



## بهینه سازی زمان انتظار در ورودی نودهای حمل و نقل با استفاده از RFID از طریق پیش بینی زمان رسیدن و بررسی مزایای حاصل از آن

زهرة حکیمی<sup>۱</sup> و محمدرضا دلیری<sup>۲</sup>

مقدمه

بر اساس اهداف برنامه‌ی پنج ساله و همگام با سیاست‌های دولت و همچنین توصیه‌های سازمان جهانی گمرک<sup>۳</sup> بکارگیری فن‌آوری‌های نوین<sup>۴</sup> برای گمرک ایران امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. با توجه به موقعیت جغرافیایی ایران از نظر دسترسی به دریا در شمال و جنوب و قرار گرفتن در کریدورهای شمال-جنوب و شرق-غرب، صنعت حمل و نقل و خدمات جانبی آن در شمار بخش‌هایی از اقتصاد این کشور قرار می‌گیرند که سهم قابل توجهی در تولید و اشتغال ایفا می‌نمایند. بنابراین علاوه بر اثرات مستقیم، توجه به اثرات القایی غیرمستقیم آن و نقشی که در چرخه‌ی تولید و اشتغال ایفا می‌نماید، نشان دهنده‌ی اهمیت این صنعت در مقایسه با بسیاری از بخش‌ها و صنایع کشور می‌باشد. از این رو ضرورت هر تحقیقی که بتواند به گونه‌ای باعث افزایش سرعت، سهولت یا قابلیت اطمینان این بخش شود مشخص می‌شود (محمودی، کشاورز حداد و فقیه جویباری ۱۳۸۴). در این تحقیق با در نظر گرفتن این اولویت‌ها و با رویکردی کاربردی، روشی پیشنهاد می‌شود که با کمترین هزینه‌ی اجرایی و با بهره‌گیری از قوانین جاری حمل و نقل، بهبود این موارد را در نودهای حمل و نقل میسر سازد.

در روال کنونی رانندگان باید در محل نودها، نماینده‌ی شرکت طرف قرارداد را یافته و اسناد مربوطه را جهت بررسی و انجام تشریفات اداری تحویل آن‌ها نمایند. این امر به دلیل عدم وجود ساز و کاری که نمایندگان را از ورود راننده به محل نودها مطلع کند، با اتلاف زمان و سردرگمی راننده به ویژه رانندگانی که از کشورهای دیگر آمده‌اند (به دلیل اختلاف زبان یا عدم آشنایی) یا رانندگانی که تجربه‌ی همکاری قبلی با شرکت حمل و نقل کنونی را نداشته‌اند، همراه است که موجب تجمع ماشین‌ها در ورودی نودها می‌شود و این تجمع خود دلیلی برای بی‌نظمی، سردرگمی و اتلاف زمان بیشتر است. به طور کلی از جمله مشکلات ناشی از انتظار برای ورود به نودها می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- اتلاف وقت راننده که به نوبه‌ی خود موجب تحمیل هزینه‌های اضافی نیز می‌شود.
- آلودگی صوتی و آلودگی هوا.

<sup>۱</sup> z.hakimi@qiau.ac.ir دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، گروه مکترونیک، قزوین، ایران،

<sup>۲</sup> daliri@iust.ac.ir دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی برق، گروه بیوالکترونیک، تهران، ایران،

<sup>۳</sup> World Customs Organization (WCO)

<sup>۴</sup> Information and Communications Technology (ICT)

- بی‌نظمی بوجود آمده از تجمع وسائط نقلیه در محوطه‌ی اطراف نودها.
- کاهش امنیت بارهای صاحبان کالا به دلیل نا امن بودن و عدم نظارت بر محل‌های انتظار پشت ورودی نودها (که عموماً خارج از شهر قرار دارند).
- محدود بودن زمان کار گمرکات و امکان بوجود آمدن تأخیرهای بیش از یک شبانه روز که علاوه بر اهمیت بیشتر موارد نامبرده شده، مسائل دیگری را نیز به همراه دارد به عنوان مثال در جابجایی بارهایی که توسط کانتینر حمل می‌شوند، بی‌جهت روزهای توقف کانتینرهای کشتیرانی اضافه شده و هزینه‌ی دیرکرد برای حق توقف باید پرداخت شود.

با توجه به مشکلات موجود که به برخی از آن‌ها اشاره شد، در این تحقیق سیستمی پیشنهاد می‌شود که با تخمین زمان رسیدن وسائط حمل و نقل به نودها، زمان انتظار را به نحو مطلوبی کاهش دهد. در ادامه‌ی این نوشتار ابتدا سیستم پیشنهادی برای پیش‌بینی زمان رسیدن وسائط حمل و نقل به نودهای حمل و نقل معرفی می‌شود و قسمت‌های مختلف این سیستم مورد بررسی قرار می‌گیرد. در نهایت مزایای حاصل از این سیستم بررسی و تحلیل می‌شود و امکانات بالقوه‌ای که از بکارگیری آن فراهم می‌شود، مطرح می‌گردد.

### سیستم پیش‌بینی زمان ورود وسائط حمل و نقل به نودها

طبق روش پیشنهادی در این تحقیق، برای اینکه زمان ورود وسائط حمل و نقل به نودها را تخمین بزنیم، لازم است در فاصله‌ای مشخص از نودها، وسائط حمل و نقل طرف قرار داد با شرکت‌های حمل و نقلی را تشخیص دهیم تا بتوانیم پیش از رسیدن آن‌ها به محل نود، نماینده‌ی شرکت حمل و نقل مستقر در محل را مطلع نماییم تا اقدامات لازم برای تحویل و بررسی اسناد را انجام داده و از حضور راننده طرف قرارداد، در محدوده‌ی نود مطلع شود. از میان روش‌های مختلفی که برای تشخیص خودکار اشیاء بکار می‌رود، پردازش تصویر و امواج رادیویی برای تشخیص ورود اشیاء به محدوده‌ی خاص متداول‌تر هستند. با مقایسه‌ی این روش‌ها و چالش‌هایی که پیش روی روش‌های مبتنی بر پردازش تصویر وجود دارد، در این سیستم از شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی<sup>5</sup> استفاده شده است. در ذیل مواردی از مقایسه بین روش‌های رادیویی و پردازش تصویر ذکر شده است (Isasi, Rodriguez, Armentia and others, 2010):

روش‌های مبتنی بر پردازش تصویر نیاز به شرایط خاص محیطی از نظر شرایط نور دارند و در وضعیت‌های مختلف آب و هوایی یا اوقات مختلف روز عملکرد یکسانی ندارند. حال آنکه کارایی امواج رادیویی با تغییرات نور محیط ارتباطی ندارد. در روش‌های مبتنی بر پردازش تصویر لازم است مانعی در مقابل دید دوربین قرار نگیرد زیرا گستره‌ی تشخیص تصویر خطی است. واضح است که در شرایط جاده‌ای این امر قطعیت ندارد و موانع مختلفی از جمله خودروهای دیگر، ممکن است مانع دید پلاک خودرو توسط دوربین شوند. این در حالیست که امواج رادیویی بصورت فراگیر منتشر می‌شوند و به کدخوان می‌رسند. برای شناسایی پلاک خودرو با استفاده از پردازش تصویر در محل قرار دادن دوربین‌ها محدودیت داریم مثلاً پلاک خودرو از سمت بالا خوانده نمی‌شود در حالی که عمل خواندن تگ‌ها می‌تواند از هر جهتی انجام شود و این امر، بکارگیری ساختارهای موجود را برای نصب کدخوان‌ها انعطاف پذیرتر می‌سازد. حجم داده‌های تصویری در مقایسه با شناسه‌ای که بصورت متن ارسال می‌شود خیلی بیشتر است و در صورت بکارگیری از اطلاعات تصویر، لازم است برای انتقال اطلاعات از زیرساخت قوی‌تری استفاده شود. علاوه بر این حجم پردازش داده‌های تصویر در مقایسه با شناسه‌ی موجود در تگ بیشتر و عملیات شناسایی وقت‌گیرتر است. هزینه‌ی راه اندازی و بکارگیری از شناسایی رادیویی به مراتب کمتر از شناسایی با استفاده از پردازش تصویر است.

در ادامه‌ی این بخش ابتدا فناوری شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی شرح داده می‌شود، اجزاء مختلف آن معرفی شده و ساختار مورد نیاز برای ایجاد یک سیستم شناسایی رادیویی بررسی می‌شود. سپس انواع برچسب‌های شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی و کاربردهای آن‌ها ذکر شده و در نهایت مراحل پیاده سازی سیستم شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی که در این تحقیق مورد نیاز است معرفی می‌گردد.

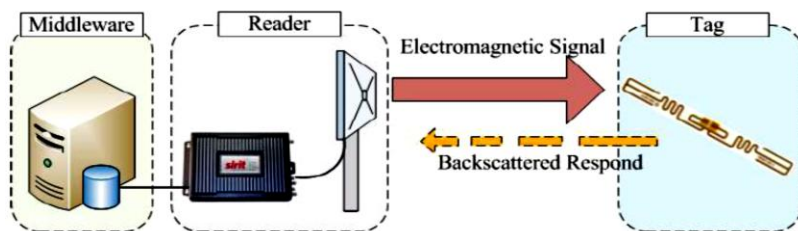
### فناوری شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی

<sup>5</sup> Radio-frequency identification (RFID)

سیستم‌های شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی از فناوری مبادله اطلاعات بی‌سیم برای شناسایی انحصاری اشیاء، انسان‌ها و حیوانات استفاده می‌کنند. عملکرد شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی وابسته به دو جزء برچسب<sup>۶</sup> و کدخوان<sup>۷</sup> است که جهت برقراری ارتباط بین یکدیگر از امواج رادیویی استفاده می‌کنند.

## اجزاء سیستم شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی

همان‌طور که در شکل 1 نمایش داده شده است، اجزاء اصلی یک سیستم شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی شامل برچسب، کدخوان و کنترل کننده است. هدف اصلی از دستگاه کدخوان، شناسایی برچسب‌ها در یک محیط است. جهت پایداری سیستم شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی، دستگاه کدخوان و آنتن-های آن در یک محل ثابت قرار می‌گیرند ولی در بعضی از کاربردها از دستگاه کدخوان متحرک نیز استفاده می‌شود. مبادله اطلاعات بین برچسب و دستگاه کدخوان از طریق امواج رادیویی انجام می‌شود. زمانی که یک شی حاوی برچسب شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی، به محدوده خواندن یک کدخوان وارد می‌شود، کدخوان با ارسال یک سیگنال به برچسب اعلام می‌نماید که داده ذخیره شده در خود را ارسال نماید. برچسب‌ها قادر به ذخیره اطلاعات مختلفی در خصوص یک شی می‌باشند. ذخیره شماره سریال، شماره قطعه و یا دستورالعمل‌های پیکربندی نمونه‌هایی در این زمینه می‌باشند. کدخوان پس از دریافت داده‌ی ذخیره شده در برچسب، اطلاعات مربوطه را از طریق یک رابط شبکه‌ای استاندارد نظیر یک رابط اترنت شبکه محلی و یا حتی اینترنت برای کنترل کننده ارسال می‌نماید. در ادامه، امکان استفاده از اطلاعات دریافتی برای کنترل کننده در زمینه‌های مختلفی فراهم می‌شود. به عنوان نمونه، کنترل کننده می‌تواند از داده دریافتی برای بهنگام سازی موجودی یک کالا در بانک اطلاعاتی و یا تغییر مسیر یک شی در یک سیستم استفاده کند (Kunkel, Bieber, Ming-Shih and Others, 2009).



شکل شماره 1: اجزاء یک سیستم RFID و ارتباطات بین آنها

## انواع برچسب‌های شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی

وظیفه اولیه‌ی یک برچسب شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی، ذخیره‌ی داده و ارسال آن به یک کدخوان است. در ساده‌ترین حالت، یک برچسب شامل یک تراشه الکترونیکی و یک آنتن است که در یک بسته کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. تراشه موجود در برچسب‌های شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی از حافظه‌ای با قابلیت فقط خواندنی<sup>۸</sup> و یا خواندنی/نوشتنی<sup>۹</sup> به منظور ذخیره و بازیابی داده و در برخی موارد تغییر داده استفاده می‌نماید. برچسب‌های شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی به دو دسته تقسیم می‌شوند: برچسب‌های فعال و برچسب‌های غیر فعال. برچسب‌های فعال به آن دسته از برچسب‌ها اطلاق می‌شود که بر روی برد اصلی آنان یک باتری نصب شده باشد. زمانی که لازم است برچسب شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی داده‌ی ذخیره شده در خود را برای کدخوان ارسال نماید، از این منبع برای کسب توان لازم جهت انتقال داده استفاده می‌شود (مشابه نقش باتری موجود در تلفن‌های همراه). به این دلیل، برچسب‌های فعال قادر به

<sup>6</sup> Tag

<sup>7</sup> Reader

<sup>8</sup> Read only

<sup>9</sup> Read/Write

برقراری ارتباط با کدخوان‌هایی که قدرت کمتری دارند، می‌باشند و می‌توانند اطلاعات را تا محدوده‌ی بیشتری در حدود ده‌ها متر نیز ارسال نمایند. علاوه بر این، برچسب‌های فعال عموماً دارای حافظه‌های زیادی نیز می‌باشند (به عنوان نمونه تا 128 کیلوبایت).

برچسب‌های فعال در مقام مقایسه نسبت به برچسب‌های غیرفعال بزرگتر بوده و از پیچیدگی بیشتری نیز برخوردارند. همین موضوع باعث شده است که هزینه تولید آنان بالا باشد. عمر مفید باتری موجود در برچسب‌های فعال، دو تا هفت سال پیش بینی می‌شود. برچسب‌های غیرفعال، دارای منبع تغذیه‌ای بر روی برد نیستند و قدرت خود برای ارسال داده را از سیگنال ارسالی کدخوان می‌گیرند. این وضعیت باعث می‌شود که اندازه برچسب‌ها کوچک‌تر شده و هزینه‌های تولید نیز کاهش یابد. علاوه بر این، برچسب‌های غیرفعال محدوده کمتری را نسبت به برچسب‌های فعال پوشش می‌دهند (به عنوان نمونه چندین متر). با توجه به این که برچسب‌های غیرفعال توان لازم جهت ارسال داده را از کدخوان خود می‌گیرند، این نوع کدخوان‌ها لازم است دارای توان مناسبی باشند. برچسب‌های غیرفعال دارای حافظه به مراتب کمتری نسبت به برچسب‌های فعال می‌باشند (در حد چندین کیلو بایت). برخی از برچسب‌های غیرفعال، ممکن است دارای باتری از قبل تعبیه شده‌ای بر روی برد اصلی خود باشند که از آن برای کمک در ارسال سیگنال‌های رادیویی استفاده نمی‌شود و کاربرد آن صرفاً فعال کردن مدارات الکترونیکی بر روی برد است. شکل 2 نمونه‌هایی از برچسب‌های شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی را نشان می‌دهد.



شکل شماره 2: نمونه‌هایی از برچسب شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی

کاربردهای بسیار زیاد شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی سبب شده است که قیمت این سیستم کاهش پیدا کند و یک وسیله‌ی مطمئن برای احراز هویت به صورت اتوماتیک باشد. شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی شامل یک سری ویژگی‌های مطلوب، از قبیل ارتباطات بدون تماس، نرخ داده بالا و امنیت، عدم نیاز به دید مستقیم برای خواندن برچسب‌ها و قیمت پایین است.

### پیاده سازی سیستم شناسایی مبتنی بر شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی

همانطور که ذکر شد، اجزاء اصلی مورد نیاز در یک سیستم شناسایی مبتنی بر شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی، برچسب شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی و کدخوان هستند. در این کاربرد، اطلاعات دریافتی از تگ باید معرف وسائط حمل و نقلی طرف قرارداد باشد. یکی از چالش‌هایی که اغلب در سیستم‌های شناسایی مبتنی بر شناسایی مبتنی بر امواج رادیویی با آن مواجه هستیم، تگ گذاری روی مواردی است که می‌خواهیم ورود و خروجشان را به محدوده‌ای خاص کنترل کرده و هویتشان را شناسایی نماییم. برای حل این مسئله، با مطالعه‌ی قوانین جاری در حمل و نقل، مراحل مختلف جابجایی بار از مبدا تا مقصد و محل و نحوه‌ی صدور، انتقال و ارائه‌ی اسناد بررسی شد تا بتوان زمان و مکان مناسب برای تگ گذاری را تعیین کرد (Ramberg, 2002). لازم است همزمان با ورود به مرزهای ایران تگ گذاری صورت گیرد. در مرزها مدارک راننده‌هایی که قصد عبور از ایران را دارند (ترانزیت خارجی) یا به مقصد یکی از

گمرکات ایران وارد کشور می‌شوند (ترانزیت داخلی)، بررسی می‌شوند و عموماً در صورتی که فاقد سند تیرکارنت<sup>10</sup> باشند برایشان پروانه ترانزیت صادر می‌شود (INCOTERMS 2010). بنابراین با توجه به لزوم صدور برگه پروانه ترانزیت در حمل‌هایی که با نودها سروکار دارند، می‌توانیم تگ گذاری را در همین زمان و هنگام بررسی سند تیرکارنت یا صدور برگه پروانه ترانزیت انجام دهیم. به این ترتیب بدون هرگونه سربار و هزینه‌ی اضافی مرحله‌ی تگ گذاری انجام می‌شود. با توجه به کاربردی که در این مقاله مطرح است، استفاده از تگ‌های غیرفعال کارایی موردنظر را تأمین می‌نماید.

با توجه به محل نود و مسیرهای منتهی به آن، در مورد محل نصب کدخوان‌ها تصمیم‌گیری می‌شود. با توجه به مزایایی که پیش‌تر برای روش‌های شناسایی رادیویی مطرح شد، به راحتی می‌توان از ساختارهای موجود برای نصب کدخوان‌ها استفاده نمود. شکل 3 نمونه‌ای از این مورد را نشان می‌دهد. با توجه به انعطاف‌پذیری موجود برای محل نصب کدخوان، می‌توان با توجه به مواردی از قبیل شرایط محیطی، عرض مسیر، ترافیک محل و... بر مبنای قدرت سیگنال-دهی، در مورد انتخاب نوع کدخوان تصمیم‌گیری کرد. با شناسایی وسائط حمل و نقل در محل نصب کدخوان و با علم به اینکه از محل استقرار کدخوان تا ورودی نود، به طور تقریبی چقدر زمان باقیست، نمایندگان شرکت حمل و نقل می‌توانند از زمان ورود راننده مطلع شوند و با برنامه‌ریزی دقیق‌تر، پیش از رسیدن آن‌ها، اقدامات لازم برای تحویل و بررسی مدارک و در صورت لزوم تحویل بار را انجام دهند.



شکل شماره 3: نمونه‌ای از بکارگیری ساختارهای موجود برای نصب کدخوان‌ها

## نتیجه گیری

با تشخیص زمان رسیدن وسائط حمل‌ونقل، پیش از ورود به محل نودها، نمایندگان شرکت‌های حمل‌ونقل می‌توانند برای انجام امور مربوط به بررسی اسناد و امور گمرکی، برنامه ریزی بهتری داشته باشند و به این ترتیب زمان انتظار برای ورود به نودها به نحو مطلوبی کاهش می‌یابد. از مزایای کاهش زمان انتظار می‌توان به بهره‌وری در هزینه و زمان، جلوگیری از تجمع وسائط نقلیه در محوطه‌ی اطراف نودها و کاهش ترافیک، آلودگی هوا و آلودگی صوتی ناشی از آن، افزایش امنیت بار صاحبان کالا و کاهش سردرگمی رانندگان وسائط حمل‌ونقل اشاره کرد.

علاوه بر مزایای ذکر شده برای این سیستم، با بکارگیری از آن می‌توان به امکانات بالقوه‌ای نیز دست یافت که مهم‌ترین آن امکان صف‌بندی خودکار وسائط حمل و نقلی است که برای تحویل بار به گمرک می‌آیند. یکی از چالش‌های موجود برای این وسائط، رسیدن به محل گمرک در زمانی خارج از زمان کاری گمرک است. در این موارد می‌توان بر اساس داده‌های حاصل از زمان رسیدن آن‌ها به کدخوان، که در محدوده‌ی گمرک قرار دارد، صف تشکیل داد و در ابتدای روز کاری بعد، بر مبنای صف تشکیل شده امور مربوط به تحویل بار را انجام داد. اهمیت این موضوع وقتی بیشتر می‌شود که به عنوان مثال بخواهیم برای انجام کار راننده‌ای که بعد از اتمام ساعت کاری روز قبل از یک روز تعطیل یا پایان هفته به گمرک رسیده و راننده‌ای که تازه به گمرک رسیده است، تمایز قائل شویم. یکی دیگر از مزایای بالقوه‌ی حاصل از این سیستم، امکان اطلاع از تعداد وسائط حمل و نقل است که پشت ورودی، منتظر شروع ساعت کاری گمرک یا رسیدن نماینده هستند. با اطلاع از این امر به عنوان مثال نماینده‌ی شرکت حمل و نقل می‌تواند پیش از شروع کار گمرک در محل حاضر شده و امور مربوط به

<sup>10</sup> حمل می‌شوند استفاده TIR سند عبور از گمرکات است که برای اثبات وجود ضمانتنامه ی بین المللی برای خدمات و عوارض کالاهایی که تحت سیستم TIR Carnet می‌گذرد.

بررسی مدارک را انجام دهد تا بعد از شروع کار گمرک، کارها با سرعت بیشتری انجام شود و هرچه سریعتر از تراکم کاری آغاز روز کاسته شود. علاوه بر این با علم به نزدیک بودن وسائط حامل بار به گمرک، می‌توان در خصوص زمان خاتمه‌ی کار تصمیمات انعطاف پذیرتری را اتخاذ نمود و با اطلاع از تراکم وسائط نقلیه‌ی منتظر برای ورود به گمرک، برای تعیین ساعت کاری گمرک برنامه‌ریزی بهتری صورت داد.

## سپاس‌گزاری

از جناب آقای دکتر علیرضا محمدشهری به عنوان مشاور این تحقیق و اعضای محترم مجموعه دانش بنیان فرآیند پردازش سنا به ویژه آقای مهندس وحید یاری و آقای مهندس مجید لشگری بواسطه‌ی حمایت‌های علمی و تجربی بی‌دریغشان کمال تشکر و سپاس را دارم.

## مراجع

- محمودی، علی؛ کشاورز حداد، غلامرضا و فقیه جویباری، مجید (1384). تحلیل اهمیت صنعت حمل و نقل در اقتصاد ایران با استفاده از تکنیک داده-ستانده. پژوهش نامه بازرگانی، شماره 34، ص 87-116.
- Isasi, Alberto; Rodriguez, Sergio; Armentia, Juan Lopez De; Villodas, Aritz ( 2010). Location, tracking and identification with RFID and vision data fusion. Smart Objects: Systems, Technologies and Applications (RFID Sys Tech) (pp.1-6, 15-16). European Workshop on. June 2010.
- Kunkel, S.; Bieber, R.; Ming-Shih Huang; Vossiek, M. (2009). A concept for infrastructure independent localization and augmented reality visualization of RFID tags. Wireless Sensing, Local Positioning, and RFID (pp.1-4). IEEE MTT-S International Microwave Workshop on. Sept. 2009
- Ramberg, J. (2002). FIATA The Law of Freight Forwarding.
- International Chamber of Commerce(ICC), 2011, Incoterms 2010.
- [http://www.iru.org/en\\_iru\\_tir\\_tircarnet](http://www.iru.org/en_iru_tir_tircarnet)
- <http://www.irica.gov.ir/Portal/Home/>
- <http://www.aimglobal.org/technologies/RFID/resources/articles/implementingRFID.asp>
- <http://www.aimglobal.org/technologies/RFID/resources/articles/EPCpart1.asp>