زمستان ۹۷
سال هفتم
شماره بیست و دوم

کهربا

فصلنامه تخصصی مهندسی برق و کامپیوتر



بلاک چین و عملکرد آن در عصر جدید

برنامه ریزی بهینه تولید توان در ریزشبکه های هوشمند

مقایسه روشهای ماشین بردار و شبکه عصبی در تشخیص نفوذ

تشخیص سرطان سینه با استفاده از یک مدل طبقه بندی ترکیبی

بررسی روشهای طرح مسیریابی شبکه مقیاس پذیر با خطای قابل قبول

روش ترکیب یادگیری تقویتی و الگوریتم ژنتیک برای جستجوی کمتر

ISSN :2322-3723

شماره مجوز وزارت فرهنگ و ارشاداسلامی ۷۷۸۲۱



سال هفتم

شماره بیست و دوم

زمستان ۹۷

صاحب‌امتیاز

سایت نواندیشان

مدیرمسئول	سردبیر
مهدی عارف خیابانی	امین شیخ نجدی
طراح جلد	**ویراستار و صفحه‌آرا**
امین شیخ نجدی	مریم فریور

دیگر همکاران

امین عابدینی	عفت جبارپور
وحید عاشوری	علیرضا رضازاده
حمیدرضا باقری	علی‌اصغر سرآبادانی
امین رضایی پناه	حسام واقع‌بین
امین داستانپور	محمود شاه‌چراغی
رضا ملاحسینی	

درباره کهربا	۴
یادداشت مدیرمسئول	۵

آشنایی با مشاهیر برق

پروفسور کارو لوکاس، پدر علم رباتیک ایران	۶

مقالات

روش ترکیب یادگیری تقویتی و الگوریتم ژنتیک برای جستجوی کمتر در بازیابی امین عابدینی – کارشناسی ارشد هوش مصنوعی عفت جبارپور – دانشجوی کارشناسی ارشد-مهندسی صنایع	۸
بررسی روش‌های طرح مسیریابی شبکه مقیاس‌پذیر و با خطای قابل‌قبول برای سیستم‌های چندهسته‌ای و چند تراشه‌ای وحید عاشوری- کارشناسی ارشد مهندسی نرم‌افزار	۱۲
برنامه‌ریزی بهینه تولید توان در ریز شبکه‌های هوشمند با رویکرد کاهش هزینه‌های تولید و آلودگی و در نظر گرفتن عدم قطعیت علیرضا رضازاده – دکتری مهندسی برق حمیدرضا باقری – دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی برق- سیستم‌های قدرت علی‌اصغر سرآبادانی – دانشجوی دکتری مهندسی برق – سیستم‌های قدرت	۱۸
تشخیص سرطان سینه با استفاده از یک مدل طبقه‌بندی ترکیب مبتنی بر جداسازی نمونه‌های متعارف و نامتعارف امین رضایی پناه – مربی، موسسه آموزش عالی رهجویان دانش برازجان حسام واقع‌بین - دانشجو کارشناسی ارشد	۲۹
مقایسه روش‌های ماشین بردار و شبکه‌های عصبی در سیستم‌های تشخیص نفوذ امین داستانپور- دکتری امنیت شبکه‌های کامپیوتری	۳۵

بلاک چین و عملکرد آن در عصر دیجیتال ۴۱
محمود شاه‌چراغی- دانشجو دکتری – مهندسی کامپیوتر
رضا ملاحسینی- کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر
ارتباط با کهربا ۴۵

درباره کهربا

مجله الکترونیکی کهربا، باهمت و تلاش جمعی از دانشجویان و مهندسین برق، بخصوص اعضای انجمن علمی و پژوهشی نواندیشان، در سال هزار و سیصد و نود شروع به کار کرد. کهربا از سال ۹۱ با کسب شماره بین‌المللی استاندارد مجلات (ISSN:۲۳۲۲-۳۷۲۳) و ثبت در سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران، به‌عنوان فصلنامه‌ای رسمی و تخصصی در حوزه صنعت برق شناخته‌شده است. این نشریه تخصصی در سال ۹۵ موفق به اخذ پروانه انتشار از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، با مجوز شماره ۷۷۸۲۱ و ثبت در سامانه جامع رسانه‌های کشور(e-rasaneh) و بانک اطلاعات نشریات کشور(magiran) گردید. در سال ۹۷ طی تفاهم‌نامه‌ای با بانک مقالات کشور (سیویلیکا) موردحمایت این پایگاه قرارگرفته و مقالات ارائه‌شده به نشریه پس از انتشار در سیویلیکا نمایه شده و در نظام رتبه‌بندی دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرند.

یادداشت مدیرمسئول

در هفتمین زمستان از فعالیت نشریه کهربا و پس از انتشار بیست و یک شماره از مجله مفتخریم با انتشار بیست و دومین شماره از این نشریه در خدمت علاقه‌مندان این مجله تخصصی باشیم. تلاش ما از روز نخست، جمع‌آوری، تهیه و ارائه مطالبی ساده و کاربردی، درعین‌حال تخصصی، به قشر فرهیخته دانش‌پژوه و کسانی که مشتاق به دانستن علوم مهندسی برق و الکترونیک یا کامپیوتر هستند، بوده است. امید است با هدایت و راهنمایی شما هر شماره بهتر و پخته‌تر از شماره پیشین گردد. . امیداست که باهمت و همیاری دوستان بتوانیم قدمی هرچند کوچک، جهت جلب رضایت و بالا بردن سطح دانش شما برداریم؛ و روزبه‌روز شاهد پیشرفت و موفقیت‌های شما عزیزان باشیم.

آشنایی با مشاهیر



پروفسور کارو لوکاس، پدر علم رباتیک ایران

کارو لوکاس قوکاسیان زاده ۱۳ شهریور ۱۳۲۸ در اصفهان مهندس برق و الکترونیک، استاد دانشگاه و مخترع ایرانی ارمنی تبار بود. کارو لوکاس تحصیلات ابتدایی خود را در مدرسه ارمنیان کوشش داوتیان ارمنیان طی کرد و در ۱۳۴۷، دیپلم خود را در رشته ریاضی دریافت داشت. در همان سال با رتبه عالی وارد دانشکده فنی دانشگاه تهران و در ۱۳۵۲ با مدرک کارشناسی ارشد در رشته برق و الکترونیک از دانشگاه تهران (در سال ۳ میلادی) فارغ‌التحصیل شد. لوکاس در سال ۱۹۷۶ میلادی مدرک دکترای خود را از گروه مهندسی برق و علوم کامپیوتر دانشگاه برکلی کالیفرنیا با گرایش مهندسی کنترل دریافت کرد.

در سال ۱۳۵۵، پروفسور لوکاس که استادیار UCLA بود و درزمانی که بازگشت به ایران برای دنبال کردن کار دانشگاهی، برای بسیاری از دانشمندان جوان بااستعدادی نظیر او تصمیم ساده‌ای نبود، به گروه مهندسی برق و کامپیوتر دانشکده فنی دانشگاه تهران پیوست. ایشان به‌سرعت چهره برجسته دانشگاهی و به‌تدریج به یکی از چهره‌های شاخص دانشگاه تبدیل شدند. ایشان در تمام طول مدت فعالیت علمی خود در دانشگاه تهران،در سمت‌های مختلفی نظیر ریاست گروه برق و کامپیوتر (۱۳۶۴-۱۳۶۷) خدمت می‌کردند.

پروفسور لوکاس همواره به همکاری‌های بین‌المللی علاقه زیادی داشتند. ایشان در مراکز علمی مختلفی محقق مدعو بوده‌اند: استادیار در گروه‌های مهندسی برق و مهندسی مکانیک و صنایع دانشگاه گاریونیا، بنغازی، لیبی (۱۳۶۳-۱۳۶۴)؛ استادیار مدعو دانشگاه برکلی کالیفرنیا، آمریکا (۱۳۶۷-۱۳۶۸)؛ استادیار مدعو، گروه مهندسی صنایع دانشگاه تورنتو، کانادا (تابستان ۱۳۶۸ و تابستان ۱۳۶۹)؛ استادیار مدعو، موسسه ریاضیات کاربردی، موسسه علوم چین، بژینگ، چین (تابستان ۱۳۷۰)؛ استادیار مدعو، موسسه تکنولوژی برق هاربین، چین (تابستان ۱۳۷۱)؛ عضو وابسته مرکز بین‌المللی مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی، تریست، ایتالیا (شهریور ۱۳۷۱)؛ استاد مدعو، موسسه فیزیک ایروان، ارمنستان (تابستان ۱۳۷۶)، محقق مدعو، موسسه پردازش داده و الکترونیک، فورشانگزنتروم کارلروش، آلمان (تابستان ۱۳۸۳)، سخنران در مدرسه زمستانی، دانشگاه پیشرفت پرسنل، برنامه تربیت مدرس دانشگاه جورج-آگوست گوتینگن، آلمان (دی ۱۳۸۶)؛ پروفسور مدعو، دانشگاه آمریکایی ارمنستان، ایروان، ارمنستان (تابستان ۱۳۸۶). وی از پژوهشگران بنام سیستم‌های هوشمند در ایران بود. بنیان‌گذار و مدیر «قطب کنترل و پردازش هوشمند» دانشکده مهندسی برق دانشگاه تهران، مدیر پژوهشگاه دانش‌های بنیادی و رئیس بخش مهندسی برق دانشگاه تهران بود. او افزون بر آموزش و پژوهش در دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران، استاد مهمان دانشگاه‌های تورنتو، برکلی و یو.سی.ال. ای، محقق مرکز بین‌المللی فیزیک نظری و مرکز بین‌المللی مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی در تریسته ایتالیا، دستیار تحقیق شرکت پژوهشی و تولیدی اونتاریو،

www.kahrobaonline.ir

دستیار تحقیق آزمایشگاه پژوهش‌های الکترونیکی دانشگاه کالیفرنیا نیز بود.

لوکاس از پژوهشگران مشهور در رشته هوش مصنوعی و روباتیک در ایران بود، تا جایی که بیشتر رسانه‌های ایرانی بعد از مرگ آقای لوکاس از او با لقب «پدر علم روباتیک ایران» یادکردند وی به‌عنوان مشاور معاون وزیر فرهنگ و آموزش عالی ایران (۱۹۹۵ تا ۱۹۹۸)، در تأسیس مراکز متعدد پژوهشی مرتبط با سیستم‌های هوشمند در ایران مؤثر بود. وی در تأسیس کنفرانس‌های متعدد شامل کنفرانس سیستم‌های هوشمند ایران، کنفرانس سیستم‌های فازی ایران و کارگاه شبکه‌های عصبی ایران-ارمنستان، نقش محوری بازی کرد. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های رویکرد علمی پروفسور لوکس، توانایی فوق‌العاده‌ی وی در تحلیل تقریباً همه‌چیز در یک سطح سیستمی انتزاعی و رفت‌وبرگشت بین مدل و واقعیت بود. او به‌طور موفق «طراحی سیستم‌ها» را نه‌تنها برای دانشجویان مهندسی برق و کامپیوتر، بلکه دانشجویان مدیریت، زیست‌شناسی، ژئوفیزیک، مهندسی صنایع، اقتصاد، و حتی هنر تدریس می‌کرد. پروفسور لوکس درواقع یک دانشمند میان‌رشته‌ای بود.

لوکاس یک سال با بیماری سرطان روده مبارزه و بر بیماری‌اش غلبه کرد اما به علت زخم ایجادشده در اثر عدم دقت کافی در انجام کولونوسکوپی روده و تبدیل آن به عفونت در روز جمعه ۱۷ تیرماه ۱۳۸۹ (۸ ژوئیه ۲۰۱۰) در سن ۶۱ سالگی در بیمارستان امام خمینی، تهران درگذشت.

www.kahrobaonline.ir

روش ترکیب یادگیری تقویتی و الگوریتم ژنتیک برای جستجوی کمتر در بازیابی تصویر

نویسندگان: امین عابدینی- aminabedunu.ai@gmail.com
عفت جبارپور- ejabarpoor@yahoo.com

چکیده: الگوریتم جستجو در بازیابی تصاویر تمایل به تمرکز بر روی تصاویر به‌طور انحصاری دارد . به‌طور ضمنی، سیستم اکتشاف کاربران، از فضای تصویر و حذف بالقوه به دست می‌آید. بنابراین، در سال‌های اخیر، علاقه به توسعه الگوریتم‌های اکتشافی و بهره‌برداری برای جستجو در تصویر افزایش‌یافته است. در این مقاله ما یک سیستم بازیابی تصویر از ترکیب یادگیری تقویتی و الگوریتم ژنتیک به همراه یک رابط کاربر طراحی کرده‌ایم. در این سیستم، یادگیری تقویتی به کاربران اجازه می‌دهد تا بین اکتشاف و بهره‌برداری سویچ کنند و الگوریتم ژنتیک این سویچ و نتایج حاصل‌شده از یادگیری تقویتی را بهینه می‌کند .

کلیدواژه: الگوریتم ژنتیک ، بازیابی تصویر ، بازیابی تصویر بر اساس محتوا ، یادگیری تقویتی، *CBIR*

۱ – مقدمه

در سال‌های اخیر، تکنیک‌های بازیابی تصویر در متا داده‌ها، مانند حاشیه‌نویسی متنی و یا برچسب‌های مشخص‌شده توسط کاربر، استاندارد بازیابی از مجموعه تصویر بزرگ، مانند جستجوی تصویر گوگل، پیشرفت خوبی داشته‌اند. این رویکرد باکیفیت و اندازه خوبی در متا داده، در حال رشد بود که انفجاری در مجموعه تصویر، توسط کاربران فیس بوک ایجاد شد، به‌طور متوسط ۳۵۰ میلیون عکس در روز در طول سه‌ماهه چهارم سال ۲۰۱۲ ارسال شد و همچنین نمایش مشخصات عمومی تصاویر به‌طور متوسط ۵۵ میلیون بود. به همین دلیل معلوم شد که برچسب زدن تصاویر جدید با سرعت‌بالا و کارآمد بودن، [۱۲] همیشه ممکن نیست. ثانیاً، برچسب زدن تصاویر باکیفیت بالا به‌صورت آنی سخت است، هنوز هم در بسیاری از موارد جستجوی تصویر به درخواست کاربر مشکل‌ساز است.

ممکن است تعریف جستجو برای کاربر آسان باشد مثلاً کاربر به دنبال یک تصویر از یک گربه باشد، اما چگونه می‌توانیم مشخص کرد که گربه یک سایه بسیار خاص دارد و اندوهی در چشم آن است. یک‌راه حل برای این وضعیت وجود دارد که در آن کاربر قادر به مشخص کردن محتوای موردنیاز از طریق تگ یا سایر خواص تصویر می‌باشد، این بر اساس بازیابی محتوا تصویر (CBIR) است.

آزمایش اول از CBIR در تاریخ ۱۹۹۲ [۸] انجام شد و پس‌ازآن بسیاری از سیستم‌های بازیابی تصویر CBIR توسعه‌یافته‌اند [۴، ۱۰، ۱۵، ۱۷]. آزمایش‌های اولیه نشان می‌دهد که روند بازیابی تصویر را می‌توان تا حد زیادی با استفاده از بازخورد [۲۰] از طریق درگیر کاربر با حلقه جستجو و استفاده از دانش خود در فرایند جستجو تکراری [۳، ۱۱، ۱۸] بهبود داد.

استفاده از استراتژی‌های اکتشاف / بهره‌برداری‌های مختلف در بازخورد، یکی دیگر از تلاش‌ها برای بازیابی تصویر بوده است. هدف از گام بهره‌برداری، بازگشت به کاربران با حداکثر تعداد تصاویر مربوطه در یک منطقه از فضای ویژگی است، درحالی‌که گام اکتشاف باهدف جستجو در مناطق مختلف از فضای ویژگی است. این نوع سیستم‌ها به‌صورت پویا در هر تکرار، مجموعه‌ای از تصاویر را کنترل و نمایش می‌دهند. برای مثال، در [۱۶] یک الگوریتم masszoom ارائه‌شده است که مجموعه‌ای از تصاویر را نمایش داده است و بر روی تصاویر به‌عنوان مناسب‌ترین واسط کاربر متمرکز کرده است.

در [۱۳]، یک روش در نظر گرفته‌شده است که از اطلاعات به‌دست‌آمده توسط روش نزدیک‌ترین همسایه در مرحله بهره‌برداری، برای محاسبه استفاده می‌کند. به‌طور مشابه، یادگیری تقویتی یک روش امیدبخش است که می‌تواند به سیستم اجازه دهد از بازخورد جستجو ربط استفاده کند، و در همان زمان، از سوییچ بین بهره‌برداری و اکتشاف استفاده کند. یادگیری تقویتی در زمینه‌های مختلف از بازیابی اطلاعات اعمال می‌شود [۲، ۶]. بااین‌حال، بسیاری از سیستم بازیابی تصویر از استراتژی اکتشاف - بهره‌برداری [۱۳، ۱۶، ۱۹] استفاده می‌کنند.

در این مقاله، ما به طراحی یک سیستم جستجو در تصویر پرداخته‌ایم که این طراحی با ترکیب تکنیک‌های یادگیری تقویتی و الگوریتم ژنتیک انجام‌شده است. این ترکیب اجازه می‌دهد تا بهینه‌سازی در سیستم اکتشاف و بهره‌برداری به دست آید.

www.kahrobaonline.ir

هدف اصلی در این سیستم، کمک به کاربر در پیدا کردن تصاویر در یک پایگاه داده از تصاویر unannotated با سرعت‌بالا و بدون تایپ کردن هر سؤال است.

۲- روش

در این مقاله ما با استفاده از ترکیب الگوریتم ژنتیک و الگوریتم یادگیری تقویتی سعی بر کمتر کردن جستجو در بازیابی تصاویر داشته‌ایم. شکل ۱ فلوچارت روش پیشنهادی را نشان می‌دهد که در ادامه بر شرح کدام از مراحل خواهیم پرداخت.



شکل ۱. فلوچارت روش پیشنهادی

شکل ۱-فلوچارت روش پیشنهادی

۲-۱- پیش‌پردازش

در این مرحله تصاویر ورودی از سیستم گرفته‌شده و نویز زدایی بر روی تصاویر برای بالا رفتن کیفیت تصاویر با استفاده از فیلتر میانه انجام می‌شود. این فیلتر نویزهای موجود در سطح تصویر را تا حدودی از بین برده و تصویر را به یک تصویر باکیفیت نزدیک‌تر می‌کند.

۲-۲- یادگیری تقویتی

در این مرحله کاربر دستوری ارائه کرده است حال توسط الگوریتم تقویتی و با استفاده از بهره‌برداری و اکتشاف به جستجوی تصاویر پرداخته می‌شود. سپس تعدادی از تصاویر حذف و مجموعه‌ای دیگر از تصاویر در دسترس می‌باشد که به الگوریتم ژنتیک داده خواهد شد. الگوریتم تقویتی با سویچ بین اکتشاف و بهره‌برداری دایره جستجوی خود را کاهش می‌دهد. ولی این جستجو همچنان بهینه نیست و باید با الگوریتم ژنتیک ترکیب به وجود آید.

۲-۳- الگوریتم ژنتیک

در این مرحله تصاویر خارج‌شده از جستجوی الگوریتم تقویتی دوباره مورد جستجو با واژه کلیدی کاربر قرار خواهند گرفت. در اینجا با استفاده از عملگرهای برش و جهش و همچنین تابع هدف به محدود کردن فضای جستجو پرداخته می‌شود. هرکدام از این عملگرها در ادامه شرح داده می‌شوند. الگوریتم ژنتیک یکی از الگوریتم‌های بسیار عالی برای بهینه‌سازی می‌باشد.

۳-طراحی رابط

ایده اصلی ایجاد تعاملی در پشت رابط کاربر است که کاربر به‌جای تایپ کردن کلمات مربوط به تصویر موردنظر، سیستم از طریق محتویات قید "بستن" یا "مشابه" تصاویر را نمایش دهد. در تکرار بعدی، کاربر با یک مجموعه جدید از تصاویر ارائه‌شده است. رابط کاربری با یک مثال جستجو در شکل ۲ ارائه‌شده است.

جستجو با یک collage از تصاویر که به‌طور یکنواخت هستند به‌طور تصادفی از پایگاه داده نمونه شروع می‌شود. به‌منظور اینکه اطمینان حاصل شود که مجموعه اولیه از تصاویر یک نمایش خوب از کل فضای تصویر است، ما تمام تصاویر را با K خوشه‌بندی کردیم و k تعداد تصاویر نمایش داده‌شده است و سپس ما یک تصویر از هر خوشه را به‌عنوان نمونه برداشتیم. آزمایش‌های قبل نشان می‌دهد که این روش یک نقطه شروع خوب برای جستجو می‌باشد.

بازخورد نتایج در دامنه‌ای از ۰ تا ۱ می‌باشد، که در آن ۰ نشان‌دهنده یک تصویر داده‌شده متفاوت از هدف ایده آل است و ۱ نشان‌دهنده که یک تصویر داده‌شده بسیار شبیه به هدف ایده آل است. تصاویری که توسط کاربر امتیاز نیست، فرض می‌شود که نمره ۰ گرفته است. پس از هر تکرار، تصاویر جدید نمایش داده می‌شوند. هر تصویر را می‌توان به کاربر یک‌بار و در تمام طول جستجو نشان داد، یعنی یک تصویر نشان داده‌شده در تکرار بعدی نشان داده نمی‌شود. جست‌وجو ادامه دارد تا زمانی که کاربر به رضایت برسد.

در مثال ما، کاربر می‌خواهد یک تصویر برای نشان دادن "شهر در شب" پیدا کند. در آغاز جستجو (شکل a۲)، کاربر با یک collage از تصاویر یکنواخت از پایگاه داده تصویر انتخاب‌شده روبرو است، در تصاویر ارائه‌شده، تصویر پنجم در ردیف دوم و تصویر دوم در ردیف سوم به هدف ایده آل نزدیک‌ترند. کاربر با تکرار بعدی با فشار دادن دکمه "بعدی" در بالای صفحه حرکت می‌کند. در تکرار دوم (شکل B2)، تصاویر مربوط به "شب" یا "شب" ارائه‌شده است. بازهم، کاربران چهار عکس نزدیک به آنچه او به دنبالش است، انتخاب می‌کند. در تکرار ۳ و ۴ (شکل C۲ و D)، عکس‌های بیشتری مربوط به موضوع به کاربر ارائه‌شده و کاربر می‌تواند با انتخاب تصاویر خاص خود جستجو را محدود کند.


(a) Iteration 1 (b) Iteration 2

www.kahrobaonline.ir



شکل۲. چهار تکرار اول یک مثال جستجو برای "شهر در شب". در تکرار اول کاربر علائم دو عکس به‌عنوان مربوطه را می‌بیند. در جستجوهای بعدی کاربر بیشتر به هدف نزدیک می‌شود.

۴- الگوریتم ژنتیک

در اینجا از الگوریتم ژنتیک برای بهینه‌سازی جستجو استفاده‌شده است. به‌طوری‌که هر دوره از تصاویری که به کاربر نشان داده می‌شود به‌عنوان نسل اولیه در الگوریتم ژنتیک قرار داده می‌شود و پس‌ازآن با در نظر گرفتن تابع هدف و عملیات برش و جهش و محدوده جستجو کم می‌شود. در اینجا به‌وسیله تابع هدف (شب بودن و پیکسل‌های تیره در تصویر هدف ما هست) می‌توان محدود جستجو را کاهش داد. نرخ برش برابر با ۰/۳ و نرخ جهش برابر با ۰/۴ در نظر گرفته‌شده است[۲۱].

۵- مدل‌سازی کاربر

جستجو در سراسر پایگاه داده، سیستم یک مدل برای کاربران ایجاد می‌کند و بر اساس آن تصاویر K برای ارائه به کاربر در هر تکرار انتخاب می‌شود. ما فرض کنیم که کاربر به دنبال یک تصویر یا مجموعه‌ای از تصاویر مربوط به خود است. بازخورد کاربر توسط یک نمره مربوط $Y \epsilon [۰، ۱]$ ، که در آن ۱ نشان‌دهنده مربوط بودن بالای تصویر است. پروتکل تکرار به شرح زیر است:

- سیستم، k تصاویر انتخاب و به کاربر ارائه می‌کند.
- کاربر نمرات مربوطه را دربازه ۰ و۱ نشان می‌دهد. تصاویر که توسط کاربر امتیاز داده نمی‌شوند ۰ فرض می‌شود.
- تصاویری که ۱ انتخاب شدند به الگوریتم ژنتیک برای محدود شدن فضای جستجو داده می‌شوند.

۶- نتیجه‌گیری

برای حمایت از کاربران در جهت اکتشاف فضای جستجوی تصویر، ما یک سیستم تعاملی CBIR که شامل اکتشاف و بهره‌برداری با بازخورد کاربر طراحی کردیم. کاربران می‌توانند فضای تصویر را با بازخورد خود و کمک الگوریتم ژنتیک کم کنند. در این سیستم مجموعه داده با برچسب تصاویر نیاز نیست، کاربران نیاز به دانستن تصاویر ندارند. ابتدا به‌صورت تصادفی مجموعه‌ای از تصاویر انتخاب‌شده به کاربر نشان داده می‌شود و به‌وسیله بازخورد کاربر و الگوریتم ژنتیک این فضای جستجو محدود می‌شود تا نهایت کاربر به هدف خود می‌رسد.

مراجع

[1] Auer, P., Cesa-Bianchi, N., Fischer, P.: Finite-time analysis of the multiarmed bandit problem. Mach. Learn. 47, 235–256 (2002)

[2] Auer, P., Hussain, Z., Kaski, S., Klami, A., Kujala, J., Laaksonen, J., Leung, A.P., Pasupa, K., Shawe-Taylor, J.: Pinview: implicit feedback in content-based image retrieval. JMLR Workshop Conf. Proc. 11, 51–57 (2010)

[3] Cox, I., Miller, M., Minka, T., Papathomas, T., Yianilos, P.: The Bayesian image retrieval system, PicHunter: theory, implementation, and psychophysical experiments. Image Process. 9(1), 20–37 (2000)

[4] Datta, R., Li, J., Wang, J.: Content-based image retrieval: approaches and trends of the new age. In: Multimedia Information Retrieval, pp. 253–262. ACM (2005)

[5] G_lowacka, D., Hore, S.: Balancing exploration-exploitation in image retrieval. In: Proceedings of UMAP 2014 Posters, Demonstrations and Late-Breaking Results (2014)

[6] G_lowacka, D., Shawe-Taylor, J.: Content-based image retrieval with multinomial relevance feedback. In: Proceedings of ACML, pp. 111–125 (2010)

[7] Guiver, J., Snelson, E.: Learning to rank with softrank and Gaussian processes. In: Proceedings of SIGIR, pp. 259–266 (2008)

[8] Kato, T., Kurita, T., Otsu, N., Hirata, K.: A sketch retrieval method for full color image database-query by visual example. In: Pattern Recognition. Computer Vision and Applications, pp. 530–533 (1992)

[9] Kelly, D., Fu, X.: Elicitation of term relevance feedback: an investigation of term source and context. In: Proceedings of SIGIR (2006)

[10] Kosch, H., Maier, P.: Content-based image retrieval systems-reviewing and benchmarking. JDIM 8(1), 54–64 (2010)

[11] Laaksonen, J., Koskela, M., Laakso, S., Oja, E.: Picsom-content-based image retrieval with self-organizing maps. Pattern Recogn. Lett. 21(13), 1199–1207 (2000)

[12] Pham, T.-T., Maillot, N.E., Lim, J.-H., Chevallet, J.-P.: Latent semantic fusion model for image retrieval and annotation. In: Proceedings of CIKM (2007)

[13] Piras, L., Giacinto, G., Paredes, R.: Enhancing image retrieval by an exploration exploitation approach. In: Perner, P. (ed.) MLDM 2012. LNCS (LNAI), vol. 7376, pp. 355–365. Springer, Heidelberg (2012)

[14] Rasmussen, C.E., Williams, C.K.I.: Gaussian Processes for Machine Learning. MIT Press, Cambridge (2006)

www.kahrobaonline.ir

[15] Smeulders, A., Worring, M., Santini, S., Gupta, A., Jain, R.: Content-based image retrieval at the end of the early years. Pattern Anal. Mach. Intell. 22(12), 1349– 1380 (2000)

[16] Suditu, N., Fleuret, F.: Iterative relevance feedback with adaptive exploration/exploitation trade-off. In: Proceedings of CIKM (2012)

[17] Veltkamp, R.C., Tanase, M.: Content-based image retrieval systems: a survey. Department of Computing Science, Utrecht University (2002)

[18] Villegas, M., Leiva, L.A., Paredes, R.: Interactive image retrieval based on relevance feedback. In: Sappa, A.D., Vitri`a, J., Multimodal Interaction in Image and Video Application, vol. 48, pp. 83–109. Springer, Heidelberg (2013)

[19] Yee, K.-P., Swearingen, K., Li, K., Hearst, M.: Faceted metadata for image search and browsing. In: Proceedings of CHI, pp. 401–408 (2003)

[20] Zhou, X., Huang, T.: Relevance feedback in image retrieval: a comprehensive review. Multimed. Syst. 8(6), 536–544 (2003)

[21] Miguel, A., Francesc, J., Salvador, M. : Improving distance based image retrieval using non dominated sorting genetic algorithm. Elsevier, 201

بررسی روش‌های طرح مسیریابی شبکه مقیاس‌پذیر و با خطای قابل‌قبول برای سیستم‌های چند هسته‌ای و چند تراشه‌ای

نویسنده: وحید عاشوری-ashoori.vahid2015@gmail.com

چکیده: شبکه‌های روی تراشه و اتصالات بین تراشه‌های رایج به‌صورت مجزا طراحی‌شده‌اند . اما این روش طراحی سنتی با چالش بزرگی روبروست. تعداد فزاینده‌ای از پردازشگرهای روی تراشه باید یک واحد ورودی / خروجی را واسطه ارتباط بااتصال داخلی تراشه میانی قرار دهند . افزایش کارکرد شبکه در حدفاصل (در محل ارتباط) تراشه‌ها می‌تواند بار ترافیکی غیریکنواختی در شبکه روی تراشه ایجاد کند . به‌عبارت‌دیگر می‌تواند در محدوده تراشه و اطراف واحد ورودی / خروجی تراکم ترافیکی به وجود آید . تکنولوژی های جدید مانند سیلیکون ویا سیلیکون اینترپروزر می‌توانند مستقیماً شبکه‌ها را بر روی تراشه به هم متصل کنند. این پژوهش طرح‌های مسیریابی جدید را برای حل مشکلات مقیاس‌پذیری شبکه مربوط به نمونه‌های سیستم داخل پکیج چند هسته و چند تراشه‌ای بررسی می‌کند. این طرح پیشنهادی همچنین می‌تواند خطای مجاز (تلورانس) ارتباطات در سطح نانو در طراحی‌های بسیار ریزتر از میکرون را بهبود بخشد.

کلیدواژه: تحمل‌پذیر خطا، شبکه روی تراشه، چندهسته‌ای، سیستم داخل پکیج، شبکه روی تراشه .

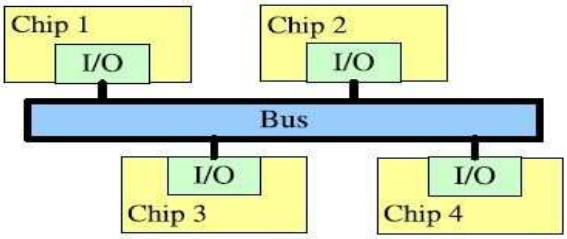
۱- مقدمه

در مقدمه ما به توضیح مختصری در مورد شبکه روی تراشه می پردازیم و روش‌های تحمل‌پذیری خطا در این سیستم را بیان می‌داریم. در این پژوهش ما تحمل‌پذیری خطا در مسیریابی را هدف قرار خواهیم داد و به نسبت توضیح و مفصل‌تری بیان خواهد شد.

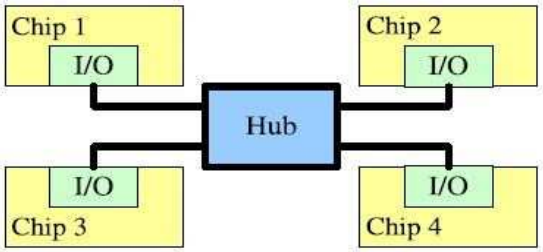
۲- آشنایی با تحمل‌پذیری خطا در شبکه روی تراشه

نسل بعدی تراشه‌های روی سیستم چندهسته‌ای و تراشه‌های چندپردازنده شامل صدها یا هزاران هسته خواهند بود . یک سیستم چند تراشه‌ای نیاز به اتصالات داخلی با کارایی بالا دارد تا بتواند داده‌ها را مابین هسته‌هایی که بر روی تراشه‌های مختلف (سیستم روی تراشه[1]) در سیستم قرار دارند انتقال دهد . اجزای سیستم (به‌طور مثال تراشه‌ها) به‌طورمعمول از طریق یک واحد ورودی / خروجی (ورودی / خروجی با کابل اصلی) اتصال داخلی ، ارتباط برقرار می‌کنند. این کابل اصلی اتصال داخلی می‌تواند یک سیستم اتصال باس (شکل ۱- الف) یا اتصال نقطه‌به‌نقطه و اتصال هسته، انتقال بیش‌ازحد[2] باشد. با ظهور معماری‌های چندهسته‌ای واحد ورودی / خروجی که بین صدها یا هزاران هسته بر روی یک تراشه تقسیم‌شده بود یک تنگنا محسوب می‌شد. رویکردهای بسته‌بندی جدید مانند ترو سیلیکون ویا[3] و سیلیکون اینترپروزر[4] اتصالات کوچک‌تر ، سریع‌تر و با تراکم بالاتری را فراهم می‌کنند. به‌طور مثال زایلینکس اف پی جی‌ای، پردازنده مالتی مدیا برای دستیابی به ماژول چند تراشه‌ای[5] با کارایی بالاتر و طراحی سیستم‌های داخل پکیج[6] باقیمت پایین‌تر و تراکم بالاتر نسبت به تکنولوژی‌های بسته‌بندی و لایه‌ای سنتی از تکنولوژی تی، اس، وی و اس، آی بهره برده است. یک اینترپروزر سیلیکونی اتصال مستقیم چندین تراشه به یکدیگر را از طریق ارتباطات با پهنای باند و تأخیر (زمانی) پایین‌تر فراهم می‌کند. به‌عبارت‌دیگر شبکه‌های روی تراشه‌ای می‌توانند به‌جای آنکه از اتصال داخلی میان تراشه و واحد ورودی / خروجی استفاده کنند ، مستقیماً از طریق اتصالات چندگانه در یک اینترپوزر سیلیکونی به یکدیگر وصل شوند. از شبکه‌های اتصال روی تراشه‌ای گرفته تا نمونه‌های شبکه‌های روی تراشه‌ها ارسال بسته‌ای برای ارتباطات در سطح نانو یک رویکرد بلندمدت و تهاجمی محسوب می‌شود. در یک شبکه روی تراشه طراحی یک مکانیسم بدون بن یست و بن باز برای عملکرد یک سیستم ارتباطی حیاتی است اما نسبتاً تعداد کمی از مطالعات مقیاس‌پذیری را از دیدگاه یک سیستم مدنظر قرار می‌دهند. بدین معنا که شبکه ترکیبی از طریق به هم پیوستن دو شبکه بدون بن‌بست روی تراشه‌ای (شکل ۲-ب) ایجاد شود احتمالاً دیگر بدون بن‌بست قابل‌ارسال نیستند. این به این دلیل است که بیشتر طرح‌های مسیریابی روی تراشه‌ای برای آماده کردن و در اختیار گذاشتن هستند. همان‌طور که شکل ۲-ب نشان می‌دهد اتصالات اضافی بین دو شبکه توپولوژی منظم ، توپولوژی شبکه ترتیبی را نامنظم می‌کند و می‌تواند قوانین طرح مسیریابی توپولوژی آگاهانه را نقض کند.

www.kahrobaonline.ir



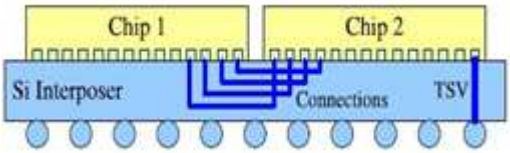
شکل ۱- الف) گذرگاه سیستم



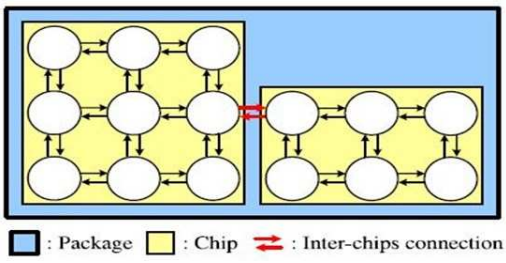
شکل ۱- ب) هاب ارتباطی نقطه‌به‌نقطه

۳- آشنایی با تحمل‌پذیری خطا در مسیریابی شبکه روی تراشه

برای رسیدگی به مشکل بدون بن‌بست بودن در یک‌رشته مرتبه‌ای (سلسله مراتبی) ، هالس مارک و همکارانش با ترکیب الگوریتم‌های توپولوژی آگاهانه مسیریابی شبکه‌های مجزا ، روشی به نام (الگوریتم‌های مسیریابی مرتبه‌ای[۷]) پیشنهاد کردند . در مقابل یک طرح مسیریابی کاملاً غیرآگاهانه ازنظر توپولوژی می‌تواند راه‌حل جایگزین مناسبی باشد. اخیراً به‌منظور پشتیبانی از انتقال wormhole (WH) ، کاهش کارکرد یا فرو فعال کردن ارتباط مقرون‌به‌صرفه ازلحاظ انرژی در BLESS از مسیریابی انحرافی استفاده شد . اما عملکرد مسیریابی بدون بافر مؤثر نبود. (یعنی تأخیر بیشتر و خروجی عملکرد پایین‌تری دارد). اما خصوصیت توپولوژی ناآگاهانه مسیریابی انحرافی نمی‌تواند مورد چشم‌پوشی قرار گیرد . چون اندازه بافر روتر ازلحاظ هزینه و انرژی اهمیت زیادی در طراحی‌های CMP ندارد. طراحی یک معماری شبکه که هم شامل مسیریابی انحرافی و هم بافرهای مسیریاب برای به انجام رساندن ارتباط مسیریابی توپولوژی آگاهانه و با کارایی مؤثرتر باشد جالب خواهد بود. یکی دیگر از مسائل حیاتی و ضروری برای سیستم‌های ارتباطی در مقیاس نانو در طراحی‌های چندهسته‌ای سیستم روی تراشه تلورانس خطاست آن‌هم به دلیل افزایش میزان خطا در اتصالات رو و میان تراشه‌ای در طراحی‌های ریزتر از میکرون. یک طرح مسیریابی انحرافی بدون شباهت به طرح‌های مسیریابی توپولوژی آگاهانه یا متدهای مسیریابی جبری و مسیریابی بخشی که اجباراً بسته‌ها را به یک مجموعه از پیش تعریف‌شده از مسیرهای انتقال به‌سوی کره مقصد وجود داشته باشد ، به‌سوی مقصد فرستاده می‌شود .به‌علاوه در یک سیستم چند تراشه‌ای ، افزایش تعداد اتصالات بین دو تراشه از طریق اینترپوزر عملکرد مسیریابی (ارسال اطلاعات) را بهبود بخشیده و شرایط بدون توقف را حفظ می‌کند. برای تولید در حجم زیاد، زمان کل آزمایش تراشه به‌منظور پایین نگه‌داشتن هزینه‌ی کل باید تا جایی که ممکن است کاهش یابد.



شکل۲-الف) اتصالات چندین تراشه در سیلیکون اینترپروزر SI



شکل۲-ب) دو تراشه SIP

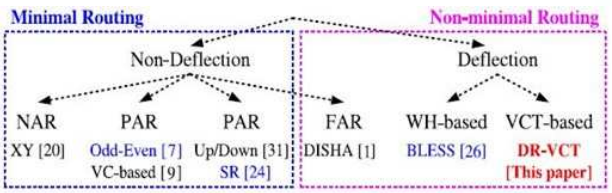
سیستم‌های تعبیه‌شده می‌توانند از سیستم روی تراشه توزیع‌شده و تراشه چندپردازنده[۸] چندگانه تشکیل‌شده باشند. این اجزای سیستم‌ها در حال حاضر توسط یک اتصال درون تراشه‌ای جفت شده‌اند و عناصر پردازش اصلی یک چیپ توسط یک شبکه روی تراشه‌ای به یکدیگر مرتبط‌اند. یک پیام برای عبور از شبکه روی تراشه و اتصال داخل تراشه باید قالب داده‌های خود را که با عنوان بسته شناخته می‌شود تغییر دهد تا به پروتکل‌های شبکه‌ای مختلف وفادار بماند. این تغییر شکل ناگزیر منجر به تنزل کارایی و ازکارافتادگی بی‌مورد می‌شود. بر اساس پیشرفت‌های اخیر صورت گرفته در تکنیک‌های تولید چیپ و متدهای بسته‌بندی ، این امکان فراهم‌شده است تا چندین چیپ متجانس و غیر متجانس در درون یک بسته گنجانده شوند . یکی از بزرگ‌ترین پیشرفت‌ها امکان حذف تجهیزات پل شبکه را فراهم کرده و به‌طور چشمگیری کارایی ارتباط را افزایش داده و مصرف انرژی را کاهش می‌دهد، بااین‌وجود ترکیب کردن شبکه‌های روی تراشه روی یک سیستم داخل پکیج

www.kahrobaonline.ir

کار ساده‌ای نیست . به‌طور مثال برای دستیابی به لایه شبکه مدل OSI مسیریابی بدون توقف ، بدون قربانی کردن کارایی ارتباطی باید تضمین شود.

۳-۱- بن‌بست و بن باز

بن‌بست یک حالت شبکه‌ای غیرعادی است که در آن‌یک چرخه رابطه وابستگی نگهداری و انتظار[۹] در میان منابع شبکه شکل می‌گیرد که باعث می‌شود مسیریابی بسته برای مدت نامحدودی به تأخیر بیافتد. ضمناً در شرایط بن باز یک بسته به این دلیل که کانال‌های درخواستی پیوسته توسط سایر بسته‌ها اشغال‌شده‌اند، بدون اینکه هرگز به مقصد خود برسد مدام در اطراف شبکه در حال حرکت است. در هر طرح مسیریابی اجتناب از وضعیت بن‌بست و بن باز ضروری است. همان‌گونه که شکل ۳ نشان می‌دهد، طرح‌های مسیریابی بدون بن‌بست به دو روش غیر انحرافی و انحرافی دسته‌بندی‌شده‌اند. طرح‌های مسیریابی غیر انحرافی با به کار گرفتن طرح‌های مسیریابی انطباقی[۱۰] مانند XY، طرح‌های ریشه‌یابی اندک انطباقی و غیره از بن‌بست اجتناب می‌کنند. بن‌بست می‌تواند با استفاده از تکنیک بازیافت بن‌بست مانند DISHA حذف شود و این متد امکان دستیابی به هدف ریشه‌یابی انطباقی کامل[۱۱] را فراهم می‌آورد . مطالعات و تحقیقات بسیاری در مورد طرح‌های ریشه‌یابی غیر بحرانی در منابع و نوشته‌ها وجود دارد. طرح‌های مسیریابی انحرافی آزادی بن‌بست را با اطمینان حاصل کردن از اینکه هر بسته به‌طور مداوم تغییر می‌یابد تا اینکه به مقصد نهایی خود برسد ، تضمین می‌کنند . بنابراین بسته‌ها می‌توانند از طریق مسیرهای مسیریابی غیر کمینه‌ای به مقصد خود برسند. طرح‌های مسیریابی غیر کمینه‌ای کوتاه‌ترین مسیر را از یک منبع به مقصد انتخاب می‌کنند بنابراین می‌توان از مشکل بن باز اجتناب کرد. ازآنجاکه بن باز می‌تواند در طرح‌های مسیریابی غیر کمینه‌ای بروز کند ما در بخش ۳ یک روش را موردبررسی قرار می‌دهیم که مشی بدون بن باز، را برای طرح مسیریابی انحرافی پیشنهاد می‌دهد.



شکل ۳- طبقه‌بندی روش‌های مسیریابی بدون بن‌بست

۴- معرفی زمینه مطالعاتی و اهمیت آن

زمینه مطالعه این پژوهش تحمل‌پذیر نمودن خطا در مسیریابی شبکه روی تراشه است. هدف افزایش قابلیت اطمینان با استفاده از تحمل‌پذیر نمودن خطا به‌وسیله مسیریابی انحرافی شبکه روی تراشه، تحمل‌پذیر نمودن خطا به‌وسیله مسیریابی مدل میدان پتانسیل مصنوعی در شبکه روی تراشه است. که در این پژوهش ما قابلیت آزمایش را نیز به این سیستم تحمل‌پذیر خطا اضافه می‌کنیم تا قابلیت اطمینان[۱۲] به این نوع سیستم آزمایش افزایش یابد.

۴-۱- مطالعه روش‌های مسیریابی در شبکه روی تراشه

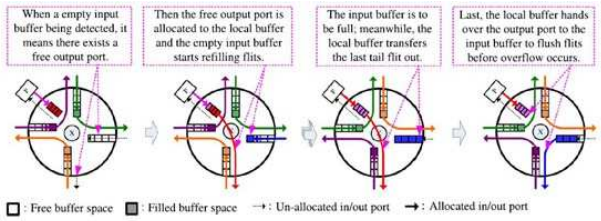
مسیریابی انحرافی یا مسیریابی سیب‌زمینی داغ اولین بار توسط باران[۱۳] پیشنهاد شد. یکی از ویژگی‌های ممتاز مسیریابی انحرافی این است که می‌تواند در یک مسیریاب بدون بافر به کار گرفته شود. درنتیجه استفاده از مسیریابی انحرافی در شبکه‌های انتقال نوری برای جلوگیری استفاده از بافرهای نوری گران‌قیمت، متداول شد. ریشه‌یابی انحرافی اخیراً برای صرفه‌جویی در هزینه بافر و مصرف انرژی در BLESS استفاده‌شده است. بااین‌وجود تحقیق دیگری نشان داد که مسیریاب بدون بافر در BLESS کارایی ارتباطی مؤثری نداشت و اینکه استفاده از بافرهای بر مبنای اس،رم می‌تواند هم هزینه و هم مصرف انرژی یک مسیریاب بافری را کاهش دهد. اما از ویژگی‌های متمایز ناآگاهی در توپولوژی شبکه و انطباق کامل مسیریابی بسته‌ها مسیریابی انحرافی نمی‌توان چشم‌پوشی کرد. اگر یک طرح انحرافی مسیریابی بتواند از انطباق‌پذیری مسیریابی استفاده کند درعین‌حالی که ناکارآمدی را در کنترل جریان ترافیکی به حداقل می‌رساند، آنگاه کارایی ارتباطی می‌تواند به‌طور چشمگیری افزایش یابد.

۴-۱-۱- مکانیسم بدون بن‌بست مسیر انحرافی

در مسیریابی انحرافی هر بسته به‌طور مداوم تغییر می‌یابد تا جایی که به مقصد نهایی برسد . بر همین اساس مسیریابی انحرافی بدون انسداد است . وقتی‌که تعداد پورت‌های ورودی و تعداد پورت‌های خروجی در یک مسیریاب یکسان باشند و به بسته‌های جدید از پردازشگر محلی اجازه داده نشود که پورت خروجی را وقتی‌که همه پورت‌های ورودی متصل به توترهای همسایه مشغول هستند ،

www.kahrobaonline.ir

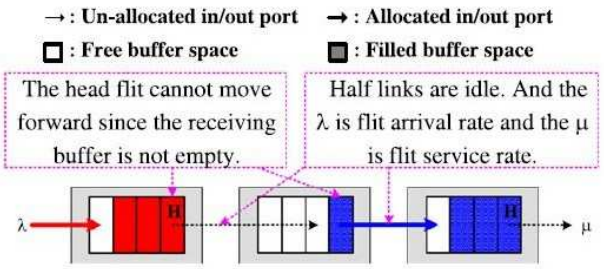
اشغال کنند . برای تبعیت از خط‌مشی تزریق بسته مسیریابی انحرافی در BLESS، اندازه بسته به‌اندازه یک فلیت یا یک بسته با چندین فلیت طراحی شد. اما یک بسته در حال پیشروی از پردازشگر محلی می‌تواند کوتاه و ناقص شود تا پورت خروجی اشغال‌شده‌اش را برای یک بسته تازه‌وارد از یک مسیریاب همسایه آزاد کند تا مانع از انسداد شود . این کوتاه شدن بسته‌ها همان‌طور که گفته شد می‌تواند منجر به مشکل اساسی مرتب کردن دوباره فلیت ها شود . در مکانیسم مسیریابی انحرافی VCT[۱۴] پیشنهادی یک بسته خارج‌شده از بافر محلی (متصل به پردازنده محلی) هر وقت که هرکدام از بافرهای دیگر ورودی متصل شده به روتر همسایه خالی باشد با یک پورت خروجی جایگزین می‌شود. اگرچه که بافر ورودی خالی در درست بعد از جایگزینی کافی است . همان‌گونه که شکل ۴ نشان می‌دهد .



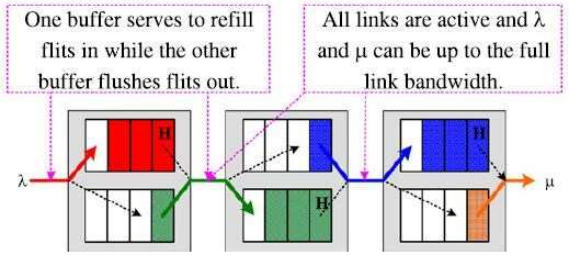
شکل ۴- مکانیسم بدون بن‌بست با روش DR-VCT

۴-۱-۲- بافر پینگ‌پونگ

عمده‌ترین محدودیت سوئیچینگ VCT این است که فلیت های هر بسته تنها وقتی‌که فضای بافر در روتر دریافت‌کننده برای جا دادن تمام بسته در دسترس باشد می‌تواند به روتر بعدی انتقال یابد. شکل ۲-۲ الف نشان می‌دهد که به‌کارگیری پیوند (لینک) حتی وقتی‌که یکی از فلیت های بسته قبلی در بافر دریافت‌کننده باقی‌مانده، به دلیل مسدود شدن بسته اصلی، کمتر از ۵۰ درصد است. به‌منظور افزایش کارایی سوئیچینگ VCT متد پیشنهادی به هر بافر سایزی دو برابر طول بسته اختصاص می‌دهد و آن را وادار می‌کند تا به شبکه پینگ‌پونگ عمل کند. یعنی وقتی نصف بافر با فلیت ها پر می‌شود نصف دیگر بافر می‌تواند به‌طور هم‌زمان فلیت ها را به بیرون بفرستد. این دو عمل (یعنی دوباره پر کردن فلیت ها و بیرون فرستادن آن‌ها) همان‌گونه که شکل ۵ نشان می‌دهد با استفاده کامل از پهنای باند لینک، به‌صورت تکرارشونده انجام می‌شود.



شکل ۵- سوئیچینگ VCT با بافر به‌اندازه طول بسته

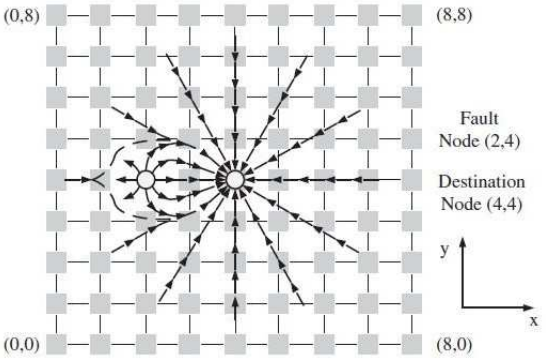


شکل ۶- سوئیچینگ VCTبا بافر به‌اندازه دو برابر طول بسته

۴-۲- مدل میدان پتانسیل مصنوعی محور

خرابی‌هایی که در شبکه روی تراشه‌ها رخ می‌دهند ممکن است باعث خراب شدن کل سیستم شود ازجمله گره‌های معیوب مانع از مسیریابی برخی از پیغام‌ها به مقاصدشان می‌شود. گره‌های معیوب زمانی که پیغام‌ها در شبکه روی تراشه‌ها حرکت می‌کنند به موانعی تبدیل می‌شود. ما بر اساس میدان پتانسیل مصنوعی روش جدیدی را در حل مسائل ایجادشده به‌واسطه خرابی‌های دائمی در یک شبکه روی تراشه ایجاد می‌کنیم. گره‌های معیوب همان قطب‌های میدان پتانسیل دافع و مقاصد همان قطب‌های میدان پتانسیل دافع هستند. بنابراین فشار میدان پتانسیل مصنوعی ترکیبی، پیغام‌ها را به سمت مقصد هل می‌دهد و درعین‌حال از کنار گره‌های معیوب می‌گذرد. شکل ۷ مثالی از یک میدان پتانسیل مصنوعی در یک شبکه 2D ارائه می‌دهد.

www.kahrobaonline.ir



شکل ۷- یک میدان پتانسیل مصنوعی در یک شبکه 2D

۴-۲-۱- الگوریتم مسیریابی تولرانت خرابی بر اساس مدل میدان پتانسیل مصنوعی[۱۵]

از الگوریتم‌های مسیریاب در تعیین زنجیره‌ای از کانال‌ها استفاده می‌شود که در آن پیغام‌ها بین گره‌های منبع و گره‌های مقصد حرکت می‌کنند. یک الگوریتم مسیریابی تولرانت خرابی بر اساس مدل میدان پتانسیل مصنوعی پیشنهاد می‌شود ما از مفهوم اطلاعات معیوب محدود سراسری استفاده می‌کنیم بدین معنا که وضعیت هم‌جوار خود را در منطقه‌ای مشخص می‌داند. اگر هیچ اطلاعات تولرانت معیوبی در گره‌ی فعلی وجود نداشته باشد بدین معناست که گره‌ی فعلی از گره‌های معیوب بسیار دور است و یا در شبکه روی تراشه هیچ گره‌ی معیوبی وجود ندارد. بنابراین می‌توانیم از هر الگوریتم مسیریابی که وجود دارد استفاده کنیم. الگوریتم مسیریابی مرتبه بعدی ، آسان کمینه و بدون بست است. این الگوریتم به‌طور پشت سر هم در هر بُعد پیغام می‌فرستد تا زمانی که فاصله در آن بُعد به صفر برسد ، سپس به بُعد بعدی می‌رود. این پیغام‌ها را می‌توان بر اساس این قوانین در این حالت ساده مسیریابی کرد. اگر اطلاعات معیوب در گره‌ی فعلی انباشته‌شده باشد. از مدل پیشنهادی میدان پتانسیل مصنوعی در محاسبه‌ی پورت خروجی پیغام استفاده می‌شود.

۴-۲-۲- ریکاوری بن‌بست

الگوریتم پیشنهادی مسیریابی تولرانت خطا بر اساس مدل APF به پیغام‌ها اجازه می‌دهد تا تمامی مسیرهای احتمالی را در شبکه‌ی 2D در نظر بگیرند برخی از پیغام‌ها ممکن است منتظر پیغامی باشند که توسط پیغامی دیگر حفظ می‌شوند و هم‌زمان منبع اشغال‌شده توسط پیغامی دیگر را حفظ می‌کند. اگر تمامی آن‌ها منابعی را به روشی مدور تقاضا کرده و نگهدارند بن‌بست رخ می‌دهد بااین‌حال بن‌بست‌ها در مسیریاب با اندازه‌گیری زمانی که هدر (Header) پیغام مسدود می‌شود ، شناسایی می‌شود و آن را با یک آستانه مقایسه می‌کند. اگر زمان انسداد هدر ، بیشتر از آستانه باشد ، این پیغام یک بن‌بست است سپس مکانیسم ریکاوری برای رها کردن منابعی که توسط پیغام بن‌بست اشغال‌شده صورت می‌گیرد متعاقباً پیغام‌های بن‌بست باید بعداً خراب و از نو منتقل شوند. این آستانه قطعاً کارآمدی مکانیسم شناسایی بن‌بست را تعیین می‌کند این آستانه باید تضمین کند که بین بست ها به‌محض اینکه رخ می‌دهند شناسایی می‌شوند. بعلاوه کافی است که تنها حائل اشغال‌شده توسط یکی از بسته‌هایی را آزاد کنیم که در اکثر نمونه‌ها باعث بن‌بست شده گشته است. بنابراین به شناسایی بن‌بست‌ها با احتمال P(p=1/8) می‌پردازیم.این امر می‌تواند عملکرد شناسایی بن‌بست و مکانیسم ریکاوری را بهتر کند بااین‌حال زمان آستانه قویاً به بار شبکه بستگی دارد که از قبل در مرحله‌ی طراحی مشخص نیست بنابراین از طریق شبیه‌سازی به آنالیز آستانه می‌پردازیم.

۵-مقایسه و نتیجه‌گیری

در پایان مفهوم شبکه روی تراشه و روش‌های تحمل‌پذیر نمودن خطا در مسیریابی شبکه روی تراشه معرفی شد. از بین چالش‌های موجود در تحمل‌پذیری خطا ، تحمل‌پذیر نمودن خطا با روش مسیریابی انحرافی در شبکه روی تراشه و تحمل‌پذیر نمودن خطا به‌وسیله مسیریابی مدل میدان پتانسیل مصنوعی در شبکه روی تراشه به‌عنوان زمینه مطالعه انتخاب شد و روش‌های بکار رفته موردبررسی قرا گرفت. و همچنین مزایا و معایب هرکدام به‌اختصار در جدول شماره ۱ بیان‌شده است.

جدول ۱- مقایسه‌ی روش‌های مسیریابی

خصوصیات/روش‌ها	مسیریابی انحرافی	مسیریابی APF
قابلیت کار با گره تصادفی معیوب در 2D	ندارد	دارد
شناسایی بن‌بست و مکانیسم ریکاوری	قابل‌قبول	خوب است و باعث بهبود قابل‌ملاحظه‌ای عملکرد الگوریتم پیشنهادی شود
نوع مسیریابی	مسیریابی آگاهانه	مسیریابی آگاهانه

www.kahrobaonline.ir

مصرف انرژی	پایین است	کم با استفاده از شناسایی بن‌بست و مکانیسم ریکاوری

1- SOC
2- Hyper transport
3- Through silicon via (TSV)
4- Silicon interposer
5- Multi-chip module (MCM)
6- system in package (SIP)
7- HIRA
8- CMP
9- hold-and-wait
10- Non Adaptive routing (NAR)
11- Fully Adaptive Routing (FAR)
12- Reliability
13- Baran
14- Virtual Cut Through
15- APF

مراجع

[1] Fault tolerant routing algorithm based on the artificial potential field model in Network-on-ChipYonghui Li, Huaxi Gu

[2] A scalable and fault-tolerant network routing scheme for many-core and multi-chip systems

Wen-Chung Tsai a, Kuo-Chih Chub, Yu-Hen Huc, Sao-Jie Chend

[3] F. David et al, Vicis: a reliable network for unreliable silicon, in: Proceedings of the 46th Annual Design Automation Conference, ACM, San Francisco, California, 2009.

[4] A.D. David Fick, Gregory K. Chen, Valeria Bertacco, Dennis Sylvester, David Blaauw, A highly resilient routing algorithm for fault-tolerant NoCs., in Design, Automation and Test in Europe, DATE 2009, Nice, France, 2009.

[5] G.M. Chiu, The odd–even turn model for adaptive routing, IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems 11 (2000) 729–738.

[6] D. Fick, A. DeOrio, G. Chen, V. Bertacco, D. Sylvester, D. Blaauw, A highly resilient routing algorithm for fault-tolerant NoCs, in: Proceedings of the Design, Automation and Test in Europe Conference, 2009, pp. 21–26[3] A. Adel, P. Ahmadi, M. Sabet, "Desining Model for Choosing human resources with data mining approach. Journal of Iranian Technology, Vol. 2, No. 4, 2010 [In Persian].

www.kahrobaonline.ir

برنامه‌ریزی بهینه تولید توان در ریز شبکه‌های هوشمند با رویکرد کاهش هزینه‌های تولید و آلودگی و در نظر گرفتن عدم قطعیت

نویسندگان: علیرضا رضازاده – a-rezazade@sbu.ac.ir

حمیدرضا باقری – bagheri.hamid72@gmail.com

علی اصغر سرآبادانی – alisarabadani2014@gmail.com

چکیده: یک ریزشبکه معمولا شامل مجموعه ای از منابع تولیدپراکنده، سیستم ذخیره انرژی و بارها می باشد که می تواند به دو صورت اتصال به شبکه و عملکرد جزیره ای مورد بهره برداری قرار گیرد، استفاده از ریزشبکه ها می تواند منافع زیادی هم برای مصرف کننده و هم برای شرکتهای تولید برق در برداشته باشد، ازدید مصرف کننده ریزشبکه قابلیت فراهم ساختن همزمان برق و حرارت، افزایش قابلیت اطمینان، کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و بهبود کیفیت را داشته و ازدید شرکتهای برق به کارگیری ریزشبکه ها پتانسیل کاهش دیماند مصرفی و بنابراین کاهش تسهیلات توسعه خطوط انتقال و علاوه بر آن عامل حذف نقاط اوج مصرف خواهد بود که در نتیجه از تلفات شبکه نیزکاسته می شود. ریز شبکه ها می تواند یک راهکار مناسب برای تولید انرژی با در نظر گرفتن مسائل زیست محیطی و اقتصادی برای این مناطق باشند. که در این مقاله تعیین اندازه بهینه یک سیستم ترکیبی متصل به شبکه، مورد بررسی قرار می گیرد. سیستم ترکیبی مورد مطالعه متشکل ازتوربین های بادی، آرایه های خورشیدی، سلول های سوختی با ذخیره سازهیدروژنی ،واحد تولید همزمان برق و حرارت و ذخیره سازها است که به منظور مدلسازی عدم قطعیت توان تولیدی توربین بادی و آرایه خورشیدی ازسناریوهای احتمالاتی استفاده شده است.. اهداف این مقاله کمینه سازی هزینه تولید توان و کاهش هزینه آلودگی زیست محیطی با استفاده از الگوریتم ژنتیک در دوره مورد مطالعه می باشد.

کلیدواژه: ریزشبکه؛ منابع تولید پراکنده ،عدم قطعیت ،سناریوهای احتمالاتی،الگوریتم ژنتیک

۱- مقدمه

رشد و توسعه جوامع انسانی همواره موازی با تولید و مصرف انرژی بوده است. طبق آمارهای به ثبت رسیده، طی ۳۰ سال گذشته احتیاجات انرژی جهان به مقدار قابل‌توجهی افزایش‌یافته است. محدودیت انرژی‌های فسیلی و مسائل و مشکلات زیست‌محیطی ناشی از این سوخت‌ها و رشد روزافزون تقاضای انرژی، ارتقای استانداردهای زندگی، گرم شدن کره زمین سبب گردیده تا هرروز شاهد پیشرفت‌هایی در استفاده از فن‌آوری و به‌کارگیری انرژی‌های تجدید پذیر باشیم.

وجود شبکه‌های گسترده‌ی انتقال انرژی الکتریکی از نقاط دوردست به مراکز مصرف یکی از شاخصه‌های شبکه‌های برق کنونی است. این چیدمان شبکه مشکلات و مصائب فراوانی مانند تلفات انرژی الکتریکی در مسیرهای طولانی و همچنین تهدید پایداری شبکه را سبب می‌شود. از طرفی وجود شبکه‌های توزیع که تنها از طریق این شبکه‌های انتقال تغذیه می‌شوند همواره شبکه سراسری را در معرض خاموشی و ناپایداری قرار می‌دهد. یکی از راه‌کارهای پیشرو برای غلبه بر این مشکلات، استفاده از منابع تولید پراکنده می‌باشد که راه بهینه‌ی استفاده از این منابع ایجاد ریز شبکه است در دهه‌ی گذشته رشد چشمگیری در زمینه ریز شبکه‌ها و سیستم‌های مدیریت انرژی رخداده است.و تخمین زده می‌شود این روند روبه رشد در آینده نیز ادامه داشته باشد.[۱].در مرجع [۲] راه‌حل مدیریت انرژی بر مبنای نمونه‌ای از سیستم‌های چندعاملی معرفی‌شده و از آن برای مدیریت توان در یکریز شبکه هیبرید استفاده‌شده است. در این مقاله کاربردMAS[1] برای مدیریت انرژی و مخصوصاً مدیریت تولید و ذخیره انرژی در سیستم هیبرید متصل به شبکه شرح داده‌شده است. در مرجع [۳] یک مدل دینامیکی جهت پیدا کردن ترکیب بهینه سیستم تولید مبتنی بر انرژی‌های تجدید پذیر را به‌منظور تأمین نیازهای انرژی برقی و حرارتی یک ساختمان سبز ارائه‌شده است، در مرجع [۴] یک مدل مدیریت انرژی برای تعیین استراتژی‌های بهره‌برداری بهینه با حداکثر سود برای یک سیستم ریز شبکه شامل سیستم ذخیره‌سازی سیستم‌های تولید توان بادی و توان فتوولتائیک ارائه‌شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که باتری با ظرفیت بزرگ‌تر، نیازمند سرمایه‌گذاری بیشتر است و همچنین نصب

قطعات ذخیره‌سازی بزرگ‌تر به‌صرفه نیست. ظرفیت بهینه باتری باید بر مبنای عرضه و تقاضا تعیین شود.در مرجع [۵] یک روش احتمالاتی برای مدیریت و بهره‌برداری انرژی ریز شبکه‌های مبتنی بر منابع تجدید پذیر تحت عدم قطعیت‌های محیطی پیشنهاد کرده‌اند. این مقاله عدم قطعیت‌های تقاضای پاره قیمت‌های بازار و توان الکتریکی در دسترس از مزارع بادی و سیستم‌های فتوولتائیک را بررسی می‌کند. در مرجع [۶] یک الگوریتم مؤثر برای بهینه‌سازی بهره‌برداری سیستم توزیع در یک شبکه هوشمند ازلحاظ هزینه و پایداری سیستم پیشنهادشده است. هدف اصلی الگوریتم پیشنهادی هنگامی‌که منابع انرژی تجدید پذیر بالاترین حق تقدم رادارند، کنترل توان در دسترس منابع متفاوت است، به‌طوری‌که آن‌ها تقاضای بار را با حداقل هزینه ممکن تأمین می‌کنند..در مرجع [۷] یک روش نو برای تعیین استراتژی مدیریت توان بهینه سیستم‌های انرژی هیبرید، شامل مولدهای گوناگون و واحدهای ذخیره‌سازی ارائه کرده و این روش را روی یک سیستم با چندین مولد شامل توربین‌های بادی، پنل های فتوولتائیک، پیل‌های سوختی، الکترولیزرها، تانک‌های هیدروژن، باتری‌ها، و دیزل ژنراتورها آزمایش کرده‌اند..در مرجع [۸] الگوریتم جستجوی مستقیم شبکه تطبیقی (MOMADS[1]) را برای به حداقل رساندن توابع هدف هزینه و آلودگی و بهره‌برداری بهینه از یکریز شبکه ارائه کرده‌اند. نتایج نشان‌دهنده قابلیت الگوریتم پیشنهادی برای رسیدن به کمترین هزینه بهره‌برداری و آلایندگی است و همچنین برآورده شدن تقاضا با این روش تضمین‌شده است.مرجع [۹] از الگوریتم بهینه‌سازی جفت‌گیری زنبورهای عسل برای کاهش هزینه عملیاتی ریز شبکه‌ای متشکل از سیستم فتوولتائیک، توربین بادی، پیل سوختی را بدون در نظر گرفتن تکنولوژی باطری‌های ذخیره‌سازی استفاده کرده است و در آن تلفات توان اکتیو و افت ولتاژ و مجموع هزینه انرژی را کاهش داده است.. مرجع [۱۰] یک الگوریتم بر پایه‌ی آموزش یادگیری ارائه داده است که هزینه و آلودگی یکریز شبکه را که به‌صورت یک مسئله (چندهدفه) بیان‌شده ،مینیمم کرده است.با بررسی مقالات متعدد می‌توان پی برد که برای رسیدن به کمترین هزینه همزمان با کمترین انتشار گازهای آلاینده از بهینه‌سازی چندهدفه استفاده‌شده است. در بیشتر مراجع موردبررسی جهت در نظر گرفتن عدم قطعیت‌های ناشی از تولید منابع تجدید پذیر و تقاضا دو تکنیک اصلی بکار رفته: نیاز رزرو اضافی و مدل‌های تصادفی چندین سناریو. بخش‌های اصلی این مقاله و نوآوری‌های آن شامل:بهره‌برداری بهینه ریز شبکه باهدف ماکزیمم سازی سود از طریق ارتباط با شبکه‌ی بالادست با در نظر گرفتن پیکربندی ریز شبکه،در نظر گرفتن عدم قطعیت تولید منابع بادی و فتوولتائیک به‌صورت سناریوهای احتمالاتی در تابع هدف، در نظر گرفتن شبکه‌ی بالادست با تعرفه‌ی فروش ساعتی و امکان فروش برق تولیدی اضافی به شبکه‌ی بالادست،لحاظ کردن ذخیره‌سازهای الکتریکی جهت استفاده‌ی بهینه از منابع تجدید پذیر

۲- مدل‌سازی مسئله

در حوزه بهینه‌سازی، برنامه‌ریزی تصادفی برای مواجه باوجود عدم قطعیت به کار گرفته می‌شود. داده‌های مجهول در مسائل مربوط به تصمیم‌گیری در دنیای واقعی بسیار قابل‌توجه هستند. این فقدان اطلاعات کامل، در علوم مختلف ازجمله علوم مهندسی، اقتصاد و مالی وجود دارد. باوجود فقدان اطلاعات کامل، نیاز به تصمیم سازی همچنان وجود خواهد داشت که این امر ما را به استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی تصادفی برای تصمیم سازی در شرایط عدم قطعیت ترغیب می‌کند. بسیاری از مسائل تصمیم سازی را می‌توان به‌صورت دقیق با استفاده از مسائل بهینه‌سازی فرمول‌بندی نمود. اگر داده‌های ورودی یک مسئله‌ی بهینه‌سازی معین باشند، جواب بهینه از طریق حل مسئله به دست می‌آید. اما، در اکثر مواقع داده‌های ورودی غیرقطعی و درعین‌حال قابل توصیف توسط توابع احتمال می‌باشند. در این شرایط ، مشخص نیست که مسئله تصمیم سازی چگونه باید فرمول‌بندی گردد. یک روش این است که داده‌های ورودی غیرقطعی را با مقادیر مورد انتظار جایگزین نماییم که منجر به یک مسئله‌ی بهینه‌سازی معین می‌گردد. حل این مسئله ممکن است بهترین جواب را نتیجه ندهد. در حالت دیگر می‌توان توزیع احتمال داده‌های ورودی را با مجموعه‌هایی از داده‌های ورودی محتمل تقریب زد و برای هرکدام احتمال وقوع مربوطه را در نظر گرفت. به‌عنوان‌مثال، سه مجموعه از داده‌های ورودی با سه مقدار احتمال وقوع مشخص که مجموعشان برابر یک خواهد شد. سپس یک مسئله‌ی برنامه‌ریزی تصادفی را می‌توان با وزن دهی راه‌حل‌های تنها مربوط به هر مجموعه از داده‌های ورودی بر اساس احتمال وقوعشان، فرمول‌بندی نمود و به بهترین جواب ممکن با در نظر گرفتن اثر تمام داده‌های ورودی رسید. با در نظر گرفتن داده‌های ورودی غیرقطعی که توسط مجموعه‌های مختلفی از داده‌های ورودی Ugو Us تعداد واحدهای تولید پراکنده و ادوات ذخیره‌ساز می‌باشد. وT تعداد ساعات موردمطالعه است.و D متغیر باینری(صفر و یک)است. شبیه‌سازی به ازای هر ساعت خاص و در Nsسناریو در نظر گرفته‌شده است. C تعرفه فروش توان در هر

www.kahrobaonline.ir

واحد تولیدی است. و هزینه روشن شدن واحدها SUCDGi می‌باشد که به‌صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$F1=\sum_{t=1}^{T}\{\sum_{i=1}^{ug}(D_i(t)\times P_{DGi}(t)\times C_{DGi})+(D_i(t)\times SUC_{DGi})+\sum_{j=1}^{us}(D_j(t)\times P_{Essj}(t)\times C_{ESSj}(t))+(P_{gr}(t)\times C_{gr}(t))-(P_{gs}(t)\times C_s(t \quad (۱)$$

Ug و Us تعداد واحدهای تولید پراکنده و ادوات ذخیره‌ساز می‌باشد. و T تعداد ساعات موردمطالعه است.و D متغیر باینری(صفر و یک)است. شبیه‌سازی به ازای هر ساعت خاص و در Ns سناریو در نظر گرفته‌شده است. C تعرفه فروش توان در هر واحد تولیدی است. و هزینه روشن شدن واحدها SUCDGi می‌باشد که به‌صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$SUC_{DGi}(t)=\beta_i\times(1-e^{-toff/\tau}) \quad (۲)$$

که در آن β_i هزینه روشن‌سازی سرد، τ ثابت زمانی سرد شدن واحد و t_{off} زمانی است که واحد خاموش بوده است.

تابع هدف بعدی پروژه ،تابع هدف آلودگی است. آلودگی مجموع ایجادشده در ۲۴ ساعت نیز به‌صورت زیر مدل می‌گردد:

$$F2=\sum_{t=1}^{T}\{\sum_{i=1}^{ug}(D_i(t)\times P_{DGi}(t)\times E_{DGi}(t))+\sum_{j=1}^{us}(D_j(t)\times P_{Essj}(t)\times E_{ESSj}(t))+(Pg(t)\times Eg(t)\} \quad (۳)$$

که در آن $P_{DGi}(t)$ ، $P_{ESSj}(t)$ و $Pg(t)$ ورودی‌های توابع هدف می‌باشند و به ترتیب نشان‌دهنده توان تولیدی واحدهای تولید پراکنده، سیستم ذخیره‌ساز و توان دریافتی از سمت شبکه اصلی می‌باشند.پارامتر E نیز مقدار آلودگی ایجادشده به ازای یک کیلووات توان تولیدی را نشان می‌دهد.

در هر زمان t و در هر سناریوی s قید تعادل توان بین تولیدکنندگان و بار و شبکه باید برقرار باشد:

$$\sum_{l=1}^{ul}Pl(t)-\sum_{i=1}^{ug}P_{DGi}(t)-\sum_{j=1}^{us}P_{ESSj}(t)-Pgr(t)+Pgs(t)=0 \quad (۴)$$

ضرایب آلودگی ، آلاینده‌های اتمسفر شامل سولفور دی‌اکسید (SO_2)، دی‌اکسید کربن (CO 2) واکسید نیتروژن(NOx) که توسط واحدهای حرارتی سوخت فسیلی ایجاد می‌شوند را دربرمی گیرد. در این پروژه این‌گونه در نظر گرفته‌شده است که هر واحد نمی‌تواند بیشتر از حد مجاز تعریف‌شده آلودگی ایجاد نماید :

$$\sum_{i=1}^{ug}E_{DGi}(t)\times P_{DGi}(t)\le EmaxDg \quad (۵)$$

$$\sum_{i=1}^{us}E_{ESSj}(t)\times P_{ESSj}(t)\le EmaxESS \quad (۶)$$

$$Eg(t)\times Pg(t)\le Emaxgrid \quad (۷)$$

)

که $E_{DGi}(t)$ ، $E_{ESSj}(t)$و $Eg(t)$ حد آلودگی برحسب Kg/Kwh به ترتیب برای تولیدات پراکنده، سیستم‌های ذخیره‌ساز و شبکه اصلی می‌باشد. هر واحد تولید پراکنده و سیستم ذخیره‌ساز یک مقدار بیشینه و کمینه تولید دارد که بر طبق آن تولید انجاممی‌دهد. این حدود به‌صورت زیر مدل می‌گردند:

$$P_{DGimin}\le P_{DGi}(t)\le P_{DGimax} \quad i=1,2,3,..,.ug \quad (۸)$$

$$P_{ESSjmin}\le P_{ESSj}(t)\le P_{ESSjmax} \quad j=1,2,3,..,.us \quad (۹)$$

در صورت عدم امکان شارژ و دشارژ هم‌زمان باتری نتایج حاصل از شبیه‌سازی مسئله دارای اشکال بوده و ازنظر فنی نیز قابل‌توجه نمی‌باشد. بنابراین برای رفع این مشکل قیودی به‌عنوان قیود تزویجی به مسئله اضافه می‌کنیم تا هم امکان شارژ و دشارژ هم‌زمان باتری را از بین ببریم و هم اینکه انرژی ذخیره‌شده در باتری را به‌صورت پارامتری وابسته به زمان تعریف کنیم. تحت این شرایط پاسخ خروجی برای سیستم ذخیره‌ساز در هر ساعت هم به شرایط قیمتی موجود برای ادوات تولیدی در ریز شبکه و شبکه اصلی و هم به میزان انرژی ذخیره موجود در ذخیره‌ساز در ساعات قبل بستگی خواهد داشت. به این منظور قیدی با تعریف ریاضی زیر به مسئله بهینه‌سازی اضافه می‌نماییم:

$$E_t=E_{t-1}+(P_{ch}\times\eta_{ch}\times\Delta t)-(P_{disch}\times\eta_{disch}\times\Delta t) \quad (۱۰)$$

که در آن $P_{charging}$ و $P_{discharging}$ میزان توان شارژ و دشارژ شده در باتری را در یک دوره زمانی نشان می‌دهد. و η_{ch} و η_{disch} به ترتیب راندمان شارژ و دشارژ باتری می‌باشد $E(t)$ میزان انرژی موجود در ذخیره‌ساز در زمان t می‌باشد.ظرفیت باتری در زمان t و بسناریو s کمتر از ظرفیت حداکثر آن می‌باشد:

$$P_{SB,S}(t)\le P_{SB\,Max} \quad (۱۱)$$

دشارژ باتری در زمان t و سناریو s کمتر از حداکثر مقدار دشارژ باتری می‌باشد . $X(t)$متغیر باینری برای نشان دادن امکان دشارژ یا عدم دشارژ باتری و $P_{BSDC,s}$ میزان توان دشارژ شده در زمان t و سناریو s است(۱۲). شارژ باتری در زمان t و سناریو s کمتر از حداکثر مقدار شارژ آن می‌باشد . $Y(t)$ متغیر باینری برای نشان دادن

www.kahrobaonline.ir

امکان شارژ یا عدم شارژ باتری و $P_{BSC,s}$ میزان توان شارژ شده در زمان t و سناریو s است(۱۳). برای اینکه شارژ و دشارژ هم‌زمان باتری را از بین ببریم و انرژی ذخیره‌شده در باتری را به‌صورت پارامتری وابسته به زمان تعریف کنیم قید (۱۴) راداریم. به عبارتی در هر زمان t و سناریوی s ،باتری به‌طور هم‌زمان نمی‌تواند شارژ و دشارژ گردد.

$$P_{BSDC,S}(t) \le P_{BSDC\,Max} \times X(t) \qquad (۱۲)$$

$$P_{BSC,S}(t) \le P_{BSC\,Max} \times Y(t) \qquad (۱۳)$$

$$X_s(t)+Y_s(t)=1 \quad , X,Y \in \{0,1\} \qquad (۱۴)$$

میزان دشارژ باتری در لحظه t و سناریو s باید کمتر از ذخیره باتری در لحظه قبل از آن باشد(۱۵).مجموع میزان شارژ باتری در لحظه t و سناریو s با ذخیره لحظه قبل باتری باید از ظرفیت ذخیره حداکثر باتری کمتر باشد(۱۶). میزان ذخیره باتری در لحظه t و سناریو s برابر است با ذخیره باتری در لحظه قبل به‌علاوه شارژ باتری در لحظه کنونی منهای دشارژ باتری در لحظه کنونی که این همان قید تعادل توان باتری است(۱۷). ذخیره باتری در زمان صفر برابر است با میزان توان اولیه باتری(۱۸).

$$P_{BSDC,S}(t) - P_{SB,S}(t-1) \le 0 \qquad (۱۵)$$

$$P_{BSC,S}(t) + P_{SB,S}(t-1) \le P_{SB\,max} \qquad (۱۶)$$

$$P_{SB,S}(t) = P_{SB,S}(t-1) - P_{BSDC,S}(t) + P_{BSC,S}(t) \qquad (۱۷)$$

$$P_{SB}(t=0) = P_{initial} \qquad (۱۸)$$

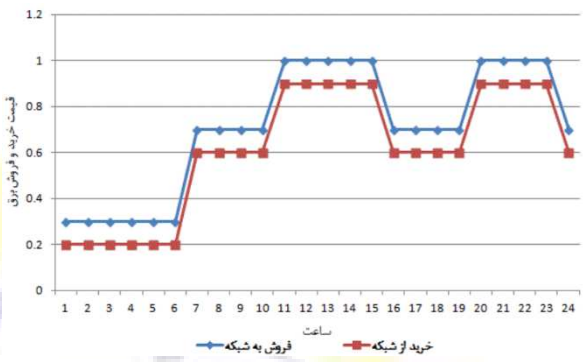
عدم قطعیت‌های بررسی‌شده در این پروژه شامل عدم قطعیت در پیش‌بینی بار، تولید واحد بادی و واحد فتوولتائیک می‌باشد. عدم قطعیت در پیش‌بینی بار می‌تواند ناشی از اطلاعات ناقص و برخی مواقع اشتباه در برآورد بار باشد. هرچه میزان اطلاعات بار در سال‌های گذشته بیشتر و دقیق‌تر باشد، میزان قطعیت و یا به‌عبارت‌دیگر احتمال سناریو پیش‌بینی‌شده برای بار بالاتر است. عدم قطعیت در پیش‌بینی تولید واحد بادی و فتوولتائیک می‌تواند ناشی از عدم در نظر گرفتن پارامترهای مؤثری مانند رطوبت و دما در پیش‌بینی سرعت وزش باد و میزان تابش در منطقه باشد. در صورت در نظر گرفتن این پارامترها در شبیه‌ساز سرعت باد و تابش خورشید، مانند شبکه‌های عصبی، و افزایش میزان اطلاعات دقیق، می‌توان احتمال سناریو پیش‌بینی‌شده را افزایش داد.بر این اساس در این پروژه پنج سناریو برای هر یک از پارامترهای بار از .مصرفی، سرعت وزش باد و میزان تابش در نظر گرفته‌شده است طریق رابطه زیر می‌توان امید ریاضی پارامترهای مذکور را محاسبه نمود و سپس آن‌ها را بر اساس احتمال وقوع آن‌ها وارد الگوریتم بهینه‌سازی نمود و تابع هدف هزینه و آلودگی را کمینه ساخت.

$$E(Xt) = \sum_{s=1}^{ns} Ps(Xt) \times Xt \qquad s=1,2,\ldots,n \qquad (۱۹)$$

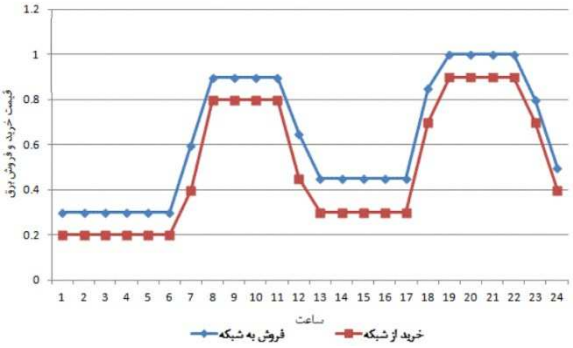
۳- الگوریتم حل مسئله

تغییرات بار مصرفی از فاکتورهایی مانند ساعت روز، زمان در سال، موقعیت جغرافیایی و تغییرات آب‌وهوایی تأثیر می‌پذیرد .ازآنجاکه عدم قطعیت در خورشید و باد و بار وجود دارد برای این‌که توان تولیدی توربین بادی و فتوولتائیک و توان مصرفی بار را مدل کنیم از سناریوهای احتمالاتی استفاده می‌کنیم. پنج سناریو برای توان تولیدی توربین بادی و پنج سناریو برای سلول خورشیدی و پنج سناریو برای توان مصرفی بار در دو فصل تابستان و زمستان به‌صورت جداگانه می‌گیریم.توان مصرفی بار به ازای سناریوهای مختلف در هر ساعت مشخص در دو فصل زمستان و تابستان به‌صورت جدول ۱ است.

مثلاً در ساعت اول در سناریو سوم از فصل زمستان که احتمال وقوع این سناریو ۰,۹ است میزان توان مصرفی بار برابر ۶۸,۴۸ کیلووات است.تغییرات بار بر تعرفه بازار الکتریکی شبکه و بر قراردادهای تأمین‌کنندگان اثر می‌گذارد و افزایش تولید با افزایش بار و کاهش آن با کاهش بار را تضمین می‌نماید. شکل ۱ به ترتیب تغییرات تعرفه خریدوفروش برق شبکه را در ساعات مختلف و برای فصل تابستان و زمستان نشان می‌دهد. این تعرفه برای استفاده عمومی خانگی می‌باشد.



www.kahrobaonline.ir



شکل ۱-تعرفه خریدوفروش برق از/به شبکه در تابستان(بالا)و زمستان(پایین)

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود تعرفه خریدوفروش برق از/ به شبکه در فصل زمستان و تابستان در ساعات اوج مصرف،بیش‌ترین مقدار خود را دارد.میزان دسترسی به توان سیستم باد و فتوولتائیک به میزان وزش باد و وضعیت تابش بستگی دارد. با توجه به وجود عدم قطعیت در پیش‌بینی سرعت باد،سناریوهای تولیدشده برای نیروی باد در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۱-سناریوهای مربوط به بازمصرفی در زمستان و تابستان به همراه احتمال هر سناریو

تابستان	سناریو۱	سناریو۲	سناریو۳	سناریو۴	سناریو۵	زمستان	سناریو۱	سناریو۲	سناریو۳	سناریو۴	سناریو۵
ساعت/احتمال	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۹	۰/۰۳	۰/۰۲	ساعت/احتمال	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۹	۰/۰۳	۰/۰۲
۱	۷۱/۳۱	۷۱/۸۴	۶۶/۸۹	۶۴/۷۵	۶۵/۰۱	۱	۶۶/۴۹	۷۲/۶۶	۶۸/۴۸	۶۹/۲۷	۷۱/۰۲
۲	۶۸/۰۳	۶۷/۰۸	۶۲/۱۸	۶۷/۴۶	۶۳/۵۳	۲	۷۳/۲۹	۶۶/۸۵	۶۵/۸۷	۶۷/۲۳	۷۱/۵۱
۳	۶۱/۶۳	۵۸/۲۱	۶۲/۴۴	۶۵/۷۶	۶۳/۸۸	۳	۶۵/۰۷	۶۶/۹۵	۶۸/۴۳	۶۶/۰۹	۶۳/۸۸
۴	۶۲/۰۰	۶۱/۵۷	۶۰/۴۶	۴۶/۸۱	۶۵/۸۹	۴	۶۸/۴۱	۶۸/۹۳	۶۱/۲۸	۶۱/۲۳	۶۷/۳۵
۵	۵۸/۷۱	۶۴/۱۰	۵۷/۴۶	۵۶/۱۶	۶۵/۲۸	۵	۶۰/۰۴	۶۷/۴۵	۶۷/۸۱	۶۴/۹۲	۶۷/۲۴
۶	۶۲/۰۰	۶۴/۵۸	۶۲/۴۵	۶۲/۲۷	۶۶/۵۶	۶	۷۰/۷۵	۶۳/۳۶	۷۰/۳۰	۶۱/۴۳	۶۱/۱۷
۷	۷۰/۴۳	۶۷/۷۰	۶۹/۸۳	۶۳/۲۱	۷۰/۶۱	۷	۷۰/۸۹	۷۴/۴۶	۷۰/۶۹	۷۵/۵۵	۷۶/۳۹
۸	۷۰/۹۲	۷۵/۵۱	۶۹/۱۱	۷۵/۵۷	۷۶/۴۸	۸	۸۸/۳۸	۸۴/۶۲	۸۹/۸۸	۹۴/۰۰	۹۲/۲۴
۹	۷۷/۹۱	۷۴/۹۴	۸۱/۵۰	۸۰/۹۸	۸۲/۲۷	۹	۹۱/۳۶	۸۸/۳۹	۹۵/۸۳	۹۳/۱۵	۸۷/۷۳
۱۰	۷۸/۲۹	۸۲/۵۷	۸۵/۵۶	۸۵/۵۱	۸۷/۵۰	۱۰	۹۷/۸۶	۸۷/۴۹	۹۳/۵۹	۹۲/۱۵	۹۵/۳۶
۱۱	۸۵/۱۰	۸۸/۳۵	۸۳/۰۷	۸۵/۳۲	۸۲/۹۳	۱۱	۸۵/۳۵	۸۷/۴۶	۸۳/۱۰	۹۱/۹۰	۸۳/۱۷
۱۲	۸۸/۰۹	۹۵/۹۹	۸۷/۹۴	۸۹/۹۱	۹۴/۴۱	۱۲	۸۸/۵۰	۹۰/۵۲	۸۳/۳۸	۹۰/۴۳	۸۲/۶۹
۱۳	۹۴/۴۳	۹۷/۱۱	۹۵/۵۴	۹۲/۰۷	۹۹/۳۸	۱۳	۹۰/۷۴	۸۸/۵۷	۸۹/۲۵	۸۶/۸۷	۸۸/۱۵
۱۴	۹۵/۷۶	۹۷/۰۷	۹۶/۶۰	۹۴/۰۵	۹۶/۳۰	۱۴	۸۶/۸۲	۸۶/۹۰	۸۶/۳۷	۸۴/۱۷	۸۲/۱۸
۱۵	۹۵/۶۹	۸۸/۵۹	۹۱/۴۷	۹۰/۳۸	۹۰/۰۷	۱۵	۸۳/۴۸	۸۸/۷۹	۸۴/۳۳	۸۷/۴۲	۸۸/۴۵
۱۶	۹۲/۲۴	۸۴/۸۰	۸۴/۹۳	۸۴/۳۷	۸۸/۷۴	۱۶	۸۳/۵۷	۸۸/۵۱	۸۶/۴۴	۸۷/۳۴	۸۶/۷۸
۱۷	۸۳/۱۰	۸۲/۲۶	۸۸/۲۵	۹۱/۳۶	۹۰/۸۶	۱۷	۸۵/۷۵	۹۰/۷۴	۸۲/۰۸	۸۸/۷۸	۸۵/۰۳
۱۸	۹۱/۶۷	۸۵/۳۳	۹۰/۵۱	۹۰/۸۱	۹۰/۸۱	۱۸	۹۴/۹۵	۹۳/۵۷	۹۳/۱۹	۹۰/۲۲	۸۵/۲۷
۱۹	۹۰/۹۴	۸۳/۱۷	۸۸/۲۰	۸۸/۲۰	۸۳/۴۱	۱۹	۱۰۲/۳۱	۹۷/۲۴	۱۰۰/۰۱	۹۳/۴۷	۹۷/۶۲
۲۰	۸۷/۸۴	۹۴/۴۶	۹۴/۲۷	۸۶/۴۹	۸۸/۱۱	۲۰	۱۰۱/۹۶	۱۰۰/۲۰	۱۰۱/۸۹	۹۶/۷۰	۱۰۰/۶۵
۲۱	۹۰/۶۵	۹۶/۵۳	۹۰/۵۷	۹۰/۴۰	۹۱/۵۱	۲۱	۹۴/۴۰	۹۷/۴۱	۹۳/۱۲	۹۹/۷۸	۹۴/۹۳
۲۲	۹۶/۹۵	۹۱/۳۹	۹۱/۴۴	۹۱/۳۶	۹۶/۹۷	۲۲	۹۱/۵۱	۸۸/۷۲	۹۵/۷۶	۹۳/۱۳	۸۸/۸۲
۲۳	۸۷/۰۶	۸۸/۰۷	۹۳/۸۸	۹۴/۴۵	۹۳/۵۶	۲۳	۸۰/۶۳	۸۰/۷۷	۸۱/۱۰	۸۴/۰۰	۸۰/۱۵
۲۴	۸۸/۷۰	۸۷/۶۶	۸۲/۷۰	۸۴/۸۰	۸۷/۳۷	۲۴	۸۰/۶۹	۷۸/۶۱	۸۰/۱۲	۷۹/۴۱	۷۳/۱۷

همان‌طور که مشاهده می‌شود تعرفه خریدوفروش برق از/به شبکه در فصل زمستان و تابستان در ساعات اوج مصرف،بیش‌ترین مقدار خود را دارد.میزان دسترسی به توان سیستم باد و فتوولتائیک به میزان وزش باد و وضعیت تابش بستگی دارد. با توجه به وجود عدم قطعیت در پیش‌بینی سرعت باد،سناریوهای تولیدشده برای نیروی باد در جدول ۲آورده شده است.

www.kahrobaonline.ir

جدول۲-سناریوهای مربوط به توان تولیدی باد در زمستان و تابستان به همراه احتمال هر سناریو

سناریو۵	سناریو۴	سناریو۳	سناریو۲	سناریو۱	تابستان	سناریو۵	سناریو۴	سناریو۳	سناریو۲	سناریو۱	زمستان
۰/۰۵	۰/۱	۰/۷	۰/۱	۰/۰۵	احتمال/ساعت	۰/۰۵	۰/۱	۰/۷	۰/۱	۰/۰۵	احتمال/ساعت
۱۶/۱۱	۱۲/۷۵	۱۴/۴۰	۱۴/۱۷	۱۵/۹۰	۱	۳/۰۱	۳/۰۳	۳/۲۷	۷/۰۸	۳/۸۳	۱
۱۴/۷۸	۱۴/۹۵	۱۲/۳۷	۱۲/۸۲	۱۱/۹۳	۲	۵/۴۰	۵/۳۴	۵/۱۳	۷/۱۷	۷/۱۷	۲
۱۰/۱۸	۱۰/۱۵	۱۳/۰۶	۹/۵۲	۱۳/۶۲	۳	۴/۰۹	۵/۵۰	۳/۴۸	۷/۲۰	۶/۴۳	۳
۱۱/۰۹	۷/۹۰	۱۰/۰۸	۸/۲۰	۷/۴۷	۴	۴/۴۶	۷/۹۷	۷/۰۴	۵/۴۲	۴/۱۸	۴
۶/۷۶	۱۰/۱۴	۹/۲۱	۸/۶۶	۱۰/۶۸	۵	۸/۱۶	۷/۳۴	۷/۱۹	۶/۲۸	۸/۰۹	۵
۷/۱۵	۶/۳۴	۹/۲۶	۹/۴۶	۷/۸۷	۶	۷/۶۷	۸/۲۷	۵/۶۰	۹/۲۴	۶/۹۵	۶
۶/۹۹	۵/۲۳	۵/۵۰	۸/۲۰	۸/۱۸	۷	۸/۰۵	۶/۸۷	۶/۵۰	۷/۷۲	۶/۹۰	۷
۶/۸۶	۶/۳۳	۶/۴۱	۵/۷۲	۵/۷۵	۸	۹/۹۴	۱۰/۲۳	۹/۵۴	۸/۷۴	۷/۰۵	۸
۶/۵۲	۴/۵۶	۷/۶۳	۳/۹۹	۶/۶۵	۹	۸/۶۰	۸/۱۷	۷/۰۷	۹/۱۵	۹/۹۰	۹
۵/۴۸	۶/۳۴	۴/۷۰	۷/۶۹	۳/۶۲	۱۰	۶/۴۸	۶/۳۶	۸/۵۸	۶/۶۵	۵/۸۱	۱۰
۴/۹۰	۷/۳۸	۵/۱۵	۷/۹۸	۴/۱۶	۱۱	۸/۳۰	۶/۲۰	۴/۲۱	۷/۶۰	۸/۲۴	۱۱
۵/۹۵	۷/۵۳	۴/۸۱	۷/۳۵	۸/۶۳	۱۲	۷/۳۱	۴/۷۰	۴/۷۷	۵/۴۰	۴/۱۶	۱۲
۵/۲۶	۴/۶۸	۷/۲۲	۶/۳۵	۵/۱۳	۱۳	۷/۵۵	۵/۹۰	۴/۳۰	۵/۳۸	۶/۱۷	۱۳
۶/۶۴	۶/۲۶	۵/۴۱	۵/۴۵	۹/۰۶	۱۴	۶/۲۴	۴/۶۸	۸/۴۴	۵/۳۱	۴/۷۰	۱۴
۵/۴۷	۵/۰۶	۶/۹۸	۷/۷۳	۶/۷۵	۱۵	۴/۰۹	۴/۹۵	۸/۸۱	۴/۵۶	۸/۴۹	۱۵
۸/۱۳	۸/۷۴	۶/۱۴	۹/۰۹	۷/۱۸	۱۶	۴/۸۰	۷/۶۰	۶/۴۶	۵/۳۸	۸/۱۹	۱۶
۱۱/۸۷	۸/۶۳	۱۰/۷۶	۱۰/۲۱	۱۱/۱۹	۱۷	۷/۸۶	۷/۴۶	۸/۴۲	۷/۱۳	۵/۱۶	۱۷
۱۲/۷۶	۱۰/۷۸	۸/۵۹	۷/۸۸	۸/۸۶	۱۸	۸/۳۴	۴/۴۷	۷/۳۵	۶/۳۰	۶/۸۸	۱۸
۱۳/۰۵	۱۲/۰۲	۱۳/۷۱	۱۲/۵۲	۱۱/۰۳	۱۹	۷/۵۳	۵/۸۵	۷/۴۴	۹/۴۰	۷/۷۲	۱۹
۱۴/۴۳	۱۳/۶۴	۱۳/۸۷	۱۲/۰۲	۱۴/۵۶	۲۰	۸/۶۶	۶/۷۲	۱۱/۲۹	۹/۲۳	۱۰/۶۸	۲۰
۱۶/۲۳	۱۴/۴۸	۱۲/۸۱	۱۲/۰۶	۱۲/۳۶	۲۱	۳/۹۹	۴/۶۴	۲/۹۷	۲/۴۱	۲/۰۱	۲۱
۱۶/۹۰	۱۷/۳۵	۱۶/۲۴	۱۴/۱۹	۱۶/۷۴	۲۲	۲/۶۸	۴/۰۵	۵/۷۵	۲/۵۱	۶/۵۲	۲۲
۱۹/۸۱	۱۸/۱۲	۱۸/۷۳	۱۹/۸۰	۱۹/۷۵	۲۳	۴/۰۷	۶/۳۱	۳/۸۱	۳/۱۵	۴/۱۳	۲۳
۱۸/۴۹	۱۷/۸۱	۱۷/۱۷	۱۸/۸۵	۱۹/۷۱	۲۴	۵/۲۱	۶/۶۷	۲/۸۱	۴/۱۹	۵/۲۹	۲۴

مثلاً در ساعت دوم در سناریو سوم در زمستان که احتمال وقوع این سناریو ۰,۷ است میزان توان تولیدی واحد باد برابر ۵,۱۳ کیلووات است. با توجه به وجود عدم قطعیت در تابش خورشید ،سناریوهای تولیدشده در شبیه‌سازی برای فتوولتاییک در جدول ۳آورده شده است.

جدول۳-سناریوهای مربوط به توان تولیدی فتوولتاییک در زمستان و تابستان به همراه احتمال هر سناریو.

سناریو۵	سناریو۴	سناریو۳	سناریو۲	سناریو۱	تابستان	سناریو۵	سناریو۴	سناریو۳	سناریو۲	سناریو۱	زمستان
۰/۰۱۳	۰/۰۶۲	۰/۸۵	۰/۰۶۲	۰/۰۱۳	احتمال/ساعت	۰/۰۱۳	۰/۰۶۲	۰/۸۵	۰/۰۶۲	۰/۰۱۳	احتمال/ساعت
۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۰	۰	۰	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۲
۰	۰	۰	۰	۰	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۳
۰	۰	۰	۰	۰	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۴
۰	۰	۰	۰	۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۵
۰	۰	۰	۰	۰	۶	۰	۰	۰	۰	۰	۶
۰/۸۱	۰/۲۲	۱/۹۹	۱/۰۰	۰/۱۵	۷	۰	۰	۰	۰	۰	۷
۴/۷۷	۳/۴۵	۲/۹۴	۴/۴۶	۳/۹۵	۸	۰	۰	۰	۰	۰	۸
۵/۱۷	۵/۹۴	۵/۶۷	۵/۲۳	۵/۱۹	۹	۲/۴۹	۲/۲۶	۲/۷۸	۲/۲۶	۲/۳۰	۹
۸/۲۵	۷/۷۸	۸/۹۳	۸/۶۹	۷/۴۵	۱۰	۵/۶۰	۵/۹۱	۴/۳۸	۴/۹۹	۵/۴۸	۱۰
۱۱/۳۶	۱۲/۴۲	۱۲/۰۴	۱۱/۸۳	۱۲/۲۱	۱۱	۶/۰۴	۷/۲۹	۵/۶۶	۶/۶۷	۷/۲۶	۱۱
۱۴/۱۵	۱۴/۵۹	۱۵/۳۵	۱۴/۲۵	۱۵/۵۹	۱۲	۸/۶۳	۷/۲۳	۷/۵۵	۷/۸۲	۷/۷۵	۱۲
۱۷/۷۸	۱۷/۰۴	۱۷/۲۸	۱۷/۱۹	۱۶/۰۵	۱۳	۱۰/۵۰	۹/۱۷	۱۰/۰۸	۹/۳۳	۱۰/۲۸	۱۳
۱۸/۹۱	۱۹/۳۲	۱۹/۰۳	۱۹/۲۸	۱۹/۲۱	۱۴	۱۲/۶۱	۱۱/۰۹	۱۲/۵۱	۱۱/۲۷	۱۲/۳۰	۱۴
۱۷/۰۰	۱۶/۲۶	۱۶/۰۶	۱۶/۵۰	۱۵/۱۴	۱۵	۱۱/۵۵	۱۱/۱۰	۱۱/۷۳	۱۱/۳۹	۱۰/۱۲	۱۵

www.kahrobaonline.ir

۱۳/۶۷	۱۳/۲۳	۱۲/۸۲	۱۲/۳۰	۱۲/۰۴	۱۶	۵/۳۵	۶/۶۰	۶/۲۴	۶/۲۹	۶/۹۰	۱۶
۹/۴۳	۱۰/۷۰	۱۰/۸۴	۱۰/۸۸	۱۰/۷۷	۱۷	۳/۳۱	۳/۶۸	۳/۶۰	۳/۸۴	۲/۴۰	۱۷
۷/۲۹	۸/۳۹	۸/۲۲	۷/۸۹	۸/۵۲	۱۸	۰/۹۵	۱/۷۳	۱/۲۵	۱/۴۹	۱/۰۵	۱۸
۶/۴۷	۵/۴۹	۵/۹۵	۵/۵۸	۶/۷۵	۱۹	۰	۰	۰	۰	۰	۱۹
۲/۶۰	۱/۸۲	۲/۱۱	۱/۹۳	۲/۷۲	۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۰
۰	۰	۰	۰	۰	۲۱	۰	۰	۰	۰	۰	۲۱
۰	۰	۰	۰	۰	۲۲	۰	۰	۰	۰	۰	۲۲
۰	۰	۰	۰	۰	۲۳	۰	۰	۰	۰	۰	۲۳
۰	۰	۰	۰	۰	۲۴	۰	۰	۰	۰	۰	۲۴

مثلاً توان تولیدی توسط واحد فتوولتاییک در ساعت دهم در سناریو اول در تابستان که احتمال وقوع این سناریو ۰,۰۱۳ است برابر۷,۴۵ کیلووات می‌باشد.بنابراین به ازای هر سناریو یک توان تولیدی به‌خصوص در هر ساعت از شبانه روز برای واحد بادی یا فوتوولتاییک ویک توان مصرفی به‌خصوص برای بار وجود دارد .با استفاده ازالگوریتم ژنتیک سعی می‌شود برنامه‌ریزی بهینه تولید توان در ریز شبکه به دست آید

۴- پارامترهای سیستم

محدودیت تولید واحدها، هزینه‌های تولید و ضرایب آلودگی هر واحد از قیودی هستند که در طول بهره‌برداری باید لحاظ شوند. هر ژنراتور یک بیشینه توان تولیدی در زمان بهره‌برداری دارد که در جدول ۴ نشان داده‌شده است .این‌گونه فرض می‌شود که CHP و پیل سوختی در تمام ساعات بین بیشینه و کمینه توان تولیدی خود تولید می‌کنند تا از هزینه‌های روشن‌سازی کاسته شود.

جدول ۴- محدودیت تولید توان واحدهای تولید پراکنده و سیستم‌های ذخیره‌ساز

واحدها	کمترین مقدار توان تولیدی	بیشترین مقدار توان تولیدی
CHP	۲	۵۵
پیل سوختی	۱	۴۰
باد	۰	۲۰
فتوولتاییک	۰	۲۵
ذخیره‌ساز	-۲۰	۲۰

برای واحدهای تولید پراکنده، هزینه تولید هر کیلووات ساعت به‌صورت سنتی از طریق تنزیل هزینه سرمایه‌گذاری و هزینه‌های بهره‌برداری و تعمیرات در طول عمر مفید واحد و تقسیم آن بر کل انرژی تولیدی در طول یک سال محاسبه می‌گردد. سطر اول جدول ۵ هزینه تولید واحدها را به‌صورت هزینه میانگین در طول عمر مفید بیان می‌کند. درواقع، هزینه تولید در سال‌های اولیه از این میزان میانگین پائین تر است، با افزایش عمر واحد، زیاد می‌شود. ردیف دوم میزان تولید CO_2 هر واحد را بدون در نظر گرفتن میزانSO_2 و NO_xتولیدی، به دلیل مقادیر کمتر آن‌ها، نشان می‌دهد.

تولید توان بادی به‌شدت به آب‌وهوا وابسته است. قابلیت تولید برای یک دوره‌ی ۲۴ ساعته را می‌توان به‌خوبی تخمین زد. انرژی باد به دلیل قیمتش در طول دوره دیسپاچ خواهد شد.همچنین تولید فتوولتائیک نیز با توجه به الگوهای روزهای قبل و شرایط خورشید در ساعات مختلف قابل پیش‌بینی است. پیل سوختی هم برای یک دوره‌ی طولانی دارای خروجی محدود است، اما کل انرژی تولیدی با توجه به میزان سوخت هیدروژن تعیین می‌گردد.دشارژ ذخیره‌ساز به یک ظرفیت دشارژ حداکثر و میزان انرژی ذخیره‌شده‌ی موجود بستگی دارد بارها با در نظر گرفتن چندین جنبه‌ی مختلف پیش‌بینی می‌شوند، اگرچه اکثر بارها می‌توانند در محدوده‌ی موردنظر کنترل گردند(DSM یا مدیریت سمت بار)

جدول ۵- تعرفه تولید توان واحدها و ضرایب آلودگی

واحدها	CHP	سلول سوختی	توربین بادی	فتوولتاییک	ذخیره‌ساز
تعرفه (Euro/Kwh)	۰/۴۶	۰/۳۱	۰/۸	۰/۷	۰/۳۵

www.kahrobaonline.ir

CO2(Kg/Kwh)	۰/۳۷	۰/۲۳	۰	۰	۰

۵- نتایج عددی و تحلیل شبیه‌سازی‌ها

با استفاده از سناریوهای احتمالاتی که برای باد و خورشید داریم و با استفاده از تابع هدف ، داده‌های موجود نظیر قیود مطرح‌شده برای تولید توان واحدهای تولیدی ، تعرفه‌های تولید توان و بار مصرفی شبیه‌سازی انجام می‌گیرد صحت عملکرد شبیه‌سازی صورت گرفته بر روی دو بار تابستانی و زمستانی بررسی می‌گردد . نتایج شبیه‌سازی به شرح زیر می‌باشد نتیجه پخش توان بهینه در ریز شبکه برای پروفیل بار معادل به‌دست‌آمده از سناریوهای ذکرشده در بخش‌های پیشین در فصل زمستان و تابستان به ترتیب در جدول ۶ و۷ آمده است.

جدول۶- نتیجه پخش توان بهینه در ریز شبکه برای بار زمستان

ساعت	باد	فتوولتاییک	CHP	سلول سوختی	ذخیره‌ساز	شبکه اصلی
۱	۲/۱۳۶	۰	۵/۴۱	۸/۵۵	۹/۳۶	-۴۳/۹۶
۲	۳/۶۶	۰	۱۱/۱۸	۷/۷۵	-۸/۸۳	-۴۷/۴۴
۳	۲/۴۸	۰	۶/۵۶	۴/۷۳	۱۵/۹۳	-۳۸/۴۵
۴	۴/۲۳	۰	۹/۰۶	۱۱/۳۶	۱/۷۲	-۳۵/۳۹
۵	۱/۳۱	۰	۹/۷۸	۷/۵۴	۳/۶۸	-۴۳/۲۴
۶	۳/۶۴	۰	۷/۵۴	۵/۴۱	-۱۱/۵۴	-۶۴/۶۰
۷	۴/۹۷	۰	۱۰/۶۱	۳۸/۵۵	۱۹/۳۵	۲/۴۲
۸	۴/۷۸	۰	۴۶/۸۱	۳۶/۳۸	-۱۱/۸۳	-۱۳/۷۳
۹	۲/۲۸	۱/۳۰	۴۷/۷۵	۳۶/۲۸	۷/۱۵	-۰/۵۲
۱۰	۳/۲۰	۱/۵۰	۴۷/۶۶	۳۶/۴۴	۵/۰۳	۰/۴۰
۱۱	۲/۱۱	۱/۹۰	۴۶/۹۹	۳۶/۸۰	۱/۰۱	۵/۲۷
۱۲	۲/۲۶	۳/۷۲	۹/۹۲	۳۶/۴۴	۹/۰۸	-۲۲/۴۶
۱۳	۲/۱۲	۶/۳۳	۶/۰۵	۶/۹۷	۱/۴۸	-۶۶/۲۱
۱۴	۳/۱۲	۷/۵۸	۶/۹۳	۴/۹۹	۱/۱۴	-۶۲/۴۸
۱۵	۳/۱۳	۶/۳۵	۱۰/۰۸	۷/۲۸	۵/۱	-۵۲/۵۷
۱۶	۴/۲۵	۲/۹۸	۶/۵۷	۷/۳۸	-۶/۵۴	-۷۱/۸۴
۱۷	۲/۶۷	۱/۹۸	۶/۳۲	۸/۱۷	۱۵/۱۲	-۴۸/۴۳
۱۸	۳/۷۲	۰/۸۵	۴۸/۱۲	۳۷/۷۳	۳/۳۶	۰/۷۷
۱۹	۲/۸۵	۰	۴۶/۷۹	۳۷/۲۷	۹/۱۵	-۳/۶۶
۲۰	۳/۵۹	۰	۴۸/۷۹	۳۵/۱۱	۱۰/۲۶	-۳/۹۰
۲۱	۱/۵۳	۰	۴۷/۵۳	۳۷/۴۵	-۳/۱۲	-۱۰/۱۳
۲۲	۳/۳۴	۰	۴۹/۵۸	۳۸/۳۷	۱۹/۹۳	۲۰/۹۸
۲۳	۲/۶۷	۰	۴۷/۶۹	۳۶/۹۶	۰/۴۴	۱/۶۱
۲۴	۰/۵۶	۰	۶/۳۴	۳۵/۴۹	۱۹/۲۴	-۱۸/۳۰

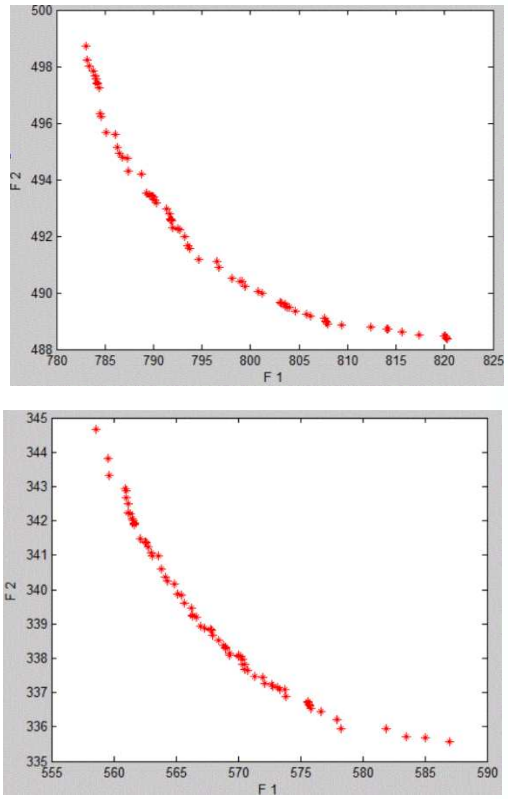
جدول۷- نتیجه پخش توان بهینه در ریز شبکه برای بار تابستان

ساعت	باد	فتوولتاییک	CHP	سلول سوختی	ذخیره‌ساز	شبکه اصلی
۱	۸/۷۱	۰	۱۰/۶۰	۵/۹۳	۳/۳۴	-۳۸/۴۴
۲	۴/۵۰	۰	۶/۵۵	۶/۶۴	۱۵/۶۷	-۲۹/۲۷
۳	۸/۵۸	۰	۸/۱۴	۵/۲۸	-۷/۱۳	-۴۷/۵۶
۴	۷/۱۴	۰	۶/۶۵	۶/۱۸	۱۳/۷۸	-۲۷/۰۱
۵	۷/۱۹	۰	۸/۵۰	۵/۶۴	۴/۲۴	-۳۲/۲۳
۶	۴/۵۳	۰	۶/۲۳	۷/۱۰	۱۱/۳۸	۳۳/۳۴
۷	۳/۲۴	۰/۵۸	۴۸/۸۱	۳۸/۰۷	۶/۴۱	۲۷/۵۱
۸	۳/۶۷	۲/۲۱	۴۵/۸۷	۳۸/۰۷	۱۳/۵۹	۳۳/۷۳
۹	۴/۱۲	۴/۲۲	۴۸/۲۰	۳۵/۴۴	-۷/۷۵	۳/۰۰

www.kahrobaonline.ir

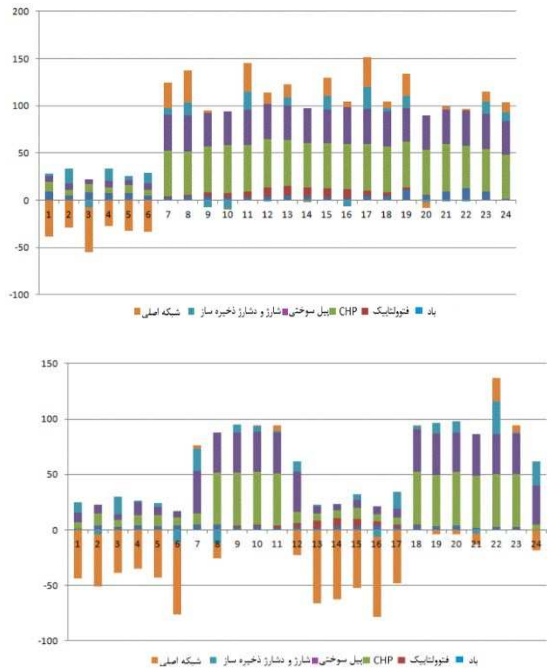
۱۰	۲/۸۷	۴/۸۱	۵۰/۹۱	۳۵/۲۵	-۸/۹۰	-۰/۴۳
۱۱	۳/۰۸	۶/۰۵	۴۹/۶۲	۳۶/۸۹	۱۸/۷۹	۳۱/۱۱
۱۲	۳/۹۹	۹/۸۲	۵۰/۳۶	۳۷/۴۹	-۰/۵۸	۱۲/۶۹
۱۳	۴/۸۸	۱۰/۵۰	۴۸/۴۸	۳۶/۲۰	۹/۰۸	۱۳/۶۰
۱۴	۳/۵۵	۹/۷۱	۴۷/۳۸	۳۶/۷۷	-۱/۴۹	-۰/۵۹
۱۵	۲/۸۶	۹/۷۷	۴۷/۳۹	۳۶/۱۷	۱۴/۲۰	۱۸/۹۸
۱۶	۱/۹۰	۹/۶۶	۴۷/۹۷	۳۸/۶۰	-۶/۳۳	۶/۶۶
۱۷	۵/۱۰	۵/۶۱	۴۹/۳۶	۳۹/۸۹	۱۹/۹۳	۳۱/۷۷
۱۸	۴/۸۳	۳/۶۴	۴۷/۹۱	۳۷/۶۵	۳/۵۰	۷/۱۴
۱۹	۱۰/۷۴	۲/۶۶	۴۸/۴۹	۳۵/۷۵	۱۳/۲۴	۲۲/۸۶
۲۰	۴/۳۸	۱/۳۱	۴۸/۰۰	۳۵/۹۰	-۱/۸۴	-۶/۰۳
۲۱	۸/۸۹	۰	۵۰/۶۱	۳۶/۰۲	-۰/۹۹	۳/۷۷
۲۲	۱۲/۴۶	۰	۴۵/۵۱	۳۶/۷۵	-۰/۸۴	۲/۲۳
۲۳	۹/۱۲	۰	۴۴/۹۵	۶۷/۱۰	۱۳/۲۴	۱۰/۸۲
۲۴	۰/۹۴	۰	۴۷/۰۸	۳۵/۸۵	۹/۶۷	۱۰/۴۰

نتایج جدول فوق برای نقطه بهینه پرتـو بـا کمتـرین میـزان تـابع هـدف هزینـه بهره‌برداری می‌باشد.به عبارتی مقادیر توانی که برای هر واحد تولیدی در یک ساعت به‌خصوص به دست می‌آوریم ازنظر هزینه، کمترین هزینه را ایجاد می‌کند... اگر دو تابع هدف هزینه توان تولیدی واحدها در ریز شبکه و تابع هدف آلودگی را برحسب هم در نظر بگیریم شکل۲ به ترتیب برای تابستان و زمستان به دست می‌آید به عبارتی این شکل بهینه پرتو برای دو تابع هدف هزینه و آلودگی را نشان می‌دهد.



شکل ۲-بهینه پرتو دو تابع هدف هزینه و آلودگی برای تابستان و زمستان(به ترتیب شکل بالا و پایین)

شکل ۳ نحوه تأمین توان بار توسط ریز شبکه و شبکه اصلی را نشان می‌دهد. کلیـه توان‌ها برحسـب kw می‌باشد.



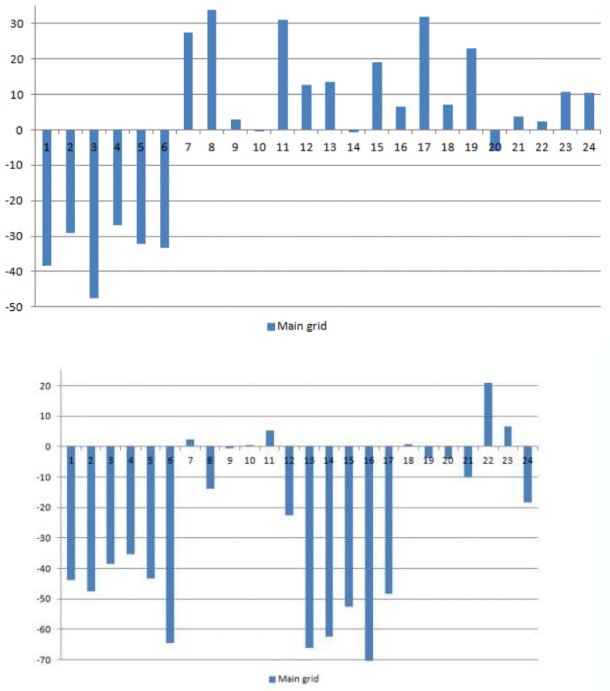
شکل۳- تأمین توان بار توسط ریز شبکه و شبکه اصلی در تابستان و زمستان(به ترتیب شکل بالا و پایین)

همان‌طور که مشخص است در ساعات کم باری توان از سمت شبکه به میکروگرید به دلیل هزینه کمتر ارسال می‌شود.انرژی باد نیز در کل ساعات دیسپاچ شده است.

شکل۴ مبادلات توان میان ریز شبکه و شبکه اصلی را در تابستان و زمستان نشان می‌دهد.

www.kahrobaonline.ir

نسبت به هزینه میانگین تولید در ریز شبکه،جهت شارش توان از سمت شبکه اصلی به ریز شبکه می‌باشد و برعکس.



شکل۴- مبادلات توان میان شبکه اصلی و ریز شبکه در تابستان و زمستان(به ترتیب شکل بالا و پایین)

به عبارتی در ساعات۱تا۶ صبح و ۱۲ تا ۱۷ عصر که مقدار هزینه‌ی خرید برق از شبکه نسبت به هزینه تولید توان در ریز شبکه پایین‌تر است. خرید برق از شبکه انجاممی گیرد.با تحلیل برنامه‌ریزی بهینه سناریوها دلایلی برای تأیید صحت نتایج شبیه‌سازی به دست می‌آید عبارتند از: برآورده شدن همه قیود مسئله،برنامه‌ریزی بهینه تولید توان در هر سناریو با توجه به قیمت تولیدی هر تولیدکننده که به ترتیب باد، فتوولتائیک، دشارژ باتری، CHPو پیل سوختی می‌باشد.به‌درستی انجام‌شده است،برنامه‌ریزی توان بادی و فتوولتائیک متناسب با توان پیش‌بینی‌شده انجام‌شده است،شارژ باتری در همه سناریوها در زمان کم باری شبکه (شب ساعت۲تا ۵و روز بین ۱۳تا ۱۵)اتفاق افتاده است.زیرا خرید برق از شبکه در آن زمان از همه زمان‌ها ارزان‌تر است. با توجه به پایین بودن هزینه فروش انرژی در این ساعات(فروش انرژی از شبکه به میکروگرید)، شارژ باتری‌ها در مقابل فروش انرژی به شبکه توجیه می‌شود(فروش انرژی از میکروگرید به شبکه)،فروش انرژی به شبکه در زمان‌هایی که هزینه فروش در بالاترین مقدار خود می‌باشد.انجام‌شده است(ساعت ۸تا ۱۲و ۱۹تا ۲۲)،ماکزیمم دشارژ باتری برای تأمین پیک‌بار در ساعات بین ۱۹تا ۲۲ و در زمان بین ۸تا۱۱ برای فروش به شبکه می‌باشد.

۶- نتیجه‌گیری

در سیستم‌های قدرت هیبریدی از ترکیب اجزا مختلفی مانند سیستم تولید، سیستم ذخیره، سیستم کنترل و مدیریت توان جهت تولید انرژی برق استفاده می‌شود. با توجه به توسعه روزافزون استفاده از ریز شبکه‌ها در صنعت برق، بحث پخش توان در میان واحدهای تولیدکننده برق یکی از اساسی‌ترین مواردی است که در هنگام استفاده از ریز شبکه‌ها می‌بایست لحاظ نمود.در این مقاله، به برنامه‌ریزی بهینه‌ی یکریز شبکه‌ی تجدید پذیر متصل به شبکه با استفاده از الگوریتم ژنتیک پرداخته‌شده است. این ریز شبکه شامل منابع انرژی تجدید پذیر باد و خورشید، باتری ،CHPو پیل سوختی است. نتایج برنامه‌ریزی بهینه‌ی واحدها با حداقل نمودن هزینه‌ی بهره‌برداری به‌دست‌آمده است. در این برنامه‌ریزی تولیدکننده‌ی مجازی توان یاVPP با استفاده از یک سیستم کنترل مرکزی، به مدیریت تولید بهینه و کنترل بار در ریز شبکه می‌پردازد.مسئله‌سازی شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار متلب و الگوریتم ژنتیک انجام‌شده است و هزینه‌ی بهره‌برداری برای یک دوره‌ی ۲۴ ساعته با در نظر گرفتن سناریوهای مطرح‌شده ۳۳۵۲ دلار می‌باشد.

۶-۱- پیشنهادات

استفاده از روش‌های پیش‌بینی بار مانند شبکه عصبی و سری زمانی جهت بالا بردن دقت برنامه‌ریزی ،استفاده از تعرفه‌های متغیر بازمان و مصرف انرژی جهت ایجاد تعادل تولید و مصرف، طراحی کنترل‌کننده ثانویه جهت متعادل کردن تولید و مصرف در لحظه جداسازی ریز شبکه،طراحی کنترل‌کننده افت هوشمند جهت هماهنگی هم‌زمان ولتاژ و فرکانس، تأثیر مدل‌سازی عنصر حیاتی AMI[2](سیستم اندازه‌گیری هوشمند)در شبیه‌سازی برای تبادل اطلاعات در شبکه‌های هوشمند و ریز شبکه‌های توزیع جهت بهبود در کنترل ریز شبکه، شبیه‌سازی لینک‌های ارتباطی بین المان‌های ریز شبکه جهت آگاهی از وضعیت قسمت‌های مختلف ریز شبکه

1- multi-agent systems (MAS)
2- advanced metering infrastructure (AMI)

[1]M. Elsied, A. Oukaour, H. Gualous, R. Hassan, Amr Amin, "An Advanced Energy Management of Microgrid System Based on Genetic Algorithm", IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISlE), 2014

.[2] Lagorse, J., Paire, D., Miraoui, A. "A multi-agent system for energy management of distributed power sources". Renewable Energy, Vol. 35, pp. 174–182,2010

[3] Dagdougui, H., Minciardi, R., Ouammi, A., Robba, M., Sacile, R. "Modeling and optimization of a hybrid system for the energy supply of a „„Green"" building". Energy Conversion and Management, Vol. 64, pp. 351–363, 2012.

[4] Chen, Y. H., Lu , S. Y., Chang , Y. R., Lee, T. T., Hu, M. C. "Economic analysis and optimal energy management models for microgrid systems: A case study in Taiwan". Applied Energy, 2012.

[5] Niknam, T., Golestaneh, F., Malekpour, A. " Probabilistic energy and operation management of a microgrid containing wind/ photovoltaic/fuel cell generation and energy storage devices based on point estimate method and self-adaptive gravitational search algorithm". Energy, Vol. 43, pp. 427-437, 2012.

[6] Mohamed, A., Mohammed, O. "Real-time energy management scheme for hybrid renewable energy systems in smart grid applications". Electric Power Systems Research, Vol. 96, pp.133–143, 2013

[7] Abedi, S., Alimardani, A., Gharehpetian, G.B., Riahy, G.H., Hosseinian, S.H. "A comprehensive method for optimal power management and design of hybrid RES-based autonomous energy systems". Renewable and

Sustainable Energy Reviews, Vol. 16, pp. 1577–1587, 2012

[8] Mohamed, F.A., Koivo, H.N. "Multiobjective optimization using Mesh Adaptive Direct Search for power dispatch problem of microgrid". Electrical Power and Energy Systems, Vol. 42, pp. 728– 735, 2012.

[9] Niknam, T., Kavousifard, A., Tabatabaei, S., et al.: 'Optimal operation management of fuel cell /wind /photovoltaic power sources connected to distribution networks', J. Power Sources, 2011, 196, (20), pp. 8881–8896

[10] Niknam, T., Azizipanah-A barghooee, R., Narimani, MR.: 'An efficient scenariobased stochastic programming framework for multi-objective optimal microgrid operation', Appl. Energy, 2012, 99, pp. 455–470

تشخیص سرطان سینه با استفاده از یک مدل طبقه‌بندی ترکیبی مبتنی بر جداسازی نمونه‌های متعارف و نامتعارف

نویسندگان: امین رضایی پناه- amin.rezaeipanah@gmail.com
حسام واقع‌بین- hwhesam@gmail.com

چکیده: پیش‌بینی و تشخیص بیماری‌های مختلف دو مؤلفه تأثیرگذار علوم پزشکی می‌باشند. اخیراً با گسترش روزافزون علم، استفاده از سیستم‌های پشتیبان تصمیم می‌تواند کمک زیادی در سیاست‌های درمانی پزشک داشته باشد. بدین منظور استفاده از سیستم‌های هوشمند مصنوعی در پیش‌بینی و تشخیص سرطان سینه که یکی از رایج‌ترین سرطان‌ها در بین زنان می‌باشد، موردتوجه است. در این تحقیق فرآیند تشخیص بیماری سرطان سینه در یک رویکردی دومرحله‌ای انجام می‌شود. در مرحله ویژگی‌های مؤثر در پیش‌بینی بیماری سرطان با یک الگوریتم ژنتیک بهبودیافته مبتنی بر طول رشته متغیر تشخیص داده می‌شوند. سپس تشخیص نمونه‌های متعارف و نامتعارف به‌منظور افزایش دقت و ایجاد مدل طبقه‌بندی نهایی در مرحله دوم انجام می‌شود. برای کار طبقه‌بندی از مدل‌های کلاسیک درخت تصمیم (*ID3*) و ماشین بردار پشتیبان (*SVM*) استفاده‌شده است. نتایج حاصل از آزمایش‌ها برتری روش پیشنهادی را با مدل طبقه‌بندی *SVM* در مقایسه با سایر روش‌های مشابه نشان می‌دهد. میانگین دقت تشخیص بیماری سرطان سینه درروش پیشنهادی روی مجموعه داده‌های *WBCD*، *WDBC* و *WPBC* با مدل *SVM* به ترتیب ۹۹,۲۶٪، ۹۸,۵۵٪ و ۹۸,۴۵٪ گزارش‌شده است.

کلیدواژه: الگوریتم ژنتیک، سرطان سینه، ویژگی‌های مؤثر، نمونه‌های متعارف، نمونه‌های نامتعارف.

۱ - مقدمه

سرطان سینه یکی از سرطان‌های شایع در زنان می‌باشد. احتمال ابتلا به سرطان سینه با بالا رفتن سن افزایش می‌یابد، بطوریکه ۸۰٪ موارد بعد از سن ۵۰ سالگی اتفاق می‌افتد. سرطان سینه در ابتدا به‌صورت یک غده ریز و کوچک می‌باشد و چندین سال باید طول بکشد تا یک غده سرطانی ریز تبدیل به یک غده سرطانی بزرگ شود و بافت‌های اطراف را درگیر کند. تشخیص زودرس غده‌های کوچک باعث می‌شود شانس موفقیت عمل جراحی از ۲۷٪ به ۹۸٪ افزایش یابد[۱]. آزمایش آسپیراسیون سوزنی (FNA) روشی ارزان و غیرتهاجمی برای تشخیص دقیق سرطان سینه می‌باشد. در این روش پس از استخراج خصوصیات سیتولوژی بیمار از بافت سینه، خوش‌خیم یا بدخیم بودن تومور تشخیص داده می‌شود[۲].

در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های داده‌کاوی برای کمک به پزشکان و متخصصین در تشخیص زودهنگام این بیماری موردتوجه قرارگرفته است[۳]. پژوهش‌های انجام‌شده در این زمینه، موفق آمیز بودن سیستم‌های هوش مصنوعی را اثبات کرده است[۴]. فرایند تشخیص در این پژوهش‌ها با استفاده از استخراج ویژگی‌ها از آزمایش آسپیراسیون سوزنی و با کمک الگوریتم‌های داده‌کاوی انجام می‌شود. در این میان مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهند که روش‌های ترکیب طبقه‌بندی‌ها به یک ابزار مؤثر به‌منظور افزایش کارایی و میزان دقت تبدیل‌شده است[۵]. در سال‌های اخیر روش‌ها و ایده‌های مختلفی برای ترکیب نتایج مدل‌های طبقه‌بندی نظیر شبکه‌های عصبی و سیستم‌های فازی ارائه‌شده است[۶-۸].

در این تحقیق از ترکیب چندین مدل طبقه‌بندی مختلف به‌منظور افزایش دقت در داده‌های سرطان سینه استفاده می‌شود. برای این منظور داده‌های آموزشی را به نحوی بین مدل‌های طبقه‌بندی تقسیم می‌کنیم که حداکثر دقت حاصل شود. بنابراین چالش سیستم پیش‌رو نحوه تقسیم‌بندی داده‌های آموزشی و شناسایی نمونه‌های نامتعارف است. نمونه‌های نامتعارف، نمونه‌هایی هستند که در یک مدل طبقه‌بندی مستقل باعث ایجاد خطا می‌شوند.

www.kahrobaonline.ir

ادامه این تحقیق بدین شرح است؛ در بخش ۲ به بررسی برخی از جدیدترین کارهای انجام‌شده در تشخیص سرطان سینه می‌پردازیم. روش پیشنهادی در بخش ۳ مطرح‌شده و نتایج حاصل از آن در بخش ۴ آورده شده است. درنهایت در بخش ۵ نتیجه‌گیری و پیشنهادها بیان می‌شود.

۲- پیشینه تحقیق

در زمینه پیش‌بینی و تشخیص سرطان سینه با مدل‌های طبقه‌بندی تحقیقات متعددی صورت گرفته است. شیخ‌پور و همکاران، انتخاب ویژگی‌های مؤثر در تشخیص سرطان سینه را با استفاده از مدل‌های پارامتریک یادگیری ماشین معرفی کردند[۹]. صادقی‌پور و همکاران، تشخیص سرطان سینه را بر اساس رویکرد ترکیبی مبتنی بر الگوریتم کرم شب‌تاب و یک سیستم هوشمند ترکیبی ارائه دادند[۱۰]. سیستم هوشمند ارائه‌شده ترکیبی از الگوریتم تکاملی و مدل SVM به‌منظور انتخاب بهترین ویژگی‌ها و طبقه‌بندی است.

نیلاشی و همکاران، تشخیص سرطان سینه را با استفاده از روش منطق فازی توسعه دادند[۱۱]. قوانین فازی با استفاده از خوشه‌بندی حداکثر انتظار، حذف نویز و طبقه‌بندی CART تولید می‌شوند. دوی و همکاران، به‌منظور افزایش کارایی طبقه‌بندی J48 در تشخیص سرطان سینه، ویژگی‌ها را با استفاده از الگوریتم Farthest First گروه‌بندی کرده و سپس از هر گروه مؤثرترین ویژگی‌ها را انتخاب می‌کند[۱۲]. این روش به‌دقت حدود ۹۹٪ روی مجموعه داده WBCD رسیده است.

وانگ و همکاران، ترکیبی از روش های SMOTE (پیش نمونه جزئی) و PSO (بهینه‌سازی ازدحام ذرات) را برای تشخیص بیماران مبتلا به سرطان سینه بکار بردند[۷]. در این روش برخی از مشهورترین روش‌های طبقه‌بندی مانند رگرسیون لجستیک، درخت تصمیم‌گیری C5 و نزدیک‌ترین همسایه ادغام می شوند. نتایج بهترین عملکرد را از ترکیب SMOTE+PSO+C5 نشان می‌دهد.

دیز و همکاران، یک رویکرد مبتنی بر داده کاوی برای غده شناسی در سرطان سینه ارائه دادند[۱۳]. این روش با استفاده از طبقه‌بندی چگالی سینه به شناسایی تمایزات در مجموعه داده‌ها کمک می‌کند. وایدهی و همکاران، تشخیص سرطان سینه را با استفاده از طبقه‌بندی KNN ترکیبی ارائه دادند[۱۴]. KNN با سه ماتریس فاصله متفاوت یوکلیدان، کوزین، CITY-BLOCK و ترکیبات آن‌ها برای طبقه‌بندی مورداستفاده قرار می‌گیرد. آونان، یک طبقه‌بندی نزدیک‌ترین مجاور گنگ-سخت ترکیبی را با زیرمجموعه سازگار و گزینش موردی برای تشخیص اتوماتیک سرطان سینه مورد ارزیابی قرار می‌دهد[۱۵]. شن و همکاران، مدل هوشمند پیش‌بینی سرطان سینه با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی را ارائه دادند[۳]. در این تحقیق از یک روش خصیصه انتخابی(Interact) به‌منظور انتخاب ویژگی های مربوطه برای تشخیص سرطان سینه و از ماشین بردار پشتیبان برای ساخت مدل طبقه‌بندی استفاده می‌شود.

۳- روش پیشنهادی

روش پیشنهادی ترکیبی بوده و شامل چندین مرحله است. در مرحله اول پیش‌پردازش داده‌ها انجام می‌شود. انتخاب ویژگی‌های مؤثر با استفاده از بهبود الگوریتم ژنتیک در مرحله دوم انجام می‌شود. درنهایت مدل طبقه‌بندی در مرحله سوم ارائه می‌شود. برای طبقه‌بندی داده‌ها از سیستم طبقه‌بندی ترکیبی جدیدی استفاده می‌شود که مبتنی بر شناسایی نمونه‌های متعارف و نامتعارف است.

۳-۱- پیش‌پردازش داده‌ها

پیش‌پردازش داده‌ها به‌منظور آماده‌سازی داده‌ها جهت پردازش و همچنین بهبود کیفیت داده‌های واقعی انجام می‌شود. هنگامی‌که مقادیر ویژگی در دامنه متفاوتی قرار داشته باشند آن‌ها را در دامنه مشابهی قرار می‌دهد. این امر معمولاً به کاهش هزینه محاسباتی و افزایش عملکرد طبقه‌بندی کمک می‌کند. در این تحقیق از روش مینیمم – ماکزیمم برای نرمال‌سازی استفاده می‌شود.

$$x_{i,j}^{new} = \frac{x_{i,j} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)} \qquad (۱)$$

در این رابطه $x_{i,j}$ مقدار j-مین ویژگی از i-مین نمونه مجموعه داده است. $\min(x_j)$ و $\max(x_j)$ به ترتیب کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین مقدار j-مین ویژگی از تمتم نمونه‌ها است.

۳-۲- انتخاب ویژگی‌های مؤثر با الگوریتم ژنتیک بهبودیافته

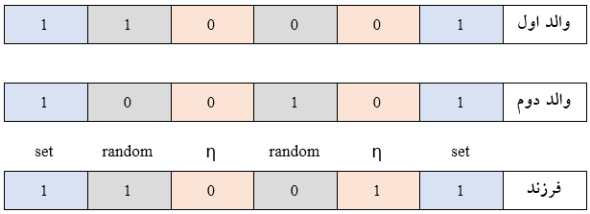
یکی از اهداف اصلی در مسئله انتخاب ویژگی حذف ویژگی‌های نامرتبط و همچنین دارای افزونگی است[۱۶]. روش استفاده‌شده

www.kahrobaonline.ir

در این تحقیق از تکنیک طول رشته متغیر در الگوریتم ژنتیک استفاده می‌کند که علاوه بر انتخاب ویژگی‌های مؤثر، تعداد آن‌ها را نیز به‌صورت خودکار مشخص می‌کند.

ساختار کروموزوم پیشنهادی به‌صورت رشته‌ای باینری به طول تعداد کل ویژگی‌ها تعیین می‌شود. ژن ۱ به مفهوم انتخاب و ژن ۰ به مفهوم عدم انتخاب ویژگی است. اگر از نماد DNF برای نمایش تعداد ویژگی‌های مطلوب استفاده شود، مقدار این پارامتر با توجه به تعداد ژن‌های ۱ کروموزوم مشخص می‌شود. در تولید جمعیت اولیه از مقادیر مختلف DNF استفاده می‌شود که درنهایت این امر منجر به تشخیص تعداد ویژگی‌های مطلوب خواهد شد. برای کار طبقه‌بندی از دو الگوریتم ID3 و SVM استفاده می‌شود. هدف مقایسه عملکرد این دو مدل روی‌داده‌های تشخیص سرطان است.

عملگرهای ژنتیکی استفاده‌شده در این تحقیق انتخاب، ترکیب و جهش است. برای عملگر انتخاب از روش تورنمنت استفاده‌شده است[۱۷]. کروموزوم‌هایی که از قسمت تورنمنت به‌عنوان والد انتخاب شدند، با استفاده از عملگر ترکیب ژن‌هایشان را به‌احتمال C_R مبادله می‌کنند. در عملگر ترکیب ارائه‌شده، ژن‌های مشترک از هر دو والد در کروموزوم فرزند کپی شده و سایر ژن‌ها با احتمال η از ویژگی‌های مشاهده نشده مقداردهی می‌شوند. ویژگی‌های مشاهده نشده، ویژگی‌هایی هستند که در هر دو کروموزوم والد وجود نداشته باشند. شکل ۱ نمونه‌ای از عملگر ترکیب پیشنهادی را نشان می‌دهد.



شکل ۱- فرایند عملگر ترکیب پیشنهادی

بعد از اعمال عملگر ترکیب، عملگر جهش با احتمال M_R روی هر ژن انجام می‌پذیرد و باعث تغییر محتوای هر ژن می‌شود. بعد از اتمام مراحل الگوریتم ژنتیک، ویژگی‌های انتخاب‌شده در بهترین عضو جمعیت (بالاترین دقت) به‌عنوان ویژگی‌های مطلوب و تعداد این ویژگی‌ها پارامتر DNF بهینه را مشخص می‌کند.

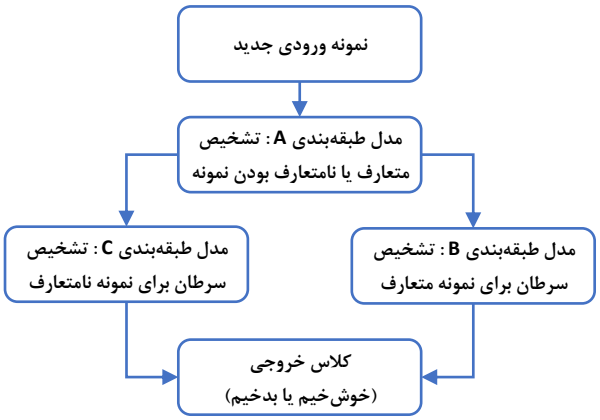
۳-۳- مدل طبقه‌بندی ترکیبی بر مبنای تقسیم‌بندی نمونه‌ها

روش‌های طبقه‌بندی با بررسی نمونه‌های یک مجموعه داده، یک الگوی پیش‌بینی را به‌صورت استقرایی مدل می‌کنند[۱۸]. در این تحقیق جهت تشخیص سرطان سینه یک مدل طبقه‌بندی ترکیبی بر مبنای تشخیص نمونه‌های متعارف و نامتعارف ارائه می‌شود.

در برخی مجموعه داده‌ها ممکن است مقادیر ویژگی‌های برخی از نمونه‌ها دارای حالات خاصی باشند[۱۹]. این نمونه‌ها با سایر نمونه‌های کلاس مشابه فاصله زیادی دارند و باعث اشتباه مدل‌های طبقه‌بندی می‌شوند. این نمونه‌ها، نامتعارف نامیده می‌شود و با شناسایی آن‌ها می‌تواند عملکرد یک مدل طبقه‌بندی را بهبود داد.

در این تحقیق برای تشخیص نمونه‌های نامتعارف از الگوریتم ژنتیک استفاده می‌شوند. الگوریتم ژنتیک نمونه‌ها را به دو بخش متعارف و نامتعارف تقسیم می‌کند. سپس یک مدل طبقه‌بندی کلاسیک بر اساس این تقسیم‌بندی ایجاد می‌شود. بنابراین نوع نمونه‌ها (متعارف یا نامتعارف) بر اساس این مدل تشخیص داده می‌شود. درنهایت تشخیص سرطان سینه بر مبنای نوع نمونه با یک روش طبقه‌بندی کلاسیک متمایز مدل می‌شود.

بنابراین از سه مدل طبقه‌بندی کلاسیک در پیشنهادی استفاده می‌شود؛ مدل طبقه‌بندی اول (A) برای تشخیص نوع نمونه (متعارف یا نامتعارف) است. مدل طبقه‌بندی دوم (B) و سوم (C) نیز به ترتیب برای تشخیص سرطان در نمونه‌های متعارف و نامتعارف می‌باشد. در فاز آزمایش، تعیین کلاس نمونه ورودی مطابق شکل ۲ می‌باشد.



شکل ۲- تعیین کلاس نمونه جدید

بررسی‌های انجام‌شده نشان‌دهنده کاهش کارایی مدل طبقه‌بندی ترکیبی ارائه‌شده در حالت آزمایش است. دلیل این امر کاهش نمونه‌ها در دو مدل طبقه‌بندی B و C به دلیل جداسازی می‌باشد. برای حل این مشکل نمونه‌های خنثی از مجموعه داده در هر مدل

www.kahrobaonline.ir

طبقه‌بندی B و C در نظر گرفته می‌شود. نمونه‌های خنثی، نمونه-هایی هستند که تقسیم‌بندی هم‌زمان آن‌ها به‌صورت متعارف و نامتعارف تأثیری در عملکرد نهایی مدل ندارد. در ادامه پروسه تقسیم‌بندی نمونه‌ها به دو بخش متعارف و نامتعارف با استفاده از الگوریتم ژنتیک تشریح می‌شود.

ساختار راه‌حل‌ها در الگوریتم ژنتیک پیشنهادی به‌صورت یک آرایه دوبعدی باینری به طول کل نمونه‌ها می‌باشد. سطر اول این آرایه، نمونه-های متعارفی هستند که با طبقه‌بندی B مدل می‌شوند. مقدار ۱ هر عنصر برای یک نمونه نشان‌دهنده تخصیص آن به نوع متعارف است. به‌طور مشابه سطر دوم نمونه‌های نامتعارف استفاده‌شده در مدل طبقه‌بندی C را مشخص می‌کند. محدودیت هر راه‌حل، انتخاب یک نمونه برای حداقل یک نوع نمونه (متعارف یا نامتعارف) است، یعنی جمع هر ستون در راه‌حل پیشنهادی حداقل باید ۱ باشد.
با توجه به استفاده از مدل طبقه‌بندی A برای شناسایی نوع نمونه ورودی، بنابراین عملکرد نهایی روش پیشنهادی به نحوه تقسیم-بندی نمونه‌ها و دقت این مدل وابستگی بالایی دارد. بدین منظور از رابطه (۲) برای محاسبه برازندگی هر راه‌حل و اعمال تأثیر بیشتر برای مدل طبقه‌بندی A استفاده می‌شود.

$$Fitness = \frac{2.A_{acc} + B_{acc} + C_{acc}}{4} \qquad (۲)$$

در این رابطه تأثیر دقت مدل طبقه‌بندی A دو برابر مدل‌های طبقه‌بندی B و C در نظر گرفته‌شده است.
در مرحله بعد از معیار تورنمنت به‌منظور انتخاب راه‌حل‌ها برای تکثیر استفاده می‌شود. عملگر ترکیب استفاده‌شده تک-نقطه‌ای می‌باشد که به‌احتمال C_R از دو والد انتخاب‌شده، دو فرزند تولید می‌کند. عملگر جهش پیشنهادی این تحقیق، محتوای ژن‌هایی (نمونه‌هایی) که باعث ایجاد خطا طبقه‌بندی (در هر سه مدل A، B و C) شده‌اند را به‌احتمال M_R تغییر می‌دهد. عملگر جهش باعث تغییر وضعیت ژن‌ها از ۰ به ۱ و بلعکس با توجه به محدودیت تعیین‌شده می‌شود.

جدول ۱- نتایج روش پیشنهادی با مقایسه مدل‌های طبقه‌بندی ID3 و SVM

مجموعه داده	تعداد کل ویژگی‌ها	مدل انتخاب ویژگی	مدل طبقه-بندی ترکیبی	دقت بدون انتخاب	تعداد ویژگی-های انتخاب‌شده	دقت مدل در انتخاب	دقت نهایی مدل(٪)
WBCD	۹	ID3	ID3	۹۳،۸۵	۷،۹	۹۴،۱۳	۹۶،۵۵
			SVM	۹۷،۲۳	۷،۱	۹۵،۶۶	۹۹،۰۶
		SVM	ID3	۹۳،۸۵	۵،۰	۹۵،۶۶	۹۸،۹۰
			SVM	۹۷،۲۳	۵،۳	۹۶،۶۴	**۹۹،۲۶**
WDBC	۳۰	ID3	ID3	۹۱،۱۳	۱۴،۳	۹۳،۲۳	۹۶،۲۳
			SVM	۹۳،۴۵	۱۵،۵	۹۵،۱۴	۹۸،۴۷
		SVM	ID3	۹۲،۱۳	۱۰،۶	۹۵،۴۵	۹۷،۹۷
			SVM	۹۵،۴۵	۱۲،۲	۹۷،۲۴	**۹۸،۵۵**
WPBC	۳۲	ID3	ID3	۸۸،۵۶	۲۳،۲	۷۵،۱۳	۹۷،۰۱
			SVM	۹۲،۱۴	۲۶،۵	۸۱،۳۷	۹۸،۲۹
		SVM	ID3	۸۸،۵۶	۲۶،۱	۸۰،۴۳	۹۸،۱۳
			SVM	۹۲،۱۴	۲۱،۸	۸۳،۳۹	**۹۸،۴۵**

نتایج نشان می‌دهد که روش پیشنهادی با در نظر گرفتن انتخاب ویژگی در هر سه مجموعه داده WBCD، WDBC و WPBC و با استفاده از هر دو مدل طبقه‌بندی ID3 و SVM عملکرد بهتری نسبت به حالت بدون انتخاب ویژگی دارد. بهترین نتایج زمانی است که در هر دو بخش انتخاب ویژگی و طبقه‌بندی ترکیبی از مدل SVM استفاده‌شده است. در این حالت دقت میانگین روش پیشنهادی برای مجموعه داده‌های WBCD، WDBC و WPBC به ترتیب ۹۹،۲۶٪، ۹۸،۵۵٪ و ۹۸،۴۵٪ گزارش‌شده است. درعین‌حال حساسیت، ویژگی و دقت در جدول ۲ به ازای استفاده از مدل طبقه‌بندی SVM در دو بخش انتخاب ویژگی و طبقه‌بندی ترکیبی ارائه‌شده است.

جدول ۲- عملکرد الگوریتم پیشنهادی در معیارهای مختلف

مجموعه داده	**حساسیت** (٪)	**ویژگی** (٪)	**دقت** (٪)
WBCD	۰۱.۹۸	۵۹.۹۹	۹۹،۲۶
WDBC	۲۱.۹۷	۹۹،۰	۹۸،۵۵
WPBC	۸۸.۹۷	۹۴.۹۸	۹۸،۴۵

بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که در مدل طبقه‌بندی ترکیبی ارائه‌شده، مدل طبقه‌بندی A عملکرد ضعیف‌تری نسبت به مدل-های طبقه‌بندی B و C دارند. مدل طبقه‌بندی A به‌منظور

www.kahrobaonline.ir

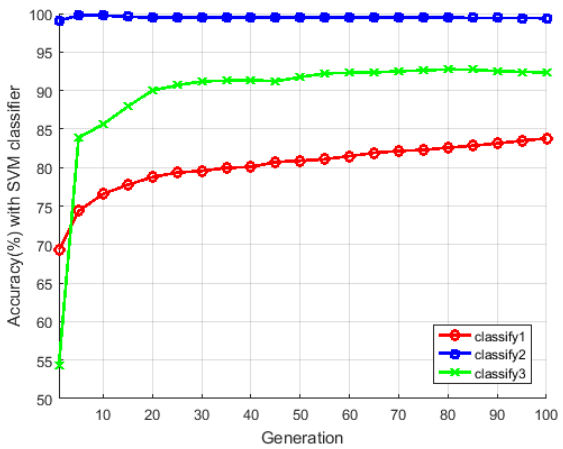
تشخیص جداسازی نمونه‌ها استفاده می‌شود. با جداسازی نمونه‌ها دقت تشخیص دو بخش متعارف و نامتعارف بر اساس دو مدل طبقه‌بندی B و C مناسب است. ازاین‌رو به نظر می‌رسد ضعف روش تشخیص سرطان پیشنهادی در مقایسه با سایر روش‌های موردبررسی و به ازای برخی از مجموعه داده‌ها دقت بیشتری داشته و در بقیه موارد نیز دقت مناسبی را ارائه می‌دهد. به‌طورکلی به نظر می‌رسد که روش ارائه‌شده با توجه به تشخیص نمونه‌های نامتعارف روی مجموعه داده‌هایی که احتمال وجود نویز در آن‌ها بیشتر است عملکرد بهتری خواهد داشت، هرچند این موضوع به‌طور کامل در این تحقیق بررسی نشده است.

جدول ۳- مقایسه دقت تشخیص سرطان سینه روش پیشنهادی با سایر روش‌ها

مجموعه داده	ANN [۲۱]	SMO, IBK, NB, MLP [۲۲]	SMO, IBK, NB, J48 [۲۲]	EM-PCA, Fuzzy [۱۱]	Fuzzy, KNN [۱۵]	SVM [۴]	روش پیشنهادی
WBCD	-	۹۷,۱۳	۹۷,۲۸	۹۳,۲۰	۹۹,۷۱	-	۹۹,۲۶
WDBC	۹۴,۱۵	۹۷,۵۳	۹۷,۰۱	۹۴,۱۰	-	۹۶,۸۵	۹۸,۵۵
WPBC	۸۳,۰۵	۹۷,۳۱	۹۴,۲۲	-	-	-	۹۸,۴۵

روش حاضر ایجاد یک مدل مناسب برای جداسازی و یا تشخیص نمونه‌های نامتعارف است.

شکل ۳ نشان می‌دهد که در فرایند بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک مدل طبقه‌بندی A نسبت به مدل‌های طبقه‌بندی B و C عملکرد ضعیف‌تری دارد. دلیل این امر چالش تخصیص کلاس جدید به نمونه‌هایی با مفهوم متعارف و نامتعارف است که بدون در نظر گرفتن کلاس واقعی آن‌ها انجام می‌شود. در اینجا classify1 نقش دقت مدل طبقه‌بندی A را در طول تکرار الگوریتم ژنتیک دارد.



شکل ۳- عملکرد سه مدل طبقه‌بندی A، B و C

به‌منظور ارزیابی عملکرد روش پیشنهادی، نتایج حاصل از آزمایش‌ها را در بهترین حالت (طبقه‌بندی SVM) با تعدادی از جدیدترین روش‌های ارائه‌شده در زمینه تشخیص سرطان سینه مقایسه می‌کنیم. جدول ۳ نتایج این مقایسه را نشان می‌دهد.

۵- نتیجه‌گیری

امروزه با توجه به حجم وسیع و پیچیدگی داده‌های موجود، بیش‌ازپیش نیاز به ابزاری کارا، مؤثر و مطمئن به‌منظور کشف دانش سودمند و موردنیاز حس می‌شود. داده‌کاوی ابزاری است که برای حصول به چنین دانشی ما را یاری می‌کند. یکی از زمینه‌های پرکاربرد داده‌کاوی در علم پزشکی است. در برخی مجموعه داده‌ها وجود نمونه‌های نامتعارف ممکن است باعث اشتباه مدل‌های طبقه‌بندی شوند. در این تحقیق برای تشخیص نمونه‌های نامتعارف از الگوریتم ژنتیک استفاده شد. الگوریتم ژنتیک نمونه‌ها را به دو بخش متعارف و نامتعارف تقسیم می‌کند. سپس یک مدل طبقه‌بندی کلاسیک بر اساس این تقسیم‌بندی ایجاد می‌شود. درنهایت تشخیص سرطان سینه بر مبنای نوع نمونه با یک روش طبقه‌بندی کلاسیک متمایز مدل می‌شود.

استفاده از روش‌های ابتکاری برای ایجاد جمعیت اولیه در تشخیص نمونه‌های متعارف از نامتعارف در ادامه راه این تحقیق پیشنهادی می‌شود. برای مثال می‌توان خروجی مدل طبقه‌بندی را برای ایجاد جمعیت اولیه استفاده کرد.

مراجع

[1] A. G. Freifeld, E. J. Bow, K. A. Sepkowitz, M. J. Boeckh, J. I. Ito, C. A. Mullen, ... and J. R. Wingard, "Clinical practice guideline for the use of antimicrobial agents in neutropenic patients with cancer: 2010 update by the Infectious Diseases Society of America", Clinical infectious diseases, Vol. 52, NO. 4, 2011, pp. 56-93.

[2] K. J. Cios, and G. W. Moore, "Uniqueness of medical data mining", Artificial intelligence in medicine, Vol. 26, NO. 1, 2002, pp. 1-24.

[3] R. Shen, Y. Yang, and F. Shao, "Intelligent breast cancer prediction model using data mining techniques", In Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC), Vol. 1, August 2014, pp. 384-387, IEEE.

[4] S. Ghosh, S. Mondal, and B. Ghosh, "A comparative study of breast cancer detection based on SVM and MLP BPN classifier", In Automation, Control, Energy and

Systems (ACES), 2014 First International Conference on (pp. 1-4), 2014, IEEE.

[5] A. K. Sampath, and N. Gomathi, “Probabilistic Model Based Hybrid Classifier for Character Recognition”, International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, Vol. 25, NO. 4, 2017, pp. 621-647.

[۶] مجید عبدالرزاق نژاد، "طبقه‌بندی و شناسایی وب سایت‌های فیشینگ به کمک مجموعه قوانین فازی و الگوریتم اصلاح‌شده بهینه‌سازی صفحات شیب‌دار"، نشریه مهندسی برق و مهندسی کامپیوتر ایران، دوره ۱۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۵، صفحه ۳۱۱-۳۲۱.

[۷] هادی صدوقی یزدی، علی محی الدینی شاهم آبادی پور و مرتضی خادمی، "طبقه‌بند خودسازمانده هندسی مبتنی بر یادگیری فعال برای نهان‌کاوی در محیط ویدئو با صرف حداقل برچسب"، نشریه مهندسی برق و مهندسی کامپیوتر ایران، دوره ۱۶، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، صفحه ۲۸-۴۰.

[۸] زهرا مروج و جواد آذرخش، "شبیه سازی و طبقه‌بندی وقایع کیفیت توان با استفاده از شبکه عصبی"، فصلنامه مدل سازی در مهندسی، دوره ۱۳، شماره ۴۱، تابستان ۱۳۹۴، صفحه ۱۳۷-۱۴۶.

[۹] راضیه شیخ پور و مهدی آقاصرام، "انتخاب ویژگی‌های مؤثر در تشخیص سرطان سینه با استفاده از مدل‌های پارامتریک یادگیری ماشین"، فصلنامه علمی-پژوهشی بیماری های سینه, دوره ۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، صفحه ۱۶-۲۳.

[۱۰] احسان صادقی پور، نصرالله صحراگرد، محمودرضا سایبانی و زینب بهمن زاده، "تشخیص سرطان سینه بر اساس رویکرد ترکیبی مبتنی بر الگوریتم کرم شب تاب وترکیب سیستم های هوشمند"، کنفرانس بین المللی مهندسی(ICOAC)، هنر و محیط زیست، کشور لهستان، ۱۳۹۳.

[11] M. Nilashi, O. Ibrahim, H. Ahmadi, and L. Shahmoradi, “A knowledge-based system for breast cancer classification using fuzzy logic method”, Telematics and Informatics, Vol. 34, NO. 4, 2017, pp. 133-144.

[12] R. D. H. Devi, and M. I. Devi, “Outlier detection algorithm combined with decision tree classifier for early diagnosis of breast cancer”, Int J Adv Engg Tech/Vol. VII/Issue II/April-June, Vol. 93, 2016, p. 98.

[13] J. Diz, G. Marreiros, and A. Freitas, “Applying Data Mining Techniques to Improve Breast Cancer Diagnosis”, Journal of medical systems, Vol. 40, NO. 9, 2016. p. 203.

[14] K. Vaidehi, and T. S. Subashini, “Breast tissue characterization using combined K-NN classifier”, Indian Journal of Science and Technology, Vol. 8, NO. 1, 2015, pp. 23-26.

[15] A. Onan, “A fuzzy-rough nearest neighbor classifier combined with consistency-based subset evaluation and instance selection for automated diagnosis of breast cancer”, Expert Systems with Applications, Vol. 42, NO. 20, 2015, pp. 6844-6852.

[16] M. A. Hall, “Correlation-based feature selection of discrete and numeric class machine learning”, ICML '00 Proceedings of the Seventeenth International Conference on Machine Learning, 2000, pp. 359-366.

[17] J. L. J. Laredo, S. S. Nielsen, G. Danoy, P. Bouvry, and C. M. Fernandes, “Cooperative selection: Improving tournament selection via altruism”, In European Conference on Evolutionary Computation in Combinatorial Optimization (pp. 85-96), 2014, Springer, Berlin, Heidelberg.

[18] M. Bulmer, “The effect of selection on genetic variability”, The American Naturalist, Vol. 105, NO. 943, 1971, pp. 201-211.

[19] M. Tavallaee, N. Stakhanova, and A. A. Ghorbani, “Towards credible evaluation of anomaly based intrusion detection methods”, IEEE Transaction on System, Man and Cybernetics, Part-c, Applications and Reviews, Vol. 40, NO. 5, 2010, pp. 516-524.

[20] Breast Cancer Wisconsin (Original) dataset, UCI machine language repository (1992).

[۲۱] سکینه زنگنه، رضا جوانمرد، علی تپه و محمدمهدی عبادزاده، "رویکرد ترکیبی برای کاهش ابعاد ویژگیهای مجموعه های داده ای با استفاده ازالگوریتم ترکیبی شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک-در تشخیص پزشکی"، سومین کنفرانس داده‌کاوی، تهران، ۱۳۸۸.

[22] G. I. Salama, M. B. Abdelhalim, and M. A. Zeid, "Experimental comparison of classifiers for breast cancer diagnosis." Computer Engineering & Systems (ICCES), 2012 Seventh International Conference on, 2012, IEEE.

مقایسه روش های ماشین بردار و شبکه های عصبی در سیستم های تشخیص نفوذ

نویسنده: امین داستانپور – amindastanpour@gmail.com

چکیده: استفاده از سیستم‌های شبکه‌ای یکی از روند تکنولوژی در سال‌های اخیر می‌باشد، و انتظار استفاده‌کنندگان از شبکه دارا بودن شبکه امن برای پردازش داده‌ها و ارتباطات می‌باشد.در این خصوص تشخیص نفوذ به‌عنوان یکی از مسائل مهم در امنیت شبکه برای پژوهشگران بوده است. یکی از روش‌های تشخیص نفوذ استفاده از الگوی رفتاری شبکه می‌باشد که از یادگیری ماشین برای تشخیص نفوذ در رفتار شبکه استفاده می‌شود.در این مقاله روش‌های یادگیری ماشین زیر برای تشخیص حملات شبکه استفاده می شود: ماشین بردار (***SVM***) و شبکه‌های عصبی مصنوعی (***ANN***). هدف از این مطالعه مقایسه نتایج ماشین بردار و شبکه‌های عصبی مصنوعی و سپس نتایج ماشین بردار و شبکه‌های عصبی مصنوعی با سایر الگوریتم‌های استفاده‌شده برای تشخیص نفوذ که اخیراً پژوهشگران مورداستفاده قرار داده‌اند را شامل می‌شود. برای دستیابی به نتایج، در این مقاله، (***KDD CPU99***) برای ارزشیابی روش‌ها مورداستفاده قرارگرفته است.

کلیدواژه: امنیت شبکه , تشخیص نفوذ,عصبی مصنوعی شبکه , ماشین بردار پشتیبانی , یادگیری ماشین

۱ – مقدمه

امروزه اینترنت رایج‌ترین وسیله ارتباطی برای مردم است. درنتیجه، هر کس یک کانال یا شبکه امن را برای اهداف ارتباطی خود انتظار دارد. در سال‌های اخیر مطالعات متعددی در ارتباطات امن برای ایمن‌سازی داده‌های و ارتباطات انجام‌شده است[۱]. سیستم تشخیص نفوذ (IDS) یکی از ابزارهایی است که توسط مدیران شبکه برای محافظت از شبکه‌ها علیه فعالیت‌های ناشناخته اعمال می‌شود. محدودیت سیستم‌های امنیتی شبکه این است که تنها قادر به شناسایی حملات از قبلاً شناخته‌شده است و لازم است که اغلب این پایگاه داده‌ها به‌روزرسانی شود [۲]. علاوه بر این، ویژگی‌های زیادی را باید موردتوجه قرار داشته باشد تا بتواند امنیت شبکه را ایجاد کند پس این امر به ترافیک زیادی در شبکه منجر می‌شود و توزیع داده‌ها به‌شدت ناسازگار خواهد بود. بنابراین،در شناخت رفتار طبیعی شبکه امری است چالش پذیر. روش‌های مختلف هوش مصنوعی برای غلبه بر این مشکلات خاص استفاده‌شده است [۳]. هدف از یادگیری ماشین، بهبود عملکرد دستگاه ، یادگیری و کشف شرایطی است که احتمالاً در طول زمان تغییر می‌کند.

در زمینه تشخیص نفوذ، الگوریتم‌های یادگیری ماشین، ورودی مرجع را برای یادگیری الگوهای حملات را اعمال می‌کند و سپس، الگوریتم‌ها بر اساس حملات ناشناخته برای انجام تشخیص واقعی در سیستم‌های شبکه اعمال می‌شوند [۴]. علاوه بر توانایی چنین الگوریتمی‌هایی, برای شناخت الگوهای جدید حمله در شبکه بسیار مناسب عمل می‌کنند به این صورت که توانایی شناخت حملات جدید را بر اساس داشتن دانش قبل به انجام می‌رسانند. همچنین آن‌ها قادر به پاک‌سازی مجموعه داده‌ها با ویژگی‌های نامناسب و غیرفعال را دارا می‌باشند. توانایی ذکرشده منجر به دستیابی به فرآیند تشخیص بهینه‌شده و تنها شامل چندین ویژگی اصلی در مجموعه داده است [۵]. هدف از یادگیری ماشین کشف، یادگیری، و سپس سازگاری با شرایطی است که ممکن است تغییر کند، بنابراین بهبود عملکرد دستگاه یکی از مهم‌ترین چالشی پژوهشی هست. در زمینه تشخیص نفوذ، ورودی ارجاعات در الگوریتم‌های یادگیری ماشین به کار می‌رود تا بتوانند الگوهای حمله را بیاموزند. پس‌ازآن، الگوریتم‌ها در حملات ناشناخته برای انجام فرآیند تشخیص واقعی موردبررسی قرار می‌گیرند. علاوه براین, این الگوریتم‌ها توانایی تشخیص الگوی جدید حمله را نیز دارا می‌باشند. آن‌ها همچنین می‌توانند

www.kahrobaonline.ir

داده‌های مجموعه را از ویژگی‌های نامناسب و غیرفعال پاک کنند و درنتیجه تنها ویژگی‌های نامناسب و غیرفعال پاک کنند و درنتیجه تنها ویژگی‌های کلیدی در مجموعه داده‌ها وجود دارد را در فرآیند تشخیص بهینه‌سازی کنند [۶] برخی از روش‌های مهم یادگیری ماشین عبارتند از شبکه عصبی مصنوعی (ANN)، ماشین بردار (SVM).

شبکه عصبی مصنوعی (ANN) یکی از محبوب‌ترین تکنیک‌های یادگیری ماشین است و برای حل مسائل طبقه‌بندی و رگرسیون مورداستفاده قرار می‌گیرد [۷]. شبکه عصبی مصنوعی توانایی یادگیری ماشین و شناخت الگوهای را دارا هست. به‌عنوان‌مثال، در تشخیص سیستم عصبی، داده‌های ورودی ممکن است به فعال کردن مجموعه‌ای از نورون‌های شبکه عصبی مصنوعی در قسمت ورودی برای نشان دادن حمله و یا یک فعالیت نرمال منجر شود. شبکه عصبی مصنوعی دارای تعدادی مزیت است, یکی از این مزایا شناخته‌شده به‌عنوان‌یکی از توانایی آن‌ها در یادگیری از مشاهده مجموعه داده‌ها هست که در این روش شبکه عصبی مصنوعی به‌عنوان‌یک ابزار تقریبی برای توابع تصادفی استفاده می‌شود [۸]. شبکه‌های عصبی دارای سه سطح ارتباطات هستند, لایه اول نورون‌های ورودی است. این نورون‌ها داده‌ها را به لایه بعدی ارسال می‌کنند. دومین لایه نتیجه نورون‌ها را در لایه سوم می‌فرستد و لایه سوم خروجی است که کاربرد شبکه عصبی برای طبقه‌بندی و سازمان‌دهی مجدد داده‌ها استفاده می‌شود [۹].

یکی از محبوب‌ترین روش‌های یادگیری ماشین, ماشین بردار است و برای حل مشکلات رگرسیون و طبقه‌بندی مورداستفاده گرفته است [۱۰]. برای هر یک از داده‌های ورودی داده‌شده در یک ماشین بردار فقط یک سری داده‌های ورودی خاص را می‌پذیرد و سپس پیش‌بینی می‌کند که خروجی توسط کدام‌یک از دو کلاس احتمال دارد که ایجاد بشود (همچنین به‌عنوان طبقه‌بندی خطی باینری شناخته می‌شود). با توجه به مجموعه‌ای از نمونه‌های آموزشی، هرکدام به‌عنوان‌یکی از دودسته (Attack یا Normal) می‌باشند که در تشخیص حمله، بردار ماشین مسئول پیش‌بینی اینکه آیا داده‌های جدید در دسته داده‌های عادی یا گروه حمله قرارگرفته‌اند [۱۱]. پس درنتیجه بردار ماشین در سازمان‌دهی مجدد و طبقه‌بندی داده‌ها بسیار مفید است.

۲- پیشینه تحقیق

در مطالعات قبلی محققان تلاش کرده‌اند با استفاده از روش‌های مختلف مانند FASVFG, LCFS ، FFSA , MMIFS و الگوریتم کلونی مورچه این مشـــکل را حل کنند. جدول ۱ ا این روش ها را به‌طور خلاصـــه بیان می‌کند.

جدول ۱: پیشینه پژوهشی

نویسنده	روش کار	اهداف
Bin Luo et al. [12]	رویکرد تولید ویژگی تجسم مبتنی بر چهار زاویه‌ای (FASVFG)	ارزشیابی فاصله بین نمونه‌ها در ۵ کلاس طبقه‌بندی‌شده
Abraham et al.[13]	طبقه‌بندی‌های مبتنی بر قانون فازی	چارچوب سیستم‌های تشخیص نفوذ توزیع‌شده (DIDS)
Amiri et al.[14]	الگوریتم انتخاب پیشرو(FFSA) انتخاب ویژگی همبستگی خطی (LCFS) تغییر ویژگی اطلاعات متقابل (MMIFS)	پیشنهاد یک مرحله انتخاب ویژگی، که عموماً در هر تشخیص نفوذ قابل‌اجرا است
Li et al.[15]	الگوریتم کلونی مورچه	یک مدل مطلوب IDS با راندمان بالا و دقت بالا ارائه می‌دهد
Dastanpour et al.[16]	پیشنهاد یک انتخاب ویژگی بر اساس الگوریتم ژنتیک	بهبود میزان تشخیص با تعداد کمتر از ویژگی‌های

۳- تحلیل داده‌ها

در این مطالعه، داده‌کاوی (KDD CUP 1999) برای ارزشیابی روش‌های ذکرشده در قسمت قبل مورداستفاده قرارگرفته است [۱۷]. این مجموعه داده به دلیل جامع بودن آن استفاده‌شده است و همچنین بهترین مجموعه داده برای بررسی عملکرد IDS به شمار می‌رود [۱۸]. ۲۲ نوع حمله در ای داده‌کاوی وجود دارد که می‌توان آن‌ها را به ۴ گروه تقسیم کرد: پروب کردن، U2R، R2L، و DOS با جزئیات زیر: [۱۹]

www.kahrobaonline.ir

پروب کردن : شبکه توسط این نوع حملات جمع‌آوری داده‌ها در مورد میزبان موردنظر هست.

U2R: دسترسی غیرمجاز به ریشه (کاربر فوق‌العاده محلی). این حملات به‌عنوان حملاتی شناخته می‌شود که مهاجم می‌تواند به سیستم دسترسی پیدا کند و از آسیب‌پذیری‌ها برای به دست آوردن مجوزهای کلیدی بهره‌برداری کند.

R2L: دسترسی غیرمجاز از یک دستگاه از راه دور. در این نوع حمله، برخی از بسته‌ها در شبکه برای دسترسی به شبکه به‌عنوان‌یک کاربر شناخته‌شده و محلی ارسال می‌شوند.

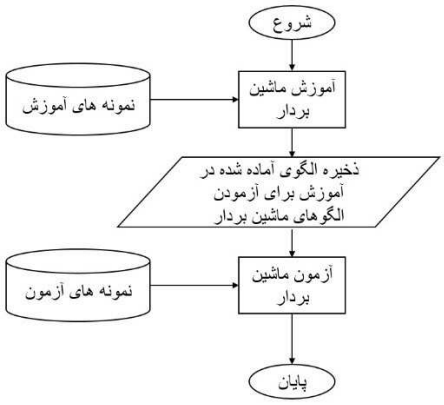
DOS: انکار سرویس این نوع حمله برای درک رفتار کاربر استفاده می‌شود. این نوع حمله نیاز به‌صرف برخی از منابع محاسباتی و حافظه دارد.

۴- روش کار

در این قسمت شرح مفصلی از طراحی و پیاده‌سازی سیستم تشخیص نفوذ توسط سیستم‌های ماشین بردار و شبکه عصبی ارائه می‌گردد. طراحی این روش شامل الگوریتم یادگیری ماشین برای تشخیص است و به دنبال آن‌یک توضیح مختصر از اجرای آن. بعضی از فرایندهای اولیه موردنیاز برای انجام وظایف خود که در این قسمت بحث می‌شود را دارا هست.

۴-۱- ماشین بردار

SVM یک روش یادگیری ماشین است که بر اساس نظریه‌ی آماری VC و اصل کمینه‌سازی ریسک ساخته‌شده است و می‌تواند مشکلات عملی غیرخطی و حداقل‌های محلی را حل کند. SVM می‌تواند مشکل فضای چندبعدی را به مسئله فضای کم بعدی تبدیل کند. پس بنابراین، هنگام برخورد با مسئله فضایی چندبعدی خطی طبقه‌بندی‌شده می‌تواند برای طبقه‌بندی بهینه استفاده شود. سیستم SVM دو جنبه دارد. یک جنبه آموزش است که در این مرحله مدل SVM با آموزش داده‌های نمونه به دست می‌آید. جنبه دیگر آزمون است که در این مرحله، اطلاعات دیگر شناسایی و طبقه‌بندی‌شده توسط مدل SVM است. نمودار جریان کلی سیستم SVM به شکل ۱ نشان داده‌شده است.

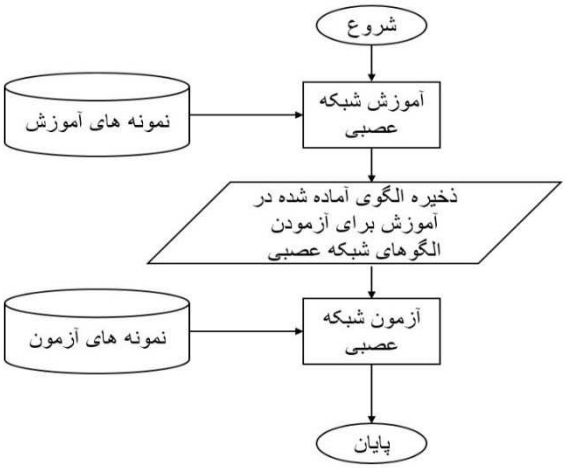


شکل ۱ : نمودار جریان کلی سیستم SVM

۴-۲- شبکه عصبی

در یادگیری ماشین و علم شناختی، ANN ها خانواده‌ای از الگوریتم‌های یادگیری آماری هستند که الهام گرفته از بیولوژیکی (سیستم‌های عصبی مرکزی حیوانات، به‌ویژه مغز) هستند و برای تخمین یا تقریبی توابع استفاده می‌شود که می‌تواند بر تعداد زیادی از ورودی‌ها بستگی داشته باشد. ANN به‌طورکلی به‌عنوان سیستم‌های "نورون" به همدیگر متصل می‌شود که می‌توانند ارزش‌ها را از ورودی‌ها محاسبه کنند و توانایی یادگیری ماشین و همچنین تشخیص الگو را دارند. مانند سایر روش‌های یادگیری ماشین سیستم‌هایی که از داده‌ها یاد گرفته‌اند را برای حل طیف وسیعی از وظایف مورداستفاده قرار می‌دهند که برای حل آن‌ها با استفاده از برنامه‌ریزی عادی مبتنی بر قانون سخت است. شکل ۲ الگوریتم ANN را نشان می‌دهد.

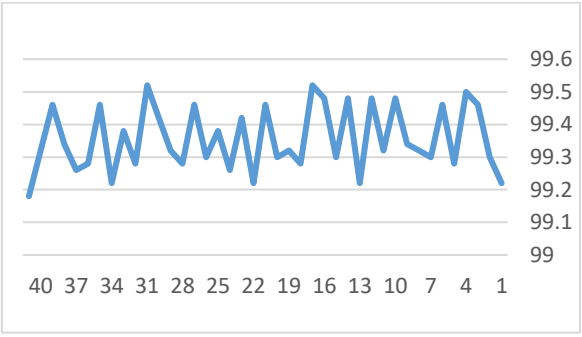
www.kahrobaonline.ir



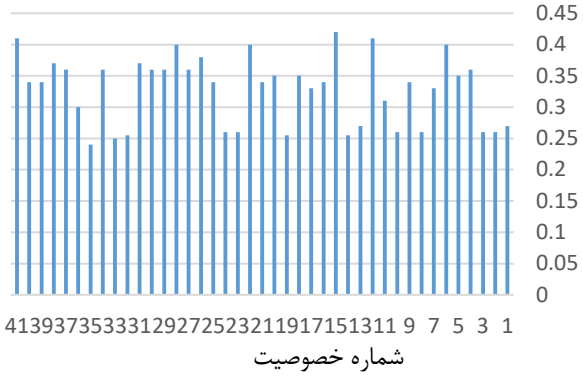
شکل ۲ : نمودار جریان کلی سیستم ANN

۵- بحث و نتیجه‌گیری

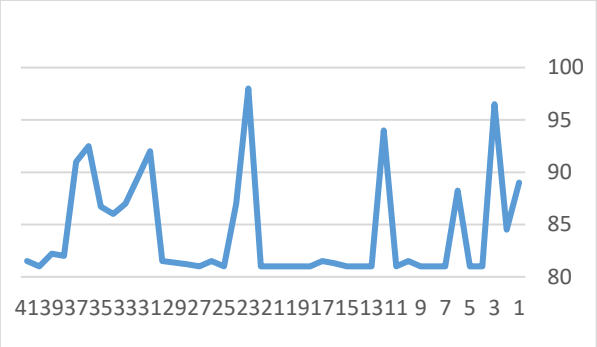
در این مقاله ابتدا SVM و ANN برای طبقه‌بندی و به رسمیت شناختن داده‌ها به دو گروه عادی و حمله مورداستفاده قرار می‌گیرند و سپس مقایسه با یکدیگر در تشخیص نفوذ و تشخیص اشتباه مورد مقایسه قرار می‌گیرند. و در آخر با الگوریتم‌های مورد ذکر در قسمت قبل که در بیشینه بیان‌شده است را مورد مقایسه قرار می‌گیرند. در شکل ۳ ماشین بردار در تشخیص نفوذ و در شکل ۴ تشخیص اشتباه ماشین بردار نمایش داده می‌شود. . در شکل ۵ شبکه عصبی در تشخیص نفوذ و در شکل ۶ تشخیص اشتباه شبکه عصبی نمایش داده می‌شود. . در شکل ۷ ماشین بردار و شبکه عصبی در تشخیص نفوذ و در شکل ۸ تشخیص اشتباه ماشین بردار و شبکه عصبی مورد مقایسه قرار می‌گیرند.



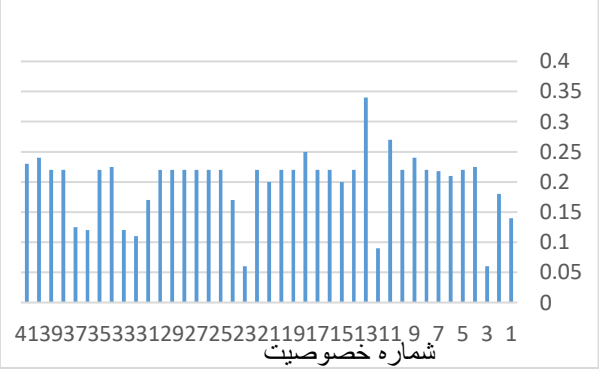
شکل ۳ : روند تشخیص نفوذ ماشین بردار



شکل ۴ : روند تشخیص نفوذ اشتباه ماشین بردار(محور عمودی درصد تشخیص اشتباه است)

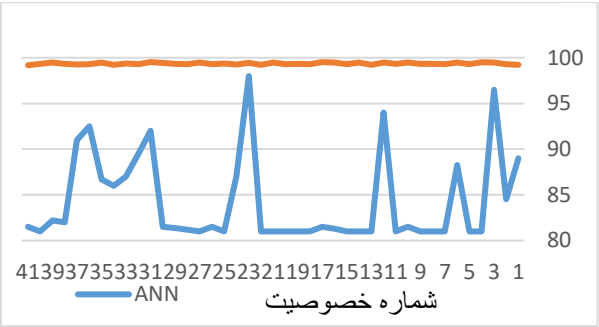


شکل ۵ : روند تشخیص نفوذ شبکه عصبی(محور عمودی درصد تشخیص اشتباه است)

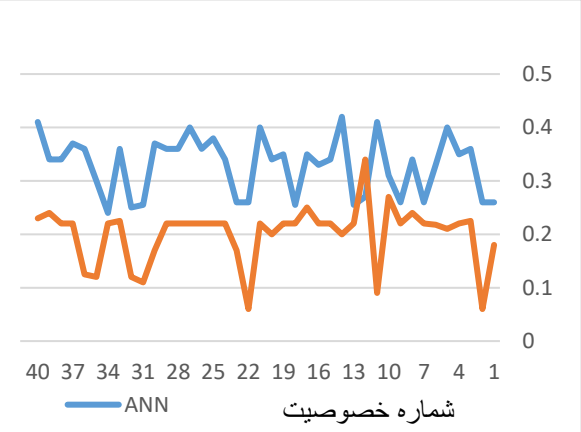


شکل ۶ : روند تشخیص نفوذ اشتباه شبکه عصبی(محور عمودی درصد تشخیص اشتباه است)

www.kahrobaonline.ir



شکل ۷ : مقایسه ماشین بردار و شبکه عصبی در پارامتر تشخیص نفوذ(محور عمودی درصد تشخیص اشتباه است)



شکل ۸ : مقایسه ماشین بردار و شبکه عصبی در پارامتر تشخیص اشتباه

در جدول ۲ با مقایسه الگوریتم‌ها نشان می‌دهد که ماشین بردار باعث عملکرد بهتر با تعداد کمتر از تشخیص اشتباه هست. هنگامی‌که SVM با ANN مقایسه می‌شوند، می‌توان تشخیص داد که ماشین بردار عملکرد نسبتاً بهتری در مقایسه با شبکه عصبی در داده‌های KDD CUP 99 دارا هست. اگرچه با استفاده از الگوریتم‌های دیگر می‌توان میزان تشخیص بالا را به دست آورد،ولی در ماشین بردار می‌توانند به میزان پایین تشخیص با تعداد کمتر از تشخیص اشتباه روبه‌رو شد.

جدول ۲ : مقایسه الگوریتم‌های ماشین بردار و شبکه عصبی با دیگر الگوریتم‌های استفاده‌شده برای سیستم‌های تشخیص نفوذ

اسم روش استفاده‌شده	درصد تشخیص	درصد تشخیص اشتباه
LCFS	٪۹۷,۹۹	٪۰,۶۴
FFSA	٪۹۷,۹۲	٪۰,۴۱
MMIFS	٪۹۷,۸۹	٪۰,۵۲
fuzzy rule based	٪۹۷,۹۸	٪۰,۸۱
FASVFG	٪۹۴	٪۱,۳
ANN	٪۹۸	٪۰,۲۵
SVM	٪۹۹,۴۶	٪۰,۰۶

در این مطالعه SVM و ANN برای سیستم تشخیص نفوذ استفاده می‌شود و در مقایسه با یکدیگر برای نشان دادن کارایی بالاتر با درصد تشخیص اشتباه پایین‌تر موردمطالعه قرارگرفته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که در مقایسه با روش‌های دیگر، بیشترین میزان تشخیص توسط ماشین بردار به‌دست‌آمده. در این مطالعه، مجموعه‌ای از آزمایش‌ها با استفاده از مجموعه داده KDD cup 99 برای تشخیص چهار نوع حملات شبکه انجام شد. انتخاب ماشین بردار برای میزان تشخیص مناسب در سیستم تشخیص نفوذ پیشنهاد می‌شود. برای شناسایی حملات مؤثر با اشتباه کمتر، SVM با ۹۹,۴۶ درصد تشخیص و با ۰,۰۶ درصد تشخیص اشتباه در بهترین روش با مقایسه دیگر روش‌ها در دیتابیس KDD CUP 99 و ANN با ۹۸درصد تشخیص و با ۰,۲۵ درصد تشخیص اشتباه در رده دوم برترین روش با مقایسه دیگر روش‌ها در دیتابیس KDD CUP 99 قرار دارد.

مراجع

[1] A. Ayyagari, T. M. Aldrich, D. E. Corman, G. M. Gutt, and D. A. Whelan, "Context aware network security monitoring for threat detection," ed: Google Patents, 2015.

[2] S. Scott-Hayward, G. O'Callaghan, and S. Sezer, "SDN security: A survey," in Future Networks and Services (SDN4FNS), 2013 IEEE SDN For, 2013, pp. 1-7.

[3] A. L. Buczak and E. Guven, "A survey of data mining and machine learning methods for cyber security intrusion detection," IEEE

www.kahrobaonline.ir

visualization strategy," Expert Systems with Applications, vol. 41, pp. 4139-4147.۲۰۱۴ ,

[13] A. Abraham, R. Jain, J. Thomas, and S. Y. Han, "D-SCIDS: Distributed soft computing intrusion detection system," Journal of Network and Computer Applications, vol. 30, pp. 81-98, 2007.

[14] F. Amiri, M. R. Yousefi, C. Lucas, A. Shakery, and N .Yazdani, "Mutual information-based feature selection for intrusion detection systems," Journal of Network and Computer Applications, vol. 34, pp. 1184-1199, 2011.

[15] W. Li, "Using genetic algorithm for network intrusion detection," Proceedings of the United States Department of Energy Cyber Security Group, vol. 1, pp. 1-8, 2004.

[16] A. Dastanpour and R. A. R. Mahmood, "Feature selection based on genetic algorithm and SupportVector machine for intrusion detection system," in The Second International Conference on Informatics Engineering & Information Science (ICIEIS2013), 2013, pp. 169-181.

[17] M. C. Belavagi and B. Muniyal, "Performance evaluation of supervised machine learning algorithms for intrusion detection," Procedia Computer Science, vol. 89 ,pp. 117-123, 2016.

[18] I. Levin, "KDD-99 classifier learning contest: LLSoft's results overview," SIGKDD explorations, vol. 1, pp. 67-75, 2000.

[19] M. K. Siddiqui and S. Naahid, "Analysis of KDD CUP 99 dataset using clustering based data mining," International Journal of Database Theory and Application, vol. 6, pp. 23-34, 2013.

Communications Surveys & Tutorials, vol. 18, pp. 1153-11.۲۰۱۶ ,۷۶

[4] J. Singh and M. J. Nene, "A survey on machine learning techniques for intrusion detection systems," International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, vol. 2, pp. 4349-4355, 2013.

[5] C. Modi, D. Patel, B .Borisaniya, H. Patel, A. Patel, and M. Rajarajan, "A survey of intrusion detection techniques in cloud," Journal of network and computer applications, vol. 36, pp. 42-57, 2013.

[6] N. A. Alrajeh and J. Lloret, "Intrusion detection systems based on artificial intelligence techniques in wireless sensor networks," International Journal of Distributed Sensor Networks, vol. 9, p. 351047, 2013.

[7] A. Dastanpour, S. Ibrahim, and R. Mashinchi, "Using genetic algorithm to supporting artificial neural network for intrusion detection system," in The international conference on computer security and digital investigation (ComSec2014), 2014, pp. 1-13.

[8] A. Dastanpour, S. Ibrahim, R. Mashinchi, and A. Selamat, "Comparison of genetic algorithm optimization on artificial neural network and support vector machine in intrusion detection system," in Open Systems (ICOS), 2014 IEEE Conference on, 2014, pp. 72-77.

[9] E. Hodo, X. Bellekens, A. Hamilton, P.-L. Dubouilh, E. Iorkyase, C. Tachtatzis, et al., "Threat analysis of IoT networks using artificial neural network intrusion detection system," in Networks, Computers and Communications (ISNCC), 2016 International Symposium on, 2016, pp. 1-6.

[10] R. A. Amin Dastanpour, "Feature Selection Based on Genetic Algorithm and Support Vector Machine for Intrusion Detection System," The Society of Digital Information and Wireless Communications (SDIWC), 2013.

[11] A. Dastanpour, S. Ibrahim, R. Mashinchi, and A. Selamat, "Using gravitational search algorithm to support artificial neural network in intrusion detection system," SmartCR, vol. 4, pp. 426-434, 2014.

[12] B. Luo and J. Xia, "A novel intrusion detection system based on feature generation with

www.kahrobaonline.ir

بلاک چین و عملکرد آن در عصر دیجیتال

نویسندگان: محمود شاه‌چراغی- m.shahcheraghi1924@gmail.com
رضا ملاحسینی- m.mollahoseini@ardakan.ac.ir

چکیده: بلاک چین فناوری اصلی ارز دیجیتال است که حیات یک پلتفرم بدون وابستگی به نهاد مرکزی را تضمین می‌کند و می‌توان از آن در حوزه‌های مختلف استفاده کرد.
بلاک چین اختراعی برجسته و مبتکرانه است؛ زاییده فکر یک فرد یا گروهی از افراد که بانام مستعار ساتوشی ناکاموتو شناخته می‌شوند. اما از آن زمان که بلاک چین برای اولین بار معرفی شد، این فناوری به موجودیتی بزرگ تبدیل‌شده است و سؤال اصلی بسیاری از افراد این است که بلاک چین چیست؟
فناوری بلاک چین از طریق ایجاد امکان توزیع اطلاعات دیجیتال بدون کپی کردن آن، ستون فقرات نوع جدیدی از اینترنت را ایجاد کرد. در ابتدا برای پول دیجیتال بیت کوین طراحی شد، اما در حال حاضر جامعه فناوری در حال پیدا کردن دیگر کاربردهای بالقوه برای این فناوری است.
بیت کوین، «طلای دیجیتال» نام‌گذاری شده است و دلایل خوبی نیز برای این امر وجود دارد. بلاک چین می‌تواند انواع دیگری از ارزش دیجیتال را ایجاد کند. مانند اینترنت (یا خودرو)، شما برای استفاده از بلاک چین لازم نیست بدانید چگونه کار می‌کند. بااین‌حال، داشتن دانش اولیه در مورد این فناوری جدید به شما نشان خواهد داد که چرا انقلابی محسوب می‌شود.
بلاک چین یک دفترکل دیجیتالی غیرقابل‌تخریب از معاملات اقتصادی است که می‌تواند نه‌تنها برای ضبط معاملات مالی بلکه تقریباً برای ثبت هر دارایی ارزشمندی استفاده شود.در این مقاله به بررسی موضوع اصلی مقاله بلاک چین ،کاربردها،عملکرد و مقایسه آن با همنوعان خود می‌پردازیم.

کلیدواژه: بلاک چین- بیت کوین- ارزش دیجیتال- فناوری- اینترنت

۱ – مقدمه

زنجیره بلوک یکی از موضوعات موردتوجه دنیا امروز است که با هموار کردن مسیر معاملات دیجیتال، صنعت کسب‌وکار را متحول می‌نماید. دو عبارتی که این روزها زیاد می‌شنوید بلاک چین و بیت کوین است، باوجودی که به‌نوعی ازلحاظ معنایی مرتبط هستند به دو چیز متفاوت اشاره دارند که در ادامه به توضیح آن پرداختیم.

بیت کوین شکلی از ارز مجازی است که به‌عنوان رمزنگاری واحدهای پولی شناخته می‌شود و به‌صورت غیرمتمرکز امکان مبادله پول را بدون نیاز به شخص سوم فراهم می‌کند. کلیه تراکنش‌های بیتکوین ذخیره (لاگ) شده و در یک‌لایه عمومی در دسترس قرار می‌گیرند به‌نحوی‌که با اطمینان از صحت آن، از تقلب نیز جلوگیری می‌نماید؛ فناوری که موجب تسهیل این معاملات و حذف عنصر واسط گردید بلاک چین نامیده می‌شود.

یکی از مزایای اصلی بلاک چین وضوح و شفافیت آن است، همان‌طور که اشاره شد شما می‌توانید جز به‌جز تراکنش‌های فردی از طریق لاگ دریافتی مشاهده نمایید.

با هر تراکنش طرف اول ماجرا بیتکوین را مستقیماً به دیگری ارسال می‌کند و جزئیات معامله که شامل منبع، مقصد و تاریخ/زمان‌بندی است، به‌عنوان یک بلوک در نظر گرفته‌شده و زنجیروار به آن افزوده می‌شود. هر بلوک شامل تراکنش‌هایی است که بسته به بلاک چین و پیکربندی آن می‌تواند متفاوت باشد.

اعتبار تراکنش‌های درون بلوک رمزنگاری‌شده توسط سیستم‌های محاسباتی منتخب در شبکه بررسی و تأیید خواهد شد.

این سیستم‌های منتخب، کامپیوترهایی هستند که با به‌کارگیری GPU و یا CPU ها و برای حل مسائل ریاضی پیچیده پیکربندی‌شده‌اند. روش کار به این صورت است که داده‌های بلوک توسط الگوریتم‌های پیشرفته جداسازی می‌شوند تا زمانی که راه‌حل موردنظر یافت شود. پس از حل شدن، بلوک و تمام تراکنش‌های مربوطه به‌طور رسمی تائید خواهند شد. سپس پاداش (که می‌تواند بیتکوین یا لایتکوین باشد) میان کامپیوتر یا کامپیوترهای شرکت‌کننده تقسیم می‌گردد.

با کسب اعتبار، بلوک تراکنش به آخرین بلوک تائید شده در زنجیره ملحق و تابعی متوالی ایجاد می‌کند که توسط همه افراد قابل‌مشاهده است.

این فرآیند تا ابد ادامه می‌یابد، محتوای زنجیره بلوک‌ها گسترش داده می‌شوند و رکوردی عمومی و قابل‌اعتماد فراهم می‌کنند. علاوه بر به‌روزرسانی مدام، زنجیره و کلیه بلوک‌هایش در سراسر شبکه میان ماشین‌های بسیار پخش می‌گردند. این مسئله تضمین می‌کند که کلیه نسخه‌های این تابع غیرمتمرکز به‌صورت مجازی در همه‌جا وجود دارد و ساخت نسخه جعلی از آن را غیرممکن می‌سازد

۲- بلاک چین چگونه کار می‌کند

نحوه کار بلاک چین را می‌توان به‌عنوان سیستمی قلمداد کرد که به گروهی از رایانه‌ها اجازه می‌دهد تا یک نسخه واحد و امن از دفتر کل را نگهداری کنند. برای انجام تراکنش‌ها در بلاک چین، نیازمند کیف پول هستید. کیف پول برنامه‌ای است که اجازه می‌دهد بیت کوین‌ها را درون آن ذخیره و ارسال کنید. ازآنجایی‌که فقط شما باید بتوانید بیت کوین‌ها را خرج کنید هر کیف پول با استفاده از یک روش رمزنگاری محافظت می‌شود که از یک جفت کلید عمومی و خصوصی که به هم متصل هستند، استفاده می‌کند: کلید خصوصی و عمومی.

اگر پیامی به‌وسیله یک کلید عمومی رمزنگاری شود، تنها دارنده کلید خصوصی می‌تواند رمز آن را بگشاید. برعکس این اتفاق نیز صادق است: اگر شما پیامی را با کلید خصوصی خود رمزنگاری کنید تنها کلید جفت عمومی آن می‌تواند پیام را رمزگشایی کند.

وقتی علی می‌خواهد بیت کوین‌ها را ارسال کند، او باید این پیام را به‌صورت رمزنگاری و با کمک کلید خصوصی از کیف پولش ارسال کند. ازآنجایی‌که علی تنها دارنده کلید خصوصی برای بازگشایی کیف پولش است، او تنها کسی است که می‌تواند بیت کوین‌ها را خرج کند. هر نود در شبکه می‌تواند درخواست بازبینی تراکنش صورت گرفته را با کمک کلید عمومی خودش بدهد.

وقتی شما یک تراکنش صورت گرفته را با کمک کلید خصوصی بازگشایی می‌کنید شما یک امضای دیجیتال ایجاد می‌کنید که توسط رایانه‌های بلاک چین برای تأیید امنیت و اعتبار تراکنش مورداستفاده قرار می‌گیرد. این امضای دیجیتال، رشته‌ای از پیام‌های متنی از تراکنش درخواست شده توسط شما و کلید خصوصی‌تان است. بنابراین نمی‌توان از آن برای سایر تراکنش‌ها استفاده کرد. اگر یک کاراکتر تراکنش را تغییر دهید امضای دیجیتال هم‌تغییر می‌کند پس هیچ هکری نمی‌تواند تراکنش درخواست شده شمارا تغییر دهد یا میزان بیت کوین ارسالی شمارا دست‌کاری کند.

برای ارسال بیت کوین باید ثابت کنید که مالک کلید خصوصی یک کیف پول هستید و همین‌طور نیاز به کلید برای باز کردن تراکنش درخواست شده دارید. ازآنجایی‌که شما پیام را بعد از رمزگذاری ارسال کرده‌اید نیازی نیست که کلید خصوصی خود را افشا سازید.

مانده‌حساب بیت کوین در نحوه کار بلاک چین

هر نود بلاک چین یک کپی از دفتر کل را حفظ می‌کند. بنابراین یک نود چطور می‌داند که مانده‌حساب شما چقدر است؟

در نحوه کار بلاک چین سیستم بلاک چین میزان مانده‌حساب همه را حفظ نمی‌کند، فقط هر تراکنش ثبت و تأییدشده را نگه می‌دارد. بنابراین دفتر کل، مانده‌حساب‌ها را ردیابی نمی‌کند بلکه فقط تاریخچه تمام تراکنش‌های ارسال‌شده در شبکه بیت کوین را حفظ می‌کند. برای محاسبه میزان مانده‌حساب شما، باید تمام تراکنش‌های انجام‌شده و تأییدشده در کل شبکه به‌حساب شما موردبررسی قرار بگیرد.

تأیید مانده‌حساب بر اساس لینک‌های صورت گرفته به تراکنش‌های قبلی انجام می‌شود. برای اینکه علی ۱۰ بیت کوین برای محمد ارسال کند، علی باید تراکنشی را درخواست کند که شامل لینک‌های قبلی به تراکنش‌های گذشته به میزان حداقل ۱۰ بیت کوین باشد. این لینک‌ها را ورودی می‌خوانند. نودها در شبکه، میزان آن‌ها را تأیید می‌کنند و اطمینان می‌دهند که این لینک‌ها قبلاً خرج نشده‌اند. درواقع هر بار که شما به یک تراکنش رفرنس می‌دهید آن‌ها برای تراکنش‌های آینده غیرقابل مجاز در نظر گرفته می‌شوند. همه این‌ها به‌صورت خودکار در کیف علی انجام می‌شود و دوباره توسط نودهای شبکه بیت کوین هم مورد تأیید قرار

www.kahrobaonline.ir

می‌گیرد. علی ۱۰ بیت کوین تراکنش را به کیف محمد با استفاده از کلید عمومی ارسال می‌کند.

۳- کاربردها

از بلاک چین می‌توان در زمینه‌های صنعتی، پزشکی و زمینه‌های بسیار دیگری استفاده کرد. به‌عنوان‌مثال می‌توان آن را در بخش پزشکی -که سوابق بیماران دست‌کاری می‌شود- به کار گرفت. این فناوری به پزشکان اجازه می‌دهد تا پرونده‌ای از سوابق بیماران را با امنیت بالا ذخیره کرده و آن‌ها را در صورت لزوم در اختیار دیگر بیمارستان‌ها و مراکز درمانی قرار دهند. این کار علاوه برافزایش امنیت ذخیره‌سازی و انتقال داده‌ها، باعث کاهش خطرها و هزینه‌های مدیریت داده‌ها می‌شود.

بلاک چین برای دولت‌مردان کشورهای مختلف نیز جذابیت‌های خاص خود را دارد. در حال حاضر دولت‌مردان انگلیس در حال تحقیق برای بهبود روش‌های ذخیره‌سازی اطلاعات توسط بلاک چین هستند.

از این فناوری می‌توان برای مقابله با دریافت محصولات چندرسانه‌ای به‌صورت غیرقانونی نیز استفاده کرد.

همچنین ویج معتقد است از فناوری بلاک چین می‌توان برای اعتبارسنجی و جلوگیری از انجام تقلب در انتخابات الکترونیک نیز استفاده کرد

۴- چرا بلاک چین برای بانک‌ها جذاب است

مؤسسات مالی، شرکت‌هایی هستند که بلاک چین را وسیله‌ای برای افزایش موفقیت‌های خود می‌دانند. وینکلسپکت گفت: «آن‌ها می‌توانند درحالی‌که سامانه‌هایشان با پلتفرم‌های شرکت‌های دیگر سازگار است، داده‌های مربوط به موجودی و دارایی‌های خود را به‌صورت رمزنگاری‌شده و با امنیت بالا، تولید، مدیریت و ذخیره کنند. این شرکت‌ها می‌توانند خدماتی یا دیگر مؤسسات مالی باشند

البته مؤسسات مالی و بانک‌هایی که از بلاک چین استفاده می‌کنند، باید خطر کاهش قدرت در بازار تبادلات ارزی را بپذیرند.

استیفنز گفت: «بانک‌ها، به‌عنوان مجریان اصلی بازار تبادلات ارزی شناخته می‌شوند؛ اما این فناوری و بیت کوین، خلأ بزرگی در این بخش ایجاد می‌کنند؛ اما در هزینه‌ی ایجاد زیرساخت‌ها صرفه‌جویی خواهد شد.»

مقامات بانک انگلیسی سانتاندر (Santander) پیش‌بینی می‌کنند، بلاک چین می‌تواند در سال ۲۰۲۲ به‌صورت سالانه ۲۰ میلیارد دلار ذخیره‌ی مالی برای بانک‌ها فراهم کند

۵- طول عمر و ثبات بلاک چین

تکنولوژی بلاک چین درواقع مانند اینترنت است که ازنظر ثبات از پیش‌ساخته شده است. بلاک چین بلوک‌هایی از اطلاعات را ذخیره می‌کند. درواقع در مورد بلاک چین این موارد قابل انجام نیست:

۱- کنترل شدن توسط تنها یک موجودیت.

۲- هیچ نقطه در آن وجود ندارد که با ازکارافتادن، تمام سیستم از کار بیفتد.

بیت کوین در سال ۲۰۰۸ اختراع شد. از آن زمان تابه‌حال بلاک چین بدون هیچ مشکل عمده‌ای به فعالیت پرداخته است. تا به امروز مشکلات بلاک چین ناشی از هک و یا عدم مدیریت صحیح بوده است. این مشکلات ناشی از اشتباه انسانی می‌شود و نه اصل و اساس بلاک چین.

۶- آینده بلاک چین

فناوری بلاک چین نمی‌تواند به‌سرعت، اینترنت را تغییر دهد. وینکلسپکت گفت: «موارد زیادی است که این فناوری را به چالش می‌کشد. مردم ممکن است متوجه شوند این فناوری، یک تحول ایجاد خواهد کرد؛ اما نمی‌دانند این فناوری چگونه به بهبود کسب‌وکار آن‌ها کمک می‌کند.»

بلاک چین یک فناوری نوظهور است که نیاز دارد تا برنامه‌هایی سازگار با آن تولید شود. همچنین برای استفاده از این فناوری باید مجموعه‌ای مقررات تنظیم شود. همچنین این فناوری باید بتواند کارآمدی خود را اثبات کند تا بتواند به‌صورت گسترده به کار گرفته شود.

۷- ویژگی‌های بلاک چین

ویژگی فوق‌العاده تکنولوژی بلاک چین که درواقع قابلیت تمرکززدایی است، امکان ایجاد کسب‌وکارها و عملیات به‌صورت منعطف‌تر و امن‌تر می‌شود. درصورتی‌که شرکت‌های مختلف در ارائه خدمات و محصولات خود موفق به استفاده از این تکنولوژی شوند، اعتماد به بلاک چین افزایش پیدا می‌کند. درخواست‌ها برای استفاده از این تکنولوژی در حال افزایش است و همگام با آن این تکنولوژی رو به تکامل است. می‌توان گفت پتانسیل‌های بلاک چین درواقع بدون مرز است.

۸- سیستم اثبات کار در بلاک چین

از همین رو بلاک چین برای جلوگیری از این روند از سیستم proof-of-work یا اثبات کار استفاده می‌کند که توسط آن بلاک‌ها با سرعت کمتری شکل می‌گیرند. مثلاً برای بیت کوین محاسبه proof-of-work و افزودن یک بلاک به زنجیره حدود ۱۰ دقیقه طول می‌کشد که این مکانیسم امکان ایجاد تغییرات در هر بلاک را سخت و تقریباً غیرممکن می‌کند. یعنی اگر تغییری در یک بلاک انجام شود، لازم است که سیستم proof-of-work یا اثبات کار زمان‌بر برای تمام بلاک‌های بعدازآن نیز اعمال شود. پس امنیت بلاک چین بستگی به استفاده درست از hash و proof-of-work برای بلاک چین است.

و البته حفظ امنیت بلاک چین به پارامتر دیگری نیز وابسته است. بلاک چین یک شبکه توزیع‌شده است. به این معنی که به‌جای استفاده از یک‌نهاد متمرکز جهت کنترل زنجیره، بلاک چین از یک شبکه همتا به همتا استفاده می‌کند همه می‌توانند به آن شبکه ملحق شوند. هنگامی‌که یک نفر به شبکه اضافه می‌شوند، یک کپی از بلاک چین در اختیار او قرار داده می‌شود که این شخص می‌تواند توسط این کپی صحت اطلاعات را نیز تأیید کند.

وقتی یک بلاک جدید تولید می‌شود، آن بلاک به همه‌کسانی که به شبکه دسترسی دارند فرستاده می‌شود و هر شخص جهت اطمینان از عدم دست‌کاری، صحت بلاک را تأیید می‌کند و پس‌ازآن هر گره بلاک جدید را به بلاک چین خود اضافه می‌کند. تمامی گره‌های روی این شبکه یک توافق را شکل می‌دهند، که کدام بلاک‌ها معتبر و کدام‌یک مورد تغییرات و دست‌کاری قرارگرفته‌اند. بلاک‌های دست‌کاری شده با توافق همه رد می‌شوند.

بلاک چین هرروز درحال‌توسعه و تغییر و تحول است. توسعه قراردادهای هوشمند ازجمله تحولاتی است که به‌تازگی رخ‌داده است. این قراردادها برنامه‌های ساده‌ای هستند که روی بلاک چین ذخیره‌شده‌اند و می‌توانند طبق شرایط خاص برای تبادل کوین‌ها مورداستفاده قرار گیرند. فناوری بلاک چین به‌سرعت توجه همه را به خود جلب کرده است و خیلی زود همه متوجه شده‌اند که از بلاک چین می‌توانند در زمینه‌های مختلف مانند ذخیره سوابق پزشکی و یا ایجاد یک دفتر ثبت‌اسناد رسمی دیجیتال و جمع‌آوری مالیات مورداستفاده قرار بگیرد.

۱۰- مقایسه بلاک چین و پایگاه داده (Data Base)

در پایگاه داده‌ها کاربر با دسترسی مشخص توسط حساب کاربری خود می‌تواند نسبت به تغییر رکوردهای ذخیره‌شده در یک سرور مرکزی اقدام نماید. در این حالت مدیریت و کنترل پایگاه داده در اختیار مدیر آن قرار داده‌شده و کاربران در این بخش نقشی ندارد. برخلاف آن مدیریت blockchain به‌صورت مرکزی نبوده و مشارکت‌کننده‌ها در نگهداری، محاسبات و همچنین به‌روزرسانی آن نقش دارند. در این حالت همه اعضا در کنار یکدیگر فعال هستند تا با اطمینان به نتیجه یکسانی برسند. استفاده از این روش به همراه الگوریتم‌های ریاضی سبب می‌شود شبکه توزیع‌شده‌ای ایجاد شود که دارای امنیتی درون‌ساخته است.

در blockchain همانند پایگاه داده توزیع‌شده، امکان به اشتراک‌گذاری داده‌ها در میان کاربران گوناگون وجود دارد با این تفاوت که در آن هر رکورد دیجیتالی یا تراکنش (transaction) در یک بلاک ذخیره می‌شود.

مراجع

[1] Tomaso Aste and Paolo Tasca., Blockchain Technologies:The Foreseeable Impact on Society and Industry, PUB L ISHED B Y THE I EEE COMPUTER SOCI E T Y, 2 0 1 7.

[2] Yotaro Okazaki,Unveiling the Potential of Blockchain for Customs, Ph.D. Thesis, University of Washington, Seattle, WA, 2018.

[3] Zachman, John A., Block-secure: Blockchain based scheme for secure P2P cloud storage", Elsevier, 2018.

ارتباط با کهربا

متخصصان و مهندسین گران‌قدر می‌توانند از طریق آدرس سایت مجله www.kahrobaonline.ir سایر اطلاعات مجله ازجمله نحوه ارسال مقالات جهت انتشار در نشریه و نیز فرم اشتراک مجله را دریافت کنند. همچنین به اطلاع می‌رسانیم طی توافق صورت گرفته بین پایگاه علمی سیویلیکا و مجله کهربا ازاین‌پس به مقاله برتر هر شماره یک کارت اشتراک رایگان دانلود از این پایگاه هدیه داده می‌شود.

اپلیکیشن این مجله را می‌توانید از مارکت نرم‌افزارهای موبایل (مایکت) و یا http://noandishaan.com/kahroba/kahroba.apk دریافت کنید.

ایمیل مجله kahroba@noandishaan.com پل ارتباطی ما با مهندسین و متخصصین می‌باشد، لطفاً ما را از پیشنهادها و انتقادات ارزشمند خود بهره‌مند سازید. جهت حمایت‌های مالی و معنوی از نشریه و یا معرفی محصولات خود نیز می‌توانید از طریق همین ایمیل با ما در ارتباط باشید.