بررسی مکان یابی و هدایت خودکار وسایل نقلیه کشاورزی با استفاده از داده های GPS

محمد مزیدی[۱*]، محمد حسین عباسپور فرد[۲]، محمد حسین آق خانی[۳]

۱ – دانشجوی دکتری مهندسی بیوسیستم، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد،
mohammad.mazidi@stu.um.ac.ir
۲و۳– دانشیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

بالا بردن بازده و افزایش آسایش و ایمنی از جمله انگیزه های کم کردن وظایف یا حذف رانندگان وسایل نقلیه کشاورزی می باشد. با حذف راننده از روی وسایل نقلیه کشاورزی نیاز به یک مرجع جهت هدایت این وسایل می باشد. با استفاده از داده های بدست آمده از GPS و یک مرجع مطلق (نقشه جغرافیایی مزرعه)، وسیله مورد نظر می تواند مسیر حرکت برنامه ریزی شده یا تعیین شده در حین کار را طی کند. در این مقاله به بررسی امکانات ناشی از استفاده از GPS و شیوه های مدیریت اطلاعات آن پرداخته شده است. GIS بعنوان یک واسط کاربری که اطلاعات جغرافیایی زمین کشاورزی را مدیریت می کند می تواند با استفاده از خاصیت لایه ای اش علاوه بر هدایت، برای اعمال نهاده های کشاورزی نیز استفاده شود. با مقایسه بین نرم افزارهای GIS با نقشه قبلی و بدون نقشه قبلی، جوانب کار با هر کدام بیان شده است. از آنجاییکه ورودی این نرم افزارها اطلاعات GPS می باشد، منابع خطا و روش های حذف آنها را نیز معرفی کرده ایم.

واژهای کلیدی : ترکیب سنسورها، هدایت بدون سرنشین، GIS، GPS.

مقدمه

مکانیزاسیون کشاورزی در قرن اخیر انسان را از کارهای سنگین بسیاری رها کرده اما کارگرها هنوز هم کارهای تکراری و طولانی را تحت شرایط آب و هوایی سخت انجام می دهند. هدایت تراکتور بعنوان نیروی محرکه منحصر بفرد در کشاورزی نیاز به توجه اپراتور برای مدت زمان طولانی دارد و این مسئله بر روی ایمنی و کیفیت تولید تاثیر می گذارد. نیاز به تمرکز با افزایش عرض ادوات و سرعت کاری که لازمه بالارفتن ظرفیت مزرعه ای می‌باشد، بالاتر می رود. علاوه بر این شرایط سخت ناشی از کار با تراکتور می تواند آسیب هایی با سطوح مختلف به راننده وارد کند بطوری که بالاترین آسیب در محیط کشاورزی ناشی از کار با

تراکتور گزارش شده است (Bunn *et al.*, 2008). از طرف دیگر قابلیت های رو به گسترش تراکتور، کشاورزان را به استفاده روز افزون از این وسیله نقلیه تشویق می کند. تراکتور می تواند در خاکورزی، کاشت، وجین، کوددهی، محلول پاششی، حمل و نقل، چمن زنی و برداشت استفاده شود. اینچنین تطبیق پذیری، تراکتور را یک هدف اولیه برای اتوماسیون در کشاورزی کرده است (Anthony *et al.*, 2002).

در بالاترین سطح اتوماسیون راننده بطور کامل حذف می شود و کلیه عملیات های مرتبط با او توسط یک سامانه هوشمند از قبل برنامه ریزی شده و با استفاده از یکسری عملگر مناسب انجام می گیرد. برای هدایت بدون سرنشین تراکتور باید بعد از تعیین دقیق موقعیت تراکتور در مزرعه، مسیر هدایت وسیله برنامه ریزی شود. این فرآیند به دو شیوه کلی انجام می شود (Anthony *et al.*, 2002): در روش اول که مرجع مطلق می باشد، مسیر هدایت تراکتور با استفاده از یک طرح هندسی نقشه ریزی شده از مزرعه و *سنسورهای موقعیت یاب مطلق*[1] مانند *سامانه موقعیت یاب جهانی*[2] (GPS) و قطب نمای مغناطیسی تعیین می شود. مسیر هدایت در مدل بدست آمده از زمین برنامه ریزی می شود و در هر لحظه موقعیت فعلی و الگوریتم کنترل برای ادامه مسیر مشخص می شود. در روش دوم که مرجع نسبی می باشد، مسیر هدایت تراکتور با استفاده از یک سری شاخص های محلی تعیین می شود. این شاخص ها می‌توانند پوشش گیاهی در ردیف محصولات و یا سطح شخم خورده و نخورده خاک باشند. از جمله سنسورهایی که برای این روش استفاده می شوند می توان به دوربین برای کشف ردیف محصول، سنسورهای نوری و التراسونیک اشاره کرد.

زمانی که ابزار اطلاعاتی مبتنی بر زمین مانند نقشه های *سامانه اطلاعات جغرافیایی*[3](GIS) استفاده می شود، برای نقشه های عملیاتی مکان مشخصی در مزرعه ، تعیین موقعیت ماشین و جمع آوری داده های موقعیت وسیله در طول عملیات کشاورزی ضروری می باشد (Guo and Zhang, 2005). در این مقاله به بررسی استفاده از داده های GPS جهت تعیین موقعیت وسایل نقلیه کشاورزی بویژه تراکتور در مزرعه و شیوه های مدیریت اطلاعات جمع آوری شده پرداخته می شود.

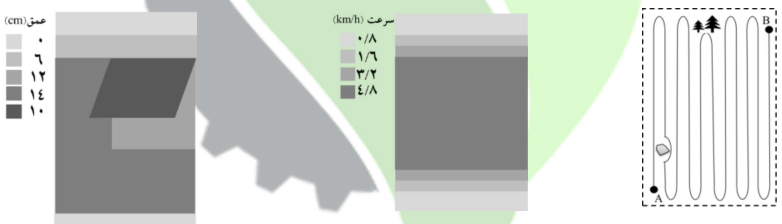
واسط کاربری

واسط های کاربری با ترکیب سخت افزار و نرم افزار ابزاری را برای درک محیط دور از کاربر، تصمیم سازی و ایجاد دستور فراهم می کنند (Galitz, 1997). مکان یابی دینامیک و دقیق، متناظر با یک نقشه دیجیتالی برای وسایل نقلیه بدون سرنشین یک امر حیاتی می‌باشد. بنابراین در هدایت خودکار تراکتورهای کشاورزی، باید از سامانه ای استفاده شود که بتواند علاوه بر نمایش مسیر و نقشه ریزی مسیر برای طی شدن، یک ماژول تصحیح داده موقعیت یابی برای منطبق کردن با نقشه را داشته باشد (Bonnifait *et al.*, 2007). GIS با تولید، پردازش، تحلیل و مدیریت اطلاعات جغرافیایی می تواند بعنوان یک واسط کاربری گرافیکی این وظایف را انجام دهد.

[1] Absolute Positioning Sensor
[2] Global Positioning System
[3] Geographic Information System

برای تولید نقشه در GIS باید اطلاعات مورد نیاز از مزرعه را بدست آورد. این اطلاعات براساس دسته بندی موجود (Earl et al., 2000) را می توان به دو دسته پایدار و ناپایدار تقسیم کرد. اطلاعات پایدار مربوط به ویژگی هایی از زمین کشاورزی می شود که در طول سالها ثابت می باشد مانند مرز مزرعه، توپوگرافی، درختان، آبراه ها، شیب و جهت شیب زمین، گودال و نهرها. این اطلاعات شاخص های طبیعی زمین جهت هدایت می باشند (Bonnifait *et al.*, 2007) و برای هدایت خودکار تراکتور مورد استفاده قرار می گیرند. داده های ناپایدار در طول فصل رشد محصول تغییر می کنند مانند ساختار محصول، وضعیت ماده مغذی خاک و محصول و میزان امراض و آفات. از این داده جهت هدایت تراکتور استفاده نمی شود اما برای بکاربردن دقیق نهاده های کشاورزی استفاده می شود.

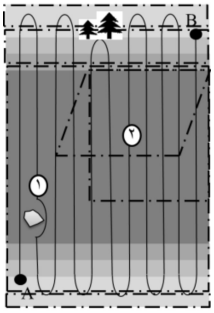
کلیه داده های پایدار و ناپایدار یک مزرعه کشاورزی می توانند در قالب لایه هایی در GIS پیاده سازی شوند (شکل۱) تا در نهایت یک نقشه کامل جهت انجام عملیات کشاورزی بدست آید (شکل۲). شکل ۲ شامل اطلاعات مسیر حرکت، سرعت و عمق عملیات خاکورزی می‌باشد. بعنوان مثال محل شماره ۱ حاوی اطلاعات مسیر حرکت رو به پایین و چرخش به میزان تعیین شده برای عبور از حوضچه آب موجود در مزرعه، سرعت ۳/۲ کیلومتر بر ساعت و عمق خاکورزی ۱۴ سانتیمتر می باشد. و همینطور مکان شماره ۲ شامل اطلاعات حرکت مستقیم به سمت بالا با سرعت ۳/۲ کیلومتر بر ساعت و عمق خاکورزی ۱۰ سانتیمتر می باشد.



ج ب الف

شکل ۱. نقشه عملیات خاکورزی شامل

الف) نقشه مسیر حرکت؛ ب) نقشه سرعت تراکتور؛ ج) نقشه عمق خاکورزی (Shufeng and Qin, 2001).



شکل ۲. نقشه نهایی متشکل از سه لایه در GIS

تشکیل نقشه های هدایت تراکتور در مزرعه و عملیات کشاورز مورد نظر می تواند قبل از شروع عملیات باشد. مزیت این روش بالا رفتن دقت، کم شدن تردد های غیر ضروری، کار در شرایط وضوح نامساعد و البته نیازمند به برنامه ریزی مسیر و فرآیند یادگیری قبل از انجام عملیات می باشد. اکثر نرم افزارهای GIS جزو این گروه می باشند. گروه دیگر نیازی به نقشه ریزی و برنامه ریزی مسیر قبل از انجام عملیات ندارند و برخلاف گروه اول می توانند در مقابل موانع از قبل پیش بینی نشده واکنش نشان دهند. یک نمونه از این ابزارها Google map *API*[1] می باشد (Hans, 2002).

Google map API یک ابزار تحت وب می باشد که با استفاده از تکنولوژی *Ajax*[2] ساخته شده است. تکنولوژی Ajax این قابلیت را ایجاد می کند که اطلاعات بصورت غیرهمزمان از سرور بازیابی شوند بدون آنکه مزاحمتی در نمایش صفحه موجود وب داشته باشند (Rousseaux and Lhoste, 2009). بعبارت دیگر با هر بار تجدید اطلاعات دیگر نیاز به بارگذاری مجدد صفحات وب نیست بلکه تنها آیتم مورد نظر تغییر می کند. Google map API نیاز به سخت افزار و نرم افزار خاصی ندارد و تنها یه یک سرور بمنظور ساختن صفحات وب و یک پایگاه داده برای ذخیره اطلاعات نیازمند است. مواراکامی و همکاران (Murakami *et al.*, 2008) با استفاده از این تکنولوژی با قابلیت بروز رسانی ۱Hz یک واسط کاربری برای کودپاش بدون سرنشین در مزرعه طراحی کردند. از طریق تصاویر ماهواره ای Google map می توان محیط اطراف وسیله را شناسایی و هدایت آن را در یک مزرعه ناشناخته انجام داد.

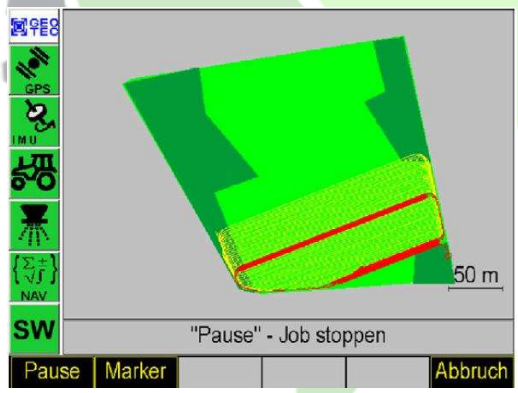
از آنجایی که انواع نرم افزارهای GIS اقتصادی دقیقا منطبق با خواسته های کاربران نمی باشند، نیاز به توسعه و تنظیمات دارند. استفاده از نرم افزارهای جانبی و زبان های برنامه نویسی برای ساختن یک سامانه کنترل اطلاعات جغرافیایی می تواند نیاز کاربران خاص را برطرف کند. MapX یکی از محصولات شرکت MapInfo می باشد که قابلیت توسعه توسط محیط های برنامه نویسی مانند ویژوال بیسیک، ویژوال سی، دلفی و دیگر زبان های برنامه نویسی شی گرا می باشد (Zhang and Zhu, 2009). در

1Application Programming Interface
2Asynchronous JavaScript and XML

تحقیق دیگری (Shuhui *et al.*, 2007) برای کاربردهای نرخ متغیر در کشاورزی دقیق یک سامانه اکتساب و پردازش داده طراحی شد. آنها با استفاده از MapX5.0 و مایکروسافت ویژوال سی۶ این سامانه را طراحی کردند.

Mapobject مجموعه ای از اجزای یک نرم افزار نقشه ریزی است که توسط *موسسه تحقیقات سامانه های محیطی*[1](ESRI) جهت فراهم کردن یک محیط برنامه نویسی انعطاف پذیر می باشد (ESRI Inc., 1997). ژئوجیان جون و همکاران برای نظارت بر موقعیت و جهت وسیله نقلیه کشاورزی در مزرعه با استفاده از اطلاعات بدست آمده از RTK-GPS، قطب نمای دیجیتالی و سنسور زاویه چرخ جلو از MapObjec2.2 استفاده کردند (Zhou *et al.*, 2008).

سامانهAgroNAV (GEO TEC electronics GmbH) در کشور آلمان ابزاری برای نقشه ریزی و هدایت وسایل کشاورزی می باشد. این ابزار دارای زیرمجموعه هایی می باشد که Agro NAV Plan برای برنامه ریزی ماموریت ها، مدیریت انجام پروژه، مستندسازی و تبادل اطلاعات با واحد سیار می باشد. Agro NAV Drive نیز شامل واسط انسان ماشین، نرم افزار هدایت ماشین و کنترل ادوات می باشد. در تحقیقی از این سامانه برای کشت دقیق مارچوبه (Hans, 2002) (شکل۳) و در تحقیق دیگری بر روی یک تراکتور MF 4255 پیاده سازی شد که دقت ۲۵ mm± حاصل شد (Ehrl *et al.*, 2004).



شکل ۳. تصویری از زمین برنامه ریزی شده در نرم افزار Agro NAV

تصحیح خطاهای GPS با سنسورها

زمانی که تراکتور در مزرعه در حال حرکت می باشد، اطلاعات موقعیت، جهت و سرعت خطی و زاویه ای آن بصورت بلادرنگ به GIS انتقال داده می شود. در GIS این اطلاعات در ماژول تصحیح داده موقعیت با نقشه از قبل تهیه شده تطبیق می شود و براساس الگوریتم کنترل از قبل برنامه ریزی شده مرتبط با آن مکان، دستورات کنترلی به تراکتور فرستاده می شوند.

1Environmental Systems Research Institute

اطلاعات دریافتی از GPS می تواند همراه با خطاهایی باشد. این خطاها در یک سامانه هدایت خودکار شامل خطای خود GPS، خطای ناشی از موقعیت آنتن GPS و خطای ناشی از قطع شدن داده GPS می باشد.

۱- دقت GPS

خطای خود GPS را می توان به خطاهای وابسته به زمان، فاصله و غیروابسته تقسیم بندی کرد (Seeber, 2004) دریافت کننده های GPS با سطوح مختلف از دقت و تکنیک های استفاده شده در هرکدام می توانند این خطاها را کاهش دهند. در صورت استفاده از دریافت کننده با دقت پایین تر از نیاز عملیات کشاورزی، خطای موقعیت یابی وسیله بالا می رود. میزان دقت مورد نیاز انواع عملیات های کشاورزی در جدول ۱ آمده است. دریافت کننده های دستی با دقت نسبتا کم حدود ۱۵ متر، دریافت کننده های کمی دقیق تر که *GPS تفاضلی*[1](DGPS) نامیده می شوند با دقت حدود ۱ متر استفاده می کنند. دقیق ترین دریافت کننده GPS که از تکنیک *کینماتیک بلادرنگ*[2] (RTK) موقعیت یابی استفاده می کند و در حد چند سانتیمتر است (Trimble, 2007).

جدول ۱. درجه دقت مورد نیاز برای عملیات های کشاورزی مختلف (www.agcotechnologies.com)

سطح دقت	عملیات	سرویس تصحیح	دقت در مکان یابی مجدد[3]
زیر متر	خاکورزی	OmniSTAR VBS	+/- ۲۰cm
دسیمتر	اعمال نهاده های کشاورزی	OmniSTAR HP	+/- ۵cm
سانتی متر	شیار کشی و کاشت ردیف	RTK Base	+/- ۲cm

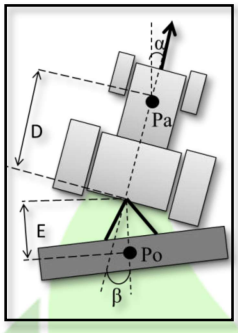
۲-تاثیر موقعیت آنتن GPS

برای تشخیص اینکه تراکتور در چه نقطه ای از زمین قرار گرفته باید یک موقعیت نیز بعنوان مرجع بر روی تراکتور یا ادوات پشت تراکتور در نظر گرفت (Shufeng and Qin, 2001). این نقطه را نقطه شاهد می نامند (Po در شکل ۴). با توجه به شکل ۴ نقطه شاهد مناسب برای نقشه مسیر حرکت و سرعت تراکتور، مرکز جرم تراکتور و نقطه شاهد مناسب برای عمق خاکورزی، مرکز جرم ادوات نصب شده در پشت تراکتور می باشد. محاسبات مکان یابی براساس محل قرار گرفتن آنتن GPS می باشد که این نقطه را نقطه اندازه گیری می گویند (Pa درشکل ۴). برای بدست آوردن Po از Pa می توانیم از معادله ۱ استفاده کنیم.

$$\begin{bmatrix} X_{Po} \\ Y_{Po} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{Pa} \\ Y_{Pa} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \cos\alpha & \sin\alpha \\ -\sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E\sin\beta \\ D + E\cos\beta \end{bmatrix} \qquad (۱)$$

1Differential Global Positioning System
2Real Time Kinematic
3 Pass-to-Pass Accuracy

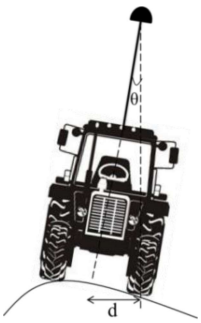
مختصات Pa و α در هر لحظه موقعیت و جهت تراکتور را نشان می دهند. D فاصله محل نصب آنتن و نقطه اتصال ادوات با تراکتور، E فاصله محل نصب ادوات با تراکتور تا مرکز جرم ادوات و β زاویه انحراف ادوات نسبت به محور تقارن طولی تراکتور می باشد. ادوات خاکورز به سه نوع سوار شونده، نیمه سوار و کششی تقسیم می شوند که در حالت سوار شونده و نیمه سوار مقدار β صفر می باشد.



شکل۴. موقعیت مرکز جرم تراکتور و ادوات نسبت به هم

در شکل ۴ فرض شده است که گیرنده GPS دقیقا عمود بر سطح زمین می باشد. بنابراین بر روی نقشه دو بعدی بر نقطه Pa منطبق است. لازمه این کار مسطح بودن زمین کشاورزی می باشد حال آنکه در اکثر مواقع زمین های کشاورزی دارای پستی بلندی های طبیعی و یا ناهمواری هایی ناشی از عملیات های کشاورزی می باشند. محل قرار گیری گیرنده معمولا برای افزایش دقت بین ۳ تا ۵ متر از سطح زمین فاصله دارد (Heraud and Lange, 2009). با توجه به شکل ۵ انحراف تراکتور براثر چرخش حول محور طولی و عرضی یک فاصله خطایی(d) را ایجاد می کند. بافرض ارتفاع ۴ متر از زمین برای گیرنده و چرخش یک درجه ای حول هر کدام از محورها یک انحراف ۶ سانتی متری ایجاد می شود. در تحقیقات مختلف (Ishii and Noguchi, 2004; Anthony *et al.*, 2002; Murakami *et al.*, 2008) برای جبران این خطا از سنسور زاویه سنج ژیروسکوب استفاده شده است.

دوران حول محور عرضی



دوران حول محور طولی

شکل۵. تاثیر شیب طولی و عرضی زمین بر روی دقت اطلاعات دریافتی از GPS

۳- ترکیب سنسورها و GPS

عامل دیگر بروز خطا قطع شدن ارتباط گیرنده GPS و ماهوارها می باشد. این اتفاق بعلت وجود موانع ناشی از ساختمان های بلند در کنار مزراع، پوشش درختان در باغات و یا شرایط نامساعد جوی می باشد. برای رفع این مشکل باید از سنسورهای دیگری کمک گرفت تا بتوان مختصات و جهت وسیله متحرک در مزرعه را تشخیص داد. سنسورهای موقعیت یاب نسبی*ناوبری کور*[1] مانند *افت سنج ها*[2]، واحد اندازه گیری لختی[3](IMU)، اسکنرهای لیزری محیط و دوربین ها همگی می توانند در ترکیب با GPS دقت مکان یابی و هدایت وسیله را بالا ببرند. برای مسافت سنجی می توان از انکودرهای نصب شده بر روی چرخ های محور عقب استفاده کرد. با استفاده از سنسور زاویه مانند ژیروسکوپ ها یا قطب نماهای مغناطیسی نیز مقدار انحراف وسیله به هر سمت تشخیص داده می شوند در نتیجه می توان مهمترین داده های GPS (مختصات و جهت وسیله) را با استفاده از ترکیب این دو سنسور بدست آورد. در صورت قطع شدن داده GPS برای دوره زمانی کوتاه، سنسورهای ناوبری کور می توانند دقت مطلوب را ارائه کنند اما درصورت تداوم استفاده از این شیوه به تنهایی یک خطای تجمعی ناشی از گذر زمان ایجاد می شود. در تحقیقی (Reid et al., 2000) با استفاده از IMU در هنگام قطع اتصال GPS یک موقعیت یابی مطلوب حداکثر در مدت ۲۰ ثانیه بدست آمد.

ترکیب هر کدام از سنسورهای نامبرده با GPS علاوه بر اطمینان از پیوسته بودن موقعیت یابی وسیله در صورت قطع GPS، دقت کار را بالا می برد. محققین (Reid et al., 2000) با مقایسه حالت GPS تنها و حالت ترکیب GPS و IMU یک کاهش چشمگیر خطا در شیوه ترکیبی مشاهده کردند. گارسیا پرز و همکاران (Garcia-Pérez et al., 2008) با ترکیب یک DGPS حاوی ۱۲کانال، یک قطب نما با دقت ۰/۵ درجه، مسافت سنج لیزری و کیلومتر شمار یک موقعیت یابی پیوسته را برای یک تراکتور ساخت شرکت AGRIAHISPANIA بدست آوردند. آنها همچنین با آزمایش سیستم ناوبری کور به تنهایی متوجه شدند که نتایج بعد از ۳۰ متر با سرعت ۰/۵ متربرثانیه بدلیل خطای تجمعی غیرقابل اعتماد بودند. موراکامی و همکاران (Murakami *et al.*, 2008) نیز با استفاده از ترکیب RTK-GPS ، ژیروسکوپ و یک دوربین همه جهته توانستند یک کودپاش بدون سرنشین را بادقت کمتر از ۰/۳ متر هدایت کنند. گیو و ژانگ (Guo and Zhang, 2005) با ترکیب یک RTK-GPS، یک IMU و یک سنسور سرعت بر روی یک وسیله تحت عنوان John Deer 4×2 Gator توانستند موقعیت وسیله را با دقت افقی ۲ سانتی متر و عمودی ۳ سانتی متر بدست آورند.

نتیجه گیری

[1] Dead-Reckoned
[2] Odometry
[3] Inertial Measurment Unit

برای استفاده از شیوه مرجع مطلق در هدایت بدون سرنشین وسایل نقلیه کشاورزی می بایست یک ابزار GIS مناسب با کار تعریف شده در اختیار داشت یا با ارتقا نرم افزارهای موجود توسط زبان های برنامه نویسی به هدف دلخواه رسید. مزیت اصلی ابزارهای GIS بعنوان واسط کاربری، ساختار لایه ای آنها و قابلیت تغییرات دینامیک در حین کار می باشند که در نتیجه یک محیط مناسب جهت درک موقعیت وسیله کشاورزی و تبادل بموقع اطلاعات مابین وسیله نقلیه و نرم افزار فراهم می کنند. استفاده از GPS بعنوان یک ابزار آدرس دهی در شیوه مرجع مطلق مهمترین اطلاعات نرم افزار را در اختیار آن قرار می دهد. استفاده از سنسورها دیگر در کنار GPS را می توان به دو علت عمده تقسیم کرد. در ابتدا این ترکیب می تواند این فرصت را فراهم کند تا از تکنولوژی های ارزان قیمت تر GPS استفاده شود زیرا سنسورهای دیگر با تصحیح خطای آن دقت مورد نظر را حاصل می کنند. دلیل دیگر احتمال قطع شدن داده های GPS می باشد که در صورت نبود یک سامانه کمکی میزان انحراف وسیله با گذر زمان زیاد خواهد شد. از آنجائیکه استفاده از GPS در ایران با دو محدودیت دقت و هزینه روبرو می باشد استفاده از ترکیب GPS و دیگر تکنیک های مورد اشاره در این مقاله مسیر نوید بخشی را برای هدایت خودکار تراکتور باز خواهد نمود.

منابع

1- Anthony S, D. Cristian, W. Carl, H. Herman, and S. David. 2002. A System for Semi-Autonomous Tractor Operations. Auton. Robots 13: 87-104.
2- Bonnifait P, M. Jabbour, and V. Cherfaoui. 2007. Integrated Navigation using GIS-based Information. European Journal of Navigation 5.
3- Bunn TL, S. Slavova, and L. Hall. 2008. Narrative text analysis of Kentucky tractor fatality reports. Accident Analysis & Prevention 40: 419-425.
4- Earl R, G. Thomas, and B.S. Blackmore. 2000. The potential role of GIS in autonomous field operations. Computers and Electronics in Agriculture 25: 14.
5- Ehrl M, W.V. Stempfhuber, M.R. Demmel, M. Kainz, and H. Auernhammer. 2004. AUTOTRAC - ACCURACY OF A RTK DGPS BASED AUTONOMOUS VEHICLE GUIDANCE SYSTEM UNDER FIELD CONDITIONS. Automation Technology for Off-Road Equipment,Proceedings of the 7-8 October 2004 Conference (Kyoto, Japan)Publication Date 7 October 2004.
6- ESRl Inc., 1997. The ArcVicw GIS. Redlands. Califamla. USA.
7- Galitz WO. 1997. Essential Guide User Interface Design: an Introduction to GUI Design Principles and Techniques, . New York: Wiley.
8- Garcia-Pérez L, M.C. Garcia-Alegre, A. Ribeiro, and D. Guinea. 2008. An agent of behaviour architecture for unmanned control of a farming vehicle. Computers and Electronics in Agriculture 60: 10.
9- Guo L.S., and Q. Zhang. 2005. Wireless Data Fusion System for Agricultural Vehicle Positioning. Biosystems Engineering 91: 9.
10- Hans G. 2002. AGRO NAV. Plan – Software for planning and evaluation of the path and work of field robots. Pp. 405-411 in Automation Technology for Off-Road Equipment, Proceedings of the July 26-27, 2002 Conference (Chicago, Illinois, USA).
11- Heraud J.A. and A.F. Lange. 2009. Agricultural automatic vehicle guidance from horses to GPS: how we got here, and where we are going: American Society of Agricultural and Biological Engineers.
12- http://www.agcotechnologies.com/en/autoguide.htm.
13- Ishii K., and N. Noguchi. 2004. A TASK MANAGEMENT AND CONTROL SYSTEM FOR MULTI-ROBOT USING WIRELESS LAN. Automation Technology for Off-Road Equipment. Japan.
14- Murakami N, A. Ito, J.D. Will, M. Steffen, K. Inoue, K. Kita, and S. Miyaura. 2008. Development of a teleoperation system for agricultural vehicles. Computers and Electronics in Agriculture 63: 8.
15- Reid JF, Q. Zhang, N. Noguchi, and M. Dickson. 2000. Agricultural automatic guidance research in North America. Computers and Electronics in Agriculture 25: 13.
16- Rousseaux F., and K. Lhoste. 2009. Rapid Software Prototyping using Ajax and Google Map API. Second International Conferences on Advances in Computer-Human Interactions.

17- Seeber G. 2004. Satellite Geodesy: Foundations, Methods, and Applications: Walter de Gruyter & Co.
18- Shufeng H, and Z. Qin. 2001. Map-Based Control Functions for Autonomous Tractors. Paper presented at 2001 ASAE Annual Meeting.
19- Shuhui Z, L. Yubin, W. Wenbo, W.C. Hoffmann, and C. Guifen. 2007. Development of a Data Acquisition and Processing System for Precision Agriculture. Paper presented at ASAE Annual Meeting.
20- Trimble. 2007. GPS: The First Global Navigation System. . Sunnyvale, Cal.: Trimble Navigation Ltd.
21- Zhang R, and D. Zhu. 2009. Studies on the Design and Development of Statistical Map Production System Based on MapInfo. Pages 345-349. Software Engineering, 2009. WCSE '09. WRI World Congress on.
22- Zhou J, M.G. Cao, M. Zhang, and S. Li. 2008. Remote Monitoring and Automatic Navigation System for Agricultural Vehicles Based on WLAN. Pages 1-4. Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2008. WiCOM '08. 4th International Conference on.

The possibility of positioning and autonomous guidance of agriculture vehicle with GPS data

Mohammad mazidi[1*], Mohammad Hossein Abbaspour-Fard[2], Mohammad Hossein Aghkhani[3]

1-PhD student, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad

Mohammad.mazidi@stu.um.ac.ir

2, 3- Associate Professor, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

Enhance the efficiency and increase the comfort and safety are the main motivations for reducing the tasks or eliminating the driver of agriculture vehicles. Unmanned agriculture vehicles need a reference to be guided. The GPS data and an absolute reference (agricultural map of field) can be combined to guide the vehicle in a predefined or defined during operation pass. This article deals with the possibility of simultaneous use of GPS and Information management methods. The GIS as a user interface that manages agricultural information of field with its layered nature in addition to vehicle guidance can be used for agricultural inputs applications. By comparing between GIS software with or without a predefined map, the features of methods are explained. Since the GPS data are the inputs of these softwares, sources of error and ways of their elimination are also described.

Keywords: sensor fusion, unmanned guidance, GIS, GPS.