

شبیه‌سازی نظام اطلاع‌رسانی فارسی کتابخانه منطقه‌ای علوم و تکنولوژی شیراز با استفاده از شبکه عصبی

سارا کلینی^۱

چکیده: در این مقاله، روش تفسیر نتایج شبیه‌سازی نظام‌های گسسته با استفاده از شبکه عصبی و یادگیری نظارت شده به‌عنوان روش یادگیری ماشین مورد مطالعه قرار گرفته است. برای تحقق این کار، مجموعه‌ای از داده‌های واقعی متشکل از زیر مجموعه نمونه‌گیری از بخش اطلاع‌رسانی کتابخانه منطقه‌ای علوم و تکنولوژی شیراز فراهم آمد و نظام اطلاع‌رسانی این کتابخانه با استفاده از اطلاعات فراهم آمده توسط برنامه‌ای که در محیط GPSS/H نوشته شده، شبیه‌سازی شد که نتایج آن به‌عنوان ورودی برای تعلیم شبکه عصبی هوشمند^۲ استفاده شد. این بررسی نشان می‌دهد که مدل شبکه عصبی، دارای دقتی است که با شبیه‌سازی انجام شده توسط GPSS/H قابل مقایسه است و با تعلیم گرفتن شبکه، نظام می‌تواند در زمان واقعی، عملیات خود را به انجام برساند. کارآیی نظام شبکه عصبی در مورد تخمین زمان ارائه خدمات به هر کاربر در مرکز اطلاع‌رسانی با کارآیی نظام شبیه‌ساز مقایسه شد که نتایج مطلوبی را نشان داد.

کلیدواژه‌ها: شبیه‌سازی، نظام اطلاع‌رسانی فارسی، شبکه عصبی هوشمند، فراالگو، کتابخانه منطقه‌ای علوم و تکنولوژی شیراز

مقدمه

تحلیل نظام‌ها به کار می‌رود شبیه‌سازی آنهاست. در الگوسازی، ابتدا تاریخچه نظام ساخته می‌شود و سپس مورد بررسی قرار می‌گیرد (۱)، اما در شبیه‌سازی رایانه‌ای نظام، الگویی از نظام طراحی می‌شود. با اجرای ماشین الگو، رفتار در دسترس تحلیل‌گر نظام، قرار داده

۱. شبیه‌سازی نظام‌ها

برای شناخت و افزایش بهره‌وری و بهبود عملکرد یک نظام، باید آن را به‌طور کامل مورد بررسی و شناسایی قرار داد. یکی از روش‌هایی که به‌منظور تجزیه و

۱. مدیر گروه طرح و برنامه کتابخانه منطقه‌ای علوم و تکنولوژی شیراز

۲. شبکه عصبی هوشمند در زمینه بررسی نتیجه شبیه‌سازی دارای قابلیت‌های خوبی است که می‌توان از آن برای بهینه‌سازی و پیش‌بینی نظام اطلاع‌رسانی کتابخانه استفاده نمود.

جهت پیاده‌سازی این شبکه‌ها بر طبق شبکه عصبی طبیعی در نظر گرفته شده است (۶):

۱. پردازش داده‌ها در عناصر ساده‌ای به عنوان نرون انجام می‌شود؛

۲. سیگنال‌ها از طریق اتصالات بین نرون‌ها منتشر می‌شوند؛

۳. به هر اتصال یک وزن تخصیص می‌یابد که این وزن در سیگنال‌های منتشر شده ضرب می‌شود یا به بیان دیگر هنگامی که یک سیگنال از یک نرون به نرون دیگر در حال حرکت است، تحت تأثیر محیط انتشار خود قرار می‌گیرد و ماهیت آن می‌تواند تغییر یابد؛

۴. تابع فعال‌کننده که معمولاً غیرخطی است به هر نرون اضافه می‌شود و با تأثیر بر ورودی شبکه، خروجی را تأمین می‌کند.

شکل زیر اجزای اصلی یک نرون هوشمند را نشان می‌دهد:

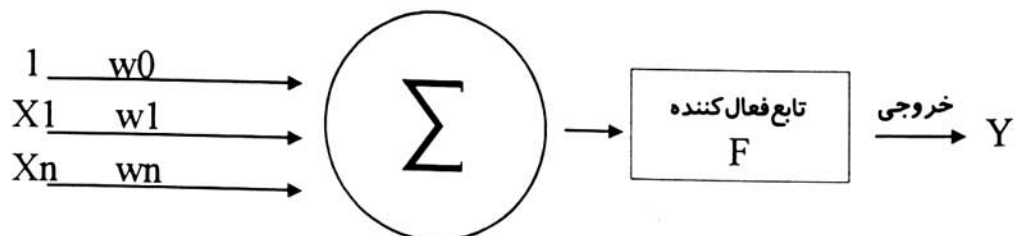
در یادگیری نظارت شده شبکه‌های عصبی فرض بر آن است که یک معلم در هنگام عملیات یادگیری حضور

می‌شود. تحلیل‌گر در هر زمان می‌تواند تغییرات لازم را در الگوی نظام ایجاد کرده، نتیجه آن را بعد از اجرای الگو مشاهده کند. با این روش شناخت به دست آمده از نظام، به هنگام پیشنهاد یا انجام تغییرات در آن بسیار سودمند خواهد بود. با ایجاد تغییر در ورودی‌های شبیه‌سازی و بررسی خروجی‌های به دست آمده، اطلاعات مفیدی درباره متغیرهای مهم نظام می‌توان به دست آورد. تحلیل‌گر با استفاده از الگوسازی، قبل از پیاده‌سازی نظام جدید و صرف هزینه زیاد، به عملکرد آن واقف شده و در صورت برخورد با مسائل، قبل از طراحی به رفع آن می‌پردازد (۵). شبیه‌سازی‌های نظام‌های گسسته، تغییراتی هستند که متغیر حالت آن در نقاط گسسته‌ای از زمان صورت گیرد.

۲. شبکه عصبی

انگیزه پیاده‌سازی شبکه عصبی هوشمند توسط رایانه با الگو گرفتن از مغز انسان و فعالیت‌های پیچیده

SUM



شکل ۱. اجزای اصلی یک نرون هوشمند

دارد و هر الگو برای یادگیری شامل داده‌های ورودی و خروجی است. در زمان یادگیری، مقایسه‌ای میان خروجی محاسبه شده توسط شبکه عصبی با مقدار داده‌های خروجی که مورد نظر است، انجام می‌گیرد و

آن آغاز شد. در توسعه شبکه عصبی، سعی در پیش‌گویی عکس‌العمل مبنی بر محرک‌های دریافتی مطابق با شبکه عصبی انسان است و فرضیه‌های زیر

به کارگیری شبکه عصبی هوشمند در نظام اطلاع‌رسانی کتابخانه منطقه‌ای

استفاده از شبکه‌های عصبی هوشمند در ساختن فرالگوی عملی بسیار سودمند و برای تخمین و مقایسه متغیرها مناسب است. از لحاظ محاسباتی به دست آوردن زوج‌های آزمایش و یادگیری، جهت شبیه‌سازی آماری رایانه‌ای پرهزینه است، بنابراین مطلوب آن است که الگوی شبکه عصبی از طریق تعداد محدودی مجموعه داده‌ها تهیه شود که در هر دو روش، آموزش جدید یادگیری، تکراری خواهد بود. زیر مجموعه داده‌های آموزشی برای طراحی شبکه عصبی اولیه به کار گرفته می‌شود. پیچیدگی روابط که شبکه بایستی آنها را یادگیرد، با توجه به مناطقی که دارای خطاهای زیاد آموزش است، انجام می‌پذیرد. فرض اصولی بر این است که مناطقی که پیچیدگی بالاتری دارند، بایستی آموزش‌های بیشتری را ببینند و تکرارهایی که به دنبال آن می‌آیند، باعث نامتوازن شدن الگوهای آموزش در مناطق پیچیده می‌شوند (۲).

شبکه چند لایه‌ای پرسپترون که توسط الگوریتم هوشمند آموزش داده می‌شود، متداول‌ترین شبکه عصبی است که در شبیه‌سازی نظام‌ها به کار رفته (۴) و برای الگوسازی بخش اطلاع‌رسانی کتابخانه منطقه‌ای شیراز از این شبکه استفاده شده است.

رویه انجام کار

به منظور شبیه‌سازی نظام گسسته شبکه اطلاع‌رسانی فارسی کتابخانه منطقه‌ای، الگویی از این ساختار پیاده‌سازی شد. الگویی که برای این منظور طراحی گردید شبکه عصبی هوشمندی است که توسط نتایج شبیه‌سازی آموزش داده می‌شود. رویه کلی انجام کار مطابق شکل ۲ است:

اختلاف این دو مقدار به عنوان خطا در نظر گرفته می‌شود. چنانچه مقدار خطا از میزان معینی بیشتر باشد، می‌تواند جهت تعیین پارامترهای اصلی نظام مجدداً در پردازش یادگیری وارد شود (۳).

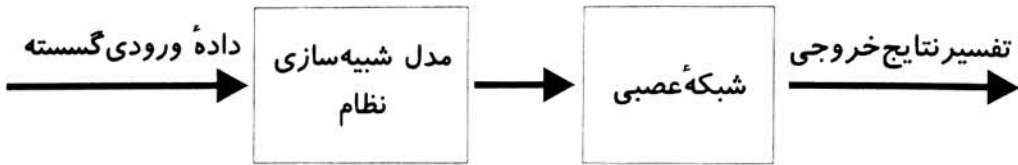
گونه‌ای از شبکه عصبی هوشمند که به "شبکه عصبی هوشمند" معروف است از روش فوق، که میزان خطا مجدداً در شبکه انتشار می‌یابد تا به خروجی مورد نظر نزدیک شود، استفاده می‌کند.

**استفاده از شبکه‌های عصبی
هوشمند در ساختن فرالگو عملی
بسیار سودمند و برای تخمین و
مقایسه متغیرها مناسب است.**

در زمان استفاده از شبکه عصبی، نتایج خروجی به دست آمده از نظام شبیه‌سازی اطلاع‌رسانی فارسی، به عنوان خروجی دلخواه شبکه هوشمند، در نظر گرفته شد و ورودی نظام زمان‌های متوسط ارائه خدمات، به عنوان ورودی نظام تأمین گردید و سپس به پیاده‌سازی شبکه عصبی که نظام شبیه‌سازی را الگوسازی می‌کند، پرداخته شد.

۳. استفاده از شبکه عصبی در شبیه‌سازی

شبیه‌سازی رایانه‌ای، ابزار مطمئنی برای مهندسان صنایع و مدیران در تصمیم‌گیری نظام‌هاست، اما می‌تواند از لحاظ زمان پردازش و یا در اختیار گرفتن حافظه، به عنوان ابزاری گران در محاسبات مطرح گردد. به همین دلیل، استفاده از روش پردازشی که سریع‌تر از شبیه‌سازی باشد برای پیشگویی رفتار نظام نسبت به تغییر پارامترهای کلیدی آن، سودمندتر خواهد بود که در این مقاله استفاده از شبکه عصبی هوشمند پیشنهاد شده است.



شکل ۲. روبه انجام کار

محیط کتابخانه منطقه‌ای

- تکمیل فرم‌های جست‌وجو و ارسال آن به کتابخانه؛
 - استفاده از تابلوی اطلاعات الکترونیکی
 (۱۳۷۳-۱۳۷۹)؛
 - استفاده از صفحه‌خانگی کتابخانه در اینترنت
 (۱۳۷۷-).

الگوسازی نظام اطلاع‌رسانی فارسی کتابخانه منطقه‌ای،
 در پاییز سال ۱۳۷۸، که در آن زمان تنها ۴ رایانه جهت
 پاسخ‌گویی به درخواست‌های کاربران اطلاعات فارسی
 وجود داشت، انجام گرفت.

تمام درخواست‌های فارسی کاربران بین چهار رایانه
 مرکزی توزیع شد که این رایانه‌ها از RCD Tower و
 شبکه محلی کتابخانه استفاده می‌کنند.

در صورت آزاد بودن رایانه‌ها به محض ورود کاربر
 درخواست وی مورد بررسی قرار می‌گیرد، در غیر
 این صورت کاربر بایستی منتظر بماند. کتابخانه
 منطقه‌ای هر ماه به‌طور متوسط جوابگوی درخواست
 اطلاعات بیش از ۴۰۰ کاربر است. در این راستا، متغیر
 مهم، متوسط زمان ارائه خدمات توسط کاربران است.

ساختار شبیه‌سازی

در این طرح، نظام اطلاع‌رسانی فارسی کتابخانه
 منطقه‌ای به‌وسیله زبان GPSS/H بر روی رایانه پنتیوم II
 با سرعت 300 MHz شبیه‌سازی شد. این الگو همه

کتابخانه منطقه‌ای دارای بیش از ۵۰ رایانه، یک CD-Tower
 و دو RCD-Tower جهت ذخیره بیش از ۵۰۰ لوح
 فشرده نوری است.

منابع اطلاع‌رسانی کتابخانه منطقه‌ای علوم و تکنولوژی
 موارد زیر را در برمی‌گیرد:

۱. منابع لاتین شامل:

- لوح‌های فشرده نوری در تمام رشته‌های علمی و فنی؛
 - استفاده از منابع اطلاعاتی در اینترنت؛ و
 - مقالات لاتین با شکل تمام متن از نشریات لاتین
 موجود در کتابخانه تا سال ۱۹۹۹.

۲. منابع فارسی شامل:

- چکیده مقاله‌های مجله‌های فارسی؛ چکیده
 پایان‌نامه‌های تحصیلی دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش
 عالی کشور؛ چکیده طرح‌های پژوهشی دانشگاه‌ها و
 مؤسسات تحقیقاتی کشور و اطلاعات کتابشناختی
 کتاب‌ها و نشریات موجود (فارسی و لاتین)؛

- پایگاه‌های اطلاعاتی سیل، سوخت و انرژی، محیط
 زیست، زلزله، معادن کشور، دانشوران معاصر، و راه و
 ترابری.

کاربران کتابخانه با روش‌های زیر قادر به استفاده از منابع
 کتابخانه هستند:

- مراجعه مستقیم به کتابخانه؛

به صورت ماجولار اجازه تصحیح، تغییر، و گسترش را به سادگی در اختیار طراح قرار می دهد.

توزیع داده هایی که در این الگوسازی مد نظر بود، عبارتند از: زمان ورودی، زمان ارائه خدمات و توزیع کاربران، که با استفاده از این آمارها خروجی برنامه شبیه سازی به دست آمد. جدول (۱) فرم نمونه داده ها برای رایانه شماره یک را نشان می دهد که همین ترتیب برای سایر دستگاه ها به کار گرفته شد.

برنامه شبیه سازی براساس نظام صف طراحی شد و زمان های میانگین و واریانس ارائه خدمات برای هر رایانه در ده روز محاسبه شد. به طور نمونه جدول (۲) و (۳) خروجی برنامه شبیه سازی را برای یک روز نشان می دهد.

جدول ۱. فرم نمونه داده ها برای رایانه شماره یک

arrival tim	start	end	exit	execute time
9:15	9:15	9:30	9:30	0:15
9:20	9:30	9:35	9:40	0:05
10:00	10:00	10:15	10:25	0:15
10:20	10:20	10:45	10:50	0:25
10:30	10:50	11:15	11:20	0:25
10:35	10:45	11:15	11:20	0:30
11:05	11:15	11:25	11:30	0:10
13:00	13:01	13:20	13:20	0:19
13:30	13:30	13:45	13:46	0:15
14:40	14:40	14:55	14:55	0:15
13:30	13:40	13:45	14:05	0:05
13:30	13:50	14:05	14:05	0:15
14:35	14:50	15:12	15:15	0:22

ساختارهای اصلی که نظام واقعی را توصیف می کنند، در بر می گیرد. زمان ارائه خدمات رایانه ها به وسیله توزیع پواسن الگوسازی شد. توزیع ورود درخواست ها نیز با توزیع پواسن هماهنگ بود. ساعت آمارگیری از ساعت ۸ صبح تا ۴ بعد از ظهر به استثناء ساعت ۱۲ تا ۱۳ در ۱۰ روز کاری در آذرماه ۱۳۷۸ انجام گرفت. به منظور آمارگیری از کاربران حضوری، برای ورود یک درخواست به کتابخانه تا پایان ارائه خدمات دهی، فرم هایی با عناصری شامل ساعت ورود کاربر، ساعت شروع انجام جست و جو، ساعت پایان جست و جو، و ساعت خروج کاربر تهیه شد. برای کاربران غیرحضوری نیز پارامترهایی چون تاریخ ارسال فرم های جست و جو، تاریخ انجام جست و جو، ساعت شروع و پایان جست و جو و تاریخ ارسال نتیجه جست و جو در نظر گرفته شد. در مراجعه حضوری، زمانی به عنوان زمان انتظار تعریف شد که عبارت است از: "زمان ورود کاربر تا شروع زمان جست و جو". در استفاده غیرحضوری نیز تاریخ ارسال فرم جست و جو تا تاریخ انجام جست و جو به عنوان زمان انتظار تعیین شد. فاصله زمانی شروع تا پایان عملیات جست و جو نیز به عنوان زمان ارائه خدمات تعریف شد. ساختن الگوی شبیه سازی

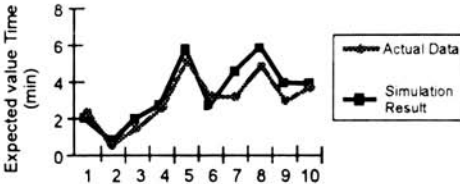
جدول ۲. خروجی برنامه شبیه سازی: آمارهای رایانه ها در اولین روز آمارگیری

Facility	Total time	Entries	Ave time/xact	Seizing xact
Server1	0.832	31	2.068	103
Server2	0.904	24	2.902	101
Server3	0.833	31	2.070	-
Server4	0.785	17	3.559	100

جدول ۳. خروجی برنامه شبیه‌سازی: آمارهای صف برای اولین روز آمارگیری

Attribute	Queue (RLST entry)	Queue (Service)
Max content	12	8
Total entries	109	109
Average content	4.825	1.471
Zero entries	0	43
Percent zero		39.4
Current content	9	6
Ave time/unit	3.410	1039
\$ Ave time/unit	3.410	1.716

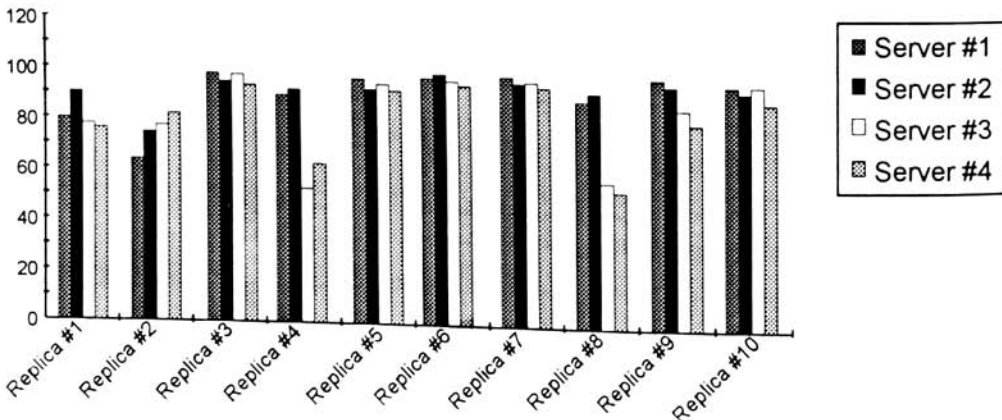
شکل ۳. مقایسه داده‌های حقیقی و نتایج شبیه‌سازی برای رایانه شماره یک



میانگین و واریانس به‌دست آمده و نیز میانگین زمان ورود برای صد کاربر به برنامه شبیه‌ساز داده شد و برای هر چهار رایانه خدمتگر، میانگین مدت زمان ارائه خدمات به‌عنوان ورودی در نظر گرفته شد. نتایج به‌دست آمده از داده‌های حقیقی و نتایج به‌دست آمده از برنامه شبیه‌سازی بسیار نزدیک هستند (شکل ۳).

شکل ۴. نمودار میانگین استفاده از چهار رایانه را که از برنامه شبیه‌سازی به‌دست آمده است نشان می‌دهد.

شکل ۴. نمودار میانگین استفاده از چهار رایانه

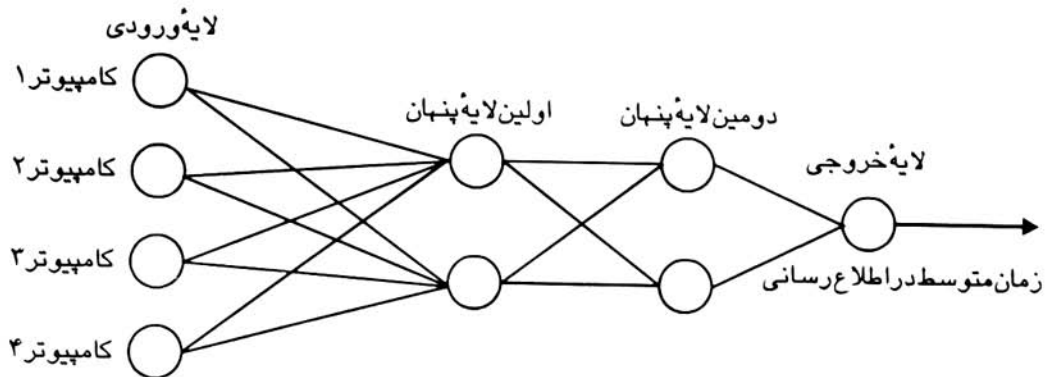


پیاده‌سازی فرالگو

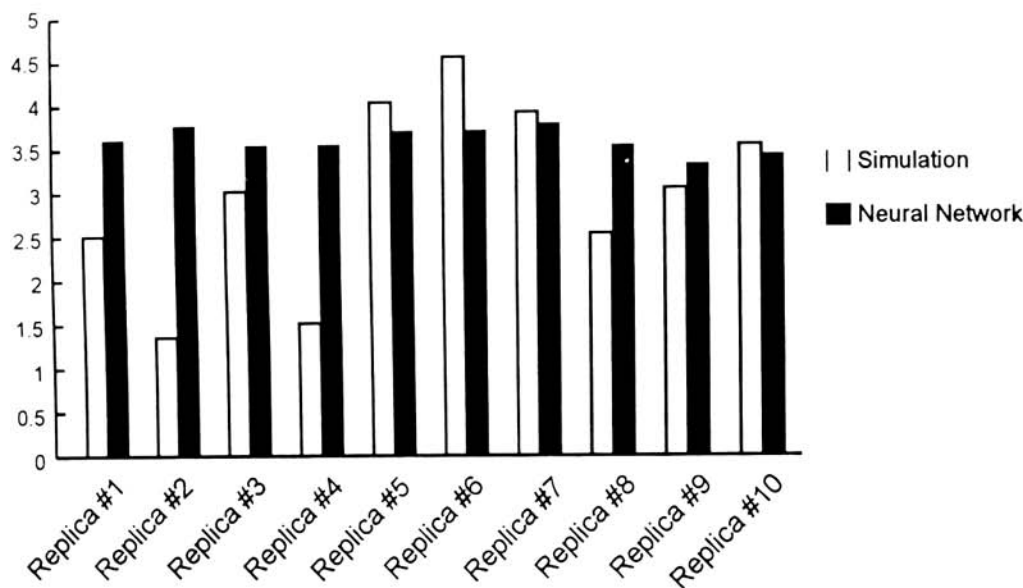
فرالگوی شبکه عصبی برای نظام اطلاع‌رسانی کتابخانه منطقه‌ای پیاده‌سازی شد که این شبکه زمان میانگین را در نظام پیش‌بینی می‌کند. متغیرهای ورودی شامل میانگین زمان کاری رایانه‌های خدمتگر است. از آنجا که چهار رایانه برای ارائه خدمات در نظر گرفته شده بود، چهار نرون پیوسته نیز به عنوان لایه ورودی و یک نرون پیوسته خروجی نیز به عنوان متوسط زمان در نظر گرفته شد. شکل (۵) معماری این شبکه را نشان می‌دهد.

دو لایه پنهان با دو نرون در هر لایه در این شبکه وجود دارد. شبکه عصبی با استفاده از الگوریتم هوشمند آموزش داده شد که تابع فعال‌کننده آن، تابعی یکنواخت بود. شبکه به دست آمده، با حداقل خطای میانگین مربعی به مقدار 0.02 به عنوان شبکه نهایی شناخته شد. میزان ممان برابر 0.2 و وزن‌های اولیه مقادیر تصادفی بین 0.1- تا 0.1 در نظر گرفته شد.

به منظور بهینه‌سازی نظام در دراز مدت، از نظام فرالگو ساخته می‌شود. ساخت فرالگو مرحله مهمی برای مرکز اطلاع‌رسانی که داده‌های ذاتاً آماری دارد، به حساب می‌آید. برای شبیه‌سازی نظام‌های بلادرنگ نیز ساخت فرالگو از نظام ضروری است. با وجود فرالگو از نظام، می‌توان بلافاصله به تصمیم‌گیری درباره نظام پرداخت و بهترین راه‌حل را پیدا کرد. راه‌های مختلفی برای ساخت فرالگو وجود دارد که اکثر این روش‌ها بر الگوریتم‌های ریاضی نظیر رگرسیون چند جمله‌ای استوار است. استفاده از فرالگوهای سنتی دارای محدودیت‌هایی از قبیل محدودیت زیر مجموعه بودن در دامنه شبیه‌سازی است و در صورتی که الگو در محدوده دیگری بخواهد بررسی شود بایستی فرالگو دوباره پیاده‌سازی گردد. شبکه‌های عصبی، تابعی کلی را پیشنهاد می‌کنند که فقط بستگی به خود داده‌ها دارد. شبکه‌های عصبی الگوهای عملی محض به حساب می‌آیند که هر نوع رابطه‌ای با هر درجه‌ای از دقت را، تقلید می‌کنند.



شکل ۵. معماری شبکه عصبی نظام اطلاع‌رسانی فارسی کتابخانه منطقه‌ای



شکل ۶. مقایسه نتایج به دست آمده از شبیه‌سازی و فرا الگوی شبکه عصبی

نتیجه‌گیری

در این مقاله کاربرد عملی شبیه‌سازی نظام اطلاع‌رسانی کتابخانه منطقه‌ای به صورت واقعی و براساس شبکه عصبی مبتنی بر فرالگو نشان داده شده است. فرالگو طراحی شده دارای محدودیت‌هایی به شرح زیر است:

۱. فقط در رابطه با پارامترهایی که در دامنه مربوط به مجموعه آموزش مشخص شده، معتبر است؛
۲. تعداد الگو سازی‌هایی که در تخمین الگو معتبر است محدود به ده می‌شود؛
۳. فرالگو طراحی شده نمی‌تواند غیرطبیعی بودن

تعداد لایه‌ها و نیز تعداد نرون‌ها در هر لایه از لایه‌های پنهان با روش سعی و خطا تعیین گردید. انتخاب لایه‌های پنهان کمتر و یا نرون‌های کمتر سبب کاهش دقت می‌شود و انتخاب لایه‌های پنهان بیشتر و یا نرون‌های بیشتر در هر لایه باعث افزایش زمان آموزش در برابر بهبود نسبی می‌گردد.

شکل (۶) نتایج حاصل از برنامه شبیه‌سازی و شبکه عصبی را در نخستین زمان ارائه خدمات را نشان می‌دهد که این نتایج رضایت بخش است. در روزهایی که انحراف معیار داده‌ها بالاتر بود مانند روزهای دوم و چهارم، اختلافی در نتایج مشاهده می‌شود.

به واسطه غیرطبیعی بودن مورد مربوط و بالا بودن انحراف معیار آن بوده است.

تاریخ دریافت: ۸۰/۲/۱۶

مآخذ

1. Banks, J.; Carson II, J.; Nelson, B.L. *Discrete- Event System Simulation*. prentice Hall, 1996.
2. Fishwick, P.A. "An Integrated Approach to System Modeling using a Synthesis of Artificial Intelligence Software Engineering".
<http://www.cora.justresearch.com>.
3. Flood, I.F. "Modeling Construction Processes using Artificial Neural Networks". *Automation in Construction*, Vol. 4, No 4, (1996): 307-320.
4. Kilmer, R.A.; Smith, A.E. "Using Artificial Neural Networks to Approximate a Discrete Event Stochastic Simulation Model".
<http://www.csindex.com>.
5. Kleijnen, J.P.C. "Simulation and Optimization in Production Planning". *Decision Support Systems*, 1993.
6. Takefuji, Y. *Neural Network Parallel Computing*. Kluwer Academic Publisher, 1993.

توزیع خروجی را نشان دهد و به طور مشابه فرالگو به اندازه‌های قطعیت دارد که تغییرات آماری خروجی در شبیه‌سازی از بین برود.

برای تصمیم‌گیری در امور روزانه کتابخانه منطقه‌ای تنها این انتظار از شبیه‌سازی می‌رود که مقدار متوسط متغیر خروجی را تخمین بزند. شبکه عصبی نیازی به ایستایی ندارد و می‌تواند از طریق افزایش یادگیری روزآمد شود. همچنین فرالگوی شبکه عصبی می‌تواند از طریق مشاهده مستقیم نظام در صورت امکان روزآمد شود. هر دو روش افزایش یادگیری می‌تواند در الگوی کتابخانه منطقه‌ای اعمال شود. در صورتی که متغیرهای محاسباتی و زمان انجام کار در دسترس باشد، شبیه‌سازی‌های بیشتری را می‌توان انجام داد. شبیه‌سازی کل نظام با در دسترس بودن رکوردهای روزانه یا مشاهده مستقیم عملیات با جزئیات بیشتر صورت می‌گیرد، لیکن تغییر در شبیه‌سازی مانند پارامترهای توزیع یا افزایش و کاهش متغیرها، فرالگوی شبکه عصبی را نامعتبر می‌سازد و فرالگوی جدیدی برای انعکاس تغییرات جدید مورد نیاز خواهد بود. همان‌طور که

شکل (۶) نشان می‌دهد، نتایج شبیه‌سازی در مقایسه با نتایج شبکه عصبی رضایت‌بخش بوده است. اختلاف‌هایی که در بعضی از نتایج ملاحظه می‌شود