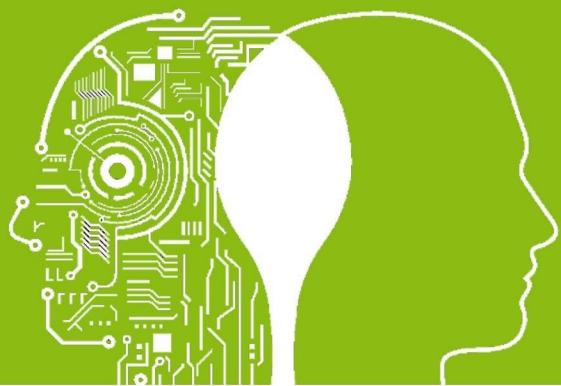
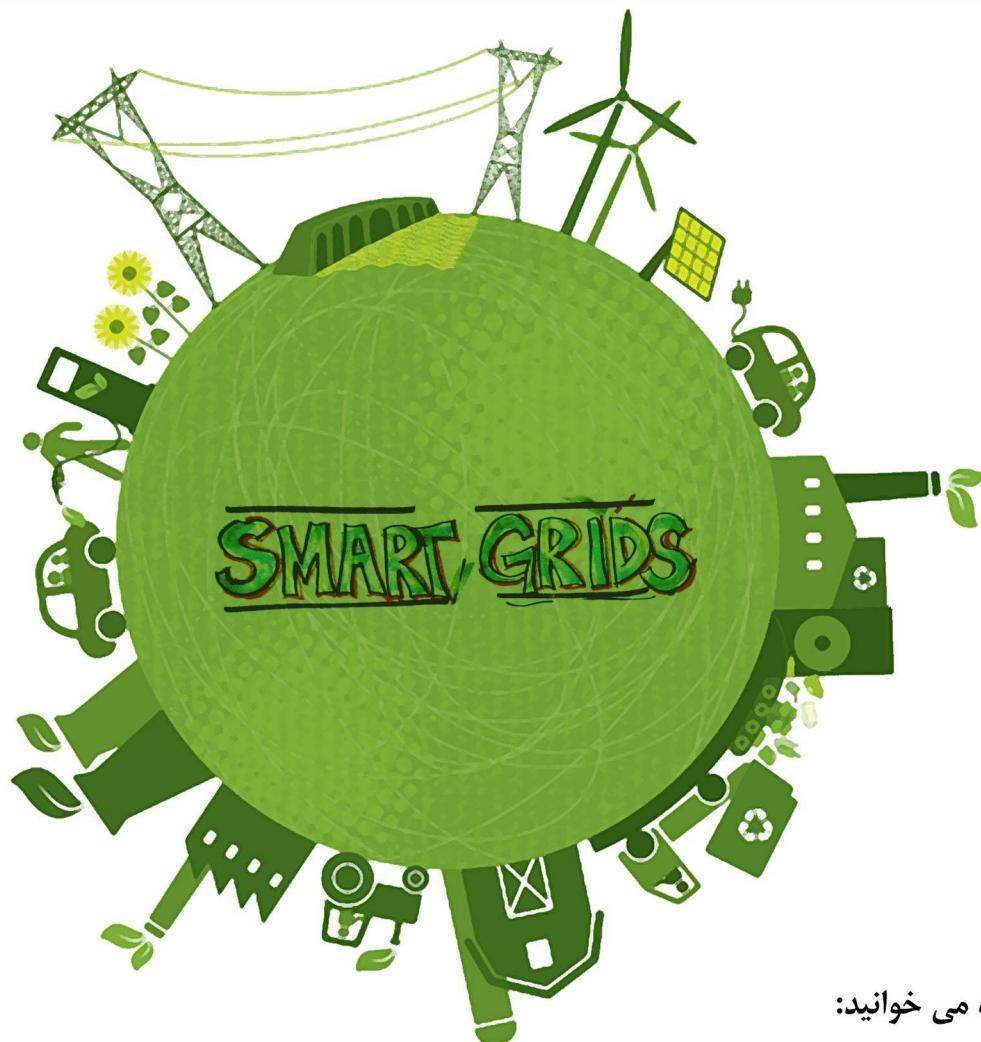


علوم رایانه



فصلنامه علمی علوم رایانه، سال دوم، شماره سوم، بهار ۱۳۹۴



در این شماره می خوانید:

- یک الگوریتم تقریب با خسیریت تقریب ۳ برای مساله مکان یابی تسهیلات
- روش ترکیبی جدید به منظور افزایش دقت پیش بینی بار در شبکه های توزیع هوشمند برق
- ردیابی اتومبیل های متحرک در فایل ویدیویی

صاحب امتیاز: انجمن علمی دانشجویی علوم رایانه دانشگاه علامه طباطبائی
مدیر مسئول: مجتبی اصلاحی
سردبیر: مهدی کلهری
صفحه آرایی: محمد حمید عظیمی
ناظر علمی: دکتر محمدرضا اصغری اسکوئی
نویسندها: حسن رسیدی، عبدالاحد نوری زهمکان، پوریا لاجوردی،
هادی ایرانی، آیدین مسروور، مجتبی اصلاحی
پست الکترونیکی: css@atu.ac.ir



طرح لوگو: امیر علیزاده طرح جلد: محمد حمید عظیمی - مجتبی اصلاحی

فهرست:

سخن مدیر مسئول ب
یک الگوریتم تقریبی با ضریب تقریب ۳ برای مساله مکان یابی تسهیلات ۱
روش ترکیبی جدید به منظور افزایش دقت پیش‌بینی بار در شبکه‌های توزیع هوشمند برق ۵
ارائه راهکاری برای راهاندازی بستر نرم افزاری معماری سرویس گرا در یک سازمان بزرگ مقیاس ۱۰
ردیابی اتومبیل‌های متحرک در فایل ویدیویی ۱۵
پیشنهاد یک دوره کارشناسی ارشد بین رشته‌ای در آموزش عالی ۱۹
آشنائی با گروه دانشگاه علامه طباطبائی ۲۲
۲۹ Game Theoretic Approaches In Modeling and Solving Smart Grid Issues



دانشگاه علامه طباطبائی
معاونت فرهنگی و اجتماعی
مدیریت امور فرهنگی

سخن مدیر مسئول

شبکه هوشمند مبحثی است که در این شماره و شماره های پیشین نشریه در چندین مقاله به موضوعاتی پیرامون آن پرداخته ایم. شبکه های هوشمند به شبکه های برق آینده گفته می شوند که اجتماعی از تکنولوژی های کامپیوتری، ارتباطی، کنترلی و تولید انرژی را در بر دارند. این نوع جدید از شبکه های برق جایگزین زیرساخت موجود خواهد شد - زیرساختی که در برخی از کشورها عمر آن به ۱۰۰ می رسد - و از آن به عنوان بزرگترین تغییر در زیرساخت های تولید، توزیع و مصرف انرژی یاد می شود.

در ایران تحقیق پیرامون این نوع از شبکه ها از چندین سال پیش شروع شده است. پژوهشگاه نیرو زیر نظر وزارت نیرو بحث های پیرامون این موضوع را پیگیری می کند و انجمن علمی شبکه های هوشمند ایران ۵ دوره کنفرانس پیرامون این موضوع برگزار کرده است که از کیفیت برگزاری خوبی هم برخوردار بوده اند. همچنین وزارت نیرو طرح هایی را در جهت ایجاد این نوع از شبکه ها به انجام رسانده است که از جمله آن ها می توان به تفاوت نرخ برق در ساعات مختلف شبانه روز (به وسیله کنترلهای سه زمانه) و همچنین فراسامانه هوشمند اندازه-گیری و مدیریت انرژی (فهام) اشاره کرد.

این سوال ها اما مطرح است: قرار است در ۱۰ یا ۲۰ سال آینده چه اتفاقی بیفتد؟ برای چه چیز مانیازمند شبکه هوشمند انرژی هستیم و باید به سمت آن حرکت کنیم؟ آیا نحوه قانون گذاری، پیاده سازی و اجرای عملی این طرح ها از عمق کافی برخوردار خواهد بود و نتایج قابل دفاعی را به همراه خواهد داشت؟

هفته دوم خداداده خبری از طرف وزیر نیرو بیان شد که صرفا درون شبکه توزیع (ونه دیگر بخش ها) بین ۱۵ تا ۲۰ درصد از انرژی تولیدی تلف می شود. این در حالی است که در کشورهای پیشرفته، تلفات چیزی در حدود ۶ تا ۷ درصد است. برای درک میزان خسارت حاصل از این تلفات این نکته را در نظر بگیرید که به ازای هر یک درصد افزایش میزان تلفات برق، سالانه هزینه ای بیش از ۱ میلیارد دلار خسارت به بار می آید. آیا در این شبکه نیاز به راهکارهای هوشمند وجود دارد؟ اگر بنا بر افزایش بهره وری باشد به نظر راه های دیگری هم وجود دارد (آمار کشور هند در این زمینه استثنای در حدود ۲۲ درصد است)!

در پنجمین کنفرانس شبکه های هوشمند که در سال ۹۳ برگزار شد یکی از روسای پیشین سانا (سازمان بهره وری انرژی ایران) صراحتاً به این موضوع اشاره داشتند که این خود ما بودیم که بحث اقتصاد برق را مطرح کردیم و الان نگران آن هستیم. ایشان ادامه داد در موضوع اقتصاد برق (با تاثیر قابل توجهی که بر آینده صنعت برق خواهد داشت) در حال حاضر سه نگاه متفاوت حاکمیت، شرکت و مردم وجود دارد و هر کدام از طرفین برداشتی متفاوت با اهدافی متفاوت را دنبال می کند. وزارت نیرو ظرفیت مالی برای سرمایه گذاری گسترد و گسترش شبکه را ندارد. از آن طرف آنچه مسلم است این است که اگر مردم بدانند اقتصاد برق قرار است به گران شدن بیش از پیش برق بیانجامد، با هیچ کدام از سیاست های بهره وری نیز همراهی نخواهد کرد؛ چه برسد به پروژه های عظیمی مانند شبکه هوشمند انرژی. رئیس سابق سانا که نگران نوع نگاه و رویکرد به شبکه های هوشمند و مصرف بهینه بودند تصویر و متن زیر را در پایان صحبت هایشان نمایش دادند.

«چنانچه کشورهای ثروتمند امروز، برنامه ای برای تطبیق مصرف منابعشان با فرآیند تحولات جهانی نداشته باشند مجبور به بازگشت به دوران قبلی شان با حسرت دوران مدرنیسم هستند»



با دیدن این تصویر و متن این سوال برای من مطرح بود که: «آیا این ما نیستیم که باید نگرانی هایمان را به مدیران انتقال دهیم و از کارهای سطحی در این زمینه نگران باشیم؟ پس چرا آن ها هستند که این نگرانی ها را بیان می کنند؟

یک الگوریتم تقریبی با ضریب تقریب ۳ برای مساله مکان یابی تسهیلات

عبدالاحد نوری زهمکان

دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف، تهران

A_noori@mehr.sharif.ir

کلیدواژه:

الگوریتم های تقریبی
ضریب تقریب
مساله مکان یابی تسهیلات
Facility Location Problem
بهینه سازی
برنامه ریزی خطی و دوگانه

چکیده:

بسیاری از مسایل پرکاربرد و مهم بهینه سازی در حوزه های مختلف علم و صنعت از مرتبه زمانی بالایی برخوردارند و اصولاً در گروه مسایل NP-Hard دسته بندی می شوند. از این رو در سال های اخیر گرایش به سمت الگوریتم های تقریبی که در زمان چند جمله ای و با یک ضریب خطابه حل این مسایل می پردازنده، افزایش یافته است. در این مقاله یک الگوریتم تقریبی با ضریب تقریب ۳ با استفاده از متدهای برنامه ریزی خطی دوگانه و اولیه برای مساله مکان یابی تسهیلات در حالت k لایه ای با توزیع تصادفی ارایه می شود.

۱. مقدمه

الگوریتم ها این قدر بهبود یافته اند که اصولاً جوابی نزدیک به جواب اصلی ارایه می دهند و این ضریب تقریب تنها در شرایطی خاص رخ می دهد. مساله مکان یابی تسهیلات نیز یکی از مهم ترین و پرکاربردترین مسایل بهینه سازی است که در دسته مسایل NP-Hard طبقه بندی می شود. مکان یابی تسهیلات یک مساله مرتبط با فاز برنامه ریزی کارخانه یا یک واحد خدماتی است. کسب و کارهای کوچک یا کارخانجات صنعتی، بیمارستان ها، مدارس، ایستگاه های آتش نشانی، ایستگاه های پلیس، فروشگاه ها، دکل های مخابراتی، انبارها و همه و همه با این سوال اولیه شروع می شوند که، کجا را برای استقرار انتخاب کنیم تا در سال های آتی نیاز به تغییر مکان نباشد و هزینه های جابه جایی بین تسهیلات مورد نظر به حداقل برسد و... این تصمیم، یک تصمیم جاتی است که برای فعالیت در یک افق بلند مدت اتخاذ خواهد شد. کاربرد گسترده این مساله در مسایل اقتصادی و مدیریتی باعث شده است که تحقیقات گسترده ای در زمینه ارایه الگوریتم های تقریبی برای این مسایل صورت گیرد. ثابت شده است که بهترین ضریب تقریب ممکن برای مساله مکان یابی تسهیلات ۱.۴۶۳ می باشد [۶]. اولین بار در مقاله [۱۲] به ارایه یک الگوریتم تقریبی با ضریب تقریب ۳.۱۶ برای این مساله پرداختند. روند بهبود ضریب تقریب این الگوریتم همچنان ادامه دارد و مقالات مختلفی [۱۰، ۵، ۷، ۸، ۱۰] در این باب ارایه شده است. البته لازم به ذکر است که مساله مکان یابی تسهیلات نیز مانند سایر مسایل در حالات خاص و در شرایط متفاوت مورد بررسی قرار گرفته است [۹، ۱۷، ۱۹، ۳۳، ۱۴، ۱۳]. در این مقاله نیز به بررسی یکی از پرکاربردترین حالات خاص این مساله می پردازیم. در این مقاله حالت مشهور K-FLP یعنی حالتی که یک مشتری باید خدمات داده شود در حالی که تنها یک مسیر باز در میان K گروه از تسهیلات وجود دارد در حالت تصادفی مورد بررسی قرار می گیرد.

به طور کلی برای بسیاری از مسایل مهم بهینه سازی و مینیمم سازی و ماکریتم سازی مانند مسایل پرکاربرد اقتصادی راه حل یا اصطلاحاً الگوریتمی ارایه نشده است که از مرتبه زمانی چند جمله ای باشد. این مسایل مرتبه های زمانی مانند (۲ⁿ) دارند و اصطلاحاً به این دسته مسایل، مسایل NP-Hard گفته می شود. از این رو دانشمندان به ارایه الگوریتم های تقریبی برای این مسایل دست زده اند. الگوریتم های تقریبی، الگوریتم هایی هستند که جواب تقریبی برای مساله در زمان چند جمله ای ارایه می دهند. به زبان ساده تر این الگوریتم ها به ارایه جواب برای الگوریتم در زمان چند جمله ای می پردازند یعنی مرتبه زمانی الگوریتم را کاهش می دهند، اما از سوی دیگر دقت را از دست می دهند و با یک ضریب تقریب به ارایه جواب مورد نظر می پردازند. ضریب تقریب عددی است که اگر در جواب مساله ضرب شود. الگوریتم تقریبی پاسخی فراتر از آن در مسایل ماکریتم سازی و کمتر از آن در مسایل مینیمم سازی ارایه نمی دهد. برای مثال مساله فروشنده دوره گرد را در نظر بگیرید.

مرتبه زمانی الگوریتم های دقیق ارایه شده برای این مسایل از مرتبه نمایی است فرض کنید شما موفق به ارایه یک الگوریتم از مرتبه (۲ⁿ) برای این مساله شده اید که ضریب تقریب آن ۲ است یعنی در هر حالتی پاسخی که الگوریتم شما ارایه می دهد نهایتاً ۲ برابر مقدار واقعی جواب است. یعنی اگر پاسخ الگوریتم شما برای یک نمونه مساله ۱۲۰۰ باشد آنگاه می توانید بگویید پاسخ اصلی مساله کمتر از ۶۰۰ نیست. بدیهی است که در بسیاری از مسایل بهینه سازی در دنیا واقعی ترجیح می دهیم از الگوریتم های تقریبی استفاده کنیم برای مثال اگر تعداد ورودی شما ۱۰۰۰ باشد و مرتبه الگوریتم دقیق (۱۰^{۱۰۰}) باشد شما باید ۱۰۰ واحد زمانی که عدد به طرز وحشتناک بزرگی است را صبر کنید تا به جواب دقیق برسید در حالی که به راحتی می توانید مثلاً در ۱۰۰۰^۲ یعنی ۱۰^{۱۲} به جواب تقریبی برسید که نهایتاً دو برابر جواب اصلی است، لازم به ذکر است که این

در بالا سعی کردیم مساله مذکور را به صورت فرمولی و پارامتری بیان کنیم. برای بررسی مساله به صورت برنامه ریزی خطی باید بعضی پارامترها را به شکل یابنری تعریف شوند. x_{ij} نشان می‌دهد که تسهیلات i در اولین مرحله باز است یا خیر و به همین ترتیب x_{ij} نشان می‌دهد که آیا تسهیلات i در مرحله دوم برای سناریو s باز است یا خیر. x_{ij} نشان می‌دهد مسیر v در اولین مرحله باز است یا خیر و به همین ترتیب x_{jv} نشان می‌دهد که آیا مسیر v در مرحله دوم برای سناریو s باز است یا خیر. x_{jv} نیز نشان می‌دهد که مشتری s در v در سناریو s به مسیر v وصل است یا خیر. حال می‌توانیم طبق برنامه ریزی معادله (۱) را بنویسیم.

$$\begin{aligned} \min & \sum_{i \in F} f_i x_i + \sum_{s=1}^S p_{rs} (\sum_{i \in F} f_i x_i^s + \sum_{j \in C_s, v \in V} p_{jv} x_{jv}^s) \\ \text{s.t.} & \sum_{v \in V} x_{jv}^s \geq 1, \forall s, \forall j \in C_s \\ & x_{jv}^s \leq x_v + x_v^s, \forall v \in V, \forall s \\ & x_v \leq x_i^s, \forall v \in V, \forall i \in v \\ & x_v^s \leq x_i^s, \forall v \in V, \forall i \in v, \forall s \\ & x_{jv}^s \in \{0, 1\}, \forall v \in V, \forall s, \forall j \in C_s \\ & x_i, x_i^s, x_v, x_v^s \in \{0, 1\}, \forall i \in F, \forall v \in V, \forall s. \end{aligned} \quad (1)$$

محدودیت اول این است که هر مشتری s در s این سناریو حداقل به یک مسیر تخصیص داده شده است. دو محدودیت این اطمینان را ایجاد می‌کند که مسیرها فقط از مسیرهای باز در مرحله اول استفاده می‌کنند. سومین و چهارمین محدودیت‌ها این اطمینان را ایجاد می‌کند که هر تسهیلاتی در مسیر باز باید باز باشد.

با این وجود این فرمولاسیون برای توسعه الگوریتم تقریبی مورد نظر کاملاً مناسب نیست. برای تعریف الگوریتم تقریبی مورد نظر بر مبنای برنامه ریزی خطی نیاز به بهبود فرمولاسیون داریم. در نتیجه در ادامه چند پارامتر تعریف می‌کنیم. D را معادل مجموعه $\{(j, s) | j \in P_s, s \in S\}$ و VV را معادل مجموعه $\{(i, t) | i \in F, t = 0, \dots, S\}$ می‌دانیم. P_{jv} را معادل P_{jv}^st و P_{jv}^{st} هم معادل P_{jv}^t قرار می‌دهیم اگر $t=0$ or s $t=0$ و گرنه آن را معادل ∞ در نظر می‌گیریم.

فرض کنید x_{jv}^{st} صورتی که مشتری (j, s) به مسیر (v, t) تخصیص داده شده است معادل ۱ است و گرنه معادل ۰ است. x_{jv}^{st} نیز در صورتی که تسهیلات (i, t) باز است متناظر یک است و گرنه معادل ۰ است. حال تعریف برنامه ریزی خطی متناظر فرمولاسیون (۲) را در نظر می‌گیریم.

$$\begin{aligned} \min & \sum_{i \in F} f_i x_i + \sum_{s=1}^S p_{rs} (\sum_{i \in F} f_i x_i^s + \\ & \sum_{j \in C_s, v \in V} p_{jv} x_{jv}^s). \\ Z_{IP} := & \\ \min & \sum_{(v, t)} p_{rt} f_i^t x_i^t + \sum_{(v, t) \in VV} \sum_{(j, s) \in D} p_{rs} P_{iv}^{st} x_{jv}^{st}. \\ \text{s.t.} & \sum_{(v, t) \in VV} x_{jv}^{st} \geq 1, \forall (j, s) \in D. \\ & \sum_{v: i \in VV} x_{jv}^{st} \leq x_i^t, \forall (j, s) \in D, \forall (i, t) \in FF. \\ & x_{jv}^{st}, x_i^t \in \{0, 1\}, \forall (j, s) \in D, \forall ((v, t) \in VV, \forall (i, t) \in FF). \end{aligned} \quad (2)$$

برای حالت مکان یابی تسهیلات به صورت چند لایه ای یک الگوریتم تقریبی با ضریب تقریب ۳ [۲] و الگوریتم تقریبی ترکیباتی و برنامه ریزی خطی با ضریب تقریب ۳ [۱] ارایه شده است. حتی برای حالت خاص تر این مساله یعنی حالتی که تنها ۲ گروه از تسهیلات وجود داشته باشد یک الگوریتم تقریبی غیر ترکیباتی با ضریب تقریب ۱.۷۷ نیز ارایه شده است [۱۸].

اوین بار Ravi & Sinha در [۱۱] به بیان حالت تصادفی یعنی حالتی از مکان یابی تسهیلات که درخواست‌های مشتری‌ها به صورت تصادفی در طول شبکه اقتصادی پخش شده اند پرداختند. آنها به ارایه یک الگوریتم با ضریب تقریب ۸ برای این مساله نیز دست زدند. این مساله به صورت گسترده‌تر در [۹، ۱۵] بحث شد و در [۱۶] نیز یک الگوریتم با ضریب تقریب ۱۸۶ برای مساله مکان یابی تسهیلات با توزیع تصادفی ارایه شده است.

در این مقاله حالت ترکیباتی این دو مدل مورد بررسی قرار می‌گیرد یعنی مساله مکان یابی تسهیلات به صورت چند لایه ای و با توزیع تصادفی و پس از ارایه یک الگوریتم تقریبی قدرتمند برای این مساله ثابت خواهیم کرد که ضریب تقریب این مساله ۳ می‌باشد. با توجه با ماهیت تصادفی مساله و رهیافت‌های ترکیباتی در مقالات [۱۱، ۱۲] یک روند ترکیباتی با برنامه ریزی خطی را برای این مساله دنبال خواهیم کرد.

در ادامه ابتدا مساله مکان یابی تسهیلات را به حالت مدل ریاضی و پارامتریک در خواهیم آورد سپس در مرحله سه به ارایه الگوریتم تقریبی مورد نظر نظر اقدام خواهیم کرد. در انتها نیز اثبات خواهیم کرد که ضریب تقریب الگوریتم مورد نظر ۳ می‌باشد.

۲. مساله مکان یابی تسهیلات به صورت چند لایه ای و با توزیع تصادفی

فرض کنید C مجموعه‌ی همه‌ی مشتری‌ها باشد. F را مجموعه‌ی مکان‌هایی که تسهیلات موجود در لایه i باشند در آن قرار گرفته‌اند در نظر بگیرید. (بدینهای است که $\cup_{k=1}^K F^k$ دو به دو مجزا هستند آن گاه تعریف می‌کنیم :

$$F = \cup_{i=1}^K F^i$$

P_{ij} را هزینه حمل و نقل بین مکان‌های $i \in F$ و $j \in F$ است که بر حسب متر محاسبه می‌شود. $y_{ij} = 1$ مسیر بین تسهیلات را نشان می‌دهد که اندیس هر متغیر نشان دهنده تسهیلات متناظر آن می‌باشد. به طور کلی تمامی مسیر‌های ممکن را با V نمایش می‌دهیم. حال می‌توانیم هزینه متناظر مشتری s را به ازای مسیر با فرمول $p_{jv} = p_{ji} + \sum_{l=1}^{i-1} p_{il} p_{lj}$ محاسبه کنیم. فرض کنید S سناریو ممکن وجود دارد. یک هزینه اولیه به ازای مسیر باز داریم (f^0) و یک هزینه (f^1) به ازای سناریو s محاسبه می‌شود. فرض کنید $s \in S$ با احتمال pr_s رخ دهد. اگر مشتری s یک مشتری فعال در سناریو s باشد آنگاه $C_s \subseteq C$ مجموعه مشتری‌های فعال در سناریو s باشند. یک مسیر (i_1, \dots, i_r) در این سناریو باز باشد. برای هر $t=0, \dots, S$ مسیر در این سناریو باز باشد.

$f(v_t') = \sum_{i \in \cup_{p \in P} \{i / i \in P\}} f_i^t$ فرض کنید معادله $f(v_t')$ زیرمجموعه P' فرض کنید مجموعه V از مسیرها را در مرحله اول برای برقرار باشد. می‌خواهیم یک مجموعه V از مسیرها در مرحله دوم برای سناریو s باز کنیم، به طوری که، حداقل هزینه برابر هزینه‌های تسهیلات و هزینه ارتباطات می‌باشد که به ترتیب با $f(V_s) + \sum_{s=1}^S pr_s f(V_s)$ و $\sum_{s=1}^S pr_s \sum_{j \in C_s} \min\{min_{v \in V_s} \{p_{jv}\}, min_{v \in V_s} \{p_{jv}\}\}$ محاسبه می‌شوند.

در شرایطی که تسهیلات ۱ حداقل متعلق به یک مسیر در (j, s) باشد:
 $F(j, s) = \{(i, \cdot) \in FF\}$.
 در شرایطی که تسهیلات ۱ حداقل متعلق به یک مسیر در (j, s) باشد:
 $v_s(j, s) = \{(i, s) \in FF\}$.

در شرایطی که (p, \cdot) شامل حداقل یک تسهیلات در (j, s) باشد:
 $T(j, s) = \{(j', s') \in D : \exists \bar{x}_{j'v}^{st} > 0\}$.
 در شرایطی که (p, s) شامل حداقل یک تسهیلات در (j, s) باشد:
 $T_s(j, s) = \{(j', s) \in D : \exists \bar{x}_{j'v}^{ss} > 0\}$.
 حال شرایط برای ارایه الگوریتم ایجاد شده است.

الگوریتم تصادفی تخمینی مورد نظر (rounding algorithm):
 مرحله اول: برنامه ریزی خطی (linear programming) را حل کن تا جواب های بهینه دوگانه و اولیه (primal & dual) حاصل شود. (\bar{x}, \bar{y}) و $((\bar{\alpha}, \bar{\beta}))$

مرحله دوم: مقدار دهی اولیه: $(\bar{x}, \bar{y}) = (x, y)$ و $\bar{D} = D, G = \emptyset$ قرار بده.

مرحله سوم: یک راه حل شدنی جدید را ایجاد کن: با استفاده از مراحل زیر برای (X, Y) ایجاد کن:
 فرض کن $(j, s) \in \bar{D}$ یک مشتری با کمترین مقدار $\frac{\bar{\alpha}_j^s}{p_{rs}} + \bar{p}_j^s$ باشد در حالی که $\sum_{(v, t) \in VV} p_{jv}^{st} \bar{x}_{jv}^{st} = \sum_{(v, t) \in VV} \bar{p}_j^s$. با احتمال $w_s(j, s)$ رابطه $p(j, s) = F_s(j, s) \cup T_s(j, s)$ را انتخاب کن و با احتمال $w_r(j, s)$ رابطه $p(j, s) = F_r(j, s) \cup T_r(j, s)$ را انتخاب کن. می گوییم $p(j, s)$ یک شاخه از مشتری (j, s) است که شاخه مرکزی است.

اگر $p(j, s) = F_r(j, s) \cup T_r(j, s)$ یک مسیر از $(v(j, s), \cdot) \in V(j, s)$ را با احتمال $\frac{\bar{x}_{jv}^{st}}{w_r(j, s)}$ انتخاب کن. همه متغیرهای $\{x_i^s\}_{i \in v(j, s)}$ را به یک رند کن و همه ای متغیرهای $\{x_i^s\}_{i \in r(j, s)}$ را نیز به صفر. هر مشتری در $T_r(j, s)$ به مسیر $(v(j, s), \cdot)$ تخصیص بده که: برای هر $(j', s) \in T_r(j, s), v \in V - v(j, s)$ برای هر $x_{j'v}^{ss} \in T_r(j', s)$ قرار بده $x_{j'v}^{ss} = 1$ نیز قرار بده. $\bar{D} = D - T_r(j, s)$ و $G \cup p(j, s)$ قرار بده.

اگر $p(j, s) = F_s(j, s) \cup T_s(j, s)$ یک مسیر از $(v(j, s), s) \in v_s(j, s)$ را با احتمال $\frac{\bar{x}_{jv}^{ss}}{w_s(j, s)}$ انتخاب کن. همه متغیرهای $\{x_i^s\}_{i \in v(j, s)}$ را به یک رند کن و همه ای متغیرهای $\{x_i^s\}_{i \in s(j, s)}$ را نیز به صفر. هر مشتری در $T_s(j, s)$ به مسیر $(v(j, s), \cdot)$ تخصیص بده که: برای هر $(j', s) \in T_s(j', s)$ قرار بده $x_{j'v}^{ss} = 1$ نیز قرار بده. $\bar{D} = D - T_s(j, s)$ و $G \cup p(j, s)$ قرار بده. مرحله سه را تکرار کن تا زمانی که $\bar{D} = \emptyset$.

قضیه ۱: الگوریتم پیشنهاد شده یک الگوریتم چند جمله ای با ضریب تقریب ۳ برای مساله مکان یابی تسهیلات به صورت چند لایه ای و با توزیع تصادفی است.

اثبات: واضح است که (x, y) بدست آمده در الگوریتم مورد نظر یک جواب شدنی برای مساله مکان یابی تسهیلات در ابتداء هزینه تسهیلات مورد انتظار را در نظر می گیریم. مجموعه ای همه ای مراکز شاخه ای در الگوریتم مورد نظر را \bar{D} در نظر می گیریم. فرض کنید که شاخه مرکزی (j, s) عضو \bar{D} باشد.
 حال دو احتمال وجود دارد:

در برنامه بالا محدودیت اول این اطمینان را ایجاد می کند که مشتری (j, s) حداقل به یک مسیر اختصاص داده است. برای تفسیر دومین محدودیت، یک مشتری (j, s) و یک تسهیلات (i, t) را در نظر بگیرید، هیچ تخصیص مسیری از مشتری به یک مسیر با استفاده از تسهیلات مورد نظر امکان پذیر نیست مگر اینکه تسهیلات مورد نظر باز باشد. از تعریف P_{jv}^{st} بر می آید که X_{jv}^{st} به ازای تمامی مقادیر $t \neq 0$ صفر می باشد. حال با استفاده از برنامه ریزی خطی و آسان سازی (Relaxing) و بدون استفاده از محدودیت های $\sum_{i=1}^n X_{ij}^{st} \leq 1$ یک برنامه ریزی خطی دوگانه (dual linear program) ارایه می دهیم.

$$\begin{aligned} Z_{LP} := \text{Max} \sum_{(j, s) \in D} \alpha_j^s \\ \text{s.t } \alpha_j^s - \sum_{i \in VV} \beta_{ji}^{st} \leq pr_s P_{jv}^{st}, \\ \forall (j, s) \in D, \forall (p, t) \in VV \\ \sum_{(j, s) \in D} \beta_{ji}^{st} \leq pr_t f_i^t, \forall (i, t) \in FF, \\ \alpha_j^s, \beta_{ji}^{st} \geq 0, \forall (j, s) \in D, \forall (i, t) \in FF \end{aligned} \quad (3)$$

در ادامه به بیان و اثبات لم ۱ می پردازیم و از این خاصیت در آنالیز الگوریتم تقریبی مورد بحث استفاده خواهیم کرد.
 لم ۱: فرض کنید (\bar{x}, \bar{y}) و $((\bar{\alpha}, \bar{\beta}))$ به ترتیب جواب های بهینه برنامه ریزی خطی اولیه (primal) و دوگانه (dual) باشند. در نتیجه $\sum_{i \in VV} \beta_{ji}^{st} \leq \bar{\alpha}_j^s$ و $pr_s P_{jv}^{st} \leq \bar{\alpha}_j^s$ برای هر $(j, s) \in D, (p, t) \in VV$ می باشد.

اثبات: شرایط ممکن زیر را در نظر بگیرید:

$$\begin{aligned} \bar{x}_{jv}^{st} (pr_s P_{jv}^{st} - \bar{\alpha}_j^s) \\ + \sum_{i \in V} \bar{\beta}_{ji}^{st} = 0, \forall (j, s) \in D, \forall (p, t) \in VV \end{aligned} \quad (4)$$

اگر $\bar{x}_{jv}^{st} > 0$ آنگاه:

$$pr_s P_{jv}^{st} - \bar{\alpha}_j^s + \sum_{i \in V} \bar{\beta}_{ji}^{st} = 0, \quad (5)$$

و به طور معادل:

$$pr_s P_{jv}^{st} + \sum_{i \in V} \bar{\beta}_{ji}^{st} = \bar{\alpha}_j^s \quad (6)$$

در نهایت از آنجایی که $\bar{\alpha}_j^s \geq \bar{\beta}_{ji}^{st}$ آنگاه

۳. الگوریتم

فرض کنید (\bar{x}, \bar{y}) و $((\bar{\alpha}, \bar{\beta}))$ به ترتیب جواب های بهینه برنامه ریزی خطی اولیه (primal) و دوگانه (dual) باشند. آنگاه:

$$\sum_{(v, t) \in VV} \bar{x}_{jv}^{st} = \sum_{v \in V} \bar{x}_{jv}^s + \sum_{v \in V} \bar{x}_{jv}^{ss} = 1 \quad (7)$$

$w_s(j, s) = \sum_{v \in V} \bar{x}_{jv}^s$, $w_s(j, s) = \sum_{v \in V} \bar{x}_{jv}^{ss}$, تعريف می کنیم:

$$v_s(j, s) = \{(v, \cdot) \in VV : \bar{x}_{jv}^s > 0\}, \quad (8)$$

$$v_s(j, s) = \{(v, s) \in VV : \bar{x}_{jv}^{ss} > 0\}, \quad (8)$$

سپس با ارایه کاربردها و اهمیت مساله مکان یابی تسهیلات در زمینه های مختلف از جمله اقتصاد به بررسی چرایی استفاده از الگوریتم های تقریبی برای این مساله اقدام کردیم. مساله معرفی شده را به شکل پارامتریک درآوردیم و از متدهای برنامه ریزی خطی دوگانه و اولیه برای آسان سازی مساله بهره بردیم و سپس با ارایه الگوریتم مورد نظر اثبات کردیم که ضریب تقریب این الگوریتم ۳ می باشد.

در تحقیقات آئی زمینه برای گسترش مساله و بهبود ضریب تقریب مساله و نیز بحث راجع محدوده ای ضریب تقریب مساله پیشنهادی باز است. از سوی دیگر بهترین مرتبه زمانی الگوریتم مورد نظر نیز قابل بحث است.

۵. مراجع

- [1] K.Iardal, "A-ApproximationAlgorithm for the k_level incapacitated Facility Location Problem" Information Processing letter, 1999, 161-167.
- [2] A.Ageev,Y.Ye, "Improving Combinatorial approximation algorithm for the k-level facility location problem" SIAM journal 18, 2004.
- [3] A.F.bumb, W.Kern, "a simple dual ascent algorithm for multilevel facility location problem" 4th international workshop on Approximation Algorithms, 2009, 55-63.
- [4] X.zhen, B.chen, "ApproximationAlgorithm for soft capacitated facility location in network design" algorithmic 53, 2007, 253-297.
- [5] F.chuna, D.B "Improved approximation algorithm for the incapacitated Facility Location problem" SIAM journal33, 2003, 1-25.
- [6] S.guha, S.khullar, "Improved Facility location Algorithms" journal of algorithms 31, 1999, 228-248.
- [7] K.jain, M.Mahdian, "Greedy Facility Location algorithm analyzed using dual fitting LP" journal of ACM50, 2003, 795-824.
- [8] K.jain , Vazirani, "Approximation algorithm for metric Facility Location " journal of ACM48, 2009, 274-296.
- [9] M.Mahdian, "Facility Location and the analysis of algorithm through factor revealing" PHD thesis MIT, 2004.
- [10] M.Mahdian, Y.Ye, "Approximation Algorithm for metric facility location" SIAM journal on computing 36, 2006, 4011-432.
- [11] R.Ravi "Approximation Algorithm for stochastic optimization problem" Mathematical programing, 2006, 97-114.
- [12] D.B.Shmoys, an Approximation scheme for stochastic linear programing" journal of the ACM, 2006 978-1012.
- [13] J.shu "an efficient greedy heuristic for house-retailer network design optimization" transportation science, 2010.
- [14] J.shu, C.P.teo, "stochastic Transportation inventory network design problem" operating research 53, 2005, 48-66.
- [15] A.Sriwasn, " Approximation Algorithm for stochastic and risk-averse optimization" 18th annual ACM 2007, 1305-1313.
- [16] Y.Ye, J.zhang, "an Approximation Algorithm for the dynamic FLP" combinatorial Optimization 2005, 623-628.
- [17] P.zhang, "a new Approximation Algorithm for the K-level Facility Location problem" theoretical computer science , 2007, 126-135.
- [18] J.Zhang, "a the two level Facility Location Problem via a Quasi Greedy approach" Mathematical programing, 2006, 156-176.
- [19] J.Zhang, B.chen, Y.Ye "A multi exchanging local search algorithm for capacitated Facility Location Problem" Mathematical of Operations Research

حالت اول: $p(j,s) = F(j,s) \cup T_s(j,s)$ مسیر از $(v, \cdot) \in v_s(j,s)$ با احتمال $\bar{x}_{jv}^s = \frac{\bar{x}_{jv}^s}{w_{v,j}(j,s)}$ باز است و هزینه تسهیلات رخ داده مورد انتظار برای (j,s) محدود است به:

$$\sum_{(i,\cdot) \in F_v(j,s)} pr_i f_i \left(\sum_{v:i \in v} \bar{x}_{jv}^s \right) \leq \sum_{(i,\cdot) \in F_v(j,s)} pr_i f_i \bar{x}_i \quad (9)$$

حالت دوم: $p(j,s) = F_s(j,s) \cup T_s(j,s)$ یک مسیر از $(v,s) \in v_s(j,s)$ با احتمال $\bar{x}_{js}^{ss} = \frac{\bar{x}_{js}^{ss}}{w_{s,j}(j,s)}$ باز است. و هزینه تسهیلات رخ داده مورد انتظار برای (j,s) محدود است به:

$$\sum_{(i,s) \in F_s(j,s)} pr_i f_i^s \left(\sum_{v:i \in v} \bar{x}_{js}^{ss} \right) \leq \sum_{(i,s) \in F_s(j,s)} pr_i f_i^s \bar{x}_i^s \quad (10)$$

با توجه به اینکه شاخه های (j,s) از الگوریتم پیشنهادی مجزا هستند محدودیت حداکثری (upper bound) زیر را برای هزینه کل مورد انتظار تسهیلات (total expected facilities costs) داریم:

$$E[\sum_{(j,s) \in D} \sum_{(i,t) \in p(j,s)} pr_i f_i^t \bar{x}_i^t] \leq \sum_{(i,t) \in FF} pr_i f_i^t \bar{x}_i^t. \quad (11)$$

علاوه بر این، هزینه ارتباطات مشتری $(j,s) \in D$ را در نظر می گیریم. اگر (j,s) یک شاخه مرکزی باشد، با بحث مشابه بحث بالا می توان اثبات کرد که هزینه مورد انتظار ارتباط اتفاقاً افتاده به وسیله (j,s) به \bar{p}_j^s محدود شده است. اگر (j,s) یک شاخه مرکزی نیست، پس یک مسیر مرکزی (j',s') وجود دارد که (j,s) در شاخه آن است. حال دو احتمال وجود دارد:

حالت اول: اینکه $(j',s') = F(j',s')$ باشد. با توجه به مرحله ۳ در الگوریتم دو مسیر (V, \cdot) و (V', \cdot) وجود دارد که (V, \cdot) شامل حداقل یک تسهیلات در (j',s') است با $\bar{x}_{jv}^s > \bar{x}_{j'v}^s$ و $\bar{x}_{jv}^s > \bar{x}_{j's'}^s$ ما (V', \cdot) را مسیری که نسبت به شاخه مرکزی (j',s') انتخاب شده است نسبت می دهیم.

یادآوری می کنیم که هزینه مورد انتظار ارتباطات (j',s') به $\bar{p}_{j',s'}^s$ محدود است. به طور کلی با توجه به نامساوی مثلثی، لم ۱ و مرحله ۳ الگوریتم می توان نتیجه گرفت که هزینه مورد انتظار ارتباطات رخ داده به وسیله (j,s) به صورت زیر محدود است:

$$p_{jv}^s + p_{j'v}^{s\Box} + \bar{p}_{j'}^{s'} \leq \frac{\bar{\alpha}_j^s}{pr_s} + \left(\frac{\bar{\alpha}_{j'}^{s'}}{pr_{s'}} + \bar{p}_{j'}^{s'} \right) \leq \frac{\bar{\alpha}_j^s}{pr_s} + \bar{p}_j^s. \quad (12)$$

حالت دوم: اینکه $p(j',s') = F(j',s') \cup T_s(j',s')$

باشد. با استدلال مشابه می توانیم محدوداً به معادله (12) برسیم. در نهایت هزینه کل را می توانیم با استفاده از معادله (12) و (11) بدست آوریم. می توانیم نتیجه بگیریم که هزینه مورد انتظار کل راه حل الگوریتم پیشنهادی محدود است به:

$$\sum_{(i,t) \in FF} pr_i f_i^t \bar{x}_i^t + \sum_{(j,s) \in D} (2\bar{\alpha}_j^s +$$

$$pr_s \bar{p}_j^s = .$$

$$2 \sum_{(j,s) \in D} \bar{\alpha}_j^s + (\sum_{(i,t) \in FF} pr_i f_i^t \bar{x}_i^t +$$

$$\sum_{(v,t) \in VV} \sum_{(j,s) \in D} pr_s p_{jv}^{st} \bar{x}_{jv}^{st} = . \quad (13)$$

در نتیجه ضریب تقریب الگوریتم مورد نظر معادل ۳ است.
۴. نتیجه

در این مقاله در ابتدا به معرفی الگوریتم های تقریبی و کاربردهای مختلف آن ها در زمینه های مختلف بهینه سازی پرداختیم.

روش ترکیبی جدید به منظور افزایش دقت پیش بینی بار در شبکه های توزیع هوشمند برق

پوریا لاجوردی^۱، فرشته‌آزادی پرند^۲، حسن رشیدی^۳

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده علوم ریاضی و ریاضی، دانشگاه علامه طباطبایی
lajevardy922@atu.ac.ir

عضو هیئت علمی دانشکده علوم ریاضی و رایانه دانشگاه علامه طباطبائی
Parand@atu.ac.ir

عضو هیئت علمی دانشکده علوم ریاضی و رایانه دانشگاه علامه طباطبایی
hrashi@atu.ac.ir

کلید واژه:

همجوشی اطلاعات
شبکه های عصبی
شبکه های توزیع هوشمند برق

یکی از چالش برانگیز ترین اهداف در شبکه های هوشمند برق متوازن کردن بار الکتریکی می باشد. واضح است که رفتار خودخواهانه کاربران، سیستم را ملزم به ایجاد مکانیزم های تشویقی می کند. مشوق در اینگونه مکانیزم ها باید به گونه ای تعریف شود که کاربر مایل به همکاری برای تنظیم میزان مصرف و تقاضا باشد. قیمت گذاری پویا یکی از بهترین مکانیزم ها می باشد، به گونه ای که می توان با تغییر قیمت به صورت پویا، تعادلی میان عرضه و تقاضا ایجاد کرد. در حالت تعادل میزان تقاضای انرژی مصرف کننده از طریق مشوق های مالی تنظیم شده است. برای تعیین و اعلام یک قیمت مناسب، نیاز به یک پیش بین، دقته، از میزان مصرف انرژی، در آینده خواهیم داشت.

در این مقاله در راستای پیش بینی میزان تقاضا در شبکه های توزیع هوشمند برق به ازای هر عامل تاثیرگذار، بسته به شرایط، مانند داده های آب و هوا و میزان مصرف گذشته کاربر، دو شبکه عصبی ANFIS و RBF ایجاد می شوند. با پیاده سازی الگوریتم بهینه سازی پر نده فاخته، سعی در آموزش سریع تر شبکه های عصبی شده است. سپس خروجی این شبکه های عصبی توسط عملگر هم جوشی IOWA ترکیب می شوند و در نهایت خروجی های حاصل از این عملگر هم جوشی باز دیگر توسط عملگر هم جوشی IOWA ترکیب می شوند. مرتب سازی داده ها بر اساس میانگین مربع خطای هر شبکه عصبی می باشد نتایج عملی نشان می دهد که میزان خطا در پیش بینی مصرف بار با استفاده از عملگر هم جوشی، کاهش چشم گیری داشته است.

مقدمه ۱

از معایب این مدل می‌توان به نادیده گرفتن دیگر عوامل تاثیرگذار بر روى میزان مصرف اشاره کرد. Mbamalu (یک مدل Auto Regressive) در آن فاکتورهای فصلی را در نظر گرفته بود.^[۱۴] محققان دریافتند که پیش‌بینی با استفاده از چندین متغیر بسیار دقیق‌تر از پیش‌بینی با یک متغیر می‌باشد.

تکنولوژی فضای حالت و فیلتر کالمان با مولفه تناوبی باز به صورت یک فرآیند تصادفی رفتار می‌کند و با استفاده از 3 تا 10 داده قبلی، داده‌های وابسته به شبکه توزیع مانند میزان مصرف یا داما را تخمین می‌زنند.

از معایب این رویکرد می‌توان به سختی در نظر نگرفتن نویز‌ها اشاره کرد. شبکه‌های عصبی مصنوعی یکی از روش‌های مشهور هوش مصنوعی برای تخمین میزان مصرف بار در دهه‌ی اخیر، می‌باشند.

شبکه‌های عصبی مصنوعی دارای انواع مختلفی مانند پرسپترون چند لایه، تابع پایه شعاعی (RBF)، شبکه‌های فازی-عصبی می‌باشند. مدل رگرسیونی نیز، یک رابطه علت و معلوی میان میزان مصرف انرژی و دیگر متغیرهای مستقل، بقرار می‌سازد.

میکروگرید، شبکه ای از منابع مختلف انرژی مانند توربین های بادی و آبی و پنل های خورشیدی می باشد که در سمت شبکه توزیع واقع شده است و وظیفه تأمین میزان تقاضای انرژی برای منطقه ای محدود دارد.

هدف اصلی شبکه توزیع هوشمند برق ارائه دادن یک سیستم توزیع برق قابل اطمینان تر، سازگارتر با محیط زیست و همچنین از لحاظ اقتصادی به صرفه تر، می باشد.^[۱] شبکه توزیع هوشمند برق ترکیبی یکپارچه از یک شبکه توزیع برق همراه با یک لایه ی هوشمند ارتباطی می باشد. این تکنولوژی به منظور افزایش بهره وری در توزیع برق، ارائه شده است.

پیش‌بینی میزان مصرف انرژی در آینده در شبکه توزیع هوشمند برق، به دلیل پیش‌بینی در دو جنبه میکروگردیها و مدیریت سمت تقاضا (DSM)، نسبت به شبکه‌های توزیع سنتی بسیار پیچیده‌تر می‌باشد. در سال ۲۰۰۱ هیبر و همکارانش نشان دادند که می‌توان پیش‌بینی میزان تقاضای انرژی را به سه دسته : ۱- بسیار کوتاه مدت، ۲. کوتاه مدت و ۳- بلند مدت از لحاظ زمانی، دسته‌بندی کرد.^[۱] به طور کلی روش‌های پیش‌بینی مصرف بار با رویکردهای زیر قابل ارائه می‌باشند: ۱. سری‌های زمانی [۲] ۲. مدل رگرسیونی [۱۶] ۳. فضای حالت و تکنولوژی فیلتر کالمن [۱۲] ۴. تکنیک‌های هوش مصنوعی. [۱۷] محققان در سال های اخیر در تلاش برای افزایش دقت پیش‌بینی میزان مصرف بوده اند اولین و ساده ترین رویکرد این گونه می‌باشد که به داده‌های گذشته مصرف کاربر به شکل یک سری زمانی نگاه کرده و بر اساس آن پیش‌بینی از آینده داشته باشیم.

لایه ورودی آن مشابه دیگر شبکه های عصبی اطلاعات را دریافت می کند. لایه پنهان آن دارای تعدادی نورون می باشد که یکتابع انتقال غیر خطی را بر روی ورودی ها اعمال می کند و خروجی به صورت یکتابع جمع می باشد. بنابراین ورودی را x و خروجی را (x) می نامیم. خروجی مشابه معادله ۱ می شود.

$$y(x) = \sum_{i=1}^M w_i \exp\left(-\frac{\|x - c_i\|^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

۲- سیستم استنتاج عصبی-فازی تطبیقی (ANFIS)

انفیس یک شبکه عصبی چند لایه می باشد، که از داده های موجود بر اساس سیستم استنتاج فازی takagi-sugeno مدل سازی می نماید. [۱۳] فرض کنید که دو قانون زیر موجود باشد.

$$\begin{aligned} \text{Rule 1: if } x \text{ is } A_1 \text{ and } y \text{ is } B_1 \text{ then } f_1 = p_1 x + q_1 y + r_1 \\ \text{Rule 2: if } x \text{ is } A_2 \text{ and } y \text{ is } B_2 \text{ then } f_2 = p_2 x + q_2 y + r_2 \end{aligned} \quad (2)$$

در اینجا x و y ورودی ها، A_1 و B_1 مجموعه های فازی، f_1 خروجی و $\{p_1, q_1, r_1\}$ متغیر هایی هستند که مقدار آنها هنگام آموزش مشخص می شوند. به طور کلی این شبکه عصبی دارای ۵ لایه به شرح زیر است :

لایه ورودی: مشابه دیگر شبکه های عصبی، این لایه ورودی را دریافت کرده و به لایه دوم ارسال می کند.
لایه فازی سازی: وظیفه این لایه فازی سازی داده های ورودی می باشد. بنابر این هر ورودی می تواند به توابع عضویت متصل شود.

لایه قوانین فازی: قوانین فازی در اینجا قرار می گیرند. تعداد نورون ها در این لایه برابر با تعداد قوانین تعریف شده است.
لایه خروجی قوانین: در این لایه خروجی هر قانون تعریف شده وارد می شود.

لایه خروجی: تمامی خروجی ها در این لایه توسط تابع تجمیع با یکدیگر ترکیب می شوند.

۳. عملگر **Induced ordered weighted averaging** برای همچوشه

نایابداری انرژی های نو یک مساله مهم در شبکه های توزیع هوشمند برق می باشد. از یک نظر می تواند بر روی رفتار کاربر تاثیر بگذارد، بنابر این برای پیش بینی رفتار کاربر، همچوشه پیش بینی کنندگان متفاوت می تواند روش خوبی باشد. عملگر ordered weighted averaging اولین بار توسط یاگر در سال ۱۹۸۸ ارائه گردید. [۲۰] تعریف کلاسیک این اپراتور در بعد n به صورت تابع زیر می باشد.

$$F: R^n \rightarrow R \quad (3)$$

که با یک بردar n مولقه ای در ارتباط است:

$$W = [w_1, w_2, \dots, w_n]^T \quad (5)$$

به گونه ای که

$$w_i \in [0, 1] \quad (6)$$

$$\sum w_i = 1$$

$$F(a_1, a_2, \dots, a_n) = \sum w_i b_i \quad (7)$$

که در آن a_i امین بزرگترین a_i می باشد.
در سال ۱۹۹۹ یاگر نوع جدیدی از عملگر OWA را با نام Induced ordered weighted averaging ارائه داد. [۲۱]

شبکه میکرو گرید ها قادر است با شبکه توزیع ارتباط داشته باشد و یا می تواند به صورت مستقل عمل کند. [۱۵] در مدیریت شبکه های توزیع، یکی از مسائل کلیدی پیش بینی میزان مصرف در آینده می باشد. داده های بار در میکرو گریدها، به علت پایین بودن پایداری آنها، دارای میزان تغییرات بیشتری نسبت به شبکه های برق سنتی هستند.

بنابراین روش های پیش بینی، نیاز به بهینه سازی بیشتری برای تخمین دقیق تر میزان مصرف در آینده دارند. کنترل و مدیریت میکرو گرید به دلیل متفاوت بودن نحوه عرضه و تقاضای انرژی در آن با سیستم های برق سنتی، به صورت قابل ملاحظه ای متفاوت و دشوار تر است. [۱]

یکی از مهم ترین اجزا شبکه های توزیع هوشمند برق، کنترل هوشمند می باشد. وظیفه آن جمع آوری اطلاعات میزان مصرف و ارسال آن به صورت خودکار به سمت مرکز داده می باشد.

پروتکل قیمت گذاری بر اساس پروتکل تبادل انرژی تعریف می شود. تعریف یک پروتکل تبادل انرژی نیازمند یک تخمین دقیق از میزان مصرف انرژی آینده و حتی ساعت اوج مصرف برق کاربران می باشد. با توجه به این که قیمت گذاری به صورت ایستاخود باعث به وجود آمدن ساعت اوج مصرف جدید می شود لذا این پروتکل بایستی به صورت پویا تعریف شود. پروتکل قیمت گذاری بایستی به گونه ای عمل کند که میزان عرضه و تقاضا در اکثر اوقات برابر باشد. از طرفی دیگر قیمت گذاری به صورت کاملاً پویا، می تواند باعث ایجاد پیچیدگی در الگوی مصرف کاربر شود. برای اجتناب از این چنین پیچیدگی هایی، مدیریت سمت تقاضا، نیازمند یک تخمین دقیق از دوره های زمانی برای قیمت گذاری می باشد. به گونه ای که راحتی کاربر را تضمین کند.

ادامه این مقاله به شرح زیر می باشد. دو شبکه عصبی پایه ساعی و فازی عصبی در بخش ۲ مورد بحث قرار گرفته است. مقاله با توضیح عملگر همچوشه IOWA در بخش سوم ادامه پیدا می کند. الگوریتم بهینه سازی پرنده فاخته در بخش ۴ معرف می شود. بخش ۵ در باره عوامل تاثیر گذار بر پیش بینی میزان مصرف صحبت می شود. در قسمت بعد رویکرد جدیدی توضیح داده می شود. نتایج عملی در بخش ۷ ارائه می شود. نهایتاً در بخش ۸ نتیجه گیری آورده می شود.

۲. شبکه عصبی مصنوعی

شبکه های عصبی مصنوعی یک مدل ریاضیاتی بر اساس ماهیت مغز انسان می باشند مشابه مغز انسان، شبکه های عصبی مصنوعی از نورون ها در ساختار خود استفاده می نمایند. ساختار پایه ای آن های شامل موارد زیر می باشد

لایه ورودی: این لایه ورودی را دریافت کرده در وزن مربوطه ضرب می کند و به لایه بعدی ارسال می نماید.

لایه (های) میانی: تعداد لایه های میانی به صورت اختیاری می باشد و باید به گونه ای انتخاب شوند که قادر به تولید خروجی مناسب باشند.

لایه خروجی: مجموعه دیگری از نورون ها که جهان خارج از طریق آن ها ساخته می شود.

آنواع مختلفی از شبکه های عصبی مصنوعی مانند شبکه عصبی پرسپترون چند لایه، شبکه عصبی تابع پایه ساعی، شبکه عصبی رگرسیون عمومی، شبکه های عصبی با تا خیر زمانی و شبکه های فازی عصبی رامی توان نام برد.

۲-۱ شبکه عصبی پایه ساعی (RBF)

شبکه عصبی پایه ساعی شامل سه لایه یک لایه ورودی، یک لایه مخفی و یکی لایه خطی به عنوان خروجی، می باشد. این شبکه دارای یک ساختار رو به جلو می باشد.

```

1: Generate initial population of N host nests,  $h_i(i), i = 1, \dots, N$ 
2: while  $f_{min} < MaxGeneration$  do
   Get a cuckoo randomly be Levy flights evaluate its quality
3: Choose randomly a nest j among N
4: if  $F_j > F_i$  then then
5: Replace j by the new solution.
6: end if
7: A fraction (pa) of worse nest is abandoned and new ones are built.
8: Keep the best solution
9: Rank the best solution
10: end while

```

شکل (۱) شبیه کد الگوریتم بهینه سازی پرندۀ فاخته

۵. عوامل تاثیر گذار بر پیش بینی میزان مصرف بار در شبکه های توزیع هوشمند برق
بار مصرفی در شبکه های توزیع هومند به عوامل متعددی وابسته است. هرناندز و همکارانش از اطلاعات آب و هوایی به عنوان یک عامل تاثیر گذار بر میزان مصرف کاربران استفاده کردند.
[۱۰]

در دیگر مقالات نیز استفاده از داده های آب و هوایی، وجود دارد. [۴,۹] داشتی و همکارانش علاوه بر داده های آب و هوایی متغیر های دیگری مانند: اطلاعات مصرف کنندگان، قیمت انرژی برق، میزان توسعه منطقه را به عنوان عوامل تاثیر گذار در نظر گرفتند.
[۵]

همچنین گان در تحقیقاتش از اطلاعات تقویمی مانند زمان، ماه.... و میزان مصرف کاربران در ساعت گذشته به عنوان عوامل تاثیر گذار یاد کرد.[۸]

۶. رویکرد پیشنهادی بر اساس شبکه های عصبی و همچو شی اطلاعات

در شبکه های توزیع هوشمند برق ناپایداری انرژی های نو، یک مشکل واضحی می باشد. این ناپایدار بر مصرف کاربران تاثیر گذار بوده و بنابراین روش های پیش بینی میزان تقاضا و مصرف کاربران باستی به گونه ای باشد که این ناپایداری را پوشش دهد. مدل پیشنهادی شامل ۴ مرحله اصلی می باشد:

مرحله ۱: میزان اهمیت هر عامل :
در این مرحله تعدادی عوامل که بر میزان مصرف کاربران تاثیر گذار هستند در نظر گرفته می شوند. با استفاده از یک شبکه عصبی دولایه پرسپترون تاثیر گذارترین عوامل شناسایی می شوند. تاثیرگذار ترین عوامل، آن هایی هستند که دارای وزنی بالاتر از میانگین وزن ها هستند.

در این مرحله m عامل که دارای بیشترین تاثیر گذاری هستند، شناسایی شده و به مرحله بعد ارسال می شوند.

مرحله ۲: تولید درصد میزان تغییر مصرف در آینده :
دو شبکه عصبی مصنوعی انفیس وتابع پایه شعاعی (RBF) به ازای هر عامل تاثیر گذار شناسایی شده در مرحله اول، ایجاد می شوند. ورودی های این شبکه های عصبی مانند یک سری زمانی به ازای هر متغیر می باشند و خروجی آن ها درصد میزان تغییر مصرف می باشد. الگوریتم بهینه سازی پرندۀ فاخته بر روی دو شبکه RBF و ANFIS به منظور تولید سریع تر خروجی، اعمال می شود. به وضوح پیداست که در این مرحله، $2m$ خروجی از شبکه ها دریافت می کنیم.

در عملگر OWA عناصر بر اساس مقادیرشان مرتب می شدند در حالی که این عملگر شیوه ای نوین برای چیدمان عناصر ارائه داد، به گونه ای که عناصر توسط یک متغیری دیگر که به آنها مرتبط است، مرتب شوند. به طور مشخص، فرض کنیم $y < y_1, y_2, \dots, y_n$ متفیر الغا شده ما باشد. بنابر این

$$OWA(<x_1, y_1>, \dots, <x_n, y_n>) = \sum_{i=1}^n w_i x_{\xi(i)} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} s.t. \quad w_i \in [0, 1] \\ \sum_{i=1}^n w_i = 1 \end{aligned} \quad (9)$$

که در آن نماد ξ بیانگر ترتیبی از x_i, y_i است
به گونه ای که $y_{\xi(n)} > y_{\xi(1)} > \dots > y_{\xi(n)}$ می باشد. به طور کلی متغیر الغا کننده اطلاعاتی راجع به عناصر می باشد. به عنوان مثال میانگین مربع خطأ، می تواند به عنوان یک متغیر الغا کننده برای همچو شی خروجی چند شبکه عصبی استفاده شود. برای تعیین وزن های عملگر OWA وانگ و همکارانش یک مدلی ارائه داده اند، که در آن وزن ها به گونه ای محاسبه می شود که تا جای ممکن به درجه orness مورد نظر نزدیک شویم. [۱۸] که بدین منظور ملزم به حل مسئله برنامه ریزی غیرخطی زیر می باشیم:

$$\begin{aligned} \text{minimize} \quad & \sum_{i=1}^{n-1} (w_i - w_{i+1})^2 \\ \text{orness} = \alpha = & \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} (n-i) w_i \\ \sum_{i=1}^n w_i = 1, 0 \leq w_i \leq 1 \end{aligned} \quad (10)$$

۴. الگوریتم جستجوی فاخته

الگوریتم جستجوی فاخته اولین بار توسط شین-شن یانگ ارائه شد، که از زندگی پرندۀ فاخته الهام گرفته شده است. [۱۹] جستجوی فاخته توسط زندگی انگلی نوزادان اجرایی برخی از گونه های فاخته با تخمگذاری تخم هایشان در لانه پرندگان میزبان الهام گرفته شده است. برخی فاخته ها و الگوهای تخم های ای تکامل یافته اند که می توانند رنگ ها و الگوهای تخم های چند گونه میزبان انتخاب شده را تقلید کنند و در نتیجه باعث افزایش باروری خود شوند. فاخته ها در لانه دیگر پرندگان تخم گذاری می کنند. فاخته ها زود تر از پرندۀ میزبان از تخم در می آیند. پس از اینکه اولین فاخته از تخم بیرون آمد، به منظور بدست اوردن غذای بیشتر، سعی می کند تا دیگر تخم های داخل لانه را از بین برد. جوجه های فاخته حتی می توانند رفتار پرندۀ میزبان را به منظور دریافت غذای بیشتر تقلید کنند. به طور کلی رفتار پرورای بسیاری از پرندگان به صورت پرواز لوی می باشد. براساس این فرضیات شین-شن یانگ این الگوریتم را ارائه داد. در این الگوریتم سه قانون ایده آل تعریف می شود.

۱. هر فاخته یک و تنها یک تخم می تواند در یک زمان بگذارد و لانه انتخاب شده کاملاً تصادفی می باشد.

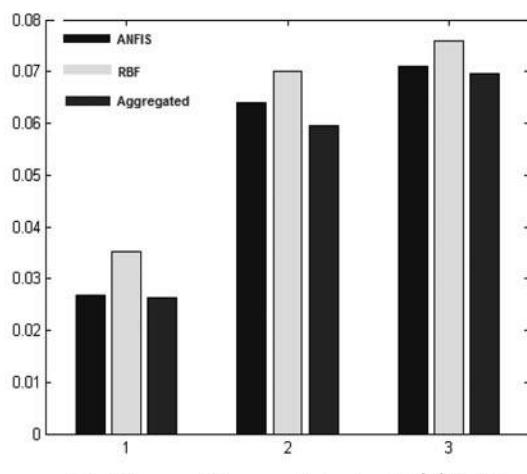
۲. بهترین لانه ها که تخم فاخته درون آن ها بالاترین کیفیت را دارد به نسل بعد منتقل می شوند.

۳. تعداد لانه های میزبان ثابت است. پرندۀ میزبان بر اساس یک تابع احتمالاتی قادر به تشخیص تخم پرندۀ فاخته می باشد. در صورتی که تخم فاخته توسط میزبان شناسایی شود، یا پرندۀ میزبان لانه اش را به مکان دیگری انتقال می دهد یا تخم را به بیرون از لانه اش پرتاب می کند. شبیه کد الگوریتم جستجوی پرندۀ فاخته در شکل ۱ آمده است.

با توجه به این که تعداد نتایج برای هر متغیر دو عدد می‌باشد بنابراین با درجه های متفاوت orness، وزن‌ها محاسبه می‌شوند. جدول ۲ وزن‌های محاسبه شده و میزان میانگین مربع خطای داده‌های ترکیب شده را نشان می‌دهد. با توجه به جدول ۲، بهترین نتایج زمانی حاصل می‌شود که درجه orness را برابر با ۰.۹ فرض شود. شکل ۲ تاثیر همچوشه اطلاعات بر میزان میانگین مربعات خطای را نشان می‌دهد. محور افقی این نمودار دارای سه مقدار ۱ و ۲ و ۳ می‌باشد، که به ترتیب بیانگر شبکه عصبی مرتبط با آخرین مصرف کاربر، شدت نور خورشید و دما می‌باشد. محور عمودی نیز بیانگر میزان خطای در حالات متفاوت است. همانطور که در نمودار مشخص است با همچوشه خروجی دو شبکه عصبی آفیس و پایه شعاعی، مقدار میزان میانگین مربعات خطای کاهش می‌باید.

جدول (۲) وزن‌های محاسبه شده با درجه های orness متفاوت

OrnessDegree	0.9	0.5	0.1
Weights	<0.9, 0.1>	<0.5, 0.5>	<0.1, 0.9>
Last Cons. MSE	0.02638	0.028863	0.0337
Solar MSE	0.05962	0.06260	0.06820
Temp. MSE	0.06974	0.0707	0.0744



شکل (۲) تاثیر همچوشه اطلاعات بر میانگین مربعات خطای

مرحله ۳: همچوشه خروجی‌های دوشیبکه ANFIS و RBF با استفاده از عملگر IOWA خروجی دوشیبکه ANFIS و RBF برای هر متغیر به صورت جداگانه با استفاده از عملگر IOWA براساس میزان میانگین مربع خطایشان ترکیب می‌شوند. مشخص است که در این مرحله تعداد خروجی‌های m عدد کاهش پیدامی کند.

مرحله ۴: همچوشه نهایی: در این مرحله تمامی m خروجی مرحله قبل براساس میانگین مربع خطایشان با استفاده از عملگر IOWA ترکیب می‌شوند.

۷. نتایج عملی:

داده‌های مورد استفاده در این مقاله ۲ میانگین میزان مصرف برق خانگی سه خانه متفاوت به صورت ثانیه‌ای می‌باشد، که اطلاعات آن‌ها به صورت تجمعی شده‌نمی‌باشد.

بنابراین اولین مرحله تجمیع داده و محاسبه میزان میانگین مصرف کاربران در هر پریود زمانی است، که در این مقاله مدت زمان ۵ دقیقه به عنوان یک پریود زمانی در نظر گرفته شده است. دیگر داده مورد استفاده در این مقاله اطلاعات آب و هواست، که شامل دما، میزان رطوبت، میزان فشار، سرعت باد، میزان بارش باران، و شدت نور خورشیدی می‌باشد.

۱-۷ یافتن تاثیر گذار ترین عوامل

همانطور که در بخش قبل ذکر شد، اولین مرحله این رویکرد یافتن تاثیر گذار ترین عوامل می‌باشد بدین منظور، یک شبکه عصبی چند لایه پرسپترون با ۷ ورودی دما، سرعت باد، میزان شدت نور خورشید و بارش باران، میزان رطوبت، آخرین میزان مصرف، شدت نور خورشید و میزان شبنم ساخته می‌شود. این شبکه عصبی دارای ۲ لایه و ۸ نرون در لایه اول و یک نرون در لایه دوم می‌باشد. مجموع وزن‌ها برای هر ورودی محاسبه شده و به علت اینکه تابع فعالیت نرون‌ها دارای یک خروجی مثبت می‌باشد، اگر وزن تخصیص یافته به یک ورودی از میانگین وزن‌ها بیشتر باشد، به عنوان یک عامل تاثیر گذار انتخاب می‌گردد. این یکی از مزیت‌های این رویکرد است، زیرا در مکان‌ها و زمان‌های متفاوت، عوامل تاثیر گذار متفاوت‌اند.

به عنوان مثال در فصل تابستان میزان بارش باران در یک منطقه کویری یک عامل خوب برای پیش‌ینی میزان مصرف انرژی در آینده نمی‌باشد. با توجه به جدول ۱ تاثیر گذار ترین عوامل در رفتار کاربر، دما، میزان مصرف قبلی کاربر و میزان شدت نور خورشید می‌باشد.

جدول (۱): وزن تخصیص یافته به هر عامل

	Wind	Temp	Dewpt	Last cons.	Rain	Humidity	Solar
Wiegth	-3.4984	-0.4760	-3.9918	4.4122	-3.7305	-4.7754	0.8174
Total Avg.	-1.1265						

۳-۷ همچوشه میزان تغییرات محاسبه شده تا به اینجا سه خروجی به عنوان درصد میزان تغییر مصرف بر اساس سه عامل تاثیر گذار، بدست آمده است. بنابراین، این نتایج با استفاده از عملگر IOWA و درجه orness ۰.۹ ترکیب می‌شوند. در این مورد با حل معادله $10 \times 0.9 + 0.1 \times 0.052 < 0.8120 \times 0.136 \times 0.052 < 0.0126 \times 0.0052 < 0.00052$ میزان میانگین مربعات خطای را نشان می‌دهد.

۲-۷ ساخت ANFIS و ترکیب خروجی آن‌ها داده‌های مرحله قبیل را در نظر گرفته، سه بلاک از شبکه‌های عصبی ANFIS و RBF ساخته می‌شود، ورودی این شبکه‌ها، آخرین سه داده مشاهده شده برای هر عامل می‌باشد و خروجی هر شبکه عصبی میزان درصد تغییر مصرف برق در پریود بعدی می‌باشد. به عنوان مثال برای متغیر دما ورودی شبکه ANFIS به صورت $temp_i, temp_{i-1}, temp_{i-2}$ و $temp_{i+1}, temp_{i+2}, temp_{i+3}$ خروجی آن $changeRate$ می‌باشد. الگوریتم بهینه سازی پرندۀ فاخته بر روی شبکه‌های ANFIS و RBF اعمال می‌شود، تا بهترین نتایج را در کمترین زمان بدست آورده شود. سپس "درصد میزان تغییر" محاسبه شده توسط ANFIS و RBF برای هر عامل با استفاده از عملگر IOWA ترکیب می‌شوند.

[8] Guan, C., Luh, P. B., Michel, L. D., Wang, Y., & Friedland, P. B. (2013). Very short-term load forecasting: wavelet neural networks with data pre-filtering. *Power Systems, IEEE Transactions on*, 28(1), 30-41.

[9] Hernández, L., Baladrón, C., Aguiar, J. M., Calavia, L., Carro, B., Sánchez-Esguevillas, A., ... & Gómez, J. (2012). A study of the relationship between weather variables and electric power demand inside a smart grid/smart world framework. *Sensors*, 12(9), 11571-11591.

[10] Hernandez, L., Baladron, C., Aguiar, J. M., Carro, B., Sanchez-Esguevillas, A., Lloret, J., ... & Cook, D. (2013). A multi-agent system architecture for smart grid management and forecasting of energy demand in virtual power plants. *Communications Magazine, IEEE*, 51(1), 106-113.

[11] Hippert, H. S., Pedreira, C. E., & Souza, R. C. (2001). Neural networks for short-term load forecasting: A review and evaluation. *Power Systems, IEEE Transactions on*, 16(1), 44-55.

[12] Hsu, C. C., & Chen, C. Y. (2003). Regional load forecasting in Taiwan—applications of artificial neural networks. *Energy conversion and Management*, 44(12), 1941-1949.

[13] Jang J S R., "ANFIS: AdaptiveNetwork-Based Fuzzy Inference System," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics* 1993, 23(3): 665-685.

[14] Mbamalu, G. A. N., & El-Hawary, M. E. (1993). Load forecasting via suboptimal seasonal autoregressive models and iteratively reweighted least squares estimation. *Power Systems, IEEE Transactions on*, 8(1), 343-348.

[15] N. Hatziargyriou, H. Sano, R. Iravani, and C. Marnay, "Microgrids: An overview of ongoing research development and demonstration projects," (2007) *IEEE Power Energy Mag.*, vol. 27, pp. 78-94,

[16] Taylor, J. W., & Buizza, R. (2003). Using weather ensemble predictions in electricity demand forecasting. *International Journal of Forecasting*, 19(1), 57-70.

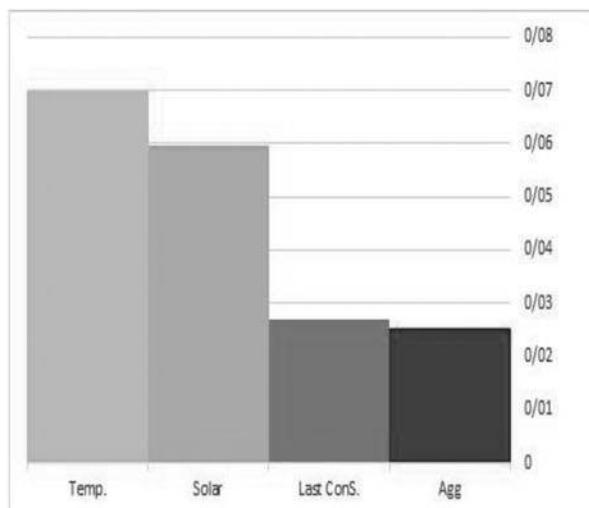
[17] Vemuri, S., Hill, D., & Balasubramanian, R. (1973). Load forecasting using stochastic models. In *Proceeding of the 8th power industrial computing application conference* (Vol. 1, pp. 31-37).

[18] Wang, Y. M., Luo, Y., & Liu, X. (2007). Two new models for determining OWA operator weights. *Computers & Industrial Engineering*, 52(2), 203-209.

[19] X.-S. Yang and S. Deb "Cuckoo search via levy flights," in *Nature Biologically Inspired Computing*, 2009. NaBIC 2009. World Congress on, 2009, pp. 210 -214.

[20] Yager, R. R. (1988). On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decisionmaking. *Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on*, 18(1), 183-190.

[21] Yager, R. R., & Filev, D. P. (1999). Induced ordered weighted averaging operators. *Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics, IEEE Transactions on*, 29(2), 141-150.



شکل (۳) تاثیر همچو شی بر میانگین مربعات خطأ

۸. نتیجه گیری

در این مقاله روش های متفاوت موجود برای کاهش میزان خطأ در پیش بینی مصرف کاربر با یکدیگر ترکیب شده اند. بدین صورت که در ابتدا عوامل تاثیر گذار توسط یک شبکه عصبی برای پرسپکتور شناسایی می شوند سپس خروجی دو شبکه عصبی برای هر عامل تاثیر گذار، مانند میزان مصرف گذشته کاربران و اطلاعات آب و هوايی، با استفاده از عملگر همچو شی IOWA در دو مرحله خروجی آن ها ترکيب می شود. در انتهای با استفاده از داده های موجود از میزان مصرف کاربران و اطلاعات آب و هوايی، نتایج عملی این رویکرد شان می دهد که استفاده از رویکرد همچو شی اطلاعات در پیش بینی میزان مصرف کاربران در شبکه های توزیع هوشمند تاثیر بسزایی در کاهش خطای پیش بینی دارد.

منابع

- [1] Asbury, C. E. (1975). Weather load model for electric demand and energy forecasting. *Power Apparatus and Systems, IEEE Transactions on*, 94(4), 1111-1116.
- [2] Barker, Sean, et al , "Smart*: An open data set and tools for enabling research in sustainable homes" *SustKDD*, August (2012).
- [3] Bunn, D., & Farmer, E. D. (1985). Comparative models for electrical load forecasting.
- [4] Chandler, S. A., & Hughes, J. G. (2013, August). Smart grid distribution prediction and control using computational intelligence. In *Technologies for Sustainability (SusTech)*, 2013 1st IEEE Conference on (pp. 86-89). IEEE.
- [5] Daneshi, H., Shahidehpour, M., & Choobbari, A. L. (2008, May). Long-term load forecasting in electricity market. In *Electro/Information Technology*, 2008. EIT 2008. IEEE International Conference on (pp. 395-400). IEEE.
- [6] Fan, Zhong, et al. "Smart grid communications: Overview of research challenges, solutions, and standardization activities." *Communications Surveys & Tutorials, IEEE* 15.1 (2013): 21-38.
- [7] Gelb, A. (Ed.). (1974). *Applied optimal estimation*. MIT press.

ارائه راهکاری برای راه اندازی بستر نرم افزاری معماری سرویس گرا در یک سازمان بزرگ مقیاس

احسان عطائی^۱، هادی ایرانی^۲

^۱دانشگاه مازندران

ataie@umz.ac.ir

^۲دانشگاه مازندران

dhhadiirani@gmail.com

کلیدواژه:

سازمان بزرگ مقیاس
سرویس
معماری سرویس گرا

چکیده:

امروزه ترکیب سرویس‌های موجود در قالب سرویس‌های درشت‌دانه‌تر و پیاده‌سازی فرایندهای کاری، دغدغه بسیاری از سازمان‌ها و نهادهای داخل و خارج کشور است. یک رویکرد مناسب برای آنکه یک سازمان بزرگ با تشکیلاتی گستره شده در سطح کشور، نرم‌افزارهای سنتی متعدد، و طیف وسیعی از مراجعین بتواند فرایندهای پشت صحنه خدمات به مراجعین خود را مکانیزه و از طریق وب سایت سازمانی ارائه نماید، تلفیق چارچوب معماری سازمانی مناسب با معماری نرم‌افزاری سرویس گرا می‌باشد. برای این منظور، پیش از هر چیز فراهم نمودن یک زیرساخت فنی منطبق، کارآمد و قابل عملیاتی‌سازی لازم خواهد بود. در این مقاله به راه‌اندازی بستر نرم‌افزاری معماری سرویس گرا عنوان یک گام اساسی در فراهم کردن زیرساخت فنی لازم برای مکانیزاسیون خدمات سازمان پرداخته شده و یک راهکار عملی برای این منظور پیشنهاد شده است. این راهکار بصورت موردی در یک سازمان مورد مطالعه و آزمون قرار گرفته و کارآمدی آن با موفقیت مورد سنجش قرار گرفته است.

۱. مقدمه

معماری سرویس گرا^۱ اصطلاحی است برای نشان دادن مدلی که در آن منطق اتوماسیون به واحدهای کوچکتر و مشخصی از منطق تجزیه می‌شود. این واحدها با یکدیگر بخش بزرگتری از منطق اتوماسیون حرفه را تشکیل می‌دهند و هر یک از آنها می‌تواند جدایگانه توزیع شوند [۱].

سرویس عملی است که به وسیله یک سرویس‌دهنده انجام می‌شود و از نظر سرویس‌گیرنده ارزشمند است. چنین سرویسی ممکن است انجام یک درخواست کوچک روی داده مانند دریافت یا ذخیره اطلاعات، یا انجام کاری پیچیده تر مانند پردازش یک تصویر باشد. در معماری سرویس گرا معمولاً سرویس را بصورت خاص‌تر تعریف می‌کنند و به نوعی مضمون آن را با شیء و مؤلفه مرتبط می‌دانند. واضح است که ضرورتی برای استفاده از متداول‌وزی های شیء گرا یا مبتنی بر مؤلفه جهت معماری سرویس گرا وجود ندارد و اصل‌اهمان گونه که همواره تاکید شده است، معماری سرویس گرا مستقل از سکو است. اما می‌توان گفت مفهوم و مضمون «سرویس» شباهت‌هایی با شیء و مؤلفه داشته است. فرض کنید که یک سازمان بزرگ مقیاس نظری بر یک وزارت‌خانه بخواهد ارائه خدمات سازمانی خود را به طور کامل مکانیزه نماید و این کار را طی چند فاز عملیاتی‌سازی تعریف نماید.

1) Service-oriented Architecture

2) Enterprise Architecture

بنابراین در حالیکه راه حل های مبتنی بر BPM امکان ایجاد فرایند های موزونی که از سرویس های خوش دانه تشكیل شده اند را فراهم می نمایند، اما محیط زمان اجرای لازم را برای تعامل سرویس های کم وابسته و ناهمگام ارائه نمی دهد. در نتیجه روش های مبتنی بر BPM به تهایی نمی توانند نیازهای یک معماری سرویس گرا را برآورده کنند و باید با راه حل های یکپارچه سازی سرویس ها درآمیزند.

۲-۳ یکپارچه سازی سرویس گرا

این روش از اصول توصیه شده در معماری سرویس گرا استفاده می کند تا اکو سیستمی از سرویس ها بسازد و کاربران کسب و کار، این سرویس ها را با پویایی بالا ترکیب کنند و فرایند های سطح بالاتر را از آن ها بسازند: فرایند هایی که می توانند پاسخگوی تغییرات دائمی نیازمندی های کسب و کار باشند.

یکپارچه سازی سرویس گرا^۱ (SOI) با اجبار به جداسازی تولید کننده و مصرف کننده هر سرویس، روشی فراتر و موثرتر از یکپارچه سازی برنامه های کاربردی سازمانی^۲ EAI و شیوه های یکپارچه سازی B2B ارائه می دهد [۱۰-۱۲].

مشکل SOI اینست که توصیه ای برای شناخت و ایجاد سرویس های واقعی که نیازمندی های فعلی سازمان را برآورده نماید، نمی کند. همینطور مکانیزمی برای اجرای موثر و کارامد و مقیاس پذیر سرویسها که اجرا و تعامل آن ها را در طولانی مدت تضمین کند در SOI ارائه نشده است.

۳. ارائه پیشنهادی جدید به منظور راه اندازی بستر نرم افزاری معماری سرویس گرا

مکانیزاسیون خدمات یک سازمان بزرگ نیاز به داشتن یک معماری نرم افزاری قابل اطمینان دارد که با نیازها و مشخصات محیط کاری^۳ سازمان مطابقت داشته و امکان پیاده سازی نرم افزارهای لازم در این محیط را فراهم کند. یکی از مهمترین مشخصات چنین محیطی این است که همواره و از جواب مختلف دستخوش تغییرات است. به عبارت دیگر از جنبه کاری باید از طرفی همواره امکان بروز تغییر در رویه های کاری را در نظر داشت و از طرف دیگر نیز باید زمینه لازم برای بهبود و ارتقاء روند کار را فراهم کرد. از جنبه فنی نیز باید حتما قابلیت تطبیق و سازگاری با تغییرات مستمر در تکنولوژی را مورد نظر قرار داد. یکی دیگر از مشخصات این محیط، وجود طیف گسترده ای از سیستمهای داخلی و سازمانهای بیرونی است که باید امکان ارتباط و تعامل بین آنها را فراهم کرد. با توجه به موارد ذکر شده باید گفت که معماری سرویس گرا رویکرد و انتخاب مناسبی برای مکانیزاسیون خدمات سازمان است. طراحی سیستمهای اطلاعاتی و نرم افزاری در این رویکرد از طراحی محیط کاری حاصل می شود و در واقع سیستمهای

نرم افزاری خود را با روند کار تطبیق می دهند و نه بر عکس.

از سوی دیگر ارتباط در ذات این معماری و به عنوان یک مقوله ارزش آفرین قرار دارد و امکان ساخت سیستمهای مرکب^۴ از ترکیب سیستمهای و مؤلفه های دیگر نیز وجود دارد.

یکی از مهمترین مراحل در ساخت سیستمهای نرم افزاری فراهم کردن یک چارچوب نرم افزاری مطابق با دیدگاه برگزیده شده برای معماری نرم افزار است.

این رویکرد را می توان به طور خلاصه رویکرد معماری سازمانی سرویس گرا نامید. با توجه به این مطلب باید گفت در این مرحله که بایستی در تدارک فراهم کردن زیرساخت فنی لازم برای مکانیزاسیون خدمات باشیم، باید به دنبال راه اندازی یک بستر عملی و مطمئن معماری سازمانی سرویس گرا بود که بر اساس آن بتوان مکانیزاسیون خدمات وزارت اخانه را مطابق فازهای مورد نظر پیش برد

برای فراهم سازی چنین زیرساختی، گام های زیر پیشنهاد می شود:

۱. راه اندازی بستر نرم افزاری معماری سرویس گرا

۲. تدوین چارچوب معماری سازمانی سرویس گرا

۳. پیشنهاد پروژه عملیاتی فاز صفر

۴. اجرای پروژه فاز صفر بر مبنای بستر معماری

۵. ارزیابی

در این مقاله، راهکاری برای تحقق گام پیشنهادی اول یعنی راه اندازی بستر نرم افزاری معماری سرویس گرا در یک سازمان بزرگ مقیاس ارائه شده است. ادامه مطالب مقاله به صورت زیر سازمان یافته است: بخش ۲ شامل توضیحاتی مختصر و بررسی روش های موجود و بیان نقاط ضعف آنها می باشد؛ در بخش ۳، مدل پیشنهادی به طور مفصل مطرح شده و مورد بحث قرار گرفته است؛ در نهایت بخش ۴ شامل نتیجه گیری و پیشنهاداتی برای کارهای آینده است.

۲. مرور کارهای گذشته

در این بخش به مطالعه و بررسی سه روش اساسی برای مجتمع کردن سرویس ها و سیستم های اطلاعاتی مجزا و ناهمگون در قالب یک مجموعه برنامه عمده پرداخته شده است.

۲-۱ پاس سرویس سازمان^۵

یکی از روش هایی که در پیاده سازی بهینه SOA به ما کمک می کند، استفاده از ESB به عنوان یک عنصر زیرساختی توزیع سرویس ها در سطح شبکه است [۵-۲]. روش یکپارچه سازی با ESB، سیستم ها را همچون سرویس های گسته ای از هم و توزیع شده ای می بیند که بوسیله یک زیرساخت ارتباطی ناهمگام و پیام گرا به یکدیگر متصل می شوند. ارتباطات پیام گرا^۶ امکان تبادلات مستندگرا^۷ و کم و استه بین سیستم های مستقل را فراهم می نماید.

زیرساخت مرکزی یک چارچوب پیاده سازی معماری سرویس گرا توسط ESB فراهم می شود و چالش های مرتبط با ترکیب، توسعه و مدیریت برنامه های سازمانی توزیع شده و مبتنی بر سرویس را مدیریت می کند. اساس ESB تلفیق قابلیت انتقال پیغام با اتصال سیستم ها با کمک مفاهیم و تکنولوژی ها و استانداردهای مرتبط با وب سرویس، .NET، J2EE و نظایر آن است.

۲-۲ مدیریت فرایندهای کاری^۸

مدیریت فرایندهای کاری (BPM)، سیستم ها و داشته های فناوری اطلاعات را بصورت فعالیت هایی که در قالب فرایندهای کاری خوش تعريف و موزون مشکل شده اند بررسی می کند [۷-۹]. می توان BPM را برای ساخت سیستم های فرایندهایی که اهداف سازمان را برآورده می نمایند به کار برد. اما چالشی که همیشه در ارتباط با وجود داشته اینست که معمولاً ابزارهای BPM را نه برای فرایندهای فعلی محیط فناوری اطلاعات، که برای مدل این فرایندهایی که پیش تر وجود داشته یا فرایندهایی که باید به وجود آید استفاده می کنند.

1) Enterprise

6) Fine Grained

2) Enterprise Service Bus

7) Service Oriented Integration

3) Message Oriented

8) Enterprise Application Integration

4) Document Oriented

9) Business Environment

5) Business Process Management

10) Composite Application

۳-۲ بررسی و شناخت مؤلفه های درونی تشکیل دهنده معماری سرویس گرا

بدست اوردن شناخت از عناصر و اجزاء داخلی یک چارچوب نرم افزاری فراهم کننده بستر سرویس گرا (نظیر گذرگاه^۱ و هماهنگ کننده^۲) شناخت خوبی به دست می دهد که بر مبنای آن می توان با آگاهی بیشتر نسبت به بررسی راه حل های موجود و انتخاب گزینه مناسب از میان آنها انتخاب کرد. این قدم خصوصا برای گام چهارم که هدف از آن بررسی امکان پیاده سازی چنین چارچوبی به صورت محلی می باشد به عنوان یک پیش نیاز ضروری محسوب می شود که تعریف و مشخصات مؤلفه ها برای این منظور را تعیین می کند. بعلاوه این قدم برای گام سوم نیز یک معیار مستقل و بدون پیش داوری در خصوص هر یک از اجزاء تشکیل دهنده یک راه حل مناسب فراهم می کند که بر مبنای آن می توان به ارزیابی بهتری نسبت به اجزاء راه حل ارائه شده توسط یک شرکت پرداخت و در نهایت به قضاوت مناسبتری دست یافت.

با توجه به مطالب عنوان شده واضح است که بررسی مؤلفه های سازنده چارچوب مورد نظر باید حتی المقدور مستقل از یک راه حل خاص یا محصول ارائه شده توسط یک شرکت باشد. برای این منظور بررسی و مطالعه مدل های مرجع سرویس گرا که توسط گروه های مستقل ارائه شده اند می تواند مفید باشد.

در این زمینه مطالعه تعاریف ارائه شده توسط گروه Open Group تحت عنوان [۱۳] SOA-Definition و مدل مرجع ارائه شده توسط گروه OASIS به نام مدل مرجع SOA یا همان [۱۴] SOA-RM مفید خواهد بود.

۳-۳ ارزیابی راه حل ها و محصولات ارائه شده توسط شرکت ها و گروه های معتبر

با گستردگی شدن مفاهیم و اصول معماری سرویس گرا، شرکت های تجاری و گروه های کاری معتبر و شناخته شده نظیر IBM و Oracle و Sun و Apache نیز اقدام به ارائه بستر و راه حل کامل به منظور حمایت از این سبک معماری کرده اند. گروهی از این راه حل ها مستلزم خرید مجوز استفاده آنها است و گروهی دیگر نیز به صورت متن باز و با مجوزهای مختلف ارائه شده اند. استفاده از راه حل های ارائه شده توسط چنین شرکت هایی را می توان به عنوان یک گزینه مناسب و مطمئن در تهیه چارچوب نرم افزاری سرویس گرا دانست. بعلاوه، با بررسی زیرساخت ارائه شده توسط این شرکت ها می توان شناخت عمیق تری از ویژگی های یک راه حل مطلوب برای حمایت از معماری سرویس گرا به دست آورد. با توجه به این مطلب است که ارزیابی راه حلها و محصولات ارائه شده توسط شرکت ها و گروه های معتبر به عنوان یکی از قدم ها در تدارک چارچوب نرم افزاری سرویس گرا در نظر گرفته شده است.

۳-۴ بررسی امکان پیاده سازی یک بستر داخلی با استفاده از مؤلفه های موجود

یکی از گزینه های موجود برای تهیه یک چارچوب نرم افزاری سرویس گرا پیاده سازی آن به صورت محلی می باشد که با توجه به مشکلات احتمالی موجود در راه خریداری محصولات آماده در بازار نباید آن را از نظر دور داشت و آن را می توان در صورت بروز مشکلات مالی و یا مشکلات ناشی از دشواری خرید به علت تحریم های تجاری به عنوان یک گزینه جایگزین در نظر گرفت.

با انتخاب معماری سرویس گرا به عنوان بستر نرم افزاری مورد نظر برای انجام مکانیزاسیون خدمات سازمان یا نهاد بزرگ مقیاس، فراهم نمودن یک چارچوب نرم افزاری مناسب که بر مبنای آن بتوان به ساخت سیستمهای نرم افزاری با رویکرد سرویس گرا پرداخت از همیت بالایی برخوردار است. مانیز از همین رو در طرح پیشنهادی خود، راه اندازی یک بستر نرم افزاری معماری سرویس گرا را به عنوان اولین گام در نظر گرفته ایم. هدف از این گام ارائه یک چارچوب است که مؤلفه های داخلی تشکیل دهنده زیرساخت این معماری را پیاده سازی کرده و خدمات فنی لازم مطابق با استانداردهای رایج در این راستا رانیز فراهم کند.

قدمهایی که در این پژوهش به منظور راه اندازی بستر نرم افزاری معماری سرویس گرا در نظر گرفته شده اند عبارتند از:

۱. تکمیل مشخصات والزمات چارچوب نرم افزاری

۲. بررسی و شناخت مؤلفه های درونی تشکیل دهنده معماری سرویس گرا

۳. ارزیابی راه حلها و محصولات ارائه شده توسط شرکتهای معتبر

۴. بررسی امکان پیاده سازی یک بستر داخلی با استفاده از مؤلفه های موجود

۵. تصمیم گیری در خصوص انتخاب راه حل و اجرای آن

عز تعریف یک پروژه از مایشی و اجرای آن بر اساس راه حل برگزیده در ادامه این قسمت در خصوص هر یک از این مراحل توضیحی ارائه می شود.

۱-۱ تکمیل مشخصات والزمات چارچوب نرم افزاری

اولین قدم در این راستا تعیین مشخصات چارچوب مفروض و خدمات مورد انتظار از آن می باشد هرچند بسیاری از این خدمات با توجه به تعریف و مشخصات عمومی معماری سرویس گرا قابل تعیین می باشند؛ ولی یک بررسی اولیه به منظور تعیین حدود مسئله و تطبیق با نیازهای سازمان ضروری به نظر می رسد از همین رو از این مرحله به عنوان تکمیل مشخصات والزمات چارچوب نرم افزاری باد شده است. در این قسمت یک لیست از الزامات اولیه این چارچوب تهیه شده است که در ادامه از آنها نام برده می شود:

۱. امکان تعریف سرویسهای نرم افزاری قابل استفاده مجدد در لایه های مختلف

۲. امکان استفاده از سرویسهای نرم افزاری، بدون وابستگی به چگونگی پیاده سازی آنها

۳. فراهم کردن اتصال سست^۳ بین مؤلفه های سرویس دهنده و سرویس گیرنده

۴. امکان ایجاد ارتباط و ارسال پیغام بین سیستمهای با تکنولوژی متفاوت

۵. امکان ترکیب سرویسها و ایجاد سرویسها مرکب با امکان تعریف جریان کاری آنها

عز امکان دسترسی کاربران بیرونی به سرویسها از طریق درگاه^۴ ورودی سازمان

۷. استفاده از استانداردهای رایج نظری، HTTP, JMS, WSDL, UDDI, SOAP, BPEL, WS-QoS در سطوح مختلف

۸. امکان نظارت و بازبینی سرویسها

1) Loosely coupling

2) Portal

3) Bus

4) Orchestrator

البته در این حالت باید بررسی مبسوطی در مورد سازگاری راه حل و میزان استفاده از آن در شرکت‌ها و سازمان‌های بزرگ و وزارت‌خانه‌ها، نحوه دریافت پشتیبانی، و مشکلات احتمالی دریافت خدمات پشتیبانی با توجه به تحریم‌ها صورت گیرد.

در صورتی که به هر یک از دلایل فوق انتخاب موارد یک یا دو امکان‌پذیر نباشد، می‌توان به منظور جلوگیری از بروز تأخیر در اجرای پروژه، راه حل پیاده سازی داخلی را به صورت موقتی و تا زمان رفع موانع احتمالی و تهیه محصولات در نظر گرفت.

گزینه‌های سوم تا پنجم شامل حالت‌های مختلف امکان پیاده سازی چارچوب نرم افزاری به صورت محلی می‌باشند. گزینه سوم در این میان مربوط به پیاده سازی چارچوب با استفاده از نیروهای درون سازمان می‌شود. با وجود اینکه سرعت این گزینه می‌تواند نسبت به بقیه موارد بیشتر باشد، ولی نقطه ضعف بزرگ آن کمبود نیروی متخصص انسانی در سازمان است. پیاده سازی الزامات و مشخصات چارچوب در گزینه‌های چهارم و پنجم به یک شرکت پیمانکار بیرونی واگذار می‌شود؛ با این تفاوت که در گزینه چهارم یک شرکت مستقل فقط برای پیاده سازی چارچوب در نظر گرفته شده است ولی در گزینه پنجم همان شرکت مجری پروژه مکانیزاسیون مسئولیت ساخت چارچوب مفروض را نیز بر عهده خواهد داشت.

در هر صورت باید در نظر داشت که این چارچوب به عنوان بستر نرم افزاری ساخت و توسعه سیستمهای نرم افزاری سازمان در طول چرخه کاری ساخت و توسعه مورد استفاده قرار خواهد گرفت و طیف گستردگی از کاربران و استفاده‌کنندگان را در بر خواهد گرفت. این طیف شامل شرکتهای مجری پروژه مکانیزاسیون در مراحل مختلف ساخت و نیز گروه فنی داخل سازمان در مراحل نگهداری و توسعه خواهد بود. از همین رو فراهم کردن یک چارچوب مطمئن و مناسب که چنین طیف وسیعی را نیز پوشش دهد و در یک بازه زمانی طولانی نیز قابل استفاده باشد، از اهمیت بالایی برخوردار است.

۶-۳- تعریف یک پروژه آزمایشی و اجرای آن بر اساس راه حل برگزیده و ارزیابی

در این مرحله و پس از فراهم شدن چارچوب نرم افزاری سرویس گرا به منظور حصول اطمینان از کارکرد چارچوب (در صورت انتخاب گزینه پیاده سازی چارچوب) و آشنازی بیشتر با امکانات و قابلیتهای آن (در صورت انتخاب گزینه خریداری چارچوب یا استفاده از چارچوب متن‌باز) یک پروژه آزمایشی تعریف شده و بر اساس چارچوب منتخب پیاده سازی می‌شود. از آنجا که هدف از این مرحله فقط انجام برسیهای بیشتر بر روی چارچوب می‌باشد نیازی نیست که این پروژه حتماً در محدوده کاری سازمان قرار داشته باشد. در واقع هدف از این مرحله بررسی چگونگی برآورده کردن مشخصات و الزامات چارچوب مفروض بوده و هر پروژه نوعی که با خواص عمومی یک سیستم سرویس گرا مطابقت داشته باشد را می‌توان برای این منظور تعیین کرد. اندازه این پروژه نیز باید زیاد بزرگ باشد به گونه‌ای که بتوان در یک مدت زمان محدود و بدون درگیر شدن با جزئیات اجرایی آن را به انتهای رساند.

پس از پایان اجرای پروژه نیز بر اساس نتایج بدست آمده، به ارزیابی این نتایج پرداخته می‌شود و در صورت لزوم، انجام تغییرات یا اضافه کردن قابلیتهای جدیدی به آن در نظر گرفته می‌شود. امکانات و قابلیتهای چارچوب نیز باید به طور کامل مستند شوند تا در مراحل بعدی و برای آموزش افراد و مجریان آتی پروژه مورد استفاده قرار گیرند.

. بعلاوه این گزینه را می‌توان در صورت بروز تأخیر در اجرای راه خریداری محصولات به عنوان یک راه حل موقتی تا زمان فراهم شدن آنها و به منظور جلوگیری از ایجاد وقفه و تأخیر در راه اجرای پروژه مکانیزاسیون خدمات سازمان در نظر گرفت.

با توجه به مسائل عنوان شده و در نظر گرفتن اینکه امروزه با استفاده از قطعات و مؤلفه‌های با متن باز که توسط برخی از شرکت‌ها و گروه‌های کاری نظری Apache و RedHat Sun ارائه شده است، امکان پیاده سازی این چارچوب به صورت محلی نیز دور از ذهن به نظر نمی‌رسد، بررسی امکان پیاده سازی یک بستر داخلی بر اساس تلفیق مؤلفه‌های موجود به عنوان گام دیگری در راه فراهم کردن چارچوب نرم افزاری سرویس گرا در نظر گرفته شده است.

برای انجام این قدم گزینه‌های اجرایی مختلفی وجود دارد که تفاوت میان آنها در میزان گستردگی و محدوده بررسیهای در نظر گرفته شده برای این منظور می‌باشد. در این قدم حداقل باید امکانات موجود به صورت متن باز برای هر یک از مؤلفه‌های تعیین شده در مرحله دوم را مورد شناسایی و ارزیابی قرار داد و موارد عملی مناسب برای هر مؤلفه را نیز پیشنهاد نمود. همچنین با در نظر داشتن محدودیتهای زمانی انجام این مرحله می‌توان امکان تجمیع این مؤلفه‌ها با یکدیگر و انجام تغییرات احتمالی به منظور دست یافتن به الزامات مفروض در مرحله اول را نیز در این گام مورد بررسی قرار داد. به طور خلاصه می‌توان گزینه‌های ممکن در انجام این گام را شامل یکی از موارد زیر دانست:

۱. مطالعه مؤلفه‌های متن باز موجود برای هر یک از عناصر چارچوب و پیشنهاد موارد مناسب
۲. راه اندازی عملی هر یک از مؤلفه‌های پیشنهادی و ارزیابی و آزمون واحد هر یک از آنها
۳. تجمیع مؤلفه‌های مختلف چارچوب با یکدیگر و انجام آزمون تجمعی
۴. پیاده سازی موارد نقص هر یک از مؤلفه‌ها نسبت به الزامات مفروض چارچوب

۵-۳- تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب راه حل و اجرای آن

در این قدم و پس از بررسیهای به عمل آمده در خصوص گزینه های موجود به منظور فراهم کردن چارچوب نرم افزاری سرویس گرا می‌توان نسبت به انتخاب گزینه مناسب اقدام کرد. به طور کلی می‌توان چهار گزینه زیر را در جهت تصمیم گیری در این خصوص مورد نظر داشت:

۱. خرید راه حل ارائه شده توسط یکی از شرکتهای معابر
۲. بکارگیری راه حل متن باز ارائه شده توسط یکی از شرکت‌ها یا گروه‌های معابر
۳. پیاده سازی داخلی چارچوب درون سازمان

۴. پیاده سازی داخلی چارچوب توسط یک شرکت مستقل

۵. پیاده سازی داخلی چارچوب توسط شرکت مجری مکانیزاسیون

گزینه اول در صورت امکان گزینه مناسبی به نظر می‌رسد ولی مشکلات اجرایی موجود در آن را می‌توان از نقاط ضعف این راه حل ناشی کرد. این مشکلات را می‌توان ناشی از مسائل مالی و یا محسوب کرد. این مشکلات این راه را با نتایج ایجادی از این راه حل محدودیتهای مالی خرید در سازمان و در صورت امکان دریافت خدمات پشتیبانی مناسب با هزینه معقول، قابل گزینش است.

۴ نتیجه‌گیری

در این مقاله، یک راهکار جامع برای پیاده‌سازی بستر نرم افزاری معماری سرویس‌گرا در یک سازمان بزرگ مقیاس ارائه شده است. بستری مناسب که جهت تدارک زیرساخت فنی لازم برای مکانیزاسیون خدمات سازمان مورد مطالعه ضروری است. در واقع هدف از این گام ارائه یک چارچوب بوده است که مولفه‌های داخلی تشکیل دهنده زیرساخت معماری سرویس‌گرا را پیاده سازی کرده و خدمات فنی لازم مطابق با استانداردهای رایج در این راستا را نیز فراهم کند. این راهکار در سازمان مورد مطالعه پیاده‌سازی شده و نتایج قابل قبولی هم از دید مدیریت فناوری اطلاعات سازمان، هم از دیدگاه کاربران و مراجعین داشته است. از آنجا که ساخت و توسعه سیستمهای اطلاعاتی در چینی سازمانهای بزرگ مقیاسی نیاز به ساختار منسجمی برای تشریح اهداف و عملکرد کاری سازمان و چگونگی تحقق آنها در سیستمهای اطلاعاتی دارد، برنامه پژوهشی آینده ما، تدوین چارچوب معماری سازمانی سرویس‌گرا برای این سازمان‌ها خواهد بود چارچوب جامعی که بتواند چارچوب معماری سازمانی مناسب را بخوبی با معماری نرم افزاری سرویس‌گرا تلقیق نماید.

مراجع

- [1] D. Sprott and L. Wilkes, Understanding Service-Oriented Architecture, <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa480021.aspx>, 2004.
- [2] J. Ryan, "Rethinking the ESB: building a secure bus with an SOA gateway", Elsevier Journal of Network Security, Vol. 2012, No. 1, 2012.
- [3] M. Luo, B. Goldshlager and L. Zhang, "Designing and implementing Enterprise Service Bus (ESB) and SOA solutions", IEEE International Conference on Services Computing, 2005.
- [4] M. Schmidt, B. Hutchison, P. Lambros and R. Phippen, "The Enterprise Service Bus: Making service-oriented architecture real," IBM Systems Journal, Vol. 44, No. 4, pp. 781-797, 2005.
- [5] X. Bai, X. Jihui, C. Bin and X. Sinan, "DRESR: Dynamic Routing in Enterprise Service Bus," in the proceedings of IEEE International Conference on e-business Engineering, pp. 528-531, 2007.
- [6] J. Weerdt, et al, "Process Mining for the multi-faceted analysis of business processes-A case study in a financial services organization," Elsevier Journal of Computers in Industry, Vol. 64, No. 1, pp. 57-67, 2013.
- [7] G. Groner, et al, "Modeling and Validation of Business Process Families", Journal of Information Systems, Vol. 38, No. 5, pp. 709-726, 2013.
- [8] W. Van der Aalst, "Business Process Management: A Comprehensive Survey", ISRN Software Engineering, 2013.
- [9] S. Sadiq, G. Governatori, K. Namiri, "Modeling Control Objectives for Business Process Compliance," in Proceedings of 5th International Conference on Business Process Management, pp. 149-164, 2007.
- [10] G. Sivakumar, et al, "SOI (Service Oriented Integration) and SIMM (Service Integration Maturity Model), an Analysis," in Proceedings of 6th Word Congress on Services, pp. 178-182, 2010.

رديابي اتومبيل هاي متدرك در فايل ويدئوي

آيدين مسروور، محمدرضا اصغری اسکوئی

Aldin.masroor@atu.ac.ir

Oskoel@atu.ac.ir

كلیدواژه:

بيانی ماشین
تشخیص حرکت
شار نوری
الگوریتم هورن و شانک
فیلتر مدین و طبقه بند میانگین

تشخیص اتومبل های متدرك در فیلم های ویدئویی یک از چالش های بحث برانگیز در زمینه ای علوم رایانه می باشد. چالشی که هنوز به طور یقین به پاسخی قطعی و دقیق نرسیده است. معمولاً در مقالات علمی فقط به تشخیص اجسام متدرك در فیلم ها بستنده می کنند و تلاشی برای اینکه نوع و کلاس آن اجسام را از یکدیگر متمایز کنند صورت نمی گیرد. مثلاً فهم این موضوع که جسم متدرك در خیابان عابر پیاده است یا اتومبل معمولاً از قلم می افتد. در این مقاله سعی داریم که راه حلی ارائه دهیم که توسط آن بتوان اتومبل های متدرك در یک خیابان را از موتورسواران، عابرین پیاده و ... تمیز داد. در ابتدا سعی می کنیم تمامی اجسام متدرك در تصویر را شناسائی نموده، سپس با استفاده از ویژگی هایی که بکار می بریم اتومبل ها را از سایر اجسام متمایز نماییم.

چکیده:

[۶] مسئله به عنوان جداسازی پیش زمینه (اجسام متدرك) از پس زمینه (اجسام ثابت) در نظر گرفته می شود. در ابتدا توسط یک مدل گاوی سعی شده تا اتومبل های متدرك یافته شوند سپس با استفاده از کالیبراسیون دوربین، از مختصات دو بعدی در تصویر، نگاشتی به مختصات سه بعدی در فضای واقعی صورت گرفته است. در نهایت نیز با استفاده از متدهای پیش بینی ناحیه و متدهای مبتنی بر ویژگی سعی شده تا اتومبل ها در فضای سه بعدی ریدیابی شوند. نویسنده‌گان این مقاله توانسته اند تا به تقریب مناسبی از سرعت اتومبل های در حال حرکت برسند.

[۳] سعی شده تا توسط شار نوری لوکاس کاتادی اتومبل ها ریدیابی شده و سرعت متوسط حرکت آنها در دو بعد تصویر حساب شود. به این ترتیب که سرعت حرکت با توجه به مقدار جابجایی مرکز ثقل اتومبل ها بدست می آید.

[۵] از سایه ای زیر اتومبل ها برای تشخیص اتومبل استفاده می شود. همچنین فاصله ای بین لاستیک جلو باعقب و خطوط خیابانی تشخیص داده می شوند و برای تمیز اتومبل ها از یکدیگر بکار گرفته می شوند. نویسنده‌گان این مقاله مقدار آستانه ای برای جداسازی پیش زمینه از پس زمینه انتخاب کرده اند که در طول روند اجرای الگوریتم این مقدار بروز رسانی می شود.

در این مقاله ما سعی کرده ایم تا ترکیبی از آنچه که گفته شد را گردآوری کرده و نقص های آنها را بطرف نماییم. در ابتدا شار نوری را برای کل تصویر محاسبه می نماییم سپس توسط طبقه بند میانگین، هر پیکسل را به عنوان پس زمینه یا پیش زمینه در نظر می گیریم. یعنی تمامی اجسام متدرك را از بقیه متمایز می نماییم. حال توسط ویژگی های مساحت و اکستنت اجسامی که به اتومبل شیوه هستند را استخراج نمودیم. نقطه ای قوت کار ما در این است که می توان اتومبل ها را حتی از عابرین پیاده و موتورسواران تمیز داد.

امروزه تشخیص برلحظه ای اتومبل ها در تصاویر ویدئویی جایگاه ویژه ای در زندگی ما پیدا کرده است. از کاربرد فراوان آن می توان به این موارد اشاره نمود: سیستم کمک راننده، امنیت و سیستم های نظارت بر ترافیک.

معمولًا دوربین هایی در ارتفاعی از سطح شهر نصب می شوند و تصاویر فیلم برداری شده را برای تحلیل به مراکز نظارت بر ترافیک می فرستند و در آنجا اطلاعاتی مانند حجم ترافیک در قسمت مورد مطالعه از شهر، میزان تردد از خیابان ها و سرعت اتومبل ها و ... پردازش می شوند و به دست می آیند. هرچه که این دوربین ها در سطح مرتفع تری قرار بگیرند سطح وسیع تری از شهر را پوشش می دهند و باعث کاهش هزینه ای ناشی از نصب متعدد دوربین ها می شود ولی این امر باعث بروز مشکلاتی می شود مثلاً اتومبل هایی که در فاصله ای دور از دوربین در حال تردد هستند، احتمال شناسائی کمی دارند.

در این مقاله سعی شده تا روندی ارائه دهیم که تا حدی براین مشکلات فایق آییم. همانطور که گفتیم این مسئله به روشنی که جواب دقیق و قطعی را تولید کند تا به حال منتهی نشده است یعنی تمامی روش ها تاحدی ضعف و نقص هایی دارند. مثلاً سیستم هایی که برای تشخیص اتومبل ها از ویژگی رنگ و یا سایه ای زیر اتومبل استفاده می کنند تحت شرایط مختلف نوری قادر به پاسخگویی صحیح نیستند. همچنین روش هایی که از ویژگی های تشخیص گوش، تقارن و یا تکستچر بهره می برند، در محیط های پیچیده دچار اشتباہ می شوند.

[۴] نگوین و همکارش الگوریتم رنگی ارائه دادند که ضعف کارهای قبلی را تا حدی پیو شاند. در این مقاله تابع برآزنده بگونه ای تعریف شده که اطلاعات یک ماشین را از طریق اطلاعات مربوط به لبه ها، موقعیت و جهت حرکت شی متدرك بدست آورد. این مقاله موفق بوده است که عابرین پیاده و ... را به عنوان اتومبل تشخیص ندهد.

پس به این نتیجه می رسیم که شارهای نوری به تهابی برای تشخیص حرکت اجسام مناسب نیستند یعنی نیازمند پالایش این شارها می باشیم، برای رسیدن به این مهم فرض می کنیم که U شار نوری مربوط به پیکسلی در موقعیت $(x,y)=X$ ، در فریم t آمباشد، که محاسبه کرده ایم، علاوه بر این میانگین مجنوز اندازه ای تمامی شارهای بسته آمده از اولین فریم تا فریم 1-t را به می نامیم، برای تعریف متحرک و یا ثابت بودن پیکسل X از دسته بندی زیر استفاده می کیم، پیکسل X در فریم t-1، متحرک است اگر $|U_t| \geq |U_{t-1}|$ و ساکن است اگر $|U_t| < |U_{t-1}|$.

پیکسل های متحرک را با مقدار ۲۵۵ (رنگ سفید) و پیکسل های ثابت را با ۰ (رنگ سیاه) مشخص می کنیم، بنابراین، متناظر با هر فریم که شار نوری پیکسل هایش حساب شده اند، یک فریم که فقط از رنگ سیاه و سفید تشکیل شده است بسته می آوریم، به شکل ۲ بنگردید و شکل ۲-۱ ب قسمت های سفید متناظر تمامی اجسام متحرک در شکل ۲-الف می باشند در قسمت های آتشی سعی داریم تا محل اتومبیل های متحرک را به کمک این ناحیه های سفید تشخیص دهیم.



شکل ۲-الف- اتومبیل ها و عابرین در حال حرکت



شکل ۲-ب- تشخیص پس زمینه از پیش زمینه

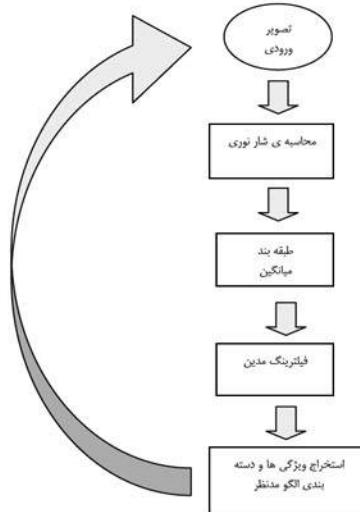
۴- فیلتر مدنی: همانطور که در شکل ۲-ب مشاهده نمودیم در برخی از بخش های تصویر قسمت هائی سفید مشاهده می شوند که در قسمت متناظر شان در شکل ۲-الف هیچ جسمی متحرک یافت نمی شود این بخش هایی که اشتباها متحرک شناسایی شده اند در حقیقت نویز می باشند سعی می کنیم در حد امکان توسط فیلتر مدنی این نویز ها را حذف کنیم، اندازه ای فیلتر مدنی با سرعت اجرای الگوریتم رابطه ای معمکوس دارد یعنی هرچه این اندازه بزرگر باشد اجرای الگوریتم کنترل می شود همچنین برای سایر های خیلی کوچک نیز فیلترینگ تأثیر بسزایی در حذف نویز ندارد، پس با سعی و خطا باید سایز فیلتر را تعیین کنیم.

در شکل ۳، نتیجه ای اعمال فیلتر مدنی بر شکل ۲-ب را مشاهده می کنیم که بسیاری از نویزها حذف شده اند.



شکل ۳- تصویر حذف نویز شده

۲. الگوریتم ارائه شده ی اتومبیل های متحرک همانطور که گفته شد در این مقاله تصمیم داریم که اتومبیل های متحرک در یک فیلم را تشخیص دهیم، فیلمی که الگوریتم خود را برروی آن امتحان نمودیم، از پایگاه داده ای داشتگاه MIT انتخاب شده است [۷]. الگوریتم کلی ما به شکل زیر است.



شکل (۱) الگوریتم ارائه شده در این مقاله

۱- تصویر ورودی: تصاویر داده ای مایک چهار راه رانشان می دهد که وسایل نقلیه در آن تردد می کنند. این تصاویر دارای ابعاد 480×720 پیکسل می باشند برای تمامی فریم ها در فیلم مذکور مراحل ۲-۱ و ۲-۵ را تکرار می نماییم.

۲- شار نوری: اولین گام، محاسبه ای شار نوری برای هر دو فریم متولی از تصاویر، در فیلم مذکور می باشد. شار نوری در حقیقت تخمینی دو بعدی از حرکت یک جسم در فضای سه بعدی است به عبارت دیگر، حرکت اجسام در فضای سه بعدی را در تصویر که دو بعدی است تخمین می زیم، الگوریتم هورن و شانک الگوریتم منتخب مایک چهار راه را محاسبه ای شار نوری است که تقریباً شارهایی هموار با سرعت مناسبی تولید می کند.

برای محاسبه ای شار نوری پیکسلی به موقعیت $(x,y)=X$ ، باید معادله ای زیر را مینیمم کنیم

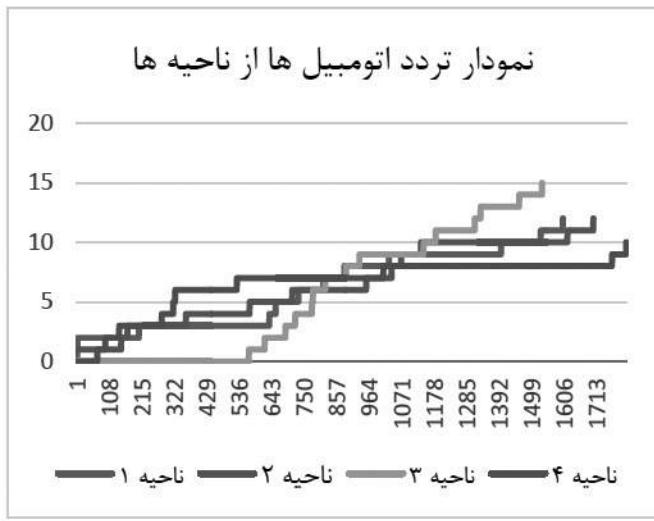
$$\min_{u,v} \int_{\Omega} (I_x u(X) + I_y v(X) + I_t)^2 d\Omega + \lambda \int_{\Omega} (|\nabla u(X)|^2 + |\nabla v(X)|^2) d\Omega \quad (1)$$

توصیف فرمول ۱ در قسمت ضمائم آمده است [۱].

۳- طبقه بند میانگین: هدف این طبقه بند، این است که به کمک شارهای نوری بسته آمده در مرحله ای قبل، پیش زمینه را از پس زمینه متمایز کنیم، در واقعیت وقتی از جسمی فیلم برداری می شود حتی اگر جسم ساکن باشد معمولاً در هر دو فریم متولی از ویدئو، شدت نوری پیکسل ها ثابت نمی ماند و اندکی تغییر را دارند- این به علت تغییر تعداد فوتون ها در طی زمان و یا تغییرات میزان نور می باشد- نتیجتاً وقتی شارهای نوری را حساب می کنیم، برای پیکسل اجسام ساکن ممکن است شاری هرچند کوچک و غیر صفر بسته آوریم یعنی آنها را متحرک فرض کردیم که این خلاف واقعیت است.



شکل ۴- ناحیه بندی تصاویر



شکل ۵- نمودار عبور و مرور اتومبیل ها از چهار ناحیه

در شکل ۵ محور افقی گویای شماره فریمی است که یک اتومبیل از یک ناحیه خارج شده و یا به آن وارد شده است. محور عمودی گویای تعداد تجمعی اتومبیل هایی است که از یک ناحیه تردد کرده اند در این شکل هر پله نشان دهنده ای تردد یک اتومبیل از ناحیه ای مربوطه اش می باشد.

مثلا در فریم ۵۶۸، در ناحیه ۳، اولین اتومبیل تردد داشته یا اینکه در فریم ۵۶۹ نهمنین اتومبیل از ناحیه ۴ تردد کرده است. همانطور که واضح است: از ۱۷۶۴ آنجا که میله ای سبز رنگ بیشترین ارتفاع را دارد پس می توان گفت، بیشترین تردد از ناحیه ۳ صورت گرفته همچنین میله ای بنفش کمترین ارتفاع را دارد پس می توان گفت، کمترین تردد از ناحیه ۴ صورت گرفته است. تردد وسایل نقلیه از ناحیه ۳ سریعتر از بقیه نواحی است زیرا که پله های میله ای سبز رنگ در راستای افقی زیاد کشیده نمی باشند. در نواحی ۲، ۱ و ۴ در ابتدای فریم اتومبیل هایی تردد داشته اند در حالی که اولین تردد از ناحیه ۳ حدود فریم ۵۶۸ ام انجام شده است. در ضمن آخرین تردد انجام شده در طی این یک دقیقه فریم مربوط به ناحیه ۴ می باشد.

نتایج بدست آمده از عبور و مرور اتومبیل ها:

در هر بر اجرای الگوریتم گاهی اتومبیل هایی را شناسائی نمی کنیم، گاهی عابرین را به عنوان اتومبیل شناسائی می کنیم، در کل چنین خطاهایی اجتناب ناپذیرند. در توصیف الگوریتم از چهار پارامتر Ar ، $MedianSize$ ، $eaLimit$ ، $ExtenLimit$ ، $eaLimit$ ، Ar استفاده کردیم. با تغیر در هر یک از این پارامترها را آورده ایم.

۲-۵ استخراج ویژگی ها و دسته بندی الگوی مد نظر: در مرحله ۵ قبل تمامی ناحیه های متاخر که تصویر را شناسایی کردیم. حال از این ناحیه ها باید آن ناحیه هایی که متناظر با اتومبیل های متاخر هستند تمایز شوند، در حقیقت با ویژگی هایی که انتخاب می کنیم باید این تمایز ها را ایجاد کنیم. در این مقاله از ویژگی های مساحت و اکستنت استفاده کردیم که این ویژگی ها را با سعی و خطأ بزرگ تر باشد.

۱-۵-۱ مساحت: در بخش ۲-۴ ناحیه های متاخر که حذف نویز شده بدست آمدند. حال مساحت هر ناحیه ای متاخر که حذف نویز شده پیکسل های سفید رنگ در آن ناحیه فرض می کنیم. واضح است که قاعده مساحت یک اتومبیل متاخر در تصاویر باید از مساحت عابرین پیاده بزرگ تر باشد.

پس یک کران پایین برای مساحت اتومبیل ها در نظر می گیریم و مساحت های بزرگتر از آن را به عنوان اتومبیل در نظر می گیریم. این کران پایین که با سعی و خطأ بدست می آید را $AreaLimit$ می نامیم.

۲-۵-۲ اکستنت: میدانیم هر کدام از ناحیه های سفید رنگ شکل ۳-۳ در یک مستطیل محاط می شوند، حال اکستنت ناحیه ای زرا برابر تقسیم مساحت ناحیه ای A بر مساحت مستطیل محاط برنامه ای $ExtentLimit$ در نظر می کنیم. از آنجا که عابرین پیاده در فیلم ما دارای سایه ای تقریباً عمودی بر خودشان می باشند این امر باعث می شود تا ناحیه ای سفید رنگ متناظر با آنها دارای مستطیل محاط شناخته می شوند اما توسط ویژگی دیگر خیر. همانند اکستنت کمتری نسبت به اتومبیل ها خواهد بود. همانند قسمت ۲-۵-۱ با سعی و خطأ کرانی پایین به عنوان اتومبیل متاخر که دارای اکستنت بزرگتر از این مقدار هستند را $eaLimit$ می نامیم.

دو ویژگی مساحت و اکستنت را برای یافتن اتومبیل ها استفاده کردیم. لازم است بدانیم که ممکن است برخی ناحیه ها توسط یک ویژگی اتومبیل شناخته می شوند اما توسط ویژگی دیگر خیر. در نهایت باید اشتراک پاسخ این دو ویژگی را به عنوان اتومبیل متخرک بدانیم.

اینک برای تشخیص اتومبیل ها در فریم بعدی ویدئو، آن فریم را می خوانیم و به مرحله ۲-۲ باز می گردیم.

۳. نتیجه

سیستم های هوشمند نظارت بر ترافیک امروزه در بسیاری از جهات به کمک انسان آمده اند. مسیریابی، نظارت بر رعایت قوانین راهنمایی و رانندگی، تشخیص تصادفات، بسیاری از موارد دیگر همه توسط سیستم های هوشمند قابل پیاده سازی هستند اما همچنان مشکلاتی پارچه ای باشند که زمینه ای تحقیق در این زمینه را همچنان پر اهمیت نگه داشته اند در این مقاله سعی کردیم تا بخش کوچکی از مسائلی که انسان با آنها تعامل دارد را هوشمند کنیم. نظارت بر ترافیک خیابان ها، میزان اشغال چهار راه توسط اتومبیل ها دو هدف اصلی در این مقاله می باشند. در ادامه نتایج حاصل از تردد اتومبیل ها از محل فیلم برداری و میزان درستی الگوریتم خود را شرح می دهیم.

نتایج بدست آمده از عبور و مرور اتومبیل ها: همانطور که در شکل ۴-۴ بینیم، تصویر را به چهار ناحیه تقسیم کردیم، عبور و مرور اتومبیل هایی که ردیابی می شوند را طی یک دقیقه زیر نظر گرفتیم و ورود و خروج آنها در هر یک از چهار ناحیه را ثبت نمودیم. نتیجه ای حاصل از تردد اتومبیل ها از این چهار ناحیه در شکل ۵ آمده است.

λ، ضریب هموار سازی نام دارد هرچقدر که این ضریب بزرگتر اختیار شود در حقیقت حرکت های بزرگتر برای ما مهم تر خواهد شد (یعنی در تصویر به دنبال حرکت های سریع و بزرگ می باشیم نه حرکت های کند و کوچک)، دامنه ای تصویر می باشد

مراجع

Wedel, Andreas, Cremers, Daniel: "Stereo Scene Flow for 3D Motion Analysis", Springer, 2011.

Umbaugh, Scott: "Digital Image Processing and Analysis: Human and Computer Vision Applications with CVIPtools", Second Edition, 2010

Shukla, D, Patel, E: "Speed Determination of Moving Vehicles using Lucas Kanade Algorithm", Vol.2, International Journal of Computer Applications Technology and Research, 2013

Nguyen, VD, Nguyen, TT, Nguyen, DD, Lee, SJ, Jeon, JW: "A Fast Evolutionary Algorithm for Real-Time Vehicle Detection", Vol.62, No.6, IEEE Transaction on Vehicular Technology, 2013.

Iwasaki, Yoichiro, Itoyama, Hisato: "Real-Time Vehicle Detection Using Information of Shadows Underneath Vehicles", Department of Information Engineering, 2006.

Gao, Z, Liu, X, Wang, W, Xiong, H: "Traffic Information Acquirement Using Highly-Mounted Video Camera", 2013

MIT~Dataset: <http://www.ee.cuhk.edu.hk/~xgwang/MITtraffic.html>

جدول ۱ تنظیمات مختلف برای پیاده سازی الگوریتم

	AreaLimit	ExtentLimit	λ	MedianSize
تنظیمات ۱	۷۰۰ پیکسل	۰.۴۳	۰.۰۲	۲۵۳
تنظیمات ۲	۴۰۰ پیکسل	۰.۴۳	۰.۰۱	۱۵۰۱۵
تنظیمات ۳	۱۵۰ پیکسل	۰.۰۹	۰.۱	۱۵۰۱۵

برای مقایسه ای این سه پیاده سازی از معیار F-Measure استفاده نمودیم.
(۲)

$$F - Measure = 2 * \frac{Precision * Sensitivity}{Precision + Sensitivity}$$

در فرمول شماره ۲- معیاری است که نشان می دهد چقدر اتومبیل های متحرک را به درستی شناسائی کرده ایم. Precision نیز معیاری است که نشان می دهد این تشخیص با چه دقیقی صورت گرفته است. حال از معیار F-Measure که ترکیبی از دو معیار توضیح داده شده است، استفاده کرده و نتایج را توصیف خواهیم کرد.

جدول ۲- نتایج صحت و دقت الگوریتم برای پیاده سازی های مختلف

	F-Measure
تنظیمات ۱	۰.۸۹۳۷
تنظیمات ۲	۰.۸۹۴۷
تنظیمات ۳	۰.۸۹۴۵

با مقایسه جدول ۱ و جدول ۲ در میابیم که: ۱. ضریب هموار سازی λ تاثیر بسزایی در تشخیص صحیح و دقت الگوریتم دارد. با افزایش این مقدار حرکت های بزرگتر و سریعتر برای ما مهم می شوند و معمولا هم اتومبیل های متحرک دارای حرکتی سریعتر و بزرگتر از عابرین و موتور سواران و ... می باشند پس افزایش λ تا حدی تاثیر مثبت دارد. ۲. با افزایش λ و سایز فیلتر مدين، تعداد پیکسل های متحرک شناخته شده کاهش می یابند پس با این تنظیمات ExtentLimit و AreaLimit کاهش یابند. ۳. در تنظیمات سوم ExtentLimit را بسیار کاهش دادیم، در نتایج دیدیم که بسیاری از عابرین پیاده به عنوان اتومبیل شناسایی شدند، پس این ویژگی تاثیر بسزایی در تمیز عابرین پیاده دارد. همواره یک توازنی بین خطأ و دقت با تنظیمات مختلف در این سیستم برقرار است. نمی توان به حالت آرمانی و مطلق دست یافت ولی با امتحان کردن تنظیمات مختلف می توان به حالت هایی مطلوب رسید مانند تنظیمات ۲ که ما را به جوابی نسبتاً مطلوب رساند.

ضمایم

در این بخش فرمول الگوریتم هرون و شانک را توضیح می دهیم، برای یافتن شارنوری پیکسلی به موقعیت (x,y) فرمول (۱) را باید مینیمم کنیم یعنی $\min_{(X,Y)} u + v$ را بگونه ای تعیین کنیم که فرمول (۱) کمینه باشد. در این فرمول: انتابعی است که شدت نوری پیکسلی به موقعیت (x,y) را در فریم آن نشان می دهد x, y مشتق جزئی از I در راستای محور افقی است. t ، مشتق جزئی از I در راستای محور عمودی است. t_x, t_y تفاضل فریم t از فریم $t-1$ است. t ، بیانگر شماره ای فریم تصویری است که شاراپتیکی را برایش محاسبه می کنیم. (X, Y) در حقیقت با تغییر در این دو مقدار فرمول (۱) را مینیمم می کنیم. این دو مقدار اندازه ای شارنوری به ترتیب در راستای محور عمودی و افقی می باشند. به عبارتی $U(X, Y) = U(X, Y) = U(t, t_x, t_y)$ بردار شارنوری مدنظرمی باشد.



پیشنهاد یک دوره کارشناسی ارشد بین رشته‌ای در آموزش عالی

حسن رشیدی، دانشکده علوم ریاضی و رایانه، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

Email: hrashi@atu.ac.ir; hrashi@gmail.com, Tel: +۹۸ ۲۱ ۸۸۷۲۵۴۰۰-۲

کلیدواژه:

کارشناسی ارشد
سامانه
مهندسی
کامپیوتر
ریاضی
آمار

در این مقاله یک رشته کارشناسی ارشد، تحت عنوان مهندسی سامانه‌های محاسباتی، در نظام آموزش عالی پیشنهاد می‌گردد. این رشته، دوره‌ای است مشتمل بر دروس نظری، عملی و برنامه تحقیقاتی در جهت پذیرش و پرورش فارغ التحصیلان دوره‌های کارشناسی در رشته‌های ریاضی، آمار، مهندسی صنایع، مهندسی برق، مهندسی کامپیوتر، مهندسی فناوری اطلاعات، مهندسی مالی، اقتصاد، حسابداری و مدیریت مالی است. ماموریت اصلی دوره کارشناسی ارشد مهندسی سامانه‌های محاسباتی، ارتقاء دانشی و توأم‌نده سازی کارشناسان ارشد در امر توسعه، آنالیز، طراحی، پیاده‌سازی، مدیریت و ارزیابی در زمینه فرآیندها، روش‌های آماری، محاسبات و پردازشها در سامانه‌های محاسباتی در سازمانها می‌باشد.

در این مقاله برای دوره کارشناسی ارشد مهندسی سامانه‌های محاسباتی، سه گرایش (شامل محاسبات آماری، محاسبات ریاضی و سامانه‌های اطلاعاتی) و ۳۲ واحد درسی طراحی شده و شرایط گزینش دانشجو از طریق آزمون سراسری کارشناسی ارشد، پیشنهاد شده است.

تمرکز این دوره بر پرورش کارشناسان ارشدی است که بتوانند با تکنیک‌ها و ابزارهای ریاضی، آمار و کامپیوتر (که چسبندگی زیادی در بین آنها نهفته است [۸، [۹، [۱۰] و [۱۱]] در انجام ماموریت فوق نقش موثری ایفا کنند. دانش آموختگان این دوره می‌توانند در مشاغل و پست‌های تخصصی و فنی فناوری پردازش اطلاعات، طراحی و بهبود فرآیندها، سامانه‌ها و کاربردهای پردازش اطلاعات و برنامه‌ریزی سامانه‌های اطلاعاتی سازمانها مشغول به کار شوند. قسمت‌های بعدی مقاله بصورت ذیل ساختار بندی شده است. در قسمت دوم این مقاله تعریف و هدف دوره ارائه می‌شود. در قسمت سوم برنامه دوره، نظام آن و گرایش‌های موجود در دوره پیشنهاد می‌گردد. در قسمت چهارم جداول مربوط به دروس ارائه شده و مقایسه‌ای از نظر نام دوره و بدعت آن انجام می‌شود. در نهایت قسمت پنجم این مقاله به خلاصه و نتیجه گیری اختصاص می‌یابد.

۲- تعریف و هدف

دوره کارشناسی ارشد مهندسی سامانه‌های محاسباتی دوره‌ای است مشتمل بر دروس نظری و برنامه تحقیق در جهت پذیرش و پرورش فارغ التحصیلان دوره‌های کارشناسی در رشته‌های ریاضی و آمار؛ رشته‌های مهندسی صنایع، برق، کامپیوترو فناوری اطلاعات و هم چنین رشته‌های مهندسی مالی، اقتصاد، حسابداری و مدیریت مالی در جهت رسیدن به اهداف ذیل:

- ارتقاء توان علمی کشور در زمینه بازنگری فرآیندها، پردازش اطلاعات و هم چنین سامانه‌های محاسباتی.
- ایجاد تحول از طریق بازنگری فرآیندها و پیاده‌سازی سامانه‌های محاسباتی و جنبه‌های تکنولوژیکی آن به هدف ارتقاء عملکرد سازمانها.

چکیده:

در این مقاله یک رشته کارشناسی ارشد، تحت عنوان مهندسی سامانه‌های محاسباتی، در نظام آموزش عالی پیشنهاد می‌گردد. این رشته، دوره‌ای است مشتمل بر دروس نظری، عملی و برنامه تحقیقاتی در جهت پذیرش و پرورش فارغ التحصیلان دوره‌های کارشناسی در رشته‌های ریاضی، آمار، مهندسی صنایع، مهندسی برق، مهندسی کامپیوتر، مهندسی فناوری اطلاعات، مهندسی مالی، اقتصاد، حسابداری و مدیریت مالی است. ماموریت اصلی دوره کارشناسی ارشد مهندسی سامانه‌های محاسباتی، ارتقاء دانشی و توأم‌نده سازی کارشناسان ارشد در امر توسعه، آنالیز، طراحی، پیاده‌سازی، مدیریت و ارزیابی در زمینه فرآیندها، روش‌های آماری، محاسبات و پردازشها در سامانه‌های محاسباتی در سازمانها می‌باشد.

در این مقاله برای دوره کارشناسی ارشد مهندسی سامانه‌های محاسباتی، سه گرایش (شامل محاسبات آماری، محاسبات ریاضی و سامانه‌های اطلاعاتی) و ۳۲ واحد درسی طراحی شده و شرایط گزینش دانشجو از طریق آزمون سراسری کارشناسی ارشد، پیشنهاد شده است.

۱- مقدمه

محققین و دانشمندان در دنیای امروز با اقیانوسی از داده‌ها و اطلاعات مواجه هستند. این اقیانوس بدلیل استفاده تصاعدی افراد و سازمانها از کامپیوتر و اینترنت جهت تولید اطلاعات بسرعت در حال گسترش است. از طرف دیگر تحقیقات در زمینه فرآیندها، روش‌ها و سامانه‌های پردازش اطلاعات و استخراج نتایج بصورت محصل داده‌ها و اطلاعات جهت تصمیم‌گیری به کندي پيش مي رود. لذا فضای زیادی در جهت تحقیقات در اين زمینه وجود آمده است. از طرف دیگر، تعداد سامانه‌های کامپیوتری و هم چنین شرکت‌های کامپیوتری توسعه دهنده این سامانه‌ها، چه در بخش خصوصی و چه در بخش دولتی، در هر دو سطح ملی و بین‌المللی رو به تزايد است. تجربیات بدست آمده از این سامانه‌ها نشان می‌دهد به تدریج گورستانی از داده‌ها و اطلاعات ایجاد شده است. در این سامانه‌ها از ابزارها و مهارت‌های آماری، ریاضی و هم چنین نرم افزاری کمتر استفاده شده و یا به درستی به کار گرفته نشده اند. به همین دلیل بکارگیری مناسب آنها در تولید سامانه‌های محاسباتی و اطلاعاتی بسیار ضروری به نظر می‌رسد.

یک بحث جدی در محافل تحقیقاتی آنست که چگونه از اقیانوس داده‌ها و اطلاعات استفاده موثر شود. بی‌شک مهمترین راه استفاده موثر از این اقیانوس برگزاری دوره‌های تحصیلات تكميلی در شاخه‌های بین رشته‌ای و ایجاد سامانه‌های محاسباتی است. سامانه‌های محاسباتی به سامانه‌های اطلاعاتی می‌گردد که اغلب تمرکز آنها روی انجام محاسبات و پردازشها داده‌ها جهت استخراج نتایج و چکیده بصورت محصل برای تصمیم‌گیری و هم چنین بهبود فرآیندها در سامانه‌های اطلاعاتی است. ماموریت اصلی دوره کارشناسی ارشد مهندسی سامانه‌های محاسباتی، ارتقاء دانشی و توأم‌نده سازی کارشناسان ارشد در امر توسعه، آنالیز، طراحی، پیاده‌سازی، مدیریت و ارزیابی در زمینه فرآیندها، روش‌های آماری، محاسبات و پردازشها در سامانه‌های محاسباتی در سازمانها می‌باشد.

۴- جداول دروس و بذعنوی دوره ارائه شده

در این قسمت جداول دروس ارائه شده و مقایسه‌ای از نظر سایقه تاریخی و بذعنوی دوره انجام می‌گردد دروس پیشنهادی این دوره در جدول ۱ تا عامل دروس پیشنهادی، دروس اصلی، دروس تخصصی و دروس اختیاری در ادامه ارائه شده است. مشخصات و جزئیات مربوط به مطالب ارائه شده برای هر درس و اطلاعات بیشتر در مرجع [۱] منعکس شده است.

از نظر سایقه گذشته، دوره‌های مشابه با دوره، نه در نام و نه در گرایش‌ها، در دانشگاه‌های داخل کشور وجود ندارد. از جهت محتوایی برخی از دروس انتخاب شده با رشته مهندسی و علوم کامپیوتر [۲] و هم چنین رشته آمار [۳] در داخل کشور مطابقت دارد در خارج از کشور از جهت نام، دوره‌ای با همین عنوان در دانشگاه Aston انگلستان (بیرمنگام) [۱۲] و در تلقیقی با رشته کترونیک مشاهده می‌شود از جهت محتوایی گرایش سیستم‌های اطلاعاتی رشته فوق در دانشگاه Brunel انگلستان (لندن) [۷]. لیکن با تأکید روی شیوه‌های کامپیوتری و بنام Distributed Computing Systems Engineering مشاهده می‌گردد.

۵- خلاصه و نتیجه گیری

در این مقاله یک رشته کارشناسی ارشد تحت عنوان مهندسی سامانه‌های محاسباتی، در دانشگاه‌ها پیشنهاد گردید. برای این دوره سه گرایش (شامل محاسبات آماری، محاسبات ریاضی و سامانه‌های اطلاعاتی) و ۳۲ واحد درسی طراحی شده و شرایط گزینش دانشجو از طریق آزمون سراسری کارشناسی ارشد، است. با توجه به محتوای دروس پیشنهادی برای دوره و داشتن سه گرایش در زمینه و جهت کیریهای فوق و همچنین واستگی بسیار زیاد ریاضی، آمار و کامپیوتر، محل اجرای این دوره در گروه آمار، ریاضی و کامپیوتر دانشگاه است.

جدول ۱- دروس پیشنهادی (حداکثر ۶ واحد)- همه گرایش‌ها (محاسبات ریاضی، محاسبات آماری و سامانه‌های اطلاعاتی)

مشخصات درس					
تعداد واحد (ساعت)	نام درس		کد درس	ردیف	
	(انگلیسی)	(فارسی)			
(48) 3	Data Structure	ساختمان داده‌ها	01	1	
(48) 3	Advanced Programming	برنامه‌سازی پیشرفته	02	2	
(48) 3	Design and Analysis of Algorithms	تحلیل و طراحی الگوریتمها	03	3	
(48) 3	Information Storage and Retrieval	ذخیره و بازیابی اطلاعات	04	4	
(48) 3	Statistics and Research Method	آمار و روش تحقیق	05	5	

جدول ۲- دروس اصلی پایه (حداکثر ۶ واحد)- همه گرایش‌ها (محاسبات ریاضی، محاسبات آماری و سامانه‌های اطلاعاتی)

مشخصات درس					
پیش نیاز	تعداد واحد (ساعت)	نام درس		کد درس	ردیف
		(انگلیسی)	(فارسی)		
04	(48) 3	Information Systems Analysis and Design	تحلیل و طراحی سامانه‌های اطلاعاتی	10	1
10	(48) 3	Software Engineering	مهندسی نرم افزار	11	2
04	(48) 3	Data Base	پایگاه داده‌ها	12	3
نظرگروه	(48) 3	Computer Networks	شبکه‌های کامپیوتری	13	4

ج- حداکثر بهره وری از تکنیکهای ریاضی، آماری و محاسباتی در جهت بهبود اهداف و فرآیندهای سازمانی.

د- به کارگیری موثر فناوری پردازش اطلاعات در تقویت مزیتهای رقابتی سازمانها با تسلط بر مفاهیم استراتژیک فناوری پردازش اطلاعات و به کارگیری فرآیندها، مدلها و سامانه‌های جدید آماری و محاسباتی.

ه- پشتیبانی از فرآیند طراحی، هدایت و راهبری تغییرات تکنولوژیک و تعییرات سیستمی در سازمانها با بهره گیری از فناوری تحلیل و طراحی سامانه‌های محاسباتی و فرآیندها.

و- ارائه خدمات تخصصی در زمینه تحلیل و طراحی فرآیندهای با بکارگیری کامپیوتر و معماری سامانه‌های محاسباتی در سازمانها.

ز- ارائه خدمات مشاوره‌ای و تخصصی در زمینه تحلیل و طراحی فرآیندها، سامانه‌های پردازش اطلاعات و کاربردهای آن به مدیران سازمانهای اقتصادی و اجتماعی.

ح- ارتقاء توان علمی دانشگاه‌های کشور در کمک به تحقیقات در زمینه رشته‌های ریاضی، آمار، کامپیوتر، اقتصاد، حسابداری، مدیریت، بیمه، علوم اجتماعی و شاخه‌های فنی- مهندسی.

۳- برنامه دوره و شکل نظام

طول دوره ۴ نیمسال تحصیلی شامل واحدهای نظری و پایان نامه خواهد بود. علاوه بر درس‌های نظری دانشجویان موظفند، قابلیت‌ها و مهارت‌های مهندسی خود را در چارچوب تحقیق در زمینه مهندسی سامانه‌های محاسباتی شامل گرایش‌های محاسبات ریاضی، محاسبات آماری و سامانه‌های اطلاعاتی نشان دهند.

برنامه دوره کارشناسی ارشد سامانه‌های محاسباتی شامل ۳۲ واحد نیمسالی، شامل ۶ واحد برای دانش زیر بنائی (دروس اصلی پایه) [۹]، ۶ واحد برای دانش تخصصی (دروس اصلی تخصصی)، ۹ واحد برای دانش یک حوزه تخصصی (دروس اختیاری)، ۲ واحد سمینار و ۶ واحد پروژه کارشناسی ارشد است. دروس پیشنهاد (حداکثر ۶ واحد) و به تناسب رشته کارشناسی دانشجو و حداکثر در یک نیمسال تحصیلی، باید اخذ شود دروس اصلی پایه (۶ واحد) و دروس تخصصی (۹ واحد) در یکی از گرایش‌های زیر پیشنهاد می‌شود:

* گرایش محاسبات آماری (Statistical Computations) : تمرکز این گرایش روی شناسائی و مدلسازی الگوها، تجزیه و تحلیل الگوها، و طراحی روش‌های آماری در اقیانوس ذکر شده می‌باشد.

* گرایش محاسبات ریاضی (Mathematical Computations) : تمرکز این گرایش روی تحلیل و طراحی روش‌های تولید اطلاعات و دانش، ارزیابی و بهبود روش‌های تصمیم‌گیری و فرآیندها در سامانه‌های اطلاعاتی است.

* گرایش سامانه‌های اطلاعاتی (Information Systems) : تمرکز این گرایش روی تحلیل و طراحی روش‌های تولید اطلاعات و دانش، ارزیابی و بهبود روش‌های تصمیم‌گیری و فرآیندها در سامانه‌های اطلاعاتی است.

د- شرایط گزینش دانشجو در این دوره (الف) داشتن شرایط عمومی ورود به آموختش عالی؛ (ب) داشتن حداقل گواهینامه کارشناسی مورد تائید وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در رشته‌های ریاضی، آمار، مهندسی صنایع، مهندسی برق، مهندسی کامپیوتر، مهندسی فناوری اطلاعات، مهندسی مالی، حسابداری، اقتصاد مدیریت مالی؛ (ج) قبولی در آزمون ورودی کارشناسی ارشد که دروس آن شامل ریاضیات عمومی ۱ و ۲ دوره فنی و مهندسی (با ضریب ۳)، آمار و احتمال (با ضریب ۳)، الگوریتمها و برنامه سازی (با ضریب ۲) و زبان انگلیسی (با ضریب ۱) می‌باشد، پیشنهاد شده است.

پیشنهاد یک دوره کارشناسی ارشد بین رشته‌ای در آموزش عالی

جدول ۶- دروس اختیاری^۱ (حداکثر ۹ واحد)- همه گرایش‌ها (محاسبات ریاضی، محاسبات آماری و سامانه‌های اطلاعاتی)

ردیف	کد درس	نام درس	پیش نیاز		تعداد واحد (ساعت)
			(انگلیسی)	(فارسی)	
1	400	اطلاعات و تکنولوژی اطلاعات	Information & Information Technology	اطلاعات و تکنولوژی اطلاعات	1
2	401	مدیریت متابع و برنامه ریزی اطلاعات	Resources Management and Information Planning	مدیریت متابع و برنامه ریزی اطلاعات	2
3	402	تکنیک‌های ریاضی با استفاده از نرم افزار متلب	Mathematical Techniques Using MATLAB	تکنیک‌های ریاضی با استفاده از نرم افزار متلب	3
4	403	نظریه صفت	Queuing Theory	نظریه صفت	4
5	404	نظریه گراف	Graph Theory	نظریه گراف	5
6	405	فتون آماری	Statistical Techniques	فتون آماری	6
7	406	نظریه نمونه گیری	Sampling Theory	نظریه نمونه گیری	7
8	407	تکنیک‌های کنترل کیفیت	Statistical Quality Control	تکنیک‌های کنترل کیفیت	8
9	408	استنباط آماری	Statistical Elicitation	استنباط آماری	9
10	409	تئوری شناس	Chance Theory	تئوری شناس	10
11	410	نظریه تصمیم آماری	Statistical Decision Theory	نظریه تصمیم آماری	11

۵- خلاصه و نتیجه گیری

در این مقاله یک رشته کارشناسی ارشد، تحت عنوان مهندسی سامانه‌های محاسباتی، در دانشگاه‌ها پیشنهاد گردید. برای این دوره سه گرایش (شامل محاسبات آماری، محاسبات ریاضی و سامانه‌های اطلاعاتی) و ۳۲ واحد درسی طراحی شده و شرایط گزینش دانشجو از طریق آزمون سراسری کارشناسی ارشد، است. با توجه به محتوای دوروس پیشنهادی برای دوره و داشتن سه گرایش در زمینه و جهت گیری‌های فوق و همچنین واستگی بسیار زیاد ریاضی، آمار و کامپیوتر، محل اجرای این دوره در گروه آمار، ریاضی و کامپیوتر دانشگاه است.

تقدیر و تشکر

این مقاله تیجه انجام یک طرح پژوهشی در دانشگاه علامه طباطبائی تهران بوده است. هزینه های مالی این طرح انجام این توسعه معاونت پژوهشی دانشگاه پرداخت گردیده است. در طول انجام طرح از نظرات اعضاء محترم هیئت علمی در گروه ریاضی، آمار و کامپیوتر دانشگاه و به ویژه اقایان دکتر رفیع اسکندری و دکتر پرویز زندی نیا، به عنوان مشاورین طرح، استفاده گردیده و بدین وسیله از آنان قدردانی می‌شود.

مراجع

- [۱] رشیدی، ح، "مشخصات، برنامه و دروس کارشناسی ارشد مهندسی سیستمهای محاسباتی، طرح پژوهشی دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، ۱۳۸۷، تهران، ایران.
- [۲] وزارت علوم، تحقیقات و فن آوری، شورایعالی برنامه ریزی، "مشخصات، برنامه و سر فصل دروس دوره کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر - نرم افزار".
- [۳] وزارت علوم، تحقیقات و فن آوری، شورایعالی برنامه ریزی، "مشخصات، برنامه و سر فصل دروس دوره کارشناسی ارشد آمار ریاضی".

- [۴] Department of Computing, MSc in Computing for Industry, Imperial College, London, UK, <http://www3.imperial.ac.uk/prospectivestudents>.
- [۵] Department of Computing, MSc in Advanced Computing, Imperial College, London, UK, <http://www3.imperial.ac.uk/prospectivestudents>.
- [۶] Department of Computing, MSc in Computing Science, Imperial College, London, UK, <http://www3.imperial.ac.uk/prospectivestudents>.
- [۷] Distributed Computing Systems Engineering MSc, Brunel University, West London, UK, <http://www.brunel.ac.uk/courses/pg/>.
- [۸] Department of Computer Science, Masters in Computational Statistics and Machine Learning, UCL, <http://www.cs.ucl.ac.uk/>
- [۹] Department of Mathematics, Statistics and Computer, University of Wisconsin - Stout, <http://math.uwstout.edu/default.asp>
- [۱۰] Department of Mathematics, Statistics and Computer, Ohio State University at Lima, <http://www.lima.ohio-state.edu/>
- [۱۱] Department of Mathematics, Statistics and Computer, Marquette University, <http://www.msics.mu.edu/>
- [۱۲] EE2CPS: Computing Systems Engineering, University of Aston in Birmingham, www.aston.ac.uk/modules/EE2CPS.html

جدول ۳- دروس تخصصی (حداکثر ۹ واحد)- گرایش محاسبات ریاضی (Mathematical Computations)

ردیف	کد درس	مشخصات درس		
		ردیف	نام درس	کد درس
ردیف	نام درس	کد درس	ردیف	نام درس
1	20	محاسبات تکاملی	3	Evolutionary Computing
2	21	الگوریتمهای موازی	3	Parallel Algorithms
3	22	روش‌های محاسباتی پیشرفت‌های	3	Advanced Computing Methods
4	23	شبکه‌های عصبی	3	Neural Networks
5	24	فرزده سازی داده‌ها	3	Data Compression
6	25	مدل‌سازی و بررسی کارایی سامانه‌های کامپیوترا	3	Computer Systems Modeling and Performance Evaluation

جدول ۴- دروس تخصصی (حداکثر ۹ واحد)- گرایش سامانه‌های اطلاعاتی (Information Systems)

ردیف	کد درس	مشخصات درس		
		ردیف	نام درس	کد درس
ردیف	نام درس	کد درس	ردیف	نام درس
1	30	هوش مصنوعی	3	Artificial Intelligence
2	31	سامانه‌های خبره و مهندسی دانش	3	Knowledge Engineering & Expert Systems
3	32	تکنیک‌های جستجو و ارائه محدودیتها	3	Constraint Satisfaction & Search Techniques
4	33	تحلیل و طراحی سامانه‌های توری	3	Grid System Analysis and Design
5	34	سامانه‌های اطلاعاتی مدیریت	3	MIS (Management Information Systems)
6	35	مهندسی مجدد الکترونیکی فرآیندهای کسب و کار	3	e-Business Process Re-Engineering

جدول ۵- دروس تخصصی (حداکثر ۹ واحد)- گرایش محاسبات آماری (Statistical Computations)

ردیف	کد درس	مشخصات درس		
		ردیف	نام درس	کد درس
ردیف	نام درس	کد درس	ردیف	نام درس
1	30	داده کاوی آماری	3	Statistical Data Mining
2	31	فرآیندهای تصادفی	3	Stochastic Processes
3	32	شبیه سازی آماری	3	Statistical Simulation
4	33	شناسایی آماری الگو	3	Statistical Pattern Recognition
5	34	تحلیل مدرن داده‌های آماری	3	Modern Statistical Data Analysis
6	35	روش‌های پیش‌بینی و کنترل	3	Prediction and Control Techniques

آشنایی با گروه رایانه دانشگاه علامه طباطبائی

گروه رایانه دانشگاه علامه طباطبائی (ره) در سال ۱۳۹۰ با تفکیک گروه درسی "آمار، ریاضی و رایانه" (که نزدیک به ۲۵ سال فعالیت داشت) به سه گروه مجازء و تشکیل دانشکده علوم ریاضی و رایانه، تاسیس گردید. اولین دوره کارشناسی ارشد علوم رایانه در مهر ماه ۱۳۹۰ از طریق آزمون کشوری پذیرش شد. تفکیک این سه گروه و ارتقاء به یک دانشکده علوم پایه درون دانشگاه تخصصی علوم انسانی، حاصل تلاش و پیگیری اعضاء اولیه گروه و مسئولینی بود که به اهمیت و نقش علوم پایه در کنار علوم انسانی ایمان و اعتقاد داشتند.

دانشکده علوم ریاضی و رایانه متشکل از سه گروه آمار، ریاضی و رایانه در حال حاضر پذیرای یک رشته در مقطع کارشناسی، پنج رشته در مقطع کارشناسی ارشد و یک رشته در مقطع دکتری با مجموع ۴۰۰ دانشجو و ۲۰ عضو هیات علمی در خود است. به لحاظ محدودیت فیزیکی، دانشکده علوم ریاضی و رایانه فعلاً در دانشکده اقتصاد فعالیت می نماید و مسئولین دانشگاه در صدد تامین فضای فیزیکی مستقل برای این دانشکده می باشند.

گروه رایانه در حال حاضر سه عضو هیئت علمی تمام وقت و سه عضو مدعو دارد و از بدوم تاسیس هر سال در دو گرایش (زمینه) سیستم های رایانه ای و سیستم های هوشمند دانشجو پذیرفته است. این گروه با اتکاء به تجربیات علمی، پژوهشی و اجرایی اعضاء و حمایت های مجموعه مدیریت دانشگاه، افق توسعه هم به لحاظ آموزشی و پژوهشی و هم به لحاظ نیروی انسانی، تجهیزات و فضای فیزیکی برای دو سال آینده ترسیم نموده و به فضل الهی به سوی آن قدم بر می دارد.





آقای دکتر حسن روشنیدی

دانشیار، دکتری علوم رایانه از دانشگاه اسکس انگلستان،

زمینه پژوهشی: مهندسی نرم افزار، سیستم های پشتیبانی تصمیم گیری و زبان های برنامه سازی

Email: hrashi@atu.ac.ir



آقای دکتر محمد رضا اصغری اسکوئی

استادیار، دکتری علوم رایانه از دانشگاه اسکس انگلستان، مدیر گروه

زمینه پژوهشی: سیستم های هوشمند، برنامه ریزی منطق، پردازش تصویر و بینائی ماشین، روباتیک

Email: oskoei@atu.ac.ir



خانم دکتر فرشته آزادی پرند

استادیار، دکتری مهندسی رایانه از دانشگاه علم و صنعت ایران،

زمینه پژوهشی: نظریه علوم رایانه، پایگاه داده توزیعی،

Email: parand@atu.ac.ir

دروس گروه علوم رایانه – کارشناسی ارشد

سیستم های هوشمند	سیستم های کامپیوتری	دروس
۱۰۱ - نظریه علوم کامپیوتر	۱۰۱ - نظریه علوم کامپیوتر	الزامی - مشترک
۵۰۱ - هوش مصنوعی پیشرفته ۵۰۲ - برنامه سازی منطق	۴۰۱ - نظریه طراحی سیستم ها ۴۰۲ - طراحی نرم افزار پیشرفته	الزامی - تخصصی
۵۰۴ - پردازش تصویر ۵۰۵ - منطق محاسباتی ۵۰۶ - بینائی ماشین ۵۰۸ - یادگیری ماشین ۵۱۰ - شبکه های عصبی	۴۰۳ - سیستم های عامل پیشرفته ۴۰۷ - سیستم های تصمیم یار ۴۰۴ - پایگاه داده پیشرفته ۴۰۵ - پایگاه داده توزیعی ۴۱۵ - آلگوریتم های زیستی	اختیاری - تخصصی
۱۰۲ - سمینار ۱۰۳ - پایان نامه	۱۰۲ - سمینار ۱۰۳ - پایان نامه	پژوهشی
۹۱۰ - ریاضیات مهندسی	۹۱۰ - ریاضیات مهندسی	پیش نیاز

- [12] Chong Huang, S. Sarkar, " Dynamic pricing for distributed generation in smart grid", IEEE Green Technologies Conference, page 422-429, April 2013.
- [13] Mengmeng Yu, Seung Ho Hong, Min Wei, Aidong Xu, "A homogeneous group bargaining algorithm in a smart grid", Workshop on Modeling and Simulation of Cyber-Physical Energy Systems (MSCPES), page 1-6, May 2013.
- [14] Yunpeng Wang, W. Saad, Han Zhu, H.V. Poor, T. Basar, " A gametheoretic approach to energy trading in the smart grid", IEEE Transactions on Smart Grid, Volume 5, Issue 3, page 1439-1450, April 2014.
- [15] M.O. Spata, S. Rinaudo, F. Gennaro, "A novel match-making algorithm for smart grid applications", International ICE Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE), page 1-6, June 2014.
- [16] A. Belgana, B.P. Rimal, M. Maier, "Multi-objective pricing game among interconnected smart microgrids", PES General Meeting Conference & Exposition, page 1-5, July 2014.
- [17] H. K. Nguyen, J. Song, Z. Han, " Distributed demand side management with energy storage in smart grid", IEEE Transactions on Parallel & Distributed Systems, Volume PP, Issue 99, November 2014.
- [18] F.L. Meng, X.J. Zeng, "A Stackelberg game-theoretic approach to optimal real-time pricing for the smart grid", Soft Computing, Volume 17, Issue 12, pp 2365-2380, Springer, December 2013.
- [19] M. Swearingen, " Real time evaluation and operation of the smart grid using game theory", Rural Electric Power Conference (REPC), April 2011, B3-1 - B3-6.
- [20] G. Cavraro,L. Badia, " A game theory framework for active power injection management with voltage boundary in smart grids", European Control Conference (ECC), page 2032 – 2037, July 2013.
- [21] W. Tushar, J.A. Zhang, D.B. Smith, S. Thiebaut, H.V. Poor, "Prioritizing consumers in smart grid: Energy management using game theory", IEEE International Conference on Communications (ICC), Budapest, page 4239 – 4243, June 2013.
- [22] F.B. Saghezchi, F.B. Saghezchi, A. Nascimento, J.Rodriguez, " Game theory and pricing strategies for demand-side management in the smart grid", IEEE/IET International Symposium on Communication Systems, Networks & Digital Signal Processing (CSNDSP), page 883 - 887, July 2014
- [23] S. Ming, L. Jingqiang, Z. Xiaokun, X. Changwei, "A game-theory analysis of the rat-group attack in smart grids", IEEE Ninth International Conference on Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing (ISSNIP), Singapore, page 1-4, April 2014.
- [24] T. Tatarenko, L. Garcia-Moreno, "A game theoretic and control theoretic approach to incentive-based demand management in smart grids", 22nd Mediterranean Conference on Control and Automation (MED), Palermo, page 634 – 639, June 2014.
- [25] Q. Zhu, T. Basar, "Multi-Resolution large population stochastic differential games and their application to demand response management in the smart grid", Dynamic Games and Applications, Volume 3, Issue 1, pp 68-88, March 2013.
- [26] I. Atzeni, L.G. Ordóñez, G. Scutari, D.P. Palomar, J.R. Fonollosa, "Noncooperative and cooperative optimization of distributed energy generation and storage in the demand-side of the smart grid", IEEE Transactions on Signal Processing, Volume 61, Issue 10, page 2454 – 2472, February 2013.
- [27] E. Mocanu, K.O. Aduda, P.H. Nguyen, G. Boxem, W. Zeiler, M. Gibescu, W.L. Kling, "Optimizing the energy exchange between the Smart Grid and Building Systems", 49th International Universities Power Engineering Conference (UPEC), Cluj-Napoca, page 1-6, Sept. 2014.
- [28] H.K. Nguyen, J.B. Song, "Optimal charging and discharging for multiple PHEVs with demand side management in vehicle-to-building", Journal of Communications and Networks, Volume 14 , Issue 6, page 662 – 671, Dec. 2012.
- [29] W. Saad, H. Zhu, H.V. Poor, T. Basar, "Game-Theoretic methods for the smart grid: an overview of microgrid systems, demand-side management, and smart grid communications", IEEE Signal Processing Magazine, Volume 29, Issue 5, page 86 – 105, Sept. 2012

A game-theoretical framework has been proposed to model independent decision making of PHEVs. Also, a cost sharing model designed and a distributed algorithm to achieve the Nash equilibrium proposed, in which each PHEV tries to minimize its energy charging cost. Authors showed through simulations that the distributed algorithm can reduce the peak energy demand of a building and the total energy cost.

VII. COMMUNICATION

Clearly, enabling many of the smart grid applications discussed so far such as demand-side management or microgrid coordination and electric vehicles is contingent upon the deployment of an efficient and reliable communication architecture that can truly allow a "smart" operation of future power systems. In practice, the future smart grid will consist of a myriad of communication technologies that must coexist and operate efficiently together. One of the main characteristics of the smart grid is the ability to ensure a reliable information flow between a number of heterogeneous nodes [29]. In [1], Sheikhi et al. propose a cloud computing framework for huge real time data communication in a smart grid network. For this purpose, Smart Energy Hub has been introduced to manage and control communications between a local network and a central network. Next, game theory has been used to model demand side management among some energy hubs.

VIII. SECURITY

Shang et al. [23] investigate the rat-group attack in smart grids and present the preliminary game-theory analysis of this attack. Two game modes are designed according to the actions of the attackers and the power company. In the static game, the power company keeps the threshold to patch all meters secret. In the dynamic game, meters are disclosed to all potential attackers. The authors result the dynamic game has lower energy loss for the provider company.

IX. CONCLUSION

In this survey, we provided a comprehensive overview on the applications of game theory in smart grids. Application of game theory in demand-side management, microgrids, PHEVs, Security and communications are studied and relevant articles has been reviewed. The distributed multi-agent complex structure of smart grids has showed the efficiency of game theory in this field. The reviewed articles have revealed that attempts continue in representing total cost functions and algorithms with low complexity in demand side management and microgrid coalitions. Essentially, from the surveyed works, we can clearly note that game theory has a strong potential to provide solutions for pertinent problems in smart grids but also faces many design challenges. Hence, for future works, it is of interest to investigate repeated game models and their applications in smart grid systems.

REFERENCES

- [1] A. Sheikhi, M. Rayati, S. Bahrami, A. M. Ranjbar, S. Sattarit, "A cloud computing framework on demand side management game in smart energy hubs", International Journal of Electrical Power & Energy Systems, Volume 64, Pages 1007–1016, January 2015.
- [2] A.-H. Mohsenian-Rad, V.W.S. Wong, J. Jatskevich, R. Schober, A. Leon-Garcia, "Autonomous demand-side management based on gametheoretic energy consumption scheduling for the future smart grid", IEEE Transactions on Smart Grid, Volume 1, Issue 3, Page 320 – 331, Dec. 2010.
- [3] K.D. Cooksey, D. Mavris, "Game theory as a means of modeling system of systems viability and feasibility", IEEE Aerospace Conference, page 1-11, March 2011.
- [4] W. Saad, Han Zhu, H.V. Poor, "Coalitional game theory for cooperative micro-grid distribution networks", Communications Workshops (ICC), page 1 – 5, June 2011.
- [5] Z.M. Fadlullah,Y. Nozaki, A. Takeuchi, N. Kato,"A survey of game theoretic approaches in smart grid", Wireless Communications and Signal Processing (WCSP), page 1-4, Nov. 2011.
- [6] Z. Zhu, J. Tang, S. Lambotharan, W.H. Chin, Z. Fan, "An integer linear programming and game theory based optimization for demand-side management in smart grid", GLOBECOM Workshops (GC Wkshps), page 1205 – 1210, Dec. 2011.
- [7] S. Dave, M. Sooriyabandara, Zhang Luyang, "Application of a gametheoretic energy management algorithm in a hybrid predictive-adaptive scenario", 2nd IEEE PES International Conference and Exhibition on Innovative Smart Grid Technologies (ISGT Europe), page 1-6, Dec. 2011.
- [8] R. Couillet, S.M. Perlaza, H. Tembine, M. Debbah, "A mean field game analysis of electric vehicles in the smart grid", IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPS), page 79-84, March 2012.
- [9] H. K. Nguyen, J.B. Song, Han Zhu, "Demand side management to reduce Peak-to-Average Ratio using game theory in smart grid", IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPS), page 91-96, March 2012.
- [10] B. Ramachandran,S.K. Srivastava, D.A. Cartes, "Decentralized congestion management in stochastic electric power markets with PHEV penetration", IEEE Power and Energy Society General Meeting, page 16, July 2012.
- [11] P.H. Nguyen, W.L. Kling, P.F. Ribeiro, " A game theory strategy to integrate distributed agent-based functions in smart grids", IEEE Transactions on Smart Grid 01/2013; 4(1):568-576.

By scheduling the energy consumption and storage of users regulated by a central controller, the energy provider tries to minimize the distance between the instantaneous energy demand and the average demand of the power system. Privacy has been considered to reduce the amount of information exchanged between users. Atzeni et al. [26] had a comprehensive demand side management study using non-cooperative and cooperative game. So, a smart grid is considered comprises traditional users and new users who own some kind of distributed energy source/storage devices. By means of a day-ahead demand-side management mechanism regulated through an independent central unit, the latter users are interested in reducing their monetary expense by producing or storing energy rather than just purchasing their energy needs from the grid [26]. Two optimization method has been proposed, one user oriented method and one optimization for the whole system. The first model is a non-cooperative game for each user independently. The second method is cooperation between all users to optimize the whole system. In [15], issues by means distributed energy generation such as multi-agent system with different interests, unstable energy generation of renewable energy sources, and high price of energy storage devices are considered. Thereby a matchmaking algorithm has introduced to overcome these issues.

IV. MICROGRIDS

The concept of a microgrid is defined as a group of distributed energy sources such as solar panels, wind turbines, etc. located at the distribution network side which can provide energy to small geographical areas. The future smart grid is envisioned to encompass a large number of microgrid elements. Hence, whenever some microgrids have an excess of power while others have a need for power, it might be beneficial for these microgrids (and their consumers) to exchange energy among each other instead of requesting it from the main grid [29]. In [20], a framework for energy generation patterns among microgrids has been proposed. The goal is a fair and moral specification. In first step, possible range of active power injection in the grid by microgrids are determined. Then a repeated game has been studied to find an agreement on amount of energy they can inject to the grid, moving along a Pareto boundary approximation. Belgana et al. [16] proposed a pricing mechanism among interconnected microgrids based on game theory.

Unstable nature of renewable energy generation shows the necessity of energy exchange algorithms. So, a mathematical model proposed in an open market in which some suppliers and some consumers exist. In this model, amount of energy loss, real time prices, and generation rate is considered to minimize energy loss and costs.

A. Coalition

Microgrids in the network forms coalitions. Coalitions can have energy exchange among each other, buy their energy needs from other coalitions and sell their surplus energy to others. Thereby, the communications with central grid decreases, the loss of energy in long distance networks would be lower, and peak to average ratio can be controlled.

Saad et al. [4] proposed an algorithm in which each microgrid can participate in a coalition and cooperate with other microgrids. Each microgrid tries to minimize its energy loss in communications with other coalitions or central grid. Huang [12] proposed a general price model. For this purpose, a non-cooperative game has modeled in which more than one supplier exist. An algorithm has proposed to find a supplier who offers Nash equilibrium state of the game. Also, forming coalitions from microgrids considered so, a cooperative game has been introduced to show how coalitions will be formed.

V. PHEVS

A plug-in hybrid electric vehicle (PHEV) is a hybrid electric vehicle which utilizes rechargeable batteries, or another energy storage device, that can be restored to full charge by connecting a plug to an external electric power source. The average household electricity load has the potential to double with the deployment of plug-in hybrid electric vehicles (PHEVs), which will further endanger the existing grid [18].

In [8], an economic analysis of smart grids in presence of PHEVs with game theory has been proposed. For this purpose, authors studied equilibrium of competition among owner of PHEVs in buying and selling energy. Owners are self-interested, though rational players and incentives are based on energy price. Ramachandran et al. [10] studied energy management in smart grids with PHEV penetration. In [10], PHEVs are introduced and their importance are explained. Then authors have a skim on energy markets and their structures. At the end a game theoretic model has been introduced. It's shown that the result of the model is the Nash equilibrium of the game.

VI. SMART GRID AND SMART BUILDINGS

In [27], Mocanu et al. present an approach for modeling the interaction between smart grid and building energy management systems, using multi agent systems control. The interaction consists of three layers: the smart building, the neighborhood, and the distribution grid. It enables the continuous bidirectional flow of energy and information between SG and BEMS. The proposed framework combines optimization techniques inspired by dynamic game theory and stochastic optimization algorithms. In [28] Nguyen et al. presented a new optimization problem for a coordinated charging problem for multiple PHEVs using demand side management in vehicle to building operation.

Zue et al. [6] propose a consumption scheduling mechanism for home and neighborhood area load demand management in smart grid using integer linear programming and game theory. The proposed method can be used for optimal energy and optimal operation time. Distributed and centralized simulations and results are presented in [6]. In another paper, Dave et al. [7] has proposed an automatic demand response mechanism that consider independency of each user and cooperation between them. Game theory has been used to model the behavior of the users in a day-ahead market to find the optimal consumption scheduling. Also, this model has been used for real time scheduling of the energy consumption for residential appliances. The simulation was run for a group of 20 houses each containing 20 appliances. A different approach can be seen in next paper. Swearingen [19] proposed a method for real time evaluation and operation of the smart grid. In this paper we search for potential problems that can happen in the grid before they happen by using the game theory principles of decision tree and prison's dilemma.

The algorithm presented in the paper, evaluate condition of the grid and maintain grid's state of equilibrium by acting on weak points before the can cause problems. In [21], the idea of demand-supply balance for smart grid has been explored in which consumers play a significant role in it. The main objective is to motive the consumers as buyer or seller to exchange their energy among each other to balance the demand at peak hours. A Stackelberg game has modeled for this purpose. In [24], another approach for demand side management has been proposed. The approach is based on incentive design in non-cooperative games and allows to control users' behavior to achieve efficient energy utilization. In this model, existence of Nash equilibrium proved that points to a strategy set selected by users to minimize their costs. Two method proposed to find an efficient Nash equilibrium solution. First one is based on properties of a special class of potential games according to which the Nash equilibrium is the minimum of a potential function. The second one is a control theoretic approach based on game dynamics. In [25], a multi-resolution stochastic differential game-theoretic framework proposed to model the players' intra-group and inter-group interactions in a large population regime. The game has been studied in two risk-neutral and risk-sensitive settings. In the case of homogeneous group populations, symmetric mean field responses considered. Also symmetric mean field Nash equilibrium has been studied using the Hamilton-Jacobi-Bellman equation together with the Fokker-Planck-Kolmogorov equation. Meng et al. [18], propose a game theoretic approach for optimal real time pricing in smart grid.

The provider company tries to maximize its revenue and the price would be sent to smart meters. Users schedule their energy by the price received. A Stackelberg game with one leader and n follower modeled for this purpose. In provider company side, a genetic algorithm introduced to maximize the revenue. In users' side, an analytical method based on linear programming is studied. In [22], Saghezchi et al. studied how pricing strategies and game theoretic optimization techniques can be used to optimize the demand response in the smart grid. Energy price varies in different hours. Each user maximize its revenue independently, contributing to the global optimization.

D. Demand side management with Energy storage

In future smart grids, energy storage is expected to be a key component and thus, it has a strong impact on demand-side management. A user may decide to store energy during off-peak hours and use this stored energy to schedule its appliances, instead of obtaining this energy directly from the substation during peak hours [29]. With the development of new efficient low cost storage devices, users will be able to efficiently store electricity for long periods of time. Moreover, by using such devices, users can charge energy for their energy storage devices at low demand periods and use that energy to supply for home devices at peak electricity consumption periods [9]. In [9] a demand side management technique has been introduced to reduce the peak to average ratio. For this purpose, storage devices are considered to be used by users. Energy provider companies update their energy prices according to the user consumption behaviors. The goal of the game is to minimize the energy costs of each user. Distributed algorithm requires only the interaction between the energy provider and users via pricing information. There is no need to exchange information between users. In [14] energy exchange have been studied between storage devices which are distributed geographically. A non-cooperative game has been modeled for this purpose. Here, each storage unit's owner can decide on the maximum amount of energy to sell in a local market so as to maximize a utility that reflects the tradeoff between the revenues from energy trading and the accompanying costs. Then price of the energy is determined by auction mechanism. The game has a Nash equilibrium and an algorithm has been presented convergence to the point. In [17] demand side management considered when storage devices has been used.

A non-cooperative game has been presented to this end. In this game, Players are users and actions are energy consumption/storing. Users request their energy needs to a provider company, so the price of the energy will be determined according to the requests of all users by the company.

D. Cooperative games

Cooperative game is a game where groups of players may enforce cooperative behavior, hence the game is a competition between coalitions of players, rather than between individual players. Cooperative games allow to investigate how one can provide an incentive for independent decision makers to act together as one entity.

E. Stackelberg games

The Stackelberg leadership model is a strategic game in which the leader firm moves first and then the follower firms move sequentially.

F. Mean field game

Mean field game theory is the study of strategic decision making in very large populations of small interacting individuals.

G. Potential game

In game theory, a game is said to be a potential game if the incentive of all players to change their strategy can be expressed using a single global function called the potential function

In reviewed papers we will see the use of above mentioned games in the literature.

In [5], which published in 2011, game theoretic approaches in smart grids has been studied. The subjects reviewed in this paper are as follows: game theoretic approach to energy demand estimation and supply cost, non-cooperative games for smart grid load balancing, game theoretic approach to microgrid modelling and analysis, price-directed energy utilization using game theory, agent-based micro-storage management in smart grid based, game theory based demand and load management in smart grid. In [3], concepts of modeling system of systems are studied. Smart grid is considered as an example of such systems. Then, game theory has been studied as a tool in modeling such comprehensive and complex systems. Yu et al. [13] used bargaining concept from game theory to allocate resources among consumers. In first step, energy consumption devices are divided into separate groups. All groups assumed to be alike so, one representative can be considered from group. Thus, the bargaining problem involves only the representatives, each of which bargains with other representatives on behalf of the group it belongs to. Then various bargaining results are considered via a utility function that indicates the satisfaction level of a representative in terms of the bargaining result. At the end, the algorithm find the pattern of distribution of resources to maximize the aggregated utilities of all representatives. Nguyen et al. [11] considered all the functions can be done by grid operators, suppliers, and consumers. These functions can be related to the services in the grid or the energy market. Different decision makers have different interests. The model presented in this paper is based on game theory and agent-based techniques in which all agents with different interests decides in the direction of optimal point of the system.

III. DEMAND SIDE MANAGEMENT

In this section, we provide an overview on demand side management in smart grids. Demand side management is one of the key components of the future smart grid, which is implemented to control the energy consumption at the customer side [9]. Demand side management often entails interactions between two players: utility companies and consumers [29]. DSM programs include conservation and energy efficiency programs, fuel substitution programs, demand response programs, and residential or commercial load management programs [2]. Game theory has been extensively used for demand-side management. In the following we review important concepts in demand side management.

A. Scheduling

Clearly, the users can be seen as independent decision makers whose choices of scheduling times and loads would impact one another. In energy consumption scheduling, the objective is to enable the smart meters at the users' premises to utilize automatic energy consumption schedulers so as to choose when to schedule appliances in order to minimize the total cost on the utility company and, subsequently, minimize the charges on each individual user [29].

B. Peak to average ratio

In practice, in order to satisfy all energy demand from customers, the grid capacity needs to be designed for satisfying the peak power demand rather than the average power demand. DSM programs have to propose a plan to control the energy consumption pattern of the users with the aims at reduce the peak to average ratio [9]. Load shifting by means of scheduling of appliances to operate in off peak hours rather than peak hours is an important objective we seek in a demand side management program.

C. Real time pricing

Price based programs function on the belief that changes in the price of electricity over time will be reflected by a change in consumption patterns [7]. Real time pricing offers the electricity prices that change frequently to reflect variations in the cost of energy. One of the most typical types of models is the day-ahead pricing, in which customers receive the prices for the next day. [18]

In [2] an independent and distributed demand side management among users has been introduced. An energy consumption scheduling game has been proposed in which users are players and their strategies are scheduling the energy consumption. It's shown that best response strategy is enough for each user to be chosen. Also it's shown that there is no need for users to exchange their consumption information with each other. Users are incentive to participate in energy consumption scheduling programs to reduce their energy costs.

Survey

Game Theoretic Approaches In Modeling and Solving Smart Grid Issues

Mojtaba Eslahi Kelorazi, Fereshteh Azadi Parand, Atefeh Dehghan

Math and Computer Science Department

Allameh Tabataba'i University

Tehran, Iran

Abstract

Smart grids are integrating advanced technologies into power grids. The new structure has a profound effect on the entire system. Now, power networks can deploy computing technologies to achieve new level of performance and efficiency. Game theory is a mathematical tool for modeling distributed multi-agent systems. There are game theoretic approaches for studying and solving smart grid issues. Important issues have been studied with game theory include demand side management, load shifting and dynamic energy price. Different authors have used different types of games and payoff functions. In this paper, we categorize most important issues and subjects in both game theory and smart grid. Also, we have a comprehensive review of articles which propose game theoretic approaches in the field of smart grid

Key words

Smart grid

Game theory

Demand side management

Energy price

Microgrids

I. INTRODUCTION

The electric power industry is facing significant challenges of environmental issues, security and utility management. The smart grid is envisioned to be a complex system that can improve the efficiency of power grids by integrating advanced techniques [29]. In this respect, game theory is expected to constitute a key analytical tool in the design of the future smart grid [29].

There is a need to deploy novel models and algorithms that can capture the following characteristics of the emerging smart grid: (1) the need for distributed operation of the smart grid, (2) the heterogeneous nature of the smart grid which is typically composed of a variety of nodes with different capabilities and objectives, (3) the need for low-complexity distributed algorithms that can efficiently represent competitive or collaborative scenarios between the various entities of the smart grid [29]. In this context, game theory could constitute a robust framework that can address many of these challenges.

II. GAME THEORY

Game theory is a study of strategic decision making. In the other word, game theory is the study of mathematical models of conflict and cooperation between intelligent rational decision-makers.

In a smart grid, there are more than one supplier. Suppliers and consumers are both decision makers who decides on how much energy should sell or buy and when to do that. In the following important subjects are listed.

A. Game Theory and Multi agent systems

Multi agent systems are systems that are comprised of a collection of interacting and possibly competing decision making entities. Smart grid is an example of this type of systems and game theory is a prominent tool for dealing with these scenarios.

B. Game Theory and Distributed decision makers

One of the properties of smart grids is distributed decision makers. Suppliers and consumers are rational self-interested entities who consider their profit and try to maximize it. Game theory basically consider distributed decision makers and models behavior of entities in such system.

C. Non-cooperative games

Non-cooperative games can be seen as capturing a distributed decision making process that allows the players to optimize, without any coordination or communication. Non-cooperative games can be used to perform distributed demand-side management, real-time monitoring, deploy and control microgrids, markets and dynamic pricing and etc [29].

مَلَكُوتِ

ALLAMEH TABATABA'I UNIVERSITY
COMPUTER SCIENCE SCIENTIFIC ASSOCIATION
MATH AND COMPUTER FACULTY

Computer Science

COMPUTER SCIENCE JOURNAL, VOLUME 2, NO 3, SPRING 2015

