

مرور کاربردها و روش‌های کاهش توان در شبکه‌های حسگر بیسیم و پردازش سیگنال آن

وحید دهقان^۱، علیرضا حسن زاده^۲

^۱ کارشناسی ارشد مهندسی برق الکترونیک، دانشکده برق، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

^۲ استادیار، دانشکده برق، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

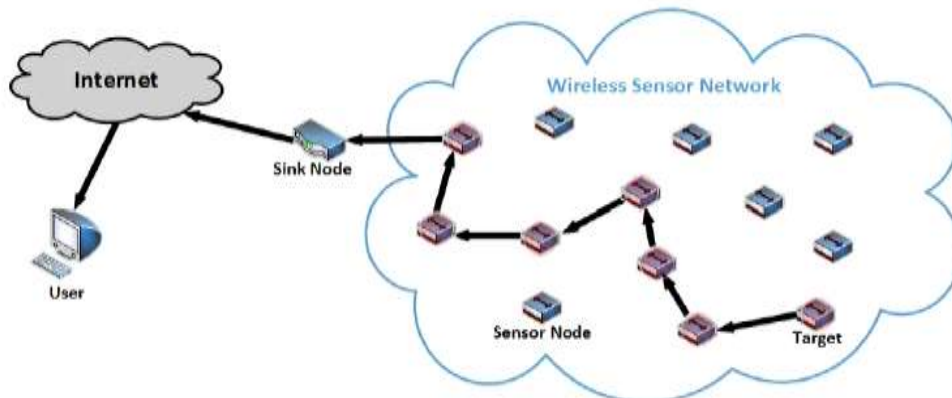
چکیده

طراحی یک گره بیسیم با توان مصرفی پایین از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است از آن جهت که توان مصرفی شبکه به توان گره به عنوان عضو اصلی تشکیل دهنده شبکه وابسته است. در این پژوهش ضمن بررسی اهمیت طراحی گره مبتنی بر توان مصرفی پایین به معرفی روش طراحی یک فیلتر توان پایین در ساختار گره پرداخته شده است. مزیت این روش این است که با کاهش تعداد ضرب کننده‌ها در مرحله نمایش ساختار و استفاده از خاصیت تقارن ضرایب فیلتری می‌توان فیلتری طراحی نمود که تعداد ضرب کننده‌های آن نسبت به روش متداول چند فازه به نصف کاهش یابد.

واژه‌های کلیدی: شبکه حسگر بی‌سیم، شبکه حسگر توان پایین، فیلتر دیجیتال توان پایین.

۱- مقدمه

پیشرفتهای اخیر در زمینه الکترونیک و مخابرات بیسیم، توانایی طراحی و ساخت حسگرهایی با توان مصرفی پایین، اندازه کوچک، قیمت مناسب و کاربری های گوناگون را فراهم آورده است. این حسگرهای کوچک که در فواصل کوتاه با یکدیگر ارتباط برقرار می نمایند قادرند، اطلاعات مختلف را بر اساس نوع حسگر از محیط پیرامون دریافت و پس از پردازش ارسال نمایند. تبادل اطلاعات در اجتماع بیشماری از گره ها، موجب پیدایش ایده ای برای ایجاد و گسترش شبکه های موسوم به شبکه حسگر بیسیم شده است. از ویژگیهایی که این شبکه ها را بر نوع سیمی برتری می دهد نظارت مستقیم بر پدیده های فیزیکی است (اکیلدیز و وران ۲۰۱۰)^۱. تاریخچه پیدایش این شبکه ها طی چهار دوره صورت پذیرفته است. دوره اول، عصر حسگرهای نظامی جنگ سرد است که نمونه های توسعه یافته آن در شبکه های حسگر مدرن در ایالات متحده آمریکا به بهره برداری رسیده است. به عنوان نمونه سیستم صوتی مدار بسته با حس گرهای صوتی اقیانوسی با هدف نظارت بر حرکت زیر دریایی های شوروی سابق و سیستم دفاع هوایی، مورد بهره برداری قرار گرفته است. ضمن اینکه هنوز در تشخیص زمین لرزه کاربری دارد. دوره دوم تحقیقات با پیدایش آژانس های پروژه های تحقیقاتی پیشرفته وزارت دفاع ایالات متحده آمریکا در اوایل سال ۱۹۸۰ میلادی آغاز شده است. دوره سوم توسعه نظامی و برنامه های کاربردی است. بدین صورت که در اواخر دهه ۱۹۸۰، نتایج تحقیقات در راستای منافع نظامی برنامه ریزی و برنامه های شبکه حسگر بیسیم توسط سازمانهای نظامی دریافت شده است. دوره چهارم که مدت آن از اواخر دهه ۱۹۹۰ تا اوایل ۲۰۰۰ میلادی است، پیشرفتهای ارتباطی وارد مرحله جدیدی از تکامل فن آوری شبکه های حسگر می شود. این بدان معنی است که از پتانسیل های بزرگ این صنعت برای مصارف تجاری نیز بهره برداری شده است که از نمونه های برجسته آن، می توان به استانداردهای جدید ZigBee یا Wireless HART اشاره نمود (فابیان ناک ۲۰۱۰)^۲. در شکل (۱) نمایی از شبکه حسگر بیسیم نشان داده شده است (آنون ۲۰۱۷)^۳



شکل ۱. نمایی از شبکه حسگر بیسیم

۲- معرفی شبکه و گره های حسگر بی سیم

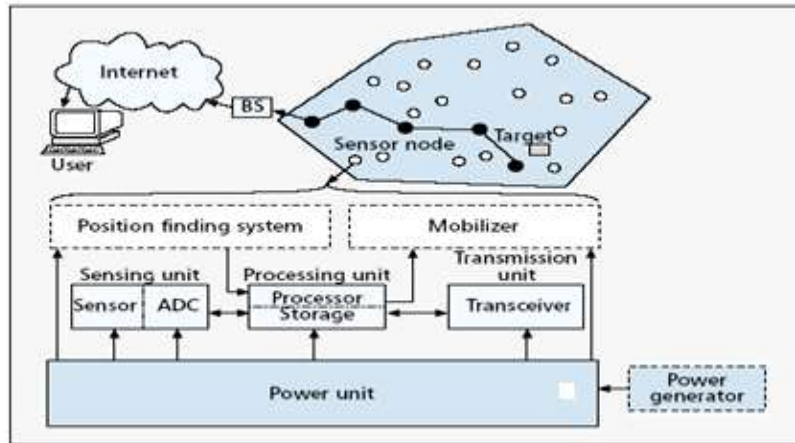
همانگونه که در شکل (۱) نشان داده شده است یک شبکه حسگر بیسیم در حالت نرمال از یک ایستگاه پایه و تعداد بیشماری گره حسگر تشکیل شده است. این شبکه ها متناسب با کاربردها در جهان فیزیکی توسط گره ها پشتیبانی می شوند. گره ها با توجه به استقرارشان بطور معمول دارای منابع تغذیه محدود هستند و اغلب با باتری تغذیه می شوند. یک گره حسگر در واقع یک دستگاه کوچک مستقل است که با توجه به تماس مستقیم آن با پدیده های فیزیکی اطلاعات را از محیط پیرامون دریافت

1 Akyildiz & Vuran, 2010

2 Nack, 2010

3 Anon 2017

و پس از پردازش ارسال می نماید. در شکل (۲) نمایی از اجزای تشکیل دهنده گره و ارتباط آن با شبکه بیسیم نشان داده شده است (سانجو کمر گوپتا و پنم سینها ۲۰۱۴).^۱



شکل ۲. نمایی از اجزای تشکیل دهنده گره بیسیم

در توصیف روش تبادل و پردازش داده در گره بیسیم چنین می توان گفت که یک گره از چهار قسمت اصلی: واحد پردازش، واحد حسگر، واحد ارسال و دریافت و واحد تغذیه تشکیل شده است. واحد پردازش دو بخش حس کننده و مبدل آنالوگ به دیجیتال را پوشش می دهد. فرآیند دریافت و انتقال اطلاعات در این واحد بدین صورت است که ابتدا اطلاعاتی نظیر دما، فشار، نور و غیره توسط حسگر دریافت و در خروجی به سیگنال الکتریکی یا نوری تبدیل می شود. سیگنال منتشر شده که یک سیگنال آنالوگ است با ورود به مبدل آنالوگ به دیجیتال به یک سیگنال دیجیتال تبدیل می شود. این سیگنال پس از خروج از واحد یاد شده به سمت واحد پردازش سیگنال در گره ارسال می شود. در این بخش پس از آنکه عملیات پردازش سیگنال دیجیتال تحقق یافت سیگنال خروجی به واحد ارسال و دریافت سیگنال که ترکیبی از یک فرستنده و گیرنده است، ارسال می شود. توان مصرفی تمام واحدهایی که در یک گره انجام وظیفه می نمایند از طریق واحد تغذیه که بطور معمول یک منبع تغذیه محدود است تامین خواهد شد. این واحد به عنوان مهمترین قسمت در یک گره شناخته شده است زیرا با توجه به ساختار مستقل گره و محدودیت منابع در آن، انتخاب یک گزینه مناسب در تامین انرژی مورد نیاز گره با اندازه کوچک و بازدهی بالا می تواند تاثیر بسزایی در عملکرد و طول عمر شبکه داشته باشد. در این واحد در هر قسمت از منبع تغذیه، یک باتری ۱.۲ ولتی تعبیه شده است. در خصوص ذخیره سازی اطلاعات در گره ها و برنامه ریزی آنها دو واحد حافظه، یکی برای ذخیره سازی اطلاعات و دیگری جهت نوشتن برنامه های مورد نیاز جهت هدایت گره در سخت افزار تعبیه شده است (گوپتا و سینها ۲۰۱۴).^۱

۳- مزایا و معایب شبکه های حسگر بیسیم

بررسی قابلیت های شبکه بیسیم و معایب آن در استقرار و بهره برداری از این شبکه ها ضروری است. شبکه بیسیم بدلیل پوشش گسترده ارتباطات و انتقال اطلاعات و ارتباط مستقیم با پدیده های فیزیکی در ارسال و دریافت اطلاعات در مقایسه با نوع سیمی، به عنوان شبکه برتر شناخته شده است؛ اما در طراحی این شبکه ها ضرورت ایجاب می کند که دو نکته به صورت عمیق مورد بررسی قرار گیرد. نکته اول، صحت و دقت اطلاعات مبادله شده بین شبکه و اجزای آن و کاربر است که از درجه اهمیت بالایی برخوردار است و با امنیت شبکه ارتباط مستقیم دارد. نکته دوم، منبع انرژی محدود در اجزای تشکیل دهنده آن

1 Gupta, Sinha 2014

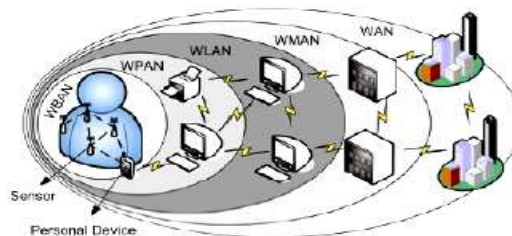
یعنی گره هاست که به عنوان یک چالش عمده شناخته می شود. این دو مقوله در مرحله بهینه سازی با یکدیگر تناقض دارند زیرا افزایش امنیت به ویژه در شبکه بیسیم مستلزم مصرف توان بالاتری است که با توجه به محدود بودن منابع خود یک چالش در طراحی این شبکه ها به حساب می آید. اگر چه روشهایی دیگر جهت کاهش توان مصرفی و افزایش راندمان شبکه وجود دارد، اما در واقع چالش اصلی خود گره ها هستند که طول عمر آنها به میزان انرژی موجود در منابع وابسته است. روشهای متعددی متناسب با نوع کاربری برای مدیریت مصرف انرژی در این شبکه ها بکار گرفته شده است که بخشی از آنها به مدیریت مصرف در اتصال گره ها در هنگام انتقال و بخشی دیگر به ساختار سخت افزار گره (طراحی اجزای تشکیل دهنده گره با توان مصرفی پایین) وابسته است که بدیهی است روش سخت افزار به لحاظ کاهش میزان توان مصرفی در خود ساختار گره در اولویت بالاتری است؛ زیرا می تواند مکمل روش بهینه سازی طراحی شبکه نیز قلمداد شود. در کنار مسائل مربوط به توان در طراحی این شبکه ها به عنوان اصلی ترین چالش، از مهمترین مزایای این شبکه ها می توان به پایداری در محیطهای خشن زیست محیطی نظیر میدان جنگ، قابلیت خود ساماندهی، ویژگی تحرک و جابجایی در گره ها، ایجاد توپولوژی پویا با هدف جایگزین نمودن گره های معیوب و جلوگیری از عدم ارسال اطلاعات در صورت اشکال در یک گره و اصل عدم تجانس در گره ها (استفاده از حسگرهای مختلف در ساختار یک گره) و عملکرد بدون مراقب و خودکار اشاره نمود (فابیان ناک ۲۰۱۰).^۱

۴- کاربردهای شبکه های حسگر بیسیم

یکی از دلایل عمده در استفاده از این شبکه ها علاوه بر سایر مواردی که اشاره شد، کاربری های فراوان آنها بخصوص در دهه اخیر در مصارف تجاری است. در این خصوص با استناد به ضرورت کاهش توان مصرفی در شبکه بیسیم به کاربردهایی اشاره می شود که کاهش توان در اجزای تشکیل دهنده گره ها می تواند تاثیر بسزایی در افزایش توان عملیاتی این شبکه ها داشته باشد.

۴-۱- شبکه حسگر بیسیم بدن^۲

سیستم بیسیم بدن در واقع یک شبکه حسگر است که برای اتصال حسگرهای مختلف پزشکی در داخل و خارج بدن ایجاد شده است. این شبکه به عنوان یک شبکه حسگر بیسیم زیست پزشکی برای اندازه گیری سیگنال های فیزیولوژیکی بدن بکار گرفته می شود که در آن اتصال بیسیم بین گره های حامل در داخل یا اطراف بدن انسان به منظور نظارت بر پارامترهای حیاتی بدن ایجاد شده است. بطور معمول سیگنالهای نظارت توسط یک دستگاه شخصی نظیر تلفن همراه جمع آوری و سپس به مرکز مراقبتهای پزشکی جهت نظارت بر حال بیمار ارسال می گردد. در این خصوص کاهش توان در گره های حسگر بخصوص در موارد کاشتنی تاثیر بسزایی در استفاده از این حسگرها و نیز رفاه حال بیماران خواهد داشت ضمن اینکه طول عمر گره و کاربری آن را نیز افزایش خواهد داد. (صوفیا، رابه ۲۰۱۱ ص ۵۸)^۳ در شکل ۳- یک شبکه حسگر بیسیم بدن نشان داده شده است (صوفیا، رابه ۲۰۱۱ ص ۵۹)^۳



شکل ۳. نمایی از یک شبکه حسگر بیسیم بدن

1 Nack, 2010

2 Wireless Body Sensor Network

3 Sofia, Rabiah, 2011

۴-۲- کاربردهای نظامی^۱

در کاربردهای نظامی بسته به نوع کاربری با توجه به نوع عملیات نظامی (میدان جنگ، جنگ شهری، حفاظت از نیرو و سایر جنگها) حسگرها تنوع زیادی دارند. در این مقوله با توجه به موضوع، آن دسته از حسگرهایی مورد مطالعه قرار می گیرند که کاهش توان مصرفی در آنها علاوه بر افزایش طول عمر، توان عملیاتی شبکه مربوط را افزایش می دهد. بطور کلی افزایش توان عملیاتی یک شبکه را می توان با توجه به اجزای تشکیل دهنده، گره ها در افزایش کیفیت پردازش سیگنال دیجیتال، افزایش پهنای باند به جهت تضمین امنیت شبکه در صحت اطلاعات مبادله شده و میزان توان مصرفی توصیف نمود. در کاربردهای نظامی می توان به محموله های حامل صوت برای تشخیص حالت گذرا اشاره نمود که از آرایه های صوتی یک حسگر مجهز به بلندگو که سبکتر از هوا است تشکیل شده است و در زیر هواپیما به منظور شناسایی و تشخیص موقعیت دقیق سیگنال گذرا از خمپاره ها و آتش افزارهای کوچک استفاده می شود. طراحی کم توان در این حسگر از این نظر قابل توجه است که ضمن پایداری سایر شرایط با افزایش کیفیت پردازش سیگنال قابلیت هواپیماهای جنگی را در تشخیص به موقع و دقیق شلیک به اهداف مورد نظر را افزایش خواهد داد. در این مزیت با حفظ میزان مصرف توان افزایش قابلیت پردازش سیگنال به عنوان یک طرح بهینه شناخته میشود. از دیگر حسگرهای مهم در این مقاله می توان به حسگرهای صوتی در جنگهای ساحلی زیر دریایی اشاره نمود که با ابعاد کوچک برای شناسایی زیر دریایی های جدید بکار گرفته شده اند. ویژگی آنها تغذیه با باتری و برد کوتاه است که سبب می شود برای دستیابی به یک چگالی مطلوب، در مقیاس وسیع در تعداد صدها یا هزاران گره پیاده سازی شود. مزیت آن نسبت به سایر مدل‌های ساخته شده کمینه بودن درصد بازایی است که با یک طراحی توان مصرفی پایین در گره می توان این ویژگی را هم بهبود بخشید (دوریسیک، تفا و دیمیک ۲۰۱۲)^۲

۴-۳- کاربری در حمل و نقل^۳

با توجه به این واقعیت که هزینه قابل توجهی از سیستم نظارت بر پل ها در شهرها و جاده ها از نظر ترافیک در هزینه کابل کشی و نصب و راه اندازی نهفته است، حمل نقل هوشمند مقوله ای است که قابل نگرش است. در این خصوص قدرت ذخیره سازی محدود انرژی با شرایط تعویض گره استقرار چنین شبکه ای را با چالش مواجه ساخته است. هرچند برای حل این چالش روشهایی نظیر انرژی خورشیدی برای برداشت انرژی از محیط زیست پیشنهاد شده است اما در شرایطی که برداشت انرژی به آسانی میسر نباشد کاهش توان مصرفی در این گره ها می تواند تا حدودی زمینه استقرار این شبکه ها را با توجه به مزایای آنها فراهم آورد. (هو، یون، لی و کی ۲۰۱۵)^۴

۴-۴- کاربری در توزیع انرژی الکتریکی^۵

با توجه به توسعه روز افزون شبکه های توزیع نیرو در دنیا بخصوص در کشور چین و چالشهای موجود در شبکه های قدیمی نظیر پایین بودن راندمان، قابلیت اطمینان، استهلاک منابع تولید انرژی و غیره، هوشمند سازی شبکه های توزیع نیرو مقوله ای است که از آن میتوان به عنوان یک عامل مهم در بهره برداری از این شبکه ها یاد نمود. این نگرش از آن جهت ارزشمند است که با استفاده از قابلیت های موجود در شبکه های بیسیم نظیر سرعت، انعطاف، پایداری، خود ساماندهی و رفع عیب خودکار می توان به یک شبکه توزیع نیروی بهینه با افزایش ظرفیت منابع خازنی، افزایش کیفی و کمی انرژی و افزایش راندمان اندیشید. به گونه ای از لحاظ اقتصادی نیز مقرون به صرفه نیز باشد (جینگ فونگ گوا، جیمینگ یو و دیگران ۲۰۱۵)^۱. از طرفی با توجه به اینکه در یک سیستم توزیع انرژی الکتریکی امنیت اطلاعات از درجه اهمیت بسیار بالایی برخوردار است، می بایست

1 Military Applications

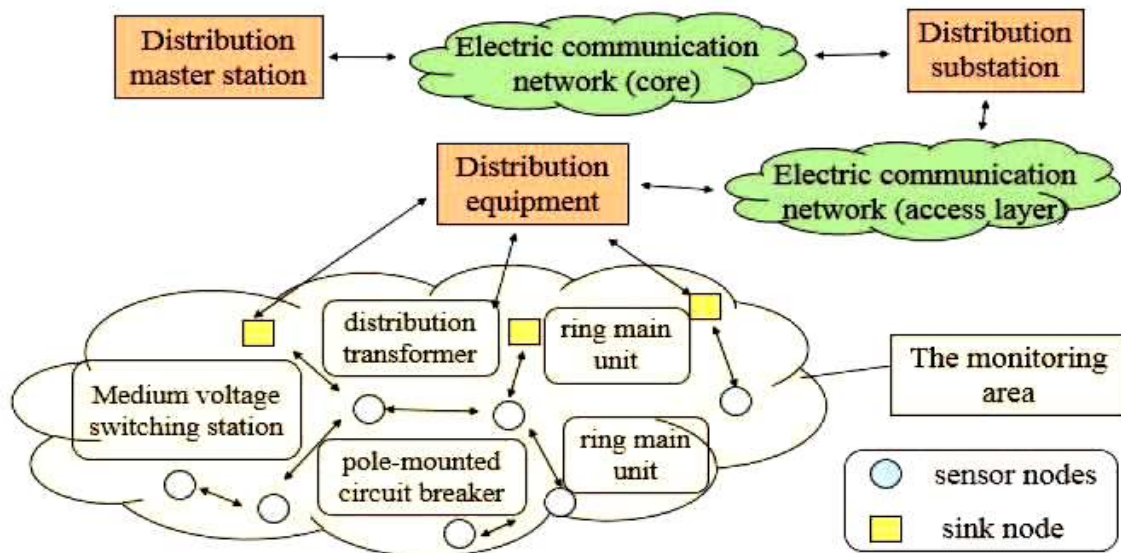
2 Đurišić, Tafa, & Dimić, 2012

3 Urban Transportation

4 Hu, Xiong, Li, & Ke, 2015

5 power Distribution Applications

یک شبکه با پهنای باند بزرگتر در نظر گرفته شود که این رویداد مستلزم مصرف انرژی بیشتری است. پس طراحی یک گره بیسیم با نگرش توان پایین میتواند تاثیر بسزایی در بهره برداری از این دسته از شبکه ها داشته باشد. در شکل ۴- نمای از روش معماری شبکه های توزیع نیروی هوشمند نشان داده شده است (جینگ فونگ گوا، جیمینگ یو و دیگران ص ۱۰۷۸ (۲۰۱۵)



شکل ۴. نمای از روش معماری شبکه های توزیع نیروی هوشمند

۴-۵- کاربری در نظارت بر سیستم توزیع آب^۲

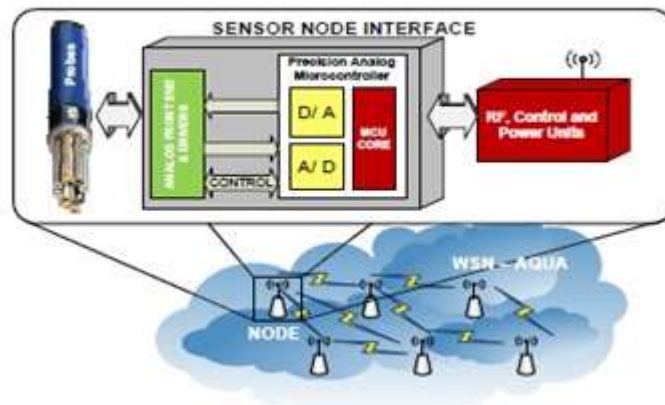
در راستای کمک به بهبود کیفیت آب و کشف مواد موجود در آن در منابع زیرزمینی از شبکه های بیسیم استفاده می شود؛ اما با توجه به عمر کوتاه منابع تغذیه (باتری ها) و نیاز به تعویض مجدد آنها بخصوص در محیطهای سخت ضرورت ایجاد می نماید که مصرف گره ها کاهش یابد. در سیستم توزیع آب از دو حسگر کیفیت و هیدرولیک آب به ترتیب با هدف نظارت بر سلامت آب آشامیدنی و نفوذ آلاینده ها و فشار و جریان و تشخیص مکانیزم خرابی مانند نشت در لوله های انتقال آب استفاده شده است (محمد ابراهیم محمد، ونیان وو و منصور منیری ۲۰۱۱)^۳. در شکل ۵- نمای از یک ایستگاه بیسیم نظارت بر کیفیت و هیدرولیک آب نشان داده شده است (مات زیگا، پاول گالاجدا، میلوس دراتاروفسکی، مارتین پترالوسکی ۲۰۱۴)^۴.

1 Guo & Jiming Yao, et al. 2015

2 Water Distribution

3 M.L.Mohamed, W.Y.Wu, M.Moniri, 2011

4 Matej Ziga, Pavol Galajda, Milos Drutarovsky, Martin Petrvalsky, 2014



شکل ۵. نمایی از یک ایستگاه بیسیم نظارت بر کیفیت و هیدرولیک آب

۴-۶- کاربری در محیطهای زیست دریایی^۱

اجرای یک شبکه حسگر در محیطهای زیست زیر دریایی از درجه اهمیت بالایی برخوردار است، از این جهت در پژوهشهای اقیانوس شناسی سنتی نظارت بر محیطهای دریایی با یک روند بسیار گزاف از نظر زمان و هزینه همراه است؛ بنابراین این کاربری می تواند بصورت چشمگیری دسترسی به زمان واقعی اطلاعات و پوشش دوره های طولانی در مناطق بزرگ جغرافیایی را کاهش دهد (گوباو هو، ویمینگ شن و خیانبین وانگ ۲۰۱۴).^۲ از طرفی با توجه به وظایف سنگین شبکه در محیطهای زیر آب برای هدایت مستمر و کارآمد گره ها نظیر تعویض و تعمیر، طراحی یک شبکه بیسیم با نگرش توان پایین با توجه به ضروری بودن استقرار چنین شبکه هایی در این مناطق و استفاده از انواع مختلف سنسور برای اندازه گیری پارامترهای فیزیکی، یک ضرورت است و به جرات می توان گفت که مدیریت مصرف انرژی و طراحی سخت افزار گره، با نگرش توان پایین می تواند به عنوان یکی از اصول اولیه طراحی قلمداد شود.

۴-۷- کاربری در تشخیص سریع و به موقع آتش سوزی در جنگلها^۳

یکی از برنامه های کاربردی شبکه های حسگر بیسیم به عنوان یک شبکه ناظر تشخیص آتش، نظارت بر آتش سوزی در جنگلها است. حسگرها اطلاعات دما، رطوبت، دود و فشار اتمسفر را از محیط پیرامون فیزیکی دریافت و از طریق گره های خود به گره پایه و در نهایت به مرکز آتش نشان ارسال می نمایند (لیانگ یو، ننگ وانگ و دیگران ۲۰۰۵).^۴ در این خصوص عوامل مصرف توان را می توان در ضرورت دسترسی دقیق به زمان واقعی اعلام حریق و افزایش قابلیت اطمینان در داده های ارسالی از گره ها بر شمرد که انرژی مورد نیاز به تنهایی با افزایش تعداد پردازش سیگنال افزایش خواهد یافت. پس می توان گفت که طراحی توان پایین گره در مدیریت مصرف انرژی شبکه ها و سخت افزار گره تاثیر بسزایی داشته و نیزمی تواند بسته به اهمیت و جایگاه وظایف محوله، در کیفیت پردازش سیگنال و تثبیت طول عمر گره تاثیر بسزایی داشته باشد، ضمن اینکه سبب افزایش دقت و سرعت اطلاعات شده و از آن میتوان در مهار بموقع آتش بهره برداری نمود.

1 Marine Environment Monitoring Applications

2 Guobao Xu, Weiming Shen, and Xianbin Wang, 2014

3 Fire Detection Applications

4 Liyang Yu, Neng Wang, et al. 2005

۵- بررسی روشهای کاهش توان در شبکه های حسگر بیسیم

۵-۱- طراحی بهینه پروتکل های مسیر یابی با هدف کاهش انرژی مصرفی مورد نیاز

در این روش با استراژی مبتنی بر مدیریت مصرف انرژی چیدن یک مسیر بین دو گره به گونه ای صورت می پذیرد که توان مصرفی بین دو گره را بهینه نماید. این هدف با مدیریت تعداد انتقال ها در راستای کاهش مصرف انرژی صورت می پذیرد به گونه ای تعداد انتقال ها در هدایت یک بسته اطلاعاتی کمینه خواهد شد. از روشهای مرسوم دیگر در این نگرش استفاده متعادل از گره ها است. در واقع با حذف گره های مخروب و گره هایی که بصورت مستقیم انرژی زیادی مصرف می نمایند. از توان مصرفی مورد نیاز شبکه بیسیم کاسته می شود (فابیان ناک ۲۰۱۰).^۱

۵-۲- طراحی توان پایین گره های حسگر بیسیم

در طراحی توان پایین سخت افزار گره توان مصرفی خود گره به عنوان مصرف کننده توان با منبع تغذیه محدود کاهش خواهد یافت. این بدان معنی است که ضمن حفظ سایر شرایط می توان یک گره با ابعاد کوچکتر و توان مصرفی کمتر طراحی نمود که نتیجه آن یک طراحی کاملاً بهینه است که علاوه بر مدیریت مصرف انرژی شبکه، توان مورد نیاز گره ها را نیز بهینه نموده است. در این خصوص می توان گفت که اولویت یک طراحی توان پایین مطلوب در شبکه بیسیم با طراحی کم توان سخت افزار یک گره است؛ زیرا علاوه کاهش سطح مقطع سیلیکن و توان مصرفی مورد نیاز گره، سایر روشهای کاهش توان مصرفی در شبکه را پوشش داده و می تواند توان عملیاتی شبکه را در حد مطلوب افزایش دهد.

۶- شناخت منابع مصرف انرژی در گره بیسیم

بصورت کلی منابع پردازش در گره های حسگر میکروکنترلرهای قابل برنامه ریزی و پردازنده های سیگنال دیجیتال هستند که معماری آنها صرفنظر از وظایف واقعی گره ها، مستلزم مصرف انرژی است که توسط یک باتری یا یک واحد برداشت انرژی تامین میشود. در میان مصرف کننده های انرژی پردازنده های سیگنال نقش بیشتری در مصارف انرژی دارند، زیرا علاوه بر وظایف خود در گره گاهی برای بهبود دادن به یک عملیات ممکن است برای چندین بار انجام وظیفه نمایند. به عنوان مثال گاهی برای اندازه گیری یک پارامتر متناسب با نیاز نرم افزار لازم است چند حسگر بصورت همزمان بکار گرفته شوند. تا سیگنال مطلوب حاصل و داده صحیح استخراج شود که این افزایش قابلیت اطمینان در دریافت سیگنال خود یکی از چالشهای آشکار در فرآیند پردازش سیگنال دیجیتال است؛ که علاوه بر افزایش پیچیدگی امکان برداشت نامناسب انرژی از منابع محدود را فراهم ساخته است. پس در بین همه عوامل کاهش توان مصرفی در فرآیند پردازش سیگنال می تواند تاثیر بسیار چشمگیری در کاهش توان مصرفی گره های بیسیم داشته باشد.

۶-۱- بررسی روش کاهش توان در فرآیند پردازش سیگنال

همانگونه که شرح داده شد پردازش سیگنال عملیاتی است که بصورت دائم در حال رخ دادن است. در واقع این پردازش روی سیگنالهایی انجام می پذیرد که از مبدل آنالوگ به دیجیتال خارج شده اند. با توجه به اینکه فیلتر دیجیتال به عنوان یکی از عناصر مهم در پردازش سیگنال دیجیتال شناخته می شود و ماهیت سخت افزاری آن وجود عناصر جمع و ضرب به عنوان عناصر پیچیده و پر مصرف است. پس به جرات می توان گفت بررسی روش کاهش سطح مقطع و توان در این فرآیند تاثیر بسزایی در توان مصرفی مورد نیاز گره خواهد داشت. در نتیجه بررسی و طراحی یک فیلتر توان پایین نیز به نوبه خود ضمن حفظ سایر شرایط می تواند تاثیر شگرفی در توان مصرفی حسگر داشته باشد. در مقاله های نوشته شده بخصوص در طراحی فیلتر توان پایین در ساختار گره بیسیم از روش پلی فاز در پیاده سازی فیلتر استفاده شده است (چنگ خو، سو این و یونچوا

1 Fabian nack,2010

کین (۲۰۱۳). این روش برای حالتی که ضرایب حاصل از طراحی فیلتر متقارن نباشد می تواند مفید باشد؛ اما برای حالتی که از طراحی که ضرایب متقارن حاصل شود، مطلوب نخواهد بود. اگر در پیاده سازی اولیه ساختار فیلتر از ساختار مستقیم متقارن استفاده شود، بدیهی است که با توجه به تقارن ضرایب تعداد ضرب کننده ها طول فیلتر به نصف کاهش خواهد یافت. در روش چند فازه ساختار فیلتر یک ساختار موازی از چند فیلتر با طول کوتاه است. این ساختار در حالت تقارن ضرایب، زمانی می تواند بهینه شود که در طولهای موازی بتوان تقارن ضرایب را ایجاد و مشاهده نمود به گونه ای که فیلترهای با طول کوتاه به فرم مستقیم متقارن ایجاد شود. چگونگی قرار گرفتن ضرایب در این روش برای یک فیلتر پایین گذر متقارن بطول ۴۰ در جدول ۱ نشان داده شده است. بصورت کلی یک فیلتر بطول ۴۰ در ساختار چند فازه می تواند به روشهای مختلف نظیر ۲۰ شاخه موازی به طول ۲، ۱۰ شاخه موازی بطول ۴، ۵ شاخه موازی بطول ۸ پیاده سازی شود؛ اما در یک طراحی مطلوب و جایگذاری عناصر جمع و ضرب همواره باید به این نکته توجه داشت که یک فیلتر را می بایست به گونه ای به زیر فیلترهای با طول کوتاه تبدیل نمود که توجیه مناسبی از یک زیر فیلتر مناسب جهت فیلتر نمودن یک سیگنال را داشته باشند. ضمن اینکه سرعت تبادل داده را در یک فیلتر نیز باید در نظر گرفت. پس اگر از نقطه نظر پیاده سازی اولیه تعداد شاخه های موازی زیاد مطلوب نباشد، در این خصوص می توان با توجه به نوع نگرش توصیف شده، ۵ شاخه موازی با زیر فیلترهای بطول ۸ به عنوان گزینه مناسب معرفی نمود. حال این سوال ایجاد می شود که آیا با مدل پیشنهادی و تقارن موجود در ضرایب فیلتر می توان با روش چند فازه یک ساختار بهینه را ترسیم نمود یا اینکه ساختار مستقیم متقارن، گزینه برتر است. آرایش چند فازه فیلتر در قالب جدول شماره ۱ نشان داده شده است. بدیهی است که در یک طراحی با ضرایب متقارن به طول ۴۰ $h[0]$ و $h[39]$ و $h[1]$ و $h[38]$ و... با یکدیگر برابرند. اگر ضرایب فیلتر در قالب ساختار مستقیم متقارن پیاده سازی شود، در توصیف ساختار و زبان توصیف سخت افزار فقط یکی از این دو عملیات ضرب در طول فیلتر بدلیل تساوی محاسبه می شود. این بدان معنی است که تعداد ضرب کننده ها که برابر طول فیلتر است در این ساختار به نصف کاهش می یابد؛ اما اگر از ساختار پلی فاز در پیاده سازی فیلتر استفاده شود در شرایط تقارن ضرایب، در فیلتر اصلی و زیر فیلترهای آن که با طولهای کوتاه ایجاد شده اند، ضرایب یکسان در کنار یکدیگر قرار نمی گیرند و در نتیجه فیلتر با تعداد ضرب کننده های کمتر قابل پیاده سازی نخواهد بود. پس می توان اثبات نمود که روش برتر در پیاده سازی اولیه یک فیلتر در حالتی که ضرایب متقارن هستند روش مستقیم متقارن است. در جدول ۱ آرایش پلی فاز ضرایب متقارن فیلتر پلی فاز نشان داده شده است که همانگونه که قابل مشاهده است ضرایب یکسان در فیلتر اصلی و زیر فیلترها دیده نمی شود.

جدول ۱- آرایش پلی فاز ضرایب متقارن فیلتر پاسخ ضربه محدود

Coefficient									
Sub Filter Poly nominal	1	z^{-1}	z^{-2}	z^{-3}	z^{-4}	z^{-5}	z^{-6}	z^{-7}	z^{-8}
Sub Filter1	z^{-1}	h[0]	h[5]	h[10]	h[15]	h[20]	h[25]	h[30]	h[35]
Sub Filter2	z^{-1}	h[1]	h[6]	h[11]	h[16]	h[21]	h[26]	h[31]	h[36]
Sub Filter3	z^{-1}	h[2]	h[7]	h[12]	h[17]	h[22]	h[27]	h[32]	h[37]
Sub Filter4	z^{-1}	h[3]	h[8]	h[13]	h[18]	h[23]	h[28]	h[33]	h[38]
Sub Filter5	z^{-1}	h[4]	h[9]	h[14]	h[19]	h[24]	h[29]	h[34]	h[39]

۷- بحث و نتیجه گیری

با توجه به ارزش میزان توان مصرفی در گره و شبکه بیسیم طراحی مبنی بر توان مصرفی پایین به عنوان یکی از اصول اساسی در طراحی سخت افزار گره پذیرفته شده است. در این خصوص نتایج حاصل از طراحی را به صورت زیر می توان طبقه بندی نمود.

- در طراحی یک شبکه بیسیم ضرورت صرفه جویی در توان مصرفی گره ها یک اصل است. در واقع یک شبکه بیسیم مناسب شبکه ای است که در آن مدیریت مصرف انرژی با بکارگیری مناسب گره ها متناسب با وظایف محوله انجام پذیرد.
- اجرای شبکه بیسیم خود با چالشهایی نظیر نقصان امنیت شبکه روبرو است با توجه به اهمیت صحت داده های دریافتی بخصوص در مواردی نظیر میدان جنگ، امنیت یک شبکه بیسیم در رتبه بالایی از طراحی آن قرار دارد. این مهم خود با افزایش پهنای باند محقق می شود که توان مصرفی گره و شبکه را افزایش خواهد داد. از این رو کاهش توان مصرفی در یک گره و شبکه حاصل از آن می تواند منجر به طراحی یک شبکه بیسیم با رتبه امنیتی مطلوب گردد.
- پردازش سیگنال دیجیتال که در گره های بیسیم صورت پذیر میگیرد مقوله ای است که بیش از پیش به لحاظ توان مصرفی مورد مطالعه پژوهشگران است. فیلتر پاسخ ضربه محدود به عنوان یکی از اجزای مهم در پردازش سیگنال معرفی شده است. از این جهت که وضعیت سیگنال خروجی را با توجه به ورودی و نوع فیلتر مورد نظر توصیف می نماید. در ساختار گره یک فیلتر با عناصر جمع و ضرب توصیف می شود. کاهش توان مصرفی در این فرایند ارزشمند است زیرا با توجه به پیچیدگی عملیات جمع و ضرب مصرف توان بیشتری را می طلبد. ضمن اینکه در برخی موارد به جهت افزایش قابلیت اطمینان در دریافت داده ها لازمست این شرایط برای چندین بار بصورت متناوب تکرار شود؛ که به مراتب انرژی مصرفی گره را افزایش خواهد داد. از این رو بررسی کاهش توان مصرفی در این مقوله بسیار مهم است زیرا از به هدر رفتن بیش از حد انرژی جلوگیری می نماید و توان عملیاتی شبکه را نیز افزایش خواهد داد.
- مطالعه و بررسی کاهش توان مصرفی در خود گره بسیار ارزشمند تر از استفاده از روشهای مدیریت مصرف انرژی است؛ زیرا در روش کاهش سخت افزار و توان مصرفی در ساختار گره با احتساب تمامی شرایط مدیریت مصرف می توان به یک گره با توان مصرفی پایین دست یافت که بیش از پیش بر افزایش توان عملیاتی شبکه خواهد افزود. در نتیجه پویایی و مقرون به صرفه بودن یک شبکه بیسیم بخصوص در مواردی که مستلزم بکارگیری هزاران گره در یک شبکه است خواهد شد.
- با استفاده از تکنیک تقارن ضرایب و پیاده سازی فیلتر به فرم مستقیم متقارن می توان تعداد ضرب کننده ها را در یک فیلتر بطول ۴۰ به نیم کاهش داد که این رویداد با کاهش سطح مقطع سیلیکن و توان مصرفی ارتباط دارد.
- در اغلب کاربردهای شبکه بیسیم بخصوص در شبکه بیسیم بدن، شبکه بیسیم جنگ و شبکه توزیع انرژی الکتریکی کاهش توان می تواند منجر به به بهبود استفاده از این شبکه ها شود.

منابع

1. Akyildiz, I. F., & Vuran, M. C. (2010). wireless sensor networks (Vol. 4). Hoboken Newjersey: John Wiley & Sons.
2. Nack, F. (2010). An overview wireless sensor network. Institute of Computer Science, 1-7.
3. Anon, (2017). [online] Available at: http://monet.postech.ac.kr/images/introduction/image007_new.jpg. [Accessed 22 Jul. 2017].

4. Gupta, S. K. (2014). Overview of Wireless Sensor Network A Survey. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 3 (1), 5201-5207.
5. Ramli, Najwa, S., & Ahmad, a. R. (2011). Surveying the Wireless Body Area Network in the realm of Wireless Communication. *Information Assurance and Security (IAS)* (pp. 59-61). Melaka, Malaysia: IEEE.
6. Đurišić, M. P., Tafa, Z., & Dimić, G. (2012). A Survey of Military Applications of Wireless Sensor Networks. *Embedded Computing (MECO), 2012 Mediterranean Conference on* (pp. 196-199). Bar, Montenegro: IEEE.
7. Hu, X., Xiong, W., Li, W., & Ke, L. (2015). Application Scenarios of Wireless Sensor Networks for Urban transportation. *Control Conference (CCC), 2015 34th Chinese* (pp. 7688-7691). Hangzhou, China: IEEE.
8. Guo, J., & Jiming Yao, e. a. (2015). A routing algorithm to long lifetime network for the intelligent power distribution network in smart grid. *Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference (IAEAC), 2015 IEEE* (pp. 1077-1082). Chongqing, China: IEEE.
9. Mohamed, M. I., Wu, W. Y., & Moniri, M. (2011). Power harvesting for smart sensor networks in monitoring water distribution system. *Networking, Sensing and Control (ICNSC), 2011 IEEE International Conference on* (pp. 393-398). Delft, Netherlands : IEEE.
10. Zarar, S., Javaid, N., Zaki, S. M., Ejaz, M., Khan, Z. A., Qasim, U., et al. (2016). Increased Throughput DB-EBH Protocol in Underwater Wireless Sensor Networks. *Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA), 2016 30th International Conference on* (pp. 571-576). Crans-Montana, Switzerland : IEEE.
11. Ziga, M., Galajda, P., Drutarovsky, M., & Petrvalsky, M. (2014). Adaptable sensor node interface for low-cost water quality monitoring. *Radioelektronika*
12. (RADIOELEKTRONIKA), 2014 24th International Conference (pp. 1-4). Bratislava, Slovakia : IEEE.
13. u, G., Shen, W., & Wang, X. (2014). Marine Environment Monitoring Using Wireless Sensor Networks: A Systematic Review. *Systems, Man and Cybernetics (SMC), 2014 IEEE International Conference on* (pp. 13-18). San Diego, CA, USA: IEEE.
14. Yu, L., Wang, N., & Meng, X. (2005). Real-time forest fire detection with wireless sensor networks. *Proceedings. 2005 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2005.* (pp. 1214-1217). Wuhan, China: IEEE.
15. Xu, C., Yin, S., Qin, Y., & Zou, H. (2013). A novel hardware efficient FIR filter for wireless sensor networks. *Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), 2013 Fifth International Conference on* (pp. 197-201). Da Nang, Vietnam : IEEE.

Review of Applications and Power Reduction Techniques in Wireless Sensor Network and Its Signal Processing

Vahid Dehghan, Alireza Hassanzadeh

*MA Student, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
Assistant Professor, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.*

Abstract

Design of a low power sensor node for wireless sensor network is important, since the power dissipation of the system is dependent on that. In this research, design of a low power sensor node has been investigated and a method for design of a low power digital filter for wireless sensor node has been introduced. In this method, number of multipliers has been reduced in the architecture and using symmetrical coefficients number of multipliers has been halved compared to poly-phase design method.

Keywords: Wireless sensor network, Low power sensor network, Low power digital filter.
