

مطالعه‌ای روی مبحث فناوری در سازمان از دیدگاه چارلز پرو و مدل‌سازی آن با استفاده از منطق فازی در نرم‌افزار MATLAB

علیرضا محمودی فرد^{۱*}، امین حبیبی راد^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی (و مدرس دانشگاه‌ها)، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده

علوم انسانی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران، alireza10.m10@gmail.com

۲- استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران،

ahabibirad@yahoo.com

چکیده

یکی از زمینه‌های بحث در خصوص مدیریت سازمان، مبحث فناوری است؛ به اطلاعات، فنون، تجهیزات و فرآیندهای لازم برای تبدیل ورودی‌ها به خروجی‌ها، فناوری (تکنولوژی) گویند؛ تعریف فناوری، مشابه تعریف تابع می‌باشد که گویی جعبه‌ای است که ورودی‌هایی را با ضابطه‌ای، به خروجی‌هایی تبدیل می‌کند؛ فناوری در هر سازمان خدماتی یا صنعتی وجود دارد. سه محقق روی فناوری پژوهش‌هایی مشهور انجام دادند؛ وودوارد، پرو و تامسون؛ تمرکز این مقاله، روی دیدگاه پرو است؛ پرو، در خصوص فناوری، ماتریس طبقه‌بندی ارائه داد؛ ماتریس وی، دو بعد (دو محور) دارد: ۱. تاثیرپذیری و ۲. تجزیه و تحلیل؛ وی چهار نوع فناوری را ذکر کرد: فناوری تکراری، فناوری مهندسی، فناوری هنری و صنعت‌گرانه و نهایتاً فناوری غیر تکراری. در این مقاله، پس از بیان مطالب مقدماتی و تبیین مباحث مربوطه، به مدل‌سازی بحث تکنولوژی از نقطه‌نظر چارلز پرو با استفاده از منطق فازی پرداخته شده است؛ مدل‌سازی‌ها در دو حالت با چهار قاعده فازی در نرم‌افزار جامع MATLAB انجام شده و تصاویر نرم‌افزاری آن‌ها ارائه شده است.

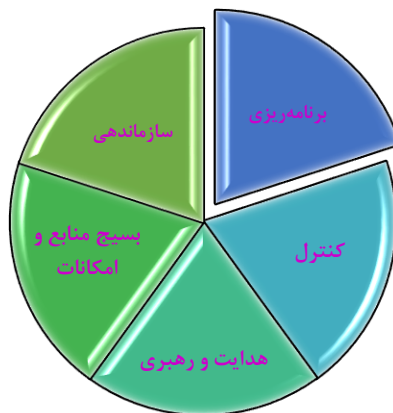
واژگان کلیدی: فناوری، چارلز پرو، مدل‌سازی فازی، مدیریت، منطق فازی، نرم‌افزار MATLAB

۱. مقدمه

۱.۱. مدیریت

علم مدیریت، جزو علوم بسیار مهم و کاربردی می‌باشد که در عرصه‌های مختلف زندگی بشر، اثرگذار است؛ مدیریت به رشته‌ها و گرایش‌های زیادی تقسیم می‌شود و دروس و مباحث زیادی برای مطالعه دارد؛ یکی از آن‌ها، مباحث تئوری سازمان و مدیریت است که جزو مهم‌ترین، کاربردی‌ترین و تاثیرگذارترین زمینه‌ها می‌باشد؛ بحث فناوری، مبحث مهمی است که در این مقاله، به آن پرداخته می‌شود تحلیل محصولات است.

پنج اصل مدیریت (وظایف مدیر) شامل این موارد می‌شود: ۱. برنامه‌ریزی، ۲. سازماندهی، ۳. بسیج منابع و امکانات، ۴. هدایت و رهبری و ۵. کنترل. شکل ۱، در همین مورد است.



شکل ۱: پنج اصل مدیریت (وظایف مدیر)

از بین پنج وظیفه مدیر، سه وظیفه در فاز اجرا می‌باشد (سازماندهی، بسیج منابع و امکانات و همچنین هدایت و رهبری) و دو وظیفه مهم‌تر، برنامه‌ریزی و کنترل می‌باشد؛ مدیر ابتدا برنامه‌ریزی (به نوعی مهم‌ترین وظیفه مدیر) می‌کند، بعد وارد فاز اجرا می‌شود و سپس خروجی‌ها را کنترل (دومین وظیفه مدیر از نقطه نظر اهمیت) می‌کند و از خروجی‌ها فیدبکی به ورودی و برنامه‌ریزی و اجرا می‌دهد؛ بازخورد او باعث می‌شود که برنامه بهتری بریزد که این برنامه بهینه‌تر، منجر به بهبود فاز اجرا شود و این چرخه بهبود، ادامه پیدا می‌کند تا سازمان به عملکرد بهینه و ایده‌آل خود نزدیک شود؛ در این بین، اهم وظایف مدیر، برنامه‌ریزی است؛ برنامه‌ریزی از چند منظر قابل بررسی است. مهم‌ترین نقش مدیر در هر یک از پنج وظیفه خود، نیز تصمیم‌گیری است.

۲.۱. تعریف سازمان

سازمان؛ پدیده‌ای اجتماعی است که به‌طور آگاهانه هماهنگ شده و دارای حدود و ثغور نسبتاً مشخصی بوده و برای تحقق هدف یا اهدافی^۲ بر اساس یک سلسله مبنایی دائمی فعالیت می‌کند [۱۹].

«به‌صورت آگاهانه هماهنگ شده»، دلالت بر مدیریت دارد؛ «پدیده اجتماعی» دال بر این معناست که سازمان از افراد^۳ یا گروه‌هایی^۴ که با هم در تعامل اند، تشکیل شده است.

ساختار^۵ سازمانی چگونگی تخصیص وظایف، ترتیب گزارش‌دهی، ساز و کارهای هماهنگی رسمی و الگوهای تعاملی را تصریح می‌کند؛ ساختار به‌عنوان یکی از اجزاء سازمان که از سه عنصر زیر تشکیل شده است، تعریف می‌شود.

پیچیدگی: حدود تفکیک درون سازمان را نشان می‌دهد و به میزان تخصص‌گرایی، تقسیم کار و تعداد سطوح در سلسله‌مراتب سازمان و میزان پراکندگی واحدهای جغرافیایی اشاره دارد؛ پیچیدگی یک اصطلاح نسبی است.

رسمیت: حد اتکای یک سازمان برای جهت‌دهی رفتار کارکنان به قوانین و مقررات و رویه‌ها می‌باشد.

تمرکز: تصمیم‌گیری در سطح مدیران ارشد اجرایی متمرکز باشد که نقطه مقابل آن عدم تمرکز می‌باشد [۱۹].

۳.۱. تعریف سیستم

سیستم^۶ عبارت است از اجزا متعامل و دارای وابستگی متقابل، که به‌نحوی تنظیم شده‌اند که یک کل مجزا از تک تک اجزا را به‌وجود می‌آورند (مانند جوامع بشری، اتومبیل‌ها، گیاهان و ... که هر کدام، یک سیستم هستند) [۱۹].

۲. مبانی نظری و متن اصلی

۱.۲. طبقه‌بندی برنامه‌ریزی از منظرهای متفاوت

برنامه‌ریزی را از مناظر مختلف می‌توان طبقه‌بندی کرد، همچون [۲۰]:

۱. برنامه‌ریزی از منظر زمانی: برنامه‌ریزی از منظر زمانی^۷ به سه دسته کوتاه‌مدت^۸، میان‌مدت^۹ و بلندمدت (دراز مدت)^{۱۰} تقسیم می‌شود؛ برنامه‌های کوتاه‌مدت، برنامه‌هایی هستند که تا یک سال اجرایی می‌شوند؛ برنامه‌های میان‌مدت شامل برنامه‌های یک تا سه سال شده و برنامه‌های بلندمدت، برنامه‌هایی تا پنج سال هستند.

۲. برنامه‌ریزی از منظر دیدگاه: برنامه‌ریزی از منظر دیدگاه^{۱۱} شامل دو مورد از درون به بیرون و از بیرون به درون می‌شوند؛ از بیرون به درون، حالتی است که اول محیط در نظر گرفته شده و بعد سازمان خود را با شرایط محیطی

^۱Organization

^۲Objectives

^۳Individuals

^۴Groups

^۵Structure

^۶System

^۷Time

^۸Short term

^۹Mid term

^{۱۰}Long term

^{۱۱}Perspective

تطبیق و وفق می‌دهد؛ در حالت از درون به بیرون، ابتدا داخل سازمان و مهارت‌ها و تخصص‌ها و کالاها و خدماتش در نظر گرفته می‌شود و با نوآوری و خلاقیت در بخش تحقیق و توسعه (R&D)، کالا و محصولات یا خدماتی جدید به بیرون عرضه می‌شود؛ در حالت از بیرون به درون، رفع نیاز صورت گرفته و در حالت از درون به بیرون، نیازسازی انجام می‌شود.

۳. برنامه‌ریزی از منظر تمرکز: برنامه‌ریزی از منظر تمرکز، شامل دو حالت تمرکز از بالا به پایین (تمرکز) و تمرکز از پایین به بالا (عدم تمرکز) می‌شود؛ اینکه کدام سبک مدیریتی بهتر است، کاملاً اقتضایی و وابسته به محیط و شرایط است؛ هر کدام ممکن است در جایی بهتر عمل کند؛ اگر سازمان با بحران و شرایط غیر قابل پیش‌بینی مواجه شده است، یا تعداد کارکنان کم است، یا فعالیت‌ها چندان وسیع یا سطح بالا نیست، تصمیم‌گیری تمرکزی مناسب‌تر است؛ اما اگر سازمان فرصت کار کارشناسی شده را دارد، یا فعالیت‌ها در سطح بالا و تخصصی انجام می‌شود، مسلماً تصمیم‌گیری از پایین به بالا، خروجی بهتری خواهد داشت.

۴. برنامه‌ریزی از منظر گستره: برنامه‌ریزی از منظر گستره، شامل سه حالت خرد، بخشی^۳ و کلان^۴ می‌شود؛ بستگی دارد که نگاه کلان را چه چیزی بگیریم تا یک لول کمتر از آن، بشود بخشی و لول پایین‌تر بشود خرد؛ مثلاً اگر نگاه کلان، ملی، فراملی و بین‌المللی یا جهانی است، بخشی همانند وزارت‌خانه‌ها و ارگان‌ها می‌شود و خرد هم شامل سازمان‌های کوچک و شرکت‌ها می‌شود.

جدول ۱، خلاصه‌ای از این مطالب را ارائه می‌دهد.

جدول ۱: برنامه‌ریزی از منظرهای مختلف [۲۰]

زمانی	کوتاه‌مدت	برنامه‌ریزی از منظر
	میان‌مدت	
	بلندمدت	
تمرکز	از بالا به پایین	
	از پایین به بالا	
گستره	کلان	
	بخشی	
	خرد	
دیدگاه	از درون به بیرون	
	از بیرون به درون	

۲.۲. اهداف و ویژگی‌های آن‌ها

مسلماً هر سازمانی، هدف یا اهدافی را برای خود تعریف کرده است و در تلاش است که به آن‌ها دست پیدا کند؛

^۱Scope

^۲Micro

^۳Divisional

^۴Macro

اهداف شامل خصوصیات هستند که ویژگی‌های هدف، شامل حروف کلمه مخفف SMART به معنی هوشمند است؛

۱. Specific یعنی مشخص

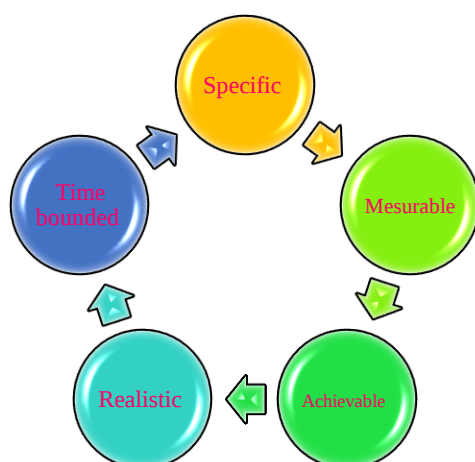
۲. Mesurable یعنی قابل اندازه‌گیری

۳. Achievable یعنی قابل دستیابی

۴. Realistic یعنی واقعی

۵. Time bounded یعنی دارای محدودیت زمانی [۲۰].

هدف‌ها باید کاملاً معین و مشخص باشند و ابهامی در آن‌ها وجود نداشته باشد؛ اهداف باید قابل اندازه‌گیری و سنجش باشند و بتوان به صورت دقیق مشخص کرد که به آن‌ها دست یافته‌ایم یا نه؛ اهداف باید دسترس‌پذیر و قابل دستیابی باشند و غیر قابل رسیدن یا غیر قابل دسترس نباشند؛ هدف‌ها باید واقعی و حقیقی باشند و مجازی یا تخیلی نباشند؛ اهداف باید دارای محدودیت زمانی و زمان‌دار باشند و نمی‌توان برای رسیدن به هدفی، زمانی تعریف نکرد یا زمان بی‌نهایت را در نظر گرفت. شکل ۳، در این خصوص است.



شکل ۲: پنج ویژگی هدف با واژه مخفف و اختصاری SMART

۳.۲. مفاهیم مهم برنامه‌ریزی استراتژیک

مباحث مهمی در برنامه‌ریزی راهبردی وجود دارد که به آن‌ها پرداخته می‌شود؛ سه بحث مأموریت، چشم‌انداز و ارزش‌های کلیدی^۲ با مخفف (Mission-Vision-Value) MVV برای سازمان بسیار مهم هستند؛ علاوه بر

^۱Mission

^۲Vision

^۳Values

این سه مورد، مفاهیم اهداف بلندمدت، استراتژی‌ها، سیاست‌ها، برنامه‌های کوتاه‌مدت / اقدامات^۴ و بودجه‌بندی^۵ نیز حائز اهمیت است [۲۰]. شکل ۳، در این مورد است.



شکل ۳: مفاهیم مهم برنامه‌ریزی استراتژیک

در کسب و کار پنج مفهوم وجود دارد که همه واژه‌های آن‌ها با حرف M شروع می‌شود؛ شکل ۴، در این خصوص است.

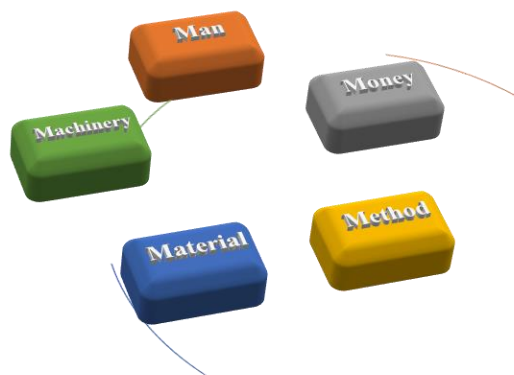
^۱Goal/ Objective

^۲Strategies

^۳Policies

^۴Actions/ Plan

^۵Budget



شکل ۴: پنج M کسب و کار

۴.۲. فناوری

تعریف فناوری: به اطلاعات^۱، فنون^۲، تجهیزات^۳ و فرآیندهای^۴ لازم برای تبدیل ورودی‌ها^۵ به خروجی‌ها^۶ فناوری (تکنولوژی) گویند.

تعریف فناوری، مشابه تعریف تابع^۷ می‌باشد که انگار باکسی (جعبه‌ای) است که ورودی‌هایی را با ضابطه‌ای، به خروجی‌هایی تبدیل می‌کند. فناوری در هر سازمانی وجود دارد؛ چه خدماتی، چه صنعتی [۱۹].

سه نفر روی فناوری پژوهش‌هایی انجام دادند؛ وودوارد، پرو و تامسون.

۴.۵. دیدگاه وودوارد

دیدگاه وودوارد در خصوص فناوری: دیدگاه وی، مبتنی بر تولید است؛ یک ساختار بهینه^۸ وجود دارد که منجر به اثربخشی می‌شود؛ دیدگاه وی، از اصول کلی نظریه‌پردازان کلاسیک (نظریه‌پردازان نوع اول) استنتاج شد.

وودوارد، شرکت‌ها را از نظر فناوری بر اساس پیچیدگی، به دسته طبقه‌بندی کرد: (۱) تولید واحدی، (۲) انبوه و (۳) فرآیندی

^۱Information

^۲Technologies

^۳Equipment

^۴Process

^۵Inputs

^۶Outputs

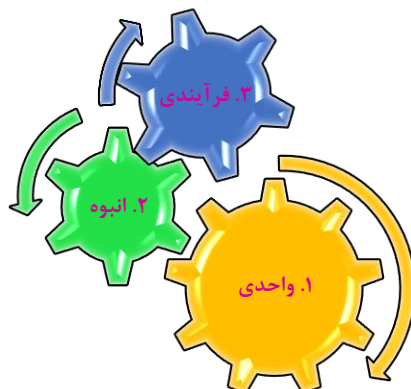
^۷Function

^۸Optimal

(۱) تولید واحدی: سفارش می‌گیرند و تولید می‌کنند؛ مانند خیاطی.

(۲) انبوه: تولید زیاد و انبوه دارند؛ مانند یخچال.

(۳) فرآیندی: فرآیند پیوسته و اتومات دارند؛ مانند پالایشگاه [۱۹].

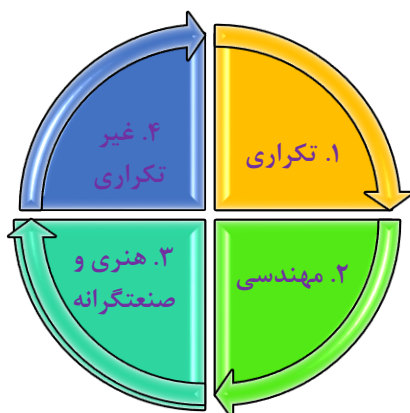


شکل ۵: انواع حالات تولید از نظر وودوارد [۱۹]

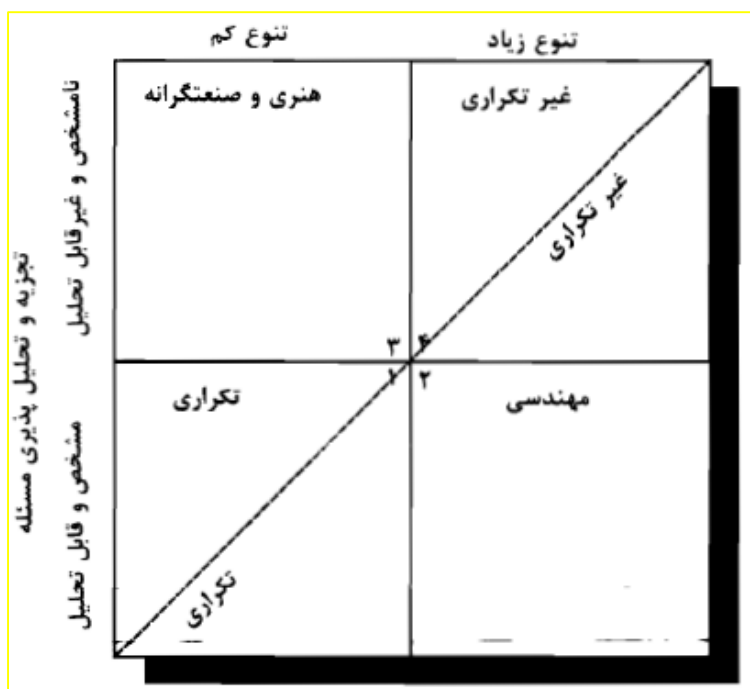
بین فناوری و ساختار، رابطه و تناسب وجود دارد؛ با افزایش پیچیدگی، کارکنان اداری و پشتیبانی هم زیاد می‌شود، ولی رابطه خطی نیست؛ خطی نبودن یعنی اگر به اندازه Z به X اضافه کنیم، دلیلی ندارد که به اندازه Z به Y هم افزوده شود؛ همچنین اگر X، C برابر شود، الزاما Y هم C برابر نمی‌شود [۱۹].

۶.۲. دیدگاه پرو

پرو، در خصوص فناوری، ماتریس طبقه‌بندی ارائه داد (چهار نوع فناوری)؛ ۱. فناوری تکراری، ۲. فناوری مهندسی، ۳. فناوری هنری و صنعت‌گرانه و ۴. فناوری غیر تکراری. شکل ۶ در این خصوص است. ماتریس وی، دو بعد (دو محور) دارد: (۱) تاثیرپذیری و (۲) تجزیه و تحلیل [۱۹]. شکل ۷، در این مورد است.



شکل ۶: انواع فناوری از نظر پرو [۱۹]



شکل ۷: طبقه‌بندی فناوری از دیدگاه پرو [۱۹]

در جدول ۲، انواع فناوری و ویژگی‌های ساختاری ارائه شده است:

جدول ۲: انواع فناوری و ویژگی‌های ساختاری [۱۹]

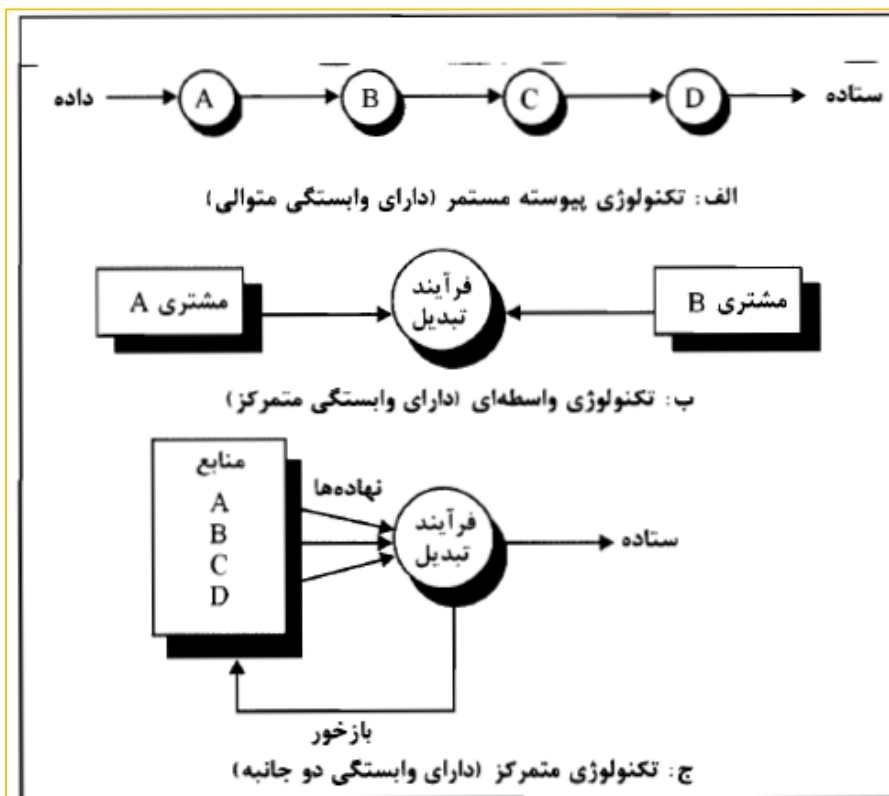
ویژگی‌های ساختاری					
همه‌پایه و کنترل	حیطه کنترل	تمرکززدایی	رسمی بودن	فناوری	ردیف
برنامه‌ریزی و قوانین خشک	وسیع	زیاد	زیاد	تکراری	۱
گزارش‌ها و جلسات	متوسط	زیاد	کم	مهندسی	۲
کارآموزی و جلسات	متوسط به بالا	کم	متوسط	هنری و صنعتگرانه	۳
هنجارهای گروهی و جلسات گروهی	متوسط به پایین	کم	کم	غیر تکراری	۴

۷.۲. دیدگاه تامسون

تامسون می‌گوید فناوری تعیین‌کننده نیست و برای کاهش عدم اطمینان، استراتژی می‌دهد؛ عدم اطمینان، مطلوب نیست.

توسط تامسون، سه گروه فناوری مطرح شد:

۱. پیوسته مستمر: عملیات به صورت سری؛ اول A بعد B همانند سیستم یکی پس از دیگری.
 ۲. رابطه‌ای: با رابطه‌ای، مشتری را به نهاده‌ها و ستاده‌ها مرتبط می‌کند.
 ۳. متمرکز (فشرده)
- تاثیر صنعت بر سازمان: از طریق استراتژی، روی سازمان تاثیر می‌گذارد.
- تاثیر اندازه بر سازمان: رابطه‌ای نیافتند، ولی اندازه سازمان، تاثیر زیادی بر ساختار دارد [۱۹].
- در شکل ۸، طبقه‌بندی فناوری از دیدگاه تامسون آمده است.

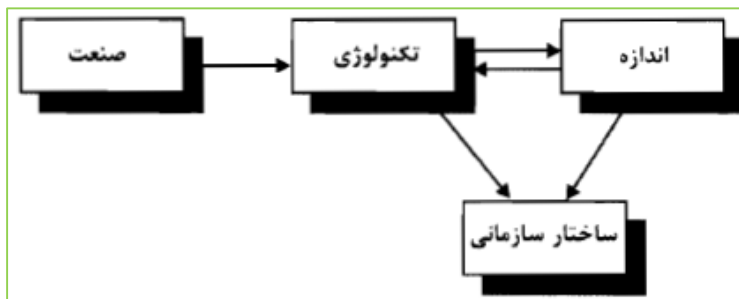


شکل ۸: طبقه‌بندی فناوری از دیدگاه تامسون [۱۹]

۸.۲. تاثیر فناوری در ساختار

- (۱) فناوری و پیچیدگی: فناوری تکراری، پیچیدگی کمی دارد و بالعکس.
- (۲) فناوری و رسمیت: بین تکنولوژی و رسمیت، ارتباط مستقیم وجود دارد.
- (۳) فناوری و تمرکز: فناوری تکراری، فقط وقتی کم است، منجر به تمرکز می‌شود.

در شکل ۹، مدل تلفیقی صنعت-اندازه آمده است [۱۹].



شکل ۹: مدل تلفیقی صنعت-اندازه [۱۹]

در جدول ۳، طبقه‌بندی فناوری‌ها بر اساس تکراری و غیر تکراری بودن آمده است.

جدول ۳: طبقه‌بندی فناوری‌ها بر اساس تکراری و غیر تکراری بودن [۱۹]

فناوری		
غیر تکراری	تکراری	نظریه پرداز
واحدی	انبوه، فرآیندی	وودوارد
هنری غیر تکراری، صنعتگرانه	تکراری، مهندسی	پرو
متمرکز	پیوسته مستمر، واسطه‌ای	تامسون

طبق [۱۹] می‌توان به نکات زیر دست یافت:

- * از منظر وودوارد، فناوری واحدی با فعالیت‌های غیر تکراری در ارتباط است و فناوری فرآیندی با فعالیت‌های خودکار و استاندارد شده سر و کار دارد و در نهایت، فناوری انبوه ماهیتا تکراری است.
- * وودوارد این سه طبقه را برحسب مقیاس افزایش میزان پیچیدگی فناوری که به ترتیب در تولید واحدی حداقل و در تولید فرآیندی بیشترین پیچیدگی وجود داشت، مطرح نمود.
- * تولیدکنندگان واحدی، محصولات خود را برحسب سفارش تولید می‌کنند؛ نظیر خیاطی‌ها که بر اساس سفارش، یک دست لباس می‌دوزند یا سازندگان توربین برای سدهای مشخص.
- * تولیدکنندگانی که تولید انبوه دارند، محصولات خود را در قالب دسته‌های بزرگ یا انبوه تولید می‌کنند؛ نظیر شرکت‌های تولیدی انواع یخچال.
- * سومین نوع فناوری‌های تولیدی، فرآیندی است که دارای فرآیند تولیدی پیوسته و بسیار خودکار می‌باشند؛ نظیر پالایشگاه‌های نفت و مواد شیمیایی.
- * وودوارد پی برد که میزان تفکیک عمودی درون سازمان‌ها، همراه با افزایش پیچیدگی فنی آن‌ها، افزایش می‌یابد.

* متوسط سطوح سلسله مراتب سازمانی در شرکت‌های دارای تولید واحدی، انبوه و فرآیندی به ترتیب سه، چهار و شش بود؛ مهم‌تر اینکه، از نقطه نظر اثربخشی شرکت‌های بالای متوسط در هر طبقه فناوری، حول متوسط گروه تولیدی‌شان متمرکز می‌شدند.

* بررسی‌های وودوارد نوعی ارتباط بین فناوری، ساختار و اثربخشی را اثبات کرد.

* تحقیق وودوارد آغازی بود برای پایان دادن به این نظریه که اصول سازمان و مدیریت جهان‌شمول است.

* کار وودوارد در واقع نخستین تحولی بود که به وسیله محققان تئوری سازمان، منجر به تبدیل دیدگاه اصول‌گرا در تئوری سازمان و مدیریت به تئوری اقتضایی سازمان گردید.

* پرو در مطالعات خود به جای اینکه توجه خود را به فناوری تولیدی معطوف کند، فناوری مبتنی بر دانش را مورد توجه قرار داد.

* پرو فناوری را به عنوان اقدام یا روشی که فرد برای ایجاد تغییر در شی، مفهوم و یا مقصودی به کار می‌گیرد، تعریف کرد؛ خواه این فرد از روش‌ها و ابزار مکانیکی بهره‌گیر، خواه نگیرد.

* فناوری‌های تکراری مورد بحث پرو استثنائات کمی داشته و تجزیه و تحلیل مسائل در آن، به سادگی امکان‌پذیر است. فرآیندهای تولیدی انبوه مورد استفاده در ساخت فولاد، اتومبیل و یا پالایش نفت در این مقوله جای می‌گیرند. شغل تحویلدار بانک، مثال دیگری از این نوع فناوری است.

* فناوری‌های مهندسی مورد بحث پرو از استثنائات متعددی برخوردار بوده، ولی می‌توانند به شیوهای عقلایی و اصولی و نظاممند، به کار گرفته شوند؛ فعالیت‌هایی که به وسیله حسابداران مالیاتی انجام می‌شوند و یا ساخت واحدهای اداری از جمله این فناوری محسوب می‌شوند.

* فناوری‌های هنری و صنعتگرانه مورد بحث پرو، با مسائل نسبتاً مشکل مواجه بوده، ولی از مجموعه محدودی استثنائات برخوردارند؛ مشاغلی مانند کفاشی، تعمیرکاری و همچنین هنرپیشگی از این جمله‌اند.

* فناوری غیرتکراری مورد بحث پرو با استثنائات متعددی مواجه بوده و تجزیه و تحلیل مساله نیز مشکل است؛ برنامه‌ریزی استراتژیک و فعالیت‌های تحقیقاتی بنیادی، مثال‌هایی از این نوع فناوری‌اند.

* پرو استدلال کرد که اگر مسائل بتوانند به طور سیستماتیک بررسی شوند و تجزیه و تحلیل‌های منطقی نیز به کار گرفته شود، فناوری‌های تکراری و مهندسی می‌توانند مناسب و مطلوب باشند.

* پرو همچنین استدلال کرد که مسائلی که فقط به طور شهودی، حدسی و با تجربیات غیر تحلیلی مورد استفاده قرار می‌گیرند، مستلزم فناوری غیر تکراری و مهندسی می‌باشند.

* همچنین پرو بیان کرد که اگر مسائل جدید، غیر معمول و ناآشنا باشند و به طور منظم ظهور کنند، فناوری‌های تکراری و هنری و صنعتگرانه مناسب هستند.

* پرو دو نوع فناوری تکراری و غیرتکراری ارائه نمود؛ سوای این دو، پرو دو نوع دیگر فناوری یعنی مهندسی، هنری و صنعتگرانه را نیز مطرح کرد که برحسب میزان تکراری بودن، با هم متفاوت بودند؛ در واقع فناوری مهندسی نسبت به هنری و صنعتگرانه، از میزان استاندارد شدن بالاتری برخوردار بود.

- * پرو مطرح کرد که تغییرپذیری وظیفه و تحلیل‌پذیری مساله، رابطه مثبتی با هم دارند.
- * پرو ادعا کرد که روش‌های کنترل و هماهنگی با نوع فناوری کاربردی باید تغییر کنند.
- * تامسون در صدد برآمد تا یک نوع طبقه‌بندی از فناوری‌هایی که در سازمان‌های پیچیده به کار می‌روند را ارائه نماید.
- * تامسون سه نوع فناوری تحت‌عنوان فناوری پیوسته مستمر، فناوری واسطه‌ای و فناوری متمرکز (فشرده) را پیشنهاد کرد که بر حسب وظایفی که هر واحد سازمانی آن‌ها را انجام می‌دهد، شناخته می‌شوند.
- * اگر وظایف یا عملیات به‌طور متوالی با هم وابستگی متقابل داشته، تامسون آن‌ها را پیوسته مستمر نامید.
- * شرکت‌هایی که دارای تولید انبوه بوده و بیشتر بوفه‌های مدارس، مثال‌هایی از فناوری پیوسته مستمر هستند.
- * چون فناوری‌های پیوسته مستمر، نیاز به کارآیی و هماهنگی و همچنین وابستگی‌های متوالی متقابل بین فعالیت‌ها دارند، لذا عدم اطمینان عمده‌ای که مدیریت با آن مواجه است، مربوط به نهاده‌ها و ستاده‌ها می‌باشد.
- * تامسون فناوری واسطه‌ای را نوعی فناوری که مشتری را به نهاده و ستاده سازمان پیوند می‌دهد، تعریف کرده است. بانک‌ها، مراکز بهره‌برداری تلفن فروشگاه‌های خرده‌فروشی، سازمان‌هایی که خدمات کامپیوتری ارائه می‌دهند، موسسات کاریابی و خدمات رفاه عمومی و ادارات پست از این نوع فناوری بهره می‌جویند.
- * تامسون سومین گروه فناوری را، فناوری متمرکز نامید و آن عبارت است از دادن یک پاسخ متعارف به مجموعه متنوعی از شرایط گوناگون و موارد اقتضایی.
- * فناوری متمرکز، هماهنگی را از طریق ارتباط دو جانبه محقق می‌سازد؛ نمونه‌های این فناوری در بیمارستان‌ها، دانشگاه‌ها، آزمایشگاه‌های تحقیقاتی، سازمان‌های مشاوره مدیران و تیم‌های ضربت ارتش به کار می‌روند.
- * اساساً هر نوع فناوری نوعی وابستگی ایجاد می‌کند.
- * فناوری پیوسته مستمر با وابستگی متوالی همراه است، رویه‌ها بسیار استاندارد شده‌اند و باید به‌صورت یک ترتیب متوالی مشخص انجام شوند.
- * فناوری واسطه‌ای، وابستگی متمرکز دارد؛ یعنی دو واحد یا بیشتر، به‌طور جداگانه در یک واحد بزرگ‌تر سهیم‌اند.
- * فناوری متمرکز، وابستگی دو جانبه را ایجاد می‌کند؛ یعنی ستاده‌های واحدها به‌صورت دو جانبه یکدیگر را تحت تأثیر قرار می‌دهند.
- * می‌توانیم، بینش‌های تامسون را در قالب اصطلاحات ساختاری مطرح نماییم؛ وی ادعا کرد که انتظارات مرتبط با ارتباطات و تصمیم‌گیری با تغییر فناوری از واسطه‌ای (کم) به پیوسته مستمر (متوسط) و نهایتاً متمرکز (زیاد)، افزایش می‌یابد.
- * فناوری متمرکز از طریق قوانین و رویه‌ها به‌صورت اثربخش‌تر هماهنگ می‌شود و فناوری پیوسته مستمر با برنامه‌ریزی و تدوین جداول زمان‌بندی همراه می‌گردد و فناوری متمرکز مستلزم ارتباط دو جانبه می‌باشد.
- * بر اساس مطالعات تامسون، می‌توان بیان داشت که:

- فناوری واسطه‌ای = پیچیدگی کم و رسمیت زیاد
- فناوری پیوسته مستمر = پیچیدگی متوسط و رسمیت زیاد
- فناوری متمرکز = پیچیدگی زیاد و رسمیت کم
- * طبقه‌بندی تامسون از فناوری‌های پیوسته مستمر، واسطه‌ای و متمرکز نام می‌برد که بر حسب میزان تکراری بودن، دو تای اولی تکراری بوده و آخری غیر تکراری بود.
- موضوع مشترک در کل این نظریه‌ها، این است که روش‌ها و فرآیندهای تبدیل نهاده‌ها به ستاده‌ها بر حسب میزان تکراری بودنشان نسبت به هم متفاوت هستند.
- فناوری تکراری و غیر تکراری:
- * مدارکی وجود دارند (اما نه به‌طور قطع) که نشان می‌دهند، فناوری تکراری، پیچیدگی کمی به همراه دارد.
- * اگر میزان تکراری بودن فناوری زیادتر باشد، تعداد گروه‌های حرفه‌ای کمتری مورد نیاز بوده و افراد حرفه‌ای سازمان به آموزش کمتری نیاز دارند.
- * فناوری غیر تکراری به احتمال زیاد، پیچیدگی سطح بالایی را سبب می‌شود؛ به موازات پیچیده‌تر شدن کار، حیطه کنترل محدود شده و تفکیک عمودی افزایش می‌یابد.
- * محققین دریافته‌اند که بین فناوری تکراری و رسمیت، ارتباط مثبتی وجود دارد.
- * اگر قوانین و مقررات حداقل باشند، فناوری تکراری باید کنترل متمرکز را اعمال نمایند.
- * می‌توانیم پیش‌بینی کنیم که فناوری‌های تکراری فقط وقتی، رسمیت کم است منجر به تمرکز می‌گردند.
- قوانین رسمی و تصمیم‌گیری متمرکز، مکانیزم‌های کنترلی هستند که مدیریت می‌تواند آن‌ها را جانشین یکدیگر کند.
- مباحث علوم انسانی، نسبی (طیفی و فازی و نه صفر و یکی)، اقتضایی (وابسته به محیط و شرایط و متغیر)، غیر خطی و مبتنی بر ورودی‌های متعدد و غیر قابل پیش‌بینی (همانند ورود نویز و اغتشاش) هستند و لذا برای مدل‌سازی آن‌ها، با اطمینان زیادی می‌توان از روش‌های مدل‌سازی تقریبی و هوشمند، همون روش فازی استفاده کرد که به آن پرداخته می‌شود.
- بر اساس دیدگاه پرو، قواعد فازی مربوطه برای مقاله مرقوم شده است.

۹.۲. منطق فازی

منطق فازی، یکی از روش‌های مدل‌سازی جالب و جذاب برای هر سیستم است که در دسته روش‌ها هوشمند قرار می‌گیرد؛ این روش، فرموله کردن مساله و به‌دست آوردن خروجی مطلوب را به فرم خاصی انجام می‌دهد؛ منطق فازی، از گفتار و زبان انسانی برای تنظیم و نگارش فرامین و قوانین خود بهره می‌گیرد؛ در حقیقت، منطق فازی عبارات گفتگوی انسان‌ها را به‌صورت ریاضی مدل کرده و آن‌ها را با استفاده از استدلال تقریبی فرمول‌بندی می‌نماید.

اصلی‌ترین تفاوت ریاضیات فازی با ریاضیات کلاسیک، در این است که در ریاضیات کلاسیک همه چیز حول ۰ یا ۱ می‌چرخد؛ یعنی همه چیز یا هست و یا نیست؛ یا عددی عضو مجموعه‌ای هست یا نیست؛ یا بالا یا پایین، یا چپ یا راست، یا باز یا بسته، یا درست یا غلط، یا دختر یا پسر، یا سرد یا گرم، یا سیاه یا سفید، یا شب یا روز و...؛ به قولی معروف، بودن یا نبودن، مساله این است؛ پس فقط دو حالت ممکن را در برمی‌گیرد که در منطق دیجیتال، آن را معادل با اعداد ۰ یا ۱ می‌شناسیم؛ اما در ریاضیات فازی، عضویت می‌تواند عددی مابین ۰ و ۱ نیز باشد؛ صرفاً دو حالت وجود ندارد و به صورت پیوسته می‌توان عضویت‌ها و قوانین را بیان نمود؛ تغییرات در بسیاری از موارد به صورت نرم صورت می‌گیرد، بین توابع عضویت، همپوشانی وجود دارد و مدل‌های مختلفی برای مدل‌سازی توابع عضویت وجود دارد؛ کنترل‌کننده‌های فازی نیز در صنعت به کرات مورد استفاده قرار می‌گیرند که طراحی این کنترل‌گرها توسط محققان گرایش مهندسی کنترل صورت می‌گیرد؛ از مزایای کنترل فازی، این است که نیاز نیست مدل دقیق سیستم در دسترس باشد؛ این مزیت برای سیستم‌های صنعتی که سیستم‌هایی غیر خطی و دارای عدم قطعیت‌های اساسی چه در داینامیک خود و چه در ورودی‌ها هستند، بسیار بسیار کارگشا است.

یکی از بهترین و پرکاربردترین روش‌های کنترلی موجود، بهره‌گیری از منطق فازی^۱ و استفاده از انواع کنترل‌کننده های فازی^۲ است؛ علی‌الخصوص برای سیستم‌هایی که مدل کامل و دقیق آن‌ها قابل شناسایی^۳ و یا اعمال نیست و یا ورودی‌های ناخواسته مانند نویز و اغتشاش به آن‌ها وارد می‌شود، بسیار مطلوب و کارراه‌انداز است.

۱۰.۲. فازی از نظر لغوی

واژه فازی، در لغت به معنای گنگ، نامفهوم، نادقیق، مبهم و ... می‌باشد؛ لیکن یک سیستم فازی، کاملاً دقیق و قابل استفاده به صورت تئوری و در عمل می‌باشد؛ علت نام‌گذاری کردن این منطق با همچین کلمه‌ای، احیاناً به سبب متفاوت بودن تعاریف و گزاره‌ها برای اشخاص مختلف است؛ یک گزاره ممکن است از نظر فردی، کاملاً درست، از نظر فردی دیگر، کاملاً غلط و از دیدگاه شخصی دیگر، نه کاملاً درست و نه کاملاً غلط باشد.

۱۱.۲. مروری مختصر بر تاریخچه منطق فازی و سیستم‌های مبتنی بر این منطق

منطق فازی برای نخستین بار توسط پروفسور لطفی‌زاده با نام کامل پروفسور لطفعلی عسگرزاده و در دنیا معروف به زاده^۴ مطرح شد؛ دهه ۱۹۷۰ رخدادی بزرگ صورت گرفت و آن، تولد کنترل‌کننده‌های فازی برای سیستم‌های واقعی بود؛ در سال ۱۹۷۳ پروفسور لطفعلی عسگرزاده، مقاله‌ای تحت عنوان " طرح یک راه‌حل جدید برای تجزیه و تحلیل سیستم‌های پیچیده و فرایندهای تصمیم‌گیری منتشر نمود" که این مقاله، اساس کنترل فازی را پایه‌گذاری کرد؛ در سال ۱۹۷۵، ممدانی و آسیلیان، چارچوب اولیه‌ای را برای کنترل‌کننده‌های فازی مشخص کردند و کنترل-کننده فازی را به یک موتور بخار اعمال نمودند؛ در سال ۱۹۷۶ هومیلاد و اوسترگارد، اولین کنترل‌کننده فازی را برای یک فرایند صنعتی کامل (کنترل فازی کوره سیمان) به کار بردند؛ در دهه ۱۹۸۰ نیز چندین کاربرد صنعتی مهم منطق فازی در ژاپن صورت گرفت و محققان ژاپنی دریافتند که کنترل‌کننده‌های فازی به سهولت قابل طراحی بوده و از

^۱Fuzzy Logic

^۲Fuzzy Controllers

^۳Identification

^۴Zadeh

آن‌ها در زمینه‌های مختلفی می‌توان استفاده نمود؛ ژاپنی‌ها در دهه ۱۹۸۰ در کنترل تصفیه آب فوجی، ربات، فرآیند پارک خودکار اتومبیل، قطار زیرزمینی سندایی، ربات پینگ‌پنگ‌باز، پاندول معکوس، منطق فازی را به کار بردند و قابلیت پیاده‌سازی این منطق را به جهانیان اثبات نمودند؛ در دهه ۱۹۹۰ نیز ژاپنی‌ها در دستگاه‌ماشین لباس‌شویی اتوماتیک، جاروبرقی اتوماتیک و دوربین‌های فیلم‌برداری، منطق فازی را پیاده کردند و به توسعه تولید سیستم‌های کنترل فازی کمک کردند که تلاش‌های آن‌ها کماکان نیز ادامه دارد؛ بنابراین اولین دستگاه‌های ساخته بر اساس منطق فازی عبارتند از: ماشین لباس‌شویی، چرخ خیاطی، جاروبرقی، مترو سندایی در ژاپن، انواع ربات‌ها، دوربین‌های فیلم‌برداری، صنایع اتومبیل‌سازی و

۱۲.۲. ریاضیات فازی

همان‌طور که می‌دانیم در منطق کلاسیک یا منطق ارسطویی، هر گزاره منطقی تنها می‌تواند دو حالت (صفر یا یک) اختیار کند؛ هر گزاره یا درست است و یا نادرست (True or False)؛ به‌عنوان مثال یا روز است یا شب؛ عدد یا عضو مجموعه‌ای هست یا نیست، یا سفید است یا سیاه، یا قد بلند است یا قد کوتاه، یا لاغر است یا چاق، یا باز است یا بسته، یا سرد است یا گرم و ...؛ لیکن در منطق فازی هر گزاره می‌تواند درصدی درست و درصدی نادرست (بین صفر و یک) نیز باشد؛ در منطق فازی تنها دو حالت برای گزاره قابل اختیار نیست و گزاره می‌تواند به‌صورت پیوسته همزمان درصدی درست و درصدی نادرست (بین صفر و یک و نه الزاما خود صفر یا یک) باشد؛ در حقیقت، منطق فازی، دنیا را صرفاً به رنگ سیاه یا سفید نمی‌بیند و می‌گوید که بین سیاه و سفید، بی‌شمار رنگ، از جمله خاکستری نیز وجود دارد؛ بحث سطح خاکستری^۱ و طوسی، در سیستم‌های فازی همین موضوع است؛ با تفاسیر فوق، می‌توان گفت که مجموعه‌های کلاسیک، حالت خاصی از مجموعه‌های فازی هستند.

اگر بیان‌گر میزان تعلق عضوی به مجموعه‌ای (مثلاً A) باشد، برای مجموعه‌های کلاسیک این مقدار صرفاً ۰ یا ۱ است؛ یعنی:

$$\mu_A(x) \in \{0,1\}$$

در صورتی که برای مجموعه‌های فازی می‌تواند سایر مقادیر بین ۰ و ۱ را نیز اختیار کند؛

یعنی:

$$\{0 \leq \mu_A(x) \leq 1\}$$

به‌علت تفاوت مقدار عضویت در بین مجموعه‌های دقیق با مجموعه‌های فازی، می‌توان گفت که مجموعه‌های کلاسیک حالت خاصی از مجموعه‌های فازی هستند؛ یا به‌عبارتی مجموعه‌های فازی بر اثر توسعه و بسط مجموعه‌های کلاسیک به‌وجود آمده‌اند؛ به‌طوری‌که مقدار تعلق در آن‌ها می‌تواند علاوه بر صفر و یک، عددی در بازه [۰,۱] باشد.

^۱True
^۲False
^۳Gray Level

در واقع در منطق فازی صرفاً ۰ و ۱ (باینری^۱ بودن نتیجه گزاره‌ها) مطرح نیست و درستی یا عدم صحت گزاره می‌تواند عددی بین ۰ و ۱ باشد؛ مثلاً می‌خواهیم به بررسی دمای هوای شهر با استفاده از منطق فازی بپردازیم؛ در گفتار روزمره، از کلمات خاصی همچون داغ، خیلی گرم، گرم، معتدل، خنک، سرد، خیلی سرد، یخبندان و ... استفاده می‌کنیم؛ به‌عنوان مثال می‌گوییم که هوا گرم است که این گرما، طبیعتاً در ذهن ما یک بازه دمایی را در برمی‌گیرد اما معمولاً در خصوص عدد دما توسط عوام صحبت نمی‌شود؛ مثلاً اگر دما بین ۲۳ تا ۳۰ درجه سلسیوس باشد، می‌گوییم هوا گرم است که این ابراز احساس، با توجه به فرامین مغز و واکنش‌های بدن که به‌طور خودکار به شرایط آب و هوایی داده می‌شود، صورت می‌گیرد.

در گفتار انسان‌ها معمولاً عدد دما بیان نمی‌شود و میزان دما با توجه به همان واکنش‌ها و احساسات به‌صورت یک واژه یا عبارت تبیین می‌شود؛ مثلاً گفته نمی‌شود که دمای هوا ۱۲٫۸ درجه سانتی‌گراد است و این دما به‌صورت "هوا سرد است!" بیان می‌شود؛ به‌عبارت ساده، در منطق فازی، از مفاهیم گفتاری که مفهوم عددی را می‌رسانند، استفاده می‌شود و این یعنی محاسبه با کلمات توسط دانش انسانی؛ به‌عنوان مثال، در گفتگوی انسانی متغیرهای زبانی^۲ و کلماتی همچون بسیار^۳، اندکی^۴، زیاده^۵، کمی^۶، خیلی^۷، تاحدی^۸، نزدیک^۹، تقریباً^{۱۰}، خیلی خیلی^{۱۱} و ... به‌کار برده می‌شوند که منطق فازی نیز مفهومی منطبق بر دانش انسانی داشته و بدین‌خاطر مزایایی نیز به همراه دارد.

برای مجموعه‌های فازی هم، عملگرهای مکمل، اشتراک (T-Norm) و اجتماع (S-Norm) تعریف می‌شود؛ عملیات‌های منطق ارسطویی (مانند جمع و ضرب) در منطق فازی هم صادق است؛ بسیاری از قوانین منطق کلاسیک مانند قانون دمورگان، در منطق فازی نیز برقرار است.

۱۳،۲. برخی قابلیت‌های خاص سیستم‌های فازی

- استفاده از گفتار انسانی و متغیرهای زبانی به‌جای محاسبات ریاضی
- جایگزین کردن برخی تئوری‌های احتمالات با تئوری امکان و استفاده از منطق فازی
- متفاوت بودن تعاریف و توصیف یک سیستم خاص و روش حل و کنترل آن، توسط افراد مختلف

۱۴،۲. مزایای استفاده از سیستم‌های فازی

^۱Binary^۲Linguistic Variables^۳So^۴Slightly^۵Much^۶A little^۷Very^۸About^۹Close^{۱۰}Almost^{۱۱}So very

☆ توانایی بیان عدم قطعیت‌ها؛ کنترل‌گرهای فازی برای سیستم‌های غیر خطی و بدون مدل ریاضی دقیق، مناسب هستند.

☆ امروزه و علی‌الخصوص در ژاپن، فازی خواسته مردم است که با توجه به تکنولوژی نوین و برتر بودن فازی، خواسته مردم قابل درک است.

☆ ابزاری جدید برای حل مشکلاتی که تئوری احتمال، راهی برای حل آن‌ها ندارد.

☆ استفاده نمودن از دانش انسانی

☆ امکان هوشمندتر کردن روش، با به کارگیری الگوریتم‌های تکاملی و متدهای ابتکاری دیگر (تلفیق روش-ها)

☆ ساده نمودن مسائل و سیستم‌های پیچیده با مدل‌سازی توسط منطق فازی

☆ امکان تفهیم نمودن ساده‌تر عملکرد سیستم به اشخاص مختلف، به علت استفاده از گفتار انسانی در منطق فازی

☆ ارائه راه‌حل برای سیستم‌هایی که بسیاری از روش‌های کلاسیکی از حل آن‌ها عاجزند.

☆ کنترل‌گرهای فازی از ثبات و قابلیت اطمینان بالاتری نسبت به کنترل‌گرهای متعارف دارند.

☆ سریع‌تر بودن روش در مقایسه با بسیاری از روش‌های کلاسیک

☆ امکان ارائه دادن محصولات ارزان به نسبت سایر روش‌ها

☆ مبنای استفاده از انواع سیستم‌های ربات و به طور کلی علم رباتیک

☆ طراحی کنترل‌کننده‌های نرم (با نرخ تغییرات پیوسته‌ی کم)

☆ قابل تبدیل بودن متغیرهای تعریفی با استفاده از تول‌باکس موجود در نرم‌افزار MATLAB، به کدهای میکروپروسور برای پیاده‌سازی در واقعیت و عدم نیاز به نوشتن مستقیم کدها با روش‌های برنامه‌نویسی ویژه میکروپروسورها

☆ توانایی اعمال مستقیم به سیستم غیرخطی

☆ قابل استفاده برای سیستم‌هایی که در آن‌ها، چندان حساس نبودن سیستم (سیستم‌های با حساسیت کم)، حائز اهمیت است.

۱۵،۲. معایب استفاده از سیستم‌های فازی

❖ متفاوت بودن توصیف‌های یک سیستم از دیدگاه افراد مختلف

❖ پذیرفته نشدن روش فازی از طرف بسیاری از محققان به علت ریاضیاتی نبودن روش

❖ نداشتن اثبات پایداری سیستم‌های فازی

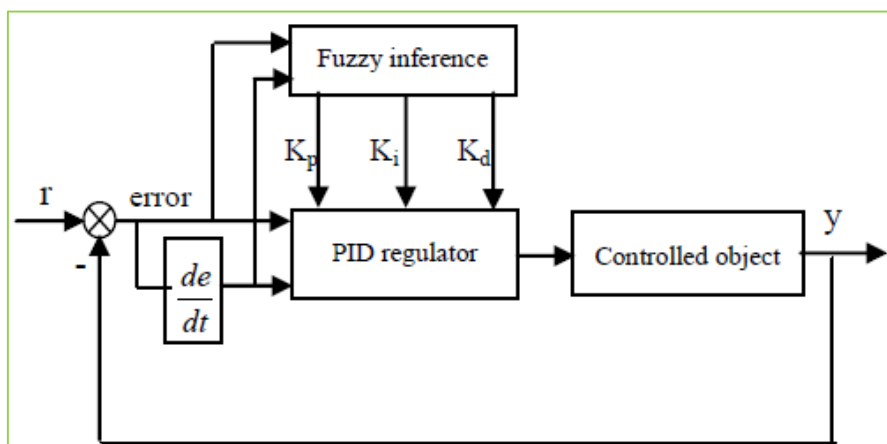
۱۶،۲. عملکرد سیستم فازی

به‌طور کلی کارکرد یک سیستم فازی بسیار ساده است؛ سیستم فازی از سه بخش ورودی، خروجی و پردازش تشکیل می‌شود که واحد ورودی، از خروجی سنسورها یا سایر ورودی‌ها، مقادیر را دریافت می‌کند و آن‌ها را به توابع عضویت مربوطه می‌برد و مقادیر تعلق را به آن‌ها نسبت می‌دهد؛ سپس واحد پردازش، قوانین را گرفته و برای هر یک، نتیجه‌ای تولید می‌کند؛ نتایج ترکیب شده را دریافت نموده و آن را به یک مقدار کنترلی غیر فازی تبدیل می‌کند؛ واحد خروجی نیز خروجی‌های به‌دست آمده را به بیرون انتقال می‌دهد. همان‌طوری که منطق باینری به‌علت سادگی در محاسبات، مبنای سیستم‌های دیجیتال و دستگاه‌های کامپیوتری است، منطق فازی و بهره‌گیری از سیستم‌های فازی به‌علت انعطاف‌پذیری زیاد، پایه و اساس علم رباتیک می‌باشد. لازم به‌ذکر است که سیستم‌های کنترل فازی و شبکه‌های عصبی مصنوعی، ابزارهای مدل‌سازی هستند نه بهینه‌سازی؛ مدل‌سازی، زیرمجموعه‌ای از بهینه‌سازی است و به نوعی می‌توان گفت که مدل‌سازی، حالت خاصی از بهینه‌سازی می‌باشد؛ سیستم تحت کنترل، ابتدا از نقطه‌نظر پایداری مورد بررسی قرار می‌گیرد؛ اگر پایدار بود، فی‌الحال مراد؛ اگر پایدار نبود، می‌بایست ابتدا پایدار شود؛ در صورت پایدار بودن یا پایدار شدن، حال به سراغ عملیات کنترلی برای سیستم بر اساس مدل‌سازی مربوطه و با روش‌های مدنظر می‌رویم؛ پس از کنترل و یا در حین آن، می‌توان عملیات کنترلی را با استفاده از روش‌های بهینه‌سازی، بهینه نمود و یک کنترل‌کننده بهینه منحصر به فرد برای سیستم مربوطه طراحی کرد.

در سیستم‌های خبره و سیستم‌های کنترل فازی، هدف اصلی، مدل‌سازی تجربه انسان و رفتار تصمیم‌گیری اوست؛ لذا ایده اصلی کنترل‌گر منطق فازی^۱ (FLC)، کمک گرفتن از تجربه اپراتور انسانی در طراحی کنترل‌گر است؛ زیرا یک سری قواعد گفتاری، مبین استراتژی کنترلی اپراتور و در نتیجه سیستم کنترل فازی می‌باشد. مزیت اصلی FLC، پیاده‌سازی تجربه، دریافت و ادراک مستقیم و حس کشف‌کنندگی است که بی‌نیاز از دارا بودن یک مدل خواهد بود؛ از ویژگی‌های منطق فازی^۲ (FL)، غیرگسسته بودن است؛ بسیاری از فرآیندها، پیوسته^۳ هستند (گسسته^۴ نیستند) که این در حالی است که امروزه در سیستم‌های کنترلی، از کامپیوترها و پردازنده‌های دیجیتال^۵ استفاده می‌شود؛ پس FL، روشی است برای انتقال فرآیند آنالوگ به دیجیتال که مطلوب پردازش‌گرهای دیجیتال می‌باشد. در سیستم‌هایی که احتمال نادقیق بودن دینامیک آن‌ها وجود دارد و نیاز به یک کنترل‌گر بسیار دقیق در آن‌ها حس نمی‌شود، از سیستم‌های فازی استفاده می‌شود؛ در صورتی که نیاز به کنترل‌کننده بسیار دقیقی وجود داشته باشد و تولرانس آن‌چنانی هم وجود نداشته باشد، از کنترل‌گر فازی استفاده نمی‌شود. سیستم‌های فازی، سیستم‌هایی مبتنی بر دانش انسانی^۶ هستند و اساس آن‌ها به‌جای سیستم‌های کامپیوتری، تفکر انسانی است؛ پروفیسور زاده از مفهوم محاسبه با کلمات برگرفته از دانش انسانی، در این خصوص یاد نموده است. با استفاده از تئوری فازی می‌توان مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده غیرخطی که بعضاً دارای رفتار تصادفی نیز هستند، را ساده‌تر کرد.

^۱Fuzzy Logic Controller^۲Fuzzy Logic^۳Continuous^۴Discrete^۵Digital Processors^۶Human Knowledge Based Systems

ضرایب کنترل‌کننده PID با منطق فازی، رویکردی مشابه با کنترل‌کننده‌های تطبیقی و با تکیه بر توان استنتاج سیستم‌های فازی ایجاد شده است که در هر لحظه از زمان، برای مقادیر ضرایب کنترل‌کننده PID پیشنهادی به‌خصوص را دارد؛ این رویکرد، نوعی زمان‌بندی بهره است که وظیفه تعیین مقادیر بهره‌ها، بر عهده یک سیستم فازی است؛ این سیستم فازی، با دریافت خطا و مشتق خطا در هر لحظه از زمان، مقادیر ضرایب کنترل‌کننده PID را به‌صورت مناسبی محاسبه و در ساختار کنترل‌کننده جایگذاری می‌نماید. انتخاب بهره‌های بهینه PID کار چندان ساده‌ای نیست؛ لذا اغلب از روش‌های محاسبات نرم مانند منطق فازی، الگوریتم ژنتیک و ... برای تعیین و تنظیم ضرایب کنترل‌کننده PID استفاده می‌شود؛ در کنترل‌کننده PID فازی، این بهره‌های کنترل‌گر PID، به‌وسیله سیستم فازی تعیین و تنظیم می‌گردد که با توجه به پویایی کنترل‌کننده فازی، در شرایط مختلف، ضرایب مذکور تغییر کرده و سبب کنترل بهینه ضرایب و در نتیجه افزایش راندمان سیستم می‌شود. روش فازی یکی از روش‌هایی است که با روش‌های تحلیلی زیادی می‌توان آن را تلفیق نمود؛ یکی از متدهایی که پایه تمام روش‌های کنترلی تحلیلی است، کنترل‌کننده معمولی PID می‌باشد. با دانستن نحوه تلفیق کنترل‌گر فازی با کنترل‌کننده PID، می‌توانیم تلفیق را به کنترل‌کننده‌های دیگر نیز تعمیم دهیم. شکل ۵، در این خصوص است.



شکل ۱۰: ساختار کلی کنترل‌گر Fuzzy-PID

۱۷،۲. هدف

در این مقاله، هدف مدل‌سازی با استفاده از نرم‌افزاری تحلیلی بوده است؛ مدل‌سازی فناوری از دیدگاه چارلز پرو، به‌صورت نرم‌افزاری و بر مبنای یک روش خاص.

۱۸،۲. روش‌شناسی

در این مقاله، مدل‌سازی فناوری از نقطه‌نظر چارلز پرو با استفاده از منطق فازی که یکی از روش‌های هوشمند و نرم می‌باشد، انجام شده است.

۱۹،۲. ابزار

ابزار مورد استفاده در این مقاله، منطق فازی و نرم‌افزار جامع MATLAB بوده است.

۲.۲. طراحی بخش فازی

در این مقاله، مدل‌سازی بر اساس روش توضیح داده شده، به دو صورت انجام شده است.

۱. نگارش چهار قانون با توابع عضویت ترکیبی دوزنقه‌ای و گاوسی
۲. نگارش چهار قانون با توابع عضویت گاوسی (نوع یک و دو)
- ورودی‌ها، تنوع و تجزیه و تحلیل مساله و خروجی، فناوری از دیدگاه چارلز پرو بوده است. در شکل‌های ۱۱ تا ۲۳، قسمت‌های مختلف مدل‌سازی فازی در دو حالت ارائه شده است.

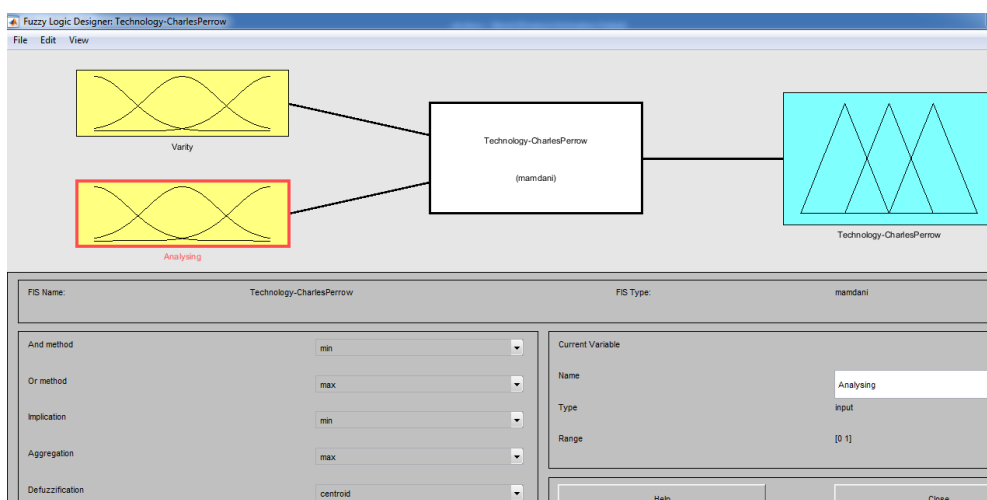
قوانین مربوطه (پایگاه قواعد فازی با چهار قانون) بدین صورت تدوین شده‌اند:

۱. اگر تنوع، کم و تجزیه و تحلیل، مشخص است، آنگاه فناوری (از دیدگاه چارلز پرو)، تکراری خواهد بود.
۲. اگر تنوع، کم و تجزیه و تحلیل، نامشخص است، آنگاه فناوری (از دیدگاه پرو)، هنری و صنعت‌گرانه خواهد بود.
۳. اگر تنوع، زیاد و تجزیه و تحلیل، مشخص است، آنگاه فناوری (از دیدگاه چارلز پرو)، مهندسی خواهد بود.
۴. اگر تنوع، زیاد و تجزیه و تحلیل، نامشخص است، آنگاه فناوری (از دیدگاه چارلز پرو)، غیرتکراری خواهد بود.

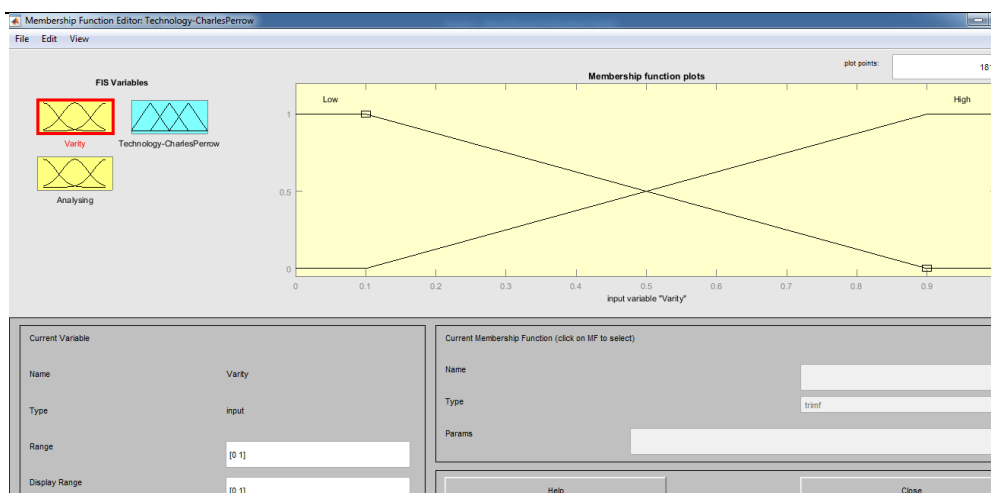
۲.۱.۲. حالت‌های مدل‌سازی و نمایش نتایج در نرم‌افزار MATLAB

* حالت ۱: نگارش چهار قانون با توابع عضویت گاوسی (نوع یک و دو) و دوزنقه‌ای

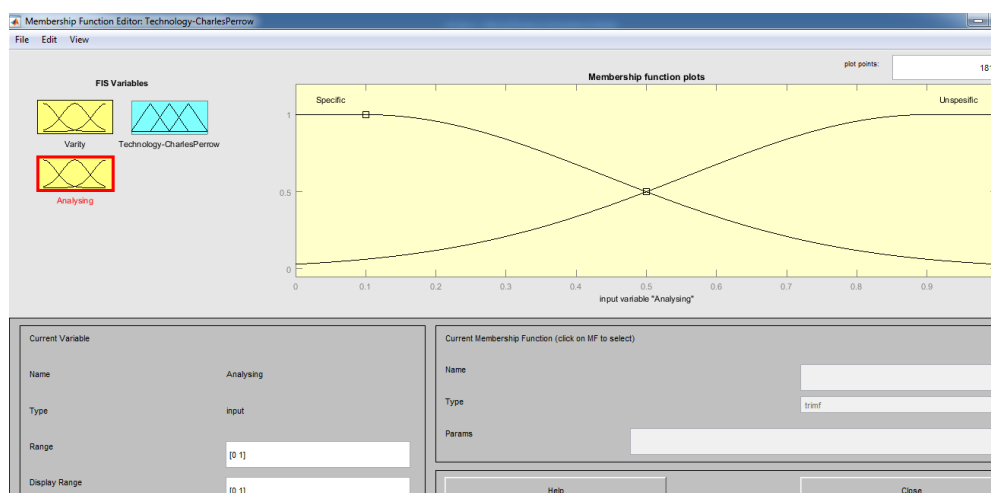
اشکال ۱۱ تا ۱۶ برای حالت اول است.



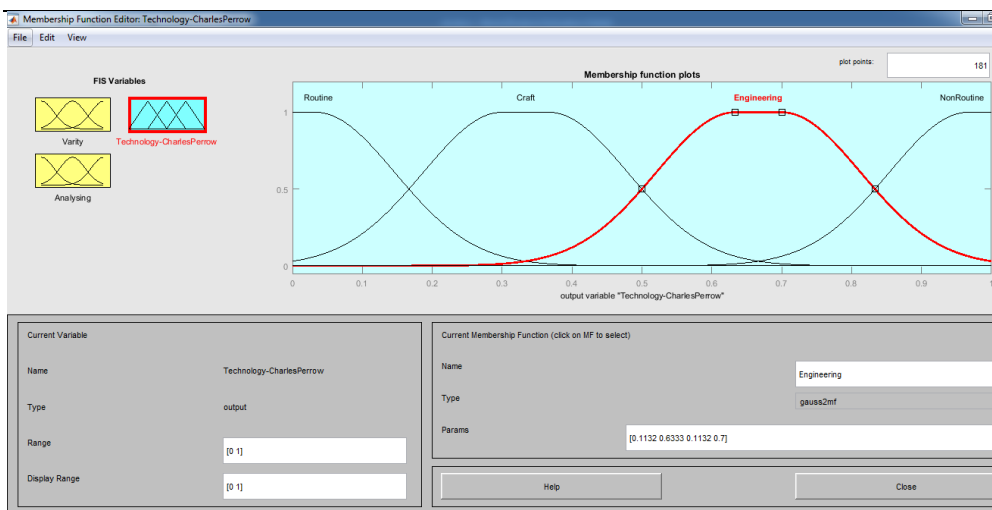
شکل ۱۱: تعیین تعداد و اسامی و ... برای خروجی و ورودی‌ها



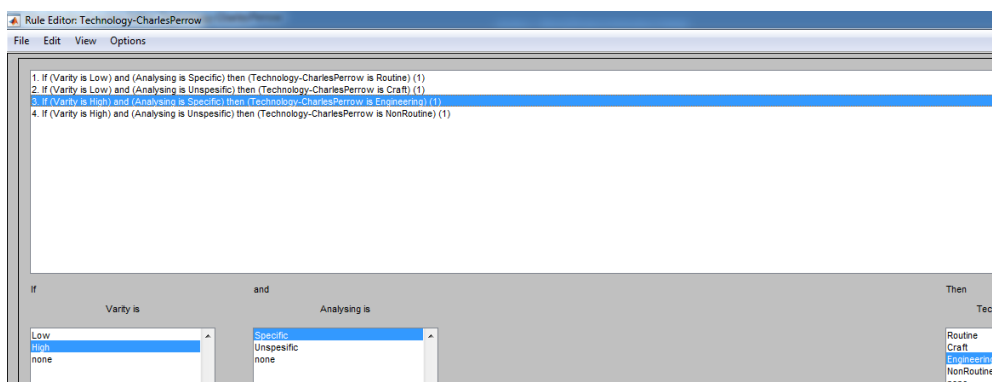
شکل ۱۲: تعیین توابع عضویت ورودی اول



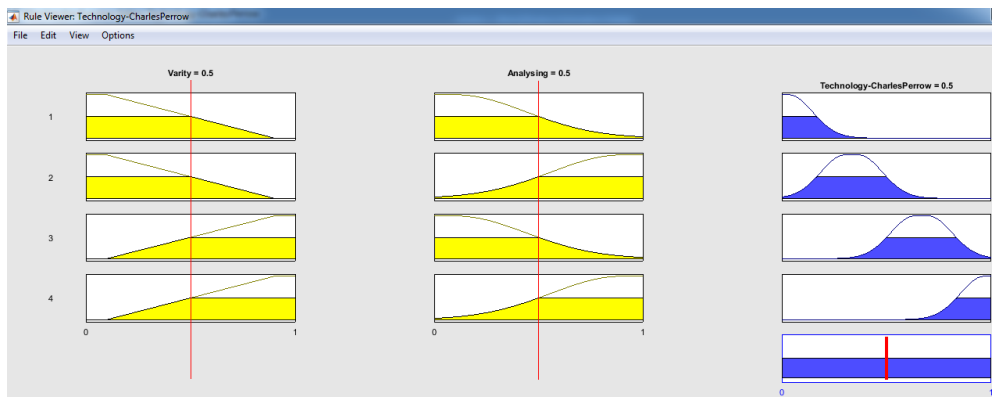
شکل ۷: تعیین توابع عضویت ورودی دوم



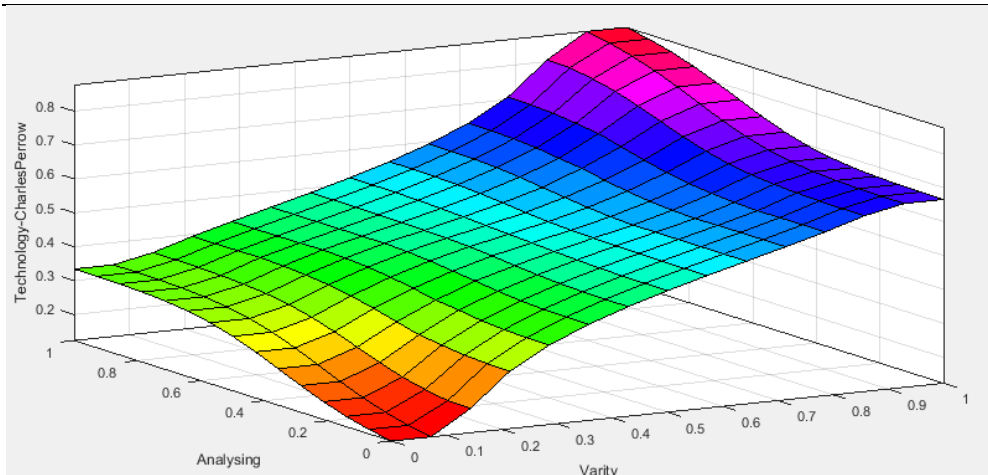
شکل ۱۳: تعیین توابع عضویت خروجی



شکل ۱۴: بررسی قوانین فازی کار



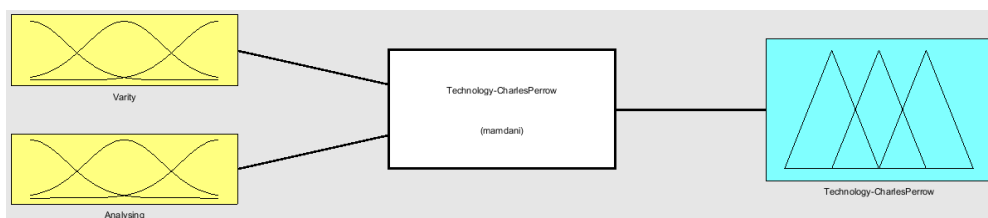
شکل ۱۵: بررسی قواعد فازی و بررسی یک نمونه از عملکرد



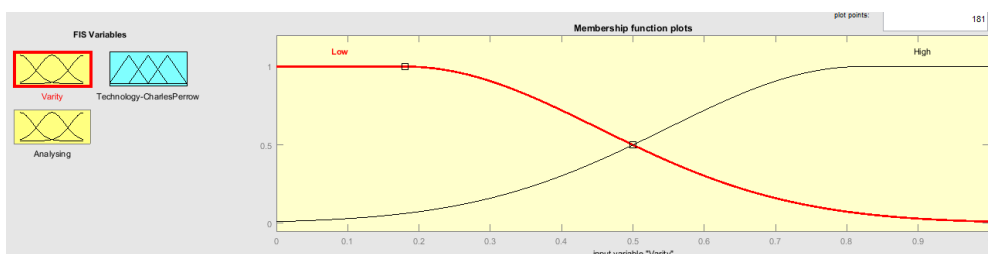
شکل ۱۶: بررسی سطح سه‌بعدی طراحی انجام شده

* حالت ۲: نگارش چهار قانون با توابع عضویت گاوسی (استفاده از نوع یک و دو) متقارن

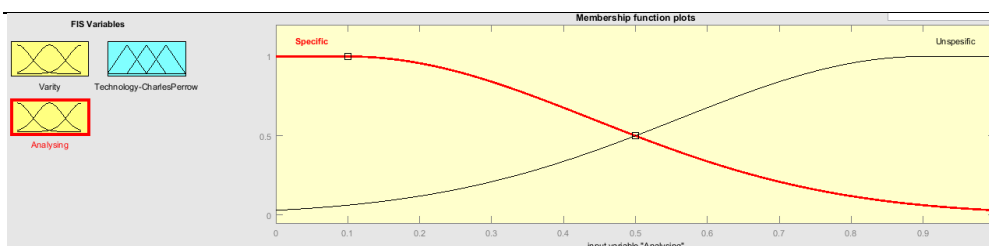
اشکال ۱۷ تا ۲۳ برای حالت دوم است.



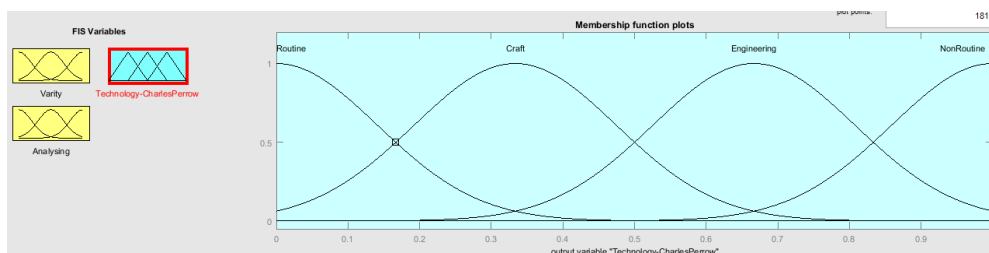
شکل ۱۷: تعیین تعداد و اسامی و ... برای خروجی و ورودی‌ها



شکل ۱۸: تعیین توابع عضویت ورودی اول



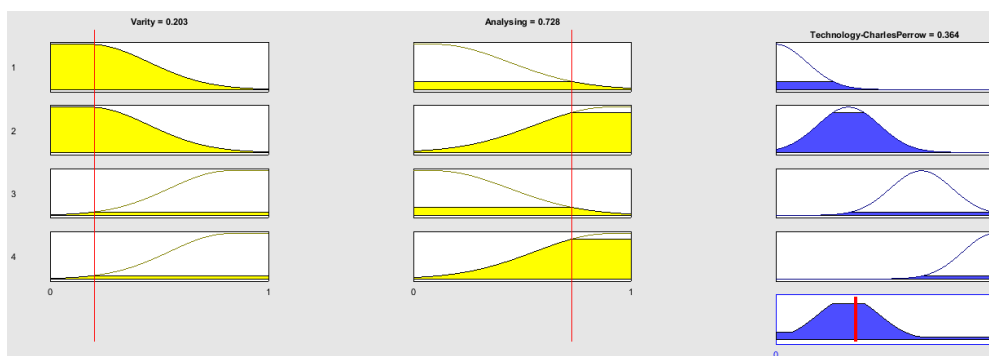
شکل ۱۹: تعیین توابع عضویت ورودی دوم



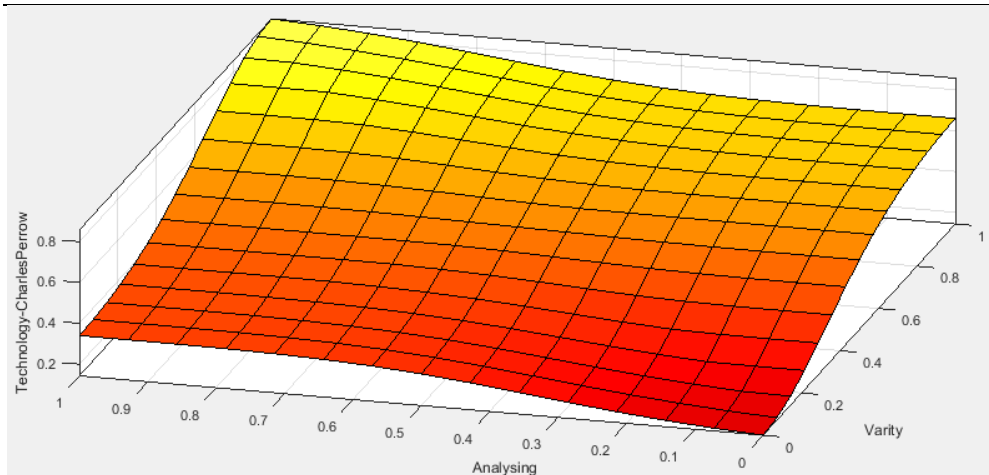
شکل ۲۰: تعیین توابع عضویت خروجی

1. If (Varity is Low) and (Analysing is Specific) then (Technology-CharlesPerrow is Routine) (1)
2. If (Varity is Low) and (Analysing is Unspecific) then (Technology-CharlesPerrow is Craft) (1)
3. If (Varity is High) and (Analysing is Specific) then (Technology-CharlesPerrow is Engineering) (1)
4. If (Varity is High) and (Analysing is Unspecific) then (Technology-CharlesPerrow is NonRoutine) (1)

شکل ۲۱: بررسی قوانین فازی کار



شکل ۲۲: بررسی قواعد فازی و بررسی یک نمونه از عملکرد



شکل ۲۳: بررسی سطح سه بعدی طراحی انجام شده

۳. نتیجه گیری

از حیثه‌های بحث در خصوص مدیریت سازمان، مبحث تکنولوژی است؛ به اطلاعات، فنون، تجهیزات و فرآیندهای لازم برای تبدیل ورودی‌ها به خروجی‌ها، فناوری (تکنولوژی) گویند؛ تعریف فناوری، مشابه تعریف تابع می‌باشد که انگار جعبه‌ای است که ورودی‌هایی را به خروجی‌هایی تبدیل می‌کند؛ فناوری در هر سازمان خدماتی یا صنعتی وجود دارد. سه محقق مشهور روی مبحث فناوری، پژوهش‌هایی انجام دادند؛ وودوارد، پرو و تامسون. تمرکز این مقاله، روی دیدگاه پرو بود؛ پرو، در خصوص فناوری، ماتریس طبقه‌بندی ارائه داد که ماتریس وی، دو بعد (دو محور) دارد: ۱. تأثیرپذیری و ۲. تجزیه و تحلیل؛ وی چهار نوع فناوری را ذکر کرد: فناوری تکراری، فناوری مهندسی، فناوری هنری و صنعت‌گرانه و نهایتاً فناوری غیر تکراری. در این مقاله، پس از بیان مطالب مقدماتی و تبیین مباحث مورد نیاز، به مدل‌سازی بحث تکنولوژی از نقطه‌نظر چارلز پرو با استفاده از منطق فازی پرداخته شد؛ مدل‌سازی‌ها در دو حالت با چهار قاعده فازی در نرم‌افزار جامع MATLAB انجام گرفته و تصاویر نرم‌افزاری آن‌ها ارائه شد.

مراجع

- [1] J. H. Holland, Adaptations in Natural and Artificial Systems: MIT press, 1975.
- [2] V.A. Constantin, Fuzzy logic and neuro-fuzzy applications explained, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1995.
- [3] S. H. Ling, Member, IEEE, Nuryani, and H. T. Nguyen, Senior Member, IEEE, "Evolved Fuzzy Reasoning Model for Hypoglycemic Detection ", 32nd Annual International Conference of the IEEE EMBS Buenos Aires, Argentina, August 31 - September 4, 2010.

[4] Zhen-Yu Zhao; M. Tomizuka; S. Isaka, Fuzzy gain scheduling of PID controllers, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics (Volume: ۲۳, Issue: ۵, Sep/Oct ۱۹۹۳).

[5] <https://faradars.org/>

[6] Zhen-Yu Zhao; M. Tomizuka; S. Isaka, Fuzzy gain scheduling of PID controllers, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics (Volume: ۲۳, Issue: ۵, Sep/Oct ۱۹۹۳).

[۷] Ahmad M.Ibrahim "Applied Fuzzy Logic Controllers" Published by Prentice Hall India.

[۸] John Yen, Reza Langari "Fuzzy Logic Intelligence Control and Information" Published by Pearson Education Pte Limited.

[۹] Timothy J.Ross, "Fuzzy Logic with Engineering Applications" Published by McGraw Hill International Editions.

[۱۰] E.H.Mamdani & S.Assilian, "An Experiment in Linguistic Synthesis with Fuzzy Logic Controller".

[۱۱] H.A.Toliyat, M.S. Arefeen "Introduction to Fuzzy Logic".

[۱۲] B.K. Bose, "Fuzzy Logic, and Neural Network Application.

[۱۳] S.YASUNOBU, "A Fuzzy Control for Train Automatic Stop Control".

[۱۴] chapman, "Electric Machinery Fundamentals Book", ξ □□.

[۱۵] W.Temple, "On Train Automatic Stop Control Using Balises: Attacks and a Software-Only Countermeasure", 2017 IEEE 22nd Pacific Rim International Symposium on Dependable Computing.

[۱۶] M.Matsumoto, "The Revolution of Train Control System in JAPAN".

[۱۷] نظام الدین فقیه و نازک نوبری، کتاب "کنترل کیفیت فازی"، انتشارات نوید شیراز ۱۳۸۳.

[۱۸] ژین لی وانگ، "سیستم‌های کنترل فازی"، ترجمه دکتر محمد تشنه لب.

[۱۹] تالیف استیفن رابینز، ترجمه سید مهدی الوانی و حسن دانایی‌فرد؛ کتاب تئوری سازمان (ساختار و طرح سازمانی)، ۱۳۹۰، انتشارات صفار.

[۲۰] فرد آر. دیوید، مدیریت استراتژیک، چاپ یازدهم ۱۳۸۶.