ارائه یک مدل از شبکه سنسوری بیسیم مبتنی بر استاندارد zigbee جهت ارسال و دریافت اطلاعات مانیتورینگ بیمار در حوزه telemedicine

مهندس شاهین احمدزاده اراجی مهندس مصطفی بهمن آبادی دکتر حمید کشوری دکتر بهزاد نجفی دکتر مهرداد ایمان زاده

چکیده:

شبکه های بیسیم سنسوری امروزه برای کاربردهای مانیتورینگ در محیطهای وسیع جزء تکنولوژی های کم هزینه محسوب میگردند. این حسگرهای کوچک که توانایی انجام اعمالی چون دریافت اطلاعات مختلف محیطی (بر اساس نوع حسگر) پردازش و ارسال آن اطلاعات را دارند، موجب پیدایش ایده‌ای برای ایجاد و گسترش شبکه‌های موسوم به شبکه‌های بی‌سیم حسگر WSN شده‌اند. یک شبکه حسگر متشکل از تعداد زیادی گره‌های حسگری است که در یک محیط به طور گسترده پخش شده و به جمع‌آوری اطلاعات از محیط می‌پردازند. شبکه های WSN می توانند برای نظارت و مراقبت از بیماران و افراد مسن برای مقاصد مراقبت از سلامتی استفاده شوند. که این امر می تواند کمبود شدید کارکنان مراقبت از سلامتی را بطور قابل توجهی بهبود بخشد و هزینه های مراقبت از سلامتی در سامانه مراقبت از سلامتی فعلی را کاهش دهد. نظارت پزشکی .(Medical Monitoring) حسگر های پوشیدنی می توانند در شبکه بیسیم سطح بدن (wireless body area network) یا WBAN مجتمع سازی شوند تا بر علائم حیاتی ، پارامترهای محیطی و موقعیت جغرافیای نظارت کنند ، و نظارت بلند مدت و سیار از بیماران و افراد مسن را فراهم کند و بی درنگ در موارد اظطراری به مراکز مانیتورینگ اعلام خطر کند ، درباره وضعیت سلامتی فعلی کاربران به آنها خبر دهد و پرونده های پزشکی کاربران را به صورت بلادرنگ بروز کنند.در این مقاله ابتدا کلیاتی از شبکه های سنسوری بیسیم را ذکر میکنیم . و در ادامه به معرفی استاندارد IEEE ۸۰۲,۱۵,٤ در این حوزه میپردازیم و در آخر ومدل پیشنهادی خود رابر ای تبادل اطلاعات مانیتوریگ بیمار در قالب یک شبکه WBASN (WIRELESS BODY AREA SENSOR) بیان خواهیم داشت.

کلمات کلیدی:WIRELESS SENSOR NETWORK ;ZigBee; TELEMEDICINE وMOBILE COMMUNICATION NETWORK

مقدمه:

اگر بخواهیم یک مفهوم سنتی از سرویس های تله مدیسین ارائه کنیم. انتقال اطلاعات پزشکی بین بیمارو بیمارستان با استفاده از شبکه های عمومی حتی مانند تلفن و شبکه های پیشرفته تر دیجیتال میباشد.

سیستم های تله مدیسین متحرک عموما از ۳ شبکه اصلی تشکیل شده است:

۱-شبکه های حسگری سطح بدن که برای مانیتورینگ ، اخذ و ارسال دیتا های پزشکی بیمار از جمله: ECG، ضربان قلب، فشار خون، درجه حرارت و میزان اکسیژن حل شده در خون میباشد.[۱]

۲-شبکه های بیمارستان که در آن قسمت دیتا های پزشکی ثبت خواهد شد و برای پزشکان مجاز قابل خواندن میباشد و از طریق این دیتا ها پزشکان تشخیص خود را اتخاذ میکنند.

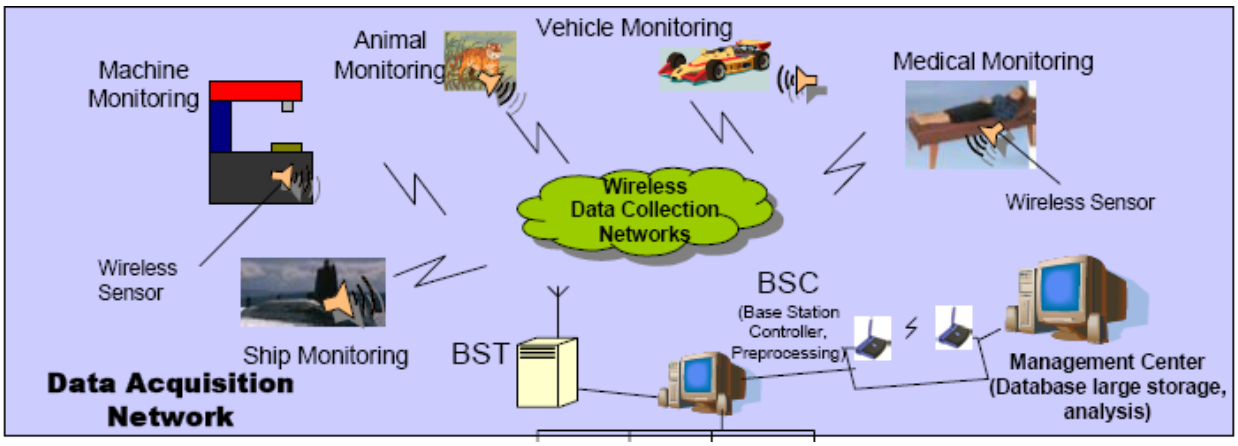
۳-شبکه های سلولی متحرک که وظیفه ارسال دیتا را از شبکه های سطح بدن به شبکه های بیمارستان بر عهده دارد و از زیر ساخت های مخابراتی از قبیل GSM، UMTS، GPRS و شبکه های ۳G استفاده میکنند.[۲]

توسعه شبکه های سنسوری سطح بدن با پیشرفت تکنولوژی های بیسیم از جمله وایمکس و بلوتوث همراه بوده است و با ایجاد سنسورهای پوشیدنی و جاسازی شده میتوان دیتا های پزشکی را راحتر و بدون آنکه در زندگی شخصی بیمار خللی به وجود آورد جمع آوری و تحلیل نمود . در این مقاله ابتدا به صورت مختصر توضیحاتی در مورد شبکه سنسوری بیسم ارائه خواهیم داد و در ادامه به معرفی استاندارد IEEE ۸۰۲,۱۵,٤ در این حوزه میپردازیم و در اخر مدل پیشنهادی خود را ارائه خواهیم داد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

I.شبکه سنسوری بیسیم(Wireless Sensor Network/ WSN):

یک شبکه حسگر متشکل از تعداد زیادی گره‌های حسگری است که در یک محیط به طور گسترده پخش شده و به جمع‌آوری اطلاعات از محیط می‌پردازند. لزوماً مکان قرار گرفتن گره‌های حسگری، از قبل‌تعیین‌شده و مشخص نیست. چنین خصوصیتی این امکان را فراهم می‌آورد که بتوانیم آنها را در مکان‌های خطرناک و یا غیرقابل دسترس رها کنیم از طرف دیگر این بدان معنی است که پروتکل‌ها و الگوریتم‌های شبکه‌های حسگری باید دارای توانایی‌های خودساماندهی باشند .دیگر خصوصیت‌های منحصر به فرد شبکه‌های حسگری، توانایی همکاری و هماهنگی بین گره‌های حسگری است. هر گره حسگر روی برد خود دارای یک پردازشگر است و به جای فرستادن تمامی اطلاعات خام به مرکز یا به گره‌ای که مسئول پردازش و نتیجه‌گیری اطلاعات است، ابتدا خود یک سری پردازش‌های اولیه و ساده را روی اطلاعاتی که به دست آورده است، انجام می‌دهد و سپس داده‌های نیمه پردازش شده را ارسال می‌کند. با اینکه هر حسگر به تنهایی توانایی ناچیزی دارد، ترکیب صدها حسگر کوچک امکانات جدیدی را عرضه می‌کند. در واقع قدرت شبکه‌های بی‌سیم حسگر در توانایی به‌کارگیری تعداد زیادی گره کوچک است که خود قادرند سرهم و سازماندهی شوند و در موارد متعددی چون مسیریابی همزمان، نظارت بر شرایط محیطی، نظارت بر سلامت ساختارها یا تجهیزات یک سیستم به کار گرفته شوند [۳]



شکل ۱) نمونه هایی از کاربردهای شبکه های سنسوری بیسیم را نشان میدهد

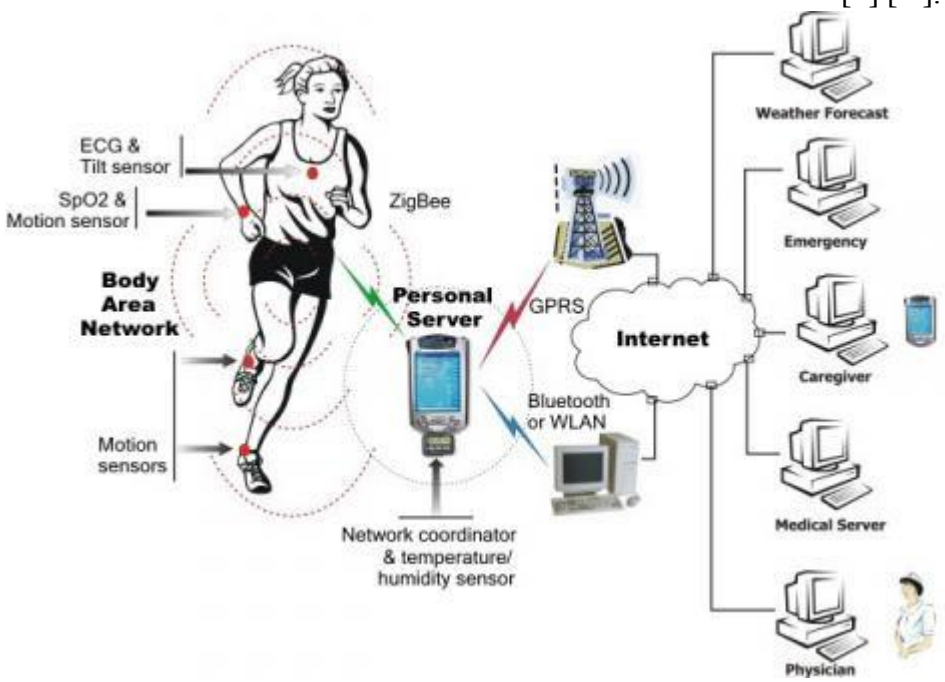
در این سیستم‌ها بر خلاف سیستم‌های سیمی قدیمی، از یک سو هزینه‌های پیکربندی و آرایش شبکه کاسته می‌شود از سوی دیگر به جای نصب هزاران متر سیم فقط باید دستگاه‌های کوچکی را که تقریباً به اندازه یک سکه هستند.

تعریفWBAN و ارتباط آن با تله مدیسین:
این شبکه ها به نامهای Body Area Network یا Wireless Body Area Network نیز معروف هستند.
سیستمهایی هستند جهت تشخیص و ارسال سیگنالهای حیاتی بدن مثل سیگنال قلب(ECG) ، سیگنال مغز (EEG) یا میزان اکسیژن خون، قند خون .این سیستمها می توانند بین چندین سنسور کوچک بدن و یک مرکز درمانی (Base Station) ارتباط برقرار کنند .
تکنولوژی WBAN حدوداً از سال ۱۹۹۵ با نظریه (Wireless personal Area Network) WPAN برای بدن انسان آغاز شد .بعداً حدود سال ۲۰۰۱ تا کنون سیستهای WPAN با نام Body Sensor Network خوانده شدند.
رشد سریع سنسورهای فیزیولوژیکی ، مدارهای مجتمع کم مصرف و ارتباطات بی سیم ، تکنولوژی های جدید این شبکه ها محسوب می شود. حیطه ی شبکه ها مربوط به چند شاخه علمی می شود که می توانند یک مشاهده ارزان و مداوم را از سلامتی فرد در یک زمان واقعی (Real Time) فراهم آورد.
سنسورهای نصب شده روی بدن تغییرات فیزیولوژیکی مختلف را جمع آوری می کند و سپس حالات سلامتی بیمار را مشاهده می کند. اطلاعات بوسیله ارتباط بی سیم به یک واحد پردازش خارجی ارسال می شود. این قطعه می تواند همه اطلاعات را در یک زمان واقعی به پزشک ارسال نماید .

اگر وضعیت اورژانسی تشخیص داده شود پزشک بلافاصله بیمار را از طریق سیستم کامپیوتری بوسیله ارسال پیام یا

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

هشدار مطلع می کند. معمولا سطح اطلاعات فراهم شده و توانایی تامین توان مصرفی سنسورها محدود است. تا زمانیکه این تکنولوژی در مرحله ابتدایی خود است، تحقیقات گسترده ای انجام می شود تا ابداعهای جدیدی در مراقبت های پزشکی صورت گیرد.[٤] [٦]



شکل۲) نمایش **Wireless Body Area Network**

II.استاندارد IEEE ٨٠٢,١٥,٤:

نیاز بازار به یک شبکه بیسیم ارزان قیمت با در برگرفتن تعداد زیادی نود شبکه و پرتکل ساده برای ارسال دیتا با نرخ پایین در کاربرد های شبکه های سنسوری در حال گسترش است. رادیو های کم توان بلوتوث بر اساس استاندارد IEEE ٨٠٢,١٥,١ موجود هستند، اما با توجه به عرض باند و قیمت بالای آنها، این استاندارد برای کاربردهای کم توان با نرخ ارسال کم مناسب نیست. در نتیجه در سال ٢٠٠٠، IEEE تصمیم به تهیه استاندارد جدیدی برای کاربردهای شبکه های بی سیم شخصی با نرخ بیت کم (LR-WPAN) گرفت. این استاندارد در سال ٢٠٠٣ بانام IEEE ٨٠٢,١٥,٤ و نام تجاری ZIGBEE عرضه شد. استاندارد IEEE ٨٠٢,١٥,٤ لایه های PHY و MAC برای ارسال دیتا با نرخ پایین در شبکه های بیسیم شخصی (LR-WPANs) که توسط zibee مورد استفاده قرار میگیرند را تعریف می کند.از جمله ویژگیهای این تکنولوژی مصرف توان کم ، قیمت ارزان، نرخ ارسال پایین و قابلیت اطمینان بالای آن است. کاربرد zigbee رنج وسیعی از شبکه های بیسبم شخصی را در بر میگیرد. از ان جمله میتوان به شبکه های سنسور برای مونیتورینگ و کنترل صنعتی، اتوماسیون های خانگی،کاربرد های وسیع نظامی، کاربردهای پزشکی، ارتباط بین کامپیوتر و اجزای جانبی ان اشاره کرد.

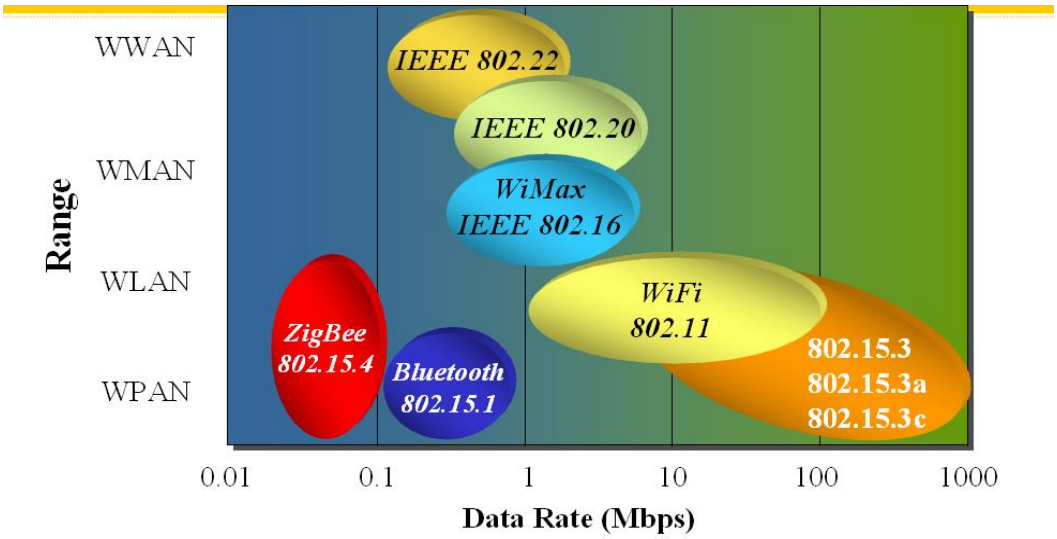
فناوري zigbee از استاندارد IEEE ٨٠٢,١٥,٤ بهره گرفته و در باندهاي فرکانسی رزرو نشده در فرکانس ها ي ٩٠٢-٩٢٨٠ MHz،GHz ٢,٤٠٠–٢,٤٨٤ و MHz ٨٦٨,٦ -٨٦٨,٠ مگاهرتز مورد استفاده قرار می گیرد.

فناوری ZIGBEE براي کاربردهایی مناسب است که از باتري استفاده میکنند و در آنها نیازمندیهاي اصلی، نرخ ارسال پایین، قیمت ارزان و عمر باتري زیاد است .در بسیاري از این کاربرد ها کل زمانی که وسیله بیسیم درگیر نوعی از فعالیت است محدود بوده و وسیله اکثر اوقات در مد ذخیره توان که مد خواب هم نامیده میشود به سر میبرد .به این ترتیب وسایل ZIGBEE می توانند این قابلیت را داشته باشند که مدتهاي طولانی بدون نیاز به تعویض باتري به کارخود ادامه دهند .اگر به نوع داده هایی که در یک شبکه از سنسورها و عملگرها رد و بدل می شود نگاهی بیندازیم متوجه میشویم که اکثر آنها بسته هاي کوچک داده هستند[٦]

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

مقایسه ZIGBEE با Bluetooth و Wi-Fi

در فضاي ارتباطات بيسيم استانداردهاي مختلفی وجود دارند که هر يک از آنها مزايايی را براي کاربردهاي خاصی فراهم می کنند . مقايسه ZIGBEE با استانداردها يی مثل BLUETOOTH و WIFI ما را در فهم ويژگی هايی که ZIGBEE رااز استانداردهاي ديگر متمايز ميسازد ياري ميکند .شکل زير و جدول پايين خصوصيات اصلی اين استانداردها را به طور خلاصه نشان ميدهند



شکل ۳) نمايش فضای استاندارد ۸۰۲ وايرلس

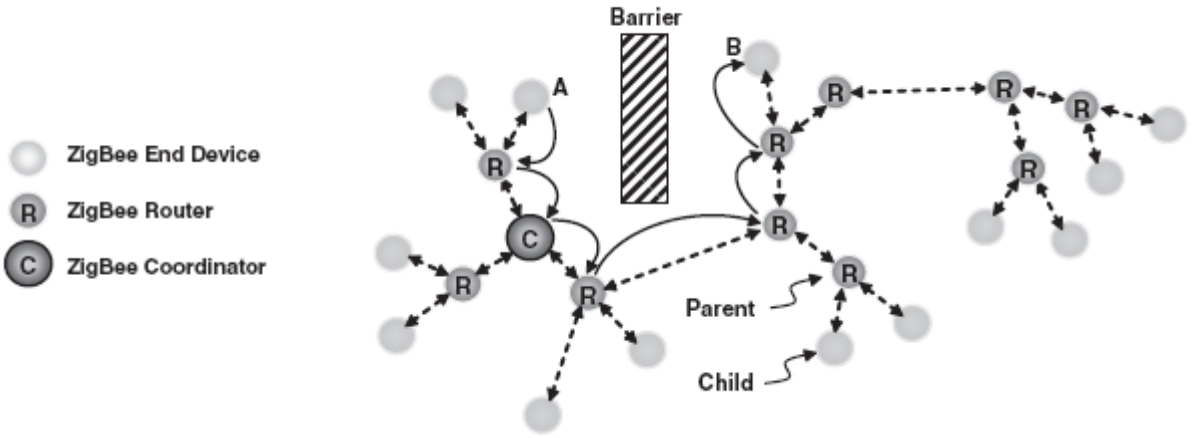
که در جدول زير به صورت دقيق تر اين مقايسه صورت گرفته

Name	Bandwidth Megabits/sec	Battery life	Transmission range (Meters)
Wi-Fi	11.00	1-3 hours	1-100
Bluetooth	1.00	4-8 hours	1-10
Zigbee	0.25	1-2 years	1-100

جدول ۱. مقايسه ۳ تکنولوژی WIFI، بلوتوث و ZIGBEE

لايه شبکه ZIGBEE از توپولوژی های ستاره ، درخت و مش را پشتيبانی ميکند. در توپولوژی STAR شبکه به وسيله سيگنال يک دستگاه که به آن ZIGBEE CORDINATOR گفته ميشود کنترل خواهد شد(نود MASTER ميباشد). در اين نوع شبکه ها CORDINATOR نقش کليدی و مهمی در ابتدای شبکه و برقراری ارتباط مابين اجزای داخلی خود بر عهده دارد. لازم به ذکر است نود های ديگر و انتهايی شبکه را (slave nodes) مينامند که با CORDINATOR خود در ارتاط مستقيم ميباشد برای درک بهتر اين مطلب در شکل زير نمايش داده شده است.[۷]

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]



شکل ٤) نمایی از توپولوژی شبکه زیگ بی

سخت افزار پیشنهادی:

ICهای متعددی برای اجرای این سیستم موجود است که ما CC٢٤٣٠ را از شرکت Texas Instruments Incorporated پیشنهاد میکنیم دلیل آن نیز در زیر آوردیم:

١)عملکرد بالا و مصرف پایین و دارای میکروکنترولر ٨٠٥١ در هسته

٢)سازگار با ارسال دریافت تحت استاندارد IEEE ٨٠٢,١٥,٤ و فرکانس ٢,٤ گیگا هرتز

٣) مصرف کم انرژی مصرفی در مد ارسال ٢٥mA و در مد دریافت ٢٧mA

٤)مصرف انرژی بسیار پایین (٠,٩μA) در مد خواب

٥) مصرف انرژی (٠,٦μA) در مد stand by

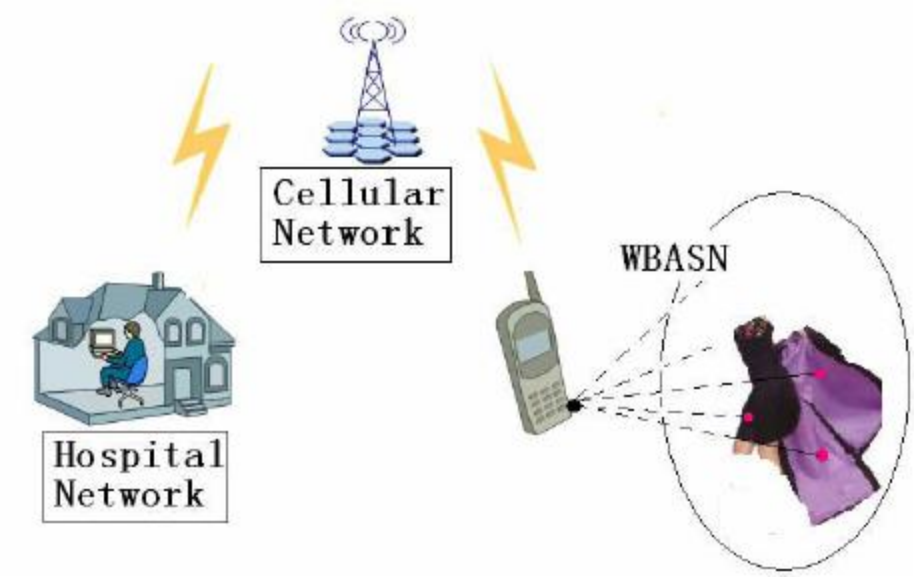
٦) رنج وسیع برای ولتاژ (٢,٠V – ٣,٦V)

٧) مبدل آنالوگ به دیجیتال ٨-١٤ بیتی با قابلیت ورودی ٨ رقم

III . دیتاهای بالینی:

در حوزه دیتاها های بالینی ما با طیف زیادی از آنها از نظر حجم و نوع روبرو هستیم. در سیستم پیشنهادی سیگنال های معاینات چک آپ به صورت معمول که در جدول I آمده را مد نظر قار خواهیم داد. در شکل زیر مهماری کلی سیستم را بین شده است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]



شکل ۵) معماری کلی سیستم

سیگنال های ECG به طور معمول به وسیله برنامه های کاردیولوژی مانیتور شده و ما برای ثبت آن دستگاهی راپیشنهاد میکنیم که دارای ۳ لید متصل به قلب باشه تا پزشکان وقتی دیتاها را بررسی میکنن دبتوانند اطلاعات نرخ ، ریتم و جریان خونی قلب را از آن استخراج کنند . سیگنال های مورد نظر ما در این طرح برای مانیتورینگ در جدول I آمده است.[۸][۵]

Signal Type	Frequency Range	Signal Range
Electrocardiogram (ECG)	0.05-100Hz	10uV-5mV
Electroencephalogrm (EEG)	0.5-60Hz	15-100mV
Heart Rate	45-200beats/min	N/A
Breathing Rate	12-40 breaths/min	N/A
Blood Pressure	dc-60Hz	40-300mm Hg (arteria) 0-15 mm Hg (venous)

جدول ii:رنج فرکانسی برای دیتاهای بالینی

نودهای حسگر بیسیم:

هر نود حسگر بیسیم برای جمع اوری اطلاعات شامل حسگر ECG با LEAD ۳ ، حسگر فشار خون، سنسور پالس و درجه حرارت بدن میباشد با توجه به پیشرفت تکنولوژی بعضی از این سیگنال هارا میتوان در یک حسگر نیز اندازه گیری کرد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

نود کنترل کننده های مرکزی:

گره کنترل کننده مرکزی که توسط zigbee coordinator اجرا میشود. وظیفه مدیریت گره های حسگر در یگ wbasn به جهت انتقال اطلاعات (اطلاعات پزشکی یا مربوط به کنترل و غیره) از wsban به یک شبکه موبایل تلفن همراه (gsmویا شبکه های ۳g) و برعکس برعهده دارد.[۹]

مراحل انجام کار مدل پیشنهادی :

اگرچه هدف اصلی شبکه های شبکه های حسگر بیسیم کنترل و مانیتورینگ بیماران میباشد ولی نباید از از ارتباط و ارسال اطلاعات بین نود های حسگر و نود کنترل کننده مرکزی غافل شد و ارتباط بدون وقفه برای آن در نظر گرفت.

از طرف دیگر برای ارسال دیتاهای ECG با LEAD ۳ نیاز به پهنای باند و انرژی بالای داریم. بنابراین برای کاهش مصرف بیش از اندازه باید راه حلی بیندیشیم. ماژول CC۲٤۳۰ راه حلی برای کاهش مصرف ارائه کرده و آن کار در مد " کار در هنگام درخواست" می باشد در اکثر زمان ها ماژول میتواند در مد خواب باشد و برای اکتیو شدن باید یکی از حالات زیر رخ دهد

۱)وقتی بیمار احساس خوبی ندارد درخواست چک شدن را ارسال مینماید. درخواست ارسالی باعث ایجاد مد wake up به ماژول زیگ بی خواهد داد که این پیغام از طریق نود کنترل مرکزی به در داخل wbasn به نود های حسگر ارسال خواهد شد

۲)وقتی پزشک به یک سری اطلاعات بالینی نیاز داشته باشد.او یک دستور wake-up از طریق شبکه سلولی به WBASM ارسال میکند.

۳)اگر سیگنال دریافتی هریک از سنسور ها طبیعی نباشد , قسمت سیگنال پروسسینگ هر ماژول توانایی این را دارد که یک دستور wake-up تولید کند. به عنوال مثال اگر دمای بدن بیمار بیش از اندازه باشد در همان لحظه نود سیگنال هشداری را برای بیمار تولید مینماید.

٤) به صورت برنامه ریزی و در فواصل معین زمانی شده دیتا های بالینی جهت مانیتورینگ و چک آپ برای پزشک ارسال کند که این زمان ها نسبت به هر بیمار متغییر می باشد.مثلا برای بیماران مراقبت ویژه این زمان کوتاهتر می باشد.که حالت wakeup با توجه به تنظیم زمان مد خواب در ماژول زیگ بی قابل دستیابی است.

در مد خواب اکثر مدارات داخلی داخلی خاموش هستند. تنها اجزای فعال قسمت محرک خارجی ، اسیلاتور ۳۲,۷٦۸ kHz و قمستهای مربوط به تامیر میباشند. قسمت ثبت سیگنال ECGخاموش بوده و بقیه قسمت ها ثبت کننده مشغول به فعالیت هستند. با این حال تمامی نود های حسگر های بیسم به محض دریافت دستور wakeup از نود کنترل کننده مرکزی مشغول مانیتورینگ میشوند.

در حلت فعال تمامی قسمتهای ماژول کار میکند و تمامی سیگنال های بالینی که در بالا ذکر شد دریافت وارسال میشود.و مرحله ارتباط ارسال و دریافت تا نرسیدن تقاضا END ادامه خواهد داشت . لازم به ذکر است که در مدل پیشنهادی دستور پایان در یکی از حالات زیر رخ میدهد.

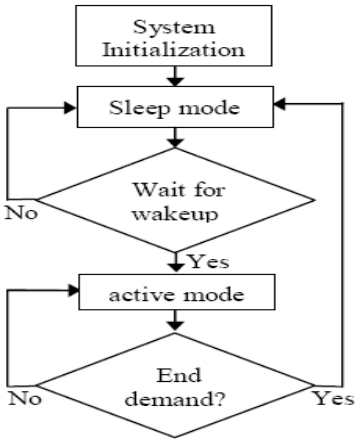
۱) دکتر داده های بالینی کافی برای تشخیص را بدست آورده باشد که در این هنگام پزشک دستور پایان را از طریق شبکه سلولی به WBASN ارسال کرده و جایگزین مد wakeup میشود.

۲)بیمار این دستور را ارسال کند

۳)سیستم به صورت خودکار دستور پایان را بعد از مدت از پیش تعریف شده ای ارسال کند (اگر محرک داخلی وجود نداشته باشد)

در فلوچارت زیر مراحل کار یک WBASN آورده شده است

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]



شکل ٦) فلوچارت مدل عملکردی

نتیجه گیری:

در این مقاله مدلی کم مصرف از یک شبکه سنسوری بیسیم با استفاده از ماژول زیگبی ارائه شده است.این طرح قابل پیاده سازی بر روی دستگاه های موبایل را داشته که هم بتوان سیگنال ها را مانیتور کرد و هم از طریق آن دستور لازم توسط پزشک اتخاذ گردد و به WBASN ارسال کند.

مدیریت شبکه مهمترین رکن در تمامی شبکه های کامپیوتری می باشد. که این امر درشبکه های سنتی سیمی با یک معماری متمرکز توسط سرور اصلی کنترل میشود.

مدیریت انرژی ،کد برنامه ای نوشته شده و درنهایت مدیریت توپولوژی از وظایف اصلی مدیریت شبکه های سنسوری وایرلس میباشد.

در این قسمت معلوم میشود که چه موقع کدوم گره ها درمد خواب و کدامیک آنها فعال باشند . با توجه به اهمیت بالای ارسال اطلاعات در حوزه تله مدیسین هر گونه خلل ویا اشتباهی در این قمت ما را مجبور به پرداخت هزینه های سنگین مالی و جانی خواهد کرد.

ماژول CC ٢٤٣٠ معرفی شده دارای قابلیت انطباق با اهداف مدیریت شبکه که در بالا ذکرشده میباشد امیدواریم که درتحقیق های آینده به دنبال رویکردهایی جدید وراه اندازی زیر ساخت های ۴ در قسمت موبایل در ایرانباشیم و بتوان به ارسال داده بیشتر و راحتر پرداخته شود.

مراجع:

[١]. Mohd Fadlee A. Rasid and Bryan Woodward, “Bluetooth Telemedicine Processor for Multichannel Biomedical Signal Transmission via MobileCellular Networks” IEEE Transactions on Inforamtion Technology in Biomedicine,Vol.٩, No.١, pp. ٣٥–٤٣, March ٢٠٠٥
[٢]. José Ramón Gállego and Ángela Hernández-Solana, “Performance Analysis of Multiplexed Medical Data Transmission for Mobile Emergency Care Over the UMTS Channel,” IEEE Transactions on Inforamtion Technology in Biomedicine,Vol.٩, No.١, pp. ١٣–٢٢, March ٢٠٠٥.
[٣]. Wireless Sensor Networks, F. L. LEWIS ,Associate Director for Research ,Head, Advanced Controls, Sensors, and MEMS Group ,Automation and Robotics Research Institute ,The University of Texas at Arlington
[٤]. Wireless body area network for telemedicine,cristina tarin,lara traver,narcis cardona, institute telecommunication and application multimedia od university of Valencia
[٥]. A Reliable Transmission Protocol for ZigBee-Based Wireless Patient Monitoring, Shyr-Kuen Chen, Tsair Kao, Chia-Tai Chan, Chih-Ning Huang, Chih-Yen Chiang, Chin-Yu Lai, Tse-Hua Tung, and Pi-Chung Wang, IEEE

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

[٦]. Smart Hospital Using RFID and ZIGBEE Technology, N Jacob, K T V Reddy Lecturer, SIES Graduate School of Technology Principal, Terna Engineering College Nerul, Navimumbai, India, International
[٧].Wireless sensor networks: A survey on the state of the art and the ٨٠٢,١٥,٤ and ZigBee standards, Paolo Baronti b,c, Prashant Pillai a, Vince W.C. Chook a, Stefano Chessa ,Alberto Gotta b, Y. Fun Hu a, accepted ١٤ December ٢٠٠٦, Computer Communications ٣٠ (٢٠٠٧) ١٦٥٥–١٦٩٥.
[٨]. A Wireless Sensor Network Based on ZigBee for Telemedicine Monitoring System, Xiao Hu, Jiaqing Wang, Qun Yu, Waixi Liu, Jian Qin, Information, Machinery and Electronics College Guangzhou University
[٩]. Real Time Monitoring of Electrocardiogram through IEEE٨٠٢,١٥,٤ Network, Wei Lin Department of Biomedical Engineering Stony Brook University
TRANSACTIONS ON INFORMATION TECHNOLOGY IN BIOMEDICINE, VOL. ١٦, NO. ١, JANUARY ٢٠١٢
Conference and Workshop on Emerging Trends in Technology (ICWET ٢٠١١) – TCET, Mumbai, India

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]