طراحی و مدلسازی رایانه‌ای اصول و نحوه انتقال اطلاعات در شبکه های پزشکی از راه دور

سیدیحیی مرادی*[۱]،مریم اکبری مقدم[۲]، محمدحسین محمدی[۳]

۱-کارشناسی مهندسی پزشکی(بیوالکتریک)، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان

۲-کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر (نرم‌افزار)، دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران، تهران

۳-کارشناسی مهندسی کامپیوتر (فناوری اطلاعات)، دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد نجف آباد ، اصفهان

چکیده - امروزه یکی از شیوه های نوین در طراحی و بررسی شیوه های تشخیص، درمان، جراحی بیماران و کنترل و پایش بعد از اعمال دارو و یا جراحی این افراد؛ استفاده از روش های مخابراتی و کنترل از راه دور می باشد که به صورت دقیق و آنلاین پایش های لازم را انجام می‌دهد. در شبکه‌های مخابراتی بی‌سیم پزشکی با توجه به ماهیت زمان و سرعت عمل در تشخیص، درمان و بهبود صدمات و بیماریها در پزشکی بالینی همواره نحوه طراحی و میزان زمان تاخیر شبکه ها و انتقال داده و اطلاعات مورد توجه بوده است.

با توجه به موارد ذکر شده مجموعه متعدد و پیچیده ای از عوامل در طراحی صحیح شبکه‌های پزشکی از راه دور پزشکی و تبادل بدون وقفه اطلاعات از طریق این شبکه ها نقش دارند. در نظر گرفتن کلیه این عوامل در زمان طراحی سخت افزار و نرم افزاری شبکه و پیش بینی وضعیت و رفتار شبکه در حالت اختلال ، امری بسیار مهم و در عین حال بسیار مشکل و در بعضی موارد غیر ممکن می باشد.

در پژوهش حاضر یک مدل رایانه ای در محیط سیمولینک برای طراحی بهینه شبکه های پزشکی از راه دور پزشکی برای بررسی جریان انتقال اطلاعات در شرایط بحرانی شبکه طراحی گردید و در دو وضعیت فرضی انتقال اطلاعات در زمان واقعی و انتقال اطلاعات به صورت غیر همزمان شبیه سازی گردیدند.

کلید واژه- پزشکی از راه دور، تله مدیسن، پایش آنلاین، شبکه بی سیم، شبکه بلادرنگ.

اطلاعات نویسنده مسئول: تلفن ۰۹۱۸۵۶۳۹۰۷۷ – s.yahyamoradi@yahoo.com

۱. s.yahyamoradi@yahoo.com - ORCID Code: 0000-0002-7187-8852

۲. m.akbarimoqadam@ut.ac.ir - ORCID Code: 0000-0001-9485-3394

۳. m.h.mohammadimir2017@gmail.com - ORCID Code: 0000-0003-2741-7757

مقدمه

امروزه یکی از شیوه های نوین در طراحی و بررسی شیوه های تشخیص، درمان، جراحی بیماران و کنترل و پایش بعد از اعمال دارو و یا جراحی این افراد؛ با استفاده از روش های مخابراتی و کنترل از راه دور می باشد که به صورت دقیق و آنلاین پایش های لازم را انجام می‌دهد. بطور کلی منظور از تله مدیسین استفاده از فناوری ارتباطات و اطلاعات در پزشکی است با این هدف که بتوان خدمات پزشکی را ازراه دور و بدون نیاز به ارتباط معمول و رودرروی بیمار و پزشک ار ائه کرد که این امر مستلزم انتقال متن، تصویر، صوت، ویدئو و یاسیگنال های تبدیل شده الکتریکی است. [۱, ۲]

پزشکی از راه دور (تله مدیسین) به استفاده از تکنولوژی اطلاعات از قبیل کامپیوتر و مجموعه سیستم مخابراتی برای ارائه مراقبت های پزشکی و بهداشتی از راه دور گفته می شود. منظور از تله مدیسین استفاده از فناوری ارتباطات و اطلاعات در پزشکی است با این هدف که بتوان خدمات پزشکی را از راه دور و بدون نیاز با ارتباط معمول و رودروی بیمار و پزشک ار ائه نمود . مهمترین کاربرد تله مدیسین در مشاوره های الکترونیکی ، آموزش، تهیه بانک های اطلاعاتی بیماران، هوش مصنوعی و پشتیبانی مدیریت سیستم های درمانی نیز کاربرد دارد . منظور از تله مدیسین یا پزشکی از راه دور انتقال اطلاعات از طریق سیگنال های الکتریکی و خودکار کردن خدمات بالینی و گرفتن مشاوره با کمک تجهیزات پزشکی الکترونیکی است .[۳, ۴]

سازمان ملل متحد از تله مدیسین برای پایش وضعیت سربازان حافظ صلح استفاده می کند هر چند سربازان پیش از اعزام، معاینه پزشکی می شوند، اما آنها باز هم در معرض بیماریهای بومی مناطق و یا حوادث هستند .زیر ساخت های ارتباط از راه دور، در مناطق هدف، توسعه یافته اند و در نتیجه، سربازان می توانند از طریق اینترنت و شبکه آزمایشگاهی و یا تله کنفرانس ارتباط داشته باشند. محدوده خدمات شامل پزشکی، تشخیص های پزشکی و دندانپزشکی، نتایج مانیتورینگ های علایم حیاتی مانند الکتروکاردیوگرافی و.. است[۵].

در سال ۱۹۵۹ ، Cecil Whittson نخستین برنامهٔ پزشکی از راه دور عملی را راه اندازی کرد. هدف این برنامه، مراقبت از بیماران روانی و آموزش پزشکی بود. برای هدایت برنامهٔ «گروه درمانی» بیماران روانی از ایدهٔ پزشکی از راه دور مطرح شده بود. همچنین این سیستم برای تعلیم دانشجویان پزشکی استفاده شده بود. با استفاده از ابزارهای ویدئویی اتاق های کلینیک و کلاس های درس به هم متصل شده بودند و ارتباط نزدیکی بین محیط آموزش و شرایط عملی درمان فراهم شده بود[۶-۸].

در سال ۱۹۶۸ بیمارستان عمومی ماساچوست ارتباط ویدئویی میکروویو را بین بیمارستان و فرودگاه Logan بوستون برقرار کرده بود تا مسافران در صورت لزوم امکان دسترسی سریع به پزشک را داشته باشند. حدود ۱۰۰۰ بیمار از این سیستم استفاده کردند[۷-۹].

در سال ۱۹۷۸ برای تامین پوشش پزشکی نواحی دورافتادهٔ کوئیزلند در استرالیا یک شبکهٔ ماهواره ای راه اندازی شد. پیش از ایجاد این شبکه، مشاوران پزشکی از طریق تلفن، رادیو یا خدمات پزشکی هلیکوپتری برای دسترسی به بیماران استفاده می کردند. هدف اصلی این پروژه ارتقاء میزان دسترسی به مراقبت های پزشکی در مناطق بومی بود[۵, ۸, ۱۰].

مسائل تکنولوژی مذکور را می توان به ارتباطات از راه دور با بی‌سیم تکنولوژی تصویر و صدا و شبکه تقسیم بندی نمود؛ تله مدیسین با هدف بالا بردن کیفیت درمان بهبود ارتباط میان مراکز پزشکی بهینه سازی دسترسی به متخصصان کاهش نیاز به حمل و نقل بیماران و کاهش هزینه های درمانی به کار گرفته می شود. فناوری ارتباطات این امکان را فراهم می کند تا خدمات پزشکی به مراکزی که از لحاظ جعرافیایی از مرکز ارائه دهنده مجزا هستند فراهم شود[۵].

ارتباط تله مدیسین معمولا از طریق خطوط تلفن معمولی برای انتقال سیگنال های دیجیتالی به کمک کامپیوتر تامین می شود. همچنین امکانات پیشرفته ارتباطی نظیر فیبرهای نوری، خطوط ماهواره ای و موارد مشابه دیگر امکانات گسترده ای را در انتقال اطلاعات فراهم می کنند[۸, ۱۱, ۱۲].

یکی از اساسی ترین کاربرد تله مدیسین به کارگیری فن آوری انتقال تصاویر ویدئویی بیمار است که کمک می کند پزشکان مختلف در فرایندهای درمانی از قبیل عمل های جراحی یا فرایندهای دراز مدت وضعیت درمان را مدیریت کنند. علاوه برتصاویر ویدئویی وضعیت ظاهری بیمار، اطلاعات تجهیزات گوناگونی نظیر استنتوسکوپ ، افتالموسکوپ ، اتوسکوپ و درماسکوپ نیز می تواند منتقل شوند و با توجه به این موارد همکاری در مدیریت بیمار به صورت Real Time و بلادرنگ بسیار ضروری و مهم است[۵, ۱۳].

در شبکه‌های مخابراتی بی‌سیم پزشکی با توجه به ماهیت زمان و سرعت عمل در تشخیص، درمان و بهبود صدمات و بیماریها در پزشکی بالینی همواره نحوه طراحی و میزان زمان تاخیر شبکه ها و انتقال داده و اطلاعات مورد توجه بوده است. تبادل کامل و مداوم و بدون وقفه اطلاعات و همچنین ارتباطات آنلاین و بلادرنگ از طریق شبکه های رایانه‌ای پزشکی از راه دور برای دریافت مشاوره از مراکز مرجع یا پزشکان متخصص مشاور نقش تعیین کننده در ارایه خدمات تشخیصی و درمانی به بیماران را دارد[۱۱, ۱۳].

از طرف دیگر شبکه های رایانه ای در معرض اختلالاتی همانند نویز و سایر پارامترهای موثر هستند که می تواند باعث از هم گسیختگی اطلاعاتی یا ایجاد خطا و یا وقفه در تبادل اطلاعات گردد. همچنین هزینه فراهم آوری ارتباط شبکه ها از طریق در مناطق محروم و دور افتاده، کشورهای در حال توسعه و یا مناطق جنگی نقش کلیدی را در طراحی و نصب شبکه ها ایفا می کنند[۵, ۱۲].

روش‌ها

با استفاده از شبکه، یک کامپیوتر قادر به ارسال و دریافت اطلاعات از کامپیوتر دیگر است. اینترنت نمونه‌ای از یک شبکه کامپیوتری است. در این شبکه میلیون ها کامپیوتر در اقصی نقاط جهان به یکدیگر متصل شده اند. اینترنت زنجیره‌ای از شبکه‌های کوچکتر است.از آنجایی که تله مدیسین در روابط پزشک بیمار به کار می رود، تکنولوژی نقش بسیار مهمی در بررسی بیمار و درمان وی دارد. مسائل تکنولوژی تله مدیسین را می توان به ارتباطات راه دور تکنولوژی تصویر و صدا و شبکه تقسیم بندی نمود[۱۱].

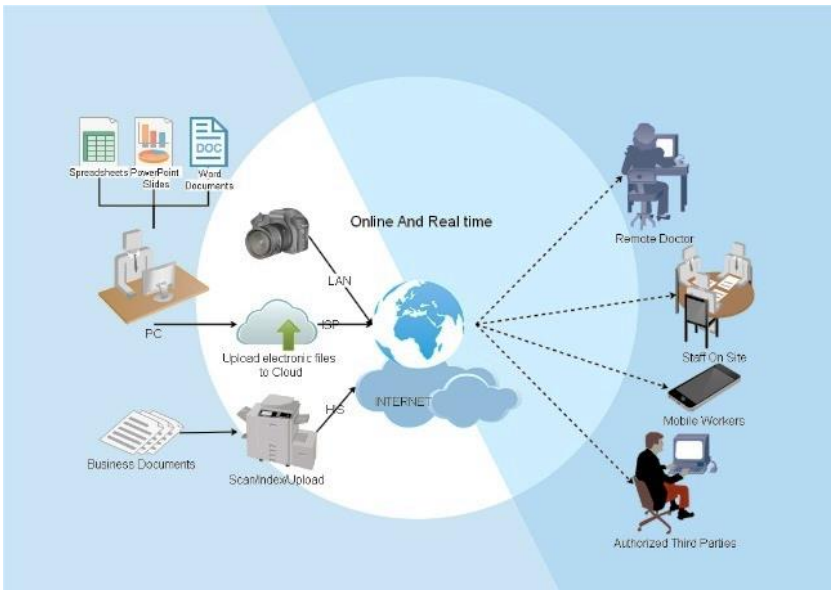
اولین و سخت ترین گام پیش روی برنامه نویسان تله مدیسین انتخاب نوع ارتباط از راه دور است که شامل انواع مختلفی از نظر پهنای باند مانند ISDN،DSL,ATM ,T1 و انواع گوناگونی از نظر تکنولوژی مخابراتی مانند ماهواره میکروویو، بی سیم، کابل، اینترنت می باشد . انتخاب بسته به نیازهای برنامه در دسترس بودن هزینه ها و در نظر گرفتن رویکرد تکنولوژی در آینده دارد[۶].

از یک سو عملکرد تله مدیسین بر مبنای انتقال دوطرفه اطلاعات صدا و تصویر بنا شده است و از سوی دیگر یکی از رویکردهای موجود در انتخاب نوع ارتباط از راه دور تکنولوژی صدا و تصویر است بنابراین این روش کلید موفقیت استفاده بالینی از تله مدیسین می باشد. یکی دیگر از روش‌های موجود شبکه است که در این روش ارتباط سریع و پایدار بین دو مرکز دور و بیمار جهت استفاده بالینی تله مدیسین حیاتی می باشد و به همین دلیل تهیه شبکه های ارتباطی با در نظر گرفتن نکات فنی مناسب لازم است. شبکه باید دارای قابلیت پیگیری انتقال اطلاعات باشد و قابلیت اتصال به شبکه های دیگر را نیز داشته باشد. خصوصیات فنی مانند پهنای باند، پردازش اطلاعات، امنیت اطلاعات و ترافیک اطلاعات در این زیر مجموعه می باشد[۱۳].

یکی از پارامترهای اثرگذار در طراحی شبکه های پزشکی از راه دور نوع شبکه مورد استفاده است. در حالت کلی دو نوع شبکه در این موراد مورد استفاده قرار می گیرد.

شبکه‌های محلی (LAN) در داخل یک ساختمان و در فواصل کم (در حد چند کیلومتر) مورد استفاده قرار می‌گیرند. این نوع شبکه‌ها برای اتصال کامپیوترهای شخصی و ایستگاه‌های کاری در دفاتر شرکت‌ها و کارخانه‌ها به کار تا منابع را به طور اشتراکی استفاده کرده و تبادل اطلاعات کنند. اندازه شبکه‌های محلی محدودیت است و تکنولوژی انتقال در شبکه‌های محلی حاوی کابل منفردی است که تمام ماشین‌ها به آن وصل شده‌اند[۵].

شبکهٔ گسترده (WAN)، ناحیـهٔ جغرافیایـی وسیعـی را در برمی‌گیـرد (کشـور یا قاره). ایـن شبکـه کامپیوترهـای متعـددی برای اجـرای برنـامه‌های کاربر دارد. این ماشین‌ها را میزبان می‌گوییم. گاهی به آن‌ها سیستم نهایی نیز گفته می‌شود. میزبان‌ها با زیرشبکهٔ ارتباطی یـا زیرشبکه بـه یکدیگر متصـل هستند. کار زیرشبکه حمل و نقل پیام از میزان به میزبان است در شبکهٔ گسترده بی سیم هر مسیریاب آنتنی دارد که می‌تواند از طریق آن عمل ارسال و دریافت را انجام دهد. تمام مسیریاب‌ها می‌توانند خروجی ماهواره را دریافت کنند[۵].

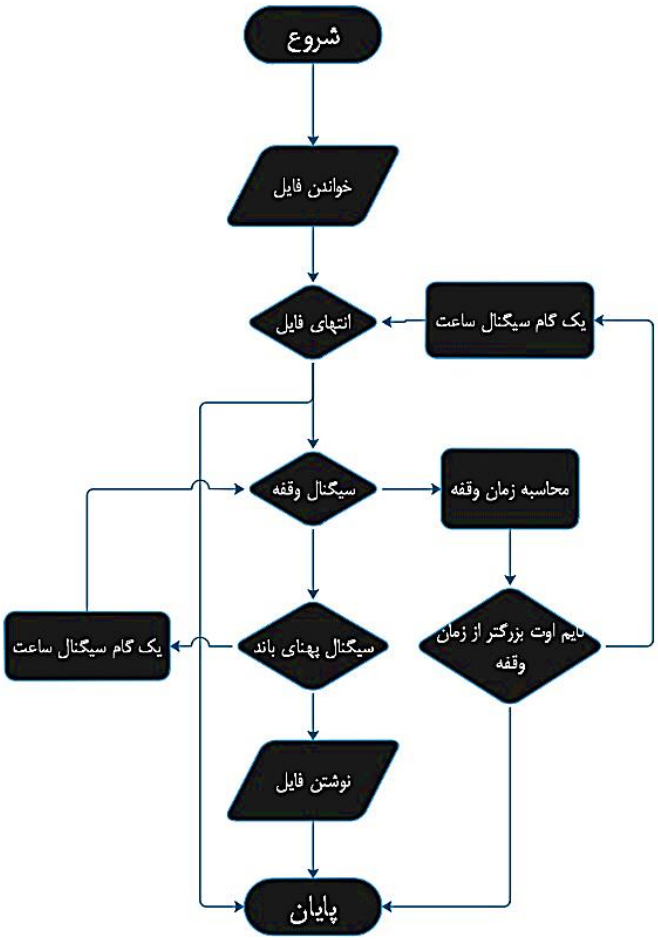


شکل ۱: نمونه یک پیاده سازی جامع شبکه پزشکی از راه دور (تله مدیسین)

در شبکه های پزشکی از راه دور با توجه به ماهیت اثر گذاری و سرعت عمل در پزشکی بالینی عامل زمان بسیار مهم می باشد و موثر بر نجات جان بیماران است. بنابراین تبادل کامل و مداوم و بدون وقفه اطلاعات از طریق شبکه های رایا نه ای پزشکی از راه دور برای دریافت مشاوره از مراکز مرجع یا پزشکان متخصص مشاور نقش تعیین کننده در ارایه خدمات اورژانس به بیماران دارد. از طرف دیگر شبکه های رایانه ای در معرض اختلا لاتی هستند که می تواند با عث از هم گسیختگی آنها و وقفه منقطع یا دایم در تبادل اطلاعات گردد.در مورد این اختلا لات در قسمت مربوطه بحث شده است. همچنین هزینه فراهم آوری ارتباط شبکه ها در مناطق محروم و دور افتاده ، کشورهای در حال توسعه و یا منا طق جنگی نقش کلیدی را در طراحی و نصب شبکه ها ایفا می کنند[۵, ۱۱].

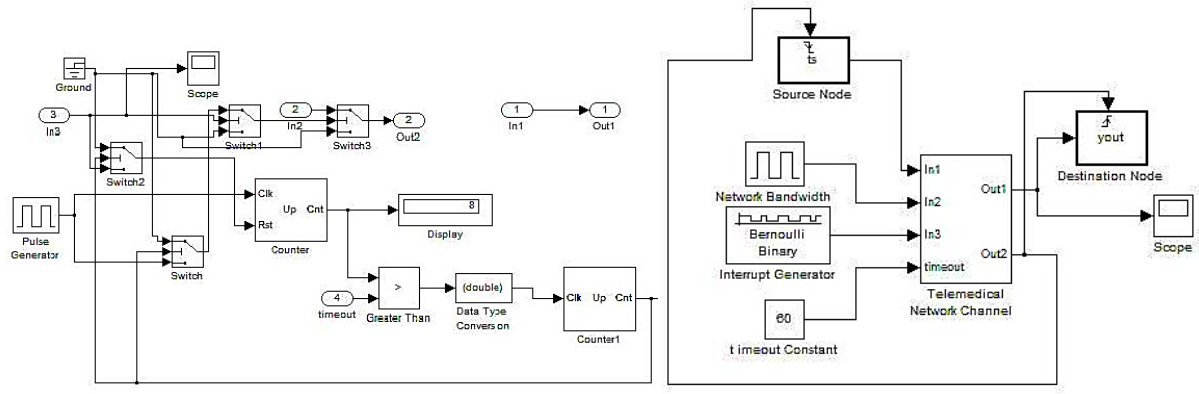
با توجه به موار ذکر شده مجموعه ی متعدد و پیچیده ای از عوامل در طراحی صحیح شبکه های پزشکی از راه دور اورژانس و تبادل بدون وقفه اطلا عات از طریق این شبکه ها نقش دارند. در نظر گرفتن کلیه این عوامل در زمان طراحی سخت افزار و نرم افزاری شبکه و پیش بینی وضعیت و رفتار شبکه در حالت اختلا ل ، امری بسیار مهم و در عین حال بسیار مشکل و در بعضی موارد غیر ممکن می باشد.

با توجه به موارد مذکور، یک مدل رایانه ای به عنوان ابزار کمکی برای طراحی بهینه شبکه های پزشکی از راه دور اورژانس و بررسی جریان انتقال اطلاعات در شرایط بحرانی شبکه طراحی گردید که برای تطبیق مدل با شرایط واقعی انتقال بسته های اطلاعاتی بین دو گره شبکه سه عامل تعیین کننده پهنای باند شبکه، وقفه و اختلال یا دیستربانس در نظر گرفته شدند.



شکل ۲: نمونه فلوچارت اجرای برنامه برای مدلسازی

الگوریتم فوق الذکر با استفاده از جعبه ابزارهای نرم افزار سیمولینک در بسته نرم افزاری متلب پیاده سازی گردید. در این طراحی که در شکل-۳ قابل مشاهده است هر مدل می تواند به عنوان یک مدل ارتباطی مستقل بین گره های شبکه عمل نماید. شبیه سازی در این مدل در هر مقطع زمانی به صورت انتقال یک طرفه اطلاعات از گره ارسال کننده به گره دریافت کننده است.



شکل ۳: بلوک‌ها و مدلسازی در محیط سیمولینک

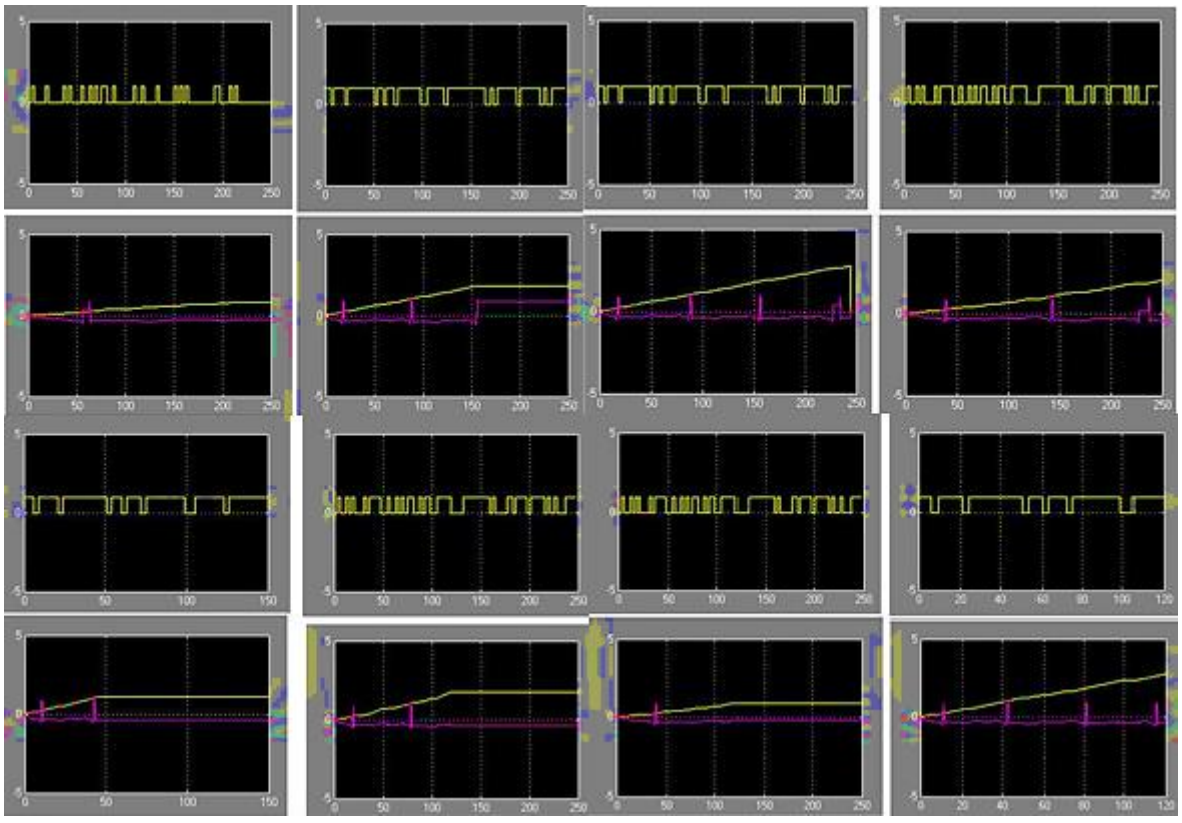
به منظور تشریح عملکرد مدل ارایه شده دراین گزارش و نقش آن به عنوان یک ابزار کمکی برای کمک به تصمیم گیری در طراحی یک شبکه پزشکی از راه دور دو وضعیت فرضی به همزمان و زمان واقعی (بلادرنگ) و غیرهمزمان (نابلادرنگ) شبیه سازی گردیدند.

وضعیت اول : در این حالت بسته های اطلاعاتی مورد نظر به صورت بلادرنگ شبیه سازی گردیدند. در این حالت ۱۰۰۰ بسته اطلاعاتی مربوط به سیگنال قلبی یک بیمار اوژانس در زمان واقعی و به صورت همزمان در مدت ۲۴۰ ثانیه انتقال یافت و در این فرایند حجم هر بسته ۶۰۰ بایت بود. با توجه به اینکه اطلاعات در زمان واقعی تولید و ارسال می گردید پهنای باند در اینجا با توجه به حداقل مورد نیاز برای انتقال حجم از یک حداقل ۴۸ کیلو بیت در ثانیه تا حداکثر نامحدود در نظر گرفته شد و نقش آن باز نگهداشتن خط بود. در شبیه سازی مذکور ، واحد پهنای باند با مقیاس ۴۸۰۰: ۱ در نظر گرفته شده است.

در جدول –۱ و شکل های زیر تغییرات عوامل و نمودار خروجی مدل پس از شبیه سازی آمده است.

جدول-۱: تغییرات عوامل و نمودار خروجی مدل پس از شبیه سازی زمان واقعی

زمان وقفه (s)	احتمال وقوع اختلال (٪)	پهنای باند (Kb/Sec)	زمان شبیه سازی (s)	شکل
۶۰	۲۰	> ۴۸	۲۵۰	۱-۱
۶۰	۵۰	> ۴۸	۲۵۰	۱-۲
۶۰	۸۰	> ۴۸	۲۵۰	۱-۳
۳۰	۲۰	> ۴۸	۲۵۰	۱-۴
۳۰	۸۰	> ۴۸	۲۵۰	۲-۱
۴۵	۲۰	> ۴۸	۲۵۰	۲-۲
۲۵	۵۰	> ۴۸	۲۵۰	۲-۳



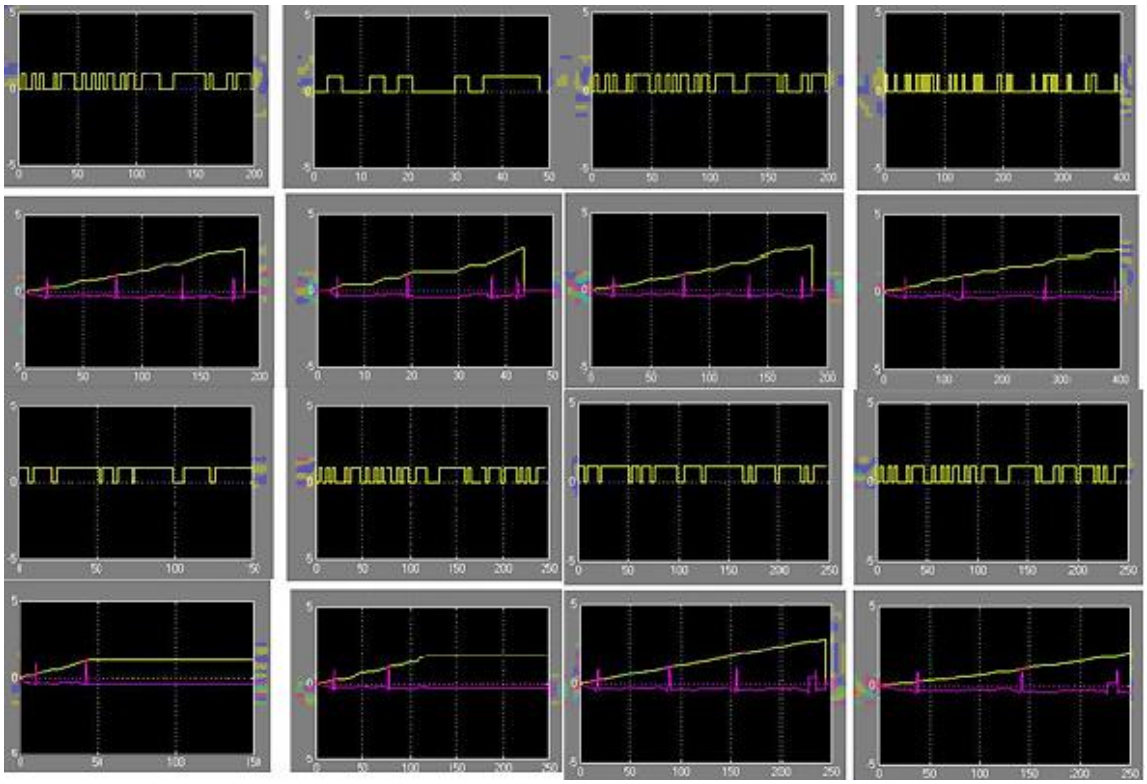
شکل ۴: نتایج و خروجی بلوک‌ها پس از مدلسازی در محیط سیمولینک به صورت زمان واقعی

وضعیت دوم: در این حالت بسته های اطلاعاتی مورد نظر به صورت غیربلادرنگ شبیه سازی گردیدند. در این حالت ۱۰۰۰ بسته اطلاعاتی مربوط به سیگنال قلبی یک بیمار اوژانس در زمان واقعی و به صورت همزمان در مدت ۲۴۰ ثانیه انتقال یافت و در این فرایند حجم هر بسته ۶۰۰ بایت بود. اطلاعات در زمان غیر واقعی تولید و ارسال می گردید. با توجه به اینکه در این وضعیت اطلاعات در زمان واقعی منتقل نمی شوند لازم است ابتدا به صورت یک فایل ذخیره شده سپس با تا خیر انتقال داده می شوند پهنای باند در اینجا با توجه به حداقل مورد نیاز برای انتقال حجم از یک حداقل ۴۸ کیلو بیت در ثانیه تا حداکثر نامحدود در نظر گرفته شد و نقش آن باز نگهداشتن خط بود. در شبیه سازی مذکور ، واحد پهنای باند با مقیاس ۴۸۰۰: ۱ در نظر گرفته شده است.

در جدول –۲ و شکل های زیر تغییرات عوامل و نمودار خروجی مدل پس از شبیه سازی آمده است.

جدول-۲: تغییرات عوامل و نمودار خروجی مدل پس از شبیه سازی زمان غیر واقعی

زمان وقفه (s)	احتمال وقوع اختلال (٪)	پهنای باند (Kb/Sec)	زمان شبیه سازی (s)	شکل
۶۰	۲۰	۹۶	۱۲۰	۳-۱
۶۰	۵۰	۹۶	۲۰۰	۳-۲
۶۰	۸۰	۹۶	۴۰۰	۳-۳
۲۰	۲۰	۹۶	۱۵۰	۳-۴
۲۰	۵۰	۹۶	۲۵۰	۴-۱
۳۰	۵۰	۹۶	۲۵۰	۴-۲
۳۰	۵۰	۹۶۰	۵۰	۴-۳
۳۰	۸۰	۹۶۰	۱۰۰	۴-۴



شکل ۴: نتایج و خروجی بلوک‌ها پس از مدلسازی در محیط سیمولینک به صورت تاخیر زمانی

بحث و گفتگو

هر نمودار و خروجی موجود برای سیمولینک دارای دو بخش است که بخش فوقانی مربوط به سیگنال وقفه و بخش تحتانی سیگنال مربوط به اطلاعات منتقل شده است. در بخش تحتانی هر پالس قلبی به صورت نمایشی نمایانگر انتقال ۲۵۰ بسته اطلاعاتی از طریق شبکه به حجم هر بسته ۸۰۰ بایت می باشد و مقیاسی از کلیه پالسهای قلبی فرد بیمار در طول یک دقیقه است. واحد زمان در نمودارها ثانیه است.

در وضعیت فرضی زمان واقعی همانطور که در نمودار اول شکل-۳ دیده می شود کل اطلاعات در مدت ۲۵۰ ثانیه منتقل شده است در صورتی که در نمودار دوم شکل-۳ فقط ۷۵ درصد اطلاعات منتقل شده و در نمودار سوم شکل-۳ فقط ۲۵ درصد اطلاعات منتقل شده است. تفاوت این سه حالت ناشی از احتمال وقوع اختلال و دیستربانس در شبکه است که هر چه احتمال بالاتر باشد میزان کمتری از اطلاعات منتقل شده است و با کاهش دریافت اطلاعات مواجه می شویم. در این وضعیت، اطلاعات در زمان واقعی منتقل شده اند یعنی برقراری ارتباط شرط اولیه بوده و این اصل ضروری در برقراری ارتباط است که با این اوصاف افزایش پهنای باند نقشی در افزایش میزان اطلاعات به صورت منطقی بازی نخواهد کرد.

در نمودار چهارم زمان وقفه یا زمان تاخیر و وقفه نصف شده و فقط ۷۵ درصد اطلاعات در مقایسه با نمودار اول که دارای شرایط یکسان به جز زمان وقفه است، منتقل گردیده است . بنابراین کا هش زمان وقفه باعث کاهش میزان انتقال اطلاعات شده است.

در نمودار اول از شکل-۴ تمامی موارد شبیه سازی مشابه با نمودار سوم از شکل-۳ است با این تفاوت که در آن زمان وقفه نصف شده است و در نتیجه آن فقط ۲۵ درصد اطلاعات منتقل گردیده است و با این اوصاف تغییری صورت نگرفته است یعنی عملا افزایش زمان وقفه نقش موثری در حالت احتمال اختلال ۸۰ درصد ندارد. به صورت مشابه درنمودار دوم از شکل-۴ زمان وقفه در مقایسه با نمودار اول از شکل-۴ به ۴۵ ثانیه کاهش یافته که علیرغم این موضوع تمام اطلاعات منتقل شده‌اند و تغییری حاصل نشده است.

در نمودار سوم از شکل-۴ در مقایسه با نمودار دوم از شکل-۴ کاهش زمان وقفه به ۲۵ ثانیه باعث انتقال فقط ۲۵ درصد اطلاعات شده که این میزان در نمودار دوم از شکل-۳ ، ۷۵ درصد بوده است . بنابراین تنظیم صحیح زمان وقفه در این حالت نقش مهمی در نحوه و میزان انتقال اطلاعات ایفا می کند.

در وضعیت فرضی زمان واقعی همانطور که در نمودار اول شکل-۴ دیده می شود با پهنای باند ۹۶ کیلو بیت در ثانیه با افزایش احتمال اختلا ل در شبکه فقط زمان ارسال اطلاعات افزایش یافته است ولی تمام اطلا عات منتقل شده است.

در نمودارسوم و چهارم از شکل-۴ زمان وقفه به میزان یک سوم نمودارهای اول ودوم از همان شکل است ولی فقط ۵۰ درصد اطلاعات منتقل شده است. بنابراین تنظیم زمان وقفه در نحوه و میزان انتقال اطلاعات نقش کلیدی دارد و همانطوری که در نمودار سوم از همان شکل دیده می شود افزایش ۱۰ ثانیه ای زمان وقفه باعث انتقال ۱۰۰ درصد اطلاعات شده است.

در مقایسه نمودارهای سوم و چهارم از شکل-۴ با نمودارهای سوم و چهارم از شکل-۳ با افزایش ۱۰ برابری در پهنای باند زمان انتقال اطلاعات با تغییرات همراه بود که در نتیجه آن باعث کاهش زمان انتقال اطلاعات به ترتیب ۴ و ۶ برابر شده است .

نتیجه گیری

نتیجه کلی که از این شبیه سازی به صورت مقابل است که از این نتایج به عنوان سیستم کنترلی و کمک کننده به تصمیم گیری در طراحی شبکه از آن استفاده کرد و اصول اصلی مستخرج از آن به صورت مقابل است که در درجه اول می توان گفت که در حالت انتقال اطلاعات وضعیت اول به صورت همزمان ، احتمال وقوع اختلال در شبکه نقش کلیدی در حجم اطلاعات تبادل شده بازی می کند بنابراین باید در طراحی حداکثر توجه به طراحی تمهیدات لازم برای کاهش احتمال اختلال در شبکه باشد. تنظیم زمان وقفه‌ای نرم‌افزاری در موارد احتمال اختلال پایین تر از ۵۰ درصد موثر است و میزان آن کمتر از ۴۵ ثانیه نباید باشد. افزایش پهنای باند تاثیری در بهبود وضعیت شبکه ندارد و به عبارت دیگر هزینه اضافی برای محسوب می شود و الزامی نیست.

از شبیه سازی وضعیت دوم یعنی شبیه سازی با زمان غیر واقعی می توان نتیجه گرفت که پهنای باند نقش کلیدی در طراحی این وضعیت و نحوه انتقال اطلاعات داشته و افزایش آن باید به صورت بهینه محاسبه گردد. تنظیم زمان وقفه نیز بسیار مهم است و در زمانی که احتمال اختلال بالا است نقش کلیدی به عهده دارد و همچنین در این وضعیت در صورتی که پهنای باند ۹۶ کیلو بیت در ثانیه همراه با زمان وقفه ۶۰ ثانیه در نظر گرفته شود احتمال اختلال به میزان ۸۰ درصد نیز در امر تبادل اطلاعات اختلالی ایجاد نمی کند ولی زمان آن را افزایش می دهد که با افزایش باند به میزان بهینه از طریق آزمون و خطا این مساله نیز برطرف خواهد شد.

تشکر و قدردانی

از تمامی افراد و اساتیدی که در پیشبرد این پروژه همکاری لازم را به عمل آوردند نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

مراجع

.1 Achey, M., et al., *The past, present, and future of telemedicine for Parkinson's disease.* Movement disorders, 2014. **29**(7): p. 871-883.

.2 Bashshur, R.L., et al., *The empirical foundations of telemedicine interventions for chronic disease management.* Telemedicine and e-Health, 2014. **20**(9): p. 769-800.

.3 Brant, M., et al., *Telemedicine Visits Improve Transition to Home for Infants Requiring Complex Care*. 2018, Am Acad Pediatrics.

.4 Di Cerbo, A., et al., *Narrative review of telemedicine consultation in medical practice.* Patient preference and adherence, 2015. **9**: p. 65.

.5 Norris, A.C. and A. Norris, *Essentials of telemedicine and telecare*. 2002: Wiley Online Library.

.6 Hu, P.J., et al., *Examining the technology acceptance model using physician acceptance of telemedicine technology.* Journal of management information systems, 1999. **16**(2): p. 91-112.

.7 Itrat, A., et al., *Telemedicine in prehospital stroke evaluation and thrombolysis: taking stroke treatment to the doorstep.* JAMA neurology, 2016. **73**(2): p.168-162 .

.8 Roine, R., A. Ohinmaa, and D. Hailey, *Assessing telemedicine: a systematic review of the literature.* Canadian Medical Association Journal, 2001. **165**(6): p. 765-771.

.9 Lilly, C.M., et al., *Critical care telemedicine: evolution and state of the art.* Critical care medicine, 2014. **42**(11): p. 2429-2436.

.10 Martinez, A.W., et al., *Simple telemedicine for developing regions: camera phones and paper-based microfluidic devices for real-time, off-site diagnosis.* Analytical chemistry, 2008. **80**(10): p.3707-3699 .

.11 Perednia, D.A. and A. Allen, *Telemedicine technology and clinical applications.* Jama, 1995. **273**(6): p. 483-488.

.12 Shi, L., et al., *Telemedicine for detecting diabetic retinopathy: a systematic review and meta-analysis.* British Journal of Ophthalmology, 2015. **99**(6): p. 823-831.

.13 Weinstein, R.S., et al., *Telemedicine, telehealth, and mobile health applications that work: opportunities and barriers.* The American journal of medicine, 2014. **127**(3): p. 183-187.

Computer Modeling of Information Transmissions Principles and Methods in Telemedicine Networks

Seyed Yahya Moradi[*1], Maryam Akbari Moghaddam[2], Mohammad Hossein Mohammadi[3]

1. **BSc. of Biomedical Engineering (Bioelectric), Faculty of Engineering, University of Isfahan, Isfahan**
2. **MSc. of Computer Engineering (Software), Department of Electrical and Computer Engineering, University of Tehran, Tehran**
3. **BSc. of Computer Engineering (Information Technology), Faculty of Computer Engineering, Islamic Azad University of Najaf Abad, Isfahan**

1.s.yahyamoradi@mehr.ui.ac.ir 2.m.akbarimoqadam@ut.ac.ir 3.m.h.mohammadimir2017@gmail.com

Abstract – Nowadays one of the modern methods in designing and investigating the methods of diagnosis, treatment, surgery of patients and controlling the consistency after medication or surgery of these people, is the use of telecommunication and remote control methods that perform the necessary monitoring in an accurate and online way. In medical wireless communication networks, the design and duration of network latency and the transmission of data and information has been taken into account due to the modality of time and speed in diagnosis, treatment and improvement of injuries and diseases in clinical medicine.

Based on the mentioned points, a multiple and complex set of factors are involved in the proper design of Telemedicine Networks and the uninterrupted exchange of information through them. Considering all of these factors is very important and at the same time very difficult and even in some cases impossible when it comes to designing network hardware and software and predicting the state and behavior of the network in a state of disruption.

In the present study, a computer model in the Simulink environment was designed to optimize the design of Telemedicine networks in order to investigate the transmission of information in the critical network conditions and the real-time information transmission and asynchronous information transmission were simulated in two hypothetical situations.

Keywords **-** *Telemedicine, online monitoring, wireless networks, real-time networks*

Funding: No Funding

Conflict of interest: No Conflict of interest

Ethical approval: IUMS Ethical approval.