فصل نامه آموزشی، پژوهشی و اطلاع رسانی
مدیریت شهری نوین
سال سوم، شماره دهم، پاییز ۱۳۹۴

برنامه‌ریزی تقاضای سفر با بهره‌گیری از داده‌های پرداخت الکترونیکی با کارت هوشمند

مریم برزو * کارشناس معاونت حمل و نقل و ترافیک شهری شهرداری شیراز
کارشناس ارشد مهندسی فناوری اطلاعات دانشگاه شیراز

چکیده

پرداخت الکترونیکی از جمله پرداخت در قالب جمع‌آوری خودکار کرایهٔ حمل و نقل عمومی با استفاده از کارت‌های هوشمند روند رو به رشدی داشته است. استفاده از کارت‌های هوشمند علاوه بر داشتن مزایایی مانند افزایش راحتی سفر، کاهش تأخیر در زمان سفر و صرفه جویی در زمان، کاهش نیاز به پول نقد و سهولت نظارت بر پرداخت‌ها به مدیران ارشد حمل و نقل شهری این امکان را می‌دهد تا از داده‌های حاصل از آن جهت مدیریت بهینه بر تقاضای سفر و شناسایی الگوهای سفر استفاده نمایند. هم‌چنین کارت‌های هوشمند قابلیت انعطاف‌پذیری نرخ کرایه را با هدف برنامه‌ریزی جهت ایجاد سیاست‌گذاری‌های تشویقی و ترغیب شهروندان به استفاده از حمل و نقل عمومی از طریق شناورسازی کرایه فراهم می‌سازد. در این تحقیق علاوه بر مقایسهٔ کارت هوشمند با دیگر اشکال پرداخت کرایه، مروری بر اهمیت استفاده از داده‌های حاصل از پرداخت الکترونیکی کرایه با کارت هوشمند برای اهداف برنامه ریزی حمل و نقل عمومی خواهیم داشت.

واژگان کلیدی: پرداخت الکترونیکی، داده‌های کارت هوشمند، برنامه‌ریزی تقاضای سفر، حمل و نقل عمومی.

* borzo.maryam@eshiraz.ir

۱. مقدمه

پرداخت الکترونیکی اهمیت زیادی در حوزهٔ حمل و نقل عمومی دارد. با بهره‌گیری از پرداخت الکترونیکی جهت جمع‌آوری کرایه علاوه بر حذف پول نقد، به میزان قابل توجهی در زمان خدمت‌رسانی به مسافران صرفه‌جویی خواهد شد. علاوه بر این با استفاده از این سامانه و اجرای دیگر زیر ساخت‌های لازم، امکان بهره‌برداری از داده‌های موجود در پایگاه داده این سامانه جهت مطالعه، برنامه‌ریزی و بهینه‌سازی خدمات حمل و نقل شهری وجود دارد.

پرداخت الکترونیکی را می‌توان خدمات پرداختی که از فناوری اطلاعات و ارتباطات از جمله رمزنگاری و شبکه‌های مخابراتی استفاده می‌کند، تعریف کرد (راجا و ولمورگان[1]، ۲۰۰۸). برای اجرای موفق سامانهٔ پرداخت الکترونیکی لازم است تا آگاهی کاربران افزایش یابد، کاربران به استفاده از آن تشویق شوند و به آن‌ها اطمینان خاطر داده شود که این سامانه امن و جامع است. هم‌چنین زیر ساخت‌های لازم باید فراهم شود (خسروانی[2]، ۲۰۰۸).

ارائهٔ معیارهای مهم در ارزیابی سامانهٔ پرداخت الکترونیکی شامل: امنیت، هزینه، راحتی و جامعیت (شامل نوع پرداخت و قابلیت همکاری در سراسر سامانه) می‌باشد. هم‌چنین برای افزایش علاقه کاربر به استفاده از سامانه، بایدکاربران قادر به انتخاب ابزار پرداخت با کم‌ترین هزینه باشند. مهم‌ترین مسائلی که در طراحی سامانهٔ پرداخت الکترونیکی باید مورد توجه قرار گیرد شامل: بازده، امنیت، راحتی، هزینه، انعطاف پذیری یا جامعیت، حفظ حریم خصوصی، قابلیت اطمینان، علاقه مشتری و زیرساخت است (راجا و ولمورگان، ۲۰۰۸).

سامانه پرداخت الکترونیکی به چهار نوع کلی تقسیم می‌شوند:

- سامانه پرداخت کارت اعتباری آنلاین
- سامانه چک الکترونیک
- سامانه‌های پول الکترونیکی

1. Raja & Velmurgan
2. Khosravani

• سامانه پرداخت الکترونیکی مبتنی بر کارت هوشمند

با پیشرفت در فناوری، استفاده از کارت هوشمند در پرداخت الکترونیکی کرایه بسیار مورد توجه قرار دارد (آندرسون[1]، ۱۹۹۸).

۲. مزایای استفاده از کارت هوشمند در پرداخت الکترونیکی کرایه

کارت‌های هوشمند می‌توانند به مسافران و شرکت‌های حمل و نقل عمومی از طریق صرفه‌جویی در زمان، افزایش راحتی سفر و انعطاف‌پذیری بیش‌تر بلیط، هزینه‌های اجرایی پایین‌تر و اطلاعات بازاریابی دقیق‌تر سود برسانند (ولد، ۲۰۱۲).

از مزایای استفاده از کارت هوشمند می‌توان به کاهش نقش کاربر در جمع‌آوری داده‌هایی که پیش از این با تحقیق به دست می‌آمد اشاره کرد. داده‌های سفر و داده‌های شخصی با هم کیفیت داده‌ها را بهتر می‌کنند و میزان آمار را افزایش می‌دهند. بررسی رفتارهای سفر با تغییر ساختار برنامهٔ سفر کاربر راحت‌تر از مطالعه داده‌های موجود است؛ هم‌چنین راحتی و زمان استفاده از سامانه توسط کاربران بیش‌تر می‌شود (باگچی و وایت[2]، ۲۰۰۵). امکان استفاده از چند گزینه قیمت‌گذاری برای استفاده از جاده، پارکینگ و کرایه حمل و نقل را بهتر و شیوه پرداخت جهانی برای چند سامانه را فراهم می‌کند (داکین و کیم[3]، ۲۰۰۱). هم‌چنین طول عمر کارت‌های هوشمند طولانی‌تر از کارت‌های سنتی است.

معرفی کارت‌های هوشمند زمان صرف شده برای پرداخت کرایه و سوار شدن را کاهش می‌دهد، به شرط این‌که مسافر هنگام سوار شدن پرداخت کرایه را انجام دهد. این به منزله زمان صرفه جویی شده برای هر مسافر است. اگر چه ممکن است این زمان کوچک و ناچیز برای مسافر باشد و به شکل معمول بیش‌تر از چند ثانیه نباشد، اما هر مسافر زمانی را در هر توقف و برای هر مسافری که از قبل کرایه نقدی پرداخت می‌کرد، ذخیره می‌کند. کارت‌های هوشمند اغلب به مسیر اتوبوس از طریق امکان ردیابی مسیر، اطمینان می‌بخشد و تأخیر در سفر مسافران را کاهش می‌دهد. پرداخت

1. Anderson 2. Bagchi & White 3. Deakin & Kim

توسط پول نقد می‌تواند یک فرآیند پیچیده باشد که در آن زمان متوسط به ازاء هر مسافر، از چند ثانیه تا بیش از چند دقیقه متغیر است و این برنامه‌ریزی را دشوار می‌کند. معرفی کارت‌های هوشمند به شکل معمول، زمان پرداخت متغیر را کاهش می‌دهد. از این‌رو هم به کاهش تأخیر و هم به افزایش قابلیت اطمینان کمک می‌کند. از مزایای دیگر برای مسافران و شرکت‌های حمل و نقل عمومی کاهش نیاز به پول نقد است. امروزه تمایل افراد به حمل پول نقد رو به کاهش است و درصد تراکنش‌ها توسط کارت‌های اعتباری و بدهی، سالانه در حال افزایش است. بر اساس گزارش بانک مرکزی نروژ، تعداد تراکنش‌های کارت در سال ۲۰۰۹ در نروژ ۱.۲ میلیارد بوده است که این معادل ۲۴۶ تراکنش برای هر نفر است (ولد، ۲۰۱۲).

۳. مقایسه با سایر سامانه‌های جمع آوری کرایه

در این بخش خلاصه‌ای از مقایسهٔ استفاده از کارت هوشمند با اشکال دیگر پرداخت کرایه حمل و نقل عمومی مثل پرداخت نقدی، کارت مغناطیسی و ارائهٔ بلیط کاغذی آورده شده است.

راحتی کاربر: کارت هوشمند شیوه پرداخت کرایهٔ دائمی است که می‌تواند به مدت چند سال استفاده شود. این ویژگی آن‌را در مقایسه باکارت‌های مغناطیسی و بلیط‌های معمولی که چنین دوامی ندارند، مطلوب‌تر می‌سازد. به علاوه در مقایسه با کارت‌های مغناطیسی که باید وارد کارتخوان شوند تا خوانده شوند، این کارت‌ها برای خوانده شدن نیازی به تماس با کارتخوان ندارند (ووچیک[1]، ۲۰۰۵).

کاهش زمان سفر: تأخیر زمانی پردازش داده، وقتی که مسافر سوار می‌شود و از کارت هوشمند استفاده می‌کند بسیار کم است.

سهولت نظارت بر پرداخت: جمع آوری اطلاعات کارت هوشمند در مقایسه با شکل‌های دیگر پرداخت خودکار، برای تهیه گزارش‌های مالی درست برای مسئولان حمل و نقل راحت‌تر است.

1. Vuchic

هزینهٔ تجهیزها: کارت‌های هوشمند نیاز به تجهیزهـای گرانـی دارنـد کـه بایـد در وسیلهٔ نقلیه یا در ایستگاه نصب شوند که این بزرگ‌ترین عیـب ایـن سـامانه بـه شـمار می‌آید، اما همین تجهیزهـا را مـی‌تـوان بـا اضـافه کـردن عملکردهـای دیگـری بـه آن سودمندتر ساخت.

امنیت پرداخت کرایه: کارت هوشمند هم مثل کارت‌های مغناطیسی میـزان تقلـب را کاهش می‌دهد. به دلیل این‌که هر زمان مسافر سوار و یا وارد ایستگاه مـی‌شـود، ایـن کارت اجازه این‌که او حق سفر دارد یا نه را ارزیابی می‌کند.

توانایی استفاده از انواع مختلف و ساختارهای متفاوت کرایه: کارت‌هـای هوشـمند به صورت هم‌زمان انواع مختلفی از پرداخت‌ها را پوشش می‌دهنـد و سـامانه مـی‌توانـد میزان مسافر را ارزیابی و نرخ کرایه را الویت‌بندی کند. به علاوه ساختار دریافت کرایـه را می‌توان با برنامه‌ریزی مجدد بر روی ابزارهای کارتخوان تغییر داد (بلید[1]، ۱۹۹۸).

۴. نمونه اجرا شده در کانادا

یک شرکت حمل و نقل شهری در کانادا در سال ۲۰۰۱ از سامانهٔ جمع‌آوری کرایه به وسیلهٔ کارت هوشمند استفاده کرد. تمام ۲۰۰ اتوبوس آن به کارتخوان‌های بی‌سـیمی که به دستگاه مکان‌یاب جهانی متصل بودند، مجهز شدند. انواع کرایه‌هـا بـه دسـته‌هـای مربوط به دانش‌آموزان، بزرگسالان و سالمندان تقسیم می‌شـود. بـرای مسـیرهای سـریع السیر، عادی و شهری کرایه‌های متفاوتی وجود داشت.

سرور پایگاه داده، همه داده‌های صاحبان کارت و تراکنش‌هـا را ذخیـره مـی‌کنـد و هستهٔ سامانه را به وجود می‌آورد. داده‌های مربوط به اعتبار کارت و داده‌های مربوط بـه استفاده‌کنندگان، برای حفظ محرمانه بودن اطلاعات، روی دو پایگاه داده متفاوت ذخیره می‌شود. در یکی از سرورها داده‌های مربـوط بـه مسـیرها، زمـان حرکـت و اختصـاص اتوبوس‌ها با سامانهٔ اطلاعات عملیات خدمات فراهم می‌شود. این داده‌ها به شکل مـنظم به دستگاه‌های کارتخوان نصب شده، فرستاده می‌شوند. زمانی که یـک کـارت هوشـمند

1. Blythe

در اتوبوس خوانده می‌شود، وضعیت کارت از جمله تاریخ انقضاء، هم‌خوانی کرایه با نوع سرویس و تشخیص کارت جعلی شناسایی می‌شود. اطلاعات مربوط به هر تراکنش روی دستگاه نصب شده ذخیره و سپس به همان ترتیبی که انجام شده‌اند، به سرور منتقل می‌شوند. این انتقال در هنگام بازگشت اتوبوس به پایانه انجام می‌شود. برای امور مالی، اطلاعات بین مکان‌هایی که کارت در آن‌ها صادر یا شارژ مجدد می‌شود با سامانه حسابداری و مالی سرور مبادله می‌گردد. این‌ها اطلاعاتی هستند که روی دستگاه‌های ارزیابی نصب شده، ذخیره می‌شوند. روز و تاریخ ارزیابی، وضعیت تراکنش(خواندن، نخواندن، انتقال)، شماره شناسایی کارت، نوع کرایه، شماره شناسایی مسیر، شماره شناسایی ایستگاه، جهت مسیر، شماره شناسایی اتوبوس و راننده و حرکت، شماره شناسایی پایگاه داده داخلی (مرنسی و همکاران[1]، ۲۰۰۷).

۵. اهمیت استفاده از داده‌های کارت هوشمند در برنامه‌ریزی تقاضای سفر

تحقیق‌های متعددی مربوط به سودمندی داده‌های کارت هوشمند برای تحلیل تقاضا، مدیریت و برنامه‌ریزی حمل و نقل عمومی وجود دارد. امکان استفاده از داده‌های سامانه پرداخت با کارت هوشمند در آمار و برنامه‌ریزی حمل و نقل عمومی با استفاده از داده‌های فنلاند، یکی از اولین کشورهایی که از کارت‌های هوشمند استفاده کرد، مورد بحث قرار گرفت (ولد، ۲۰۱۲). به واسطه مطالعه‌های موردی در انگلستان، مزایا و محدودیت‌های داده‌های کارت هوشمند در تحلیل حمل و نقل عمومی شناسایی شد. در یک مطالعه استفاده‌های احتمالی از داده‌های کارت هوشمند برای برنامه ریزی حمل و نقل پیشنهاد شد (اوتسونمیا و همکاران، ۲۰۰۶).

در یک تحقیق، با استفاده از روش هم‌جوشی داده، ویژگی‌های رفتاری که با بررسی داده‌های سفر شخص توسط سامانهٔ کارت هوشمند مشاهده گردید، ارائه شده است. این روش به شرکت‌های حمل و نقل عمومی کمک می‌کند تا ویژگی‌های رفتاری مسافر را که در داده‌های کارت هوشمند مشاهده می‌شوند نظارت و داده کاوی کنند. در

1. Morency

این تحقیق هدف از هر سفر در داده‌های کارت هوشمند از زمان ورود به ایستگاه و فاصله زمانی بین ورود و خروج بعدی در همان ایستگاه که مدت زمان اقامت نامیده می‌شود، برآورد شده است. نتایج اعتبار سنجی با استفاده از بررسی زیر مجموعه‌ای از داده‌های سفر شخصی نشان داد که روش ارائه شده ٪۷۶/۸ از اهداف سفر را به درستی تخمین زده است. با این حال، برآورد نادرست توسط سفرهای با اهداف دیگر با ویژگی‌های مشابه از لحاظ دورهٔ مدت اقامت و زمان ورود به ایستگاه ایجاد شد. هم چنین رابطه بین دفعه‌ها و اهداف سفر نشان داد که چگونه اهداف سفر تعداد کل سفرها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتیجه‌ها ویژگی‌های متفاوت در هر هدف سفر را نشان داد، به عنوان مثال یکی از این ویژگی‌ها باعث تغییر در تعداد سفر و مسافران شد. تعداد کل سفرها توسط تعداد سفر یا تعداد مسافران تحت تأثیر قرار گرفت. در فصل تعطیلی‌ها، تردد مسافران به دلیل کاهش دفعه‌های سفرهایشان، تعداد کل سفرها را نیز کاهش داد. تغییر در تعداد سفرهای تفریحی توسط تغییر در تعداد مسافران ایجاد می‌شود. این روش به شرکت‌های حمل و نقل عمومی اجازه می‌دهد تا به طور پیوسته و مستمر بر تقاضای حمل و نقل، بدون نیاز به پرداخت هزینه‌های اضافی جهت دستیابی به داده‌ها، نظارت داشته باشند (کوساکب و اساکورا[1]، ۲۰۱۴).

در مطالعهٔ داده‌کاوی کارت هوشمند، برای الگوی سفر مسافران، رویکرد داده‌کاوی مطرح شده نشان می‌دهد که قادر به شناسایی الگوهای سفر برای مسافران با استفاده از مجموعه داده‌های بزرگ کارت هوشمند می باشد. هم‌چنین سطح نظم اطلاعات که از تحلیل داده‌های کارت هوشمند به دست می‌آید، می‌تواند توسط روش پیشنهادی به شکل موفق طبقه‌بندی شود. الگوهای سفر، سطوح نظم مسافران و اطلاعات مهم برای پژوهشگران حوزهٔ حمل و نقل به دنبال درک تنوع رفتار سفر شهری، روز به روز تسهیل گشته و مدل تقاضای سفر مبتنی بر فعالیت توسعه می‌یابد. الگوهای سفر فردی و الگوی نظم در سفر، مزایای قابل توجهی برای شرکت‌های حمل و نقل عمومی در جهت بهبود خدمات خود با کمک بررسی بازار حمل و نقل را ارائه می‌دهند. یکی

1. Kusakabe & Asakura

دیگر از کاربردهای بالقوهٔ این رویکرد برآورد مبدأ مسافران و مقصد یابی آن‌ها با استفاده از الگوی سوابق سفر است (ژیولی و همکاران[1]، ۲۰۱۳).

سامانهٔ جمع‌آوری خودکار کرایه تعداد بسیار زیادی از تراکنش‌های سفر فردی را گردآوری می‌کند. داده‌های کارت هوشمند، روش بررسی همیشگی الگوی سفر از کل جمعیت کاربران کارت را تسهیل می‌کند. با استفاده از کارت هوشمند در مقایسه با رویکرد بررسی سنتی سفر، تحلیل الگوی سفر بسیار کم هزینه‌تر است و می‌تواند به طور مداوم برای نظارت بر سامانهٔ حمل و نقل مورد بهره برداری قرار گیرد. علاوه بر این اندازهٔ نمونه آماری حاصل از داده‌های مربوط به تراکنش‌هایی که از طریق کارت هوشمند انجام گردید، بسیار بزرگ‌تر از داده‌های به دست آمده از دیگر روش‌های آمارگیری بوده است و می‌تواند به عنوان کل کاربران کارت هوشمند در مقایسه با تعداد محدودی از پاسخ دهندگان در رویکرد بررسی سنتی سفر در نظر گرفته شود. برآورد زمان فضایی نظم سفر برای برنامه‌ریزی حمل و نقل در یک مطالعه موردی در استرالیا شامل ده میلیون تراکنش از ۹۹۶۱۳۲ دارنده کارت اتوبوس و قطار شهری انجام شد. اطلاعات هر تراکنش شامل زمان سوار و پیاده شدن هم‌چنین شمارهٔ شناسایی کارت، نوع بلیط (برای بزرگسال، سالمند، دانش‌آموز...)، مسیر و ایستگاه سوار و پیاده شدن است. در نظم سفر از دو تحلیل سریع طبقه بندی مسافران و تخمین تنوع زمان سفر شخصی استفاده شد. این تحقیق گام اولیه جهت استفاده از نظم سفر در برنامه‌ریزی حمل و نقل عمومی است (کیو و همکاران[2]، ۲۰۱۳).

با استفاده از داده‌های کارت هوشمند و برآورد نظم سفر می‌توان مسافر حمل و نقل را بخش‌بندی نمود. روشی جدید برای بخش‌بندی کاربران کارت هوشمند در طبقه‌های مختلف بر مبنای نظم سفر وجود دارد. تراکنش‌های فردی از هر کاربر کارت هوشمند در هر روز کاری برای بازسازی برنامه‌های سفر به وسیله یک فرآیند منطقی ترکیب می‌شود. مسافران به کاربران مبدأ- مقصد منظم، کاربران زمان عادی، کاربران مبدأ-مقصد و زمان عادی و کاربران بی‌نظم توسط رویکرد پیش‌بینی تقسیم‌بندی بازار

1. Xiaolei
2. Kieu, et al

مسافر، بخش‌بندی می‌شوند. تجزیه و تحلیل نوع کاربری کارت هوشمند، روش ارائه شده را تأیید کرده است و الگوهای جالب کاربردهای حمل و نقل از هر نوع شناسایی می‌شوند. روش‌های برنامه کاربردی عملی نیز مورد بحث قرار گرفته و منافع کاربران کارت هوشمند و شرکت‌های حمل و نقل عمومی را نشان می‌دهد. با توجه به مطالعه‌های پیش‌رو، برنامه‌های کاربردی به منظور برنامه‌ریزی حمل و نقل عمومی به شکلی خواهد بود که در آن نظم سفر نیز مورد توجه قرار گیرد. هم‌چنین این یافته‌ها برای ارائهٔ بهتر اطلاعات و خدمات سفارشی که می‌تواند به هر کاربر کارت هوشمند تعلق گیرد، مفید است (کیو و همکاران[1]، ۲۰۱۴).

بر مبنای داده‌های به دست آمده از سامانهٔ جمع‌آوری کرایه، تعدادی از ویژگی‌هایی که به تخمین زمان سفر کمک می‌کنند، شناسایی شده است. این داده ها می‌توانند به ایجاد خدمات اطلاعاتی حمل و نقل شخصی منجر شوند. این داده‌ها جنبه‌های دیگری را نیز مثل ترکیب با ساختارهای شبکه‌ای (اندازه‌گیری تعداد انتخاب مسیر بین یک مبدأ و مقصد)، بررسی شباهت‌های بین مسافران جهت پیش بینی سفرهای کاملاً جدید (سفرهایی که مسافر هرگز در سوابق داده‌های موجود در کارت خود نداشته است)، بررسی شباهت بین سفرها به منظور پیش‌بینی سفری از A به C بر اساس بخش‌های سفر A به B و B به C در بر می‌گیرند. از داده‌ها می‌توان به عنوان ابزاری جهت اندازه‌گیری زمان مورد نیاز مسافران برای حرکت بین مبدأ و مقصد استفاده کرد. داده-های ورودی و خروجی می‌توانند شاخصی جهت اندازه‌گیری میزان علاقه مسافر به یک مکان خاص مورد استفاده قرار گیرد. از داده‌ها می‌توان جهت شناسایی سریع و آسان مسافرانی که تحت تأثیر اختلال‌های احتمالی پیش‌آمده در خدمات رسانی شرکت‌های حمل و نقل عمومی، قرار گرفته‌اند، استفاده کرد. این جنبه از اطلاعات سفر، به ویژه زمانی که میزان خدمات سامانه حمل و نقل افزایش می‌یابد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌شود (لادیا و همکاران[2]، ۲۰۱۳).

1. Kieu, et al.
2. Lathia, et al.

۶. سطوح مطالعهٔ برنامه ریزی حمل و نقل

طی سال‌های اخیر چندین مطالعه در مورد استفاده از داده‌های کارت هوشمند برای اهداف برنامه‌ریزی حمل و نقل انجام شده است. برای ارزیابی این مطالعه‌ها می‌توان آن‌ها را در سه سطح قرار داد: سطح راهبردی، سطح تاکتیکی و سطح عملیاتی.

۱-۶. سطح راهبردی

این مطالعه ها مربوط به برنامه‌ریزی شبکه‌ای دراز مدت، تحلیل رفتار مشتریان و پیش‌بینی تقاضا هستند که پژوهشگران در استفاده از داده‌های کارت هوشمند برای این منظور موافقند؛ اما همهٔ استفاده کنندگان از سامانهٔ حمل و نقل عمومی، کارت هوشمند ندارند. بنابراین باید تغییرهایی صورت گیرد تا همهٔ کاربران از کارت هوشمند استفاده نمایند. بیش‌تر تحقیق‌ها روی ویژگی‌ها و دسته بندی کاربران تمرکز کرده‌اند (پلتیر و همکاران[1]، ۲۰۰۹).

داده‌های جمع آوری شده، درک بهتری از رفتار سفر فراهم می‌کند چرا که تعداد مشاهده‌های مکانی و زمانی بیش‌تری نسبت به سایر ابزارهای جمع آوری داده وجود دارد. برای هر تراکنش مربوط به جمع آوری کرایه با کارت هوشمند داده‌ها، زمان و شماره‌های کارت موجود می‌باشد (اوتسونمیا و همکاران، ۲۰۰۶ و باگچی و وایت، ۲۰۰۵). استفادهٔ داده‌ها برای مسافران نیز وجود دارد که به فراهم کردن برنامه‌های سفر انفرادی کمک می‌کند (اگارد و همکاران[2]، ۲۰۰۶ و اوتسونمیا و همکاران، ۲۰۰۶).

۲-۶. سطح تاکتیکی

این مطالعه‌ها بر تغییر در برنامهٔ الگوهای سفر انفرادی در دراز مدت تمرکز دارند. تغییر در برنامهٔ خدمات، موضوعی است که بیش از همه باید به آن پرداخته شود. یعنی اکثر برنامه‌ریزان امور حمل و نقل عمومی برای تمام روزهای هفته برنامهٔ مشابهی ارائه می‌دهند، اما تفاوت بسیار عمده‌ای بین تعداد مسافران در طول روزهای هفته می‌تواند

1. Pelletier, et al.
2. Agard, et al.

وجود داشته باشد؛ بنابراین باید برنامهٔ مجزایی برای هر روز در نظر گرفته شود. این مشکل را می‌توان با استفاده از داده‌های حاصل از استفاده از کارت هوشمند به صورت مسیر به مسیر حل کرد. نقطهٔ حداکثر ازدحام مسافران را با توجه به اطلاعاتی که از هر مسیر حرکت برآورد می شود، می‌توان به راحتی شناسایی کرد.

به دلیل این‌که سامانه‌های حمل و نقل عمومی نقطهٔ خروج یا اتمام سفرهای شخصی را ندارند، الگوریتمی برای پیدا کردن محتمل‌ترین نقاط خروج مورد نیاز است (ما و همکاران[1]، ۲۰۱۳). این کار را می‌توان با توجه به نقطهٔ بعدی که مسافر در همان روز سوار اتوبوس می‌شود و یا با استفاده از شباهت‌هایی که می‌توان در مقایسه با سایر سفرهای انجام شده با همان کارت در سوابق پایگاه داده پیدا کرد، انجام داد، سپس می‌توان ازدحام هر مسیر را محاسبه کرد. نقطهٔ سوار و پیاده شدن برای هر تراکنش کارت هوشمند مشخص است اما وقتی ایستگاهی که مسافر در آن سوار شده مشخص نیست از لحاظ نظری امکان پیدا کردن محل سوار شدن با توجه به زمان سوار شدن در مقایسه با برنامه اتوبوس وجود دارد.؛ هر چند مطالعه‌ای وجود ندارد که از این شیوه استفاده کرده باشد. موضوع جالب دیگر در مطالعه سطح تاکتیکی، مطالعهٔ سفرهای مسافرانی است که از سامانه کارت مغناطیسی برای پرداخت کرایه استفاده می‌کنند. داده‌های به دست آمده از این سامانه مشابه با داده‌هایی است که از کارت هوشمند جمع آوری می‌شود (هافمن و همکاران[2]، ۲۰۰۹). داشتن آگاهی بیشتر نسبت به الگوی زمانی- مکانی سفر مسافران به برنامه‌ریزان حوزه حمل و نقل کمک می‌کند تا شبکه‌های حمل و نقل را به گونه‌ای طراحی کنند تا نیاز مسافران را به صورت مطلوب‌تری برطرف سازد. همچنین دسترسی روزانه برنامه‌ریزان به داده‌های کارت هوشمند به آنها کمک می‌کند تا بتوانند تأثیرات بکارگیری سیاست‌های جدید بر روی الگوی سفر مسافران را ارزیابی کنند (اوتسونمیا و همکاران، ۲۰۰۶).

1. Ma, et al.
2. Hoffman, et al.

۳-۶. سطح عملیاتی

این مطالعه ها مربوط به شاخص‌های تقاضا، عرضه و همین‌طور عملیات‌های سامانهٔ کارت هوشمند می‌باشند. در این سطح، سامانه‌های کارت هوشمند را می‌توان برای محاسبهٔ دقیق شاخص‌های عملکرد شبکه حمل و نقل عمومی استفاده کرد. شاخص‌هایی مانند انسجام زمان‌بندی، پیمایش وسیلهٔ نقلیه و پیمایش فرد برای هر سفر، مسیر یا روز (ترپانیر و همکاران[1]، ۲۰۰۹). انسجام زمان‌بندی را می‌توان با مقایسهٔ زمان سوار شدن در یک ایستگاه خاص در امتداد مسیر با برنامهٔ زمان‌بندی مسیر، پیش‌بینی کرد. در این مورد داده‌ها باید به دقت جدا سازی شوند تا اولین تراکنش در هر ایستگاه که نشان دهندهٔ زمان ورود اتوبوس به ایستگاه است شناسایی شود، چرا که سوار شدن مقداری زمان می‌برد. در واقع زمان حک شده روی کارت‌های هوشمند هم‌چنین به برآورد مدت زمانی که سوار شدن در ایستگاه‌های مختلف، برای مسیرها و وسائل نقلیه طول می‌کشد، کمک می‌کند. بنابراین کارت‌های هوشمند می‌توانند به طور غیر مستقیم داده‌هایی مشابه سامانه‌های موقعیتی وسیله‌های نقلیه خودکار جمع آوری کنند (هیسکمن[2]، ۲۰۰۲).

علاوه بر تأمین کردن هدف اصلی این سامانه‌ها که همان مدیریت پرداخت است، کارت‌های هوشمند هم‌چنین می‌توانند به شناسایی بی‌نظمی‌ها و خطاهای سامانه پرداخت با کارت هوشمند کمک کنند (هافمن و همکاران، ۲۰۰۹). وجود خطاها در داده‌های تراکنش می‌تواند به شناسایی سریع تجهیزها معیوب، جعلی یا خطای کارکنان منجر شود. متداول‌ترین خطا تفاوت زمانی بین کارتخوان نصب شده کارت هوشمند و مسیرهای برنامه ریزی شده است که شاید دلیل آن خطای راننده، تغییر ناگهانی یک مسیر یا تغییری برنامه‌ریزی شده برای مسیر یا وسیله نقلیه باشد. این نوع خطا بعداً با استفاده از شیوه‌های مقایسه داده‌ها و تکنیک‌های تخصیص می‌تواند رفع شود (چاپلیو و همکاران[3]، ۲۰۰۷).

1. Trépanier, et al. 2. Hickman 3. Chapleau, et al.

۷. دیگر قابلیت‌های کارت هوشمند در پرداخت الکترونیکی کرایه

شرکت‌های حمل و نقل عمومی ممکن است از اطلاعات اضافی سفرهای مسافر که قابل برآورد از کارت هوشمند هستند، جهت طرح‌های وفاداری، درک بهتر نیازهای مسافر که مشتری محسوب می‌گردد و الگوهای سفر بهره‌مند شود (بلید، ۲۰۰۴).

کاربردهای عملی بسیاری از تحلیل داده‌های کارت هوشمند شامل تحقیق‌های بازار، برنامه‌ریزی خدمات، پیش‌بینی تقاضا، قیمت‌گذاری، بازاریابی و ... پیشنهاد شده است (اوتسونمیا و همکاران، ۲۰۰۶).

سامانه‌های کارت هوشمند حمل و نقل عمومی برای کاربردهای تجاری پتانسیل‌های قابل توجهی دارند. دو نوع رویکرد تجاری سازی وجود دارد. رویکرد اول می‌تواند به سیاست‌های کرایه‌ای منتشر شده توسط شرکت‌های حمل و نقل یا دولت مربوط شوند. برای تشویق مسافران به استفاده از کارت‌های هوشمند، خدماتی به شکل کاهش کرایه یا تخفیف در مسیرهای دائمی ارائه می‌گردد. در رویکرد دوم کرایه خاصی پیشنهاد نمی‌شود، اما استفاده‌کنندگان یک سری مزایا از شرکای تجاری (مثلاً تخفیف، کاهش و یا برنامه‌های ثابت) دریافت خواهند کرد یا قادر خواهند بود خدمات و محصول هایی خریداری کنند که خرید آن‌ها با کارت راحت‌تر از شیوه‌های پرداخت دیگر است (دمپسی[1]، ۲۰۰۸).

۸. نتیجه‌گیری

کارت‌های هوشمند برای مسافران و شرکت‌های حمل و نقل عمومی دارای مزایای بسیاری از جمله راحتی سفر، کاهش زمان سفر (صرفه جویی در زمان برای مسافر و شرکت‌های حمل و نقل)، کاهش نیاز به پول نقد، سهولت نظارت بر پرداخت، امنیت در پرداخت کرایه، توانایی استفاده از انواع مختلف و ساختارهای متفاوت کرایه (انعطاف‌پذیری بیش‌تر کرایه)، هزینه‌های اجرایی پایین‌تر، اطلاعات مورد نیاز جهت بازاریابی بهتر می‌باشد.

---

1. Dempsey

با استفاده از روش‌های داده‌کاوی می‌توان با تحلیل داده‌های حاصل از پرداخت الکترونیکی جهت یافتن خطوط پر تقاضا و ساعت‌های اوج بار استفاده کرد. شرکت‌های حمل و نقل عمومی با استفاده از این اطلاعات که در پایگاه داده سامانه پرداخت الکترونیکی موجود است، می‌توانند جهت مدیریت تقاضای سفر از طریق بهینه سازی خطوط حمل و نقل برنامه‌ریزی مناسب‌تری جهت ارائهٔ خدمات در ساعت‌های مختلف شبانه روز به مسافران داشته باشند. با توجه به حجم تراکنش‌ها در روزها و ساعت های مختلف هفته امکان تشخیص خطوط پر تقاضا و ساعت‌های پر ازدحام فراهم می‌شود. با تشخیص ساعت‌های اوج بار و استفاده از روش شناورسازی نرخ کرایه، امکان انتقال تقاضای سفر از ساعت‌های اوج بار به ساعت‌های کم تقاضا وجود دارد. هم‌چنین تا حد زیادی نیز می‌توان اهداف سفر مسافران را تخمین زد.

برای ارزیابی مطالعه‌های صورت گرفته جهت استفاده از داده‌های حاصل از پرداخت الکترونیکی می‌توان سه سطح مطالعه‌ای در برنامه‌ریزی تقاضای سفر و حمل و نقل در نظر گرفت. مطالعه‌های سطح راهبردی شامل برنامه‌ریزی شبکه‌ای طولانی مدت، تحلیل رفتار مشتریان و پیش بینی تقاضا می‌باشد. مطالعه‌های سطح تاکتیکی بر تغییربرنامه‌ها، الگوهای سفر انفرادی و طولانی مدت تمرکز دارند. مطالعه‌های سطح عملیاتی مربوط به شاخص‌های تقاضا، عرضه و همین‌طور عملیات‌های سامانه کارت هوشمند می‌باشند.

از دیگر قابلیت‌های سامانه کارت هوشمند امکان اتخاذ سیاست‌های تشویقی کرایه‌ای در قالب کاهش کرایه یا ارائهٔ تخفیف به مسافران دائمی مسیرها برای افزایش استفاده آن‌ها از سامانه پرداخت با کارت هوشمند می‌باشد.

منابع

1. Agard B., Morency C. Trepanier M., (2006). Minning public transport user behaviour from smart card data. *12th IFAC symposium on information control problems in manufacturing-INCOM*, Saint-Etienne, France, May, 17-19.
2. Anderson M. M. (1998). Financial Services Technology Consortium, *Electronic Cheque Architecture, 1.0.2*

3. Bagchi M., White P. R. (2005). Potential of public transport smart card data, *Transp Policy*, 12 (5), 464–472.
4. Blythe, P. (1998). Integrated ticketing-smart cards in transport, IEE Colloquium: Using ITS in public transport & emergency services, *4*: 20.
5. Blythe P. T. (2004). Improving public transport ticketing through smart cards, *Municipal Engineer*, 157 (1), 47-54.
6. Chapleau R., Chu K. K. (2007). Modeling transit travel patterns from location-stamped smart card data using a disaggregate approach. *11th word conference on transportation research CDROM*, Berekeley, California.
7. Deakin S., Kim E. (2001). Transportation technologies: Implications for planning, *University of California transportation center*, 536-563.
8. Dempsey S. P. (2008). Privacy issues with the use of smat cards, *Legal research digest*, 25.
9. Hickman M. (2002). Robust passenger itinerary planning usingtransit AVL data. *In proceeding of the IEEE 5th conference on intelligent transportation systems*, Singapore, 840-845.
10. Hoffman M., Wilson S., White P. (2009). Automated identification of linked trips at trip level using electronic fare collection data. *88th Annual meeting of the transportation research CDROM*, Washington, 18.
11. Khosravani A. (2008). The Modern Integrated Payment System: The Iran Experience to Date. *Journal of Internet Banking and Commerce*, 13 (1).
12. Kieu L. M., Bhaskar A. and Chung E. (2013). Mining temporal and spatial travel regularity for transit planning, *Australasian Transport Research Forum*, October 2013, Brisbane, Australia.
13. Kieu L. M., Bhaskar A. and Chung E. (2014). Transit passenger segmentation using travel regularity mined from Smart Card transactions data, *In Transportation Research Board 93rd Annual Meeting*, Washington, D.C.
14. Kusakabe T., Asakura Y., (2014), Behavioural data mining of transit smart card data: A data fusion approach, *Transportation Research*, Part C, 46: 179–191.
15. Lathia N., Smith C., Froehlich J. and Capra L. (2013). Individuals among commuters: Building personalised transport information services from fare collection systems, *Pervasive and Mobile Computing*, 9, 643–664.

16. Ma X., Wu Y. J. Wang Y., Chen F., Liu J. (2013). Mining smart card data for transit riders' travel patterns, *Transportation Research*, Part C, 36, 1–12.
17. Morency C., Trepanier M., Agard B. (2007). Measuring transit use variability with smart-card data, *Transport Policy*, 14 (3), 193-203.
18. Pelletier M. P., Trepanier M., Morency C. (2009). *Smart card data in public transit planning*, CIRRELT.
19. Raja J., Velmurgan M. S. (2008). E-payments: Problems and Prospects, *Journal of Internet Banking and Commerce*, 13 (1).
20. Sahut J., (2008). Internet Payment and Banks, *International Journal of Business*, 13 (4).
21. Trépanier M., Morency C., Agard B. (2009). Calculation of transit performance measures using smart card data. *Journal of public transportation*, 12 (1), 79-96.
22. Utsunomiya M., Attanucci J., Wilson N. (2006). Potential Uses of Transit Smart Card Registration and Transaction Data to Improve Transit Planning. *Journal of the Transportation Research Board*, 1971: 119-126.
23. Vuchic V. R. (2005). *Urban transit: Operations, planning and economics.* Jhon Wiley & Sons, Hoboken, N.J. p. 644.
24. Welde, M. (2012). Are Smart Card Ticketing Systems Profitable? Evidence from the City of Trondheim. *Journal of Public Transportation*, 15 (1).