

## مونیتورینگ سیستم‌های کنترل گسترده (DCS) بر اساس اینترنت

فریدون شعبانی‌نیا و نیما امامی

دانشکده مهندسی برق، دانشگاه شیراز

**چکیده:** در این مقاله توسعه یک سیستم بر اساس اینترنت که ما را قادر به مونیتورینگ متغیرهای مهم یک فرایند در یک سیستم DCS می‌کند، ارائه می‌شود. در این مقاله طراحی‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری که به کاربران اجازه می‌دهد تا به متغیرهای فرایند در سیستم DCS به صورت از راه دور و بسیار مؤثر فقط با استفاده از یک Web browser معمولی دسترسی داشته باشند، تبیین می‌شود.

واژه‌های کلیدی: کنترل گسترده، اینترنت، مونیتورینگ از راه دور، آزمایش مجازی.

## ۱. مقدمه

اینترنت ابعاد بسیاری از زندگی روزانه ما را در بر گرفته است. امروزه، اینترنت به عنوان یک وسیله ارتباطی، به طور گسترده در زمینه‌های اطلاعاتی، تجاری و کاربردهای شخصی به کار گرفته می‌شود. اینترنت یک دریچه شگفت‌انگیز است که به دنیای نامتناهی اطلاعات گشوده می‌شود. امروزه، هر کسی که یک خط تلفن داشته باشد قادر به اتصال به ISP های (ارائه دهنده خدمات اینترنتی) بسیاری است.

از زمان تولد اینترنت در دهه ۶۰ قرن بیستم تا امروز، اینترنت از سطحی که فقط می‌توانست اطلاعاتی را در اختیار بگذارد به سطحی رسیده است که با آن می‌توان دستگاه‌های واقعی و فرایندهای واقعی را از یک موقعیت دور کنترل کرد.

این مثال نیروی حرکت تازه‌ای برای آزمایش‌های از راه دور به ما می‌دهد که آموزش از راه دور را ممکن می‌سازد. مهیا بودن آزمایشگاه‌ها در اینترنت، برنامه زمان‌بندی آزمایشگاه‌ها را در ترم‌های تحصیلی کم‌تر کم‌تر کرده است، زیرا دانشجویان می‌توانند آزمایش‌ها را در هر زمان از شبانه‌روز یا حتی اوقات فراغت خود در هفته انجام دهند. آزمایش از راه دور روش‌های قدیمی و سنتی کسب دانش را به یک روش انعطاف‌پذیرتر و شخصی‌تر تبدیل می‌کند و در نتیجه، دانشجو می‌تواند با کمتر حاضر شدن در محیط دانشکده وقت بیشتری را در انجام دادن کار مفید و مؤثر صرف کند. آزمایش از راه دور فقط به کسب دانش محدود نمی‌شود، بلکه دسترسی افراد را به دستگاه‌ها از راه دور ممکن می‌سازد [۱].

برای سوار شدن بر جذر و مد عصر اطلاعات، این مقاله به جنبه‌هایی از نصب سیستم‌های DCS که قابل دسترسی در اینترنت است، می‌پردازد. این سیستم همچنین، اضافه شده به یک آزمایش دانشجویی در توسعه سیستم DCS است، جایی که دانشجویان می‌توانند آزمایش کنند که چگونه اینترنت می‌تواند به طور مؤثری برای مونیورینگ متغیرهای فرایند در یک سیستم DCS به کار گرفته شود.

در سال‌های اخیر، یک روال محکم از آزمایش‌های مجازی بر مبنای اینترنت فرمول‌بندی شده است. برای ایجاد احساس یکسان آزمایش در آزمایشگاه‌های حقیقی، آزمایش‌های مجازی از سطح مشابه‌سازی سیستم‌ها به سطح دستگاه‌های واقعی از فاصله دور رسیده است. شخصی به نام Salzmann et al. راه حلی برای آموختن از راه دور بر روی اینترنت ارائه کرد.

با استفاده از بردهای DAQ با LabVIEW می‌توان یک قاعده‌کاری برای دسترسی به کنترل زمان واقعی دستگاه‌های الکتریکی و بازوهای ربات‌ها توسعه داد [۲]. این پروژه دانشجویان را توانا ساخته است که آزمایش‌های عملی از راه دور و بدون حضور در کلاس با موفقیت به انجام برسانند.

در یک مورد مشابه Atul و Molly نرم‌افزاری را برای کاربرد آموختن از راه دور توسعه داده‌اند که به کاربر به موقعیتی دور اجازه برقراری ارتباط با آزمایشگاه مهندسی کنترل در دانشگاه ایالتی Oregon را می‌دهد و کاربر می‌تواند آزمایش‌ها را از دور انجام دهد و فرابگیرد. این نرم‌افزار به کاربران اجازه انجام دادن آزمایش بر روی World Wide Web (www) را می‌دهد. برای دسترسی فقط یک web browser پایه‌ای که Java را اجرا می‌کند مورد نیاز است. یک آزمایش روبات برای شرح دادن توسعه داده است و یک ویدئو برای نمایش دادن آزمایش استفاده شده است [۳].

یک آزمایشگاه راه دور در دانشگاه ملی سنگاپور برای دسترسی دانشجویان مهندسی برای کنترل Pilot-scale سرووموتور dc از راه دور توسعه داد شد [۴]. در طول یک تماس اینترنتی کاربر می‌تواند اطلاعات و مشخصه‌های مهم سیستم فیزیکی را استخراج و یک کنترلر PID برای کنترل حرکت موتور را تنظیم کند. یک کامپیوتر شخصی مسئولیت Data acquisition و کنترل سرووموتور را از طریق یک کارت DAQ بر عهده دارد. در این آزمایش بهره‌های کنترلی متفاوت و ساختارهای متفاوتی برای مقایسه اجرای موفقیت‌آمیز با تنظیم‌های کنترلی متفاوت مورد استفاده قرار می‌گیرد. به هر حال، توجه شود که کنترلر و موتور dc هر دو در یک مکان قرار دارند و کاربر می‌تواند پارامترهای کنترلی یا حتی الگوریتم کنترل را از راه دور تغییر دهد.

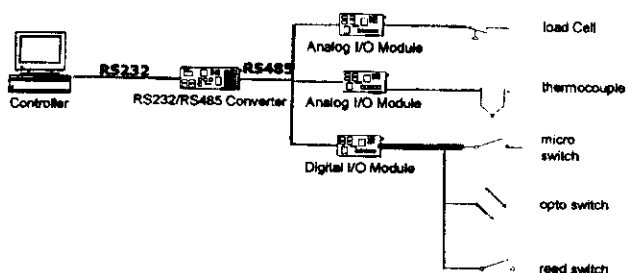
باید بدانیم که بیشتر این آزمایش‌ها بر پایه (One Signal on one wire) متمرکز شده‌اند. احتمالاً این مقاله اولین مقاله‌ای است که در مورد monitoring و acquisition برای متغیرهای فرایند بر روی یک گذرگاه دیجیتالی دو سیمه منتشر شده است که پایه و اساس اکثر سیستم‌های DCS امروزی است. بنابراین، تعدادی از متغیرهای فرایند از طریق یک server tap به سیستم DCS و بدون نیاز به سیم‌های زیاد از دور قابل دسترسی است. با اینکه این کار به‌طور مشخص بر یک ADAM network متمرکز شده است عموماً برای شبکه‌های

دیگر نیز عملی می‌باشد [۶] و [۷]. این مقاله شامل موضوعات اصلی زیر است:

## ۲. مروری مختصر بر سیستم‌های کنترل گسترده (DSC)

سیستم DCS یک سیستم کامل است که شامل integrated operator stations Control modules و remote I/O است [۸]. ویژگی یک سیستم DCS، هوش گسترده یا توزیع شده است که در آن هر کنترلر یک سیستم بر اساس میکروپروسور می‌باشد. یک کامپیوتر مرکزی عمل نمایش دادن و هماهنگ کردن کل شبکه کنترلرهای هوشمند و دستگاه‌ها را بر عهده دارد. ارتباطات داخلی سیستم از طریق ارتباط دیجیتالی صورت می‌گیرد. بنابراین، تمام مزایا و محاسن یک سیستم DCS را می‌توان با سیستم انتقال دیجیتالی داده مرتبط دانست که باعث کمتر شدن هزینه‌های مسی، ایمنی و اطمینان بالاتر نسبت به نویز، فاصله بیشتر انتقال داده، قابلیت اعتماد بیشتر و انعطاف پذیری بیشتر می‌شود.

تا اواسط دهه ۶۰ میلادی در قرن بیستم، مهندسان کنترل به ایده‌های سیستم‌های کنترلی گسترده DCS که ترکیبی از اجزای کنترلی و مخابراتی دیجیتالی باشد رسیده بودند، اما تکنولوژی کامل کردن و به اجرا درآوردن عملی این ایده که بتواند از لحاظ هزینه مقرون به صرفه باشد موجود نبود، تا اینکه در سال ۱۹۷۱، با معرفی اولین میکروپروسور و تکنولوژی مربوط به آن، این سیستم‌ها به صورت عملی در آستانه بهره‌برداری قرار گرفت. امروزه، با کمک پردازش داده هوشمند سیستم‌های DCS در اکثر فرایندهای کنترلی و سیستم‌های تولیدی صنعتی نفوذ کرده است.



شکل ۱. عکس از desk top در یک سیستم DCS



شکل ۲. سیستم کنترل گسترده (DCS)

## ۱.۲. آزمایش

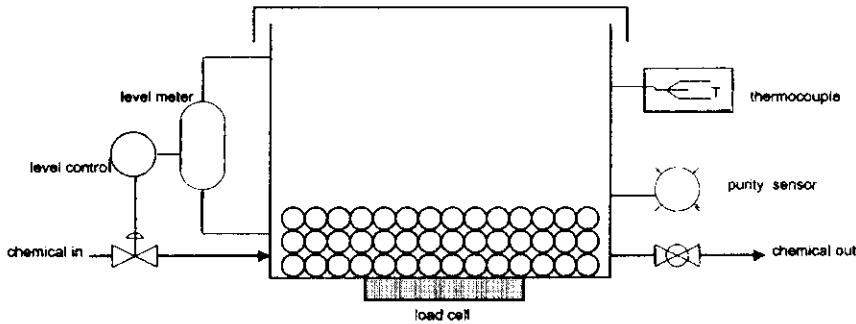
سیستم‌های DCS تجهیزات عظیمی دارند که برای نصب شدن در یک آزمایشگاه، بسیار گران‌قیمت و زیاد است. از طرفی، حائز اهمیت است که دانشجویان مهندسی کنترل، مکانی برای تجربه کردن و آزمایش روی شیوه عملکردهای کلیدها در سیستم DCS داشته باشند. بنابراین، تجهیزات DCS برای تأمین این نیاز دانشجویان طراحی شده است که در این روش یک سیستم DCS موجود است که در آن یک کامپیوتر وضعیت و عملکرد وسایل و فرایندها را نمایش می‌دهد.

به‌علاوه برای پررنگ کردن افزایش استفاده اینترنت در عملیات از راه دور، قسمت دوم آزمایش نشان می‌دهد که چگونه عملکردهای اساسی از راه دور با استفاده از یک web browser انجام می‌شوند.

کاربر ممکن است هر جایی که نقاطی برای دسترسی به شبکه موجود است، باشد. پنج عنصر سنسور که به یک کامپیوتر DCS سیم‌بندی شده‌اند، در شکل ۲ نشان داده شده است، همچنین شکل ۱ عکسی از DCS را نشان می‌دهد.

سنسورهای منظور شده، وضعیت عملکردی فرایند شیمیایی با دمای بسیار بالا و همچنین، اندازه‌گیری مورد نیاز را در اختیار ما می‌گذارند (شکل ۳). در تحت شرایط معلومی کلید

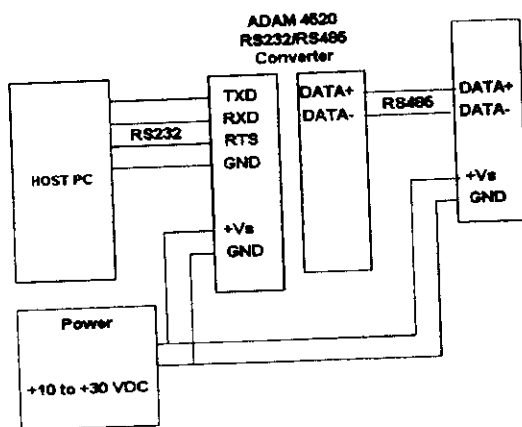
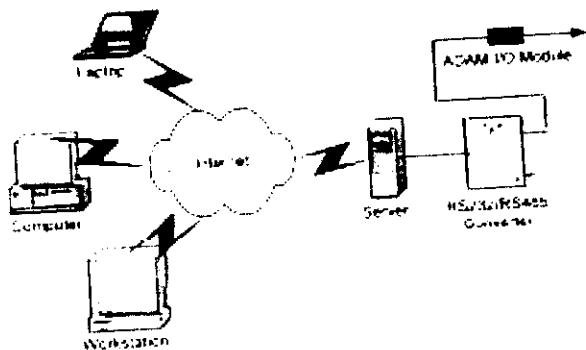
Reed باید وصل باشد که نشان‌دهنده بسته بودن مناسب در است و کلید micro که نشان‌دهنده هر سرریزی است باید قطع باشد. کلید opto میزان خلوص ماده شیمیایی را اندازه‌گیری می‌کند و وقتی که روشن می‌شود، نشان‌دهنده نیاز به تغییر در محتویات مواد شیمیایی است. Load cell یک سیگنال آنالوگ مربوط به وزن بار تحت فرایند ایجاد می‌کند. ترموکوپل دمای فرایند را برای اجتناب از بیش از حد حرارت دادن معین می‌کند. در صورتی که هر کدام از کلیدها وضعیتی غیرمعمول را نشان دهند، alarm به صدا در می‌آید و آن‌گاه می‌توان عملکردهای مناسب را به موقع انجام داد.



شکل ۳. فرایند شیمیایی

در قسمت اول آزمایش نیاز است که دانشجویان تمام دستگاه‌ها و وسایل را با یک سیستم دیجیتالی متصل کنند و به هر دستگاه یک آدرس منظور شده منحصر به فرد داده شود. یک کامپیوتر شخصی به عنوان سیستم نمایش و کنترل مرکزی که از طریق RS-232-RS485 که یک گذرگاه دیجیتالی است به تمام دستگاه‌ها و وسایل متصل است. از طریق این کامپیوتر دانشجویان می‌توانند به متغیرهای فرایند دسترسی داشته باشند و این‌گونه می‌توانند با توجه به متغیرهای فرایند منطق مربوط برای به صدا درآوردن alarm را تحت شرایط ضروری دریابند. از دانشجویان انتظار می‌رود که برای این قسمت از آزمایش در آزمایشگاه حضور

فیزیکی داشته باشند که با توجه به وجود چهار دستگاه در آزمایشگاه در هر آزمایش هشت دانشجو می‌توانند حضور داشته باشند. در قسمت دوم آزمایش دانشجویان چگونگی فرایند مونتورینگ و alarm بر روی اینترنت را به‌طور کامل تجربه می‌کنند. اولین فایده سیستم مونتورینگ از راه دور، ذخیره و صرفه‌جویی در هزینه‌های مالی بیشتر است، همچنین قابلیت اعتماد به سیستم و بازده سیستم نیز بیشتر می‌شود. با توجه به این‌که این قسمت از آزمایش فقط شامل مونتورینگ وسایل و وضعیت alarm است، تعداد پانزده دانشجو هم‌زمان قادرند حضور یابند که قرار است این ظرفیت به تناسب نیاز شرکت‌کنندگان افزایش یابد. این آزمایش دو سال است که انجام می‌شود و دانشجویان بسیار راضی و خشنود هستند که می‌توانند این آزمایش را از راه دور و هر زمان و هر جا که بخواهند، چه در خانه یا در مسافرت، انجام دهند.



شکل ۴. اتصالات شبکه ADAM به کامپیوتر شخصی

### ۳. طراحی سخت‌افزاری

هسته web-based DCS یک کامپیوتر است که وضعیت وسایل و عملکرد فرایندهایی را که به کامپیوتر متصل هستند نمایش می‌دهد. DCS مورد نظر بر اساس interface module های هوشمند سنسور به کامپیوتر سری ADAM [ساخته شده توسط Advan Tech] با میکروپروسور داخلی است [۶]. سخت‌افزار ضروری در توسعه آزمایشگاه مجازی شامل module I/O های ADAM network و سنسورهای متصل به کامپیوتر شخصی Pentium III با فرکانس ۴۵۰MHz شامل ۱۲۸MB حافظه RAM از طریق یک اتصال RS-۲۳۲ است.

#### ۴. طراحی نرم‌افزاری

سیستم کلی شامل دو زیرسیستم است: یکی Client Server Application و دیگری Backend LabVIEW VI. انتهای جلویی شامل یک Client side Applet است که با یک GUI<sup>۱</sup> نمایش داده شده در یک web browser به استفاده کننده ارائه می‌شود. برای مثال؛ Netscape navigator یا Microsoft Internet Explorer. از طریق browser استفاده کننده می‌تواند به وضعیت سنسورها از طریق اینترنت دسترسی داشته باشد. Lab VIEW<sup>۲</sup> که به آن VI هم گفته می‌شود، اطلاعات در مورد سنسورها را برای Client Applet از طریق یک برنامه در حال اجرا روی کامپیوتر میزبان مهیا می‌سازد. Software interaction مربوط در شکل ۶ نشان داده شده است.

#### ۱.۴. کاربردهای Client Server

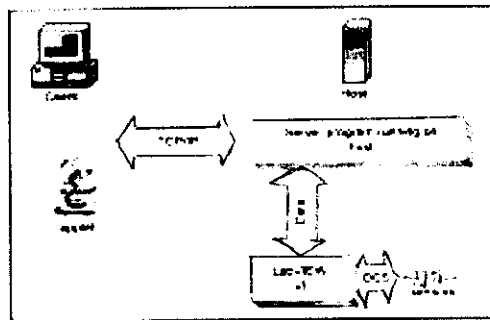
اتصال به اینترنت برای دسترسی کامپیوترهای کاربران به اطلاعات مورد نیاز ضروری است. در زیر سیستم‌های ضروری توضیح داده می‌شوند:

---

۱. Graphical User Interface

۲. Laboratory Virtual Instrument Engineering Work bench





شکل ۶. Overall Software Interaction

#### ۱.۱.۴. Server

Server عبارت است از برنامه کامپیوتری که خدماتی را به کاربران متصل به آن ارائه می‌دهد. در سیستم ما Server تمام تماس‌های کاربران را برقرار و مانند پلی بین کاربران و LabVIEW عمل می‌کند. برنامه Server با استفاده از زبان Java نوشته شده است. با اینکه VI‌های شبکه‌ای LabVIEW پروتوتایپ‌هایی تولید می‌کنند که می‌توانند برای خدمات ضروری برای درست کردن یک Server استفاده شوند، به هر حال ServerVI‌ها نمی‌توانند چندین ارتباط را برقرار کنند. بنابراین، برای نوشتن برنامه Server زبان Java انتخاب شد [۱۰]. Server به صورت تئوری توانایی پذیرش تعداد نامحدودی ارتباط را دارد. به هر حال، توانایی اجرایی سیستم به تعداد ارتباطها بستگی دارد. بنابراین، Server به گونه‌ای طراحی شده است که حداکثر به پانزده دانشجو به طور همزمان قابلیت ارتباط بدهد.

#### ۲.۱.۴. Communication Protocol

ارتباط بین Server و Client (کاربر) ممکن است به صورت یکی از روش‌های زیر باشد:

DSTP: Data Socket Transfer Protocol

TCP/IP: Transmission Control Protocol/ Internet Protocol

User Data gram Protocol

TCP/IP در اکثر کامپیوترها و سیستم‌های عامل قابل دسترسی است، به علاوه امکان چندین

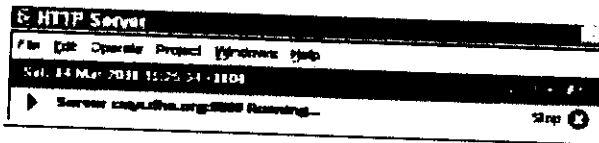
ارتباط همزمان را فراهم می‌کند که بهترین انتخاب برای کاربردهای شبکه است.

#### ۳.۱.۴ Sockets

Socket ترمینالی را در اختیار ما قرار می‌دهد تا بتوانیم در شبکه بین فرایندها ارتباطات برقرار کنیم. در این مقاله Socket ها برای ارتباطات فعال بین کاربران و کامپیوترهای میزبان<sup>۱</sup> در برقرار کردن یک تماس Tcp/IP استفاده می‌شوند.

LabVIEW5.0 با یک Internet Developers Toolkit Passage می‌آید، به عنوان یک جزء اضافی که به VI ها اجازه می‌دهد که به کاربردهای عملی شده اینترنت مانند E-mail و news reader تبدیل شود.

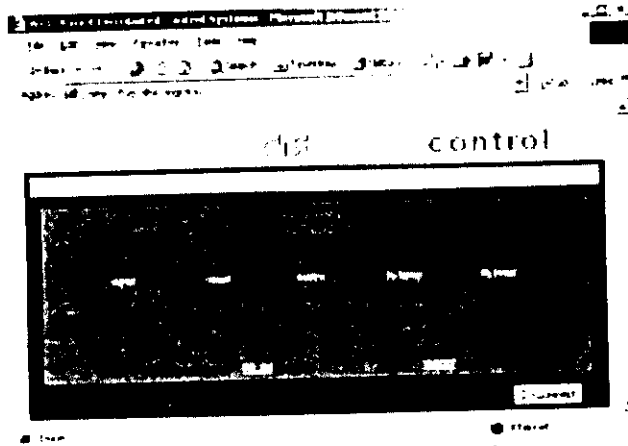
Toolkit شامل یک G-web Server می‌شود (شکل ۷) که یک HTTP web server قادر به گرفتن عکس‌های VI ها در فرمت JPG یا PNG می‌باشد. بنابراین، آنها می‌توانند در یک فایل HTML جمع شوند و روی ماشین‌های کاربران که web browser نصب کرده‌اند Download شود.



شکل ۷. G-Web Server

#### ۴.۱.۴ Client Applet

Client Applet در یک HTML گنجانده شده است. کاربر از طریق Applet سعی بر این دارد که با Server تماس برقرار کند. Client Applet فقط مانند یک شنونده عمل می‌کند که منتظر شنیدن یا دریافت داده‌ها روی Socket است که از Server می‌رسند و صفحه نمایش گرافیکی را برای منعکس کردن تغییرات در وضعیت سنسورها در کامپیوتر میزبان update می‌کند. عکسی از GUI روی ماشین کاربر در شکل (۸) نشان داده شده است. به عنوان مثال، دانشجویی که در حال انجام دادن این قسمت از آزمایش است، انتظار می‌رود که با وارد کردن URL<sup>۱</sup> مربوط به website در web browser و متصل شدن به Server به سیستم دسترسی یابد و شکل (۸) را مشاهده کند.



شکل ۸. عکس از GUI روی ماشین کاربر

بار، دما و کلیدها در desktop سیستم DCS توسط Supervisor در ترکیب و شکل اساسی تنظیم شده‌اند. دانشجو تنظیم‌ها را می‌خواند و زمان‌های مربوط به آنها را یادداشت می‌کند. همچنین، دانشجو ممکن است که سطوح آستانه alarm را برای این کلیدها بر روی این interface تغییر بدهد.

#### ۲.۴ Backend VI

۱. Universal Resource Locator

برنامه Backend مانند ستون اساسی کل سیستم است که ارتباط میان وسایل را روی گذرگاه کنترل و امکان‌پذیر می‌کند. نرم‌افزاری کنترلی با استفاده از Lab VIEW نوشته شده است.

#### ۱.۲.۴ Lab VIEW

Lab VIEW محیط گسترده برنامه‌نویسی گرافیکی متحول بر اساس زبان برنامه‌نویسی G است که بسیاری از مهندسان و دانشمندان برای ایجاد راه‌حل‌هایی در موضوعاتی از جمله Data acquisition و تجزیه و تحلیل داده‌های کنترلی و ارائه داده به کار می‌برند.

Lab VIEW 5.0 برای نوشتن برنامه‌های کنترلی یا VI برای فصول مختلف آزمایشگاه

به دلایل زیر به کار گرفته می‌شود:

- سادگی در روش برنامه‌نویسی گرافیکی آن که به‌طور ذاتی برای مهندسان و دانشمندان قابلیت درک مستقیم بالایی دارد؛

- Lab VIEW برنامه‌نویسی modular را می‌پذیرد، جایی که سیستم نرم‌افزاری به زیردستگاه‌ها یا SubVI ها قابل تقسیم باشد. بنابراین، هر VI یا Sub VI قابل پشتیبانی است و باعث کاهش زمان انتشار می‌شود، وقتی که توابع مشابه در کاربردهای متفاوتی مورد نیاز باشند. به‌طور کلی، تغییر شکل یا اصلاح روی Sub VI روی بقیه Sub VI های متقابل تأثیری نمی‌گذارد، همان‌طور که زبان‌های بنیادی و قدیمی‌تر مانند زبان برنامه‌نویسی C این‌گونه است.

این مسئله به‌ویژه در کم‌کردن زمان انتشار با کمک Sub VI های تولید شده توسط

Advan Tech مفید است.

#### ۲.۲.۴. کالبدشناسی VI

نقش اصلی VI به‌دست آوردن داده از I/O module های دیجیتال، Reed Switch, Opto Switch, Micro Switch و آنالوگ (load cell, thermo couple) و عبور داده به برنامه Server برای رساندن به کاربران متصل به Server است.

#### ۱.۲.۴ Data acquisition

Data acquisition با استفاده از Sub VI های تولید شده توسط سازندگان I/O module (Advan Tech) به سهولت انجام می‌شود. برای دسترسی به I/O module ها با استفاده از Sub VI ها یک Device open باید به وسیله مشخص کردن آدرس I/O module در سیستم DCS درست شود، همان‌طور که در شکل (۹) نشان داده شده است.

با استفاده از یک Device open داده از I/O module های دیجیتال و آنالوگ به ترتیب در استفاده از Sub VI های DIORead port Byte.vi و AL VoltageIn.vi خوانده می‌شود (شکل‌های ۱۰ و ۱۱).

خروجی I/O module دیجیتال با ورودی از سنسورها بیت‌های یک بایت را تشکیل می‌دهند.

ورودی از سوئیچ‌های micro reed, opto بیت‌های ۰، ۱ و ۲ هستند. همانند آنچه برای AL Voltage.vi داریم (شکل ۱۱). خروجی از جنس ولتاژ است.



شکل ۹. Device Open



شکل ۱۰. DIOReadport Byte.vi



شکل ۱۱. AL Voltagcin.vi

برای به دست آوردن نیروی وارد شده بر Load cell و برای به دست آوردن دما، دانشجویان باید ضرایب تناسبی را تعیین کنند تا بتوانند ولتاژ خروجی را به واحدهای مطلق نیوتن و درجه سلسیوس برای Load cell و ترموکوپل تبدیل کنند.

#### ۲.۲.۲.۴ Networking

Backend VI به عنوان یک کاربر خصوصی به برنامه Server متصل می‌شود و برای Server وضعیت سنسورها را تأمین می‌کند. VI در ابتدا برای برنامه Server در حال استفاده از تابع ارتباط TCP Open (شکل ۱۲) در Lab VIEW با اختصاص دادن آدرس و درگاه که از آن برنامه Server اجرا می‌شود به فرم یک Socket در می‌آید. VI ضرورتاً در یک Loop اجرا می‌شود، داده‌ها را از سنسورها می‌خواند و داده را به داخل Socket متصل به Server می‌فرستد. این عمل می‌تواند به وسیله ذخیره ID تماس (یا Socket ID) و داده ارائه شده به تابع نوشتن TCP انجام شود (شکل ۱۳).



شکل ۱۲. TCP Open Connection.vi



شکل ۱۳. Tcp Write.vi

### ۵. ارزیابی سیستم

برای این که کاربران بتوانند از محل دستگاه دور باشند و دستگاه را از راه دور کنترل کنند و از طرفی هم بتوان مزایای در محل دستگاه‌ها بودن را نیز حفظ کرد، با مشکل بزرگی مواجه‌ایم و مهمترین موضوع این است که درجه مسئولیت‌پذیری سیستم در آن فاصله دور باید یکسان باشد. برای مثال، یک کاربر از راه دور اگر که فیدبک بعد از یک دقیقه از این که او قصد محقق کردن وضعیت سنسورها را داشته باشد برسد اصلاً جواب قابل قبولی نخواهد گرفت. شاید آن‌گونه که باید نتوانیم پاسخ‌های آنی ایده‌آلی داشته باشیم، اما زمان‌های پاسخ باید تا حد امکان به حداقل برسد.

### ۱.۵. زمان انتقال داده

TCP محدودیتی ذاتی دارد که عبارت است از این که وقتی بار شبکه افزایش یابد، شروع کندی دارد و مسئولیت‌پذیری سیستم در قبال ترافیک‌های شبکه‌ای پیش‌بینی نشده نامطلوب است. کنترل خیلی کمی روی شرایط ترافیکی اینترنت وجود دارد. یک روش ممکن برای بهتر کردن پاسخ زمانی کاهش دادن حجم داده انتقال داده شده از Server به کاربر است. در هنگام Update کردن Interface‌های گرافیکی همان‌طور که در قسمت طراحی نرم‌افزاری اشاره شد، Server می‌تواند یک image از کل صفحه نمایش کامپیوتر میزبان بگیرد و فایل image را برای کاربر بفرستد. یک کپی محلی از صفحه گرافیکی می‌تواند با فرستادن فقط داده‌های مورد نیاز Update شود.

در روش دوم که ترجیح داده می‌شود، در واقع متد اجرا شده در سیستم است که به موجب آن Client Applet می‌تواند بر اساس دهها بایت داده Interface را Update کند، به جای

فایل‌های image که در حدود چندین کیلوبایت است.

همان‌طور که در قسمت الف از طراحی نرم‌افزاری اشاره شد، یک ارتباط Socket برای جواب دادن تقاضاهای HTTPهای تکراری به Server انتخاب شده بود. این انتخاب یک جابه‌جایی عمدی برای بهتر شدن پاسخ زمانی است.

هر زمانی که یک Client Server به یک سند، image و غیره دسترسی می‌یابد، HTTP یک ارتباط TCP جدید روی Server ایجاد می‌کند [۱۱] و همین که ارتباط کامل شد، به‌طور ناگهانی حذف می‌شود و دیگر استفاده نمی‌شود. در نتیجه، اگر تقاضاهای مکرر برای web server پدید آید، آنها ترافیک زیادی را تولید و برای تماس‌های مکرر تأخیر ایجاد می‌کنند.

برای مطالعه اثر تأخیر زمانی ارتباطی اینترنت بر استفاده‌کنندگان از راه دور، چندین کامپیوتر در قسمت‌های مختلف محیط دانشکده با متصل شدن به Server نقش کاربران را بر عهده گرفتند. کاربرانی که از طریق یک modem 56.6 kbps متصل شده‌اند و از دانشگاه کمبریج به سیستم دسترسی دارند نیز جزء آزمایش هستند. بر اساس مشاهدات، تأخیرهای انتقال تصادفی ایجاد شده به وسیله ترافیک سنگین اینترنت و دسترسی همزمان به سیستم همگی به یک زمان قابل قبول محدود می‌شوند. به دلیل آن که ماشین‌های کاربران در دانشکده به LAN دانشکده ما متصل هستند، پاسخ تقریباً آنی است. کندترین پاسخ از استفاده‌کننده modem می‌آید، اما تأخیر در حدود ۱۰ ثانیه تخمین زده می‌شود.

آزمون‌های ارزیابی ممکن است که به اندازه کافی عملی نباشند، برای این که تأخیرها در زمان‌های مختلف در روز با شرایط بار مختلف تغییر خواهند کرد. این تغییرات برای کاربران کشورهای دیگر بیشتر حس می‌شود. در هر صورت، برای این آزمایش مهندسان ابتدا به مشخص کردن وضع سنسور علاقه‌مندند که به عملکردهای بحرانی زمان مانند کنترل مستقیم یک موتور در فاصله دور تا زمانی که تأخیرها منجر به تنزل در اجرا خواهند شد، مرتبط نمی‌شوند.

نتایج به دست آمده برای برآوردن کردن احتیاجات یک سیستم بر اساس اینترنت برای این آزمایش قانع‌کننده است.



در جمع‌بندی توانایی بر مبنای web برای سیستم، کاربر قادر است که وضعیت سنسورها را از هر جایی در دنیا تنها با انتخاب کردن ساده URL مربوط به Server با یک web browser روی ماشین کاربر بداند. تمام این اعمال می‌توانند بدون بر هم زدن فرایندها یا عملکردهای ماشین در زمان واقعی رخ دهند. دسترسی بیشتر به دستگاه‌های آزمایشی، روش سنتی تعلیم را به یک تجربه انعطاف‌پذیرتر و شخصی‌تر آموزشی تبدیل کرده است، در نتیجه سبب حضور کمتر در محیط دانشکده و زمان بیشتر برای بروز خلاقیت است.

### ۳.۵. Enhancement

نظر به این که این آزمایش فقط یک Pilot برای یک DCS بر اساس web است، پیشرفت‌های زیادی موجودند که می‌توانند توانایی اجرایی سیستم را در آینده افزایش دهند.

### ۱.۳.۵. Interactivity

Interactivity در این دستگاه نسبتاً کمیاب است، برای این که مهندسان ابتدا به مشخص کردن وضعیت سنسورهای مرتبط با سیستم DCS علاقه‌مند هستند. البته، سیستم DCS بر اساس web، با اجازه دادن به کاربردها به کنترل غیرمستقیم actuatorها بر روی اینترنت بر اساس ورودی‌های گرفته شده از سنسورها، به راحتی قابل توسعه‌اند. استفاده‌کنندگان می‌توانند پارامترهای کنترلی و الگوریتم‌های یک کاربر از راه دور را برای یافتن محدودهٔ actuator، download کنند. اطلاعات بیشتر در مورد چنین آزمایش کنترل از راه دوری در مرجع [۵] یافت می‌شود.

### ۲.۳.۵. Automated Alarm

معمولاً اگر بار از وزن مجاز تجاوز کند، استفاده‌کننده فقط با نگاه کردن به نشانگر alarm روی پانل DCS موضوع را متوجه می‌شود. Alarm می‌تواند با تشکیل یک سرویس پیغام کوتاه (SMS) یا سرویس Paging در سیستم، خودکار شود. بنابراین، هر وقت که alarm روشن شود، شخص مسئول از طریق SMS یا Paging متوجه می‌شود، در نتیجه دیگر نیازی به حضور اپراتور در مقابل پانل در طول عملیات نیست.

### ۳.۳.۵. تکنولوژی‌های Internet بدون سیم

در تکنولوژی‌های بدون سیم، تلاش‌ها برای تشکیل اینترنت با ارتباطات بدون سیم بوده است. ایده استاندارد کاربر بدون سیم<sup>۱</sup> یا WAP [۱۲] به شرکت‌های سازنده Ericsson و Nokia مربوط می‌شود. این بر اساس تکنولوژی اینترنت موجود مانند XML<sup>۲</sup> و IP<sup>۳</sup> است. این استاندارد برای تأمین اینترنت برای کاربران بدون سیم، وسایل WAP مانند تلفن همراه است. با بیشتر شدن پهنای باند که در تلفن‌های همراه نسل سوم صورت گرفته است، حجم زیادی از اطلاعات چندرسانه‌ای می‌تواند از طریق این شبکه تلفنی بدون سیم انتقال داده شود. این توانایی می‌تواند به‌طور زیادی قابلیت Internet را به عنوان واسطه در کنترل‌های صنعتی در آینده افزایش دهد (شکل ۱۴).



شکل ۱۴. عکس از GUI مورد نظر روی یک تلفن WAP

- 
۱. Wireless Application Protocol
  ۲. Extensible Markup Language
  ۳. Internet Protocol

اتحاد تکنولوژی اینترنت و ارتباطات بدون سیم بی‌شک فرصت‌های شگفت‌انگیزی در صنعت مهیا می‌سازد. کنترل ابزاری فرایندها با استفاده از یک تلفن همراه در هر مکانی روی زمین بدون نیاز به ارتباط فیزیکی مقدور خواهد بود.

#### ۶. نتیجه‌گیری

در این مقاله، توسعه یک سیستم بر اساس اینترنت ارائه شد که اجازه می‌دهد بتوانیم متغیرهای مهم فرایند از یک سیستم DCS را مونیتورینگ کنیم. این مقاله طراحی سخت‌افزاری و نرم‌افزاری را که به استفاده‌کنندگان اجازه می‌دهد تا به سنسورها دسترسی داشته باشند و بتوانند actuatorها را فعال کنند تشریح می‌کند. این کار از راه دور و به‌طور مؤثر با استفاده از یک web browser معمولی و در دسترس صورت می‌گیرد. این سیستم به‌صورت یک وسیله آموزشی برای این که دانشجویان بتوانند از راه دور یک سیستم DCS را آزمایش کنند تنظیم شده است.

#### مراجع

1. G.V. Kondraske, R.A. Volz, D.H. Johnson, D. Tesar, J.C. Trinkle and C.R. Price, Network - based infrastructure for distributed remote operations and robotics research, IEEE Trans. Robot. Automat., Vol. 9, pp. 702-704, Oct. 1993.
2. C. Salzmann, D. Gillet and P. Huguenin, Introduction to real - time control using Lab VIEW with an application to distance learning, Int. Eng. Educ. Vol. 6, pp. 255-272, 2000.
3. M. Shor and A. Bhandari, Access to an instructional control laboratory experiment through the World Wide Web, in Proc. 1998 Amer. Control Conf., Philadelphia, PA, pp. 1319-1325, 1998.
4. K.K. Tan, T.H. Lee, and F.M. Leu, Development of a distant laboratory using LabVIEW, Int. J. Eng. Educ., Vol. 16, pp. 273-282, 2000.

5. R.B. Sepe and N. Short, Web-based virtual engineering laboratory (VE-LAB) for calaborative experimentation on a hybrid vehicle starter/alternator, IEEE Trans. Industry Applicat., Vol. 36, pp. 1143-1150, July 2000.
6. AdvanTech Co. Ltd. Homepage. [Online]. Available: <http://www.advantech.com>.
7. ADAM 4000 Series Data Acquisititon User's Manual, AdvanTech, 1997.
8. S. Gupta and J.P. Gupta, PC Interfaing for Laboratory Data Acquisition and Process, ISA, 1989.
9. L. Sokoloff, Basic Concepts of LabVIEW 4. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1998.
10. Horton, Beginning Java: Worx Press, 1997.
11. Hypertext Transfer Protocol - HTTP/ 1.0[Online]. Available: <http://www.ics.uci.edu/pub/ietf/http/rfc1945.html>.
12. WAP Forum. [Online]. Available: <http://www.wapforum.org>.

(تاریخ دریافت مقاله: ۸۱/۸/۲۰)