جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

انجمن کامپیوتر ایران
Computer Society of Iran
۱۹ الی ۲۱ اسفند ۱۳۸۶
مقاله کامل

Archive of SID

یک الگوریتم تطبیق نقشه برای سیستم های ناوبری خودرو

سارا تقی پور
دانشکده فنی و مهندسی
دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک
sa.taghipour@gmail.com

محمد رضا میبدی
دانشکده مهندسی کامپیوتر و فن آوری اطلاعات،
دانشگاه امیر کبیر، تهران، ایران
meybodi@aut.ac.ir

سارا نظری
دانشکده فنی و مهندسی
دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک
sara_nazari88@yahoo.com

چکیده: در سیستم ناوبری خودرو، اغلب از GPS[1] جهت تعیین موقعیت خودرو استفاده می شود. به دلایل مختلفی، محلی که توسط GPS تعیین میشود، دقیقاً بر روی شبکه جاده ای منطبق نیست. فرایند تطبیق نقشه، موقعیت فعلی تعیین شده توسط گیرنده GPS را به موقعیت صحیح خودرو بر روی شبکه راه ها نگاشت می‌کند. در این مقاله یک الگوریتم تطبیق نقشه هندسی و توپولوژیکی برای سیستم های ناوبری خودرو[2] ارایه شده است. الگوریتم با خروجی حاصل از GPS و پایگاه داده ای از شبکه جاده ای برای تهیه مسیر دقیق و قابل اعتماد خودرو بر روی شبکه راه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. برای ارزیابی الگوریتم تطبیق نقشه پیشنهادی، این الگوریتم بر روی داده های واقعی آزمایش شده است. نتایج آزمایش ها حاکی از کارایی بالاتر الگوریتم پیشنهادی در مقایسه با الگوریتمهای تطبیق نقشه هندسی و توپولوژیکی موجود می‌باشد.

واژه های کلیدی: تطبیق نقشه، GPS، سیستم ناوبری خودرو

مقدمه

با افزایش استفاده از سیستم‌های ناوبری خودرو، تعیین موقعیت خودرو در خیابان‌ها اهمیت بسیاری یافته است. هدف از نصب یک سیستم ناوبری بر روی یک خودرو کمک رساندن به راننده برای انتخاب یک مسیر بهینه جهت رسیدن به مقصد است. یک سیستم ناوبری خودرو به راننده جهت رسیدن به مقصدش که ممکن است مرکز شهر یا نام یک خیابان و یا یک آدرس شامل پلاک یک ساختمان باشد راهنمائی‌های لازم را می‌کند. در اکثر این سیستم‌ها از ماهواره و موقعیت یاب عمومی جهت تعیین موقعیت خودرو استفاده می‌شود.

از آنجا که دقت سیستم‌های موقعیت یاب از عوامل مختلفی چون شرایط جوی، وضعیت قرارگیری ماهواره‌ها و غیره تأثیر می‌پذیرد، لازم است از روش‌های تطبیق نقشه جهت افزایش دقت در تعیین موقعیت استفاده نمود. این روش‌ها سعی در تعیین موقعیت دقیق خودرو دارند. اگر نقشه و سیستم مکان یابی ایده ال باشند یعنی بدون هیچ خطایی عمل کنند، آنگاه خروجی مکان یابی[3]، دقیقاً بر روی لینک جاده ای صحیح، منطبق خواهد بود. اما در واقعیت، منابع خطای بسیاری بر روی سیگنالها و ابزارهای استفاده شده در سیستم مکان یابی اتفاق می افتد، علاوه بر اینکه ممکن است نقشه نیز دقت کافی نداشته باشد. بنابراین مکان تخمین زده شده لزوماً بر روی شبکه جاده ای قرار نمی‌گیرد. فرایند نگاشت خروجی GPS بر روی شبکه جاده ای، تطبیق نقشه[4] نامیده می شود.

الگوریتم های تطبیق نقشه موجود به سه گروه الگوریتم های هندسی، توپولوژیکی و مبتنی برتئوری اطلاعات تقسیم شده اند. الگوریتم های تطبیق نقشه هندسی مانند "نقطه به نقطه" ، " نقطه به منحنی" و "منحنی به منحنی" از اطلاعات هندسی شبکه راه ها استفاده می‌کند و به اتصال یال‌ها (اینکه هر یال به چه یالی متصل است) توجهی نمی‌کند و از فواصل نقاط بدست آمده از GPS و خیابان‌ها و جاده ها استفاده می‌کنند. الگوریتم "نقطه به نقطه" نقطه دریافتی از GPS را به نزدیکترین نقطه در شبکه راه ها نگاشت می کند. پیاده سازی این روش آسان است اما حساس به نحوه برداری کردن نقشه می‌باشد[۲]. الگوریتم " نقطه به منحنی" نقطه دریافتی از GPS را به نزدیکترین منحنی از شبکه راه ها تطبیق می دهد. این روش در شبکه راه‌های پیچیده با تراکم بالا به خوبی عمل نمیکند. الگوریتم تطبیق "منحنی به منحنی" از نقاط دریافتی در مسیر حرکت خودرو یک منحنی تشکیل می‌دهد و آنرا به خیابانی که از نظر شباهت به این منحنی امتیاز بالاتری دارد، تطبیق می‌دهد. یافتن این شباهت در مدلهای پیچیده و در شرایطی که خیابانهای مشابه در نزدیکی محل مورد نظر وجود داشته باشد، مشکل است[۲،۳].

گروه دوم الگوریتم های تطبیق نقشه، الگوریتم های توپولوژیکی هستند. توپولوژی به ارتباط بین یالها (خیابان ها) و نحوه اتصال آنها اشاره دارد. گرینفیلد[5] در سال ۲۰۰۲ چندین الگوریتم را بازبینی کرد و سپس الگوریتم وزن دهی توپولوژیکی را پیشنهاد کرد[۴]. این الگوریتم

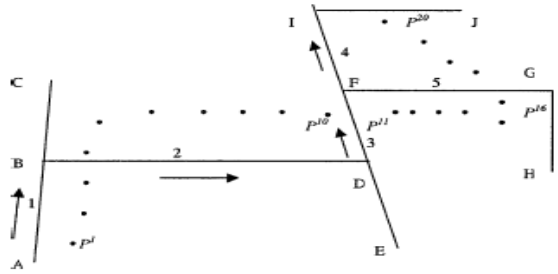
[1] General Positioning System
[2] Car Navigation System
[3] positioning
[4] Map matching
[5] Greenfeld

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد
Archvie of SID

سعی در تشخیص یک همبستگی توپولوژیکی بین شبکه راه ها و الگوی حرکت خودرو، به کمک خروجی حاصل ازGPS دارد.

الگوریتم گرینفیلد بدلیل اینکه "سرعت حرکت" و" جهت حرکت" خودرو را در تطبیق نقشه دخالت نمی‌دهد از کارایی خوبی برخوردار نیست[۷]. این الگوریتم، فرایند تطبیق نقشه را در تقاطع ها بدرستی انجام نمیدهد. بطور مثال در شکل (۱) نقاط p^1 تا p^{20} نشان دهنده مکان خودروی در حال حرکت که توسط GPS دریافت شده است را بر روی شبکه جاده ای نشان می‌دهد. تعیین مسیر خودرو تا p^{10} آسان است و هر الگوریتمی از جمله الگوریتم گرینفیلد نیز به درستی آنرا تطبیق خواهد داد. در نقطه P^{11} این الگوریتم یال ۵ را انتخاب خواهد کرد زیرا جهت حرکت خودرو در نقطه P^{11} و P^{12} شبیه یال ۵ است. علت اینکه الگوریتم، یال غیر صحیح را انتخاب کرده اینست که به اطلاعات "جهت حرکت" خودرو، که این داده توسط GPS تولید می‌شود، توجه نکرده است[۳،۷].

در سال ۲۰۰۳ کوداس[6]، الگوریتم گرینفیلد را بهبود بخشید و یک الگوریتم توپولوژیکی وزن دار دیگری ارائه داد که در آن از جهت حرکت خودرو و سرعت حرکت، به عنوان فاکتور های موثر در تطبیق نقشه استفاده می‌شود[۷]. آزمایش‌ها نیز نشان داده است که الگوریتم کوداس نیز در بعضی از شرایط مانند تقاطعها به خوبی عمل نمی‌کند[۱]. الگوریتمهای تطبیق نقشه مبتنی بر تئوری اطلاعات با شناسایی فاکتورهای مناسب تر سعی دارند به دقت تطبیق بالاتر و خطای محاسباتی کمتر دست یابند بطور مثال بعضی از این الگوریتمها از منطق فازی کمک میگیرند[۵].



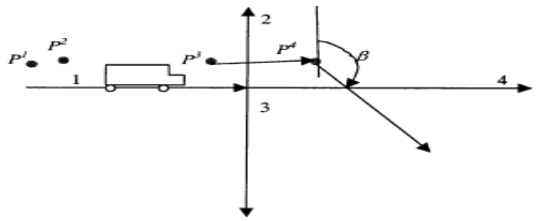
شکل(۱): تطبیق نادرست بعلت در نظر نگرفتن "جهت حرکت" خودرو

دراین مقاله الگوریتمی برای تطبیق نقشه که مبتنی بر الگوریتم کوداس پیشنهاد می‌گردد. در الگوریتم پیشنهادی از مختصات جغرافیایی داده شده توسط GPS و پایگاه داده ای از شبکه جاده ای برای تعیین مسیر دقیق و قابل اعتماد خودرو بر روی شبکه راه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای ارزیابی الگوریتم پیشنهادی، این الگوریتم بر روی داده های واقعی(شهر اراک) آزمایش شده است. نتایج آزمایشها حاکی از کارایی بالاتر الگوریتم پیشنهادی در مقایسه با الگوریتم توپولوژیکی کوداس می‌باشد. ادامه مقاله بدین صورت سازماندهی شده است. در بخش۱ الگوریتم تطبیق نقشه کوداس که مبنای الگوریتم پیشنهادی می‌باشد توضیح داده شده است. در بخش ۲ الگوریتم پیشنهادی و در بخش ۳ ارزیابی الگوریتم پیشنهادی و نتایج آزمایش‌ها آمده است. بخش نهایی مقاله، نتیجه گیری می‌باشد.

۱- الگوریتم تطبیق نقشه کوداس

در این بخش الگوریتم کوداس که مبنای الگوریتم پیشنهادی می‌باشد به اختصار شرح داده می‌شود. این الگوریتم در ابتدا با توجه به خروجی که از GPS دریافت می کند سعی می‌کند یالی (خیابان) را که خودرو بر روی آن در حال حرکت است پیدا کند. برای این منظور یال‌هایی را که کاندیدهای یال صحیح هستند را پیدا می‌کند. برای این کار کوداس چندین فاکتور از جمله "جهت حرکت"، " سرعت حرکت"، "زاویه نقطه با تقاطع" و "فاصله نقطه با یال ها" که هر کدام دارای امتیاز ویژه‌ای می‌باشد را در نظر گرفته است. برای هر یال کاندید، جمع امتیازهای تمامی فاکتورها محاسبه می‌شود و سپس یال کاندید با بالاترین امتیاز به عنوان یال صحیح انتخاب می شود. فاکتورهایی که کوداس در نظر گرفته است بطور یکسان در انتخاب یال موثر نیستند بلکه بعضی از آنها تاثیر بیشتری دارند که از طریق امتیازی که به آن تعلق می‌گیرد تعیین می‌شود. معرفی فاکتور ها و نحوه امتیازدهی به فاکتورهای مختلف در ادامه این بخش آمده است.

تعیین امتیاز "جهت حرکت"[7] خودرو : GPS علاوه بر مختصات جغرافیایی خودرو، داده های دیگری از جمله "جهت حرکت" و "سرعت" خودرو را استخراج می‌کند. "جهت حرکت" خودرو زاویه ای است که خودرو تمایل دارد به آن سمت حرکت کند. همانطور که در شکل (۲) نشان داده شده است خودرو در مکان P^4 قرار دارد و زاویه β که توسط GPS استخراج شده است، جهت حرکت خودرو در نقطه P^4 می باشد که این زاویه نسبت به محور شمالی می باشد. این داده، اشاره خوبی به مسیر احتمالی خودرو در این نقطه دارد. در این شکل لینک های کاندید خودرو، یالهای ۲و ۳و ۴ می باشد. سپس جهت یال های کاندید نیز تعیین می شود که با β' نشان داده شده است(در این مثال ۹۰ درجه برای لینک ۴ و صفر درجه برای لینک ۲ و ۱۸۰ درجه برای لینک ۳). تفاوت بین β و β' را $\Delta\beta$ می نامیم که جهت فرموله کردن وزن بکار میرود(رابطه ۱).



شکل(۲): تعیین " جهت حرکت" خودرو و یال های کاندید[۷]

[6] Quddus

[7] Heading

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد
Archvie of SID

$$WS_H = A_H \cos(\Delta\beta') \qquad (۱)$$

WS_H، وزن داده شده به" جهت حرکت" خودرو و تمایل خودرو نسبت به لینک ها است. A_H ضریب این پارامتر است و مقدار آن از فرمول ۶ بدست می‌آید. هر چه $\Delta\beta$ کمتر باشد احتمال اینکه آن یال کاندید، یال صحیح باشد بیشتر است.

تعیین امتیاز برای نزدیکی نقطه به یک یال: از میان یال‌های کاندید یالی که به نقطه دریافتی از GPS نزدیک تر است امتیاز بالاتری دریافت می‌کند. این امتیاز طبق رابطه ۲ محاسبه میشود.

$$WS_{PD} = A_P / D \qquad (۲)$$

نزدیکی می‌تواند توسط خط بین دو نقطه پیاپی GPS (برای مثال $p(x_i, y_i)$ و $p(x_{i-1}, y_{i-1})$) با یال i که بطور فیزیکی تقاطع دارند نیز محاسبه می‌شوند.

نزدیکی بین این دو خط می‌تواند توسط زاویه بین آنها اندازه گیری شود. هر چه این زاویه(θ) کوچکتر باشد دوخط به همدیگر نزدیک تر می‌باشند. در این صورت امتیاز دهی می‌تواند طبق رابطه ۳ صورت گیرد. اگر دو خط تقاطع نداشته باشند امتیاز ۰ در نظر گرفته می‌شود.

$$WS_{PI} = A_P \cos(\theta) \qquad (۳)$$

تعیین امتیاز برای موقعیت نقطه نسبت به یال: همانطور که در شکل ۳ مشخص است $p(x_i, y_i)$ نقطه مکان واقعی خودرو که توسط دستگاه GPS تعیین شده است و متغیرهای α_1، α_2، α_3، α_4 مکان نسبی این نقطه تا یالهای ۱و۲و۳و۴ می‌باشد. امتیاز برای موقعیت نقطه نسبت به یال طبق رابطه ۴ محاسبه می‌شود. هر چه این زاویه بزرگتر باشد، احتمال اینکه یال کاندید همان یال صحیح باشد کمتر می‌باشد.

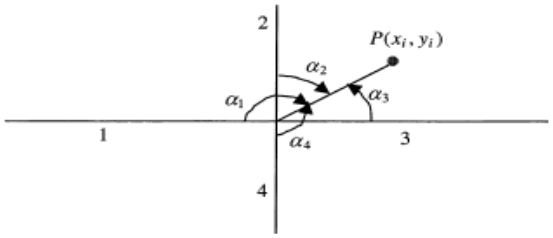
$$WS_R P = A_{RP} \cos(\alpha) \qquad (۴)$$

بعد از تعیین امتیاز ها، امتیاز کلی هر یال طبق رابطه ۵ برای هر یال کاندید محاسبه میشود.

$$TWS = WS_H + (WS_{PD} + WS_{PI}) + WS_{RP} \qquad (۵)$$

$$\left.\begin{aligned} A_H &= aA_P \\ A_{RP} &= bA_P \end{aligned}\right\} \qquad (۶)$$

که a, b ضرایب امتیاز هستند b>a>1. bوa بستگی به توپولوژی شبکه دارد. مقدار TWS برای همه وزن های کاندید محاسبه و سپس یالی با بالاترین امتیاز به عنوان یال صحیح تعیین می‌شود. کوداس مقادیر AP , b , a را به ترتیب ۵و ۲ و ۱۰ در نظر گرفته است[۷].



شکل (۳): زاویه نقطه دریافتی ازGPS تا تقاطع ها

بعد از انتخاب یال صحیح، مکان فیزیکی خودرو بر روی آن یال مشخص می‌شود. فرض کنیدP_t وP_{t+1} مکان خودرو بر روی یال در زمان t و t+1 باشد. با داشتن مختصات این نقاط و با داشتن سرعت خودرو در زمان t+1 و مکان خودرو در زمان t و زاویه حرکت خودرو در زمان t، می توان مکان خودرو بر روی یال انتخاب شده را طبق روابط ۷ بدست آورد.

$$\left.\begin{aligned} E_{i+1} &= E_i + (v*1)*\sin\theta) \\ N_{i+1} &= N_i + (v*1)*\cos\theta \end{aligned}\right\} \qquad (۷)$$

برای تعیین اینکه آیا هنوز خودرو بر روی یال جاری قرار دارد یا نه، از تفاوت بین "جهت حرکت " دو نقطه پیاپی بدست آمده از GPS استفاده می‌شود. اگر این تفاوت بیش از ۴۵ درجه باشد قطعا خودرو به خیابانی با جهتی متفاوت با جهت خیابان جاری، تغییر مسیر داده است [۷].

۲- الگوریتم پیشنهادی

الگوریتم پیشنهادی در این مقاله بهبود یافته الگوریتم کوداس می باشد. این الگوریتم همانطوری‌که قبلا اشاره شد در مواردی مانند تقاطع ها به درستی عمل نمی‌کند. در فرایند برداری کردن نقشه معمولا به عرض خیابان‌ها در نقشه توجهی نمی‌شود که این باعث مشکلاتی در عمل تطبیق نقشه می‌گردد. تقاطع یک خیابان عریض با یک خیابان باریک را در نظر بگیرید. اگر خودرو در دورترین نقطه از عرض خیابان حرکت کند و به خیابان باریکی بپیچد در اینصورت طول واقعی طی شده توسط خودرو برابر طول یال نمی باشد. در این وضعیت، الگوریتم تطبیق نقشه، تطبیق غلطی را انجام میدهد.

همانطور که در شکل (۴) مشخص شده است طول یال ۱ کمتر از مسیر حرکت واقعی خودرو در طی این دو خیابان است و این منجر به تطبیق های غلط بعدی شده است. این تفاوت در طول واقعی خیابان و طول یال منسوب شده به خیابان موجب بروز خطا در عمل تطبیق نقشه می شود. به همین دلیل در الگوریتم پیشنهادی برای هر یال علاوه بر طول یال در گراف نقشه، طول واقعی یال نیز در نظر گرفته شده است که برابر طول یال به اضافه میزان خطای تطبیق در تقاطع می‌باشد. در شکل (۴) میزان خطای تطبیق که تفاوت فاصله در راستای یال جاری بین تقاطع و نقطه قبل از تطبیق می باشد، نشان داده شده است. مراحل کلی الگوریتم در ادامه آمده است.

Archvie of SID

مراحل الگوریتم پیشنهادی در زیر آمده است.

۱. نقطه GPS را بگیر.

۲. نزدیک ترین نود به این نقطه GPS را پیدا کن. سپس تمامی یالهای گذرنده از این نقطه را به عنوان یالهای کاندید انتخاب کن.

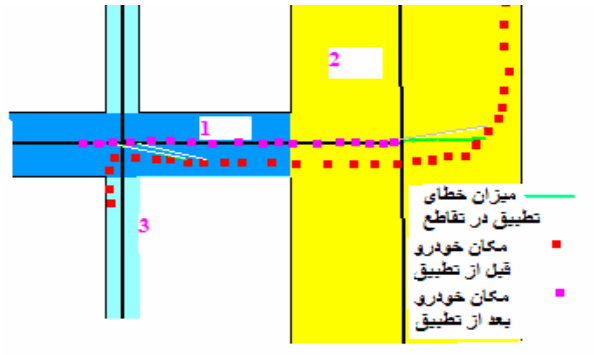
۳. امتیاز کل را برای هر یک از یال‌های کاندید(رابطه ۵) محاسبه و سپس یال صحیح از بین یال‌های کاندید انتخاب می‌شود.

۴. مکان فیزیکی خودرو را بر روی یال انتخابی (یال صحیح) محاسبه کن.

۵. نقطه بعدیGPS را دریافت کن. اگر $\Delta\beta \succ 45^\circ$ است (یعنی خودرو تغییر جهت داده است) در این صورت برو به مرحله ۱ در غیر اینصورت اگر $\Delta\beta \prec 45^\circ$ است (یعنی خودرو در مسیر قبلی در حال حرکت است و تغییر جهت نداده است) در این صورت برای تعیین اینکه آیا خودرو در مسیر قبلی خود از تقاطع گذشته است یا نه، طبق رویه زیر عمل کن:

طول مسیر طی شده توسط خودرو از تقاطع قبلی تا حال را محاسبه کن(با استفاده از سرعت ثبت شده توسط GPS در هر لحظه از حرکت خودرو). اگر این مسافت از طول واقعی یال بیشتر باشد بنابراین قطعا خودرو بدون تغییر جهت تقاطع را گذرانده است و می بایست به یال جدیدی تطبیق داده شود. (یال جدید همان یال متصل به یال قبلی و در همان جهت می-باشد.) و گرنه تطبیق مکان خودرو به یال قبل از تقاطع انجام می‌شود.

۶. اگر نقطه GPS آخرین نقطه برای تطبیق بوده است الگوریتم به پایان می‌رسد وگرنه برو به مرحله ۱.



شکل (۴): محاسبه میزان خطای تطبیق

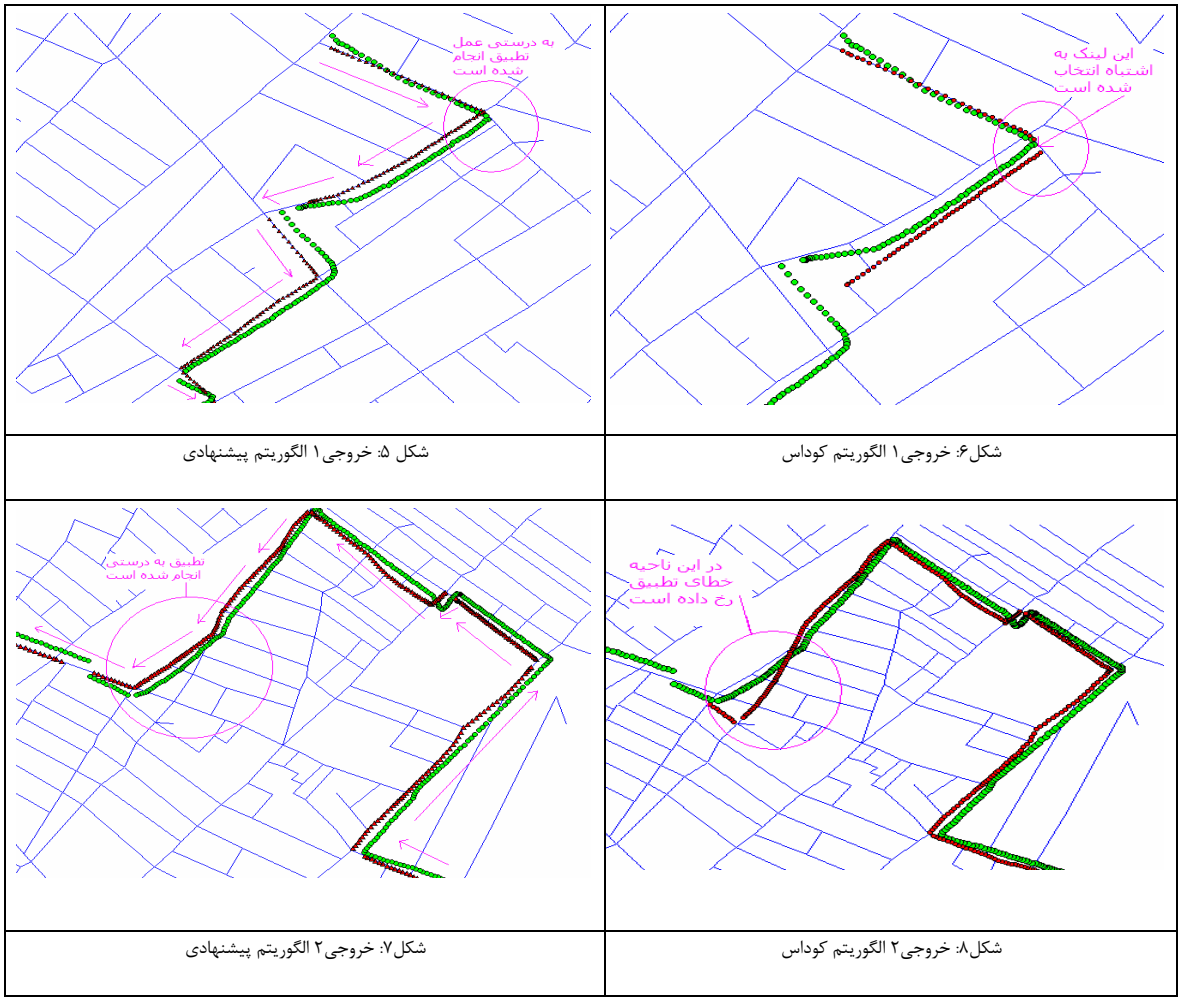
۳- ارزیابی الگوریتم پیشنهادی

برای آزمایش الگوریتم پیشنهادی از نقشه شهر اراک استفاده شده است. در داخل خودرو از GPS دستی مدل 76CSmap محصول سال ۲۰۰۴ شرکت Garmin برای ضبط اطلاعات از مسیر حرکت خودرو استفاده شده است. در انتخاب مسیر های طی شده برای تست الگوریتم، سعی شده است که انواع مسیرهای ساده تا مسیر هایی با خیابان هایی با پیچ های متعدد و همچنین کوچه های باریک و پیچ در پیچ درنظر گرفته شود. برای ارزیابی الگوریتم پیشنهادی، الگوریتم کوداس و الگوریتم پیشنهادی بر روی مسیرهای مختلف اعمال شده است که نتایج آنها در اشکال۵ تا ۸ آمده است. نقاط با رنگ سبز نقاط دریافتی GPS از مکان خودرو می باشد و نقاط با رنگ قرمز با نماد پیکان، مکان خودرو بعد از تطبیق در الگوریتم پیشنهادی است.

۴- نتیجه گیری

در این مقاله یک الگوریتم تطبیق نقشه برای سیستم های ناوبری خودرو پیشنهاد گردید. این الگوریتم با استفاده "جهت حرکت" و سرعت خودروی و پایگاه داده ای از شبکه جاده ای عمل تطبیق نقشه را انجام میدهد. برای ارزیابی الگوریتم تطبیق نقشه پیشنهادی، این الگوریتم بر روی نقشه شهر اراک آزمایش گردید. نتایج آزمایشها حاکی از کارایی بالاتر الگوریتم پیشنهادی بخصوص در تقاطع ها در مقایسه با الگوریتم کوداس داشته است.

Archvie of SID



شکل ۵: خروجی ۱ الگوریتم پیشنهادی

شکل۶: خروجی ۱ الگوریتم کوداس

شکل۷: خروجی ۲ الگوریتم پیشنهادی

شکل۸: خروجی ۲ الگوریتم کوداس

۵- مراجع

[۱] س. تقی پور، **بررسی الگوریتم های تطبیق نقشه در سیستم ناوبری خودرو**، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد واحد اراک، ۱۳۸۵.

[2] Christopher E. White, David Bernstein, Alain L. Kornhauser (2000),"*Some map matching algorithms for personal navigation assistants*", a Department of Operations Research and Financial Engineering, Princeton University

[3] Bernstein, D. and A. Kornhauser, "*An Introduction to Map Matching for Personal Navigation Assistants*", Technical Report, New Jersey TIDE Center, New Jersey Institute of Technology, New Jersey, NY, USA, 1996. http://www.njtide.org/reports/mapmatchintro.pdf

[4] Greenfeld, J. S., "*Matching GPS Observations to Locations on a Digital Map*", Proceedings of the 81st Annual Meeting of the Transportation Research Board, 22-27 May, Washington, DC, USA, pp. 376-384, 2002.

[5] Syde, S. and Cannon K., "*Fuzzy Logic Based Map Matching Algorithm for Vehicle Navigation System in Urban Canyons*", Department of Geometrics Engineering, University of Calgary, Alberta, Canada, 2004

[6] Zhou, J., "*A Three-step General Map Matching Method in the GIS Environment Travel/TransportationStudy Perspective*", Department of Geography, University of California Santa Barbar, 2004

[7] Quddus, M.A., W. Y. Ochieng, Z. Lin and R.B. Noland,"*A General Map- Matching Algorithm for Transport Telematics Applications*", GPS solutions, Volume 7, No. 3, pp. 157-167, 2003.