
 <p>جهاد دانشگاهی جهاد دانشگاهی صنعتی شریف</p>	<p>پروژه طراحی و پیاده‌سازی سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی</p>	 <p>سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران</p>
<p>JD CVT DSRC Overall Report r2.0 920213</p>	<p>مروری بر فناوری DSRC</p>	<p>صفحه ۱ از ۱۶</p>

بسمه تعالی



مروری بر فناوری DSRC

پروژه طراحی و پیاده‌سازی سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی
Connected Vehicle Technology Implementation (CVT)

کارفرما: سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران

مجری: جهاددانشگاهی صنعتی شریف

هدف از ارائه	تصویب کننده	تأیید کننده نهایی	تهیه کننده
تیین موضوع و دریافت نظرات	مدیریت پروژه	مدیریت دانش پروژه	گروه پایش فناوری
	حبیب رستمی	بهنام رفیعی مهر	زینب کاموسی، اصغر ناصری، بهنام رفیعی مهر
	۹۲/۰۲/۱۳	۹۲/۰۲/۱۲	۹۲/۰۲/۰۷

 <p>جهاد دانشگاهی جهاد دانشگاهی صنعتی شریف</p>	<p>پروژه طراحی و پیاده‌سازی سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی</p>	 <p>سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران</p>
<p>JD CVT DSRC Overall Report r2.0 920213</p>	<p>مروری بر فناوری DSRC</p>	<p>صفحه ۲ از ۱۶</p>

شناسنامه سند

سطح دسترسی: مطالعه، تکثیر و استفاده از مندرجات این رویه فقط برای گیرندگان آن آزاد است. استفاده سایرین منوط به اخذ مجوز با ذکر نوع استفاده از سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران می‌باشد.

سابقه بازنگری

تاریخ	بازنگری	موضوع	مجری	محل کار
۹۲/۰۲/۱۳	r2.0	مرور و اعمال موارد اصلاحی	مدیریت پروژه	جهاد دانشگاهی صنعتی شریف
۹۲/۰۲/۱۱	r1.5	تکمیل و ارائه نسخه قابل بررسی	واحد مدیریت دانش پروژه	جهاد دانشگاهی صنعتی شریف
۹۲/۰۲/۰۷	r1.0	تهیه پیش‌نویس اولیه	واحد پایش فناوری پروژه	جهاد دانشگاهی صنعتی شریف

نشانی کارفرما: سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران: تهران خیابان ولی عصر(عج)، نبش جام جم،



ساختمان شماره ۲

نشانی مجری: تهران، خیابان آزادی، ضلع شمالی دانشگاه صنعتی شریف، خیابان شهید قاسمی، پلاک ۷۱،

مجتمع جهاد دانشگاهی صنعتی شریف، تلفن: ۶۶۰۲۴۵۴۴، نمابر: ۶۶۰۱۲۴۹۷



تلفن و نمابر دفتر مدیریت پروژه در محل جهاد دانشگاهی صنعتی شریف: ۶۶۰۲۴۶۲۴

نشانی الکترونیکی (رایانامه): CVT@jdsharif.ac.ir و it@jdsharif.ac.ir

 جهاد دانشگاهی جهاد دانشگاهی صنعتی شریف	پروژه طراحی و پیاده‌سازی سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی	 سازمان کمترین و توسعه صنایع ایران
JD CVT DSRC Overall Report r2.0 920213	مروری بر فناوری DSRC	صفحه ۳ از ۱۶

فهرست مطالب

۱. پیشگفتار ۴
۲. مروری بر فناوری DSRC ۵
۳. فناوری آینده برای رانندگی ایمن‌تر (تعریف اداره تحقیقات وزات حمل و نقل آمریکا) ۷
۴. جایگاه فناوری DSRC در نگاه PIARC به مسئله خودروهای مرتبط ۱۰
۸. منابع و مراجع ۱۶

 <p>جهاد دانشگاهی بهاداد دانشگاه صنعتی شریف</p>	<p>پروژه طراحی و پیاده‌سازی سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی</p>	 <p>سازمان کنترلی و نوسازی صنایع ایران</p>
<p>JD CVT DSRC Overall Report r2.0 920213</p>	<p>مروری بر فناوری DSRC</p>	<p>صفحه ۴ از ۱۶</p>



۱. پیشگفتار

گسترش سریع شهرنشینی و چالش‌های اجتماعی، زیست محیطی و اقتصادی وابسته به آن یکی از موضوعات اصلی مورد توجه سیاست‌گذاران تمامی کشورهای در حال توسعه بوده است. پیش‌بینی می‌شود جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ از ۷ میلیارد کنونی به ۹ میلیارد نفر برسد. بدین ترتیب تا ۳۸ سال آینده جمعیت شهری دنیا از ۳,۵ میلیارد کنونی به ۶,۳ میلیارد نفر خواهد رسید و روی هم رفته تمامی شهرهای دنیا هر هفته پذیرای ۱ میلیون نفر بیشتر خواهند بود. این واقعیت‌ها حاکی از فشار روزافزون بر منابعی از قبیل معابر شهری، بزرگراه‌ها، جاده‌های برون‌شهری و امکانات حمل‌ونقل بوده و مسائلی عمده همچون افزایش تصادفات و آلودگی زیست‌محیطی از عواقب ناگزیر آن خواهند بود.

مسائل و معضلاتی که افزایش ترافیک و فشار روزافزون بر امکانات حمل‌ونقل پدید می‌آورد حول سه محور اصلی قابل بررسی هستند:

- ایمنی: سوانح رانندگی در سراسر دنیا هر ساله باعث مرگ ۱,۳ میلیون نفر و مصدومیت ۲۰ تا ۵۰ میلیون نفر دیگر می‌گردد. سوانح جاده‌ای نهمین عامل مرگ و میر انسانها در سراسر دنیاست. در صورتی که اقدامات اساسی در این زمینه صورت نگیرد، تا سال ۲۰۳۰ تصادفات جاده‌ای به مکان پنجم در فهرست عوامل مرگ‌ومیر انسانها در سراسر دنیا صعود خواهد کرد [۱].
- محیط زیست: وسایل نقلیه منبع عمده انتشار گازهای آلاینده در شهرهای بزرگ هستند. در حالی که بیشتر بخش‌های صنعتی با پیشرفت فناوری از انتشار گازهای آلاینده کاسته‌اند، این میزان در بخش حمل‌ونقل هم‌چنان رو به افزایش است. پیش‌بینی می‌شود که بین سالهای ۲۰۲۰ تا ۲۰۵۰ میزان دی‌اکسید کربن منتشر شده از خودروها دو برابر شود [۲].
- تحرک‌پذیری: تراکم روزافزون ترافیکی منجر به کاهش تحرک‌پذیری شهروندان و اتلاف میلیون‌ها ساعت از وقت مفید آنان در گلوگاه‌های ترافیکی می‌شود. این امر اثر بازدارنده‌ای بر توسعه اقتصادی و اجتماعی شهرهای بزرگ دارد.

با پیدایش فناوری ارتباطات خودرویی (برقراری ارتباطات برد کوتاه اختصاصی در محیط‌های خودرویی براساس استاندارد IEEE 802.11p که DSRC خوانده می‌شود) و معرفی کاربردهای آن در ارتقاء ایمنی

 <p>جهاد دانشگاهی بهاداد دانشگاهی صنعتی شریف</p>	<p>پروژه طراحی و پیاده‌سازی سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی</p>	 <p>سازمان کنترلی و نوسازی صنایع ایران</p>
<p>JD CVT DSRC Overall Report r2.0 920213</p>	<p>مروری بر فناوری DSRC</p>	<p>صفحه ۵ از ۱۶</p>

حمل‌ونقل زمینی از حدود یک دهه قبل در دنیا، همواره این سؤال بسیار مهم مطرح بوده است که استقرار این فناوری چگونه خواهد بود و به چه ترتیب می‌توان کاربران نهایی و رانندگان خودروها را از مزایای آن بهره‌مند نمود؟ پس از بررسی‌های فنی گسترده توسط گروه‌های پژوهشی مختلف در دنیا، اجرای پروژه‌های پایلوت متعدد در کشورهای پیشرفته، قطعیت یافتن کارآمدی فناوری مزبور به منظور تبادل پیام‌های ایمنی بین خودروها و ارائه استاندارد IEEE 802.11p موسوم به WAVE^۱ در سال ۲۰۱۰، تلاش جهانی بر ایجاد شرایط لازم به منظور استقرار این فناوری و استفاده عملیاتی آن از طریق مشارکت دولت‌ها، شرکت‌های خودروسازی و عموم سازمان‌های ذینفع متمرکز گردیده است.

۲. مروری بر فناوری DSRC^۲

در سال ۱۹۹۹ کمیسیون مخابرات فدرال ایالات متحده، ۷۵ مگاهرتز از طیف ارتباطات برد کوتاه اختصاصی در باند ۵/۹ گیگاهرتز را به طور انحصاری به ارتباطات بین‌خودرویی (V2V)^۳ و ارتباطات بین خودرو و زیرساخت (V2I)^۴ اختصاص داد. این فناوری، یک فناوری ارتباطی رو به گسترش است که با هدف برقراری ارتباط محلی بی‌سیم، برای کاربران ثابت و متحرک با نرخ بالای انتقال داده ارائه شده است [۳]. استاندارد اختصاصی این فناوری با نام 802.11p برای کاربرد دسترسی بی‌سیم در محیط‌های خودرویی (WAVE)^۵ توسط موسسه IEEE تدوین شده و در ۱۵ جولای سال ۲۰۱۰ انتشار یافته است. محدوده فرکانسی مورد استفاده در این قرارداد ۵/۸۵ تا ۵/۹۲ گیگاهرتز و نرخ انتقال داده آن بین ۳ تا ۲۷ مگابیت در ثانیه می‌باشد که کاربردهای متنوع و بسیاری از جمله کاربردهای اینترنت در حال حرکت با سرعت بالا را نیز شامل می‌شود [۴].

علت ترجیح DSRC به ارتباطات Wi-Fi مرسوم در شبکه تلفن همراه این است که با تولید و استفاده انبوه از گوشی‌های تلفن همراه که باندهای ۲/۴ و ۵ گیگاهرتز را اشغال می‌کنند، سطحی غیرقابل کنترل از تداخلات



¹ Wireless Access in Vehicular Environments

² Dedicated Short Range Communications

³ Vehicle to Vehicle

⁴ Vehicle to Infrastructure

⁵ Wireless Access in Vehicular Environments



 <p>جهاد دانشگاهی بهاداد دانشگاه صنعتی شریف</p>	<p>پروژه طراحی و پیاده‌سازی سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی</p>	 <p>سازمان کنترلی و نوسازی صنایع ایران</p>
<p>JD CVT DSRC Overall Report r2.0 920213</p>	<p>مروری بر فناوری DSRC</p>	<p>صفحه ۶ از ۱۶</p>

ارتباطی پیش می‌آید که ممکن است قابلیت اعتماد و اثربخشی کاربردهای ایمنی فعال را به مخاطره افکند. در فناوری Wi-Fi برای برقراری ارتباط، ابتدا باید وسیله ارتباطی (مانند گوشی همراه) یک ایستگاه نزدیک به خود را شناسایی کرده و با آن مرتبط شود. این عمل ممکن است چندین ثانیه بطول انجامد درحالی‌که کاربردهای ایمنی خودرویی نیاز به برقراری آنی ارتباط دارند. برای نیل به این هدف تغییرات متعددی در فناوری پایه Wi-Fi لازم گردید. ابتدا زمان لازم برای اینکه وسایل ارتباطی یکدیگر را شناسایی کرده و به یکدیگر پیام بفرستند، باید بسیار کوتاه باشد. بسیاری از کاربردهای فعال ایمنی نیاز به زمان واکنشی در حد چند هزارم ثانیه دارند. بدین منظور، پیام‌های ایمنی بطور متناوب ارسال می‌شوند تا خودروهای دریافت‌کننده پیام‌های ایمنی بتوانند در صورتی که مخاطب پیام بودند به سرعت به آن پاسخ گویند.

فناوری DSRC بر مبنای استاندارد IEEE 802.11p در بسیاری از ویژگی‌ها با استاندارد IEEE 802.11a مختص شبکه‌های بی‌سیم همخوانی دارد. لیکن تفاوت‌های عمده زیر را بین این دو استاندارد می‌توان تشخیص داد [۵]:

- ✓ باند فرکانسی عملیاتی: DSRC در یک طیف فرکانس ۷۵ مگاهرتزی مجاز در باند ۵/۹ گیگاهرتز عمل می‌کند در حالی که IEEE 802.11a تنها امکان استفاده در بخش‌های بدون مجوز باند فرکانسی را دارد.
- ✓ محیط عملیاتی: DSRC برای سرعت‌های بالا (تا ۱۹۰ کیلومتر بر ساعت) منظور شده است در حالی که طراحی IEEE 802.11a در اصل برای کاربردهای شبکه بی‌سیم خانگی (با سرعت گام زدن معمولی انسان) می‌باشد.
- ✓ پشتیبانی وسیع: باند فرکانسی DSRC از هفت کانال تشکیل شده است که شامل یک کانال کنترل می‌باشد. در نتیجه DSRC می‌تواند خانواده بزرگی از کاربردهای ایمنی و غیرمرتبط با ایمنی خودرو را پشتیبانی کند.
- ✓ لایه فیزیکی: پهنای باند هر کانال DSRC ده مگاهرتز است (این پهنای باند در IEEE 802.11a به میزان ۲۰ مگاهرتز می‌باشد). در نتیجه DSRC در برابر اثرات داپلر و تاخیر مربوط به مسیرهای متعدد که در سرعت‌های بالای جاده‌ای بوجود می‌آید مقاوم‌تر است

جدول ۱ مقایسه بین ویژگی‌های فناوری DSRC با سایر فناوری‌های ارتباطات بی‌سیم را نشان می‌دهد.

 <p>جهاد دانشگاهی جهاد دانشگاهی صنعتی شریف</p>	<p>پروژه طراحی و پیاده‌سازی سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی</p>	 <p>سازمان کمترین و نوسازی صنایع ایران</p>
<p>JD CVT DSRC Overall Report r2.0 920213</p>	<p>مروری بر فناوری DSRC</p>	<p>صفحه ۷ از ۱۶</p>

MBAW	Mobile WiMAX5	Cellular Phone	Wi-Fi	DSRC	مشخصات
	۱-۳۲ Mbps	< ۲ Mbps	۶-۵۴ Mbps	۳-۲۷ Mbps	نرخ داده
نامعین	نامعین	در حد چند ثانیه	در حد چند ثانیه	< ۵۰ms	زمان عکس‌العمل
< ۲۵۰ Km	< ۱۵ Km	< ۱۰ Km	< ۱۰۰ m	< ۱ Km	برد
	> ۹۰ Km/h	> ۹۰ Km/h	< ۵ Km/h	> ۹۰ Km/h	تحرک
۳/۵GHz	۲/۵GHz	۱/۹GHz تا ۸۰۰MHz	۵/۲GHz تا ۲/۴GHz	۵/۹GHz تا ۵/۸GHz	باند فرکانسی
802.20	802.16e	ندارد	802.11a	802.11p	استاندارد IEEE

جدول ۱- مقایسه برخی از خصوصیات فناوری‌های بی‌سیم با فناوری DSRC

۳. فناوری آینده برای رانندگی ایمن‌تر (تعریف اداره تحقیقات وزات حمل و نقل آمریکا)

DSRC یک قابلیت ارتباطات بی‌سیم به صورت دو طرفه با برد کوتاه تا متوسط می‌باشد که امکان انتقال داده بسیار بالا و حیاتی در کاربردهای ایمنی فعال و مبتنی بر ارتباطات را فراهم می‌سازد. کمیسیون مخابرات فدرال آمریکا (FCC)^۱ در گزارش و ابلاغیه FCC-03-324، اجازه استفاده از ۷۵ مگاهرتز از پهنای باند فرکانسی ۵/۹GHz را به سامانه‌های حمل و نقل هوشمند برای کاربردهای ایمنی^۲ و روان سازی ترافیک^۳ داده است.

ارتباطات مبتنی بر DSRC یک اولویت اساسی تحقیقاتی دفتر برنامه مشترک (ITS JPO) در اداره پژوهش و نوآوری در فناوری (RITA)^۴ وابسته به وزارت حمل و نقل آمریکا (U.S. DOT)^۵ می‌باشد. برنامه‌ای چند وجهی که، تحقیقات با استفاده از DSRC و سایر فناوری‌های ارتباطات بی‌سیم را به سمت تضمین ایمنی، ارتباطات خودرویی با توانمندی تبادل اطلاعات برای جلوگیری از انواع تصادفات، بهبود حرکت خودروها و ایجاد منافع زیست محیطی در همه حالات سامانه‌های حمل و نقلی هدایت می‌کند.



¹ Federal Communications Commission

² Safety

³ Mobility

⁴ Research and Innovative Technology Administration

⁵ U.S. Department of Transportation

 <p>جهاد دانشگاه بهاد دانشگاه صنعتی شریف</p>	<p>پروژه طراحی و پیاده‌سازی سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی</p>	 <p>سازمان گسترش و توسعه صنایع ایران</p>
<p>JD CVT DSRC Overall Report r2.0 920213</p>	<p>مروری بر فناوری DSRC</p>	<p>صفحه ۸ از ۱۶</p>

وزارت حمل و نقل آمریکا متعهد است که DSRC با ایجاد ارتباطات فعال ایمنی، به رانندگی ایمن‌تر بیانجامد. کاربردهای ایمنی خودرویی که از ارتباطات خودرو با خودرو (V2V) و خودرو با زیرساخت (V2I) استفاده می‌کنند، به واسطی امن، بی‌سیم، مستقل از شرایط آب‌وهوایی و با تأخیرات زمانی کوتاه نیاز دارند که همه این‌ها توسط DSRC فراهم می‌شوند [۶].

• چه کسانی می‌توانند فناوری‌های DSRC را گسترش دهند؟



سازندگان قطعات الکترونیکی، تولیدکنندگان برنامه‌های کاربردی، نمایندگان صنایع خودرویی، مخابرات راه دور، صنایع الکترونیک و سایر صنایع که محصولات آنها می‌توانند هشدارهایی را به خودروها، زیرساخت ارتباطات جاده‌ای و ابزارهای ارتباطی شخصی مسافران مخابره کنند، هر یک به نوعی در گسترش فناوری‌های DSRC نقش دارند.

چگونه DSRC مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

کاربردهای V2V و V2I که از DSRC استفاده می‌کنند، بالقوه می‌توانند بسیاری از مرگبارترین انواع تصادفات خودرویی را از طریق هشدارهای به موقع به رانندگان در هنگام خطرات قریب‌الوقوع کاهش دهند. برخی از انواع شایع این خطرات عبارتند از: نزدیک شدن به کناره‌های جاده، توقف ناگهانی خودرویی در جلو، نزدیک شدن به محل اتصال مسیره‌های فرعی، پیچ‌های تند و لغزندگی سطح جاده در مسیر پیش‌رو. خدمات V2I به منظور راحتی، مانند e-parking و پرداخت الکترونیکی نیز از طریق DSRC قابل ارائه هستند. اطلاعات حسگرهای الکترونیکی داخل خودروها و ابزارهای الکترونیکی نیز می‌توانند بر بستر DSRC منتقل شده و اطلاعات بهتری از وضعیت ترافیک و شرایط سفر، در اختیار مدیران حمل‌ونقل و مسافران قرار دهند. یک سامانه حمل‌ونقل ایمن‌تر مبتنی بر ارتباطات خودرویی، کاربردهای پیشگیری از تصادفات و روان‌سازی ترافیک را توأمأ ارائه می‌دهد.

کاربردهای ITS در بخش ارتباطات خودرویی، قابلیت‌های زیر را موجب می‌شوند:

- برقراری ارتباطات بین خودروها به منظور کمک به جلوگیری از تصادفات،
- برقراری ارتباطات بین خودروها با تجهیزات کنار مسیر به منظور ایمنی، روان‌سازی ترافیک

 <p>جهاد دانشگاه جمهورية اسلامی افغانستان</p>	<p>پروژه طراحی و پیاده‌سازی سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی</p>	 <p>سازمان متمرکز و نوسازی صنایع ایران</p>
<p>JD CVT DSRC Overall Report r2.0 920213</p>	<p>مروری بر فناوری DSRC</p>	<p>صفحه ۹ از ۱۶</p>

(تحرک پذیری) و پایداری زیست محیطی،

- برقراری ارتباطات بین خودروها، زیرساخت و ابزارهای بی‌سیم مسافران به منظور تأمین ارتباطات پیوسته بلادرنگ برای تمام کاربران سامانه،



فناوری DSRC به منظور پیشگیری از تصادف و روان‌سازی ترافیک، موارد زیر را پشتیبانی می‌کند:

- کاربردهای ایمنی فعال در حمل و نقل،
- ارتباطات ایمن و قابل اعتماد،
- ارتباطات پرسرعت با تأخیر زمانی کوتاه،
- عدم آسیب‌پذیری در شرایط آب‌وهوایی سخت،
- پذیرش انتقالات چند مسیری،
- اتکا به استانداردها برای تعامل و اشتراک داده‌ها،

چرا و به خاطر چه مزایایی DSRC توسعه پیدا کرده است؟

DSRC با هدف اولیه توانمندسازی فناوری‌ها برای پشتیبانی از کاربردهای ایمنی و ارتباطات بین تجهیزات خودرویی و تجهیزات کنار مسیر برای کاهش تصادف توسعه پیدا کرده است. در حال حاضر، DSRC تنها گزینه ارتباطات بی‌سیم با برد کوتاه است که قابلیت‌های زیر را تأمین می‌کند:



- پهنای باند تعیین شده تحت لیسانس: به منظور برقراری ارتباطات ایمن و قابل اعتماد، این فناوری از ابتدا توسط FCC آمریکا در گزارش و ابلاغیه شماره FCC 03-324 به کاربردهای ایمنی خودرویی اختصاص داده شده است.
- دستیابی سریع به شبکه: کاربردهای ایمنی فعال نیاز به برقراری فوری ارتباطات بی‌سیم و به‌روز رسانی‌های مکرر دارند.
- تأخیرات زمانی کوتاه: کاربردهای ایمنی فعال باید به سرعت یکدیگر را تشخیص داده و پیغام‌ها بین هریک در عرض مدت چند میلی‌ثانیه‌ای و بدون تأخیر مخابره شوند.
- اطمینان بالا در صورت نیاز: کاربردهای ایمنی فعال به سطح بالایی از قابلیت اطمینان در برقراری ارتباط نیاز دارند. DSRC در شرایط حرکت خودرو با سرعت زیاد کار کرده و کارایی خود را در شرایط سخت آب و هوایی (مانند باران، برف، مه و برف) حفظ می‌کند.

 <p>جهاد دانشگاهی بهاداد دانشگاه صنعتی شریف</p>	<p>پروژه طراحی و پیاده‌سازی سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی</p>	 <p>سازمان کنترلی و نوسازی صنایع ایران</p>
<p>JD CVT DSRC Overall Report r2.0 920213</p>	<p>مروری بر فناوری DSRC</p>	<p>صفحه ۱۰ از ۱۶</p>

- اولویت برای کاربردهای ایمنی: کاربردهای ایمنی در فناوری DSRC بر کاربردهای غیر ایمنی اولویت دارند.
- قابلیت همکاری: DSRC قابلیت همکاری را تضمین می‌کند. این ویژگی، کلیدی برای استقرار موفقیت آمیز کاربردهای فعال ایمنی با استفاده از استانداردهای معتبر می‌باشد. DSRC از ارتباطات V2V و V2I پشتیبانی می‌کند.
- امنیت و حریم خصوصی: DSRC احراز هویت و حریم خصوصی پیام‌های ایمنی را تأمین می‌کند. کاربردهای بالقوه DSRC برای ایمنی عمومی و مدیریت حمل و نقل:
 - هشدار نقطه کور،
 - هشدار برخورد از جلو،
 - هشدار ترمز ناگهانی خودرویی در جلو،
 - هشدار مخاطره سبقت،
 - همیاری حرکت و اجتناب از تصادف در تقاطع‌ها،
 - هشدار نزدیک شدن خودروی اورژانسی،
 - معاینه ایمنی خودرو،
 - اولویت‌دهی چراغ راهنمایی برای عبور خودروهای اورژانسی یا عمومی،
 - پرداخت عوارض و رزرو پارکینگ به صورت الکترونیکی،
 - معاینات ایمنی و ترخیص خودروهای تجاری،
 - علامت‌دهی داخل خودرو (نشان دادن علائم کنار جاده در داخل خودرو)،
 - هشداردهی واژگونی خودرو (توصیه سرعت مناسب خودرو به هنگام عبور از پیچ)
 - اطلاع‌رسانی وضعیت ترافیک و شرایط سفر به منظور بهبود اطلاعات مسافران و خدمات تعمیر و نگهداری

۴. جایگاه فناوری DSRC در نگاه PIARC به مسئله خودروهای مرتبط



در بخش حاضر، به خلاصه‌ای از موارد و موضوعات مطرح شده راجع به فناوری ارتباطات برد کوتاه اختصاصی (DSRC) در گزارش انجمن جهانی جاده (PIARC) و فدراسیون بین‌المللی انجمن‌های مهندسی

	<p>پروژه طراحی و پیاده‌سازی سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی</p>	
<p>JD CVT DSRC Overall Report r2.0 920213</p>	<p>مروری بر فناوری DSRC</p>	<p>صفحه ۱۱ از ۱۶</p>

خودرو (FISITA) با عنوان The Connected Vehicle که در سال ۲۰۱۲ منتشر شده است، می‌پردازیم. شماره صفحات گزارش مزبور که مطالب این مستند را در بردارند، در پایان پاراگراف‌های مربوطه آورده شده‌اند [۷].



- در کشور ژاپن خدمات ITS Spot^۱ اطلاعات وسیعی را در زمینه ترافیک جاده‌ای در مقیاس وسیع توسط فناوری DSRC برای بهبود ایمنی، و سامانه راهبردی خودرویی سازگار با ITS Spot فراهم ساخته است [ص ۱۹].
- در استرالیا در آوریل ۲۰۰۹، Board of Austroads اقدام به ایجاد یک کمیته راهبردی ITS و گروه مرجعی در صنعت نمود. کارهایی که تاکنون در این زمینه انجام شده است، همکاری با سازمان‌های ذیربط در بخش‌های رسانه و ارتباطات در استرالیا به منظور تخصیص باند 5.9 GHz برای سامانه‌های مشارکتی ITS را شامل می‌شود. Austroads در ماه می ۲۰۱۱ یک گزارش تحقیقاتی با عنوان مطالعات سازگاری DSRC به شماره AP-R382/11 منتشر کرده است. Austroads همچنین اقدام به انتشار گزارش AP-R375/11 در مورد مزایای بالقوه ایمنی در فناوری‌های پیشگیری از تصادف بوسیله ارتباطات خودرو به خودرو (DSRC) در استرالیا نموده است. این گزارش، تهیه شده توسط مرکز تحقیقات تصادفات دانشگاه Monash، از جمله مزایای بالقوه‌ای فناوری مزبور را، کاهش ۲۵-۳۵ درصد تصادفات منجر به مصدومیت تخمین می‌زند، البته در صورتی که این فناوری در تعداد قابل توجهی از خودروها مورد استفاده قرار گیرد [ص ۲۲].
- باید گفت هر منطقه، رویکرد متفاوتی را برای استفاده از حمل و نقل هوشمند و IT در پیش می‌گیرد تا بتواند راه‌حل‌های مناسب برای مسائل را فراهم سازد. در کشور ژاپن این رویکرد، طرح‌ریزی استقرار سیستم‌های ارتباط خودرویی با استفاده از ترکیب فناوری تلفن همراه، فناوری DSRC و مادون قرمز (Infra-red) می‌باشد. ژاپن هم‌اینک به پایه قابل توجهی برای کاربری فناوری DSRC دست یافته است [ص ۲۳].

^۱ خدماتی که در پروژه SmartWay در زمینه ITS در ژاپن تعریف شده است. پروژه SmartWay در این کشور به پیاده‌سازی ایمنی ترافیکی، کاهش ازدحام و پشتیبانی از محیط زیست می‌پردازد.

 <p>جهاد دانشگاه جمهورية اسلامی افغانستان</p>	<p>پروژه طراحی و پیاده‌سازی سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی</p>	 <p>سازمان کمترین و نوسازی صنایع ایران</p>
<p>JD CVT DSRC Overall Report r2.0 920213</p>	<p>مروری بر فناوری DSRC</p>	<p>صفحه ۱۲ از ۱۶</p>

- سامانه‌های مشارکتی ITS نیاز به استانداردهای هماهنگ‌سازی شده به صورت بین‌المللی و پروتکل‌های مطمئن به منظور ارتباطات بین خودروها با یکدیگر و بین خودروها با زیرساخت (تجهیزات کنار مسیر) دارند. سامانه‌های مربوط به ایمنی نیز نیاز به ارتباطات بسیار مطمئن با تأخیر کم و پاسخ‌هایی در حد کسری از ثانیه دارند. تفکر کنونی، پیاده‌سازی DSRC را مطلوب نشان می‌دهد، اما نسل‌های چهارم یا پنجم شبکه‌های سلولی، بزودی گزینه‌های ارتباطی دیگری را تأمین خواهند کرد که نیاز به یکپارچه‌سازی با این فناوری را دارند [ص ۲۴].
- کشور ژاپن یک مورد استثنایی برجسته در این زمینه است که شبکه عظیمی از ارسال کننده‌های سیگنال DSRC در باند ۵/۸ گیگاهرتز را پیاده‌سازی کرده است. ایالات متحده نیز در حال اتخاذ تصمیماتی در این زمینه در آینده بسیار نزدیک می‌باشد [ص ۲۴]. VICS^۱ در ژاپن، نشان داد که رویکردی از طرف دولت می‌تواند منجر به نفوذ قابل ملاحظه ارتباطات خودرویی شود. سامانه ژاپنی VICS از طریق ارسال کننده‌های سیگنال مادون قرمز در مناطق شهری به سامانه مدیریت ترافیک سراسری پلیس متصل شده و در اتوبان‌ها نیز، ارسال کننده‌های DSRC، به منظور دریافت عوارض به صورت الکترونیکی و جابجایی اطلاعات ترافیکی نصب شده‌اند [ص ۳۹].
- در صنعت رو به رشد تلفن همراه، گوشی‌هایی که از ارتباطات برد کوتاه و DSRC استفاده می‌کنند، در حال گسترش می‌باشند. اما با همه این‌ها در حال حاضر شواهدی مبنی بر وجود یک نمونه تجاری که باعث تشویق صنایع مخابراتی به ایجاد یک زیرساخت پشتیبانی کننده سرویس‌های DSRC شده باشد، وجود ندارد [ص ۲۸].
- تأمین کنندگان تجهیزات ارتباطی بی‌سیم با داشتن محصولات استقرار یافته در زمینه پرداخت الکترونیکی عوارض، بخش مهمی از بازار هستند که در صورت پذیرفته شدن تجهیزات ارتباطی مبتنی بر فناوری DSRC به عنوان زیرساخت‌های ارتباطات V2V و V2I، بازار کار آنها به شدت گسترش می‌یابد [ص ۳۱].
- از دیدگاه صنایع مخابراتی راه دور، مسئله ارتباطات خودرویی موضوعی فراتر از تنها یک ابزار مصرفی می‌باشد. این مقوله، یک فضای جدید کاربری با خدماتی است که خانه، اتومبیل و اینترنت سیار را در

¹ Vehicle-Infrastructure Communication System

 <p>جهاد دانشگاهی بهاداد دانشگاهی صنعتی شریف</p>	<p>پروژه طراحی و پیاده‌سازی سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی</p>	 <p>سازمان مکتربی و نوسازی صنایع ایران</p>
<p>JD CVT DSRC Overall Report r2.0 920213</p>	<p>مروری بر فناوری DSRC</p>	<p>صفحه ۱۳ از ۱۶</p>



یک جا گرد هم می‌آورند. در حال حاضر به نظر نمی‌رسد شرکت‌های مخابراتی راه دور به تأمین زیرساخت‌های زمینی مرتبط با DSRC بپردازند [ص ۳۲].

- شواهد تحقیقاتی نشان می‌دهد که ارتباطات برد کوتاه باعث کاهش تصادفات می‌شوند، ولی این موضوع وابسته به تعداد خودروهای مجهز به آن‌ها است. با استفاده از پخش همگانی^۱، اطلاعات مربوط به مدیریت ترافیک و زمانبندی علائم چراغ‌های راهنمایی با استفاده از این ارتباطات، مدیریت ترافیکی بهتری به وجود خواهد آمد. رانندگانی که بهتر اطلاع‌رسانی شده‌اند، سفرهای روان‌تر و مقرون به صرفه‌تر و استفاده بهتری از فضای جاده‌ای خواهند داشت. این پخش همگانی اطلاعات، خود باعث تأمین فرصت‌هایی در جهت کاهش تجهیزات کنار جاده‌ای و VMS^۲ هایی خواهد شد که خود از نظر ایجاد، تعمیر و نگهداری پرهزینه می‌باشند. در کشور آمریکا، ایالت میشیگان به ازای هر تابلوی VMS، مبلغی بالغ بر ۲۵۰ هزار دلار صرفه‌جویی را در بکارگیری فناوری DSRC تخمین زده است که در آن به جای تابلوهای پرهزینه پیام‌های متغیر VMS، از علائم و پیام‌های رانندگی در داخل خودرو استفاده می‌شود [ص ۳۷].

- می‌توان گفت در حال حاضر DSRC انتخاب روشنی برای کاربردهای ایمنی V2V به‌شمار می‌رود، البته با در نظر گرفتن این موضوع که فناوری‌های ارتباطی به سرعت در حال رشد هستند و ممکن است گزینه‌های جدیدی در آینده به‌وجود آیند. از بین انتخاب‌های محدودی که در حال حاضر برای شبکه‌های امنیتی V2V وجود دارد، زیرساخت DSRC یکی از گزینه‌ها می‌باشد و مشخص نیست که چه کسی قرار است مالک و مسئول نصب این زیر ساخت باشد. USDOT مطالعه‌ای را در مورد نیازمندی‌های غیرفنی برای شبکه امنیتی V2V آغاز کرده و در حال حاضر مشغول به ادامه کار بر روی این حوزه می‌باشد. همچنین DSRC برای کاربردهای V2I می‌تواند با زیرساخت‌های موجود مانند سیستم‌های ترافیکی چراغ راهنمایی ترکیب شود، هرچند همچنان تعداد زیادی معتقدند که نیاز به علائم کنار جاده‌ای هیچ‌گاه قابل حذف نخواهد بود. مطالعاتی در مورد مسائل مربوط به زیرساخت و گزینه‌های پیش‌رو در ایالات متحده در حال انجام است [ص ۴۰].

¹ Broadcast

² Variable Message Sign

 <p>جهاد دانشگاهی تهران</p>	<p>پروژه طراحی و پیاده‌سازی سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی</p>	 <p>سازمان مخابراتی و نوسازی صنایع ایران</p>
<p>JD CVT DSRC Overall Report r2.0 920213</p>	<p>مروری بر فناوری DSRC</p>	<p>صفحه ۱۴ از ۱۶</p>

- در سال ۱۹۹۰ گزینه مورد انتخاب infra-red بود و پس از آن گزینه امواج رادیویی با برد کوتاه ۵/۸ تا ۵/۹ گیگاهرتز (DSRC) ظهور کرد. استفاده از Infra red در محیط‌های شهری و DSRC در محیط‌های بین شهری موفقیت‌آمیز به اثبات رسید. در طول سال ۲۰۰۰ مباحثات به سمت برتری ترکیب DSRC و GSM کشیده شد و در سال ۲۰۱۰، LTE^۱ به عنوان یک ترکیب مناسب با GSM و DSRC ظهور یافت [ص ۴۰].

- موضوع بنیادی در هر مباحثه‌ای در مورد فناوری این است که نیازمندی‌های کاربردها با فناوری موجود منطبق باشد. باید در نظر گرفت که برتری فنی یک فناوری نیز به تنهایی مورد توجه نیست، بلکه شبکه‌های ارتباطی آن نیز باید موجود و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشند. نسل‌های شبکه سلولی 2.5G و 3G فناوری تلفن همراه دارای این مزیت هستند که در همه‌جای دنیا موجود و مستقر می‌باشند. این فناوری‌های استقرار یافته دارای ظرفیت‌های لازم برای مدیریت نیازمندی‌های فنی اکثر کاربردهای تحرک‌پذیری و تجاری ارتباطات خودرویی می‌باشند. نمونه‌هایی از چنین کاربردهایی توسط برخی خودروسازها و سازندگان سامانه‌های ردیابی ارائه شده‌اند که در آن‌ها از نوعی ترکیب خدمات صوتی و داده استفاده شده است [ص ۴۰].



- از نگاه دیگر، فناوری‌های ارتباطات برد کوتاه نیازمندی‌های فنی مورد نیاز برای کاربردهای ایمنی V2V و V2I را تأمین کرده ولی نیاز به استقرار زیرساخت‌های جدید دارند. در حال حاضر ظرفیتی تحت عنوان "پرداخت کاربران" برای این فناوری‌ها وجود ندارد. برای استقرار این سامانه‌ها نیاز به یک راهبری برجسته از طرف یکی از گردانندگان اصلی وجود دارد. این راهبری می‌تواند در قالب یک تصمیم رسمی از طرف عوامل زیر صورت گیرد [ص ۴۱]:

✓ قانونگذاران (= دولت) که با اجباری ساختن V2V باعث می‌شوند توسعه فناوری‌های مکمل V2I شتاب بگیرند،

✓ قانونگذاران/پراتورهای راهداری که در زمینه ایجاد زیرساخت‌ها سرمایه‌گذاری کنند به این منظور که به تشویق توسعه فناوری جدید ایمنی و تحرک‌پذیری پردازند،

✓ صنعت خودرو تا به نیازمندی‌ها در این زمینه پاسخگو باشد،

¹ Long-Term Evolution (of UTMS technology)

 <p>جهاد دانشگاهی جهاد دانشگاهی صنعتی شریف</p>	<p>پروژه طراحی و پیاده‌سازی سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی</p>	 <p>سازمان کنترلی و نوسازی صنایع ایران</p>
<p>JD CVT DSRC Overall Report r2.0 920213</p>	<p>مروری بر فناوری DSRC</p>	<p>صفحه ۱۵ از ۱۶</p>

✓ ترکیبی از سرمایه‌گذاری بخش عمومی و خصوصی،

این سیاستی است که در کشور ژاپن به کار گرفته شد. یک شبکه تجهیزات DSRC که از بودجه عمومی استفاده می‌کند در حدود ۱۶۰۰ منطقه بحرانی استقرار یافته است. با استفاده از این سرمایه‌گذاری، ژاپن یک فضای ترکیبی شامل VICS با استفاده از سیگنال دهنده‌های مادون قرمز در مناطق شهری و سامانه‌های رادیویی FM^۱ و DAB^۲، شبکه سلولی 3G و فناوری DSRC را در بزرگراه‌ها به کار گرفته است [ص ۴۰].

- این نوع از سامانه هیبریدی می‌تواند یک راه‌حل مصالحه‌ای باشد که ظرفیت و استقرار سریع سامانه مخابراتی مبتنی بر اپراتور را با پاسخ‌دهی فناوری‌های برد کوتاه ترکیب می‌کند. مثال دیگری از این رویکرد، توسعه ساختار CALM^۳ توسط ISO TC 204 می‌باشد که به قسمت اعظمی از رسانه‌های مخابراتی مناسب دسترسی ایجاد می‌کند، البته قطعاً پیامدهایی از نظر هزینه و پیچیدگی وجود دارد که باید به طور کامل ارزیابی شود.

- RITA نیز در حال بررسی نوعی از معماری است که تعیین‌کننده عملکردهای کلیدی می‌باشد که باید توسط یک سامانه مرکزی انجام شود. معماری سامانه مرکزی برای کاربردی خاص، فناوری ارتباطی متناسب با آن را تأمین می‌کند. با استفاده از این روش، DSRC تنها برای کاربردهایی استفاده می‌شود که به‌طور منحصر به فردی برای آنها مناسب می‌باشد. این قدرت ترکیب و انطباق کاربردها با فناوری ارتباطی مناسب با آنها، یک ویژگی کلیدی محسوب می‌شود [ص ۴۰ و ۴۱].



در ایالات متحده، طیف ۷۵MHz از باند ۵/۸۵۰-۵/۹۲۵ گیگاهرتز، به ارتباطات اختصاصی برد کوتاه (DSRC) تخصیص یافته است که تأمین‌کننده کاربردهای ITS با کانال‌های ویژه برای ایمنی و اولویت دسترسی عمومی به کاربردهای ایمنی در تمامی باندها می‌باشد [ص ۴۱].

در ژاپن طیف بین ۵/۷۷۵ تا ۵/۸۴۵ گیگاهرتز به سرویس‌های ITS و ETC اختصاص یافته است. تصمیمی نیز مبنی بر اختصاص یک فرکانس به ITS در باندهای ۱۰MHz در بازه بین ۷۱۰ تا ۷۷۰ مگاهرتز اتخاذ شده است. این باندها با اتمام پخش آنالوگ تلویزیونی در آخر جولای ۲۰۱۱ خالی شده و

¹ Frequency Modulation

² Digital Audio Broadcasting (Digital Radio)

³ Communication Access for Land Mobiles (wireless communication protocols)

 <p>جهاد دانشگاه جمه‌ادولکجابی رستمی شریف</p>	<p>پروژه طراحی و پیاده‌سازی سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی</p>	 <p>سازمان کنترلی و نوسازی صنایع ایران</p>
<p>JD CVT DSRC Overall Report r2.0 920213</p>	<p>مروری بر فناوری DSRC</p>	<p>صفحه ۱۶ از ۱۶</p>

برای کمک به رانندگی ایمن توسط سامانه‌های مشارکتی که از ارتباطات V2I و V2V استفاده می‌کنند، به‌کار گرفته می‌شوند. آزمون‌های اثبات^۱ در سال ۲۰۱۰ انجام شده و باندها از جولای ۲۰۱۲ در دسترس قرار گرفتند. سایر کشورهای جهان نیز باند ۵/۹ گیگاهرتز را برای کاربردهای ایمنی جاده‌ای در نظر گرفته‌اند که این موضوع می‌تواند باعث هماهنگ‌سازی جهانی بیشتری در زمینه استفاده از این بازه فرکانسی ویژه برای ITS باشد [ص ۴۱ و ۴۲]. در اروپا نیز، سیاست بر هماهنگ‌سازی استفاده از فرکانس ۵/۸۷۵-۵/۹۲۵ گیگاهرتز برای سامانه‌های حمل و نقل هوشمند (ITS) می‌باشد [ص ۴۲].

- در آمریکا استانداردهای سامانه‌های مشارکتی به عنوان بخشی از برنامه استانداردسازی ITS توسعه پیدا کرده‌اند. استانداردهای جاری برای ارتباطات خودرویی شامل IEEE 802.11p، IEEE 1609.x و SAE J2735 به منظور پشتیبانی واسط‌های بی‌سیم V2I و V2V بر مبنای فناوری DSRC هستند [ص ۴۲].

۵- منابع و مراجع

[1] <http://www.asirt.org/KnowBeforeYouGo/RoadSafetyFacts/RoadCrashStatistics/tabid/213/Default.aspx>

[2] <http://www.oecd.org/greengrowth/greeningtransport/41380980.pdf>

[۳] حبیب رستمی، حمیدرضا عطائیان و مهدی شریف‌پور، "سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی و چشم‌انداز توسعه آن"،

یازدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک ایران، ۱۳۹۰

[4] www.cvt-project.ir

[5] Connected Vehicles Dedicated Short Range Communications Frequently Asked Questions, http://www.its.dot.gov/DSRC/dsrc_faq.htm

[6] <http://www.its.dot.gov>

[7] www.piarc.org/en/

¹ Proving Tests