فصلنامه آموزش مهندسی ایران، شماره ۳۸، سال دهم، ص۷۱- ۴۱

کنترل و نظارت زمان حقیقی از طریق شبکه به کمک LabVIEW و MATLAB

سید علی اکبر صفوی، مجتبی مستعلی و احسان کیخا
دانشگاه شیراز، دانشکده مهندسی

چکیده: از آنجا که امروزه، اینترنت و شبکه‌های کامپیوتری به عنوان ابزاری قدرتمند برای اجرای عملیات از راه دور و کارهای گروهی گسترده شناخته شده اند، فرصتهای مناسبی برای گسترش کاربردهای کنترل و نظارت از راه دور در زمینه‌های مختلف به وجود آمده است. در این مقاله روشهای مختلف انتقال داده در شبکه‌های کامپیوتری به منظور استفاده در سیستم‌های کنترل و اتوماسیون صنعتی به کمک زبانهای برنامه نویسی LabVIEW و MATLAB و نیز کنترل و نظارت از راه دور از طریق شبکه مقایسه شده است. ابتدا ساختارهای مختلف انتقال داده معرفی و سپس، آنها از جنبه‌های مختلف مانند سرعت، کیفیت، امنیت و ... مقایسه شده اند. در آخر نیز این روشها بر روی یک فرایند واقعی آزمایشگاهی برای نرم‌افزارLabVIEW و یک نمونه ساده برای نرم‌افزار MATLAB اعمال شده است.

واژه‌های کلیدی: آزمایشگاه مجازی ، شبیه سازی، کنترل از طریق شبکه، مانیتورینگ از طریق شبکه، LabVIEW و MATLAB.

۱. مقدمه

در سالهای اخیر، رشد سریع شبکه‌های ارتباطی و فناوری مخابراتی فرصتهای مهم و چالشهای زیادی در ارتباط بی درنگ (Real Time)، مانیتورینگ و کنترل سیستم ها از راه دور ایجاد کرده است. روشهای گوناگونی در این زمینه بررسی شده و هم اکنون نیز پژوهشهایی صورت می گیرد[۱]. همواره انتخاب روشی که با صرف هزینه کمتر نیازها را برآورده کند، مقبول‌تر واقع می‌شود. یکی از این روشها که مبتنی بر پیشرفت سریع شبکه‌های کامپیوتری در جهان است، کنترل و مانیتورینگ از راه دور تحت شبکه‌های کامپیوتری است[۲و۳]. این روش ضمن برخورداری از مزایای مختلف، پیچیدگیهای خاص خود را نیز دارد، چرا که در ابتدا مبنای طراحی شبکه های کامپیوتری فقط در جهت نیاز برای انتقال اطلاعات بین کامپیوترها بوده است و پیش بینی خاصی در جهت تحقق هدف کنترل سیستم ها از راه دور در این طراحی لحاظ نشده بود. در این مقاله مزایا و معایب استفاده از شبکه های کامپیوتری به عنوان کانال ارتباطی [1] بین سیستم‌ها بررسی شده است. در این زمینه دو زبان برنامه نویسی که در اجرای امور کنترلی از طریق شبکه بسیار قدرتمندند و برای انجام دادن این مهم بیشتر شیوه‌های ممکن در انتقال داده از بالاترین تا پایین ترین سطح را پوشش می‌دهند، مورد بررسی قرار گرفته اند. این زبانها به عنوان پایه‌ای در جهت تحقیقات انتخاب می‌شوند و بر مبنای آن روشهای مختلف انتقال داده و کنترل از راه دور یک فرایند واقعی و یک پروسه شبیه سازی شده مورد بررسی قرار می‌گیرد. در پایان، روشهای بررسی شده مقایسه قرارشده‌اند.

۲. مقدمه‌ای بر سیستم‌های کنترل و مانیتورینگ از راه دور تحت شبکه

پیشرفتهای اخیر در زمینه ارتباطات، محاسبات، فناوری نرم افزاری و غیره محیط جدیدی را با فرصتهای بزرگ برای کاربردهای کنترل و نظارت از راه دور به وجود آورده است. در زمینه کنترل سیستم ها، پیشرفتهای کاربردی اینترنت، روشهای جدیدی برای نظارت و کنترل از راه دور سیستم ها فراهم کرده است. در این شرایط، کاربر فقط با یک کامپیوتر شخصی با دسترسی به اینترنت یا شبکه با هر بعد

---

1 .Communication Channel

مسافتی از سیستم واقعی می تواند آن را کنترل یا بر آن نظارت کند. این کار می تواند برای نظارت بر نحوه عملکرد بسیاری از سیستم ها یا کنترل نظارتی سیستم هایی که از حساسیت امنیتی بالایی برخوردار نیستند، استفاده شوند. کاربرد وسیع و متنوع دیگر در راه اندازی آزمایشگاههای از راه دور است. در آزمایشگاههای از راه دور کاربر می تواند از طریق اینترنت با فرایندهای واقعی ارتباط برقرار کند و آزمایشهای مورد نظر خود را به راحتی انجام دهد. در آزمایشگاه از راه دور کاربر می‌تواند آزمایش را انجام و پارامتر های کنترلی آن را تغییر دهد و نتیجه را ببیند و داده ها را از طریق شبکه دریافت کند. در حال حاضر، بسیاری از دانشگاههای جهان در حال توسعه و راه اندازی آزمایشگاههای از راه دور برای دانشجویان هستند و این امکان به دانشجو داده می شود تا فقط با استفاده از کامپیوتر شخصی خود به راحتی با فرایند های آزمایشگاهی ارتباط برقرار کند. دستیابی به یک محیط زمان حقیقی، در مقیاس یک آزمایشگاه، به راحتی از طریق کامپیوتر و نرم افزارهایی چون LabVIEW, MATLAB و غیره و یک کارت تبادل داده استاندارد امکان پذیر است. که در آین مقاله بر آن تأکید شده است. به منظور آشنایی بیشتر با چالشهای مرتبط با کنترل و نظارت از راه دور از طریق شبکه به مرجع ۱ و برای آشنایی با ابعاد و کاربردهای آزمایشگاههای مجازی و از راه دور به مراجع ۹ و ۱۰ مراجعه شود.

همواره در سیستم‌های انتقال داده یکی از مشکلات عمده هزینه های سنگین لازم برای طراحی و پیاده سازی کانال مخابراتی و مدیریت آن به منظور برقراری ارتباط مناسب کاربران است. لذا، اگر بتوان به طریقی از شبکه‌های انتقال طراحی و پیاده سازی شده موجود همچون شبکه کامپیوتری جهانی اینترنت استفاده کرد، به مقدار بسیار زیادی در هزینه‌های پیاده سازی سیستم کنترل یا مانیتورینگ از راه دور صرفه جویی می شود. روشهای مورد بررسی و پیشنهادی در این مقاله در کلیه شبکه‌های کامپیوتری قابل اجرا ست. برای مثال، این شبکه می‌تواند اینترنت یا یک WAN یا LAN خصوصی مورد استفاده در یک کارخانه صنعتی یا یک شرکت باشد.

۳. مشکلات و معایب استفاده از شبکه کامپیوتری در کنترل و مانیتورینگ از راه دور

بسته به اینکه هدف کنترل یا صرفاً مانیتورینگ سیستم ها از راه دور باشد، کانال مخابراتی مورد استفاده باید ویژگیهای خاصی داشته باشد. متأسفانه، در ابتدا مبنای طراحی شبکه‌های کامپیوتری فقط رفع نیاز برای انتقال اطلاعات بین کامپیوترها بوده است و پیش بینی خاصی در جهت ایجاد ویژگیهای مطلوب و مطمئن در سیستم‌های کنترل از راه دور که از این شبکه استفاده می‌کنند نشده است. برای نمونه به منظور آشنایی با برخی عوامل مؤثر در ارزیابی سیستم های عملیات از راه دور مبتنی بر شبکه اینترنت به مرجع ۱۱ مراجعه شود. برخی از مشکلات موجود در این گونه شبکه‌ها به قرار زیر است:

۳. ۱. مسئله تاخیر زمانی و پویایی آن

به طور کلی، در شبکه های کامپیوتری دو نوع استاندارد در انتقال داده وجود دارد:

الف. VCN [1]: در این نوع شبکه ها ابتدا یک مسیر معین و تضمین شده در انتقال داده مشخص می شود و تا پایان ارتباط این مسیر ثابت می ماند.[۱].

ب. DN [2]: در این نوع شبکه ها داده ها در هر زمان می توانند مسیرهای متفاوتی را از مبدأ تا مقصد طی کنند و شبکه هیچ مسیر منحصر به فردی را در حین ارتباط تضمین نمی‌کند[۱].

با توجه به توپولوژی پیچیده مثلاً شبکه اینترنت و ماهیت DN بودن این شبکه، امکان ایجاد مسیرهای گوناگون با تأخیرهای متفاوت هنگام ارسال و دریافت بسته‌های اطلاعات وجود دارد. حتی ممکن است تأخیر روی یک مسیر مشخص در زمانهای مختلف متغیر باشد، چرا که تنها کاربران استفاده کننده از این شبکه، سیستم های مورد نظر ما نیستند و در هر لحظه ممکن است هزاران کاربر در منطقه ما از این شبکه استفاده کنند. بنابراین، ترافیک در گذرگاههای مشترک دایما در حال تغییر است که این مسئله به پویایی تأخیر در ارسال داده ها منجر می‌شود. این

---

1 .Virtual Circuit Networks

2 . Datagram Networks

مشکل زمانی خود را بیشتر نشان می دهد که کنترلر به صورت از راه دور باشد؛ در این حالت شبکه خود به صورت قسمتی از مدار کنترل تلقی می شود و پیچیدگی بیشتری را به سیستم کنترلی اعمال می‌کند.

۳. ۲. مسئله عدم تضمین حداقل نرخ ارسال و دریافت داده‌ها

با توجه به ترافیک و تأخیر متغیر در این شبکه، امکان تضمین حداقل نرخ ارسال و دریافت داده ها به طور قطعی وجود ندارد. شایان ذکر است که این مشکل با بررسی آماری ترافیک منطقه، مدل کردن آن و انتخاب سخت افزارهای مناسب در جهت تخصیص پهنای باند بیشتر و استفاده بهینه از ظرفیت شبکه[۴] تا حد زیادی قابل حل است، ولی از طرفی، می‌تواند هزینه های گوناگونی را تحمیل کند[۴].

۳. ۳. مسئله امنیت در شبکه‌های کامپیوتری

مقوله امنیت در شبکه های کامپیوتری که برای کنترل یک فرایند مورد استفاده قرار می‌گیرد، امری بسیار مهم به شمار می رورد، ولی این امر در خصوص سیستم‌هایی که صرفاً برای مانیتورینگ فرایند مورد استفاده قرار می‌گیرند، اهمیت کمتری دارد. اگر شبکه اینترنت برای انتقال داده‌های کنترلی مورد استفاده قرار گیرد، از آنجایی که این کانال ارتباطی یک کانال عمومی و در دسترس می‌باشد، علی‌رغم در نظر گرفتن کلیه راهکارهای امنیتی، امکان نفوذ افراد دیگر در کانال ارتباطی در نظر گرفته شده برای امر کنترل وجود دارد که این امر امکان خرابکاری در سیستم را بالا می برد، لذا، از این کانال برای کنترل فرایندها و مراکز حساس استفاده نمی شود. از طرفی، در صورت استفاده می توان از پروتکلهای اختصاصی استفاده کرد که در بخشهای بعدی به آن اشاره شده است. با این حال، استفاده از کانال اینترنت برای مانیتورینگ وضعیت امری خالی از اشکال و متداول می‌باشد. در شبکه های کامپیوتری محلی(LAN , WAN) که شبکه های عمومی نیستند و از امنیت بالایی برخوردارند و کاربران آن به راحتی قابل شناسایی هستند، اعمال الگوریتمهای کنترلی و مانیتورینگی امری منطقی و مرسوم می باشد و می تواند بسیاری از هزینه های تحمیل شده بر سیستم‌ها را کاهش دهد.

٤. بررسی ارسال و دریافت منظم و با اطمینان داده‌ها در سیستم‌های کنترل و مانیتورینگ از راه دور تحت شبکه

با توجه به مسئله تأخیر پویا و ماهیت DN بودن اغلب شبکه‌ها، امکان دریافت نامنظم داده ها وجود دارد. بدین ترتیب، امکان دارد داده ای که دیرتر از داده‌های قبلی فرستاده شده است زودتر به مقصد برسد. همچنین، این امکان وجود دارد که داده به دلایل مختلف (مسئله سرگردانی بسته های اطلاعاتی درشبکه ـ تکرار بسته ها و ...) هرگز به مقصد نرسد یا داده دریافتی دارای خطا به علت وجود عوامل ناخواسته در شبکه همچون نویز باشد .

در شبکه‌های کامپیوتری نظیر اینترنت برای برقراری ارتباط بهینه و مشخص هنگام ارسال و دریافت اطلاعات از یک سری قواعد و پیغامها با عنوان پروتکل ارتباطی [1] در شبکه استفاده می‌شود. هر یک از این پروتکلها خود دارای مزایا و معایبی در سیستم های کنترل و مانیتورینگ از راه دور تحت شبکه است که در ادامه به این مطالب پرداخته می شود.

۴. ۱. ارسال و دریافت منظم و قابل اطمینان داده ها تحت پروتکل TCP/IP

در این سرویس ضمن ارسال داده ها از مبدأ به مقصد، پیامهای کنترلی ویژه‌ای مبنی بر دریافت و صحت دریافت داده ها برای مبدأ ارسال می‌شود. همچنین، گیرنده نظم داده ها را بررسی می کند و درصورت نیاز مجدد آن داده ها را از فرستنده در خواست می‌کند. بدیهی است به دلیل ارسال داده‌های کنترلی برای صحت ارتباط ، زمان انتظار فرستنده برای دریافت رسید صحت دریافت گیرنده [2] و بعضاً ارسال مجدد داده‌هایی که در آنها خطا رخ داده است، مقداری از زمان تلف و از سرعت سیستم کنترل و مانیتورینگ از راه دور نیز کاسته می‌شود. متأسفانه، این پروتکل کارهای دیگری را نیز به صورت خودکار انجام می‌دهد که برای اجرای کارهای کنترل و مانیتورینگ از راه دور تحت شبکه مطلوب نیست و از راندمان و سرعت کار می‌کاهد. نخست اینکه فرستنده در صورت احساس عدم توانایی گیرنده

---

1 . Communication Protocol
2 . Acknowledgement

با نرخ ارسالی داده، سرعت ارسال را کم می‌کند و همچنین، فرستنده در صورت احساس ترافیک در مسیر ارسال داده به گیرنده از فرستادن اطلاعات خودداری می‌کند که هیچ یک از این دو ویژگی برای سیستم‌های کنترل و مانیتورینگ از راه دور و از طریق شبکه های اینترنت مطلوب نیست و هر دو باعث کاهش راندمان و سرعت می‌شود[۴] . در صورت انتخاب این پروتکل در ارسال و دریافت همواره باید به دنبال راهی برای گریز از ترافیک سنگین شبکه بود که این امر با ارتقای سخت افزاری شبکه و اختصاص پهنای باند کافی تا حدود زیادی میسر می‌شود. استفاده از این پروتکل در مواردی که نیاز به ارسال تضمین شده اطلاعات نیست، توصیه نمی‌شود [مواردی مانند ارسال تصویر و صوت] [۲ و ۵]. در این صورت، استفاده از پروتکلهایی که بر ارائه سرویسهای یاد شده تأکید ندارند، توصیه می شود. شایان ذکر است که در حال حاضر بسیاری از روشهای متداول در سیستم‌های کنترل و مانیتورینگ شبکه (مانند کنترل از طریق وب) از پروتکل TCP/IP به دلیل ضمانت از صحت و نظم دریافت داده‌ها استفاده می‌کنند[۵].

۴. ۲. پروتکل UDP [1]

این پروتکل هیچ گونه سرویس و تضمین خاصی ارائه نمی‌دهد و صرفاً داده‌ها را ارسال می‌کند. بدیهی است این پروتکل از سرعت بسیار بالاتری نسبت به پروتکل TCP/IP برخوردار است و تنها مسئله آن عدم اطمینان از صحت و نظم دریافت داده‌ها درگیرنده است و دیگر خصوصیات نامناسب درسیستم های کنترل و مانیتورینگ از راه دور شبکه را ندارد. این پروتکل برای ارسال صوت، تصویر، نمودار و غیره می تواند کاملاً کارآمد باشد.

۴. ۳. پروتکلهای اختصاصی [2]

امکان تعریف پروتکلهای خاص نیز برای سیستم های کنترل و مانیتورینگ از راه دور تحت شبکه های کامپیوتری وجود دارد که از پیچیدگی طراحی بالاتری برخوردارند

---

1 . Unreliable Data Transfer
2 . Proprietary

و در عوض، قابلیت انعطاف بالاتری دارند. برخی از مزایای این سیستم‌ها عبارت‌اند از:

الف. امنیت بالاتر به دلیل شخصی بودن و نا آگاهی عموم از روش و استاندارد ارسال و دریافت داده‌ها در پروتکل؛

ب. امکان استفاده و ترکیب مزایای سرویسهای استاندارد مختلف .

برای مثال می توان پروتکل اختصاصی ارائه داد که در آن از یک مسیر اختصاصی در حین ارتباط استفاده یا بر حسب نیاز در آن رسید دریافت داده ها [1] حذف شود[۶].

۵. مزیت سیستم های کنترل مبتنی بر وب نسبت به سایر سیستم های کنترل و مانیتورینگ از راه دور تحت شبکه های کامپیوتری

استفاده از روش کنترل مبتنی بر وب که از پروتکلهای عمومی چون TCP/IP استفاده می‌کنند، ضمن بهره برداری ساده از مزایای این پروتکل، امکان استفاده آسان‌تری را از سیستم کنترل از راه دور به ما می‌دهد، چرا که کاربر ما در هر فاصله‌ای از شبکه باشد فقط با داشتن یک جستجوگر وب قادر به اتصال به سیستم کنترل از راه دور مورد نظر است. بدیهی است این گونه سیستم ها نیز دارای معایب خاص خود از قبیل مشکل امنیت و کمبود سرعت در بعضی موارد خاص هستند که راهکارهایی برای بهبود این مشکلات نیز وجود دارد[۷].

٦. بررسی روشهای مختلف انتقال داده و کنترل از راه دور تحت شبکه های کامپیوتری با استفاده از زبان برنامه نویسی LabVIEW

نرم افزار LabView که مخفف عبارت Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench است، یک زبان برنامه نویسی گرافیکی است که به صورت گسترده ای برای کاربردهای مختلفی در صنایع، تحصیلات، آموزش و تحقیقات آزمایشگاهی به عنوان یک مدل استاندارد برای جمع آوری و پردازش

---

1 .Acknowledgment

داده ها و همچنین، وسیله ای برای کنترل و شبیه سازی ابزارهای مجازی درآمده است. این برنامه بر روی تمامی سیستم های Hp, Sun SPARC, Macintosh و رایانه های شخصی تحت نرم افزارهای Win95/NT/XP و Windows 3.1 قابل اجراست. این برنامه نرم افزاری قدرتمند و قابل انعطاف برای تجزیه و تحلیل سیستم های اندازه گیری است.

عملکرد نرم افزار LabView کاملاً از طبیعت ترتیبی و زنجیره‌ای موجود زبانهای برنامه نویسی متنی متداول و مرسوم مجزاست و یک محیط گرافیکی را برای کاربر فراهم ساخته است. در این راه از تمام ابزارهای لازم به منظور جمع آوری، پردازش و تحلیل داده ها و نمایش نتایج استفاده می شود. به کمک این زبان برنامه نویسی گرافیکی که با "G" نشان داده می شود، در برنامه نوشته شده از یک نمودار بلوکی استفاده می شود و سپس، این نمودار به کدهای ماشین تبدیل می شود. این نرم افزار برای موارد بی شماری از کاربردهای علمی و مهندسی ایده آل و عملی است.

روشهای موجود برای انتقال داده و کنترل از طریق شبکه‌های کامپیوتری مبتنی بر وب در نرم‌افزار LabVIEW عبارت‌اند از:

الف. استفاده از امکانات TCP/IP و UDP موجود در خود نرم‌افزار LabVIEW؛

ب. استفاده از Data Socket Server در نرم افزار LabVIEW؛

پ. استفاده از Web Publishing Tools در LabVIEW برای مبتنی بر وب کردن سیستم و مدیریت کاربران سیستم توسط Remote Panel Control Manager.

در ادامه موارد یاد شده بررسی شده است.

۶. ۱. TCP/IP و UDP

در LabVIEW تمام ابزارهای لازم برای ایجاد یک ارتباط TCP/ IP و UDP موجود است و کلیه استانداردهای لازم در جعبه ابزار[1] موجود در برنامه از پیش

---

1 . Toolkit

کد نویسی شده است و مسئله تا حد زیادی باعث صرفه جویی در زمان برنامه نویسی می شود.

در این روش برنامه نویس باید تا پایین ترین سطوح خود را درگیر جزئیات ارسال یا دریافت داده‌ها کند و در مواردی که چندین منبع [۱] یا چندین مقصد [۲] برای داده ها وجود دارد، مدیریت تبادل داده بسیار پیچیده و زمانبر خواهد بود. در ادامه هریک به اختصار شرح داده شده است.

۶. ۱. ۱. TCP/IP

TCP Listen: برای شروع یک ارتباط TCP/IP نیاز به چک کردن مداوم پورتهای شبکه است که در صورت ارسال در خواست [۳] از کامپیوتر مبدا [۴] برای ایجاد یک Connection پیام لازم [۵] را به کامپیوتر مبدأ بدهد. این ابزار مجازی یا VI [۶] با گرفتن شماره پورت خاص در برنامه دایما پورت را چک می کند[۷] و در صورت رسیدن درخواست پیام لازم را به منظور باز کردن یک ارتباط دوطرفه ارسال می‌کند.

TCP Open Connection: این VIدرخواست لازم برای ایجاد یک ارتباط را ارسال می‌کند.

TCP Write: نوشتن داده ها را بر عهده دارد.

TCP Read: وظیفه فراخوانی داده ها را بر عهده دارد.

TCP Close Connection: به عنوان آخرین آیکن خروجی برای قطع ارتباط به کار می رود.

پرتال جامع علوم انسانی

---

1 . Source
2 . Destination.
3 . Request
4 .Client
5 . Response
6 . Virtual Instrument
7. Listen

۶. ۱. ۲. UDP

UDP Open: این VI یک Socket را در Port مورد نظر برای برقراری ارتباط باز می کند.

UDP Write: داده ها را به Socket کامپیوتر مقصد انتقال می دهد.

UDP Read: وظیفه فراخوانی داده ها از Socket را بر عهده دارد.

UDP Close: وظیفه بستن UDP-Socket را بر عهده دارد.

در پیوست برنامه‌های نمونه‌ای برای برقراری یک ارتباط TCPو UDP برای نمایش چگونگی برقراری یک ارتباط از طریق برنامه نویسی، ارائه شده است.

۶. ۲. Data Socket

Data Socket (D.S.) یک سرویس در LabVIEW است که امکان خواندن و نوشتن انواع داده ها را در شبکه فراهم می کند، بدون اینکه کاربر درگیر جزئیات تبادل آنها باشد. این عمل از طریق ایجاد یک Server بر روی یکی از کامپیوترهای شبکه انجام می‌شود.D.S. Server یک برنامه اجرایی است که قادر به مدیریت تبادل اطلاعات میان D.S. Server و D.S. Writer است و در ساختار درونی این Server از پروتکل TCP/IP استفاده شده است. D.S. Server اطلاعات را از Data Source دریافت، ذخیره و بین Data Target ها پخش می‌کند. فقط لازم است برنامه نویس یک آیکن D.S.Write را به محل خروجی داده در برنامه مبدأ متصل کند و در برنامه مقصد آیکن D.S.Read را قرار دهد. در دو روش یاد شده کاربران سیستم کنترل از راه دور فقط با داشتن نرم افزار طراحی شده در محیط LabVIEW قادرند به سیستم متصل شوند و برای رفع این نیاز کاربران، در موارد لازم می توان بهره برداری از سیستم را از طریق وب در اختیار آنان قرار داد.

۶. ۳. Web Publishing Tool

در این بخش LabVIEW ضمن امکان تبدیل مستقیم هر VI به یک فایل HTML قابل استفاده توسط کاربر یک Web Server قدرتمند در اختیار قرار می دهد که قابلیت مدیریت ارتباطهای برقرار شده را در سطح مطلوبی داراست.

از تواناییهای این قسمت می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ارائه فهرست تمام کاربران متصل به سیستم، آدرس(IP) و پهنای باند اتصالی
- امکان مدیریت سطح دسترسی کاربران در دو سطح کنترل و مانیتور
- امکان مدیریت زمانی سیستم در زمان‌هایی که بیشتر از یک کاربر متقاضی کنترل سیستم هستند.

۷. برقراری ارتباط از طریق وب با استفاده از نرم‌افزار MATLAB

نرم افزار MATLAB یکی از پرکاربردترین نرم افزار های محاسباتی و گرافیکی مورد استفاده در محافل دانشگاهی و تحقیقاتی در ایران و جهان است. به همین دلیل، آشنایی با توانمندیهای عملی این نرم افزار می تواند بسیار مفید باشد. در ادامه چگونگی به کارگیری این نرم افزار در جهت کاربردهای مورد نظر در این مقاله بیان شده است.

برای ایجاد یک ارتباط از طریق وب با استفاده از نرم افزار MATLAB نیاز به راه‌اندازی یک MATLAB Web Server (MWS) است. MWS کاربر را قادر می سازد تا از تواناییها و امکانات موجود در شبکه جهانی برای ارسال اطلاعات و داده‌ها به نرم‌افزار MATLAB برای انجام دادن امور محاسباتی و نمایش نتایج در یک مرورگر وب استفاده کند. MWS از پروتکل TCP/IPبرای انتقال اطلاعات بین Clientها و نرم‌افزار MATLABاستفاده می کند.

در ساده ترین پیکربندی یک مرورگر وب بر روی کامپیوتر Clientها نصب می شود و از طرف دیگر، بر روی یک سرور نرم افزارهای MATLAB ، MWS و یک برنامه Web Server قرار خواهند داشت و کاربر از طریق شبکه جهانی با سرور در ارتباط خواهد بود و نیازهای کنترلی و مانیتورینگی خود را برطرف خواهد کرد(شکل ۱).

۷. ۱. ساختن یک تقاضای MWS

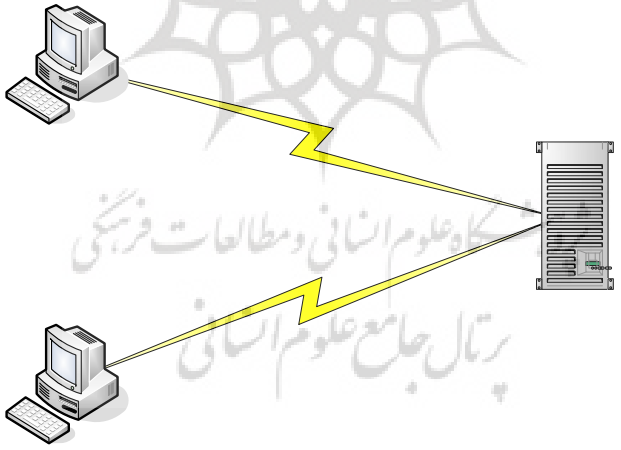
برای اجرای یک سیستم تحت وب با استفاده از نرم افزار MATLAB نیاز به ترکیب سه قسمت مختلف از برنامه ها ست. قسمت اول برنامه‌ای است که در محیط MATLAB و به صورت یک M.file نوشته می شود. قسمت دوم برنامه‌ای است که در محیط مرورگر وب و به زبان HTML (Hyper Text Markup Language) نوشته می شود. قسمت سوم هم یک فایل گرافیکی برای نمایش دادن است[۸].

فرایند ساختن یک تقاضای MWS نیاز به طی کردن چندین مرحله دارد:

الف. ایجاد یک فایل به زبان HTML برای جمع آوری داده‌های ورودی و همچنین نشان دادن داده های خروجی؛

ب. فهرست کردن نام تقاضاها و داده های مربوط به پیکربندی سیستم تحت وب در فایل matweb.conf ؛

پ. نوشتن یک m فایل MATLAB که:



شکل ۱: ساده ترین پیکربندی یک سیستم تحت وب

- داده هایی را که در قسمت ورودی HTML وارد شده است، دریافت کند.
- داده ها را آنالیز و گرافهای مربوط و خواسته شده را رسم کند.
- خروجیها را در یک ساختار MATLAB قرار دهد،
- فایل HTML را احضارکند تا داده های خروجی را بر روی قسمت خروجی HTML قرار دهد.

در شکل۲ کلیه مراحلی که برای ایجاد یک سیستم تحت وب با استفاده از نرم‌افزار MATLAB مورد نیاز است، به صورت شماتیکی نشان داده شده است.

۸. اجرای کنترل از راه دور یک فرایند واقعی با استفاده از نرم‌افزار LabVIEW

در این بخش با ارائه یک مثال عملی به بررسی و مقایسه روشهای ذکر شده برای نرم‌افزار LabVIEW پرداخته شده است. سیستم مورد بررسی یک فرایند حرارتی است (شکل۳) که ابتدا مدارهای واسطی برای آن طراحی شده و به وسیله یک کارت تبادل داده (Advantech PCI 1712) توسط LabVIEW به صورت PC Based در آمده است.

۸. ۱. آشنایی با فرایند حرارتی

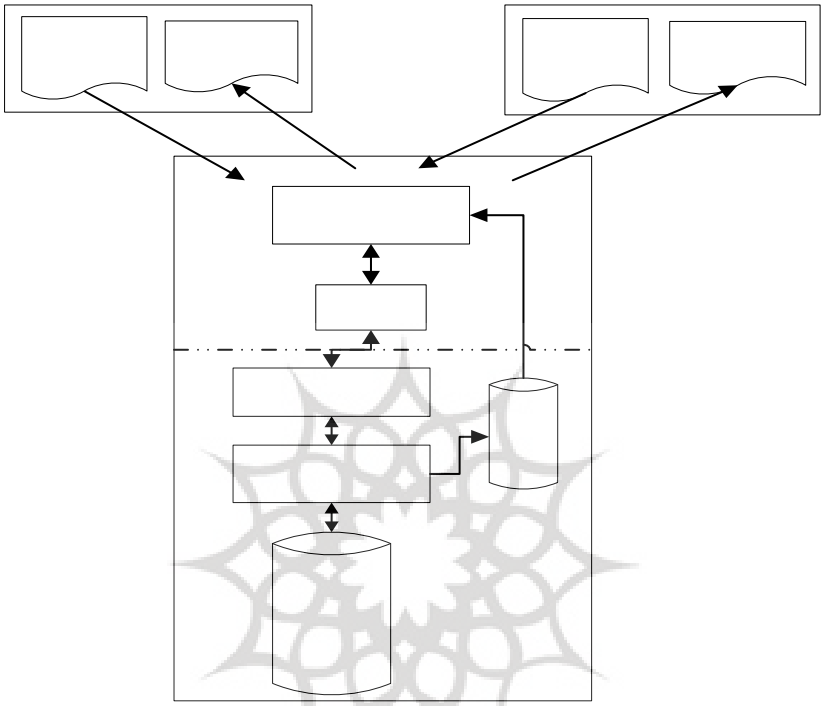
همان طور که در شکل۴ مشاهده می شود، سیستم مورد بررسی یک فرایند حرارتی[1] مدل PT-326 از شرکت Feedback است. محرک [2] این سیستم یک المان حرارتی با سیگنال ورودی در محدوده عملکرد ۱۰-۰ ولت است. موتور پروانه را می‌چرخاند تا جریانی از هوا در طول لوله حرارتی وجود داشته باشد.

جریان هوا به وسیله باز یا بسته شدن شیرکنترل در محدوده ۱۷۰-۱۰ درجه تنظیم می‌شود. چندین حفره برای تعیین محل سنسورهای دما در لوله حرارتی وجود دارد. محدوده سیگنال خروجی ۱۰-۰ ولت است. با باز شدن شیرکنترل، جریان هوا افزایش می‌یابد و تأخیر زمانی انتقالی (T) و (k) بهره استاتیک فرایندکاهش می‌یابد.

---

1 .Hot Air Dryer

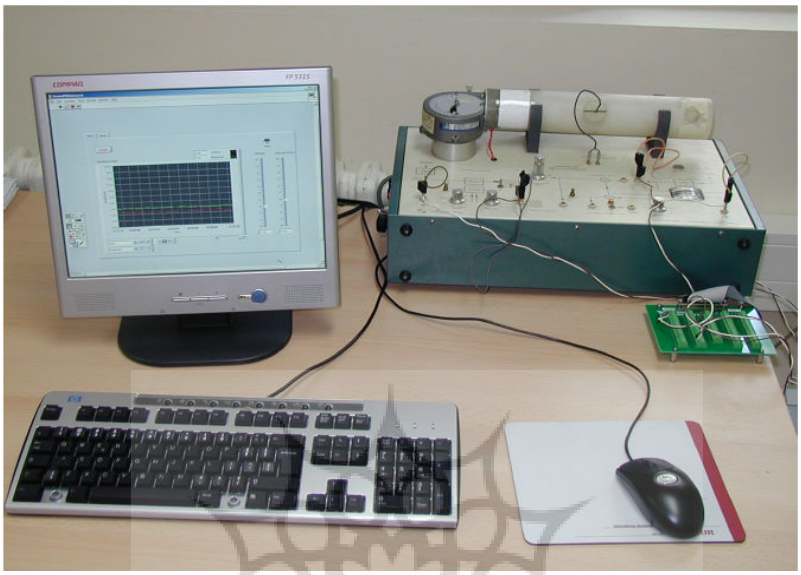
2 .Actuator



شکل۲: پیاده سازی MATLAB تحت وب

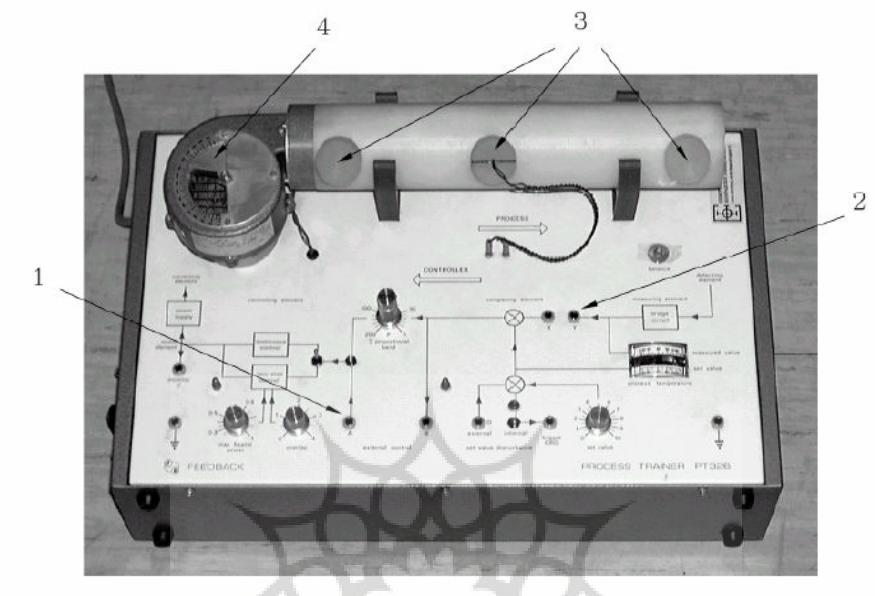
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Initial
HTML form
or http



شکل۳: سیستم فرایند حرارتی قابل کنترل از طریق وب

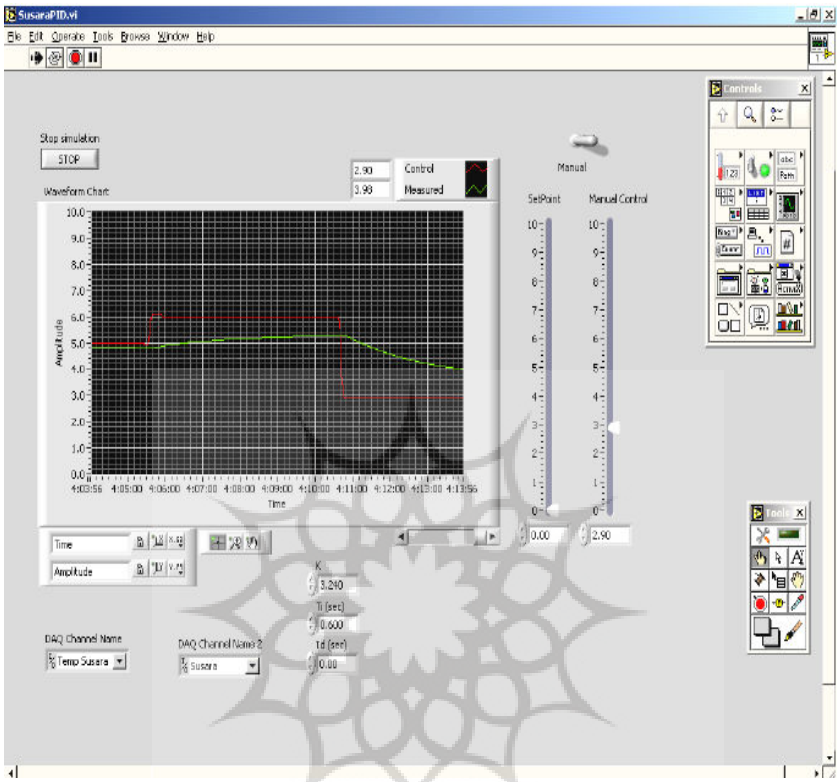
اگر زاویه باز شدن شیرکنترل بزرگ باشد (بیشتر از ۹۰ درجه)، نگهداری دما در درجه بالا امکانپذیر نیست، زیرا المان حرارتی به قدر کافی قوی نیست که بتواند چنین درخواستی را پاسخ دهد. با تغییر موقعیت سنسور دما، تأخیر زمانی انتقال تغییر می‌کند. می‌توان مجراهای خشک‌کن زیادی را با حفره‌هایی برای سنسور اضافه کرد. بنابراین، فرایند باید به تأخیر زمانی انتقالی بزرگ و همچنین، اثراهای اغتشاشی، به دلیل مسیر طولانی جریان هوا و سطح ناصاف دیوار داخلی Dryer ساخته شود. این اثرها فقط به علت مجراهای گسترده ظاهر می‌شود. منبع تغذیه نویزی را در سیگنال خروجی سبب می‌شود که این نویز فرکانسی حدود ۱۰۰HZ دارد که فیلتر کردن آن امکان‌پذیر است.



شکل٤: سیسنم Hotair dryar **(در اینجا: ۱.متغیر ورودی سیستم** [۷]**، ۲. متغیر خروجی سیستم** [۷]**، ۳.محل سنسورهای دما، ٤.شیر تنظیم جریان هوا)**

۸. ۲. بسته نرم افزاری طراحی شده در LabVIEW

در شکل۵ محیط نرم افزار طراحی شده در LabVIEW برای کنترل این فرایند نشان داده شده است. کنترل بر روی فرایند به دو صورت اتوماتیک و دستی انجام می شود. در نمودار سیگنال کنترلی اعمال شده به فرایند و سیگنال دمای لوله حرارتی با گذر زمان نشان داده شده است. همچنین، امکان ثبت این نمودارها برای بر روی و آنالیز بروی آنها در آینده نیز وجود دارد.



شکل۵: صفحه نمایش طراحی شده برای پروسه حرارتی در نرم‌افزار LabVIEW

همان طور که اشاره شد، نرم افزار طراحی شده علاوه بر کنترل فرایند و جمع آوری داده از فرایند، وظیفه دارد که دسترسی به این تجهیزات را از راه دور نیز فراهم کند. در این زمینه این فرایند به سه روش مختلف با شبکه مرتبط و معایب و مزایای هر روش بررسی شده است .

۸. ۲. ۱. از طریق TCP/IP Toolbar موجود در LabVIEW

در این روش ابتدا کاربر باید نرم افزار مخصوص (client) را بر روی کامپیوتر خود نصب کند و به طور همزمان فقط یک کاربر می تواند سیستم را کنترل یا مانیتور

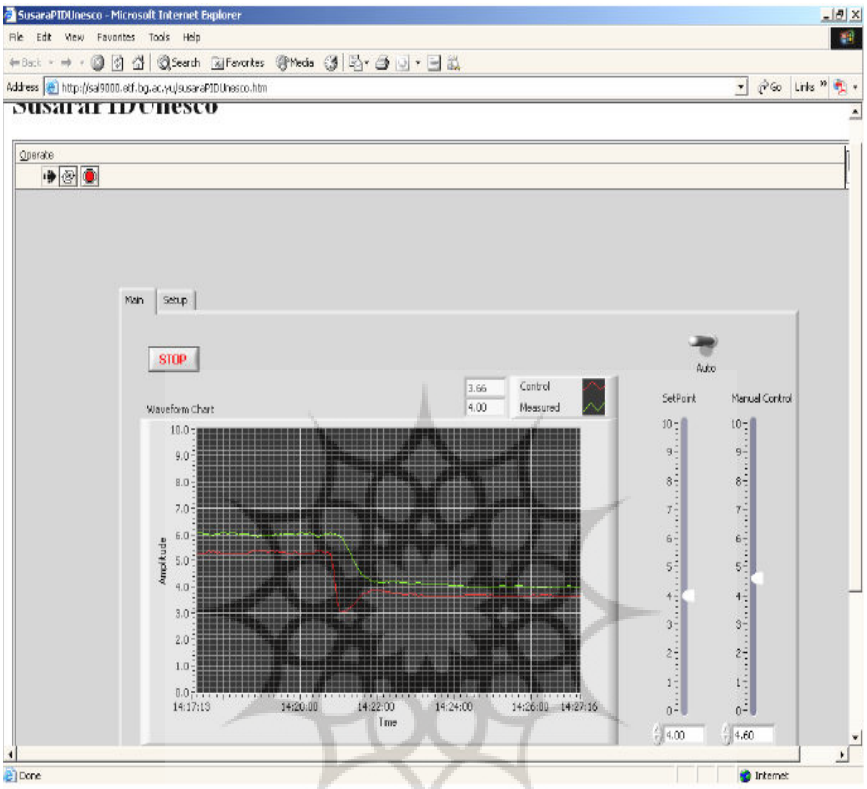
کنـد و اگـر کـاربر دیگـری سـعی کنـد بـه سیسـتم متصـل شـود بـا پیـام خطـا روبـه رو مـی‌شـود. در ایـن روش میـانگین نـرخ تبـادل داده در شـبکه مـورد آزمـایش 200 bit/sec قـرار مـی گیـرد و امکـان وصـل شـدن خودکـار بعـد از قطـع ناخواسـته وجـود ندارد .

۸. ۲. ۲. روشِ Data Socket

در ایـن روش نیـز ماننـد روش قبـل نصـب برنامـه مخصـوص Client الزامـی اسـت، لـیکن چندین کاربر به طور همزمـان مـی تواننـد سیسـتم را مـانیتور کننـد، ولـی کنتـرل سیسـتم در اختیـار کـاربری اسـت کـه پـیش از سـایر کاربرهـا بـه سیسـتم متصـل شـده اسـت و امکان درخواست کنترل بـرای سـایر کـاربرهـا وجـود نـدارد . میـانگین نـرخ تبـادل داده در شبکه مورد تسـت 500 bit/sec اسـت و امکـان وصـل شـدن خودکـار بعـد از قطـع شـدن ناخواسته وجود دارد .

۸. ۲. ۳. روش Web Publishing Tool

در ایـن روش نیـازی بـه نصـب هـیچ گونـه نـرم افـزار خاصـی نیسـت و امکـان کنتـرل و مانیتورینـگ فراینـد در کلیـه نـرم‌افزارهـای مرورگـر صـفحات وب (ماننـد Internet Explorer) وجـود دارد. لـیکن در هـر بـار ارتبـاط مـدت زمـانی بـرای Download کردن صفحه وب طراحی شده نیـاز اسـت کـه ایـن زمـان بـه پهنـای بانـد اتصـال بسـتگی، دارد، ولی به طور میـانگین بـرای یـک پهنـای بانـد 56 k bit/sec ایـن زمـان حـدود یـک دقیقه است. در شـکل ۶ نمـای کلـی صـفحه وب طراحـی شـده نشـان داده شـده اسـت. در ایـن سیسـتم چنـدین کـاربر همزمـان مـی تواننـد سیسـتم را مـانیتور کننـد و کنتـرل سیستم نیز بـه صـورت پویـا از کـاربری بـه کـاربر دیگـر منتقـل مـی‌شـود. همچنـین، مـی توان زمان کنترل هر کـاربر را محـدود کـرد. ایـن امکـان نیـز وجـود دارد کـه IP کـاربران و پهنـای بانـد ارتبـاطی آنهـا را مشـاهده کـرد. نـرخ تبـادل داده در شـبکه مـورد آزمـایش 2000 bit/sec است و امکان وصـل شـدن خودکـار بعـد از قطـع شـدن نـاخواسـته وجـود دارد.



شکل٦: صفحه نمایش برای فرایند حرارتی تحت وب

۹. پیاده سازی یک سیستم کنترل و مونیتورینگ تحت وب با استفاده از MATLAB

همان طور که در قسمتهای قبل گفته شد، برای ایجاد یک تقاضای مبتنی بر وب نیاز به ایجاد سه نوع فایل است:

- فایل HTML برای وارد کردن ورودیهای مورد نیاز سیستم؛
- فایل HTML برای نمایش داده‌های محاسبه شده توسط نرم افزار MATLAB؛
- M-file برای دریافت داده های ورودی و محاسبه داده های خروجی.

در این قسمت یک برنامه نمونه برای ایجاد یک تقاضای مبتنی بر وب با استفاده از نرم افزار MATLAB ذکر می شود. هدف از این برنامه تولید یک ماتریس است

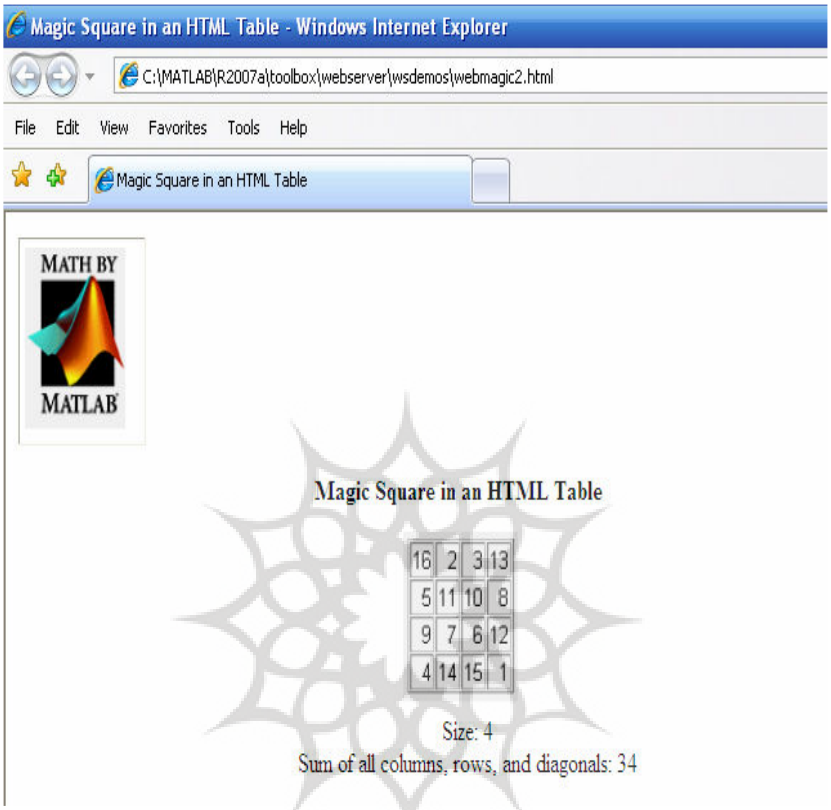
که حاصل جمع اعداد به صورتهای سطری، ستونی و قطری بر روی قطرهای اصلی با یکدیگر برابر باشند. بدین منظور، ابتدا ورودی از طریق یک فایل HTML، همان طور که در شکل۷ نشان داده شده است، از طریق کاربر وارد می شود و سپس، توسط M-file نوشته شده مقدار ماتریس محاسبه می شود و در فایل خروجی HTML، همان طور که در شکل۸ مشخص، است نمایش داده می شود.

۱۰. نتیجه گیری

در این مقاله ضمن بیان انواع روشهای کنترل و مانیتورینگ از راه دور تحت شبکه های کامپیوتر و ارزیابی آنها، کارایی آنها نیز روی یک فرایند حرارتی آزمایشگاهی واقعی بررسی شده است. روش Public Protocols(TCP/IP-UDP) در موارد خاصی که برنامه نویس خواهان درگیری با جزئیات و پروتکلهای سطوح پایین انتقال داده است می تواند مفید واقع شود. از نظر سهولت برنامه نویسیData Socket برتری زیادی بر UDP و IP / TCP دارد و از دیگر محاسن آن این است که پس از ارسال داده ها از طریق یک پورت به Server و Client ها به هر تعداد که باشند می توانند به داده ها دسترسی داشته باشند و این در حالی است که در IP / TCP و UDP یک ارتباط دو طرفه(Point to Point) برقرار است. نیاز به پهنای باند کم از دیگر مزیتهای این روش محسوب می‌شود. از مزیتهای روشهای مبتنی بر وب این است که کاربران در هر مکانی که باشند فقط با داشتن یک جستجوگر وب قادر به اتصال به سیستم هستند. از طرف دیگر، برنامه نویس بدون نیاز به دانستن مبانی شبکه می تواند سیستم خود را با انعطاف و در عین حال با توانمندی زیاد به صورت مبتنی بر وب تبدیل کند. هر یک از روشهای یاد شده در جایگاه خود می توانند سیستم های آزما یشگاهی یا صنعتی PC Based را به صورت Network Based تبدیل کنند.

شکل۷: ورودی یک تقاضای تحت وب

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل۸: خروجی یک تقاضای تحت وب

مراجع

1. Safavi, A.A., "Web-Based Control and Monitoring Systems: The New Challenge", Proceeding of 12th Iranian Conference on Electrical Engineering, Vol. 1, Mashad, Iran, pp 119-125, 2004.
2. Casini, M., D.,, Prattichizzo, and A. Vicino, "The Automatic Control Telelab", **IEEE Control Systems Magazine**, pp. 36-44, 2004.
3. Knight, C.D., and S.P. DeWeerth, "Worild Wide Web-based Automatic Testing of Analog circuits" in Proc. Midwest Symp, Circuits and Systems, pp. 295-298, 1996.
4. Safavi, A.A., I. Shames, N. Najmaei, and M. Zamani, "New Intelligent Traffic Shaper for High Speed Networks," **Iranian Journal of Information Science and Technology**, 2007.

5. Byers, J. , M. Luby, M. Mitzenmacher and A. Rege, “A Digital Fountain Approach to reliable distribution of Bulk Data” Proceedings of ACM SIGCOMM , pp. 56-67, 1998.
6. Elgamal, A., F. Seible, F. Vernon, M. Trivedi and M. Fraser,”On-Line Structural Monitoring and Data Management,” Proceedings 6th Seismic Research Workshop, California Department of Trasnportaion, Sacramento, California, 2001.
7. Bishop, M. “Computer Security: Art and Sience”, Boston Addison Wesley, Boston, 2003.
8. MATLAB Web Server for use with MATLAB, http://www.mathworks.com/.

۹ . صفوی، سید علی اکبر ، صبا صالحی، مهسا معتمدی، احسان کیخا، سید وحید نقوی و حسین غفاری، "اولین آزمایشگاه مجازی و از راه دور ایران برای مهندسین کنترل: طراحی و اجرا" ، **فصلنامه آموزش مهندسی ایران**، سال نهم، شماره ۳۴ , تابستان۱۳۸۶.

۱۰ . صفوی، سید علی اکبر ، آزیتا دبیری،مریم رضایی، حسین غفاری و احسان کیخا، " آزمایشگاه های مجازی و از راه دور و جایگاه آنها در یادگیری الکترونیکی"، دومین کنفرانس یادگیری الکترونیکی، زاهدان، آبان ۱۳۸۶.

۱۱ . مهربان جهرمی، حسین ، فریدون شعبانی نیا، "معرفی پارامترهای مؤثر در ارزیابی سیستمهای عملیات از راه دور" ، **فصلنامه آموزش مهندسی ایران**، سال نهم، شماره ۳۶، زمستان ۱۳۸۶.

(تاریخ دریافت مقاله:۱۲/۱۶/ ۱۳۸۶)
(تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۷/۴/۱۹)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

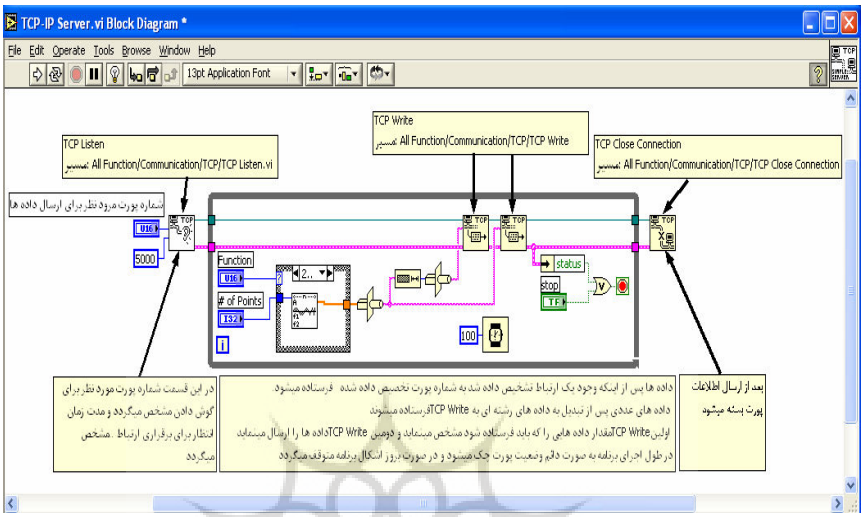
پیوست ۱ : ایجاد یک تقاضای مبتنی بر وب در نرم افزار LabVIEW

در این قسمت چند برنامه نمونه برای کار با ابزارهای مختلف پیش بینی شده در نرم‌افزار LabVIEW برای ایجاد یک تقاضای تحت وب ارائه شده است. فایل برنامه‌های ذکر شده در این پیوست در آدرس الکترونیکی www.aasafavi.com\vlab\ برای استفاده آموزشی قرار داده شده است.

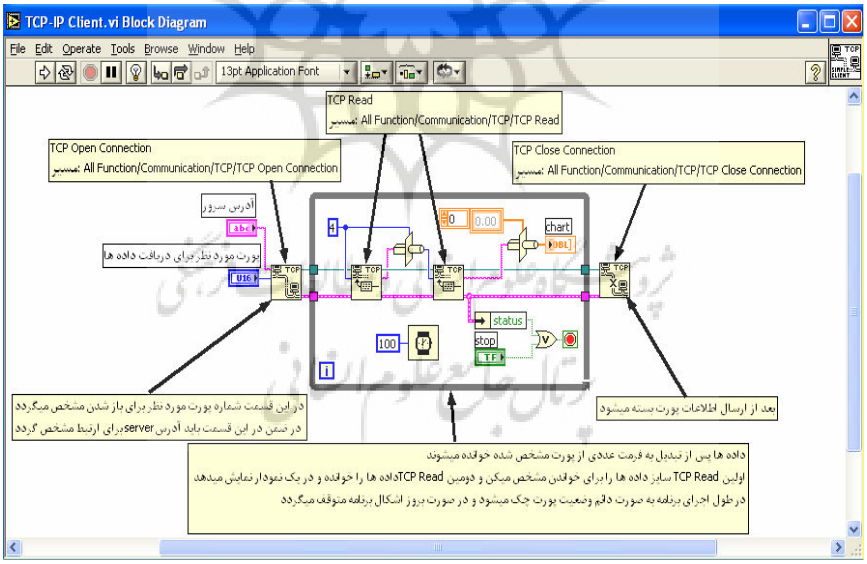
۱. ایجاد یک تقاضای مبتنی بر وب با استفاده از برنامه نویسی با روش TCP/IP در نرم افزار LabVIEW

در این روش برنامه نویسی از VIهای TCP Open Connection، TCP Listen، TCP Write، TCP Read و TCP Close Connection برای ایجاد و پیکربندی یک ارتباط TCP/IP استفاده می شود. در این روش یک Server که اطلاعات را بر روی پورت خاصی می نویسد ساخته می شود و سپس با ساختن یک Client و متصل شدن به Server می توان اطلاعات را از روی پورت مورد نظر دریافت کرد.
در شکل پیوست۱ برنامه نوشته شده برای Server و در شکل پیوست۲ برنامه نوشته شده برای یک Client فرضی نشان داده شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل پیوست ۱: برنامه Server نوشته شده برای برقراری یک ارتباط TCP/IP



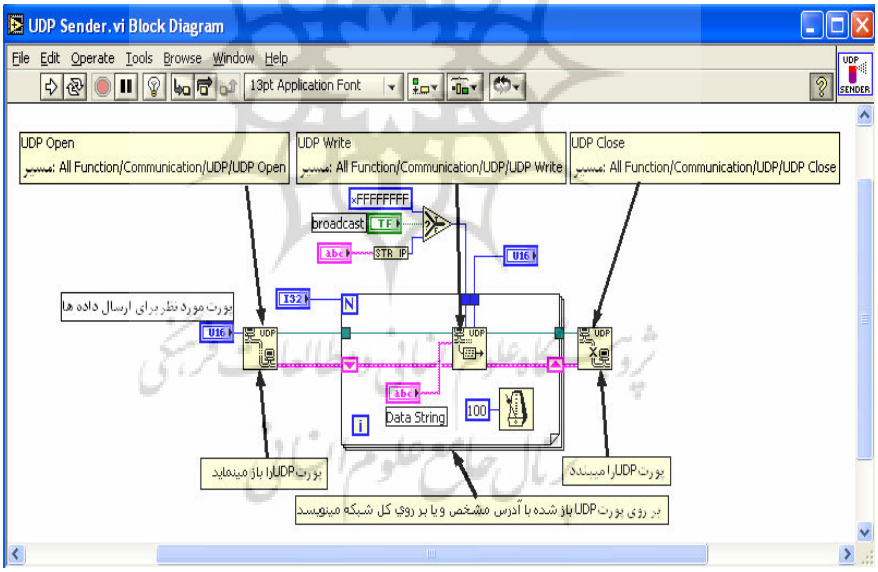
شکل پیوست ۲: برنامه Client نوشته شده برای برقراری یک ارتباط TCP/IP

۲. ایجاد یک تقاضای مبتنی بر وب با استفاده از برنامه نویسی بـا روش UDP در نرم افزار LabVIEW

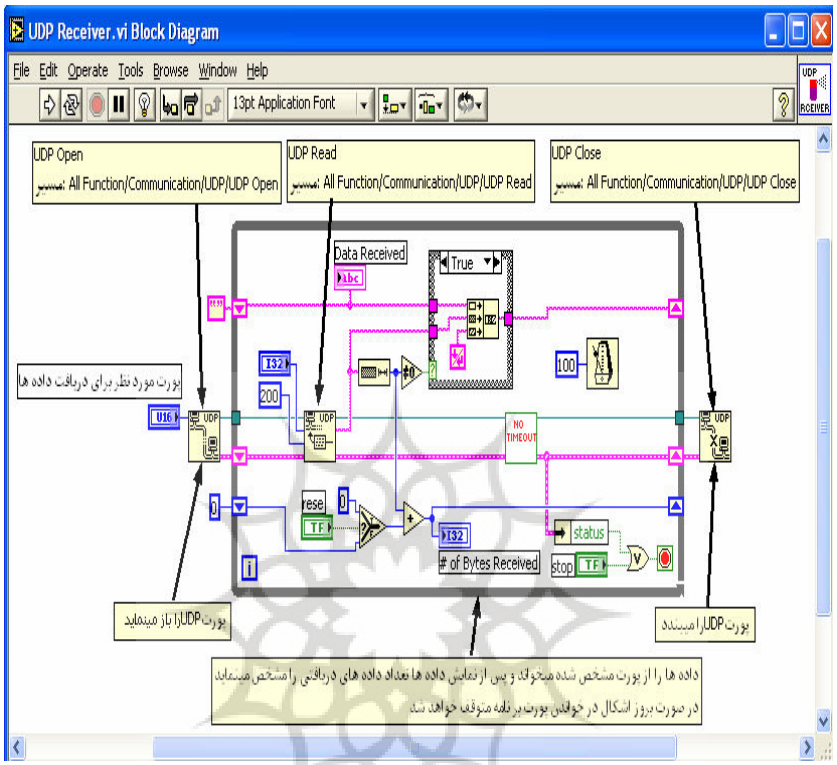
در ایـن روش برنامـه‌نویسـی از VI هـای UDP Open ، UDP Write ، UDP Read و UDP Close استفاده می شود.

در این روش برنامه‌نویسی از طریق یک برنامه اطلاعات بر روی پورت و نشانی مشخصی ارسال می شود. این نشانی می‌تواند یک کامپیوتر خاص باشد یا داده‌ها برای دسته‌ای از کامپیوترهای ارسال شده باشند. برنامه دیگری در کامپیوتر مقصد نوشته می شود که از طریق آن اطلاعـات از پورت مشخص شده‌ای دریافت می شود.

در شکل پیوست۳ برنامه نوشته شده برای یک فرستنده UDP و در شـکل پیوسـت۴ برنامـه نوشته شده برای یک گیرنده UDP فرضی نشان داده شده است.



شکل پیوست ۳: برنامه فرستنده نوشته شده برای برقراری یک ارتباط UDP



شکل پیوست ٤: برنامه گیرنده نوشته شده برای برقراری یک ارتباط UDP

پیوست ۲ : ایجاد یک تقاضای مبتنی بر وب با استفاده از نرم‌افزار MATLAB

ایجاد یک تقاضای مبتنی بر وب، همان طور که در متن مقاله ذکر شد، با استفاده از سه فایل (دو فایل HTML ورودی و خروجی و یک M-file) صورت می‌گیرد. در این قسمت برای نمونه به ایجاد یک تقاضای مبتنی بر وب که در آن یک ماتریس جادویی (ماتریسی که حاصل جمع عناصر سطرها و ستونها و قطرهای اصلی و فرعی آن با هم برابر است) با اندازه‌ای که کاربر مشخص می کند، ایجاد می‌شود.

- ایجاد فایل HTML ورودی

برای وارد کردن اندازه ماتریس جادویی نیاز به یک فایل HTML ورودی است که کاربر بتواند اندازه ماتریس را مشخص کند.

در قدم اول باید مشخص کرد که کدام یک از سیستم عاملهای Windows-NT یا UNIX بر روی کامپیوتر نصب شده است.

```
<! - - NT Version: - ->
<form action="/cgi-bin/matweb.exe" method="POST >"
<! - - UNIX Version: - ->
<form action="/cgi-bin/matweb.exe" method="POST >"
```

در قدم دوم باید M-file ای که داده های ورودی برای اجرای عملیات محاسباتی به آن منتقل می شود، مشخص شود.

```
<input type="hidden" name="mlmfile" value="webmagic >"
```

در قدم سوم باید تمام مشخصه‌های مقادیر ورودی مشخص و به هر کدام یک متغیر نسبت داده شود. در این مثال تنها متغیر اندازه ماتریس جادویی است که در متغیر msize ذخیره می شود.

```
<p>Magic square size (minimum is 3, maximum is 20):
<input type="text" size="2" maxlength="2"
 name="msize"></p>
```

در قدم آخر مقادیر توسط زدن کلید Submit به M-file مشخص شده برای انجام یافتن محاسبات انتقال می یابند.

```
<p><input type="submit" name="Submit" value="Submit">
</p>
</form>
```

صفحه HTML ساخته شده به عنوان ورودی در شکل۷ نشان داده شده است.

- ایجاد M-file برای انجام دادن محاسبات

برای انجام دادن محاسبات مورد نظر بر روی داده‌های ورودی و انتقال داده‌ها به فایل HTML خروجی برای نمایش از یک M-file استفاده می شود.

در قدم اول رشته‌ای که مقادیر پس از محاسبه باید در آن ذخیره و سپس به فایل خروجی منتقل شود، مشخص می شود.

```
retstr = char ('');
```

در قدم دوم مقدار متغیر ورودی دریافت و به ساختاری مناسب برای اجرای عملیات مورد نظر تبدیل می شود.

```
if(~length(instruct.msize))
msize = 3;    % Default empty field.
else
msize = str2double(instruct.msize);
if (msize > 20), msize = 20; end     % Max size.
if (msize < 3), msize = 3; end       % Min square.
end
```

در قدم سوم محاسبات مورد نظر را بر روی داده‌های گرفته شده انجام و آنها را در ساختاری مناسب برای انتقال به فایل HTML خروجی قرار می دهیم.

```
outstruct.msize = msize;
outstruct.msquare = magic (msize);     % create Magic Matrix
d = sum(outstruct.msquare,1);
outstruct.msum = d(1,1);
```

در قدم نهایی ساختار ایجاد شده در مرحله قبل را توسط دستور Htmlrep به فایل HTML مشخص شده به عنوان خروجی منتقل می سازیم.

```
templatefile = which('webmagic2.html');
retstr = htmlrep(outstruct, templatefile);
```

- ایجاد فایل HTML خروجی

برای نمایش داده‌های محاسبه شده در قالب یک فایل HTML نیاز به ایجاد یک فایل خروجی است که داده‌ها را از M-file بگیرد و به صورت قابل قبولی نمایش دهد.

فایل HTML مورد نظر در این مثال شامل سه خروجی $msquares$ (شامل ماتریس جادویی)، $msize$ (شامل سایز ماتریس جادویی) و $msum$ (شامل حاصل جمع درایه‌ها روی سطرها یا ستونها یا قطرهای اصلی یا فرعی) است که در فایل خروجی نمایش داده می شوند.

```
<table border="1" cellspacing="1" autogenerate="$msquare$">
<tr>
<td align="right">
</td>
</tr>
</table>
<p>
Size: $msize$<br>
Sum of all columns, rows, and diagonals: $msum$
</div
```

صفحه HTML ساخته شده به عنوان خروجی در شکل۸ نشان داده شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی