



مرکز ملی باوردهای علمی و فناوری

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی‌رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.



سازمان بنادر و دریانوردی

رهگیری تردد کامیون در بندر امام خمینی (ره) با استفاده از تکنولوژی

RFID

حسن حکمت شعار، رییس اداره امار و انفورماتیک بندر امام خمینی (ره)

hekmat@bikir

سید امید موسوی، کارشناس مسوول تبادل اطلاعات الکترونیکی، بندر امام خمینی (ره)

mousavi@bik.ir

چکیده

از آن جا که روزانه به طور متوسط ۲۵۰۰ دستگاه کامیون به بندر امام خمینی (ره) وارد و خارج می شوند و ثبت ورود و خروج آن ها به صورت دستی بسیار زمان بر و غیر کارا خواهد بود، نیاز به استفاده از اتوماسیون جهت این مهم به منظور مانیتورینگ تردد کامیون ها و نیز نحوه عملکرد گلوگاه های بندری همانند باسکول ها، گیت های ورود و خروج و نیز انبارها و اسکله ها به طور کامل مشهود است و لذا با انجام مطالعات فراگیر میدانی و اسنادی، از میان تکنیک های موجود Auto-ID شامل بارکد، کارت هوشمند، ANPR، GPS، و RFID، تکنیک اخیر به عنوان تکنیک بهینه برگزیده شد. در این مقاله راه کار اجرایی جهت چگونگی اجرایی این تکنیک به منظور دسترسی به اهداف تعیین شده به عنوان بندر پایلوت در سطح سازمان بنادر و دریانوردی بررسی شده است.

کلمات کلیدی :

رهگیری کامیون، مانیتورینگ تردد خودرو، AVL، ACCESS CONTROL، RFID

مقدمه :

امروز بنادر در سراسر جهان به عنوان مراکز اصلی تجارت کشورها شناخته شده و این جایگاه، حجم عملیاتی سنگینی را بر بنادر مهم و بزرگ مقیاس تحمیل نموده و از سوی دیگر نظر به حجم بالای سرمایه گذاری مورد نیاز جهت توسعه بنادر به منظور افزایش ظرفیت عملیاتی، راه کار استفاده از اتوماسیون در عملیات بندری انتخابی عقلانی و ناگزیر به نظر می رسد. در این میان محوری بودن ره گیری حامل های کالا از قبیل کانتینر، مواد فله و غیره بر متصدیان عملیات بندری پوشیده نیست. در بندر امام خمینی^(۵) نیز به لحاظ آن که ۹۰٪ عملیات بندری توسط کامیون (۲۳۰۰ دستگاه در روز) و تنها ۱۰٪ آن توسط ناوگان ریلی صورت می گیرد، ضرورت پیاده سازی زیر ساختی برای ره گیری کامیون ها به منظور ثبت تردد آن ها در گلوگاه های مختلف بندری ضروری به نظر می رسد و نظر به گسترده گی تکنیک های ره گیری از قبیل بارکد، کارت مغناطیسی، GPS و RFID انتخاب یک تکنیک از میان آن ها و نیز تعیین جزئیات اجرایی تکنیک منتخب ما را بر آن داشت تا نسبت به مطالعه جامعی در این خصوص در بندر امام خمینی^(۵) اقدام نماییم.

در این مقاله در بخش اول فواید استفاده از ره گیری کامیون در بندر امام خمینی^(۵) برای بهره برداران بندری تشریح شده، در بخش دوم به مقایسه تکنیک های مختلف Auto-Identification و تکنیک RFID به

عنوان گزینه بهینه پرداخته شده است. در بخش سوم نیز برخی جزییات فنی سیستم RFID جهت اجرا در بندر امام خمینی «ره» تبیین شده و در بخش چهارم نیز به مطالعه چگونگی استفاده از RFID در دو بندر پیشرو اشاره شده است.

فواید استفاده از ره گیری کامیون در بندر امام خمینی (ره):

از آن جا که پیش از پیاده سازی هر تکنولوژی جدید در یک سازمان بایستی شرح کاملی از تسهیلات ایجاد شده برای کاربران مختلف را تهیه نمود، به این منظور لازم است که ابتدا یک سیکل نمونه از گردش عملیاتی یک کامیون در بندر امام ارایه شده و آن گاه تسهیلاتی که ره گیری کامیون ها می تواند برای هر بخش فراهم نماید تشریح شود.

سیکل کلی عملیات یک کامیون بدین گونه است که ابتدا از پایانه حمل بار واقع در خارج از محوطه بندری حواله بارگیری محتوی مشخصات بار دریافت نموده و سپس به درب ورود بندر مراجعه می کند و با ارایه حواله بارگیری وارد بندر می شود. سپس چنان چه محموله از نوع فله باشد به باسکول مراجعه کرده و وزن کامیون خالی تعیین می شود، آن گاه بر حسب آن که نوع بارگیری حمل یکسره یا حمل از انبار باشد به اسکله یا انبار مربوطه مراجعه نموده و اقدام به بارگیری محموله می نماید، در ادامه دوباره به باسکول رفته و کامیون پر نیز وزن می شود تا با کسر وزن کامیون خالی وزن محموله تعیین شود، در مرحله آخر کامیون به درب خروج گمرک مراجعه و پس از بررسی مدارک آن، با دریافت اجازه از گمرک، بندر را ترک می کنند.

چنان چه با استفاده از یکی از تکنیک های ره گیری، بتوان مسیر حرکت کامیون ها را ره گیری نموده و گزارشات متنوع آماری استخراج نمود عوامل زیر از این تکنیک سود می برند :

الف - صاحب کالا : با استفاده از این سیستم گردش عملیاتی سریع تر صورت گرفته و کالا سریع تر به دست صاحب آن می رسد .

ب- عوامل امور بندری : مانیتورینگ تردد کامیون ها در گلوگاه های مختلف، امکان رفع مشکل ترافیکی و ارتقا بهره وری گلوگاه های حساس را برای عوامل امور بندری فراهم می کند.

ج- پایانه حمل و نقل : با در اختیار داشتن آمار کامیون های موجود در بندر می توان نسبت به برنامه ریزی زمان ارسال کامیون ها از پایانه به بندر امام، از ایجاد صف های طویل و ترافیک در محوطه بندر پیش گیری نمود .

د- عوامل امنیت بندری : با ثبت شناسنامه کامیون ها در گلوگاه های مختلف امکان ره گیری مسیر تردد کامیون ها فراهم بوده و ضمن افزایش امکان پیش گیری از جرم، امکان برخورد با متخلفین را فراهم می آورد .

بررسی تکنیک های Auto - Identification و تعیین گزینه بهینه :

الف- تکنیک بارکد :

یکی از تکنیک های Auto-Id بوده که بر اساس خوانش تعدادی نوار باریک سیاه رنگ با فواصل مختلف عمل نموده و سپس کد حاصل از خوانش، جهت استخراج اطلاعات مورد نیاز مورد استفاده قرار می گیرد و اجزا اصلی آن شامل برچسب حامل بارکد ، اسکنر بارکد ، پرینتر بارکد ، سیستم انتقال دیتا (بیسیم یا کابلی) و سیستم پردازش و نگهداری اطلاعات می باشند. آزمایشی

آن می توان به افزایش دقت به لحاظ کاهش دخالت عامل انسانی، بازیابی سریع اطلاعات و ارزان بودن اشاره کرد و معایب آن هم شامل آسیب پذیری در برابر ضربه، محدودیت حافظه و سرعت پایین در خوانش اطلاعات می باشند. شکل ۱ شمایی از یک برچسب بارکد را نشان میدهد.



شکل ۱. شمایی از یک بارکد

ب - GPS یا سیستم موقعیت یاب جهانی:

دستگاهی است که می توان با الصاق آن به هر خودرو موقعیت آن را در هر نقطه از کره زمین تعیین نمود. مزیت آن تعیین موقعیت در هر نقطه از کره زمین بوده ولی دارای معایبی از قبیل قیمت بالا، اتلاف زمان زیاد در مونتاژ و ديمونتاژ دستگاه بر روی کامیون ها و پایین بودن قابلیت اعتماد در مانیتورینگ اشیا در مناطق محصور نیز می باشد.

ج - کارت مغناطیسی:

به کارتی گفته می شود که دارای یک فیلم مغناطیسی بوده که توسط یک هد مغناطیسی اطلاعات بر روی آن ثبت و بازخوانی می شوند. اجزا اصلی آن شامل کارت خام، Card Writer، دستگاه کارت خوان، کابل های رابط و سیستم پردازش و نگهداری اطلاعات می باشند. از مزایای کارت مغناطیسی

می توان به قیمت ارزان و قابلیت بازنویسی چند باره اشاره کرده و معایب آن هم عبارتند از حساسیت در برابر میدان مغناطیسی، شکنندگی و امکان جعل و سو استفاده . شکل ۲ شمایی از یک کارت مغناطیسی را نشان می دهد .



شکل ۲. شمایی از یک کارت مغناطیسی

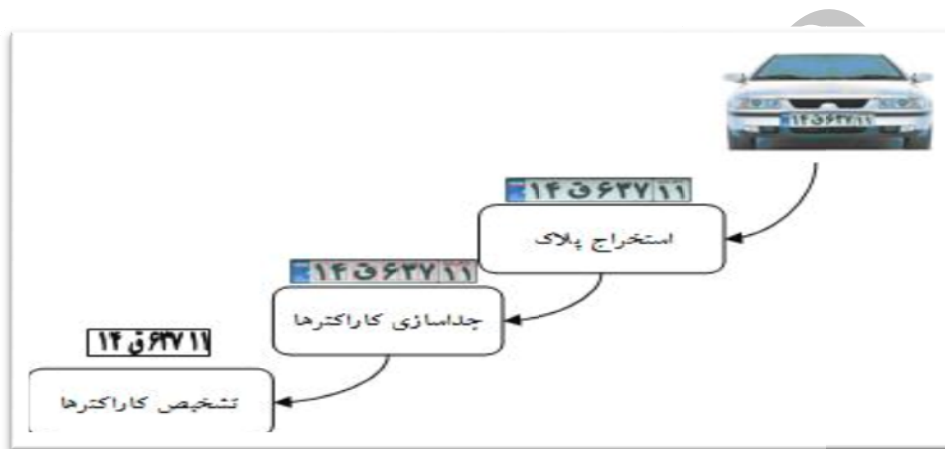
د - GPS یا سیستم موقعیت یاب جهانی:

دستگاهی است که می توان با الصاق آن به هر خودرو موقعیت آن را در هر نقطه از کره زمین تعیین نمود. مزیت آن تعیین موقعیت در هر نقطه از کره زمین بوده و لی دارای معایبی از قبیل قیمت بالا، اتلاف زمان زیاد در مونتاژ و ديمونتاژ دستگاه بر روی کامیون ها و پایین بودن قابلیت اعتماد در مانیتورینگ اشیا در مناطق محصور نیز می باشد.

ه - ANPR یا OCR :

به تکنیک تشخیص اتوماتیک پلاک خودرو اطلاق می شود که از طریق آن شماره پلاک خودرو در گلوگاه های خاص به طور اتوماتیک تشخیص داده شده

و سپس با ثبت آن در بستر شبکه، امکان ره گیری وسایل نقلیه فراهم می شود که اجزا اصلی سیستم شامل دوربین مخصوص، سیستم پردازش تصویر، سیستم نرم افزاری ثبت اطلاعات و شبکه ارتباطی می باشند. شکل ۳ شمایی از اجزای یک سیستم ANPR را نشان میدهد



شکل ۳. مراحل اصلی تشخیص اتوماتیک پلاک خودرو (ANPR)

از مزایای این سیستم می توان عدم نیاز به استفاده از سخت افزار در خودروها را ذکر نموده و معایب آن نیز شامل قیمت بالا، دقت پایین در شرایط نامناسب آب و هوایی، دقت پایین در صورت وضوح پایین پلاک خودرو، دقت پایین در پردازش پلاک های ایرانی و وجود پلاک های با فرمت متنوع در ناوگان جاده ای می باشد.

و - تکنیک RFID :

در تکنیک RFID با الصاق یک برچسب به خودرو می توان موقعیت آن را هنگامی که از مقابل یک Reader عبور می کند در سیستم ثبت نمود و با اشتراک این اطلاعات بر بستر شبکه اقدام به ره گیری خودروها نمود اجزای اصلی سیستم شامل تگ (برچسب) ، Reader ، شبکه ارتباطی و نرم افزار مدیریت داده ها هستند که مزایای آن شامل سرعت بالای دریافت و پردازش اطلاعات، امکان خوانش هم زمان برچسب چند وسیله نقلیه، امکان خوانش و ثبت اطلاعات روی تگ ها از راه دور ، برد بالای Readerها در تگ های اکتیو بوده ولی قیمت آن بالاست .

مقایسه کلی :

جدول شماره یک مقایسه شاخص های کلیدی تکنیک های موجود را برای ره گیری کامیون نشان می دهد که بر اساس آن تکنیک RFID گزینه بهینه به نظر می رسد.

جدول ۱: مقایسه تکنیک های Auto – Identification

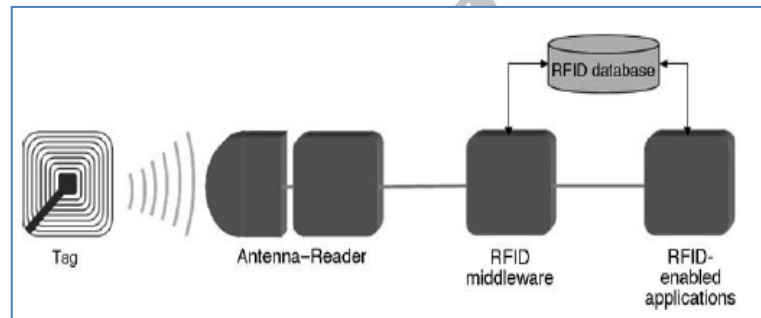
| RFID | ANPR | کارت هوشمند | GPS | بار کد | شاخص / تکنیک |
|-------------|-------------|----------------|-----------|------------|----------------------------|
| + | - | - | + | - | عدم نیاز به دید مستقیم |
| + | - | - | + | - | برد بالای خوانش |
| + | + | - | + | - | خوانش هم زمان |
| + | + | + | + | - | کاربرد در فضای صنعتی |
| + | NA | + | + | - | قابلیت ویرایش |
| + | + | + | - | - | حجم بالای حافظه |
| + | + | - | + | - | کاربرد در RTLS |
| + | + | + | + | - | مکان یابی دقیق |
| - | - | + | - | + | قیمت ارزان |
| + | + | - | - | + | امثیت اطلاعات |
| + | + | + | - | + | استفاده در مکان مسقف |
| + | NA | - | + | - | طول عمر بالای گیرنده |
| + | NA | - | - | - | عدم حساسیت به ضربه |
| + | NA | - | + | + | عدم حساسیت به مغناطیس |
| + | - | - | - | + | کاربرد در هر شرایط اقلیمی |
| + | - | + | + | + | کاربرد در شرایط نور ناکافی |
| + | + | - | + | - | کاربرد در سرعت های بالا |
| عالی +۱۵ | متوسط +۳ | ضعیف -۲ | خوب +۵ | ضعیف -۵ | رده بندی |

که با مقایسه شاخص های فوق، RFID به عنوان تکنیک بهینه جهت
 ره گیری کامیون در بندر امام در نظر گرفته شد

تعیین جزییات فنی سیستم RFID جهت اجرا در بندر امام خمینی (ره):

۱- تشریح چگونگی کارکرد سیستم RFID :

یک سیستم RFID به طور خلاصه به این شرح فعالیت می کند: ابتدا یک تگ اکتیو اقدام به ارسال سیگنال رادیویی می کند. سپس Reader شناسه تگ را دریافت داشته، آن گاه و پس از دریافت شناسه تگ توسط Reader ، نرم افزار اقدام به قراردادن شناسه تگ، شناسه Reader دریافت کننده و نیز زمان دریافت اطلاعات بر بستر شبکه اقدام می کند و با انجام این عمل توسط تگ ها و ریدرهای مختلف، می توان نسبت به استخراج زمان عبور حامل تگ (کامیون و ...) اقدام نمود . شکل ۴ سیکل کلی گردش اطلاعات در شبکه RFID را نشان می دهد .



شکل ۴. گردش کار در یک سیستم RFID

۲- تعیین مشخصات اجزا سیستم RFID :

الف - اجرا تست محیطی : اجرا تست AEN در گلوگاه های بندری به منظور استخراج نویز محیطی در دو بازه فرکانسی مایکروویو و UHF صورت پذیرفت که در هر دو بازه مذکور میزان آلودگی فرکانسی در سطحی کم تر از میزان آستانه (-20 dbm - -13 dbm) بوده و مشخص شد که اجرای

سیستم RFID در بندر امام خمینی از این لحاظ بلامانع است .

ب- **تعیین فرکانس سیستم** : با بررسی های به عمل آمده فرکانس ۴۳۳ MHz بهترین و فرکانس های ۹۶۸ MHz و ۲,۴ GHz نیز در رده های بعدی قرار گرفتند .

ج - **تعیین نوع ، کلاس ، عمر مفید و سایز تگ ها** : به لحاظ شرایط محیطی و نوع کاربری RFID در بندر امام ، تگ نوع اکتیو ، از کلاس GEN2۴ و با عمر مفید ۵ سال و با سایز تقریبی 50X120X۳۰ mm انتخاب شد.

د - **تعیین سطح خوانش تگ ها** : به لحاظ وجود اسکله هایی با عرض ۵۰ متر، حداقل رنج مورد نیاز به همین میزان (۵۰ متر) تعیین شد.

ه - **تعیین تعداد تگ هایی که می توانند هم زمان خوانده شوند**: با در نظر گرفتن بدترین شرایط، تعداد واقعی کامیون هایی که می توانند (در شرایط نادر) به طور هم زمان در ناحیه خوانش قرار گیرند، ۴۰ دستگاه بوده که با انتخاب باند فرکانسی UHF امکان خوانش تا ۵۰ دستگاه کامیون فراهم است .

و - **تعیین نوع آنتن و تعداد مورد نیاز جهت هر Reader**: به جهت پیش گیری از تداخل ره گیری کامیون ها در گلوگاه های مجاور، آنتن ها بر حسب نیاز، از دو نوع Omni و Unidirectional تعیین شده و در گلوگاه هایی که نیاز به آنتن Unidirectional باشد، هر Reader بایستی توانایی پشتیبانی تا ۴ آنتن را داشته باشد.

ز- **تعیین مشخصات نرم افزار** : در تعیین مشخصات نرم افزار، فیلدهای ورودی (شناسه تگ ، شناسه Reader و زمان خوانش) و فرمت گزارش

خروجی که در آن امکان تعیین Service Time و Idle Time کامیون ها در هر بازه زمانی تعیین شده است، به اضافه نرم افزار بایستی امکان برقراری ارتباط با سیستم های بندری و دریایی موجود (مانند GCOMS) را نیز فراهم نماید.

فازبندی اجرای پروژه :

از آن جایی که در پروژه های RFID حتی در صورت لحاظ تمام پیش بینی های لازم در طراحی اولیه، به دلیل تداخل فرکانسی محیطی، همواره انجام تغییرات در زمان اجرا ناگزیر بوده است، لذا روال کلی آن است که ابتدا پروژه در مقیاس کوچک تر به صورت پایلوت اجرا و پس از انجام تغییرات لازم به منظور کسب حد اکثر کارایی، اقدام به اجرای پروژه نهایی طی چند فاز تکمیلی می نمایند. در بندر امام خمینی نیز اجرای کامل پروژه به ۶ فاز اصلی تقسیم شده است که مراحل اجرا و اهداف فاز اول آن (فاز پایلوت) به صورت ذیل می باشد:

الف - مراحل اجرای فاز اول پروژه:

جداول ۲ و ۳ تشریح شده است :

- ۱- نصب و راه اندازی سیستم در گیت ورود و خروج.
- ۲- نصب و راه اندازی سیستم در باسکول ها.
- ۳- نصب و راه اندازی سیستم در دو اسکله پایلوت.
- ۴- نصب و راه اندازی سیستم در یک انبار مسقف پایلوت.
- ۵- نصب و راه اندازی سیستم در یک انبار خاکی.

- ۶- نصب و راه اندازی نرم افزار سیستم جهت اخذ اطلاعات خروجی لازم.
- ۷- تست عملکرد سیستم و انجام بهینه سازی های لازم تا حصول نتیجه.

ب - شرح اهداف اجرایی فاز اول:

- ۱- نصب سیستم در گلوگاه های نمونه و بررسی کارکرد هر یک از آن ها و انجام تغییرات لازم در صورت نیاز.
- ۲- بررسی چگونگی عملکرد سیستم با الصاق تگ به کامیون هایی که برای بارگیری از یک اسکله خاص یا یک انبار خاص وارد بندر می شوند.
- ۳- بررسی نحوه تبادل اطلاعات شبکه RFID بر بستر شبکه فیبر نوری موجود در بندر و مانیتورینگ ترافیک شبکه.
- ۴- بررسی عملکرد نرم افزار نمونه و دست یابی به ویژگی نرم افزار نهایی.
- ۵- دریافت بازخورد از هریک از بهره برداران بندری و بررسی آن ها جهت حصول به کیفیت بالاتر در فاز های بعدی.

بررسی چند بندر نمونه جهت الگوگیری :

به منظور استفاده از تجربه بنادر پیشرو در زمینه استفاده از RFID طی بررسی های به عمل آمده دو بندر هامبورگ و جورجیا به عنوان بنادر پیشرو در استفاده از تکنولوژی RFID دیده شدند که سیکل عملیاتی آن ها به شرح زیر است :

الف - بندر هامبورگ : در این بندر از تگ های اکتیو RFID در دو بخش قطارهای راه آهن و نیز کامیون ها استفاده می شود. در بخش کامیون هنگام

ورود کامیون به بندر توسط سیستم OCR، شماره پلاک کامیون خوانده شده و توسط یک سیستم واسط افزار و یک Reader در تگ RFID نوشته می شود. سپس تگ به راننده کامیون تحویل شده و آنگاه با قرار دادن Reader در مکان های مختلف بندر، نسبت به ره گیری کامیون اقدام می کنند.

ب- بندر جورجیا: در این بندر نیز مانند بندر هامبورگ، هر کامیون در بدو ورود به یک تگ RFID مجهز شده و آن گاه با قراردادن Marker در کنار جاده های ارتباطی عبور کامیون ها از کنار Marker ها در تگ ها ثبت می شود و هر گاه که یک تگ در رنج خوانش یک reader قرار گیرد، تمام تاریخچه مسیر حرکت کامیون در سیستم بارگذاری می شود و با ادامه این سیکل در کل مسیر، اطلاعات تردد کامیون ها به تدریج در سیستم ثبت می شود.

نتیجه گیری و توسعه آتی:

در این مطالعه ابتدا به بررسی توجیه اجرای ره گیری کامیون در بندر امام پرداخته شد که پس از بررسی فواید آن برای هر یک از بهره برداران بندری، اجرای آن منطقی به نظر آمد. در مرحله بعدی به مقایسه تکنیک های Auto-Identification اشاره شده که طی آن تکنولوژی RFID با در نظر داشتن اهداف پروژه و شرایط بندر امام خمینی تکنیک بهینه در نظر گرفته شد. در مرحله بعدی اقدام به تعیین اجزای سیستم RFID جهت پیاده سازی در بندر امام خمینی گردید و آن گاه چرایی و اهداف اجرا فاز پایلوت پروژه مشخص شدند و در نهایت به منظور اطمینان از امکان اجرا این تکنیک در بنادر

به منظور ره گیری کامیون به بررسی بنادر پیشرو پرداخته شد که از میان آن ها بنادر هامبورگ (آلمان) و جورجیا (آمریکا) به عنوان الگوی عملیاتی در نظر گرفته شدند. البته این مطالعه به موازات اجرا پروژه هم چنان ادامه خواهد داشت تا امکان استفاده از تکنیک های تکمیلی مانند GPS- RFID و Wifi RFID نیز به منظور ارتقای محدوده تحت پوشش پروژه بررسی گردد.

منابع :

1. RFID For Dummies ,Patrick J. Sweeney, 2005
- 2- www.RFIDjournal.com

Archive of SID