Systems Thinking in Practice
3rd International Conference on
سومین کنفرانس بین‌المللی
تفکر سیستمی در عمل

رویکردهای ترکیبی شبیه سازی مسائل مدیریتی

حسین بازرگانی [۱]، حجت اله آدمی (نویسنده مسئول) [۲]، صادق حسنی مقدم [۳]

[۱] استادیار، دانشکده مدیریت و برنامه ریزی راهبردی،دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران Bazargani @ihu.ac.ir

[۲] دانشجوی دکتری رشته مدیریت صنعتی،دانشکده مدیریت و برنامه ریزی راهبردی، دانشگاه جامع امام حسین(ع)،تهران، ایران Hojatadami@Gmail.com

[۳] دکتری مدیریت صنعتی، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران Sadegh140@chmail.ir

چکیده

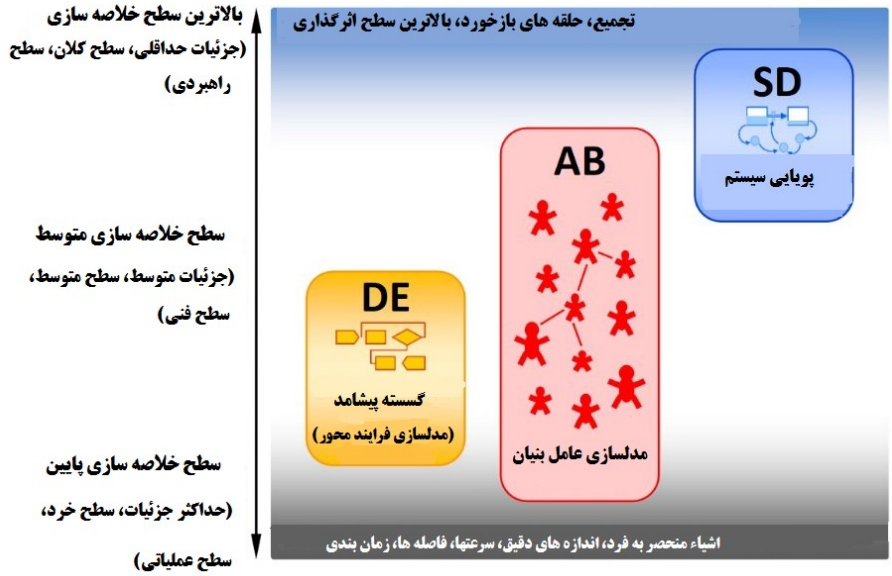
هدف اصلی این مقاله ارائه رویکردهای مختلف شبیه سازی و ترکیب این روشها با یکدیگر در حل مسائل مدیریتی است. در مدل‌های عامل بنیان تعامل پیچیده بین عوامل (مصرف‌کنندگان، فروشندگان، توزیع‌کنندگان) به تصویر کشیده شده و انگیزه‌ها و اقدامات آنها ترکیب شده و منجر به الگوهای خرد و کلان شگفت‌انگیز می‌شود. عوامل توسط محققان به عنوان ویژگی ها و رفتارهای خاص، از جمله ارسال سیگنال به/دریافت سیگنال از عوامل دیگر، مشخص می‌شوند. از این رو، آنها انتخاب‌های خود را بر اساس اطلاعات و پیام هایی که در معرض آنها قرار می‌گیرند، یاد گرفته، تطبیق داده و اصلاح می‌کنند. مدل‌های پویایی شناسی سیستم، رفتار سیستم‌های پیچیده را در طول زمان توصیف می‌کنند. این رویکرد مدل‌سازی، تاخیرها، بازخوردها و پویایی‌های عدم تعادل را ثبت می‌کند. مدل‌های گسسته پیشامد نقش مهمی در مدل سازی حمل و نقل دارند و برای تجزیه و تحلیل ترجیحات و چگونگی تبدیل آنها به انتخاب‌های منطقی مصرف کنندگان استفاده می‌شوند با فرض این که مصرف کنندگان جایگزینی را با حداکثر سود یا مطلوبیت انتخاب می‌کنند. شبیه‌سازی ترکیبی شامل استفاده از چند پارادایم شبیه‌سازی است. بررسی‌ها نشان داده است که ترکیب روشهای شبیه‌سازی سطح بیشتری از جزئیات موضوع مطالعه را مورد بررسی قرار می‌دهد، از این رو می‌توان از آنها برای سناریوهای مختلف تصمیم سازی و تصمیم گیری بهره برد.

واژه‌های کلیدی

مدلسازی عامل بنیان، پویایی شناسی سیستم، روش گسسته پیشامد، روشهای ترکیبی شبیه‌سازی

۱- مقدمه

شبیه سازی ابزار مهمی در درک و تحلیل مسائل پیچیده دنیای واقعی است. روش‌های مختلفی برای شبیه‌سازی وجود دارد که هر کدام سطح خلاصه‌سازی و تمرکز منحصربه‌فردی دارند. این روش ها شامل مدل سازی گسسته پیشامد[۱] عامل بنیان[۲] پویاشناسی سیستم[۳]هستند. مدل‌سازی گسسته پیشامد سطح متوسط به پایینی از خلاصه‌سازی را فراهم می‌کند، در حالی که مدل‌سازی مبتنی بر عامل می‌تواند از مدل‌های بسیار دقیق تا نمایش‌های انتزاعی‌تر متغیر باشد. از سوی دیگر، پویاشناسی سیستم در سطح بالایی از انتزاع عمل می‌کند و آن را برای مدل سازی استراتژیک مناسب می‌کند، (شکل ۱)(بورشچف[۴]،۲۰۱۳).



شکل ۱. سطح خلاصه سازی سه رویکرد(پارادیم) شبیه سازی و میزان پوشش دهی آنها در حل مسائل مختلف(بورشچف،۲۰۱۳)

قبل از طراحی یک مدل شبیه سازی، تعیین رویکرد شبیه سازی منا سب بر ا ساس دقت سیستم و اهداف مطالعه بسیار مهم است. به عنوان مثال، هنگام شبیه‌سازی یک فروشگاه، ممکن است از روش مبتنی بر عامل استفاده شود، که در آن مدل فرایندی شامل مشتریان، نهاده‌ها[۵] و کارکنان به عنوان منابع[۶]، و مصرف‌کنندگان آن عامل‌هایی

---

[۱] discrete event

[۲] agent based

[۳] system dynamics

[۴] Borshchev

[۵] entities

[۶] resources

هستند که تحت تأثیر تبلیغات، ارتباط، و تعامل با کارکنان و عامل‌های دیگر هستند، از سوی دیگر روش پویاشناسی سیستم، می‌تواند برای مدلسازی ساختار بازخورد[1] یک فروشگاه با ترکیب عواملی مانند فروش، تبلیغات، کیفیت خدمات، قیمت‌گذاری و وفاداری مشتری استفاده شود. از سوی دیگر، پویاشناسی سیستم می‌تواند برای مدل سازی ساختار بازخورد یک فروشگاه، با ترکیب عواملی مانند فروش، تبلیغات، کیفیت خدمات، قیمت‌گذاری و وفاداری مشتری استفاده شود. در برخی موارد، ممکن است لازم باشد از یک مدل ترکیبی استفاده شود که رویکردهای شبیه‌سازی مختلف را برای مدل‌سازی موثر بخش‌های مختلف یک سیستم ترکیب می‌کند. زمانی که رویکردهای مختلف دقیق‌ترین نمایش را از اجزای مختلف در سیستم ارائه می‌دهند، این می‌تواند بهترین انتخاب باشد.

این مقاله به بررسی و برجسته کردن تفاوت‌های بین روش‌های شبیه‌سازی و بحث در مورد اهمیت مدل‌های شبیه‌سازی ترکیبی می‌پردازد. هدف این مقاله بررسی سه سوال تحقیق است: ۱) چه زمانی استفاده از مدل های شبیه سازی مناسب است؟ ۲) چرا استفاده از مدل های شبیه سازی ترکیبی ضروری است؟ و ۳) چگونه می‌توان مدل های شبیه سازی ترکیبی را توسعه داد؟

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

۲-۱- پویایی سیستم

پویایی سیستم در دهه ۱۹۶۰ توسط، جی فارستر[2] ابداع شد(فورستر،۱۹۶۸).[3] وی بر اساس زمینه مهندسی و علم خود تلاش کرد از قوانین فیزیک به خصوص قوانین مدارهای الکتریکی جهت بررسی سیستم‌های اجتماعی و اقتصادی استفاده کند. زبان مدل‌سازی روش پویاشناسی سیستم‌ها در دهه ۱۹۵۰ و اوایل دهه ۱۹۶۰ شکل گرفت و تا به امروز بدون تغییر مانده است(بور شچف،۲۰۱۳). جان استرمن پویا شناسی سیستم را تفکر سیستمی و مدل سازی برای دنیایی پیچیده[4] نامید(استرمن،۲۰۰۰).[5]

پویایی سیستم یک رویکرد مبتنی بر رایانه است که برای تحلیل و حل مسائل پیچیده، با تأکید بر تحلیل و طراحی خط مشی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. شبیه سازی به کمک مدل‌های پویایی سیستم، برای یادگیری پیچیدگی‌های سیستم‌ها بسیار مفید است. این رویکرد در حوزه‌های متنوعی از مدیریت سیستم‌های تولید- توزیع تا اکوسیستم‌ها به کار گرفته شده است(پهفل و لبسانفت،۱۹۹۹).[6]

دو ابزار اصلی مورد استفاده برای به‌کارگیری مدل‌های پویایی سیستم، نمودار علّی معلولی و نمودار جریان است. شبیه سازی مدل‌های پویایی سیستم با روش‌های عددی انجام می شود؛ بدین‌گونه که زمان شبیه سازی به بازه‌های زمانی مجزا تقسیم‌شده و سیستم واحد به واحد جلو می‌رود. لازم به ذکر است، استفاده از روش‌های عددی عموماً در مدل‌سازی مسائل مهندسی و علوم طبیعی بسیار پیچیده است، لیکن در مدل‌های پویایی سیستم به دلیل تعریف یک نوع انطباقی برای متغیر واحدهای زمانی، مدل سازی ساده‌تر است. بر خلاف مدل‌های گسسته پیشامد و عامل بنیان،

---

[1] feedback structure
[2] Jay Forrester
[3] Forrester
[4] John Sterman
[5] Sterman
[6] Pfahl & Lebsanft

مدل‌های پویاشناسی سیستم قطعی هستند، مگر آنکه عناصر تصادفی به صراحت در این مدل‌ها تعریف شوند. اگرچه زبان مدل‌سازی در پویایی سیستم در مقایسه با دو روش دیگر، بسیار ساده است، لیکن تفکر و تصمیم در مورد سطح خلاصه سازی سیستم واقعی، کاری سخت و البته هنری است. مدل پویایی سیستم مملو از واژه‌هایی نظیر آگاهی، دانش و اثر تبلیغات هستند که به صورت کمی در دنیای واقعی وجود ندارند. انتخاب این واژه‌ها و ترسیم بازخوردهای مرتبط با آن‌ها، غالباً سخت و در مقایسه با ترسیم نمودار جریان‌ها و یا رفتار عامل‌ها پیچیده‌تر هستند.طراحی مدل‌هایی مبتنی بر پویایی سیستم توسط نرم‌افزارهایی از جمله ونسیم[۱] اِنی‌لاجیک[۲] آی‌ثینک[۳] پاورسیم[۴] و استلا[۵] قابل انجام است. زبان مورد استفاده در تمامی این نرم‌افزارها ساده بوده و کاربران به راحتی آن را فرامی‌گیرند. البته تبدیل فایل مدل شبیه‌سازی بین این چهار نرم‌افزار به یکدیگر معمولاً به راحتی انجام می‌شود و تفاوت این نرم‌افزارها بیشتر در جزئیات مدل‌سازی است(بورشچف،۲۰۱۳).

روش پویایی سیستم‌ها، در بالاترین سطح از خلاصه‌سازی قرار دارد. در واقع پویاشناسی سیستم معمولاً در مدل‌های راهبردی و بلندمدت و با سطح خلاصه سازی بالا استفاده می شود. در مدل‌های پویایی سیستم، افراد، محصولات، رویدادها و سایر اجزای گسسته را با کمیت آنها ارائه می‌دهند. پویایی سیستم ؛سیستم را به عنوان یک ساختار عِلّی بسته که رفتارش را تعریف می‌کند، مدلسازی کرده و حلقه‌های بازخورد[۶] سیستم از نوع تعادلی و تقویتی را به عنوان قلب مدل کشف کرده و انباشت‌ها[۷](تجمیع) و جریان‌ها[۸]یی که روی آن‌ها تاثیر می‌گذارد را شناسایی می‌کند. درحالی‌که در دیگر روش‌های شبیه سازی تمرکز بر تعامل میان افراد است که به وسیله روابط آماری و ریاضی بیان می شوند و تفسیر آنها برای فردی که مدل را مطالعه می‌کند بسیار دشوار است، اما در پویایی سیستم پیاده سازی رفتار سیستم، تحلیل نتایج، آزمون مدل شبیه‌سازی شده، اطلاعاتی در مورد چگونگی رفتار سیستم در شرایط در نظر گرفته‌شده را به تحلیلگر می‌دهد(نوهوگلو و همکاران،۲۰۰۷).[۹]

۲-۲- شبیه‌سازی عامل بنیان

مدل‌سازی عامل بنیان در مقایسه با پویایی سیستم و مدل‌سازی گسسته پیشامد روش نسبتاً جدیدی است(گریگوریف،۲۰۱۸).[۱۰] شبیه‌سازی مبتنی بر عامل برای مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده‌ای که انسان نقش اساسی در آن بازی می‌کند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش مدل‌سازی، یک جامعه مصنوعی از افراد را ایجاد کرده و امکان مدل‌سازی دو مسئله حیاتی،و متفاوت و ناهمگن بودن[۱۱] عامل‌ها (مردم جامعه) و تعامل و اثرگذاری افراد بر همدیگر که در اکثر سیستم‌ها وجود دارند را فراهم می‌کند(جاگر و امبلارد،۲۰۰۵).[۱۲]

---

[۱] Vensim
[۲] AnyLogic
[۳] iThink
[۴] Powersim
[۵] Stella
[۶] circular casulity
[۷] stock
[۸] flow
[۹] Nuhoglu
[۱۰] Grigoryev
[۱۱] heterogeneity
[۱۲] Jager & Amblard

مدل سازی عامل بنیان نگرش متفاوتی نسبت به سیستم تحت مطالعه روبه‌روی پژوهشگر قرار می‌دهد به گونه‌ای که ممکن است پژوهشگر، شناختی در مورد رفتار کلی سیستم نداشته باشد و یا اصلاً نداند که متغیرهای کلیدی و روابط بین آن‌ها چیست و یا ندانید که یک جریان اصلی در سیستم برقرار است. در این روش نگاه بر روی اشیاءی موجود در سیستم و نحوه‌ی رفتار آن‌هاست. لذا مدل‌سازی در این روش از پایین به بالا با شناسایی اشیای مهم(عامل‌ها) و رفتار تک‌تک آن‌ها انجام می‌پذیرد. این روش در حوزه‌های مختلفی از جمله رفتار خرید مشتری، ترافیک، سیاست، جلوگیری از شورش، برنامه‌ریزی پروازها و ... استفاده شده است. در این روش می‌توان در صورت لزوم عامل‌ها را به هم متصل کرد تا در تعامل باشند و حتی می‌توان آن‌ها را در یک محیط قرار داد تا رفتار آن را مشاهده نماییم. در این صورت رفتار کلی سیستم برآیند رفتار تعداد زیادی از رفتارهای فردی عامل‌هاست(بورشچف،۲۰۱۳).

برای این روش مدل سازی نیز یک زبان استاندارد وجود ندارد. ساختار یک مدل عامل بنیان بر پایه‌ی ویرایشگرهای گرافیکی یا دستورات مرتبط است که در نرم‌افزار مربوطه تعریف شده‌اند. رفتار عامل‌ها با روش‌های متفاوتی قابل تشخیص است. معمولاً، به ازای هر عامل مفهومی به نام «حالت»[۱]داریم که عمل‌ها و عکس‌العمل‌های آن عامل به این مفهوم وابسته است. در این حالت، بهترین راه برای تشخیص رفتار عامل، ابزاری به نام نمودار حالت[۲]است. برخی مواقع، رفتار یک عامل بر اساس قواعدی که در موقع بروز رویدادهای خاصی تعریف شده، بیان می‌شود. عموماً در مدل‌های عامل بنیان سطح خاصی برای خلاصه سازی در نظر گرفته نمی شود. اگر عامل‌ها همان افراد باشند، مدل عامل بنیان دارای جزئیات بسیار بیشتری نسبت به مدل پویایی سیستم است که عامل‌ها معمولاً بر اساس برخی از ویژگی‌های تجمیع، گروه‌بندی می‌شوند. از سوی دیگر می‌توان مدل‌های عامل بنیان را تا هر سطح دلخواه خلاصه سازی کرد. در واقع این روش، طیف وسیع‌تری از خلاصه سازی را از مدل سازی تک‌تک موجودیت‌ها و اشیای مهم با جزئیات ریز آن‌ها تا مدل‌هایی با سطح خلاصه‌سازی بالاتر، در بر گرفته و در کلیه سطوح می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد(بورشچف،۲۰۱۳).

تمایل برای به دست آوردن بینش عمیق‌تر درباره سیستم‌ها که توسط روش‌های مدل سازی مرسوم به خوبی حاصل نمی‌شد و رشد سریع قدرت پردازنده و حافظه‌ی رایانه‌ها که در مدل‌های عامل‌بنیان نسبت به پویایی سیستم و مدل های گسسته پیشامد از اهمیت بیشتری برخوردار بود، از دلایل استفاده از روش عامل بنیان هستند(گریگوریف،۲۰۱۸).

در بسیاری از موارد بهترین راه برای مدل‌سازی پویایی‌های درونی عامل، استفاده از پویایی سیستم یا رویکرد گسسته پیشامد و قرار دادن آن با یک نمودار انباشت-جریان و یا نمودار جریان فرایند در داخل یک عامل است. به طور مشابه برای عامل‌های خارجی محیط، پویایی‌های محیطی که در آن زندگی می‌کنیم اغلب به طور طبیعی با استفاده از روش های مرسوم مدل شده‌اند به همین دلیل بسیاری از مدل های عامل بنیان مدل های چند روشی[۳]هستند(بورشچف،۲۰۱۳).

عامل‌ها در یک مدل عامل بنیان می‌توانند هر چیزی مانند وسیله نقلیه، واحدی از تجهیزات، پروژه‌ها، سازمان‌ها، سرمایه‌گذاری‌ها، قطعه‌ای زمین، مردم در نقش‌های مختلف، محصولات، ایده‌ها و ... باشند.

---

[۱] state

[۲] statechart

[۳] multi-method models

مدل سازی تعاملات پویا و پیچیده میان عناصر سیستم در سایر روش‌ها به راحتی امکان‌پذیر نیست اما این مهم در مدل سازی مبتنی بر عامل به راحتی قابل انجام است(گیلبرت،[1]۲۰۰۸). مدل سازی عامل بنیان روشی است از پایین به بالا، که رفتار کلی سیستم به تنهایی و به صورت انحصاری تعریف نمی شود. مدل ساز در این روش ابتدا رفتار را در سطح فرد تعریف کرده و سپس رفتار کلی سیستم به عنوان نتیجه رفتار افراد بروز پیدا می‌کند(بورشچف،۲۰۱۳).

برای ساخت مدل عامل بنیان باید مراحل، مدلسازی مفهومی، مدلسازی ریاضی، پیاده سازی مدل ریاضی و اجرای برنامه طی شود(مکال،۲۰۱۶).[2]

برای ساخت مدل نرم‌افزاری مبتنی بر عامل نرم‌افزارهای متعددی از جمله استارلاگ،[3] نِت‌لوگو،[4] ریپست سیمفونی[5] و اِنی‌لاجیک وجود دارد که بسیاری از آنها تحت جاوا[6] کدگذاری می‌شوند.

۲-۲-۱- ویژگی عامل‌ها

هر یک از اجزای مدل در صورتی می‌توانند به عنوان یک عامل در نظر گرفته شوند که یک واحد محاسباتی[7] مستقل،[8] خودمختار،[9] هوشمند؛[10] با قابلیت تفکر و تصمیم‌گیری و تعامل اجتماعی در سیستم باشند(راسل و نورویگ،۲۰۱۶).[11] عامل می‌تواند نقش هر فرد را در جامعه مصنوعی بازی کند. عامل به عنوان یک واحد محاسباتی می‌تواند ساختار درونی ساده و یا پیچیده‌ای داشته باشد. عامل می‌تواند دارای واکنشی ساده باشد که صرفاً در مقابل اتفاقات خارجی واکنش‌های از پیش تعیین‌شده‌ای را در قالب قواعد اگر-آنگاه نشان می‌دهد. با توجه به موضوعات پیچیده اجتماعی این واحد محاسباتی باید ساختار پیچیده‌تری و قابلیت‌هایی مانند یادگیری،[12] هدفمند بودن،[13] و سودمندگرا بودن[14] را نیز داشته باشد که بتواند شبیه به انسان واقعی تصمیم‌گیری کند(راسل و نورویگ،۲۰۱۶). اضافه کردن این قابلیت‌ها به عامل بستگی به موضوع مدل‌سازی دارد که به چه میزان نیاز به هوشمندی عامل است.

در مجموع، یکی از چالش‌های اصلی در مدل‌های عامل بنیان شناسایی عامل‌های سیستم است. نظریات متعددی راجع به ویژگی عامل‌ها مطرح شده‌اند که در جدول(۱) خلاصه جامعی از آنها ارائه شده است:

---

[1] Gilbert
[2] Macal
[3] Starlog
[4] Netlogo
[5] Repast Simphony
[6] Java
[7] computational unit
[8] independent
[9] autonomous
[10] intelligent
[11] Russell&Norvig
[12] learning
[13] goal-oriented
[14] utilitarian

جدول ۱. ویژگی عامل‌ها در شبیه‌سازی عامل بنیان

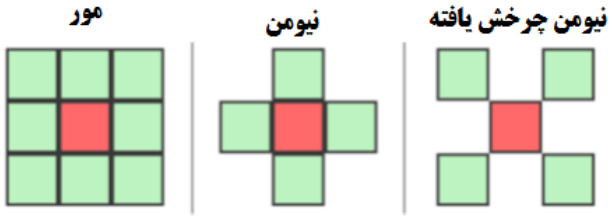
ویژگی	تشریح	منبع
فعال بودن[۱]	توانایی هدفمندی در اقدام برای رسیدن به اهداف	(Franklin and Graesser 1996; Gilbert and Conte 2006; Hayes-Roth 1995; Jennings, Sycara, and Wooldridge 1998; Klügl 2001; Maes 1995; Murch and Johnson 2000; Nwana 1996; Smith, Cypher, and Spohrer 1994; Wooldridge and Jennings 1995)
قرار داشتن در موقعیت[۲]	عامل در محیط خود تعبیه شده و در آن حس کرده و اقدام می‌کند	(Franklin and Graesser 1996; Gilbert and Conte 2006; Goldspink 2000; Hayes-Roth 1995; Jennings et al. 1998; Klügl 2001; Maes 1995; Russell and Norvig 2016)
واکنش‌پذیری / پاسخگویی[۳]	امکان واکنش به موقع نسبت به تغییرات محیط	(Goldspink 2000; Jennings et al. 1998; Klügl 2001; Murch and Johnson 2000; Nwana 1996; Wooldridge and Jennings 1995)
خودمختاری[۴]	توانایی کنترل اقدامات خود و وضعیت داخلی	(Jennings et al. 1998; Klügl 2001; Maes 1995; Murch and Johnson 2000; Nwana 1996; Wooldridge and Jennings 1995)
قابلیت اجتماعی[۵]	امکان تعامل و برقراری ارتباط با دیگر عوامل، گاه حتی آگاهی از عوامل دیگر	(Gilbert and Conte 2006; Jennings et al. 1998; Klügl 2001; Murch and Johnson 2000; Nwana 1996; Wooldridge and Jennings 1995)
انسان انگاری[۶]	داشتن خصوصیات شبیه به انسان، به عنوان مثال اعتقادات و اهداف	(Klügl 2001; Murch and Johnson 2000; Wooldridge and Jennings 1995)
یادگیری	امکان افزایش عملکرد در طول زمان بر اساس تجربه قبلی	(Hayes-Roth 1995; Murch and Johnson 2000; Nwana 1996)
تداوم[۷]	فرایند مداوم پیوسته موقت	(Hayes-Roth 1995; Murch and Johnson 2000)
تحرک[۸]	امکان جابه‌جایی در فضای فیزیکی شبیه‌سازی شده، گاه حتی بین دستگاه‌های مختلف	(Murch and Johnson 2000; Nwana 1996)
هدف خاص[۹]	طراحی‌شده برای انجام کارهای تعریف‌شده	(Maes 1995; Smith et al. 1994)

بخش دیگر در مدل سازی مبتنی بر عامل، محیط(ف ضا) عامل‌ها ست که عامل‌ها در آن قرار می‌گیرند و قواعد ارتباطی میان عامل‌ها بر ا ساس آن تعیین می شود. ساختار محیط می‌تواند نوع تعامل عامل‌ها با همدیگر و همچنین با محیط را تحت تأثیر قرار دهد(راسل و نورویگ،۲۰۱۶).

۱proactiveness
۲situatedness
۳reactiveness / responsiveness
۴autonomy
۵social ability
۶anthropomorphism
۷continuity
۸mobility
۹specific purpose

در مدل‌سازی مبتنی بر عامل، توپولوژی‌های گوناگونی برای بررسی ارتباطات عامل و تعاملات محیطی وی وجود دارد که شامل سیستم‌های اطلاعاتی جغرافیایی[۱] اتوماتای سلولی[۲] توپولوژی شبکه[۳] مدل فضای اقلیدسی[۴] و سوپ یا مدل فضایی[۵] است(مکال،۲۰۱۶).

به عنوان نمونه، در اتوماتای سلولی هر عامل در یک سلول از یک شبکه بزرگ در فضا قرار داشته که با همسایگان خود در تعامل است. این روش دارای سه نوع توپولوژی معروف با عنوان مور[۶] نیومن[۷] و نیومن چرخش‌یافته[۸] هست که مطابق شکل(۲) تعداد همسایگان در آن متفاوت است(بی کی یر و همکاران،۲۰۰۵)[۹].



شکل ۲. اتوماتای سلول

۲-۳- شبیه‌سازی گسسته پیشامد

مدل سازی گسسته پیشامد تقریباً به طور همزمان با پویا شناسی سیستم‌ها معرفی شده است. مدل سازی گسسته پیشامد به یک مدل‌سازی به منظور تفکر در مورد سیستمی که فرایندی می‌خواهد مدل شود، نیاز دارد (یعنی سلسله عملیات‌هایی که عامل‌ها انجام می‌دهند). عملیات‌های مدل شامل تأخیرها، خدمات به وسیله منابع مختلف، فرایند انتخاب انشعابات، از هم جدا شدن و دیگر موارد می‌باشند. تا زمانی که عامل‌ها به خاطر منابع محدود رقابت می‌کنند و می‌توانند تأخیر داشته باشند، صف‌ها[۱۰] بخشی از اغلب مدل‌های گسسته پیشامد خواهند بود.

---

[۱] geographic information systems (GIS)

[۲] cellular automata(CA)

[۳] networks

[۴] euclidean space model

[۵] soup or spatial model

[۶] moore

[۷] neumann

[۸] rotated neumann

[۹] B. Kier

[۱۰] queue

مدل به شکل گرافیکی با نمودار جریان فرایندی که در آن بلوک‌ها نشان‌دهنده عملیات‌ها هستند، تعیین می شوند. نمودار جریان به طور معمول با بلوک هایی[۱] آغاز می‌شود که عامل ها را تولید می‌کند و آن ها را به فرایند وارد[۲] می‌نمایند و با بلوکی[۳] که آنها را حذف می‌کنند به پایان می‌رسند.

عامل‌ها (که به عنوان نهاده در اکثر متون و نرم‌افزارهای شبیه‌سازی گسسته پیشامد شناخته می‌شود) می‌تواند مشتری‌ها، بیماران، تماس‌های تلفنی، اسناد فیزیکی و الکترونیکی، قطعات، محصولات، پالت، تراکنش‌های رایانه، وسایل نقلیه، وظایف، پروژه‌ها، ایده‌ها و... را شامل شوند. منابع[۴] شامل کارکنان، پزشکان، اپراتورها، کارگرها[۵] سرویس‌دهندگان،پردازنده و حافظه رایانه، تجهیزات و حمل و نقل[۶] هستند. زمان‌های خدمت و زمان‌های ورودی عامل‌ها معمولاً تصادفی هستند و به دلیل اینکه از توزیع احتمالی استنتاج شده است، مدل‌های گسسته پیشامد نیز تصادفی هستند. به عبارت ساده‌تر، بایستی مدل برای مدت زمان خاص یا تعداد تکرار مشخصی پیش از تولید خروجی معنی داری اجرا شود(گریگوریف،۲۰۱۸).

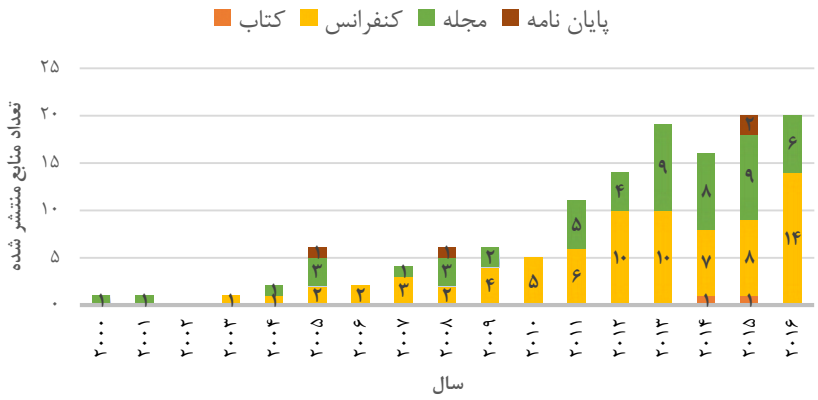
۳- روش شناسی تحقیق

شبیه سازی ترکیبی[۷] بینش‌های بیشتر و بهتری را برای سیستم‌های واقعی، فراهم می سازد، زیرا به سازندگان مدل امکان می‌دهد تا مشکلات ذاتی مدلشان را از ابعاد مختلف ارزیابی کنند، در نتیجه شبیه سازی ترکیبی، به یک زمینه مهم در عرصه مدل‌سازی و شبیه‌سازی، تبدیل‌شده است. شبیه‌سازی ترکیبی شامل استفاده از چند پارادایم شبیه سازی است و امروزه به طور فزاینده‌ای در حال به‌کارگیری در مدل سازی سیستم‌های پیچیده و مدرن می‌باشد. علیرغم استقبال به استفاده از آن، راهنمایی‌های کمی برای مدل سازان در مورد ماهیت و انواع مدل‌های شبیه سازی ترکیبی وجود دارد و تعریف روشن و یا یکپارچه‌ای برای آن بیان نشده است(سوینرد و مک نات،۲۰۱۴)[۸] (جاوید موید، محسن و همکاران،۱۴۰۰) مدلسازی فرایند تحلیل رویکرد شبیه سازی ترکیبی را در بازار تلفن همراه کشور، با استفاده از روش ترکیبی پویایی سیستم و گسسته پیشامد بررسی کردند و بیان کردند که هر گونه تغییری در سطوح عملیاتی و راهبردی هر یک از رقبا، تاثیر جدی در نرخ افزایش/کاهش رضایت از خدماتشان و متعاقب آن افزایش یا کاهش مشتریان خواهد داشت. از سویی، نشان دادند که ترکیب روشهای شبیه سازی گسسته پشامد و پویایی سیستم سطح بیشتری از جزئیات را مورد بررسی قرار می‌دهد، از این رو می‌توان از آن برای سناریوهای مختلف تصمیم‌گیری و تصمیم‌سازی بهره برد. همان‌طور که در شکل(۳) پیداست، استفاده از مدل‌های ترکیبی شبیه‌سازی اگرچه به شکل

---

[۱] source
[۲] inject
[۳] sink
[۴] resources
[۵] worker
[۶] shipping
[۷] hybrid simulation
[۸] Swinerd & McNaught

صعودی مورد استقبال قرارگرفته و به روند[1]تبدیل شده است، اما هنوز هم ابزاری بکر و کمتر شناخته شده محسوب می‌شود.



شکل۳. روند استفاده از شبیه‌سازی ترکیبی به تفکیک نوع انتشار پژوهش(الدابی و همکاران،۲۰۱۸)

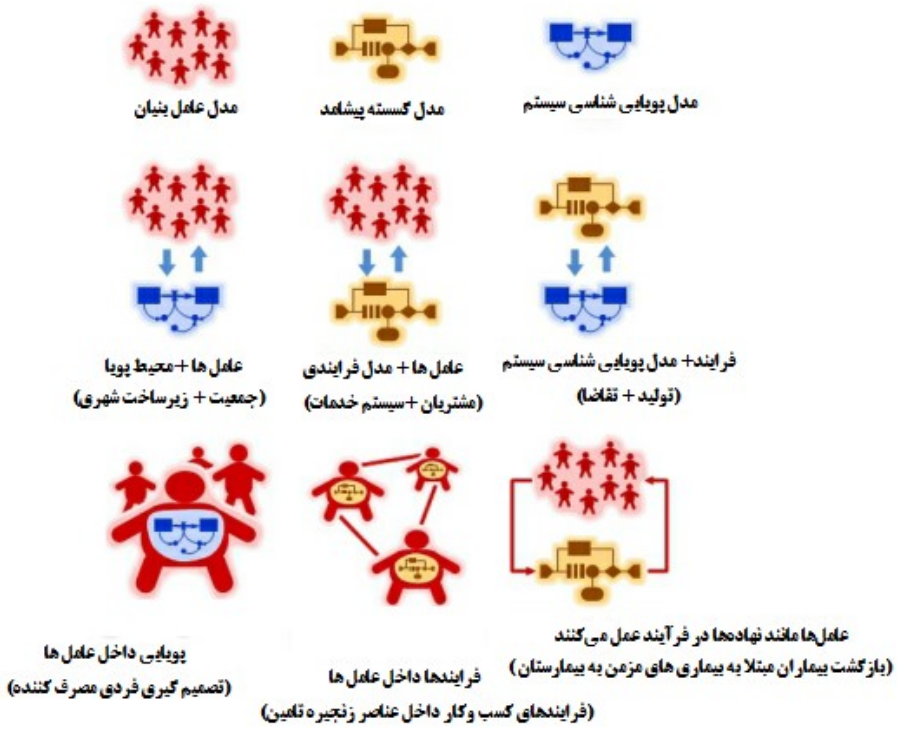
موتور شبیه سازی نرم‌افزار اِنی‌لاجیک، توانایی پردازش انواع عملیات‌های گسسته و پیوسته را دارد. این موتور همچنین می‌تواند فعالیت‌های همزمان که تو سط عامل‌ها انجام می شود را به خوبی پردازش کند. شبیه سازی همزمان با چند رویکرد، به هیچ‌وجه سرعت شبیه‌سازی را کاهش نمی‌دهد(بورشچف،۲۰۱۳).

(الدابی و همکاران،۲۰۱۸)[2]ساده‌ترین دسته‌بندی مدل‌های ترکیبی شبیه سازی بر اساس رویکردهای استفاده شده در مدل را ارائه کرده‌اند. بنابراین در ترکیب مدل‌های مختلف شبیه سازی که شامل شبیه سازی پویا شناسی سیستم، شبیه سازی عامل‌بنیان و شبیه سازی گسسته پیشامد می‌باشد، چهار نوع ترکیب ۱)ترکیب همزمان سه رویکرد، ۲) ترکیب شبیه‌سازی پویاشناسی سیستم و عامل بنیان، ۳) ترکیب شبیه‌سازی پویاشناسی سیستم و گسسته پیشامد و ۴) ترکیب شبیه سازی عامل‌بنیان و گسسته پیشامد را ارائه کردند.در میان سه رویکرد اصلی شبیه سازی، رویکرد پویاشناسی سیستم خلاصه‌سازی زیاد و نگرش کلی به سیستم را توصیه می‌کند. روش تحقیق مورد استفاده در این مقاله مرور ادبیات است.

۴- مدل‌سازی، بررسی و تجزیه تحلیل داده‌ها

نرم‌افزار اِنی‌لاجیک قادر به ایجاد مدل‌های ترکیبی یا چند حالتی است که به واسطه‌ی آن کاربر می‌تواند از کلی‌ترین تا جزئی‌ترین اصول حاکم بر سیستم را مدل‌سازی کند.انواع معماری یا ساختارهای ممکن برای یک مدل شبیه‌سازی ترکیبی یا چندحالته نامحدود است(بور شچف،۲۰۱۳)، اما فقط تعدادی از آنها عملاً استفاده می شوند. کاربردی‌ترین این ساختارها در شکل(۴) نشان داده شده است.

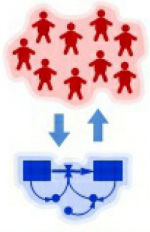
[1] trend
[2] Eldabi



شکل۴. ساختارهای مرسوم مدل‌های چندحالتی(بورشچف،۲۰۱۳)

حالت اول: عامل‌ها در محیط پویاشناسی سیستم[1]

در یک مدل جمعیت شـهری افراد کار می‌کنند، به مدرسـه می‌روند، خانه می‌خرند یا اجاره می‌کنند، خانواده دارند و سـایر جزئیات. در مناطق مختلف شـهر، همسـایه‌ها دارای سـطوح متفاوتی از رفاه(امکانات زیربنایی، قیمت خانه، نوع شغل و ...) هستند. افراد ممکن است تصمیم به ترک منطقه و یا شهر بگیرند. در این مسئله افراد به عنوان عامل مدل می شوند. پویایی محل زندگی افراد با رویکرد پویا شنا سی سیستم مدل خواهد شد. برای مثال قیمت خانه و میزان جذابیت همسایگان به تراکم جمعیت آن محله و موارد دیگر بستگی دارد. در چنین شرایطی تصمیم عامل‌ها (افراد) به متغیرهای پویاشناسی سیستم وابسته است و عامل‌ها نیز به نوبه‌ی خود بر سایر متغیرها تأثیر می‌گذارند(شکل۵).



شکل۵. ساختار حالت اول(عامل‌ها در محیط پویاشناسی سیستم) (بورشچف،۲۰۱۳)

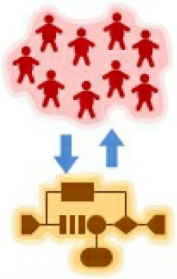
این سـاختار در شـکل(۵) نشـان داده شـده اسـت. همچنین، چنین سـاختاری را می‌توان در مدل‌سـازی اثر متقابل سیاست‌های دولت بر مردم به کار برد. به عنوان مثال دولت‌ها سعی می‌کنند تا با اعمال سیاست بر توزیع دارو و الکل، تعداد افراد شرور جامعه را کم کنند. در این مسئله مدل سازی سیاست‌های دولت رویکرد پویا شنا سی سیستم و مدل‌سازی افراد شرور با شبیه‌سازی عامل بنیان خواهد بود.

[1] agents in an SD environment

حالت دوم: عامل‌ها در تعامل با فرایندها[1]

در یک فعالیت تجاری که آن سیستم خدمت‌دهی(یک مرکز تماس، تعدادی اداره یا مرکز خدمات اینترنتی) از مهم‌ترین اجزای آن است، اگر تعداد مشتریان افزایش یابد، شلوغی سیستم نیز بیشتر می‌شود. مشتریان دارای پرونده(اطلاعات تاریخی)، به شکل متفاوت از سیستم استفاده می‌کنند و رفتار آتی آنها به چگونگی پاسخ‌دهی سیستم بستگی دارد.

برای مثال در صورت دریافت خدمت باکیفیت پایین، مشتری مجدد درخواست دریافت خدمت می‌کند و ممکن است حتی از سیستم خارج شود. سیستم خدمت‌دهی می‌تواند از طریق رویکرد گسسته پیشامد مدل شود که نهاده در آن درخواست‌ها، منابع کارمندها یا ماشین‌ها و عملیات ارائه‌ی خدمت است. مشتری‌های سیستم، به شکل یک عامل مدل شده و هر یک رفتار خاصی از خود نشان می‌دهند. ساختار این نوع از ترکیب رویکردهای شبیه سازی در شکل(۶) نشان داده شده است.



شکل۶. ساختار حالت دوم(عامل‌ها در تعامل با فرآیندها) (بورشچف،۲۰۱۳)

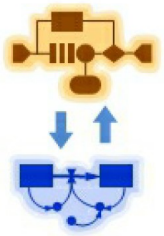
در این مسئله، رفتار عامل‌ها (مشتریان) را می‌توان از اطلاعات موجود در سیستم «مدیریت ارتباط با مشتریان» استخراج کرد. همچنین می‌توان کارمندهای سیستم را نیز به عنوان عامل در محیط پویا شناسی سیستم در نظر گرفت.

حالت سوم: مدل فرآیندگرا(گسسته پیشامد) در اتصال با مدل پویاشناسی سیستم[2]

از رویکرد پویاشناسی سیستم می‌توان برای مدل‌سازی تغییر شرایط خارجی یک فرایند در حال اجرا استفاده کرد. این شرایط خارجی می‌تواند تغییرات تقاضا، قیمت مواد خام، مهارت کارگران، بهره‌وری و سایر ویژگی‌های عناصر درگیر با فرایند باشد. چنین ساختاری ممکن است برای مدل سازی یک سیستم تولیدی که قسمتی از فرایند آن نیازمند معادلات پیوسته زمانی است، مانند پر و خالی شدن تانکرها، نیز استفاده شود. همچنین اگر سیستم از نهاده‌های بسیار کوچک مستقل شده باشد، بهتر است تمامی آنها را به شکل یک جریان در نظر گرفته و از رویکرد پویایی سیستم استفاده کنیم. البته در این شرایط نرخ جریان بین انبارها گسسته خواهد بود و در نتیجه شبیه‌سازی به شکل تحلیلی و بدون استفاده از روش‌های عددی انجام خواهد شد. شکل(۷) ساختار این ترکیب از رویکردهای شبیه‌سازی را نمایش داده است.

[1] agents interacting with a process model

[2] a process model linked to a system dynamics model



شکل۷. ساختار حالت سوم(مدل گسسته پیشامد در اتصال با مدل پویاشناسی سیستم) (بورشچف،۲۰۱۳)

حالت چهارم: استفاده از پویاشناسی سیستم در داخل عامل‌ها[۱]

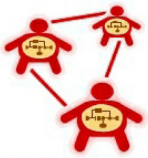
در یک مدل فروش که در آن مشتریان، عامل هستند و پویایی تصمیم‌گیری توسط رویکرد پویاشناسی سیستم مدل می‌شود، انباشت‌ها می‌توانند نشان‌دهنده‌ی میزان محصولات آماده برای فروش، اطلاعات فردی، تجربه‌های مشتریان و غیره باشند. ارتباط بین مشتریان از طریق انتقال اطلاعات به شکل گسسته مدل می‌شود.

شکل۸. ساختار حالت چهارم(استفاده از پویاشناسی سیستم در داخل عامل‌ها) (بورشچف،۲۰۱۳)

ساختار این نوع ترکیب در شکل(۸) نشان داده شده است. مثالی دیگر از این حالت، نگریستن به سازمان‌ها به عنوان عامل‌ها، مدل‌سازی ارتباط بین سازمان‌ها با رویکرد عامل بنیان و مدل‌سازی فرایندهای درونی آنها با استفاده از نمودارهای انباشت و جریان (رویکرد پویاشناسی سیستم) است.

حالت پنجم: فرآیندها در درون عامل‌ها[۲]

این نوع ساختار اغلب در مدل‌سازی زنجیره تأمین استفاده می‌شود. فرایندهای تولیدی و تأمین قطعات تولیدکننده‌ها و توزیع محصولات، که مابین اجزای زنجیره در جریان است، با استفاده از رویکرد فرایندگرا بررسی و مدل‌سازی می‌شود. اما زنجیره تأمین، به عنوان یک سیستم کل، به نوبه خود یک عامل است. شکل(۹) ساختار استفاده از شبیه‌سازی گسسته پیشامد در درون عامل‌ها را نشان داده است.



شکل۹. ساختار حالت پنجم(فرایندها در درون عامل‌ها) (بورشچف،۲۰۱۳)

حالت ششم: عامل‌ها مانند نهاده‌ها در فرآیند عمل می‌کنند[۳]

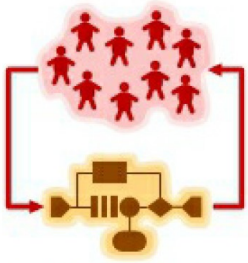
---

[۱] system dynamics inside agents

[۲] processes inside agents

[۳] agents temporarily act as entities in a process

یک بیمار با بیماری مزمن[1] را در نظر بگیرید. این بیمار در فواصل زمانی معین تحت درمان در بیمارستان قرار می‌گیرد. این فواصل زمانی می‌تواند برنامه‌ریزی شده یا برنامه‌ریزی نشده (به علت تشدید ناگهانی بیماری) باشد. در طول درمان، به بیمار به چشم یک نهاده در یک فرایند نگاه شده و بعد از خروج بیمار از بیمارستان، به بیمار به عنوان یک عامل نگاه می‌شود. این روند دائما ادامه دارد. مدت زمان بازگشت مجدد به بیمارستان و چگونگی درمان، به شرایط بیمار، که یک عامل است، بستگی دارد. نوع درمان نیز به نوبه خود بر روند ادامه بیماری تأثیر می‌گذارد. ساختار تعامل شبیه‌سازی گسسته پیشامد و عامل بنیان در این نوع ترکیب در شکل(۱۰) نشان داده شده است.



شکل۱۰. ساختار حالت ششم(عامل‌ها مانند نهاده‌ها در فرایند عمل می‌کنند) (بورشچف،۲۰۱۳)

مهم‌ترین معیار در انتخاب رویکرد مدل‌سازی، سادگی است. کوچکی، سادگی، زیبایی و وضوح از مهم‌ترین ویژگی‌های یک مدل هستند. اگر مدل ایجاد شده دارای ویژگی‌های ذکر شده باشد، می‌توان ادعا کرد که رویکرد صحیح انتخاب شده است.

۵- نتیجه گیری

- مدل‌های پویایی سیستم نمی‌توانند سطوح مختلف را در اعضای یک جامعه در نظر بگیرند؛ در حالی‌که مدل سازی عامل بنیان توانایی ضبط تمام سطوح را با جزئیات دارد. بنابراین پویایی سیستم می‌تواند در بیشترین سطح خلاصه‌سازی و مدل‌سازی عامل بنیان در کمترین سطح خلاصه‌سازی قرار گیرد تا در تنوع ماهیت و مقیاس، عناصر یکدیگر را پوشش دهند(فیگوئردو و همکاران،۲۰۱۱)[2].

- پویایی سیستم اثر ترکیب عناصر ناهمگن[3] را در نظر نمی‌گیرد هر انباشت در آن شامل عناصر همگن[4] است. بنابراین، تمایز و ناهمگونی درون عناصر باید با افزودن انباشت‌های جدید مدل‌سازی شود. در صورتی که عوامل ناهمگون را می‌توان به راحتی با استفاده از رویکرد عامل بنیان مدل‌سازی کرد(پاراغ، اینزینگر،۲۰۱۲)[5].

- پویایی سیستم مبتنی بر معادله است و نیازمند روابط بین متغیرهاست؛ بنابراین، برای سیستم‌های پیچیده با ساختارهای ناشناخته مناسب نیست. اما ساده سازی عامل بنیان می‌تواند سیستم‌های پیچیده را به طور منطقی و براساس تعداد محدودی از قوانین نسبتاً ساده برای نشان دادن رفتار عامل‌ها پیش‌بینی کند(هیوین،۲۰۱۴)[6].

---

[1] بیماری بلندمدت

[2] Figueredo et al

[3] heterogeneous

[4] homogeneous

[5] Parragh & Einzinger

[6] Hivin

- - هر چند دو روش عامل بنیان و پویایی سیستم تفاوتهایی با هم دارند با این وجود، هدف هر دو روش پیدا کردن نقاط اهرمی یک سیستم است. به نظر می‌رسد که ترکیب پویایی سیستم و عامل بنیان برای ایجاد مدل های ترکیبی دقیق تر مفید است. با استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی ترکیبی، می‌توان سیستم‌های خبره دقیق‌تر و قابل اعتمادتری ایجاد کرد.

- سرعت شبیه‌سازی در رویکرد پویایی سیستم نسبت به سایر رویکردها کمتر است. در رویکرد پویاشناسی سیستم، موتور شبیه‌سازی شرایط سیستم را در فواصل زمانی بسیار کوتاه کنترل می‌کند. این در شرایطی است که در رویکرد گسسته‌پیشامد موتور شبیه سازی اجازه دارد تا فواصل زمانی را به اندازه فاصله زمانی بین دو رویداد بزرگ کرده و تا حد ممکن تعداد دفعات کنترل سیستم را کاهش دهد.

- اگر عناصر پویایی سیستم بر اجرای رویدادها یا تغییر وضعیت‌ها تأثیر بگذارد، هر زمان که عنصر سیستم‌های گ سسته کنترل شود رویداد یا نمودار و ضعیت مرتبط نیز کنترل خواهد شد. فرض کنید که اجرا شدن یک رویداد شرطی باشد و شرط لازم نیز وابسته به معادلات یکی از عناصر پویاشناسی سیستم باشد. بنابراین، به منظور اجرایی شدن رویداد در زمان صحیح، می‌بایست در فواصل زمانی به اندازه فواصل زمانی کنترل پویا شناسی سیستم، رویداد نیز کنترل شود.

- توسعه مدل‌های شبیه سازی ترکیبی که رویکردهای گسسته‌پیشامد ، عامل بنیان و پویا شناسی سیستم را ادغام می‌کند، می‌تواند فرصت‌های جدیدی را برای درک سیستم‌های پیچیده باز کند. با ترکیب نقاط قوت هر روش، این مدل‌ها نمایش جامع‌تر و دقیق‌تری را ارائه می‌دهند و امکان تصمیم‌گیری، بهینه‌سازی و پیش‌بینی بهتر را فراهم می‌کنند.

منابع

جاوید موید، محسن، طلوعی اشلقی عباس، افشار کاظمی محمد علی، مدلسازی فرایند تحلیل بازار از طریق رویکرد شبیه سازی ترکیبی (SD-DESمطالعهٔ موردی :بازار تلفن همراه کشور)، مطالعات مدیریت صنعتی، دوره نوزدهم، شماره ۶۲ ، پاییز ۱۴۰۰.

Borshchev, A; Grigoryev, I (2013). The Big Book of Simulation Modeling Multimethod Modeling with AnyLogic 8.

B. Kier, Paul G. Seybold, Chao-Kun Cheng, Chemical Systems using Cellular Automata,2005, Publisher: Springer Dordrecht,2005,DOI:https://doi.org/10.1007/1-4020-3690-6

C.M. Macal,2016, Everything you need to know about agent-based modelling and simulation ,Journal of Simulation 10(2):144-156,DOI:10.1057/jos.2016.7.

Eldabi, Brailsford, Djanatliev, Kunc, Mustafee, and Osorio, HYBRID SIMULATION CHALLENGES AND OPPORTUNITIES: A LIFE-CYCLE APPROACH, Proceedings of the 2018 Winter Simulation Conference

Figueredo, G.P., Aickelin, U., 2011a. Comparing System Dynamics and Agent-based Simulation for Tumour Growth and Its Interactions with Effector Cells, in: Proceedings of the 2011 Summer Computer Simulation Conference, SCSC '11. Society for Modeling & Simulation International, Vista, CA, pp. 52–59.

Figueredo, G.P., Aickelin, U., Siebers, P.-O., 2011b. Systems dynamics or agent-based modelling for immune simulation? in: Artificial Immune Systems. Springer, pp. 81–94.

Forrester, J.W. (1968) Principles of Systems. Productivity Press, Cambridge, MA.

John Sterman, J.(2000), Business Dynamics, System Thinking and Modeling for a Complex World ,Massachusetts Institute of Technology.

JAGER, W. & Amblard, F. (2005). Uniformity, bipolarization and pluriformity captured as generic stylized behavior with an agent-based simulation model of attitude change. Computational & Mathematical Organization Theory 10(4), 295–303(9).

Hivin, L.F. Sustainability of Multimodal Intercity Transportation Using a Hybrid System Dynamics and Agent-Based Modeling Approach. Ph.D. Thesis, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA, USA, 2014.

Grigoryev, Ilya (2018) AnyLogic 8 in Three Days. Anylogic,https://www.anylogic.com.

Gilbert, N,2008, Agent-Based Models, SAGE Publications, Inc, DOI: https://doi.org/10.4135/9781412983259
Nuhoglu et al,2007, System Dynamics Approach in Science and Technology Education, Journal of Turkish Science Education.
Pfahl, D., & Lebsanft, K. (1999). Integration of system dynamics modelling with descriptive process modelling and goal-oriented measurement. Journal of Systems and Software, 46(2/3), 135-150.
Parragh, S.; Einzinger, P. Modelling health care utilisation: A method comparison. In Proceedings of the 1st International Workshop on Innovative Simulation for Health Care, Vienna, Austria, 19–21 September 2012; pp. 87–92.
Russell, S.J. and Norvig, P. (2016) Artificial Intelligence: A Modern Approach. Pearson Education Limited, Malaysia.
Swinerd C, McNaught KR. (2014) Simulating the diffusion of technological innovation with an integrated hybrid agent-based system dynamics model. Journal of Simulation, Volume 8, Issue 3, pp. 231-240

Systems Thinking in Practice
3rd International Conference on
سومین کنفرانس بین المللی
تفکر سیستمی در عمل

Hybrid approaches to simulation of management problems

Hojata Adami[1]
Phd student of industrial management of Imam Hossein University
Hossain Bazargani[2*]
Assistant Professor of Imam Hossein University

Abstract

The main goal of this article is to present different simulation approaches and combine these methods with each other in solving management problems. In agent-based models, the complex interaction between agents (consumers, sellers, distributors) is depicted and their motivations and actions are combined and lead to amazing micro and macro patterns. Agents are defined by researchers as specific characteristics and behaviors, including sending signals to/receiving signals from other agents. Hence, they learn, adapt and modify their choices based on the information and messages they are exposed to. System dynamics models describe the behavior of complex systems over time. This modeling approach captures delays, feedbacks, and disequilibrium dynamics. Discrete event models play an important role in transportation modeling and are used to analyze preferences and how to transform them into rational choices of consumers, assuming that consumers choose the alternative with maximum benefit or utility. Hybrid simulation includes the use of several simulation paradigms. Investigations have shown that the combination of simulation methods examines a higher level of details of the subject of study, hence they can be used for different decision-making and decision-making scenarios.

Keywords: Agent-based modeling, system dynamics, discrete event method, Hybrid simulation .

[1] Hojatadami@Gmail.com

[۴] Corresponding author: Bazargani_h@ut.ac.ir