دانشگاه زنجان
دانشکده مهندسی برق

پروژه کارشناسی

پیش‌بینی قیمت طلا در بازار جهانی به روش عصبی– فازی

نگارش:
محمدرضا سیف‌اللهی

استاد مربوطه:
دکتر فرهاد بیات

شهریور ۹۱

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل۱ ۴

۱-۱. مقدمه ۵

۱-۲. پیش‌بینی در سیستمهای غیر مهندسی ۶

۱-۳. پیش‌بینی و اهمیت آن ۷

فصل۲ ۱۰

سیستمهای خطی نامتغیر با زمان ۱۰

۲-۱. مقدمه ۱۱

۲-۲. پاسخ ضربه ۱۱

۲-۳. تابع تبدیل ۱۳

۲-۴. کلاسهای مختلف مدلهای خطی ۱۴

۲-۴-۱. ساختار OE ۱۶

۲-۴-۲. ساختار Box-Jenkins ۱۶

۲-۴-۳. حالت کلی ۱۷

۲-۵. مدلهای فضای حالت ۱۷

فصل۳ ۱۹

سیستمهای غیر خطی و متغیر با زمان ۱۹

۳-۱. مقدمه ۲۰

۳-۲. مدل فضای حالت متغیر با زمان ۲۰

۳-۳. خطی‌سازی سیستمهای غیرخطی ۲۰

۳-۴. مدلهای غیرخطی ۲۲

۳-۴-۱. مدلهای رگرسیون خطی ۲۲

۳-۴-۲. مدلهای فضای حالت غیرخطی ۲۴

۳-۴-۳. مدلهای جعبه سیاه غیرخطی ۲۴

۳-۴-۴. ساختار رگرسیون ۲۵

۳-۵. توابع پایه ۲۶

۳-۶. توابع چند متغیره ۲۷

۳-۶-۱. ساختار شبکه ۲۸

۳-۷. شبکه های بازگشتی ۲۹

۳-۷-۱. تخمین پارامترها ۳۰
۳-۷-۲. کمینه نمودن خطای پیش بینی ۳۱
۳-۷-۳. روش حداقل میانگین مربعات خطا (LMSE) ۳۲

فصل۴ ۳۴

شبکه‌های عصبی مصنوعی ۳۴
۴-۱. مقدمه ۳۵
۴-۲. شبکه‌های عصبی و نگاشت ۳۶
۴-۳. ساختار شبکه‌های عصبی ۳۷
۴-۴. ساختارهای مختلف شبکه‌های عصبی ۳۸
۴-۵. پارامترهای اصلی در شبکه‌های عصبی ۳۹
۴-۶. آموزش در شبکه‌های عصبی ۴۰
۴-۶-۱. آموزش با نظارت ۴۱
۴-۶-۲. آموزش بدون نظارت ۴۱
۴-۶-۳. آموزش تقویت یافته ۴۲
۴-۶-۴. آموزش رقابتی ۴۲
۴-۷. الگوریتم یادگیری پس انتشار ۴۳
۴-۸. اعتبار سنجی مدل ۴۴

فصل۵ ۴۵

پیش بینی قیمت طلا با استفاده از روش عصبی- فازی ۴۵
۵-۱. مقدمه ۴۶
۵-۲. سیستمهای فازی ۴۷
۵-۳. سیستمهای Neuro-Fuzzy ۴۸
۵-۴. ساختار ANFIS ۴۹
۵-۵. یادگیری ترکیبی ۵۴
۵-۵-۱. تخمین پارامترهای نتیجه (مسیر رفت) ۵۴
۵-۵-۲. اصلاح پارامترهای مقدم (مسیر برگشت) ۵۶
۵-۶. پیش‌بینی قیمت طلا با استفاده از مدل ANFIS (با افق یک مرحله‌ای) ۵۶
۵-۶-۱. معیارهای ارزیابی مدل ۵۸
۵-۶-۲. مدل ANFIS پیشخور ۶۱
۵-۶-۳. خطای پیش‌بینی: ۶۵
۵-۷. مقایسه روش فوق در بازه بلند مدت و کوتاه مدت ۶۸
۵-۷-۱. معیارهای ارزیابی مدل ۶۹
۵-۷-۲. خطای پیش‌بینی: ۷۱

۵-۷-۳. نتیجه مقایسه: ۷۳
۵-۸. تشریح مدل ۷۴
۵-۹. توابع عضویت: ۷۵
۵-۹-۱. مرحله قوانین و تفسیر: ۷۹
۵-۹-۲. ورودی، خروجی و قوانین ۸۲
۵-۱۰. نتیجه‌گیری ۸۳
منابع ۸۵

فصل ۱

مقدمه

۱-۱. مقدمه

در یک تعریف کلی، آن‌چه‌که بیان‌کننده نحوه ارتباط میان متغیرهای رفتاری مشاهده شده از یک سیستم است، "مدل" آن سیستم نامیده می‌شود. مدل‌های ریاضی معمولا با صفات دیگری هم‌چون پیوسته یا گسسته با زمان، متمرکز یا توزیع شده، خطی یا غیر خطی و معین یا آماری از هم متمایز می‌شوند که نوع معادلات را مشخص می‌سازد. بخش عمده علوم مهندسی مبتنی بر ایجاد یک مدل مناسب ریاضی برای دستیابی به مقاصد طراحی است.مدل‌های ریاضی علاوه بر علوم مهندسی به عنوان ابزاری جهت شبیه‌سازی و پیش‌بینی رفتار سیستم به‌کار می‌رود. کاربردی که از آن در علومی مانند اقتصاد بسیار بهره گرفته می‌شود.

یک مدل با بهره جستن از داده های مشاهده شده ساخته می شود.یکی از روش‌های ساخت مدل به این صورت است که بر داده‌های حاصل از مشاهده و تجربه تکیه شود. در این روش داده-های ورودی و خروجی حاصل از عملکرد سیستم جمع آوری شده و بر یک الگوریتم تحلیلی مناسب اعمال می‌شوند تا مدل مناسب حاصل گردد. از این روش عموما به شناسایی سیستم یاد می شود.

ساخت و شناسایی یک مدل شامل سه مرحله زیر است:

۱- جمع آوری داده‌ها؛ که معمولا از عملکرد طبیعی سیستم حاصل می‌شود.

۲- مجموعه‌ای از ساختارهای کاندیدا برای انتخاب مدل؛ که مجموعه‌ای است از مدل‌هایی در کلاس‌های مختلف که به‌صورت بالقوه می‌تواند برای ساختن مدل به‌کار رود.

۳- تعیین بهترین مدل در میان کلاس انتخاب شده که همان روش تخمین پارامترهای مدل است.

در نهایت مدل به‌دست آمده باید مورد ارزیابی قرار گیرد تا صحت نتایج تأیید گردد.

۱-۲. پیش‌بینی در سیستم‌های غیر مهندسی

پیش‌بینی رفتار سیستم، هدف عمده فرآیند مدل‌سازی در حوزه سیستم‌های غیرمهندسی است.در این حوزه، علوم اقتصادی بیش از سایر علوم از کاربرد امر پیش‌بینی منتفع شده‌است.

در حوزه علوم غیرمهندسی، مدل‌سازی یک پدیده غالبا با هدف آگاهی از نحوه تغییرات خروجی است بی‌آن‌که توانایی اعمال تغییر بر ورودی سیستم وجود داشته باشد.

رایج‌ترین ساختار از مدل‌هایی که برای پیش‌بینی به‌کار برده می‌شوند، مدل‌های خطی هستند.مدل‌های خطی را می‌توان به‌گونه‌ای با روش‌های غیرخطی ترکیب نمود.یکی از انواع مدل-های غیر خطی، شبکه های عصبی مصنوعی است که امروزه در پیش‌بینی و مدل‌سازی سیستم‌ها کاربرد بسیاری پیدا نموده است.محبوبیت این مدل‌ها به سبب وجودقابلیت یادگیری و آموزش در آن‌ها و نیز توانایی در مدل‌سازی سیستم‌های غیرخطی است.استفاده از شبکه‌های عصبی برای انجام نگاشت و تقریب توابع در واقع تعمیمی بر تحلیل رگرسیون و آمار کلاسیک است.

از جمله ویژگی‌های شبکه‌های عصبی می‌توان به قدرت بالا در تشخیص انواع الگوهای رفتاری سیستم، قابلیت تقریب توابع پیچیده، قابلیت پایداری و انعطاف‌پذیری در برابر داده‌های اغتشاشی، کارکرد موازی و توانایی مدل کردن فرآیندهای آشوبی اشاره نمود.این ویژگی‌ها شبکه های عصبی را به یکی از پرکاربردترین روش‌های شناسایی، پیش‌بینی و مدل‌سازی سیستم بدل ساخته است.

سیستم‌های اقتصادی به دلیل وجود پیچیدگی و عدم امکان دست‌یابی به مدل تحلیلی دقیق در مورد برخی شاخص‌ها، عرصه مناسبی برای کاربرد شبکه‌های عصبی هستند. از آن جمله می-توان به استفاده از شبکه عصبی برای پیش‌بینی نرخ مبادله دلار آمریکا و کانادا اشاره نمود.

شبکه‌های عصبی مصنوعی گرچه از قدرت زیادی در یادگیری رفتار سیستم‌های پیچیده برخوردارند، و توانایی ایجاد نگاشت غیرخطی مناسب میان داده‌های ورودی و خروجی را دارند، اما در مواجهه با سیستم‌های مرتبط با عوامل انسانی، فاقد قابلیت اعمال قوانین منطقی حاکم بر دنیای واقعی می‌باشند. گزینه مناسب در رفع این نقیصه، استفاده از سیستم‌های فازی است. سیستم‌های فازی کارایی خود را برای عمل و اتخاذ تصمیم در شرایط عدم اطمینان نشان داده‌اند. اما در مقابل، اشکال عمده این سیستم‌ها در عدم توانایی تطبیق و یادگیری است. لذا با ترکیب ساختاری شبکه های عصبی و سیستم‌های فازی که منجر به ایجاد سیستم‌های نوروفازی می‌گردد، می‌توان به هر دو مزیت دست یافت.

سیستم‌های فازی و نوروفازی همانند شبکه‌های عصبی از کاربرد زیادی در مدل‌سازی سیستم-های اقتصادی برخوردارند. از جمله می‌توان به مدل‌های فازی انتخاب اوراق بهادار، تخمین امکان سنجی و پیش‌بینی قیمت سهام اشاره نمود.از دیگر موارد کاربرد مدل‌های نوروفازی در حوزه مسایل غیر مهندسی می‌توان به پیش‌بینی کیفیت هوا، پیش‌بینی شاخصه‌های مالی و پیش‌بینی نرخ تصادفات در بزرگراه‌ها اشاره نمود. از جمله سیستم‌های نوروفازی، سیستم انفیس[1] است که نخستین بار توسط جانگ[2]ارایه شد. این سیستم، یک سیستم استنتاج فازی سوگینو است که به-صورت شبکه عصبی بیان شده است.

۱-۳. پیش‌بینی و اهمیت آن

پیش‌بینی، یک پیش‌گویی عقلایی از وقایع آینده است. که با توجه به اطلاعات مرتبط حال و گذشته انجام می‌شود. به طور کلی مسائل پیش‌بینی به دو بخش عمده تقسیم می‌شوند:

الف) مسأله طبقه‌بندی؛ که هدف آن تعیین این موضوع است که ورودی یا ورودی‌ها به کدام یک از طبقات تعلق دارند. در چنین مواردی خروجی یک متغیر اسمی است.

ب) مسأله تخمین؛ که هدف آن پیش‌گویی یک متغیر پیوسته نظیر قیمت روز بعد سهام است. در این‌گونه موارد خروجی یک متغیر عددی است.

در مورد پیش‌بینی لازم است به سه اصطلاح پریود پیش‌بینی، افق پیش‌بینی و فاصله پیش-بینی توجه شود. پریود پیش‌بینی مشخص کننده نوع پیش‌بینی، مثلا هفتگی، ماهانه یا فصلی است. افق پیش‌بینی مشخص‌کننده تعداد پریودهای پیش‌بینی است که پیش‌بینی در آینده برای آن انجام می‌شود. مثلا ممکن است پیش‌بینی هفتگی با افق ۵ هفته انجام شود. فاصله پیش‌بینی، بیان‌گر تواتری است که با آن پیش‌بینی‌های جدید صورت می‌پذیرد. غالبا فاصله و پریود پیش‌بینی

---

[1]ANFIS: Adaptive Network-based Fuzzy Inference System
[2]Jang

یکسان در نظر گرفته می‌شوند. پریود و افق پیش‌بینی معمولا با توجه به شرایط فرآیند مورد نظر، انتخاب می‌گردند.

پیش‌بینی عموما به‌صورت کوتاه مدت، میان‌مدت و بلند مدت انجام می‌شود. در پیش‌بینی‌های کوتاه مدت، پریود پیش‌بینی معمولا ماهانه، هفتگی ویا روزانه است. این پیش‌بینی‌ها معمولا بر حسب ویژگی‌های سری زمانی داده‌ها صورت می‌گیرد. در پیش‌بینی میان مدت، پریود پیش‌بینی معمولا بین ۱/۵ تا ۳ سال است. در این نوع پیش‌بینی، ویژگی‌های ساختار اقتصادی و روابط بین متغیرها نیز در کنار مقادیر تأخیر یافته متغیرها، اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند. در پیش‌بینی‌های بلند مدت، که معمولا ۷ تا ۱۰ ساله هستند، پویایی‌های کوتاه مدت نادیده گرفته می‌شوند و بیشتر بر ویژگی‌های ساختار اقتصادی تمرکز می‌شود. از جمله موارد قابل توجه در پیش‌بینی، دقت آن است. دقت پیش‌بینی به خصوصیات محیطی نظیر طبیعت متغیر مورد پیش‌بینی، افق پیش‌بینی، ایدئولوژی پیش‌بینی کننده و تکنولوژی مورد استفاده (مدل اقتصاد سنجی، تحلیل سری‌های زمانی و . . .) بستگی دارد.

زمانی که یک پیش‌بینی با دقت دلخواه انجام می‌شود، کار به پایان نمی‌رسد. زیرا یک اثبات واقعی، مبنی بر اینکه مدل دارای ارزش عملی است وجود ندارد. مگر آن‌که بتوان نشان داد که نتایج معقولی از مدل، تحت شرایطی غیر از آن‌چه که در برآورد به‌کار رفته، قابل حصول است. واضح است که توانایی پیش‌بینی (نه لزوما برای آینده، بلکه صرفا خارج از اطلاعات درون نمونه‌ای)، یکی از ویژگی‌های مهم یک مدل خوب است. یک کار معمول آن است که بعضی از داده‌های موجود کنار گذاشته شود و فرآیند ساخت مدل بدون استفاده از آن‌ها صورت پذیرد. سپس بررسی گردد که آیا مدل مقادیر باقی‌مانده را به دقت پیش‌بینی می‌کند یا خیر.

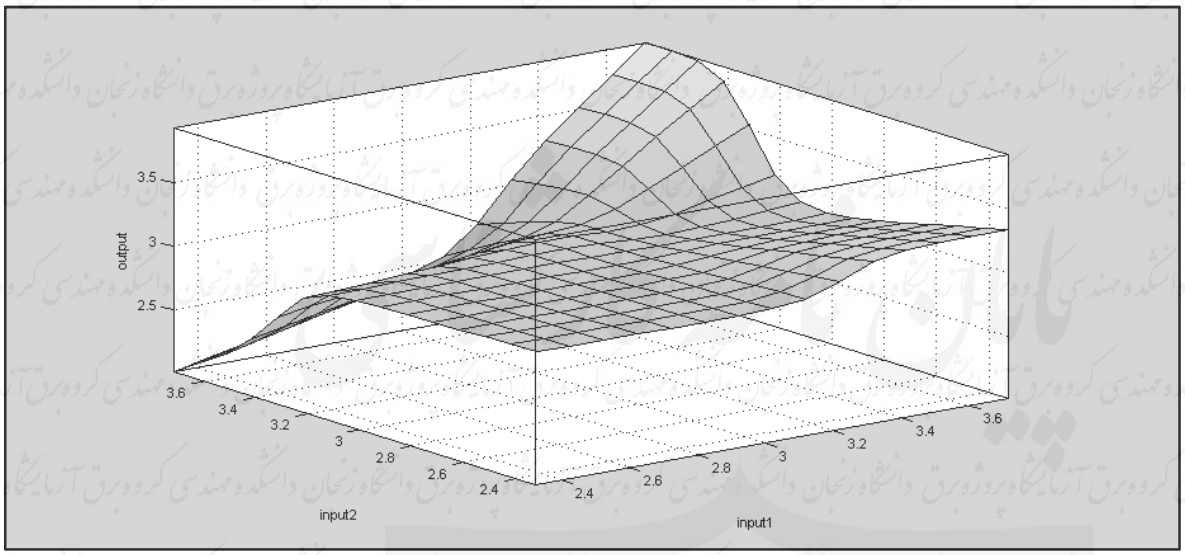
روش‌های پیش‌بینی را بسته به آن‌که چه میزان روش‌های ریاضی و آماری در آن‌ها به کار برده‌شده، می‌توان به روش‌های کمّی و کیفی دسته‌بندی کرد. روش‌های کیفی در بردارنده تخمین ذهنی از طریق عقاید متخصصان و افراد خبره هستند. فرآیندی که به وسیله آن، از اطلاعات برای تهیه پیش‌بینی استفاده می‌شود، ذهنی است. از سوی دیگر روش‌های کمّی، روش‌های آماری هستند که به وضوح چگونگی پیش‌بینی را تعیین می‌کنند. منطق آن به طور واضح بیان می‌شود و عملیات آن کاملا ریاضی‌وار است. این روشها شامل بررسی داده های تاریخی اند تا فرآیندی که تولید پیش بینی می کند، شناسایی شود و با فرض آنکه این فرآیند پایدار است، از این شناخت برای ترسیم وضعیت آینده استفاده شود.

دو نوع مدل اساسی در روشهای کمّی وجود دارد. مدل سری زمانی و مدل‌های علت و معلولی. در مدل‌های سری زمانی، پیش بینی براساس عملکرد گذشته است. به عبارت دیگر این مدلها، به آنچه در یک پریود زمانی اتفاق افتاده رجوع کرده و با استفاده از سری زمانی متغیر قابل پیش بینی در گذشته، به پیش بینی مقدار آن در آینده می پردازند.

مدلهای علت و معلولی از رابطه بین سریهای زمانی متغیر مورد نظر و یک یا چند سری زمانی از متغیرها (عوامل) دیگر بهره می جویند. اگر این متغیرها با متغیر مورد نظر همبستگی داشته باشند، و علتی برای این همبستگی وجود داشته باشد، می‌توان یک مدل آماری که توصیف‌کننده این رابطه باشد، بنا کرد. سپس با دانستن مقادیر متغیرهایی که به یکدیگر همبسته‌اند، و استفاده از مدل، می‌توان به پیش‌بینی متغیر غیرمستقل مبادرت ورزید.

انتخاب روش پیش‌بینی مناسب تحت تأثیر عوامل زیر است:

۱- شکل پیش‌بینی مورد نیاز
۲- افق پیش‌بینی (کوتاه مدت، میان مدت یا بلند مدت)
۳- در دسترس بودن داده‌ها
۴- دقت مورد نیاز
۵- رفتار فرآیند مورد پیش‌بینی
۶- هزینه توسعه مدل
۷- سهولت و سادگی عملیات



شکل ۵-۲۲: نمودار سه بعدی ترکیب دو ورودی و خروجی حاصل

۵-۱۰. نتیجه‌گیری

هدف این پروژه پیش‌بینی قیمت طلا برای یک روز آینده، از طریق روش ANFIS است. در این روش، قیمت گذشته به عنوان ورودی شبکه استفاده شده و به وسیله استنتاج فازی به خروجی تبدیل می‌شود. سپس به کمک آموزش شبکه مدل بدست آمده، بهینه شده تا بهترین خروجی حاصل شود. علاوه بر برنامه‌نویسی در MATLAB از جعبه‌ابزارهای فازی، عصبی و ANFIS نیز استفاده شده‌است. تصاویر نیز با استفاده از رابط تصویری متلب (GUI)رسم شده‌اند.

این روش پیش‌بینی در واقع روشی کلی می‌باشد که می‌توان از آن جهت پیش‌بینی همه سری-های زمانی بهره جست، ولی در مواردی هم‌چون پیش‌بینی قیمت طلا به دلیل بالا بودن تاثیر منابع انسانی روش عصبی-فازی، به دلیل مشابهت‌های آن با ساختار منطقی مغز انسان، بسیار بهتر از سایر روش‌های مدل‌سازی عمل می‌کند. برای پیش‌بینی با افق یک‌روزه خطای مشاهده شده بسیار کم است.

اما در مورد تعداد روزهای بیشتر (پنج روز) این روش خطای قابل ملاحظه‌ای دارد.

با توجه به تلاش انجام شده پیش‌بینی می‌شود بتوان با بهینه کردن شبکه عصبی خطای موجود برای تعداد روز بیشتر را کم‌تر کرد. هم‌چنین برای نزدیک‌تر کردن شرایط به واقعیت بهتر است از سری‌های دیگر نیز به عنوان ورودی استفاده کرد. برخی از این سری‌ها شامل سری قیمت نفت، دلار، بقیه فلزات و بهره بانکی آمریکا، اروپا، چین، ژاپن هستند.

منابع

1) ross, T.J., Fuzzy Logic with Engieering Applications.
2) Atsalakis, G.S. and K.P. Valavanis, Forecasting stock market short-term trends using a neuro-fuzzy based methodology.Expert Systems with Applications, 2009.36(7): p. 10696-10707.
3) Zadeh, L.A ,.Fuzzy sets.Information and Control, 1965.8(3): p. 338-353.
4) Liu, C.F., C.Y. Yeh, and S.J. Lee, Application of type-2 neuro-fuzzy modeling in stock price prediction.Applied Soft Computing Journal, 2012.12(4): p. 1348-1358.
5) Jang, S., Neuro-Fuzzyand Soft Computing.