شیشه‌ها علاوه بر کم کردن اعوجاج و ابیراهی در تصاویر، باعث افزایش دید در روزهای روشن می‌شود.

### ۳-۳-۵ نتایج طراحی ساختار سوم

ضرایب سیدل در جدول (۳-۵) آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود مقدار ابیراهی کروی کم می‌باشد ولی نسبت به ساختار دوم این مقدار کمی افزایش یافته است. مزیتی که این ساختار نسبت به ساختار دوم دارد استفاده از شیشه معمولی در خودرو است. در ساختار دوم از لنز استفاده شده است، در صورتی که در ساختار سوم از منشور که دارای پیچیدگی بیشتری نسبت به لنزها برخوردار است استفاده شده است. استفاده از منشور می‌تواند باعث افزایش فضای مورد نیاز برای سیستم اپتیکی شود که مسئله‌ی میزان فضای اشغال شده توسط سیستم اپتیکی دارای اهمیت

بسیاری است.

جدول (۳-۵): اعوجاجات ایجاد شده در ساختار سوم

|       |                     |
|-------|---------------------|
| ۰/۰۳۴ | کروی (SPHA)         |
| ۰     | کما (COMA)          |
| ۰     | آسیگماتیسم (ASTI)   |
| ۰     | انحنای میدان (FCUR) |
| ۰     | اعوجاج (DIST)       |
| ۰     | رنگی طولی (CLA)     |
| ۰     | رنگی عرضی (CTR)     |
| ۰/۰۳۴ | مجموع اعوجاجات      |

## ۴-۵ نتیجه‌گیری

هدف از انجام این پایان نامه، شبیه سازی و ساخت یک سیستم نمایش اطلاعات بصورت نمونه اولیه در جهت ارتقا دادن سطح رانندگی و کمک به افزایش تمرکز راننده و در نتیجه کاهش آمار تصادفات است. در این راستا با هدف یافتن بهترین روش که بتوان جهت پیاده‌سازی عملی مورد استفاده قرار داد، به بومی سازی این نوع سیستم نمایش اطلاعات پرداخته شد.

همانطور که در قسمت‌های قبل اشاره شد در خودروها یک واحد کنترل الکترونیکی (ECU) وجود دارد که به عنوان برد اصلی استفاده می‌شود و تمامی سنسورها، دوربین، GIS و GPS که در قسمت‌های مختلف خودرو نصب می‌شوند، اطلاعات خود را به این واحد کنترل از طریق پروتکل CAN انتقال داده و سپس این اطلاعات از طریق سیستم نمایش HUD برای راننده نشان داده می‌-

شود. نحوه قرارگیری سنسورها در خودروها با بردی که در اینجا طراحی شد کاملاً متفاوت است ولی هدف از این طراحی فقط نشان دادن اطلاعات بود.

از آنجایی که دسترسی به یک محیط شبیه‌سازی رانندگی بسیار هزینه‌بر می‌باشد و امکان ایجاد چنین محیطی وجود نداشت، برای انجام این پروژه به جای ECU از یک برد آماده مبتنی بر ARM استفاده شد. برای پروجکت کردن طبق شبیه‌سازی انجام شده با کمک نرم‌افزار Zemax باید از عدسی و آینه‌هایی که در نرم‌افزار شبیه‌سازی طراحی شده است، استفاده کرد ولی این عدسی‌ها در ایران یافت نشد و تلاش بر این بود که با توجه به لنزهای موجود در ایران طراحی صورت گیرد ولی با طراحی چندین مدل سیستم اپتیکی، (شکل (۳-۵))، با استفاده از لنزهای موجود در ایران امکان طراحی یک سیستم اپتیکی مناسب وجود نداشت و فقط به طراحی این سیستم بصورت شبیه‌سازی اکتفا شد.



شکل (۳-۵): یک نمونه طراحی سیستم اپتیکی با لنزهای موجود در ایران

## ۵-۵ پیشنهادات

❖ اضافه کردن دیگر پارامترهای مهم مانند تعیین خطوط جاده، تشخیص علائم راهنمایی و رانندگی و ...

❖ ایجاد محیط شبیه‌سازی رانندگی

❖ اضافه کردن کاربردهای دیگر. به عنوان مثال مصرف انرژی در قسمت های مختلف محاسبه شده و آن را به صورت نموداری از انرژی درآورده تا راننده بتواند مصرف سوخت خود را کنترل کند.

❖ حمایت مالی از طرف شرکت‌های خودروسازی و سازمان حمل و نقل جاده‌ای

❖ به منظور ارتقا کیفیت این ساختار و تجاری کردن آن باید تیمی متشکل از دانش آموختگان رشته‌های مکانیک، مهندسی خودرو، الکترونیک، فیزیک- نانو و فیزیک-اپتیک ایجاد شود.

- [1] J. Zhang, F.-Y. Wang, K. Wang, W.-H. Lin, X. Xu, and C. Chen, "Data-driven intelligent transportation systems: A survey," *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on*, vol. 12, pp. 1624-1639, 2011.
- [2] L. Díaz, "Optical aberrations in Head-Up Displays," PHD, Universidad Pontificia Comillas Madrid, 2005.
- [3] F. Blaicher, J. Yang, and R. Stiefelhagen, "Automatic Distortion Correction for a Full Windshield Head-up Display System," PHD, School of Computer Science, Karlsruhe Institute of Technology, 2009.
- [4] D. J. Collins, W. Biever, T. Dingus, and V. Neale, "Development of human factors guidelines for advanced traveler information systems (atis) and commercial vehicle operations (cvo): an examination of driver performance under reduced visibility conditions when using an in-vehicle signing and information system (isis)," 1999.
- [5] L. Klein, "Presentation Concepts for Conformal Navigation Systems," ed: May, 2008.
- [6] N. N. Zheng, S. Tang, H. Cheng, Q. Li, G. Lai, and F. Y. Wang, "Toward intelligent driver-assistance and safety warning system," *Intelligent systems, IEEE*, vol. 19, pp. 8-11, 2004.
- [7] E. Fischer and R. F. Haines, "Cognitive issues in head-up displays," 1980.
- [8] H. T. Zwahlen, C. Adams, and P. Schwartz, "Safety aspects of cellular telephones in automobiles," in *18th International Symposium on Automotive Technology and Automation, Florence, Italy*, 1988.
- [9] Y. C. Liu and M. H. Wen, "Comparison of head-up display (HUD) vs. head-down display (HDD): driving performance of commercial vehicle operators in Taiwan," *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 61, pp. 679-697, 2004.
- [10] P. M. Fitts, "The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement," *Journal of experimental psychology*, vol. 47, p. 381, 1954.
- [11] D. J. Weintraub, "Human factors issues in head-up display design: The book of HUD," DTIC Document 1992.
- [12] K. Chu, R. Brewer, and S. Joseph, "Traffic and navigation support through an automobile heads up display (a-HUD)," presented at the Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services, 2008.
- [13] <http://telematicswire.net/shanghai-gm-becomes-first-to-introduce-4g-lte-service-in-china-via-its-cadillac-model/> (2014.10.17).
- [14] [http://www.streetdirectory.com/travel\\_guide/135232/technology/advantages\\_and\\_disadvantages\\_of\\_a\\_head\\_up\\_display.html](http://www.streetdirectory.com/travel_guide/135232/technology/advantages_and_disadvantages_of_a_head_up_display.html) (2014.05.15).
- [15] R. g. Ma, T. Cao, and W. Wang, "HUD Image Vibration Detection on Improved Edge Detection and Corner Extraction," *International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition*, vol. 7, pp. 393-404, 2014.
- [16] <http://www.traffictechtoday.com/news.php?NewsID=64151> (2014.11.24).
- [17] <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/robotics-software/braindriver-a-mind-controlled-car> (2011.02.17).
- [18] D. Göhring, D. Latotzky, M. Wang, and R. Rojas, "Semi-autonomous car control using brain computer interfaces," in *Intelligent Autonomous Systems 12*. vol. 2, ed: Springer, 2013, pp. 393-408.
- [19] D. Hood, D. Joseph, A. Rakotonirainy, S. Sridharan, and C. Fookes, "Use of brain computer interface to drive: preliminary results," in *Proceedings of the 4th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*, 2012, pp. 103-106.
- [20] L. Bi, X. A. Fan, N. Luo, K. Jie, Y. Li, and Y. Liu, "A head-up display-based P300 brain-computer interface for destination selection," *Intelligent Transportation Systems*,



- IEEE Transactions on*, vol. 14, pp. 1996-2001, 2013.
- [21] T. Tsuji, H. Hattori, M. Watanabe, and N. Nagaoka, "Development of night-vision system," *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on*, vol. 3, pp. 203-209, 2002.
- [22] J. E. Källhammer, "Night Vision: Requirements and possible roadmap for FIR and NIR systems," in *Photonics Europe*, 2006, pp. 61980F-61980F-11.
- [23] A. Hosseini, D. Bacara, and M. Lienkamp, "A system design for automotive augmented reality using stereo night vision," in *Intelligent Vehicles Symposium Proceedings, 2014 IEEE*, 2014, pp. 127-133.
- [24] R. T. Tan, "Visibility in bad weather from a single image," in *Computer Vision and Pattern Recognition, 2008. CVPR 2008. IEEE Conference on*, 2008, pp. 1-8.
- [25] J. P. Tarel, N. Hautière, L. Caraffa, A. Cord, H. Halmaoui, and D. Gruyer, "Vision enhancement in homogeneous and heterogeneous fog," *Intelligent Transportation Systems Magazine, IEEE*, vol. 4, pp. 6-20, 2012.
- [26] H. Halmaoui, A. Cord, and N. Hautière, "Contrast restoration of road images taken in foggy weather," in *Computer Vision Workshops (ICCV Workshops), 2011 IEEE International Conference on*, 2011, pp. 2057-2063.
- [27] N. Hautière, J.-P. Tarel, and D. Aubert, "Mitigation of visibility loss for advanced camera-based driver assistance," *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on*, vol. 11, pp. 474-484, 2010.
- [28] N. Hautiere, J.-P. Tarel, J. Lavenant, and D. Aubert, "Automatic fog detection and estimation of visibility distance through use of an onboard camera," *Machine Vision and Applications*, vol. 17, pp. 8-20, 2006.
- [29] K. Landwehr, E. Brendel, and H. Hecht, "Luminance and contrast in visual perception of time to collision," *Vision research*, vol. 89, pp. 18-23, 2013.
- [30] W. E. K. Middleton, "Vision through the Atmosphere," in *Geophysics II*. vol. 10 / 48, J. Bartels, Ed., ed: Springer Berlin Heidelberg, 1957, pp. 254-287.
- [31] H. Halmaoui, K. Joulani, N. Hautière, A. Cord, and R. Brémond, "Quantitative model of the driver's reaction time during daytime fog—application to a head up display-based advanced driver assistance system," *IET Intelligent Transport Systems*, vol. 9, pp. 375-381, 2014.
- [32] C. B. Musselwhite and H. Haddad, "Exploring older drivers' perceptions of driving," *European Journal of Ageing*, vol. 7, pp. 181-188, 2010.
- [33] D. D. Clarke, P. Ward, C. Bartle, and W. Truman, "Older drivers' road traffic crashes in the UK," *Accident Analysis & Prevention*, vol. 42, pp. 1018-1024, 2010.
- [34] J. Ryu, G. Song, S. Lee, Y. Cho, G. Kyung, H. Kim, *et al.*, "Improving in-vehicle display and control design for older drivers," in *Ergonomics and Health Aspects of Work with Computers*. vol. 5624, ed: Springer, 2009, pp. 170-176.
- [35] D. W. Eby, D. A. Trombley, L. J. Molnar, and J. T. Shope, "The assessment of older drivers' capabilities: A review of the literature," *Ann Arbor*, vol. 1001, p. 48109, 1998.
- [36] P. Green, W. Levison, G. Paelke, and C. Serafin, "Preliminary human factors design guidelines for driver information systems," NASA, 1995.
- [37] R. J. Kiefer, "Quantifying head-up display (HUD) pedestrian detection benefits for older drivers," in *16th International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles. Windsor: NHTSA*, 1998, pp. 428-437.
- [38] V. Charissis, S. Papanastasiou, L. Mackenzie, and S. Arafat, "Evaluation of collision avoidance prototype head-up display interface for older drivers," *Human-Computer Interaction. Towards Mobile and Intelligent Interaction Environments*, pp. 367-375, 2011.
- [39] Y. C. Liu, "Effects of using head-up display in automobile context on attention demand and driving performance," *Displays*, vol. 24, pp. 157-165, 2003.
- [40] M. Knöös and M. Wihlborg, "Automotive Head-Up Displays Designing the user interface," Master's Degree, Lund, Ergonomics and Aerosol Technology, 2010.

- [41] O. H. Jafari, D. Mitzel, and B. Leibe, "Real-time RGB-D based people detection and tracking for mobile robots and head-worn cameras," in *Robotics and Automation (ICRA), 2014 IEEE International Conference on*, 2014, pp. 5636-5643.
- [42] Z. Zhang and F. Cohen, "3d pedestrian tracking based on overhead cameras," in *Distributed Smart Cameras (ICDSC), Seventh International Conference on*, 2013, pp. 1-6.
- [43] M. W. Park and S. K. Jung, "TLD based vehicle tracking system for AR-HUD using HOG and online SVM in EHMI," in *Consumer Electronics (ICCE), 2015 IEEE International Conference on*, 2015, pp. 289-290.
- [44] J. Nilsson, J. Fredriksson, and A. C. Odblom, "Reliable Vehicle Pose Estimation Using Vision and a Single-Track Model," *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on*, vol. 15, pp. 2630-2643, 2014.
- [45] <http://www.cnet.com/products/garmin-head-up-display-hud/> (2013.08.13).
- [46] S. L. Hou, W. K. Choi, and G.-D. J. Su, "Ultra-Bright Heads-Up Displays Using a Method of Projected Color Images by Combination of LEDs and Polymer-Dispersed Liquid Crystals," *Journal of Display Technology*, vol. 10, pp. 228-234, 2014.
- [47] J. Y. Lee, H. G. Hong, and Y. J. Kim, "Design and fabrication of semi-transparent screen using micro patterns and metal coating for head-up display," in *18th Microoptics Conference (MOC)*, 2013, pp. 1-2.
- [48] W. H. Cho, C. T. Lee, C. C. Kei, B. H. Liao, D. Chiang, and C. C. Lee, "Head-up display using an inclined Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> column array," *Applied optics*, vol. 53, pp. A121-A124, 2014.
- [49] E. Tolstik, A. Winkler, V. Matusevich, R. Kowarschik, U. V. Mahilny, D. N. Marmysh, et al., "PMMA-PQ photopolymers for head-up-displays," *Photonics Technology Letters, IEEE*, vol. 21, pp. 784-786, 2009.
- [50] BMW.Co., "E70 Head Up Display (HUD)," ed, 2010.
- [51] <http://www.wired.com/2010/03/gm-next-gen-heads-up-display/> (2010.03.17).
- [52] P. Ott and P. Pogany, "Optical design of head-up displays using CAD-compatible freeform surfaces," *photonik*, 2008.
- [53] <http://www.ausairpower.net/TE-Fighter-Cockpits.html> (2014.01.27).
- [54] Y. Furukawa, "Heads-up display system for a road vehicle," ed: Google Patents, 1991.
- [55] D. Griffiths, "Speedometer optical projection system," ed: Google Patents, 1975.
- [56] V. J. Frithiof and N. Y. Binghamton, "Optical viewing system," ed: Google Patents, 1972.
- [57] Y. Suzuki, T. Ohtsuka, T. Iino, A. Kasahara, and N. Tomiyama, "On-vehicle head up display device with optical means for correcting parallax in a vertical direction," ed: Google Patents, 1988.
- [58] S. E. Brown, J. Weaver, R. A. Sargent, S. W. Patterson, and M. L. Stephenson, "Head-up display for automobile," ed: Google Patents, 1988.
- [59] B. W. Robert and J. H. Peter, "Head-Up Displays," in *Digital Avionics Handbook*. vol. 2, R. S. Cary, Ed., Second ed: CRC Press, 2000.
- [60] M. Velger, "Helmet-mounted displays and sights," *Norwood, MA: Artech House Publishers.*, 1998.
- [61] <http://www.arm.com/products/processor/>.
- [62] "Cortex™-A8 technical reference manual," ed, 2007.
- [63] I. Inc., "MPU-6000/MPU-6050 Product Specification," ed, 2011.
- [64] H. I. Inc., "3-Axis Digital Compass IC HMC5883L," ed, 2014.
- [65] Bosch.Sensortec, "BMP180 Data sheet," ed, 2013.
- [66] Prolific, "PL-2303HX Edition (Chip Rev D) USB to Serial Bridge Controller Product Datasheet," ed, 2013.

## **Abstract**

Transportation system is one of the important factors in a society. Using intelligent transportation systems, applying new technologies, includes significant benefits. One of the most important of them is a decrease in the number of road events and accidents. In the world current automotive industry in great companies, the widespread use of a variety of intelligent technologies is rapidly expanding. A lot of smart devices such as radars, sensors, cameras and other modern equipment are used in the manufacture of nowadays cars with technology development.

They have a major role in reducing human errors, making prompt decisions and responding rapidly to the sudden events and circumstances while driving. In this research we designed and developed a HUD information display system for safe driving. The HUD Information display system, using new technologies, is capable to assist the driver in difficult and sensitive conditions to enhance safety and reduce road event and accident statistics.

Because of the growing automotive industry in Iran, the use of modern technology and familiarity with car smart systems are very important, as well as equipping new cars with security systems and smart facilities. In this study, a simplified lab sample of this information system is developed. Firstly, the hardware for receiving information from the sensors is designed and prepared. Another hard-ware is designed for receiving videos. Then to process information, an industrial portable board based on ARM Cortex-A8 processor is used.

**Keywords:** HUD Systems, Intelligent Vehicle, ARM Microcontroller, Design Optics System.



University of Shahrood

Faculty of Electrical and Robotics Engineering

Master of Science Thesis

# **Design and Hardware Implementation of HUD**

**Maryam Bahmani**

**Supervisor:**

Dr. OmidReza Marouzi

**Advisor:**

Dr. AliReza Ahmady Fard

July 2015