

نگهداری و تعمیرات پیشگویانه بارویکرد فازی

صلاح الدین همایون

رئیس برنامه ریزی شرکت شتاب کار - ایران HOMAYON@MCG-CO.COM

لغات کلیدی: نگهداری و تعمیرات - منطق فازی - فازی

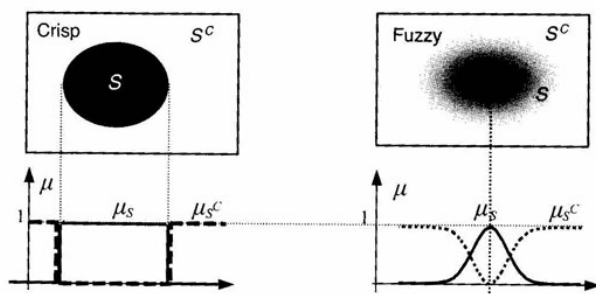
۱. کلیات

ملاحظات آنکه به آنها در بخش سوم پرداخته خواهد شد، مسائلی را طرح و رویاروی مقرر می‌دهند که بهنگام آشنائی با نظریه فازی، شعفی مبتنی بر دورنمای پیروزی بسیار محتمل رابه ارمغان می‌آورد. خوانندگان فرهیخته در این مقاله بامقوله ای چالش خواهند نمود که قدرت منسجم سازی داده های پراکنده واستخراج الگویی ریاضی از دل آنها را امکان پذیر می‌نماید. مهندسین که معمولاً زبان مطلوب آنها زبانی کمی (مقداری) است در مواجهه با موضوعاتی که از قابلیت گنجایش در قالبهای کمی را ندارند با احساس بسیار نامطلوبی مواجه می‌گردند لذا بدیهی است که بشارت وجود ابزار الگوریتمی که می‌تواند با دریافت دادههای محاوره ای لیکن باتکیه بر محاسبات متقن ریاضی، قیاس ها و استنتاجات منطقی و بهینه ای را ارائه نماید، راهکاری بس راهگشا خواهد بود. در این کنکاش سعی گردیده در سه قدم اصلی ابتداء باتشریح و ارائه ملزومات فضای مورد نیاز، با ابزار پیشنهادی آشنا و سپس پیرامون مساله مورد بحثی که قصد حل آن را با این ابزار داریم توضیحاتی ارائه خواهد شد تا حس نسبتاً مشترکی از نیاز و بستر مساله بدست آید و در مرحله پایانی نیز اجرای کامل یک نمونه جهت تکمیل ارائه خواهد شد.

۲. مروری موجز بر فازی

پروفسور لطفی زاده^۱ بهنگام آماده سازی خود جهت ارائه یک سخنرانی در سالن پذیرائی محل برگزاری، توجه اش به بیرون جلب گردید! هوادر حالت به اصطلاح گرگ و میش بود، ناگهان او خواست نظر خود را راجع به توصیف این وضعیت بیان نماید، اما بیان این احساس برای او که یک ریاضی دان است دشواری نمود. پس او تصمیم می‌گیرد تا بر این مساله فایق آید. بدین سان بارقه تکوین تئوری فازی، زده شد و در سال ۱۹۶۵ توسط این استاد دانشگاه برکلی آمریکا که ایرانی تبار است، این نظریه به جهان علم عرضه گردید^۲.

نظریه فازی از دو بعد بسیار حائز اهمیت می‌باشد: نخست آنکه مبتنی بر مبانی بسیار مستحکم ریاضیات می‌باشد و دیگر آنکه با دادههای "کیفی" یا "بیانی" که برقراری ارتباط و بیان مطالب در قریب به اتفاق انسانها مقبولتر می‌باشد، سروکار دارد.



شکل شماره ۱: قیاس مجموعه فازی و قطعی

تعبیر دنیای خاکستری از فازی تفسیری تقریباً درست ولی در عین حال بسیار روانانه و مغلطه گرانه می‌باشد^۳، لذا نویسنده استفاده از "میزان واقعیت" را ترجیح می‌دهد. جهت گذار سریع به فضای مورد نیاز بحث، توجه خوانندگان عزیز را به تفاوت دو نظریه توضیح دهنده چگونگی حضور الکترونها پیرامون هسته اتم جلب می‌نمایم: ذرات مادی گروهی شکلی که در مدارهای دایره ای و معین پیرامون هسته به گردش مشغولند و "ابری که بیانگر میزان

¹ - Lotfi A. Zadeh.

² - Zadeh, L. A. 1965. Fuzzy Sets. Information and Control 8; 338 - 353.

³ - توجه خوانندگان محترم رابه تفاوت بسیار مهم؛ "خاکستری بودن" و "خاکستری جلوه دادن"، جلب می‌نمایم.

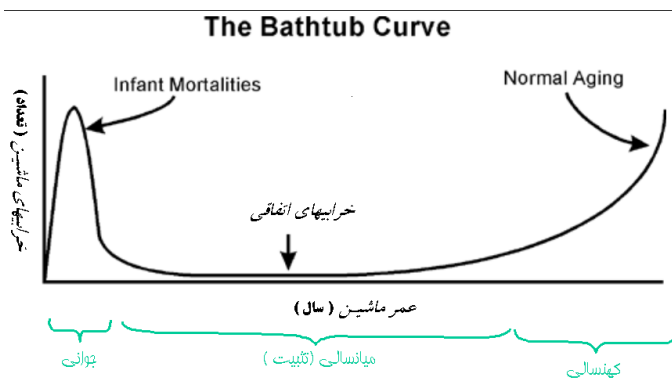
حضور (وجود) الکترون در موقعیت خاصی نسبت به هسته^۲ می باشد. شکل شماره ۱ در تفهیم شهودی مفهوم موثر خواهد بود.

واژه کلیدی نظریه فازی ، درجه عضویت می باشد. درجه عضویت محمل گزار از تعریف کلاسیک مجموعه ها به تعریف نوین رافراهم می آورد .

در تعریف کلاسیک یک عنصر یا به مجموعه ای تعلق داشته و عضو آن می باشد و یا به آن تعلق نداشته و عضو آن نمی باشد^۱. این دو حالت را می توان با " درجه عضویت = ۱ " و " درجه عضویت = ۰ " نمایش داد. سپس مقادیر میانی بین صفر و یک برای درجه عضویت مطرح می گردد که نقطه ظهور فازی است.

بطور مثال می توان منظور ما از جمله " ماشین Mi تقریباً خراب است " را بصورت " ماشین Mi با درجه عضویت معادل ۰.۸۵ به مجموعه ماشین های خراب تعلق دارد. " ، بیان نمود.

نکته بسیار جالب و حائز اهمیت آنکه می توان نتایج محاسبات و تحلیلهای فازی را در قالب قطعی ۲ نیز ارائه نمود.



نمودار شماره ۲: منحنی عمر دستگاه

در حال حاضر معمولاً، تولید و عرضه کنندگان ماشین آلات اطلاعات مورد نیاز نت را در راهنماهای ضمیمه ارائه می نمایند که می توان در برنامه ریزی مربوطه در نظر گرفت .

رویکرد علمی دیگری که در دروس آکادمیک تدریس می گردد؛ جمع آوری داده ها، برازش منحنی ۷ و پیش بینی براساس آن، می باشد.

بدیهی است موفقیت این روند مبتنی بر مقادیر بسنده^۸ در یک بازه زمانی قابل اتکاء و یا اطلاعات ارائه شده در منابع دستگاه می باشد. ولی این راهکارها با دواشکال اساسی روبرو می باشیم :

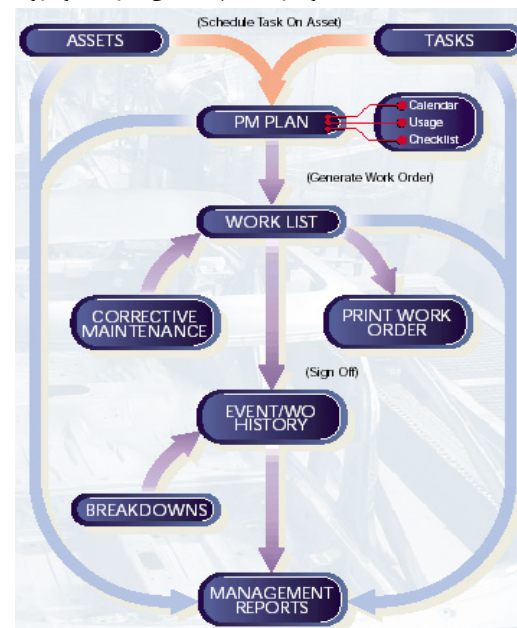
نخست آنکه معمولاً دستگاهها و ماشین آلات عمدتاً قدیمی بوده ولذا یا مدارکی با آنها ارائه نشده و یا بدلیل گذشت زمان در دسترس نمی باشد و دوم آنکه زمانبر و انرژی بر بودن جمع آوری داده از سوئی و خارج از حوصله دست اندرکاران بودن ، جایجاییهای متعدد و ... عملاً استفاده از راهکار مرسوم مستندسازی روند پیش بینی مبتنی بر آن راناممکن و یا بسیار دشواری نماید و نتیجه آنکه معمولاً عطایش به لقایش بخشیده می شود.

۳. خواستگاه فازی در PM

برنامه نگهداری و تعمیرات اصولاً بر سه پایه استوار می باشد که عبارتند از: نت پیشگیرانه^۳، نت برنامه ریزی شده^۴، نت پیشگویانه^۵.

ضرورت تاثیرات بسیار مثبت و سودآور وجود برنامه نت ۶ در مدیریت موثر هر فرآیند تولیدی، برکسی پوشیده نیست؛ دوباره کاریها ، در صد قابل ملاحظه ای از ضایعات فرآیند، با اجراء استراتژی منسجم نت در دو محور جلوگیری از بهر در رفتن سرمایه و نیروی انسانی و تبدیل تهدیدات به فرصتها

را بدنبال خواهد داشت.



نمودار شماره ۳: فرآیند معمول PM

^۱ - منطق دوارزشی.

2 - Crisp.

3 - Preventive M.

4 - Planned M.

5 - Predictive M.

^۶ - نگهداری و تعمیرات .

7 - Curve Fitting : Weibull, ...

^۸ - از نقطه نظر آماری .

از منظری دیگر چنانچه در قسمت قبل نیز اشاره گردید، کلیه انسانها در اکثر قریب به اتفاق موارد تمایل قابل ملاحظه ای به ابراز نظر خود در قالب کلمات محاوره ای دارند.

هنگامیکه تعمیرکاری (حتی حرفه ای) باماشینی روبرو می گردد غالباً نظری که بر ذهن و زبان او نقش می بندد عباراتی است نظیر: "خوب"، "بدنیست" و ...

در این زمان نیازه الگوریتمی که بتواند با اطلاعات نادقیق و براساس دقت مبتنی بر ریاضیات، اوضاع را تحلیل نموده و نتیجه را ارائه دهد بسیار احساس می گردد.

۴. قدمهای اجرائی

در این بخش پس از گذری موجز و مورد نیاز جهت ورود به فضای مورد نظر، به نمونه ای اجرائی خواهیم پرداخت.

همانگونه که خوانندگان فرهیخته مستحضرنند، اغلب منابع فازی، صورتی غیر کاربردی دارند اما در این مقاله قدمهای اجرائی به همراه توضیح کافی پیرامون اعمال و ابزار مورد نیاز ارائه خواهد شد.

سوق یافتن از اقدامات اصلاحی به پیشگیرانه، بویژه بواسطه برخورداری از منطق بسیار قوی صرفه جویی در هزینه و زمان، فرآیندی اجتناب ناپذیر در حیطه تعمیرات و نگهداری نیز چنین می باشد. بمنظور سهولت ارائه و کاربردی بودن مطالب، موضوع بصورتی تمثیلی پیرامون یک دستگاه توضیح داده می شود ولی بدیهی است روند کلی جهت اجرای کامل در سطح خطوط تولیدی و یا واحدهای تولیدی متشکل از خطوط مختلف کاملاً مشابه بوده و براحتی قابل تعمیم می باشد.

ماشین M_i را در نظر بگیرید که از سوئی خواهان تدوین برنامه نت پیشگیرانه برای آن بوده و از سوئی دیگر ملاحظاتی همچون؛ در دسترس نبودن اطلاعات کافی از ماشین مورد بحث، سپری شدن مدت طولانی از بکارگیری آن و نظایر آنها نیز در مساله پیش روی مداخل می باشند. دست اندرکاران عزیزی که در این حوزه فعالیت می نمایند، به خوبی برو وجود این موانع اذعان داشته و آنها را موانع اصلی تدوین برنامه پیشگیرانه می دانند. اینک می پردازیم به مراحل اجراء:

۴-۱- تعیین مجموعه های ۲ عوامل دخیل که برای نمونه می توان از مجموعه های زیر نام برد:

A1 = صدای ماشین شامل: { عادی، غیر عادی، خیلی غیر عادی }

A2 = ضایعات ماشین شامل: { کمتر از 50PPM، بین 50PPM تا 100PPM، بین 100PPM تا 500PPM، بزرگتر از 500PPM }

A3 = نتایج حسگر S1 شامل: { سبز، زرد، قرمز }

A4 = نتایج حسگر S2 شامل: { کمتر از ۰,۲، بین ۰,۲ تا ۰,۶، بین ۰,۶ تا ۰,۸، بیشتر از ۰,۸ }

۴-۲- تعیین مجموعه حالات یا وضعیتهای ماشین نظیر:

B = { سالم، نیازمند به تعمیر جزئی، نیازمند به تعویض ابزار، نیازمند به تعویض قطعه، نیازمند به تعمیر کلی }

۴-۳- استخراج قوانین: از کلیه منابع اطلاعاتی از جمله موارد اشاره شده قوانینی بصورت $A \Rightarrow B$ را استخراج می نمائیم. شایان ذکر می باشد که این امر می تواند بصورت پیوسته انجام شده و با اعمال در قانون کلی آنرا بهنگام نماید.

۴-۴- تبیین قانون مادر: در این مرحله می بایست کلیه قوانین بدست آمده را با هم ادغام نموده و قانون کلی یا مادر را بدست آوریم تا مبنای کار قرار گیرد. این عمل براحتی با استفاده از تابع () Rulebase نرم افزار MATLAB براحتی امکان پذیر می باشد.

¹ - Fuzzy.

² - بدست آوردن مقادیر فازی متناظر با هر یک از اعضاء مجموعه هابه دلیل سادگی و توضیح داده شدن در اکثر منابع فازی و همچنین بمنظور اختصار از اطاله کلام در این مقاله آورده نشده است. ولی اشاره میگرد که این موضوع با استفاده از توابع عضویت یا بوسیله توابع آماده نرم افزار *MATLAB V. 6.5 R. 13* براحتی قابل اجراء می باشد.

³ - Sensor.

⁴ - Overhaul.

۵ - بکارگیری قانون مادر: درهرمقطع زمانی موردنیازبویژه بصورت پیوسته باتعین مجموعه های Ai و اعمال قانون مادربرآن می توان وضعیت ماشین را تعیین نمود.

درکادرزیر مراحل تبدیل یک سری اطلاعات به یک قانون و اعمال آن جهت بهنگام سازی قانون مادر "UR" نمایش داده شده است.

```
>> ur = zeros(3,4,3,4,5);
% ابعاداین ماتریس به تعداد مجموع عوامل دخیل بعلاوه یک بستگی دارد %
>> MuA1 = fuzzifys(A1,A1(2));
>> MuA2 = fuzzifys(A2,A2(1));
>> MuA3 = fuzzifys(A3,A3(2));
>> MuA4 = fuzzifys(A4,A4(3));
>> MuB = fuzzifys(B,B(4));
% اطلاعات یک قانون واردگردید %
>> R = relation(MuA1, MuA2, MuA3, MuA4, MuB);
% قانون مربوط به اطلاعات واردشده ساخته شد %
>> UR = rulebase(UR,R);
% قانون مادرکه حاصل اعمال (ادغام) قانون (ها) می باشد ساخته شده یابهنگام می گردد %
% خطوط فوق می بایست بنعدانقوانین استخراج شده تکرارگردد %
```

بدیهی است که این قسمت می بایست برای هر سری اطلاعات مربوطه یک قانون "A ⇒ B" تکرارگردد

درمرحله بعدمی توانیم باتعین وضعیت عوامل دخیل و اعمال قانون مادر "UR" درهرزمان به وضعیت ماشین پی ببریم. دراین قسمت به نمونه ای می پردازیم که در آن هنگامیکه ماشین M_i از نقطه نظرصدای ماشین دروضعیت عادی بوده ومیزان ضایعات آن درمحدوده بین 50PPM تا 100PPM قرارداشته و حسگر S1 وضعیت قرمز رانمایش می دهد.

```
>> MuA1 = fuzzifys(A1,A1(1));
>> MuA2 = fuzzifys(A2,A2(2));
>> MuA3 = fuzzifys(A3,A3(3));
% ترجمان وضعیت فوق %
>> MuA = fuzzyAnd(MuA1,MuA2,Mua3);
>> ruleresp(UR,MuA)
% از علامت مربوط به عدم نمایش خروجی استفاده نمی نمایم تا نتیجه رامشاهده %
```

نتیجه بدین گونه بدست خواهدآمد:

یادآوری دونکته درپایان ضروری می نماید: نخست

آنکه درهرزمان می توان بااعمال اطلاعات جدیدبه شیوه فوق قانون مادر رابهنگام نموده وبه تبع آن نتیجه دقیقتری رااخذنمودو دیگرآنکه می توان نتیجه رابصورت دقیق بااستفاده ازتابع defuzzy رویت نمود.

منابع :

- [1] "Fuzzy Sets and Applications: Selected Papers by L.A. Zadeh", ed. R.R. Yager et al. (John Wiley, New York, 1987).
 [2] "U.S. Loses Focus on Fuzzy Logic" (Machine Design, June 21, 1990).

- [3] Apronix, Inc. Fuzzy Inference Development Environment (FIDE)[online] 14 November 1999. [cited 28 November 1999]. Available from the World Wide Web: < <http://www.aptronix.com/fide/whatfuzzy.htm> >.
- [4] Bauer, Peter; Nouak, Stephan; Winkler, Roman. A brief course in Fuzzy Logic and Fuzzy Control [online] Fuzzy Logic Laboratorium Linz-Hagenberg [published 1996-12-04]. Available from internet: < <http://www.flll.uni-linz.ac.at/pdw/fuzzy/fuzzy.html> >.
- [5] Brule, James. Fuzzy Systems - A Tutorial[online] 1985.[cited 24 October1999]. Available from the World Wide Web: < <http://life.csu.edu.au/complex/tutorials/fuzzy.html> >.
- [7] Fuzzy/Neurofuzzy Logic [online] Neurosciences. Available from internet: < http://www.neurosciences.com/nn_fzy.htm >.

۸ - پرفسور خان محمدی، مهندسین مشاور مادیسیستم، سمینار کاربرد تفکر فازی در مدیریت، خرداد ۸۲.