انتخاب مناسب ترین شیوه ارتباط بی سیم به منظور هدایت از راه دور وسایل نقلیه در مزرعه

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

۱- دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی، گروه مهندسی ماشین های کشاورزی ، دانشگاه فردوسی مشهد،
mohammad.mazidi@stu.um.ac.ir
۲و۳- دانشیار گروه مهندسی ماشین های کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

در این مقاله به بررسی انتقال داده بی سیم و عوامل موثر در بالابردن کارایی آن پرداخته شده است. در بین فرکانس های مختلف ارسال بی سیم، بازه فرکانس GHz ۲/۵-۲/۴ بعنوان بهترین گزینه انتخاب شده و استاندارد های وای فای، بلوتوث و زیگ بی مرتبط با این بازه مورد بررسی قرار گرفته است. از آنجایی که در فرایند ارتباط با یک وسیله نقلیه در مزرعه، هدف ارسال اطلاعات به آن و دریافت ویدئو و تبادل دیگر اطلاعات می باشد، وای فای بعنوان گزینه مناسب انتخاب شد. بعنوان یک مطالعه موردی جهت هدایت از راه دور یک تراکتور از یک روتر بی سیم تحت استاندارد 802.11n استفاده شد و پارامترهای کارایی شبکه بی سیم شامل توان عملیاتی، زمان پاسخگویی و برد ارسال اطلاعات با استفاده از نرم افزار Ixia Qcheck اندازه گیری شد که به ترتیب مقادیر Mbps ۱۴/۵، ms ۱۵ و m ۱۰±۲۴۰ برای آنها بدست آمد. با توجه به این نتایج بستر ارسال بی سیم ایجاد شده توانایی کافی برای انجام هدایت از راه دور و افزایش تعداد سنسورها و دوربین های بیشتر بمنظور بالا بردن کارایی سیستم را خواهد داشت.

واژه های کلیدی: شبکه بی سیم، کنترل نظارتی، وای فای، هدایت بدون سرنشین

مقدمه

انتقال اطلاعات جزو جدایی ناپذیر در عرصه های مختلف تکنولوژی می باشد. در فرآوری اطلاعات نیاز به ذخیره، پردازش و نظارت بر اطلاعات در مکان دیگر ضروری و اجتناب ناپذیر است. در یک تقسیم بندی کلی می توان این انتقال را به با سیم و بی سیم تقسیم کرد. در هر دو نوع، داده ها از یک مکان به مکان دیگر انتقال پیدا می کنند که فاصله ما بین این دو می تواند از چند سانتی متر تا هزاران کیلومتر تغییر بکند. برای انتخاب بین این دو شیوه انتقال می توان پارامترهای مختلفی را بررسی کرد. در انتقال سیمی میزان اطمینان بسیار بالاتر از انتقال بی سیم می باشد که معمولا بدلیل تداخل امواج، داده هایی از دست خواهند رفت. البته در ارتباط سیمی با افزایش طول انتقال، افت ولتاژ و کاهش اطمینان اجتناب ناپذیر می باشد. هزینه بعنوان یک پارامتر مهم در انتقال سیمی کم تر از ارتباط بی سیم می باشد. برجسته ترین مزیت ارتباط بی سیم، سادگی کاربرد آن می باشد در حالیکه ارتباط سیمی با محدودیت های آب و هوایی، تنگناهای انتقال سیم در محیط های با تراکم بالا و تجهیزات محرک روبرو است. تداخل

تجهیزات الکترومغناطیسی بعنوان یک عامل منفی در هر دو نوع ارتباط وجود دارد ولی در ارتباط بی سیم امواج مشابه نیز می توانند تاثیر منفی داشته باشند. در این مقاله با توجه به بررسی ارتباط اطلاعات با وسایل نقلیه کشاورزی (تراکتور) در مزرعه که در هدایت خودکار و یا نیمه خودکار آن ضروری است و عدم امکان انتقال سیمی اطلاعات، در ادامه به ابعاد مختلف ارتباط بی سیم در محیط کشاورزی می پردازیم.

به انتقال اطلاعات بوسیله امواج الکترومغناطیسی، ارتباط بی سیم گفته می شود. براساس دسته بندی اتحادیه بین المللی مخابرات[1] (ITU) باندهای مختلفی برای گستره فرکانسی وجود دارد (جدول ۱). مشخصه فرکانس، برد و نفوذپذیری امواج را مشخص می کند که دو فاکتور مهم در کاربرد امواج رادیویی می باشند. اما برای پیشنهاد استفاده از یک محدوده فرکانس مشخص باید ملاحضات دیگر را نیز درنظر گرفت. هزینه راه اندازی تجهیزات مورد نیاز هر باند یک عامل مهم در انتخاب باند می باشد. بعنوان مثال تجهیزات استفاده شده در باند EHF برای کاربردهای ستاره شناسی بسیار گرانقیمت می باشد. علاوه بر هزینه تجهیزات، محدوده ای از این باندها تابع قوانین ملی و بین المللی می باشند و علاوه بر هزینه، استفاده برای عموم امکان پذیر نمی باشد. اما در هر یک از این باندها یک محدوده فرکانسی وجود دارد که رایگان و بی نیاز از مجوز می باشد که به باندهای فرکانسی صنعتی، علمی و پزشکی[2] (ISM) شناخته می شوند.

جدول ۱. طبقه بندی برخی از باندهای مخابراتی (ITU Radio Regulations, 2008)

نام باند	فرکانس	طول موج در هوا	نمونه استفاده
VHF	۳۰–۳۰۰ مگاهرتز	۱–۱۰ متر	ارتباطات ناوگان دریایی و زمینی، رادیوی غیرحرفه‌ای.
UHF	۳۰۰–۳۰۰۰ مگاهرتز	۱۰۰ میلیمتر– ۱ متر	تلفن های همراه، پخش تلویزیون.
SHF	۳–۳۰ گیگاهرتز	۱۰–۱۰۰ میلیمتر	شبکه بی سیم، رادارهای مدرن.
EHF	۳۰–۳۰۰ گیگاهرتز	۱–۱۰ میلیمتر	ستاره شناسی رادیویی، سنجش از راه دور

باندهای فرکانسی ISM عبارت اند از ۱۳۵۶۷–۱۳۵۵۳ و ۲۷۲۸۳–۲۶۹۵۷ کیلوهرتز، ۴۰/۷۰–۴۰/۶۶، ۹۲۸–۹۰۲، ۲۵۰۰–۲۴۰۰ و ۵۸۷۵–۵۷۲۵ مگاهرتز و ۲۴/۲۵–۲۴ گیگاهرتز (سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی، ۱۳۸۸). انتخاب باند مناسب در داخل باندهای ISM به عوامل مختلفی وابسته می باشد. برای بررسی این باندها می توان از چهار مشخصه ضریب نفوذ، برد تحت پوشش، حجم ارسال اطلاعات و نویز پذیری استفاده کرد. فرکانس های پایین ضریب نفوذ بالاتری دارند علاوه بر این با افزایش فرکانس، فرستنده و گیرنده نیاز دارند که به خط دید[3] یکدیگر نزدیکتر شوند. از طرف دیگر فرکانس های بالاتر در حین انتقال حجم بالاتری از اطلاعات، قابلیت نویز پذیری کمتری دارند. با توجه به نوع نیاز باید مصالحه ای بین این مشخصات مطرح شده

[1] International Telecommunication Union
[2] Industrial, Scientifi and Medical
[3] Line of Sight

برقرار شود. در حال حاضر باند ۲/۵-۲/۴ گیگاهرتز یکی از پرکاربرد ترین باندها می باشد که با توجه به باند استفاده شده در تجهیزات مورد نیاز روز مره (تلفن بی سیم، روتر بی سیم[۴]، اکسس پوینت بی سیم[۵]، ماکروویو و ...) به این موضوع پی ببریم.

با توجه به انتخاب اکثر سازندگان تجهیزات ارسال اطلاعات در باند ۲/۵-۲/۴ گیگاهرتز بحث تداخل یا تاثیر متقابل امواج مطرح می شود. نکته مهمی که در آیین نامه مقررات رادیویی کشور بیان شده است (قسمت ۵-۱۵۰) این می باشد که «سرویس‌های ارتباطات رادیویی که در محدوده این باندها عمل می‌کنند باید تداخل احتمالی ناشی از ISM را بپذیرند. در این باندها تجهیزات صنعتی، علمی و پزشکی باید مطابق مفاد ۱۵.۱۳ مقررات بین المللی رادیو عمل نمایند» . ماده ۱۵.۱۳ مقرارت بین المللی نیز بیان می دارد که «سازندگان این وسایل می بایست از روش های مهندسی مناسب جهت کاهش خطر تداخل مضر استفاده بکنند» (سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی، ۱۳۸۸). درنتیجه باید تمهیداتی اندیشید تا از تداخل امواج جلوگیری به عمل آید. تداخل امواج یا تاثیر متقابل دستگاه های بی سیم زمانی اتفاق می افتد که سه شرط مکان، زمان و فرکانس مشترک با هم وجود داشته باشد.

ساده ترین راه حل دور نگه داشتن تجهیزات با یک فرکانس مشابه از یکدیگر می باشد. این شیوه در کشاورزی بدلیل وسیع بودن محیط می تواند پاسخگو باشد، در حالیکه در صنعت بدلیل تراکم بالاتر تجهیزات استفاده شده در محیط کار مشکل تر می باشد. برای حل کردن شرط زمانی نیز می توان از زمان استراحت[۶] ارسال اطلاعات بین دو وسیله بی سیم برای استفاده تجهیزات بی سیم دیگر استفاده کرد. زمان استراحت در حالتی که حجم اطلاعات کم و یا سرعت انتقال اطلاعات بالا باشد، به اندازه کافی می باشد تا تجهیزات دیگر از این بازه زمانی استفاده بکنند. در نهایت برای رفع مشکل اشتراک فرکانس می توان برای تجهیزات با فرکانس ثابت (مانند وای فای[۷]) از یک نرم افزار مناسب برای تغییر فرکانس بین کانال های آن استفاده کرد و تجهیزاتی نیز که از فرکانس متغییر استفاده می کنند (مانند بلوتوث) به محض تداخل بصورت خودکار بین کانال های مربوطه تغییر می کنند (Anonymous, 2009).

در داخل باند ۲/۵-۲/۴ استاندارد های گوناگونی تعریف شده اند که هر کدام دارای مشخصاتی می باشند. از جمله پرکاربردترین استانداردها که در صنایع مختلف استفاده شده است می توان به IEEE 802.11 (وای فای)، IEEE 802.15.1 (بلوتوث[۸]) و IEEE 802.15.4 (زیگ بی[۹]) اشاره کرد (Wang *et al.*, 2006). در جدول ۲ مقایسه ای بین این سه استاندارد انجام شده است. با توجه به ماهیت و نیاز مسئله برخی از پارامترهای مقایسه از اهمیت بیشتری برخوردار می باشند. بعنوان مثال در کاربرد شبکه سنسورهای بی سیم در گلخانه ها، بالا بودن تعداد گره ها، مصرف کم انرژی یا عمر زیاد از اهمیت بالاتری نسبت به نرخ انتقال داده برخوردار

[4] Wireless Router
[5] Wireless Access Point
[6] Pause
[7] Wifi
[8] Bluetooth
[9] ZigBee

می باشند. با این توصیف فناوری زیگ بی برای این مسئله مناسب می باشد. در کاربرد دیگر در صورتی که اطلاعات ویدئو و صدا قرار باشد با تاخیر زمانی حداقل انتقال یابد، اهمیت مشخصه نرخ انتقال داده ما را به گزینه وای فای رهنمود می سازد.

جدول ۲. مقایسه بین وای فای، بلوتوث و زیگ بی (IEEE, 2009; Jin-Shyan *et al.*, 2007; Wang *et al.*, 200)

مشخصه	وای فای	بلوتوث	زیگ بی
مشخصه IEEE	802.11a/b/g/n	802.15.1	802.15.4
نرخ انتقال داده	۱۵۰ Mbps	۱ Mbps	۲۵۰ Kbps
تعداد کانال های RF	۱۴	۷۹	۱۶
تعداد گره به ازای هر مستر	۲۰۰۷	۸	۶۵۰۰۰
نوع داده	ویدئو، صدا، گرافیک، فایل ها	صدا، گرافیک، فایل ها	بسته های داده کوچک
محدوده (متر)	۲۵۰	۱۰	۱۰–۱۰۰
عمر باتری	ساعت ها	یک هفته	بیشتر از یک سال

به طور کلی در سامانه های عملیات از راه دور که کاربر در فاصله ای بدون دید مستقیم به محل عملیات، کنترل یا نظارت بر عملیات را بر عهده دارد، نیاز به درک مناسب از محیط عملیات، قابلیت پاسخگویی بموقع به تغییرات و اعمال سریع اصلاحات می باشد. در حقیقت سخت ترین کار در عملیات از راه دور اعتماد به مجموعه سنسورها، ارتباط پهنای باند محدود و واسطی که تبادل اطلاعات را فراهم می کند، می باشد (Terrien *et al.*, 2000). واسط های کاربری که در بستر وای فای قرار گرفته اند می توانند به سه دسته واسط مستقیم، چندوجهی و نظارتی تقسیم شوند. البته گونه های دیگری نیز اخیرا بوجود آمده است که از حوزه این مقاله خارج است. هر کدام از این واسط ها بر اساس مشخصات خود نیازمند تجهیزات و تنظیمات خاصی برای ارسال بی سیم اطلاعات می باشند.

واسط مستقیم معمولترین روش در عملیات از راه دور می باشد که کاربر براساس ویدئوی فرستاده شده از محل عملیات با استفاده از کنترل کننده های دستی دستورات لازم را می فرستد. دو شرط برای این شیوه موردنیاز است. ابتدا باید هدف مسئله کنترل یا تصمیم گیری، بلادرنگ باشد و سپس باید پهنای باند بالا با تاخیر ارتباطی کم فراهم شود (Fong and Thropp, 2001). محققین برای هدایت از راه دور یک تراکتور 8920 Magnum در مزرعه به روش مستقیم از دو محصول شبکه بی سیم به نام های Baystack600 و Lucent WaveLAN تحت استاندارد 802.11 استفاده کردند (Will *et al.*, 1999). Baystack600 با ارتباط با ایستگاه های ثابتی که در داخل زمین قرار گرفته اند می تواند در بین آنها حرکت کند و محدوده وسیعی را تحت پوشش قرار دهد. هر Baystack600 ارتباط با ۲۰ ایستگاه و پوشش ۶۰۰ متری در فضای باز را شامل می شود. Lucent WaveLAN نیز میتواند با استفاده از ارتباط ایستگاه های ثابت محدوده وسیعی را تحت پوشش قرار دهد اما هر ایستگاه ثابت یک پوشش ۵۰۰۰ متر مربعی را شامل می شود. در این شیوه نیاز به آنتن های قدرتمند می باشد.

در استانداردهای 802.11 می توان اطلاعات را تحت دو پروتکل TCP یا UDP ارسال کرد. پروتکل TCP قابلیت اطمینان بیشتری دارد و از دست رفتن بسته های اطلاعات در آن کمتر از UDP می باشد. علت این قابلیت در فرآیند چک کردن صحت بسته های رسیده شده می باشد که از یک طرف اطمینان را بالا می برد و از طرف دیگر نسبت به پروتکل UDP از سرعت انتقال کمتری برخوردار می باشد (Murakami *et al*., 2008). ویل و همکاران بدلیل ارسال دستورات صوتی و اطمینان از صحت رسیدن بسته های داده از پروتکل TCP استفاده کردند (Will *et al.*, 1999). موراکامی و همکاران بدلیل سرعت پایین محصول شبکه بندی بی سیم استفاده شده (Mitsubishi Material, SWIFTCOMM) از پروتکل UDP استفاده کردند (Murakami *et al.*, 2008). آنها یک دستگاه کودپخش کن چرخ زنجیری با رانش هیدرواستاتیک را بصورت مستقیم کنترل کردند. استاندارد استفاده شده در شبکه بی سیم، 802.11b بوده است.

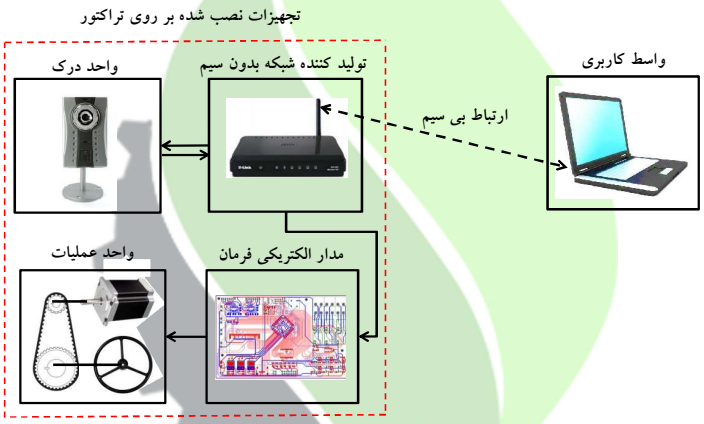
درصورتیکه شرایط محیطی پیچیده و بسیار پویا باشد کنترل و تصمیم گیری سیستم برای کاربر بسیار سخت می شود. واسط چند وجهی با استفاده از اطلاعات بدست آمده از چندین سنسور و منابع اطلاعاتی یک نمایش ترکیبی از متن، تصویر، ویدئو و علائم را فراهم می کند (Terrien *et al.*, 2000). از معروف ترین کاربردهای این واسط می توان به واسط ربات Dante II با هشت پا و قابلیت راه رفتن بمنظور نمونه برداری از گازهای متصاعد شده در آتشفشان کوه اسپور[10] در آلاسکا اشاره کرد (Fong and Throppe, 2001). از آنجاییکه در هدایت و یا نظارت وسایل نقلیه کشاورزی کاربر معمولا با توجه به پارامترهای کمی مثل تصویر دریافتی و یا علائم انحراف از مسیر تصمیم گیری می کند، استفاده از واسط های چندوجهی کاربرد چندانی نخواهد داشت.

در کنترل نظارتی، سطح خودکار بودن در محل عملیات افزایش می یابد و درنتیجه با کاهش فعل و انفعال ما بین مرکز کنترل و محل عملیات می توان پهنای باند کم و تاخیر ارسال بالاتری را تحمل کرد (Khamis *et al*., 2003). در این شیوه کاربر در طول فرایند تعدادی زیرمسئله تعریف می کند و سامانه این زیر مسئله ها را بصورت خودکار انجام می دهد (Fong and Throppe, 2001). محققین با استفاده از تصاویر منفرد دریافتی با فرکانس کم از روی وسیله نقلیه نقاط هدف بعدی برای طی کردن مسیر را تعیین کردند (Kay and Thrope, 1995). موراکامی و همکاران نیز از تصاویر دریافتی با نرخ انتقال بین ۰/۲ تا ۰/۵ Hz از یک دوربین نصب شده بر روی کودپخش کن چرخ زنجیری استفاده کردند (Murakami *et al*., 2008). آنها در این حالت به جای کنترل مستقیم نقش تعیین نقاط هدف را برعهده داشتند. ویل و همکاران نیز بعنوان ناظر بر عملیات خودکار کنترل تراکتور آزمون هایی انجام دادند که نتایج نشان داد حالت کنترل نظارتی در کل نسبت به حالت مستقیم مطلوب تر بود. در این شیوه نیز می توان نوع پروتکل استاندارد استفاده شده را تعیین کرد (Will *et al*., 1999). ژائو و همکاران از پروتکل TCP برای دریافت موقعیت وسیله براساس داده های GPS نصب شده بر روی وسیله و از پروتکل UDP برای ارسال مستقیم دستور کنترل به وسیله نقلیه استفاده کردند (Zhou *et al*., 2008).

[10] Spurr

مواد و روش ها

در این تحقیق یک سامانه هدایت از راه دور یک تراکتور ITM285 طراحی و ساخته شد. کاربر در مرکز کنترل به فاصله ۱۰ متری از نقطه شروع آزمون با استفاده از واسط کاربری (کامپیوتر و نرم افزار) با تراکتور بدون سرنشین در ارتباط می‌باشد (شکل۱). تراکتور برای آزمون باید یک مسیر مستقیم ۵۰ متری را طی کند و میزان انطباق مسیر طی شده با مسیر مرجع دقت هدایت را نشان می دهد. واسط کاربری نرم افزار طراحی شده به زبان ویژوال سی شارپ می‌باشد که در یک رایانه قابل حمل پیاده‌سازی شد. مزیت رایانه قابل حمل قابلیت نمایش مناسب برای تصاویر دریافتی و دیگر تنظیمات نرم افزار، سهولت اعمال کنترل توسط صفحه کلید و پشتیبانی از استاندارد 802.11 می باشد. عملگر استفاده شده بمنظور تغییر مسیر تراکتور یک موتور پله ای هیبرید (TECO Industrial Co., DST86EM83A) کوپل شده به میل فرمان بود. جهت نمایش مسیر پیشروی از یک دوربین تحت شبکه[11] (IP) با نام FCS-1030 ساخت شرکت Level-One (Taiwan) استفاده شد.



شکل ۱. نحوه ارتباط و تعامل واحدهای مختلف سامانه عملیات از راه دور تراکتور در این تحقیق

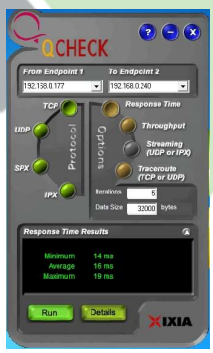
از بین استاندارد های 802.11 از استاندارد 802.11n بدلیل پهنای باند و محدوده تحت پوشش بالاتر استفاده شد. دستگاه شبکه بندی، یک روتر بی سیم DIR-601 ساخت شرکت D-Link (China) بود که بدلیل افزایش آنتن دهی در بالاترین نقطه ممکن بر روی تراکتور در محل ROPS نصب شد (شکل ۲). پروتکل استفاده شده بر خلاف تحقیق ژائو و همکاران (Zhou *et al.*, 2008) برای انتقال دستورات مستقیم کنترل موتور پله ای از TCP و برای دریافت تصاویر دوربین نصب شده روی تراکتور از UDP بود. علت این انتخاب و تفاوت با تحقیق اشاره شده در نوع اطلاعات دریافتی از روی تراکتور می باشد. در آن تحقیق داده GPS باید با دقت بالایی ارسال می شدند تا تراکتور بتواند براساس آنها بصورت خودکار هدایت شود در حالیکه د راین تحقیق ما ۲۰ فریم بر ثانیه تصویر دریافتی داشتیم که حتی درصورت از دست رفتن چند عدد از آنها مشکلی در درک محیط اطراف تراکتور اتفاق نمی

[11] Internet protocol

افتاد. از طرف دیگر در ارسال دستورات کنترل موتور پله ای، چرخش دقیق و صحیح مورد نیاز بوده است که علت انتخاب پروتکل TCP می باشد.

شکل ۲. محل نصب روتر بی سیم بر روی ROPS تراکتور

توان عملیاتی[12] ، زمان پاسخگویی[13] و محدوده تحت پوشش شبکه بی سیم بعنوان پارامترهای نشاندهنده کارایی شبکه بی سیم مورد ارزیابی قرار گرفت. از آنجایی که بیشترین حجم ارسال اطلاعات شامل تصویر و دستورات کنترلی (۴ Mbps) با استفاده از نرم افزار DU METER اندازه گیری شد، نیاز به توان عملیاتی بالاتر از حداکثر نرخ انتقال داده مورد نیاز بود. زمان پاسخگویی نیز نشاندهنده تاخیر ارسال اطلاعات می باشد که در این تحقیق با توجه به اتکا راننده بر تصویر دریافتی از روی تراکتور به حداقل تاخیر نیازمند بودیم. نرم افزار استفاده شده برای اندازه گیری این پارامترها Ixia Qcheck بود (شکل ۳). این نرم افزار قابلیت اندازه گیری پارامترهای کارایی شبکه تحت پروتکل های مختلف را دارا می باشد.



شکل ۳. محیط نرم افزار Ixia Qcheck

بمنظور راه اندازی تست های اندازه گیری توان عملیاتی و زمان پاسخگویی با استفاده از Ixia Qcheck نیاز به دو لپ تاپ است. در این تست ها از لپ تاپ های Hp Probook 4520 و Packard bell PEW91 استفاده شد. بعد از نصب نرم افزار بر روی هر

[12] Throughput
[13] Response time

دو لپ تاپ و وارد کردن تنظیمات مورد نظر، آنها به شبکه بی سیم ایجاد شده توسط روتر بی سیم متصل شده و تست ها راه اندازی شد. تنظیمات نرم افزار برای اندازه گیری توان عملیاتی عبارت بود از ارسال بسته هایی با حجم Mbps ۱. تست اندازه گیری زمان پاسخگویی برای ارسال بسته هایی با حجم Mbps ۳۲ بصورت میانگین پنج تکرار اندازه گیری شد. بعد از ارزیابی ارتباط بی سیم، دقت هدایت از راه دور تراکتور در یک طرح آزمایش کاملا تصادفی بر روی دو سطح آسفالت و خاک اندازه گیری شد که جزئیات این طرح خارج از حوزه این مقاله می باشد.

نتایج و بحث

میانگین توان عملیاتی شبکه بی سیم Mbps ۱۴ بدست آمد. این مقدار با توجه به حداکثر حجم داده ارسالی که Mbps ۴ بود مقدار مناسبی است و اطمینان از سرعت و دقت مناسب ارسال اطلاعات را به همراه دارد. میانگین زمان پاسخگویی یا تاخیر ارسال اطلاعات ms ۱۵ بدست آمد. این تاخیر در مقابل تاخیر ناشی از ساختار دوربین نصب شده (s ۰/۱) که تصاویر را بصورت دیجیتال بر روی شبکه بی سیم می فرستد بسیار کمتر می باشد و مشکلی در ارسال بموقع و دریافت تصاویر ایجاد نمی کند. محدوده تحت پوشش برای روتر بی سیم m ۱۰±۲۴۰ بدست آمد. با این شعاع پوشش در صورتیکه مرکز کنترل در مرکز مزرعه قرار بگیرد، می توان یک مزرعه دایره ای شکل با مساحت ۱۹/۶ هکتار و یک مزرعه مربع شکل با مساحت ۱۲/۷ هکتار را تحت پوشش قرار داد. افزایش برد ارسال اطلاعات می تواند با تقویت آنتن بی سیم یا استفاده از شبکه سلولی از فرستنده های بی سیم محقق شود.

نتیجه گیری کلی

با توجه به رشد روزافزون ارتباط بی سیم بخصوص در کنترل و نظارت وسایل نقلیه جاده ای و غیرجاده ای، توجه و بررسی پارامترهای موثر در کاربرد وسایل فرستنده و گیرنده بی سیم بیش از پیش احساس می شود. بازه فرکانس GHz ۲/۵-۲/۴ بعنوان یکی از پرکاربردترین فرکانس ها در وسایل بی سیم می باشد. این بازه فرکانس مصالحه خوبی بین پارامترهای ضریب نفوذ، برد تحت پوشش، حجم ارسال اطلاعات و نویز پذیری برقرار می کند. علاوه بر این وجود این فرکانس در محدوده ISM امکان استفاده رایگان و بدون مجوز آن را فراهم کرده است. استاندارد 802.11 بعنوان یکی از استاندارد هایی که در این محدوده فرکانسی فعالیت می کند نسبت به سایر استاندارد های این فرکانس قابلیت ارسال حجم بالایی از اطلاعات (تصویر، ویدئو، صدا و داده های مختلف) را دارا می باشد.

تحقیقاتی که در زمینه کنترل یا نظارت از راه دور وسایل نقلیه کشاورزی انجام شده اند از استاندارد 802.11 بعنوان بهترین گزینه استفاده کرده اند. تفاوت تحقیقات انجام شده در نحوه تنظیمات پروتکل این استاندارد و شیوه افزایش برد ارسال اطلاعات بوده است. ما نیز در این تحقیق از یک روتر بی سیم تحت استاندارد 802.11n استفاده کردیم که با توجه به آزمایش مقدماتی و بررسی

تاثیر پارامترهای مختلف ارسال بی سیم، به عامل افزایش محدوده پوشش پرداخته نشد. توان عملیاتی بالا، زمان پاسخگویی بسیار کم و برد مناسب روتر بی سیم انتخاب شده این پتانسیل را برای اجرای پروژه های کنترل یا نظارت از راه دور فراهم می کند تا دوربین و سنسورهای بیشتری بر روی تراکتور نصب شود و محیط قابل درک تری برای راننده فراهم کند.

منابع

۱- سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی، ۱۳۸۸. جدول تخصیص های فرکانسی جمهوری اسلامی ایران. وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات.

2- Anonymous. 2009. Coexistence of wireless systems in automation technology. ZVEI-German Electrical and Electronic Manufactures. Brochure.
3- Fong T., and C. Thor . 2001. Vehicle Teleoperation Interfaces. Autonomous Robots 11: 9-18.
4- Jin-Shyan L., S. Yu-Wei, and S. Chung-Chou. 2007. A Comparative Study of Wireless Protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi. 33rd Annual Conference of the IEEE.
5- Kay J., and C. Thorpe. 1995. Semi-Autonomous Vehicle Teleoperation Across Low-Bandwidth or High-Delay Transmission Links. International Joint Conference on Artificial Intelligence
6- Khamis A., F. Rodríguez, and M. Salichs. 2003. Remote Interaction with Mobile Robots. Autonomous Robots 15: 267-281.
7- 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: 81-88.
8- Terrien G., T.W. Fong, C. Thorpe, and C. Baur. 2000. Remote Driving With a Multisensor User Interface. SAE 30th International Conference on Environmental Systems.
9- Wang N., N. Zhang, and M. Wang. 2006. Wireless sensors in agriculture and food industry Recent development and future perspective. Computers and Electronics in Agriculture 50: 1-14.
10- Will J.D., D.D. Moore, E.N. Viall, J.F. Reid, and Q. Zhang. 1999. Wireless Networking for Control and Automation of Off-road Equipment. An ASAE Meeting Presentation.
11- Zhou J, M.G. Cao, M. Zhang, and S. Li. 2008. Remote Monitoring and Automatic Navigation System for Agricultural Vehicles Based on WLAN. 4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing.

Selecting the Most Appropriate Method of Wireless Communication with Remote Agricultural Vehicles

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

In this paper wireless communication and the effective factors for enhancing the efficiency are discussed. The frequency range of 2.4-2.5 GHz is selected as the best choice and WiFi, Bluetooth and ZigBee standards within this band are reviewed. Since our aim was wireless communication with a vehicle in the field which requires receiving video and exchanging other data, WiFi is selected as the best alternative. As a case study for teleoperation of a tractor, a wireles router with 802.11n standard is used. The efficien parameters of wireless network such as throughput, response time and the covering range of the network are measured using Ixia Qcheck software as 14.5 Mbps, 15 ms and 240±10 m, respectively. According to these results the wireless communication platform has the appropriate ability of in farm teleoperation and can support more sensors and cameras to enhance its efficiency.

Keywords: Wireless network, Supervisory control, WiFi, Unmanned navigation