

طراحی سیستم موقعیت‌یابی سیم‌وسایل اتاق عمل

فرهاد پارسائی‌نژاد^۱، محمد صادقیان کردآبادی^۲ و رضا قاضی‌زاده^۳

^۱دانشجوی دکتری برق - مخابرات، دانشگاه بیرجند، Parsaienejadfarhad@birjand.ac.ir

^۲دانشجوی دکتری برق - مخابرات، دانشگاه بیرجند، Mohammad.Sadeghian@birjand.ac.ir

^۳دانشیار گروه برق - مخابرات، دانشگاه بیرجند، Rghazizade@birjand.ac.ir

چکیده - بعضی از وسایل اتاق عمل حاوی سیم‌ها و وسایل الکترونیکی برای نشان دادن اعمال حیاتی بیمار هستند و برخی دیگر شامل وسایل اختصاصی جراحی، مثل ارتوپدی مغز و اعصاب است و برخی نیز به صورت مشترک استفاده می‌گردند. در بسیاری از موارد، وسایل مخصوصاً آنهایی که به صورت مشترک مورد استفاده قرار می‌گیرند، معمولاً به دلیل خستگی یا کم‌توجهی پرسنل پس از استفاده به محل نگهداری وسایل برگردانده نمی‌شوند، حال برای عمل بعدی که به این وسایل نیاز است، مخصوصاً اینکه اگر عمل جراحی پیش آمده اورژانسی باشد، این مسئله مشکل‌ساز می‌شود. بنابراین، با داشتن سیستمی که موقعیت‌یابی این وسایل را به طور دقیق انجام می‌دهد، علاوه بر صرفه‌جویی در زمان و هزینه، کاهش استرس وارده به جراح، پرسنل و خود بیمار را نیز به همراه دارد. سیستم موقعیت‌یابی مورد نظر علاوه بر قابلیت نصب آن روی وسایل با جنس‌های مختلف، به صورتی طراحی شده است که باعث آسیب دیدن وسیله، بیمار و کاهش کارایی آن نشود.

کلید واژه - شبکه حسگر بی‌سیم، موقعیت‌یابی، بیمار، اتاق عمل

جنس‌های متفاوت، به صورتی طراحی شده است که باعث آسیب دیدن وسیله، بیمار و کاهش کارایی آن نشود. سیستم موقعیت‌یابی مورد نظر علاوه بر قابلیت نصب بر روی وسایل با جنس‌های متفاوت از قبیل فلز، پلاستیک، در حالت‌های مختلف مریض تغییر حالت می‌دهند و به صورتی طراحی شده که باعث آسیب دیدن وسیله، بیمار و کاهش کارایی آن نشود. علاوه بر ویژگی ذکر شده، وسایل در تماس با بیمار به صورت متناوب شسته، ضد عفونی و در مواردی حتی استریل می‌گردند، پس نباید شست و شو به ردياب آسیبی برساند. در راستای این چالش، موقعیت‌یابی طراحی شده قابلیت نصب و جداسازی آسان بر روی وسایل با اشکال و جنس متفاوت است. سیستم موقعیت‌یابی مطرح شده دارای این قابلیت است که در صورت نیاز مکان وسیله مورد نظر را مشخص می‌کند. توجه شود که برای موقعیت‌یابی وسایل احتیاجی به آدرس دقیق وسایل نیست و اگر بخش و اتاق مورد نظر مشخص شود، برای پیدا کردن وسایل و افزایش سرعت عمل کفایت می‌کند. شرح کلی سیستم پیشنهادی به این صورت است که، برای هر یک از وسایل اتاق عمل یا یک گروه از وسایل که همواره در کنار هم هستند، یک گیرنده کوچک (تگ) در نظر گرفته می‌شود و هر تگ کد خاص خود را دارد که توسط فرستنده‌ها قابل تشخیص است.

۱- مقدمه

سیستم موقعیت‌یابی وسایل اتاق عمل به مجموعه‌ای از وسایل اطلاق می‌گردد که قابلیت موقعیت‌یابی وسایل را دارا هستند. وسایل اتاق عمل، وسایلی هستند که جهت اهدافی از قبیل، راحتی بیمار و جلوگیری از آسیب وی، نگهداری بیمار در وضعیت ثابت تا زمان انتهای عمل و قرار دادن بیمار در بهترین حالت به منظور ایجاد بهترین دسترسی جراح به محل عمل جراحی استفاده شده- اند [۱]. در بسیاری از موارد، وسایل، مخصوصاً آنهایی که به صورت مشترک مورد استفاده قرار می‌گیرند، معمولاً به دلیل خستگی یا کم‌توجهی پرسنل پس از عمل به محل نگهداری وسایل برگردانده نمی‌شوند، حال برای عمل بعدی که به این وسایل نیاز است، مخصوصاً اینکه اگر عمل جراحی پیش آمده اورژانسی باشد، این مسئله مشکل‌ساز می‌شود. بنابراین، با داشتن سیستمی که موقعیت‌یابی این وسایل را به طور دقیق انجام می‌دهد، علاوه بر صرفه‌جویی در زمان و هزینه (به دلیل اینکه ممکن است بیمار در مدت زیادی داروی بیهوشی تا پیدا شدن وسیله مورد نظر دریافت کند) کاهش استرس وارده به جراح، پرسنل و خود بیمار را نیز به همراه دارد. به همین منظور در این مقاله یک سیستم موقعیت‌یابی طراحی می‌شود که علاوه بر قابلیت نصب آن روی وسایل با

تشخیص است. بدین ترتیب ورود و خروج هر تگ (که همراه یکی از وسایل اتاق عمل است و توسط کد خاصی قابل تشخیص است) کنترل می‌شود و در نتیجه مشخص می‌شود هر وسیله در کدام اتاق وجود دارد.

- در صورتی که اتاق‌ها زیاد و با فاصله کم از یکدیگر باشند. در این حالت می‌توان از یک یا چند فرستنده قوی استفاده کرد که هر کدام تا شعاع حدود ۱۰ متری خود را تحت کنترل دارند. هر کدام از این فرستنده‌ها با ارسال امواج الکترومغناطیسی و تحریک تگ‌های موجود در فاصله کنترلی خود، می‌تواند بر اساس تاخیر زمان برگشت سیگنال و قدرت سیگنال برگشتی، فاصله خود را با تگ تخمین بزند، بنابراین با داشتن اطلاعات این فرستنده‌ها و انتقال آن به پردازنده مرکزی می‌توان مکان هر تگ را با دقتی قابل قبول تخمین زد.

در حالت دوم می‌توان از فرستنده‌های رادیویی قوی‌تر و تگ‌هایی با باتری داخلی استفاده کرد، که با این روش فاصله بین فرستنده و تگ‌ها بصورت قابل ملاحظه‌ای قابل افزایش است ولی این تگ‌ها باید هر چند ماه عوض شوند که هزینه آن در صورت زیاد بودن وسایل اتاق عمل بالا خواهد بود.

همانطور که در بالا اشاره شد، پس از پردازش اطلاعات توسط پردازنده مرکزی امکان نمایش اطلاعات به روش‌های مختلف وجود دارد که روش‌های پیشنهادی برای این امر در ادامه آمده است:

- یک نمایشگر که نقشه اتاق‌ها و محل هر تگ را بصورت گرافیکی نمایش می‌دهد. البته در صورت زیاد بودن تگ‌ها استفاده از این روش کارآمد نخواهد بود.

- انتقال اطلاعات به کامپیوتر و ثبت اطلاعات توسط نرم‌افزار واسط کامپیوتری در یک مرکز داده بصورت بلادرنگ طوریکه بلافاصله تغییر مکان هر تگ بر روی آن قابل پیگیری باشد. بنابراین می‌توان با جستجو نام هر وسیله از مکان آن در لحظه مطلع شد. هر چند امکان بررسی اطلاعات در فواصل زمانی ثابت یا دلخواه نیز برای کاهش مصرف توان وسایل وجود دارد.

- انتقال اطلاعات مرکز داده بر روی یک شبکه خصوصی یا عمومی و پیگیری آنلاین از طریق یک وبسایت. در این روش امکان جستجو از طریق گوشی همراه نیز در صورت وجود شبکه داخلی بی‌سیم امکان‌پذیر می‌گردد.

۳- شرح مختصر نقشه‌های فنی

سیستم پیشنهادی، متشکل از اجزاء سخت‌افزاری و نرم‌افزاری است. اجزای سازنده این دستگاه به شرح زیر می‌باشند:

در واقع سیستمی هوشمند که موقعیت وسایل در اتاق عمل به صورت خودکار را ثبت کند تاکنون وجود نداشته است و این برای اولین بار است که چنین سیستمی پیشنهاد میشود. سیستم پیشنهادی به صورت خودکار موقعیت تمامی وسایل را ثبت می‌کند و در صورت نیاز دسترسی به موقعیت وسیله مورد نظر در دسترس است و همچنین در صورت خارج شدن یک وسیله هشدار لازم را میدهد. بخش‌های مختلف این مقاله به شرح زیر است. در بخش ۲ مقاله، مدل سیستم پیشنهادی برای موقعیت‌یابی را ارائه میکند. در بخش ۳ شرح مختصری بر نقشه‌های فنی طرح ارائه می‌شود. و در بخش ۴ نتیجه‌گیری بیان می‌شود.

۲- مدل پیشنهادی برای موقعیت‌یابی وسایل اتاق عمل

سیستم ارائه شده از سه قسمت اصلی تشکیل شده است:

- فرستنده و گیرنده رادیویی که قابلیت ارسال مداوم سیگنال‌های الکترومغناطیسی و تشخیص سیگنال‌های برگشتی را داراست. این امواج در بازه فرکانسی مجاز می‌باشند و برای سایر دستگاه‌های الکترونیکی مزاحمتی ایجاد نمی‌کنند و از استانداردهای ISO [۲] پیروی می‌کنند.

- تگ‌های رادیویی که با فرکانسی خاص تحریک می‌شوند و قابلیت این را دارند که توسط گیرنده رادیویی تشخیص داده شوند. شکل این تگ‌ها متفاوت بوده و می‌تواند بصورت یک سکه، یک کارت، یک برچسب یا یک جاسوئیچی ضدآب باشد.

- سیستم پردازنده مرکزی که اطلاعات خروجی همه فرستنده‌ها در آن پردازش می‌شود و با تجمیع اطلاعات فرستنده‌ها می‌تواند مکان تخمینی هر وسیله را مشخص کند.

علاوه بر قسمت‌های ذکر شده، برای انتقال اطلاعات به کاربران می‌توان از یک صفحه نمایش‌گر برای نشان دادن مکان وسایل در نقشه اتاق‌ها استفاده کرد و یا می‌توان این اطلاعات را بصورت ثبت مختصات وسایل در یک پایگاه داده کامپیوتری بصورت آنلاین نمایش داد بطوریکه امکان جستجو وسایل در آن در هر لحظه امکان‌پذیر باشد.

برای موقعیت‌یابی وسایل با توجه به شکل و ساختار اتاق‌هایی که وسایل اتاق عمل در آنها می‌تواند وجود داشته باشد، راهکارهای زیر قابل ارائه است:

- در صورتی که اتاق‌هایی که امکان وجود وسایل محتمل است، کم و با فاصله‌ی زیاد از هم باشند، می‌توان از گیت‌های تشخیص‌دهنده تگ‌های رادیویی استفاده کرد. این گیت‌ها در ورودی هر اتاق نصب می‌شوند و عبور هر تگ از درون آن قابل

بررسی لحظه‌ای اطلاعات رسیده از فرستنده‌های ثابت به مکان‌یابی می‌پردازد و اطلاعات نهایی را از طریق فرستنده اطلاعات به سیستم مادر می‌فرستد.

فرستنده اطلاعات به سیستم مادر و گیرنده اطلاعات از آن. همانطور که از اسم آن مشخص است یا استفاده از این قسمت امکان ارسال اطلاعات به سیستم مادر و دریافت اطلاعات از سیستم مادر امکان‌پذیر می‌شود. این قسمت با توجه به فاصله بین شبکه محلی و سیستم مادر می‌تواند بصورت فرستنده‌های بی‌سیم یا در صورت لزوم از طریق کابل شبکه یا ارتباطات سیمی نظیر RS485, RJ45 صورت پذیرد.

- کنترل‌کننده اطلاعات خروجی شبکه‌های محلی

این قسمت وظیفه اصلی پردازش داده‌ها و تعیین موقعیت و شرایط لحظه‌ای وسایل اتاق عمل در بالاترین سطح را بر عهده دارد. این سیستم با بررسی داده‌های شبکه‌های محلی با انجام محاسبات لازم، موقعیت و شرایط لحظه‌ای وسایل اتاق عمل را در اختیار پرسنل درون بیمارستان می‌گذارد و در صورت لزوم می‌تواند پیام‌های مدیریتی صادر شده را به شبکه محلی مربوطه انتقال دهد. ولی مزایای زیر برای سیستم موقعیت یاب وسایل اتاق عمل بوجود خواهد آمد

سیستم یکپارچه اطلاعات که اطلاعات شبکه‌ها را بصورت لحظه‌ای بر روی شبکه‌ای اینترنتی یا داخلی قرار می‌دهد و امکان ردیابی هر یک از وسایل اتاق عمل را به صورت آنلاین در آن بصورت گرافیکی یا بر مبنای پایگاه داده، امکان‌پذیر می‌گردد. چنانچه برای ردیابی وسایل اتاق عمل در سیستم از حالت گرافیکی استفاده شود می‌توان مکان را در نقشه‌ای کامل از بیمارستان مشاهده کرد و در صورتیکه از حالت پایگاه داده نیز استفاده شود می‌توان مکان دقیق هر وسیله را با جستجو ID یا نام آن پیدا کرد.

سطوح دسترسی مختلفی برای افراد مختلفی که از این سامانه استفاده می‌کنند تعریف شده است، بر این اساس امکان دستیابی به اطلاعات در سطوح مختلف قابل تنظیم است. مثلاً در سطح مدیریتی می‌توان همه اشیاء را بصورت لحظه‌ای ردیابی کرد ولی مثلاً در سطحی پایین‌تر نظیر سرپرستار یک بخش می‌توان فقط این امکانات را محدود به همان بخش کرد. ضمن اینکه در صورت استفاده از سیستم مبتنی بر اینترنت می‌توان ردیابی و ارسال پیام را از جایی که به اینترنت دسترسی داشت، انجام داد. نقشه فنی سیستم پیشنهادی در شکل‌های ۱ و ۲ نمایش داده شده است.

- برد الکترونیکی تصمیم‌گیرنده مرکزی، شامل: پردازنده Allwinner H3 با فرکانس پردازشی ۱ GHz (می‌توان از پردازنده‌های با توان محاسباتی مشابه و یا حتی کمتر با توجه موقعیت منطقه و محدودیت‌های سیستم، استفاده شود) [۳].

- استفاده از ماژول RTC بعنوان ساعت سیستم.
- ماژول RFID reader/writer با برد بالای ۱۰ متر (به عنوان مثال (HSY-L008) [۴].

- تگ‌های RFID متصل به وسایل اتاق عمل.
- ماژول‌های ارتباط با کاربر شامل:

برای انتقال اطلاعات به شبکه اینترنتی از درگاه استاندارد RJ-45 استفاده شده است (ولی با توجه به شرایط اجرا می‌توان از ماژول‌های ارسال اطلاعات G^۳، G^۴ و یا انتقال اطلاعات توسط PLC ها و از طریق شبکه انتقال برق استفاده نمود).

- تغذیه دستگاه شامل:
ترانس، رگولاتور و ماژول‌های تنظیم‌کننده ولتاژ مورد نیاز.

۳-۱- تکنیک ساخت

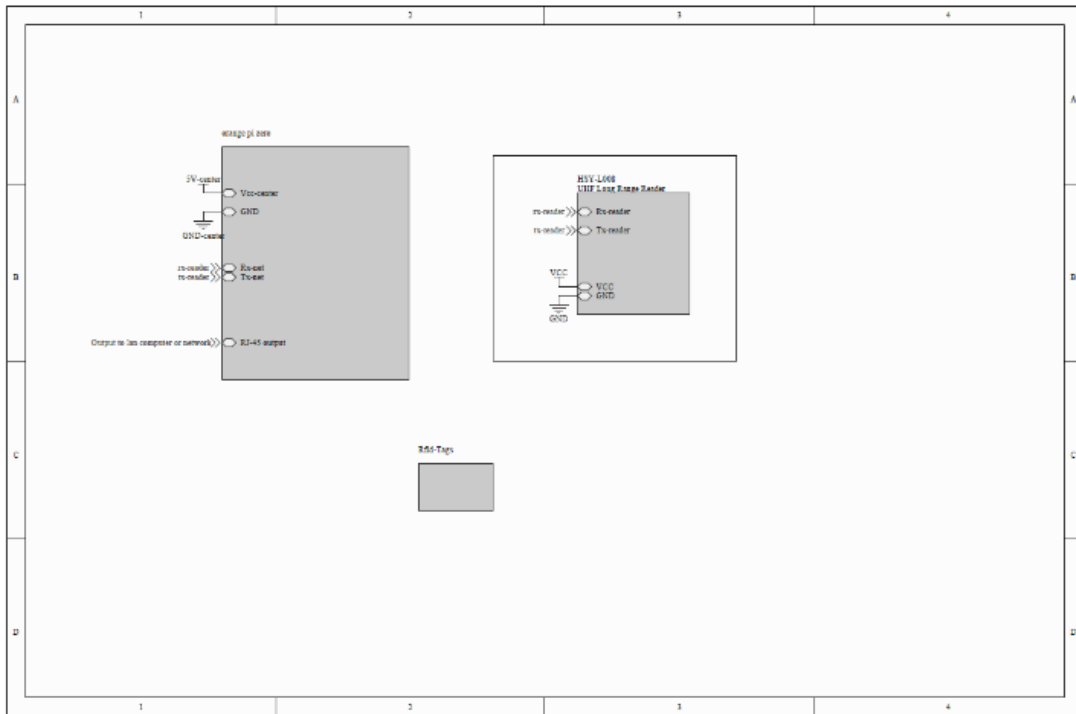
این سامانه با ایجاد شبکه‌ای مدیریتی اینترنتی، اقدام به کنترل وسایل اتاق عمل می‌کند. در واقع این سیستم از دو قسمت عمده تشکیل شده است:

شبکه مدیریتی مادر که خود از دو قسمت عمده تشکیل می‌شود:

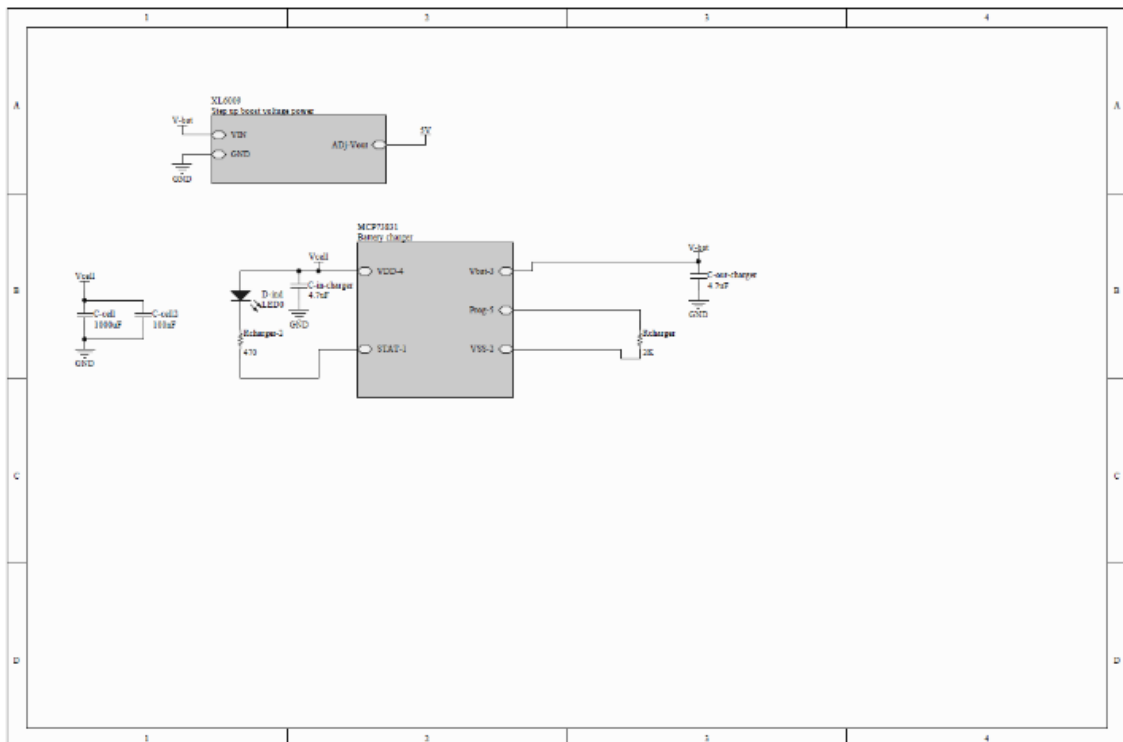
- کنترل‌کننده اطلاعات خروجی شبکه‌های محلی .
 - سیستم یکپارچه اطلاعات وسایل اتاق‌های عمل .
- شبکه‌های محلی که بصورت بی‌سیم (بر اساس استانداردهای ISO/IEEE11073 برای مناطق بیمارستانی) با استفاده از RFID reader ها پیاده‌سازی می‌شوند. این قسمت از سامانه بر مبنای اتاق‌بندی و ساختمان‌های بیمارستان شکل می‌گیرد و می‌تواند شامل هزاران تگ RFID و reader های RFID باشد که وظیفه آن ردیابی وسایل اتاق عمل در منطقه پوشش خود باشد. عملکرد این قسمت به این صورت است که reader هایی که در کل ساختمان جایگذاری شده‌اند با ارسال مداوم سیگنال به تگ‌های RFID وسایل اتاق عمل و دریافت اطلاعات از آن به تخمین مسافت خود با آنها می‌پردازند و این اطلاعات را به قسمت کنترل‌کننده همان شبکه داخلی می‌فرستند تا مکان‌یابی با استفاده از اطلاعات بقیه فرستنده‌ها تکمیل گردد.

این قسمت از سامانه خود از زیرسیستم‌های زیر تشکیل شده است:

- فرستنده‌های ثابت در بیمارستان
پردازنده محلی برای مکان‌یابی وسایل اتاق عمل این پردازنده با



شکل ۱: ماژول‌های ارتباط درون شبکه‌ای، ماژول‌های ارتباط با کاربر و تغذیه دستگاه



شکل ۲: پردازنده، نمایشگر و ساعت سیستم

۴- نتیجه‌گیری

در این مقاله یک سیستم جدید برای موقعیت‌یابی وسایل اتاق عمل به همراه نحوه ساخت و نقشه‌های فنی طرح ارائه شد. طرح پیشنهادی، به بررسی وضعیت مکانی وسایل اتاق عمل می‌پردازد و موقعیت آنها را به صورت آنلاین نمایش می‌دهد. برای مکان‌یابی وسایل از تگ‌های RFID استفاده شده است. تشخیصی که برای وجود وسیله در مکانی خاص صورت می‌پذیرد با استفاده از تگ‌های RFID می‌باشد پردازنده محلی اطلاعات را از طریق ماژول Zigbee و یا با ارتباط LAN به پردازنده مادر می‌فرستد. استفاده از اطلاعات گره‌های مجاور در دقت سیستم تاثیرگذار است و برای کاهش میزان خطا از اطلاعات گره‌های دیگر نیز استفاده شده است. در این سیستم، اطلاعات شبکه بصورت کامل بر روی اینترنت قرار می‌گیرد و می‌توان علاوه بر نظارت بر وضعیت حال حاضر سیستم، به برخی اعمال کنترلی از طریق سایت اینترنتی پروژه پرداخت. یکی از اعمال کنترلی نظارتی سیستم، اعلام هشدار خارج شدن وسایل بصورت لحظه‌ای است. افزوده شدن این سیستم به سیستم کنترلی بیمارستانها حال حاضر، باعث صرفه جویی در وقت و افزایش کارایی خواهد شد.

مراجع

- [1] Kellogg KC. Operating room: Relational spaces and microinstitutional change in surgery. *American Journal of Sociology*. 2009 Nov;115(3):657-711.
- [2] Standard IS. 7730. Moderate thermal environments–Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. 1994
- [3] . Kuznetsov A. Microcomputing for Art. In *Автоматизация и приборостроение: проблемы, решения 2017* (pp. 157-158).
- [4] Maruyama K, Tsubota K, inventors; Denso Wave Inc, assignee. Rfid reader-writer. United States patent application US 15/318,502. 2017 Jun 29.