مروری بر الگوهای روش تحلیل تاثیر متقابل و معرفی الگویی با منطق همبستگی

علی رضا همتی[۱]
ابراهیم حاجیانی[۲]

تهران ،دانشگاه علوم پزشکی تهران، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات اجتماعی جهاد دانشگاهی، hemmati@tums.ac.ir
تهران، پژوهشکده تحقیقات راهبری مجمع تشخیص مصلحت، ebhajiani@gmail.com

چکیده

اکثر روش های تحلیلی آینده پژوهی برای پیش بینی وقایع و یا بررسی رویدادهای متغیرهای مورد نظر و پیشران های مرتبط با موضوع را به صورت مستقل از هم مورد بررسی قرارداده و ارزیابی می نمایند، لیکن در مواقعی نیازمند تحلیل احتمال وقوع یک رویداد در تقابل مجموعه ای از رویدادهای مورد پیش بینی خواهیم بود . تحلیل اثرات متقابل روشی برای پاسخ به این نیاز است و اگرچه مستلزم پردازش های آماری پیچیده تری برای حصول نتایج است، لیکن اساساً همانند روش دلفی مبتنی بر نظرات متخصصان خواهد بود. مهمترین رویکرد این روش این است که بخواهیم براساس رای متخصصان احتمال وقوع رویدادهای مختلف یا نیروهای پیشران متفاوت را به طور مستقل تعیین و علاوه بر آن، نظر ایشان را برای احتمال وقوع یک رویداد در صورت وقوع سایر رویدادها و تاثیر متقابل آنها برهم جویا شده و بررسی نماییم. در نسخه های پیشرفته تر این روش، احتمال وقوع رویدادها را در زنجیره علیت بین رویدادها تعریف و مورد بررسی قرار می دهیم. بدین ترتیب ماتریسی از احتمالات اولیه و احتمالات شرطی و روابط جهت دار تاثیرات متقابل رویدادها و نیروهای پیشران شکل می گیرد. الگوهای متداول این روش با دو منطق احتمالات و ارتباطات سازمان یافته و برای تاثیرات رویدادها بر هم با قوانین احتمالی و ارتباطی قواعدی را تعریف می کند. لیکن در هر دوی این الگوها جهت تاثیر رویدادها بر هم مورد بررسی قرار نمی گیرد. نویسنده در این مقاله سعی دارد با مروری بر الگوهای موجود روش تحلیل تاثیر متقابل، الگوی جدیدی را با منطق همبستگی برای پوشش جهت تاثیر(منفی و مثبت) رویدادها بر هم معرفی نماید.
نتیجه انجام فرآیند روش تحلیل اثرات متقابل معمولا" به پیدایش یک سناریو ختم می شود.

واژگان کلیدی: پیش بینی، تاثیر متقابل، همبستگی، نیروهای پیشران، سناریو

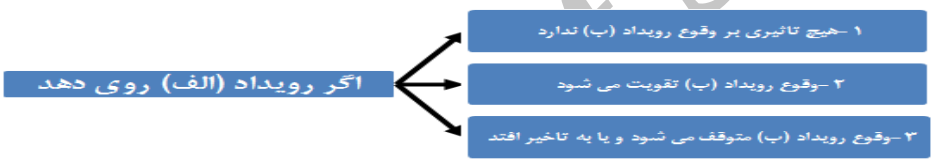
[۱] هیات علمی(مربی) دانشگاه علوم پزشکی تهران ، دانشجوی دکتری آینده پژوهی، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات اجتماعی جهاد دانشگاهی
[۲] هیات علمی(دانشیار) و مدیر گروه پژوهش های فرهنگی، پژوهشکده تحقیقات راهبردی مجمع تشخیص مصلحت نظام

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در مباحث آینده پژوهی شناسایی و تعریف رویدادها، نیروهای پیشران و روندهای مرتبط با موضوع مورد مطالعه از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. همچنین در پیش بینی وقوع یک رویداد علاوه بر احتمالات ابتدایی قضاوت شده، روابط علّی ای نیز بین وقوع رویدادها وجود دارد که عدم توجه به آن توسط محقق، بخشی از اطلاعات مهم و تاثیرگذار در تصمیم سازی را نادیده می گیرد. بنابراین لازم است علاوه بر تبیین وقوع اولیه احتمال رویدادها و شناسایی نیروهای پیشران و روندها، میزان تاثیر متقابل میان متغیرها نیز توسط کارشناسان و خبرگان تعیین و مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. پیش بینی با روش تحلیل اثرات متقابل یا ماتریس متقاطع از الگوی روش شناختی ثابتی پیروی نمی کند (حاجیانی ۱۳۹۱)، لیکن الگوهای مختلف روش تحلیل اثرات متقابل، این تکنیک را به عنوان یک روش نامحدود برای تحلیل نتایج اکتشافی تبدیل کرده است و یا ارزیابی متقاطع رویدادها و نیروهای پیشران و پیش بینی آن ها، نه تنها می تواند وقوع رویدادها و پیشران ها را به تنهایی مورد ارزیابی قرار دهد بلکه می توان تاثیر متقابل آن ها را برهم و به تبع آن تدابیر متفاوت منتج از تاثیرات متقاطع را کشف نمود. حتی در بعضی از موارد، تحلیل و بررسی و تفکر درباره وقوع یک رویداد به موجب تاثیرات متقابل و دیگر رویدادها ساده تر از فکر کردن به احتمال وقوع آن رویداد صرف نظر از تاثیرات متقابل سایر رویدادها است.

اگر چه الگوهای مختلفی برای اجرای این روش وجود دارد لیکن در تمامی آن ها سه نوع ارتباط را بین رویدادها و یا نیروهای پیشران می توان تعریف نمود. فرض کنیم رویداد (الف) واقع خواهد شد و رویداد (ب) نیز به موازات رویداد (الف) محتمل است در این صورت:



شکل شماره ۱: وقایع شرطی ارتباط دو رویداد

در شکل شماره ۱ حالت تعاملی ۲ تقویت کننده و حالت ۳ متوقف کننده است و این دو حالت ارتباط بین رویداد (الف) و (ب) را بازگو می کنند و شکل شماره ۲ نیز به طریق دیگری تنوع روابط متقابل بین دو رویداد و یا پیشران را نمایش می دهد.

شکل شماره ۲: تنوع ارتباطات بین دو رویداد Source: www.itt.edu/it/cross.html [حاجیانی ۱۳۹۱]

تاریخچه

برای اولین بار تئودورگوردن و هلمر روش تحلیل تاثیر متقابل را در سال ۱۹۶۶ ابداع کردند. یکی از دلایل خلق این روش پاسخ به این سوال ساده بود که آیا پیش بینی رویدادهای آینده می تواند مبتنی برتاثیرات احتمالی و متقابل اتفاقات و رویدادهای در آن زمان باشد؟ در همان سال ها برای کاربردی ساختن این روش یک بازی برای شرکت شیمیایی آلومینیوم کسیر ساخته شد و نام آن آینده[1] گذارده شد. اگر چه این شرکت با انتشار نسخه های این بازی قصد داشت خودش رادر صدمین سالگرد تاسیس شرکت تبلیغ نمایند ولی این تبلیغ، اولین کاربرد این روش در سطح عمومی بود. بازی آینده شامل کارت هایی بود که هر یک آینده ای ساده را شرح می داد و بر روی آن مقدار احتمال یک رویداد جریان بازی نوشته شده بود . علاوه بر این در پشت هرکارت تاثیرات متقابل آن رویداد تشریح شده بود و به طور مثال برای دارنده این کارت به نشانه وقوع

[1] Future

www.SID.ir

آن رویداد، احتمال پیشامد کارت شماره x ، p درصد زیاد خواهد شد یا احتمال پیشامد کارت y، q درصد کم خواهد شد. بدین صورت شانس داشتن کارت های xوy را برای دارنده این کارت تغییر می داد. در پایان بازی هر بازیکن تعدادی از کارت ها را بدست می آورد که نشان دادن رویدادهای واقع شده بود و اطلاعاتی را بدست می آورد که براساس تاثیر متقابل مندرج در پشت کارت ها تعدادی دیگر از کارت های دیگر نیز وقوعشان برای دارنده این کارت محتمل تر و یا غیرممکن تر می شد. نهایتا" بازیکن با استفاده از نتایج بدست آمده می توانست قادر به اجرایی کردن یک سیاست خاص باشد. به عبارت دیگر این بازی ، بازیکنان را ترغیب و تشویق می نمود که علاوه بر احتمال اولیه رویدادها با تفکر و توجه پیرامون تاثیرات متقابل رویدادها آینده مورد نظر خود را رقم بزنند. واضح است که سناریوی این بازی با احتساب شانس و احتمال اولیه رویدادها و احتمال تاثیر متقابل رویدادها بر یکدیگر تدوین شده است.

در سال ۱۹۴۸ کوردن و هیوارد در دانشگاه کالیفرنیا این روش را در محیط کامپیوتر و با استفاده از یک نرم افزار کامپیوتری به اجرا در آوردند. در این نرم افزار احتمالات شرطی اثرات متقابل تعیین می شد و برنامه مراحل تصمیم گیری درباره تمامی رویدادها را دنبال می نمود و پس از آن ادامه این فرآیند با روش مونت کارلو برای بدست آوردن راه های مختلف و سناریوهای ممکن تکرار می شد.

در سال ۱۹۷۴ ترکیبی از روش تحلیل تاثیر متقابل و سناریو ابداع شد. در این روش با استفاده از بررسی شرایط ابتدایی، رخدادهای شرطی$(A|B)$ و عدم رخدادهای شرطی $(A|B_c)$ سناریوها را براساس تاثیرات متقابل رویدادها تعریف نمود.

در سال ۱۹۷۵ برای اولین بار نظام احتمالات در آینده نگری توسط جان اسنوکر به منظور شبیه سازی اقتصاد اروگویه بکار گرفته شد. در پی آن فونتلا : ۱۹۷۶، هلمر : ۱۹۷۷، سارین : ۱۹۷۸، نواک و سولارنت : ۱۹۷۸، ویسما ونیس : و سیما: ۱۹۸۲، موضوع را تکامل دادند. دوکاس در سال ۱۹۸۴ روش دلفی و تاثیرات متقابل را تلفیق کرد و در ادامه با ترکیب این روش با سایر روش های آینده پژوهی بر کاربردی بودن این روش تاکید شد.

	بکارگیری مستقل روش		کاربرد ترکیبی روش	
مرحله استفاده	مراحل ابتدایی تحقیقات	تبیین عدم قطعیت ها	مرحله تحلیل داده های جمع آوری شده با سایر روش ها	مرحله کاربرد
کاربرد	پیاده سازی نتایج نظرسنجی درباره موضوع رویدادها و محاسبه تاثیرات متقابل رخدادها	بالا بردن دقت قضاوت متخصصان در بیان احتمال رخ دادن رویدادها به صورت مستقل و متاثر از یکدیگر	پس از جمع آوری نظرات به روش های دلفی، پرسشنامه و مصاحبه، روش تحلیل تاثیرات متقابل برای تحلیل داده های جمع آوری شده بکارگرفته می شود.	پس از انجام روش تحلیل تاثیرات متقابل نتیجه این فرآیند پیدایش یک یا چند سناریو خواهد بود.

جدول شماره ۱: مراحل تکامل و سیر کاربرد روش تحلیل اثرات متقابل

در سال های اخیر دامنه فعالیت بر روی روش تحلیل تاثیرات متقابل از سطح مطالعات محض روش شناسی به نحوه به کارگیری این روش نیز کشیده شده است و جدول شماره ۱ مراحل تکامل و سیر کاربرد این روش را نشان می دهد. لیکن کماکان سوالات زیر در مطالعه روش شناسی این روش کم جواب مانده است:

چگونه می توان با طرح پرسش های مرتبط، احتمال شرطی رویدادها را بهبود دهیم؟

آیا این روش همگراست؟ چگونه در این روش داده های غیرمنسجم گروه خبرگان را به اجماع برسانیم؟

چگونه می توان این روش را با روش های دیگر ترکیب نمود؟

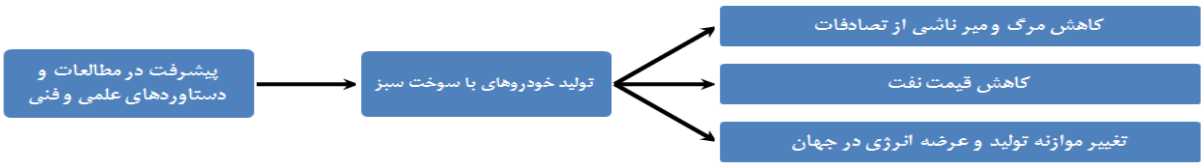
توصیف و تشریح روش تحلیل تاثیرات متقابل:

الگوی اول: منطق احتمالات (تعیین احتمالات ابتدایی رویدادها و احتمالات شرطی تاثیرات متقابل رویدادها)

در این الگو، روش تحلیل تاثیرات متقابل برای تجزیه و تحلیل احتمال وقوع یک رویداد یا پیشران در مجموعه از رویدادها یا پیشران های مورد پیش بینی بکارگرفته می شود. احتمالات یک رویداد می تواند به صورت احتمال ابتدایی و مستقل از سایر رویدادها و یا احتمالاتی درباره قابلیت های بالقوه ناشی از تاثیرات متقابل میان رویداد مورد نظر و سایر رویدادهای قابل پیش بینی تعریف گردد. واضح است که باور داریم بسیاری از رویدادها و پیشرفت های جهان به هم مربوطند. یک رویداد مانند تولید

Archive of SID
www.SID.ir

اتومبیل های با سوخت سبز، از رویدادهای مقدماتی علمی، فنی و حتی سیاسی و اقتصادی منتج شده است. از طرف دیگر رویداد تولید خودروهایی با سوخت سبز خود می تواند به عنوان یک رویداد مقدمه برای سایر رویدادها باشد و سایر رویدادها را متاثر از خود قرار دهد و به همین ترتیب بسیاری از رویدادها پس از رویداد مورد نظر را تحت تاثیر قرار می دهد. در این نگرش حتی بسیاری از پیشران های ظاهراً بی ربط و مستقل، رویدادهای فوق العاده ای را سبب می شوند و به همین شکل دامنه تاثیرات متقابل رویدادهای قابل پیش بینی می توانند همانند نقطه شروع یک موج تغییرات باشد و تحولات بسیار وسیع و زیادی را در مسائل آینده بوجود آورد. *در این الگو احتمال ارتباط بین رویدادها یا پیشران ها را احتمال تاثیر متقابل* می نامند.



شکل شماره ۳: شبکه تاثیرات متقابل رویدادهای قابل پیش بینی

گام های عملیاتی اجرای روش با منطق احتمالات

گام نخست: تهیه فهرست پیشران ها یا رویدادهای مرتبط با موضوع مورد مطالعه

در اولین اقدام معمولاً با جستجوی نوشتارها و منابع تاریخی و یا بهره گیری از گروه کارشناسان و متخصصان در زمینه مورد مطالعه، فهرست اولیه پیشران ها و یا رویدادها استخراج می شود و سپس این فهرست به سه روش زیر پالایش و تلخیص می گردد:

I. ادغام چند رویداد یا پیشران که ارتباط معنایی بسیار نزدیکی دارند.
II. حذف تعدادی از پیشران ها و یا رویدادهای بی ربط و بی تاثیر بر سایر رویدادها
III. ویرایش و جمله بندی پیشران ها و یا رویدادهای باقیمانده

دقت در این گام نقش بسیار مهمی در موفقیت و پیشرفت این روش دارد. واضح است که در این روش آن دسته از پیشران ها و یا رویدادها که هیچ ارتباطی به سایر پیشران ها و یا رویدادها ندارند بایستی به طور کلی از مطالعه خارج شوند. به عبارت دیگر ورود پیشران ها و یا رویدادهای بی ربط به سایر پیشران ها و یا رویدادها ، می تواند تحلیل مان را بی دلیل دشوار نماید. در این گام پس از تعریف پیشران ها و یا رویدادها ، به بررسی و تعیین روابط دو به دوی پیشران ها و یا رویدادها خواهیم پرداخت . به استناد اصول استقرای ریاضی، ثابت شده است که اگر n پیشران و یا رویداد در مطالعه مان مورد توجه قرار گیرد، می توان حداکثرتعداد $n^2 - n$ رابطه دوگانه بین پیشران ها و یا رویدادها را انتظار داشت. بدیهی است هرچه تعداد پیشران ها و یا رویدادها افزایش یابد، تعداد تاثیرات متقابل با سرعت بیشتری رشد می کند. در بیشتر مطالعات تعداد ۱۰ الی ۴۰ پیشران و یا رویداد تعریف می گردد.

گام دوم: تعیین احتمالات ابتدایی

در این مرحله ابتدا به تخمین احتمالات ابتدایی هر رویداد خواهیم پرداخت. این احتمالات مبین شانس وقوع هر یک از رویدادها در سنوات آتی است. برای اینکار با بررسی متون و سوابق تاریخی و با بهره گیری نظرات متخصصان و کارشناسان احتمال هر رویداد با این فرض محاسبه می شود که سایر رویدادها اتفاق نیفتاده باشد. بهتر است برای اینکار به جای جمع آوری داده ها با سوال از صاحب نظران به صورت انفرادی از روش های مشاوره ای مثل پرسشنامه، مصاحبه، دلفی، ...احتمال هر یک از رویدادها را به قضاوت بگذاریم.

گام سوم: برآورد احتمالات شرطی

گام بعدی در روش تحلیل اثرات متقابل ، برآورد احتمالات شرطی تقابل پیشران ها و یا رویدادها با یکدیگر است. برای اینکار یک ماتریس دو بعدی، با سطر و ستونی برابر تعداد پیشران ها و یا رویدادها شکل می گیرد و اعضای این ماتریس با تخمین احتمال شرطی تاثیر متقابل هر زوج مرتب از پیشران ها و یا رویدادها پر می شود.

Archive of SID
www.SID.ir

رویداد/پیشران	احتمال ابتدایی	A	B	C
A	P(A)	P(A|A)	P(A|B)	P(A|C)
B	P(B)	P(B|A)	P(B|B)	P(B|C)
C	P(C)	P(C|A)	P(C|B)	P(C|C)

جدول شماره ۲: مثال ماتریس احتمالات تاثیر متقابل رویدادهای A,B,C

اگر این اتفاق روی دهد	احتمال ابتدایی	۱	۲	۳	۴
رویداد ۱	۰.۲۵		۰.۵۰	۰.۸۵	۰.۴۰
رویداد ۲	۰.۴۰	۰.۶۰		۰.۶۰	۰.۵۵
رویداد ۳	۰.۷۵	۰.۱۵	۰.۵۰		۰.۶۰
رویداد ۴	۰.۵۰	۰.۲۵	۰.۷۰	۰.۵۵	

جدول شماره ۳: مثال ماتریس احتمالات تاثیر متقابل رویدادهای ۱و۲و۳و۴

گام چهارم: بررسی صحت احتمالات اولیه و شرطی

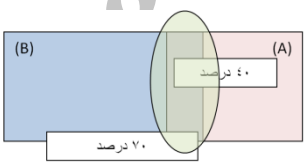
قضاوت های خبرگان در مورد احتمالات اولیه رویدادها و احتمالات شرطی تاثیرات متقابل رویدادها بر هم ممکن است به درستی بیان و تعریف نگردد. برای تصمیم گیری در این مورد این مرحله از فرآیند روش تحلیل تاثیرات متقابل را با مثال زیر تشریح می کنیم:

فرض کنیم در پیش بینی یک موضوع، دو رویداد A و B مورد توجه باشد. براساس نظر خبرگان :

شانس وقوع رویداد A =p(A)= درصد ۴۰

شانس وقوع رویداد B =P(B)= درصد ۷۰

یعنی در صورت وقوع تمامی حالات ممکن در آینده مثلاً به تعداد ۱۰۰، انتظار داریم ۴۰ مورد رویداد A و ۷۰ مورد رویداد B رخ دهد.



شکل شماره ۴: بدترین حالت پراکندگی وقوع رویدادهای A و B در آینده

شکل شماره ۴ نشان می دهد که در بدترین حالت وقوع ۱۰۰ رویداد با شرایط فوق، حداقل در ۱۰ رویداد آینده، رویدادهای A و B با هم رخ خواهند داد. این بدین معناست که در قضاوت احتمال شرطی (A|B) با محدودیتی مواجه خواهیم بود. به عبارت دیگر با فرض $P(A|B)\#0 \blacktriangleleft= P(B)=0.7,P(A)=0.4$

و در صورت بروز اینگونه تناقضات بایستی نسبت به تجدید نظر در مورد یکی از احتمالات P(A)و P(B) اقدام نماییم. واضح است که فقط صاحب نظران شرکت کننده در تحلیل می توانند در این خصوص تصمیم بگیرند. این گام در تحلیل ماتریس احتمالات شرطی تاثیرات متقابل، از بزرگترین مزیت های روش تحلیل اثرات متقابل است. به طور مثال انجام این مرحله در نمونه فوق بدین شکل دنبال می شود.

احتمال عدم وقوع رویداد B $=P(B_c)$ و احتمال اولیه وقوع رویداد B =P(B)= و احتمال اولیه وقوع رویداد A =P(A)=

احتمال شرطی وقوع رویدادA به شرط وقوع رویداد B = $P(A|B)$

احتمال شرطی وقوع رویدادA به شرط عدم وقوع رویداد B = $P(A|B_c)$

بر اساس قضایای احتمالات بیزی خواهیم داشت: $P(A)=P(B_c)P(A|B_c)+P(B)P(A|B_c)$[1]

$$P(A|B)=\frac{P(A)-P(B_c)P(A|B_c)}{P(B)}$$

[1] $AB \cup AB_C = A$

Archive of SID
www.SID.ir

P(A)و P(B)و $P(B_c)$ موجود است و با عنایت به اینکه $0 \le P(A|B_C) \le 1$ است می توان حد بالا و پایینی را برای p(A|B) بدست آورد.

$$(\text{حد بالا وقتی } P(A|B_C)=0) \leftarrow \frac{0.4}{0.7} \le p(A|B) \le \frac{0.4-0.3}{0.7} \rightarrow (\text{حد پایین وقتی } P(A|B_C)=1)$$

$$0.142 \le p(A|B) \le 0.571$$

بدین ترتیب می توان در این گام میزان درستی و منطقی بودن قضاوت صاحب نظران را درباره احتمالات شرطی تاثیرات متقابل رویدادها و احتمالات اولیه آنها را ارزیابی نمود. پس از انجام این گام ماتریس احتمالات شرطی تاثیر متقابل رویدادها نشان می دهد که تغییرات سیاست گذاری های جدید یا وقوع یک پیشران یا رویداد پیش بینی نشده می تواند به احتمال وقوع یا عدم وقوع مجموعه ای از پیشران ها و یا رویدادهای قابل پیش بینی دیگر موثرباشد.

گام پنجم: بررسی تاثیرات وقوع یک رویداد و یا عدم وقوع آن

در این مرحله به منظور بررسی تاثیرات وقوع یک رویداد و یا عدم وقوع آن بر سایر رویدادهای داخل ماتریس تاثیرات متقابل، با استفاده از نسبت خرده احتمالات[1]، نتایج را مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهیم.

Odd Ratio=خرده احتمالات=احتمال رخ ندادن/احتمال رخ دادن=p(وقوع یک رویداد)/1-p(وقوع یک رویداد)

در این گام برای محاسبه خرده احتمالات رویدادها براساس احتمال ابتدایی هر رویداد مقدار نسبت

p(وقوع یک رویداد)/1-p(وقوع یک رویداد)

را بدست آوریم. همچنین برای محاسبه خرده های احتمالات شرطی تاثیرات متقابل نیز همین کار را خواهیم کرد. براساس ماتریس احتمالات تاثیرات متقابل رویدادها جدول ۲ ، ماتریس خرده احتمالات زیر تولید خواهد شد.

	احتمال ابتدایی	A	B	C	D
A	P(A)/1-P(A)		P(A|B)/1-P(A|B)	P(A|C)/1-P(A|C)	P(A|D)/1-P(A|D)
B	P(B)/1-P(B)	P(B|A)/1-p(B|A)		P(B|C)/1-P(B|C)	P(B|D)/1-P(B|D)
C	P(C)/1-P(C)	P(C|A)/1-P(C|A)	P(C|B)/1-P(C|B)		P(C|D)/1-P(C|D)
D	P(D)/1-P(D)	P(D|A)/1-P(D|A)	P(D|B)/1-P(D|B)	P(D|C)/1-P(D|C)	

جدول شماره ۴: ماتریس خرده احتمالات رویدادها و تاثیرات متقابل آنها بر هم

اگر این اتفاق روی دهد	احتمال ابتدایی	۱	۲	۳	۴
رویداد ۱	۰.۳۳		۱	۵.۶۷	۰.۶۷
رویداد ۲	۰.۶۷	۱.۵		۱.۵	۱.۲۲
رویداد ۳	۳	۰.۱۸	۱		۱.۵
رویداد ۴	۱	۰.۳۳	۲.۳۳	۱.۲۲	

جدول شماره ۵: مثال ماتریس خرده احتمالات رویدادهای چهارگانه و تاثیرات متقابل آنها بر هم

گام ششم: محاسبه تاثیر متقابل وقوع یا عدم وقوع رویدادها

در این مرحله با استفاده از ماتریس جدید حاصل از مقادیر خرده احتمالات (جدول شماره ۴) نسبت زیر را برای تبیین تاثیرات متقابل رویدادهای این ماتریس محاسبه می کنیم.

خردهP(A|B)/خردهP(B)=(P(A|B)/1-P(A|B))/P(B)/1-P(B)

در اینصورت اگر درایه های ماتریس اول احتمالات شرطی تاثیرات متقابل را در سطر Bو ستون A ، P(B|A) بنامیم و در ماتریس دوم مقدار خرده احتمال P(B|A)/1-P(B|A) = (B|A) را که در تقاطع سطر B با ستون A درج شده است را با نماد '(A|B) بنامیم و هریک از نسبت های خرده احتمالات اولیه را '(A) بنامیم، ماتریس تاثیر متقابل خرده های رویدادها را به شکل زیر تعریف خواهیم کرد.

رویداد	احتمال رخداد اولیه	A	B	C	D
A	(A)'= P(A)/1-P(A)		(A|B)'/(A)'	(A|C)'/(A)'	(A|D)'/(A)'
B	(B)'= P(B)/1-P(B)	(B|A)'/(B)'		(B|C)'/(B)'	(B|D)'/(B)'
C	(C)'= P(C)/1-P(C)	(C|A)'/(C)'	(C|B)'/(C)'		(C|D)'/(C)'
D	(D)'= P(D)/1-P(D)	(D|A)'/(D)'	(D|B)'/(D)'	(D|C)'/(D)'	

جدول شماره ۶: ماتریس تاثیرات متقابل خرده احتمالات رویدادها

[1] Odd. Ratio

Archive of SID
www.SID.ir

اگر این اتفاق روی دهد	احتمال ابتدایی	۱	۲	۳	۴
رویداد ۱	۰.۳۳		۱.۵	۱.۹۰	۰.۶۷
رویداد ۲	۰.۶۷	۴.۵		۰.۵۰	۱.۲۰
رویداد ۳	۳	۰.۱۸	۰.۵۵		۱.۵
رویداد ۴	۱	۱	۳.۵	۰.۴۱	

جدول شماره ۷: مثال ماتریس تاثیرات متقابل خرده احتمالات رویدادهای چهارگانه

به همین ترتیب و به موازات مراحل قبل در اقداماتی مشابه ماتریس احتمال تاثیر متقابل وقوع رویدادها را به شرط رخ ندادن رویدادهای دیگر تولید خواهیم کرد.

به عنوان مثال با استفاده از رابطه بیزی $P(A)=P(B_c)P(A|B_c)+P(B)P(A|B_c)$ می توان احتمالات اولیه رخ ندادن رویدادها و احتمالات رخ ندادن تاثیرات متقابل را به صورت زیر محاسبه نمود.

$P(B_c)=1-P(B)$ و $P(A|B_c)=(P(A)-P(A|B).P(B))/P(B_c)$

در اینصورت ماتریس تاثیرات متقابل یک رویداد به رخ ندادن رویداد دیگر عبارت است از:

رویداد	احتمال رویداد اولیه	A	B	C	D
A	P(A)		$P(A\|B_c)$	$P(A\|C_c)$	$P(A\|D_c)$
B	P(B)	$P(B\|A_c)$		$P(C\|C_c)$	$P(D\|D_c)$
C	P(C)	$P(C\|A_c)$	$P(B\|B_c)$		$P(D\|D_c)$
D	P(D)	$P(D\|A_c)$	$P(D\|B_c)$	$P(D\|C_c)$	

جدول شماره ۸: ماتریس تاثیرات متقابل رخ ندادن رویدادها

سپس با استفاده از این ماتریس، ماتریس خرده ها و ماتریس نسبت خرده ها را مجددا" محاسبه می کنیم.

تا این لحظه نظرات خبرگان را به صورت احتمالات در آورده و ماتریس های اثرات متقابل را ساخته و برای همگون سازی(به عبارتی استانداردسازی) احتمالات اولیه و احتمالات شرطی با استفاده از قوانین احتمالات برای ساختن ماتریس های جدید احتمالات اقدام کردیم.

حال اگر بخواهیم بررسی کنیم که آیا همگرایی و صحت در نظرات خبرگان وجود دارد. مراحل زیر را انجام می دهیم.

۱) یک رویداد را به صورت تصادفی انتخاب می کنیم (فرض کنیم به عنوان مثال رویداد B انتخاب شود)

۲) یک عدد تصادفی بین صفر و یک را انتخاب می کنیم.

۳) احتمال اولیه رویداد انتخاب شده را با عدد تصادفی تولید شده مقایسه می کنیم.

۳-الف) اگر عدد تصادفی$\geq P(B)$ فرض کنیم رویداد B رخ خواهد داد. به عبارتی در این حالت$P(B)=1$

۳-ب) اگر عدد تصادفی$< P(B)$ فرض می کنیم رویداد B رخ خواهد داد به عبارت دیگر در این حالت $P(B)=0$

۴) اگر فرض کنیم رویداد B واقع خواهد شد. خرده های احتمالی را که به این رویداد مرتبط بودند را به روش زیر مجددا" محاسبه می کنیم برای اینکار از درایه های ماتریس جدول شماره ۶ استفاده می کنیم.

(نسبت خرده های B به رویداد i)*(خرده اولیه رویداد i)=خرده جدید رویداد i

۵) اگر فرض کنیم رویداد B رخ نمی دهد، همین محاسبات را از ماتریس های تاثیر متقابل رخ ندادن ها پیگیری می کنیم.

۶) مراحل(۱)و (۲) را تا حدی دنبال می کنیم که تمامی رویدادها وضعیت رویدادنشان مورد آزمایش قرار گرفته باشد.

۷) مراحل (۱)و (۵) را به دفعات زیاد تکرار می کنیم و بدین صورت نسبت خرده های جدید را برای همه رویدادهای اولیه تولید نموه و ماتریس های جدید احتمالی را شکل می دهیم.

۸) کثرت روی دادن هر رویداد برای تمام دفعات اجرایی ماتریس اثرات متقابل تعیین کننده احتمال جدید آن رویداد است.

الگوی دوم: منطق ارتباطات

در این الگو به جای استفاده از منطق احتمالات از منطق روابط دو یا چندگانه بین رویدادهای مورد پیش بینی استفاده می شود. (در ادامه هرجا که به رویداد اشاره شده می توان مفهوم پیشران را نیز جایگزین نمود.)

Archive of SID
www.SID.ir

مراحل عملیاتی اجرای روش با الگوی منطق ارتباطی

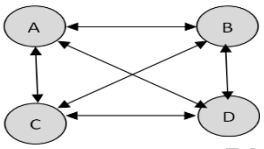
گام اول: تهیه فهرست رویدادهای مرتبط با موضوع مطالعه

در اولین اقدام با این منطق همانند منطق احتمالات عناوین تمامی رویدادهای مورد پیش بینی از مطالعات کتابخانه ای و مستندات تاریخی و در نهایت با نظر خواهی از صاحب نظران موضوع مورد مطالعه استخراج و فهرست می گردد. مجدداً تأکید می شود عناوین رویدادهایی که هیچ ارتباطی به سایر رویدادها ندارند در این روش ارزش تحلیل نداشته و از فهرست رویدادهای مورد مطالعه خارج می گردند.

گام دوم: ترسیم نقشه ارتباطات و وابستگی رویدادهای مورد مطالعه

در این مرحله با نشانه گذاری برای هر یک از رویدادهای مورد مطالعه، براساس نظر خبرگان رابطه هر رویداد با سایر رویدادها بوسیله خطوط جهت دار ترسیم می گردد. در این اقدام جهت ارتباط از یک رویداد به سمت رویداد دیگر معنادار بوده و بایستی بطور دقیق تعریف گردد.

به عنوان مثال فرض کنیم در موضوع مطالعه وقوح چهار رویداد A,B,C,D قابل پیش بینی است.



شکل شماره ۵: نقشه ارتباطات و وابستگی تأثیر متقابل رویدادها

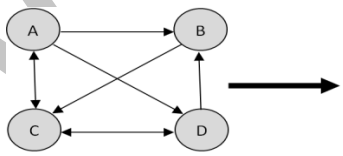
گام سوم: تولید ماتریس Boolean

در قدم بعدی براساس روابط جهت دار نقشه ارتباطات و وابستگی تأثیر متقابل رویدادهای مورد مطالعه ماتریس Boolean تأثیرات متقابل رویدادها با درایه های ۰ و ۱ متأثر از رابطه و جهت ارتباط رویدادها به شکل زیر ایجاد می گردد.

(1,0)	A	B	C	D
A		A→B	A→C	A→D
B	B→A		B→C	B→D
C	C→A	C→B		C→D
D	D→A	D→B	D→C	

جدول شماره ۹: ماتریس Boolean تأثیرات متقابل رویدادهای مورد مطالعه

در این ماتریس عدد ۱ به مفهوم وجود ارتباط بین دو رویداد و تأثیر متقابل آن هاست و عدد صفر به معنای عدم وجود ارتباط بین رویدادهاست.



BOOLEAN	A	B	C	D	جمع سطری
A		1	1	1	3
B	0		1	0	1
C	1	0		1	2
D	0	1	1		2
جمع ستونی	1	2	3	2	8

شکل شماره ۶: نقشه روابط و ماتریسBoolean چهار رویداد A,B,C,D در یک مطالعه به طور مثال

گام چهارم: محاسبه تأثیر و وابستگی رویدادها

ماتریس Boolean ویژگی های بسیار مهمی را در مفاهیم شبکه، ارتباطات و همچنین تکامل و رشد سیستم ها دارد. جمع تعداد مقادیر ۱ در این ماتریس نشان دهنده شاخص تعداد روابط(مسیرهای ارتباطی یک سویه) و تأثیرات متقابل بین رویدادهای اولیه و سایر رویدادها است. در تکرار مطالب پیش گفت، حداکثر تعداد تأثیرات متقابل برای n رویداد برابر n^2-n خواهد بود. جمع سطری تعداد مقادیر ۱ برای هر رویداد در هر سطر نشان دهنده تأثیر گذاری[1] مستقیم یک رویداد به سایر رویدادهای قابل پیش بینی در موضوع مورد مطالعه است. در همین راستا شناسایی رویدادهایی با بالاترین میزان تأثیر بر سایر

[1] Influence

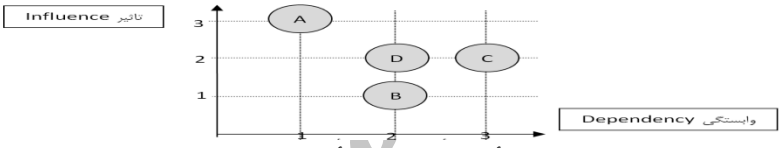
Archive of SID
www.SID.ir

رویدادها نقش بسیار زیادی در تکامل و رشد یک سیستم خواهد داشت(Godet ,94). از سوی دیگر جمع ستونی تعداد مقادیر یک در هر ستون نشان دهنده وابستگی مستقیم[1] یک رویداد به سایر رویدادها است. تعداد رویدادهای وابسته به سایر رویدادها در یک مطالعه مبین حساسیت سیستم برای رشد و تکامل خود است (Godet , 94).

به عبارت دیگر در ماتریس Boolean روابط و تأثیر متقابل رویدادها حرکت در جهت سطر به مفهوم تأثیر(influence) و حرکت در جهت ستون های این ماتریس به مفهوم وابستگی و حساسیت(dependency & sensitively) رویدادها خواهد بود. به عنوان مثال در نمونه تأثیرات متقابل رویدادهای شکل ۶ تعداد کل روابط و تأثیرات متقابل بین رویدادها ۸ رابطه است که در آن رویداد A با سه رابطه ، بالاترین تأثیر را بر سایر رویدادها دارد و رویداد C با وابستگی به تمامی رویدادها بالاترین حساسیت را در این موضوع دارا است.

گام پنجم: ترسیم نقشه دکارتی[2] تأثیرات متقابل

شاخص های تأثیر و حساسیت(وابستگی) در ماتریس Boolean برای دسته بندی رویدادها بکار گرفته می شوند. به طور نمونه در مثال قبل با چهار رویداد، حداکثر برای هر یک از رویدادها ۳ رابطه تأثیر و ۳ رابطه وابستگی خواهیم داشت. نقشه دکارتی تأثیرات متقابل مبتنی بر تأثیرات و وابستگی رویدادها برای دسته بندی رویدادها ترسیم می گردد. در این نقشه مقادیر ممکن تعداد تأثیرات در محور y ها و مقادیر ممکن تعداد وابستگی ها در محور x ها تعریف و هر یک از رویدادها با توجه به تأثیرات متقابل و روابطشان با سایر رویدادها و تعداد تأثیر و وابستگی حاصله از ماتریس Boolean در این مختصات جانمایی می گردند. به طور نمونه در مثال قبل با چهار رویداد A,B,C,D و نقشه ارتباطاتشان، نقشه دکارتی تأثیر و حساسیت(وابستگی) زیر بدست خواهد آمد.



شکل شماره ۷: نقشه دکارتی تأثیر و حساسیت تأثیرات متقابل رویدادهای مورد مطالعه

گام ششم: دسته بندی رویدادهای قابل پیش بینی

همانطور که اشاره شد میزان تأثیر و وابستگی رویدادها می تواند به دسته بندی رویدادهای قابل پیش بینی منجر شود. در همین راستا می توان نواحی دسته بندی شده ای را در نقشه دکارتی تأثیر و وابستگی تأثیرات متقابل رویدادها تعریف کرد و براساس نتایج جانمایی رویدادها در این نقشه، به گروه بندی و باز تعریف نقش هر یک از رویدادها در موضوع مورد مطالعه پرداخت. تنوع دسته بندی رویدادها براساس میزان تأثیر و حساسیت(وابستگی) آنها از گروه بندی زیر خارج نیست.

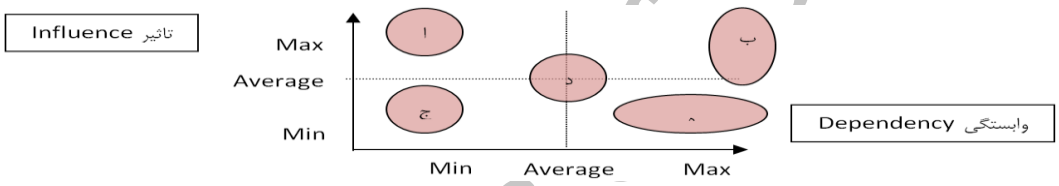
- الف) رویدادهای غالب و تعیین کننده۳ : این رویدادها سطح بالایی از تأثیر را بر سایر متغیرها و کمترین وابستگی را به سایر رویدادها دارند و اثرات مثبت و منفی بالایی در رشد و تکامل یک سیستم خواهند گذاشت. واضح است که اگر این رویدادها اتفاق نیفتند باعث وقفه در وقوع سایر رویدادها خواهند شد. این دسته پیشران ها و یا رویدادها را رویدادهای تاثیرگذار هم می نامند.(امیر ناظمی، ۱۳۹۲)
- ب) رویدادهای کلیدی و رله۴ : این گروه رویدادها ، رویدادهای وابسته و یا بی ثبات نامیده می شوند. رویدادهای این دسته سطح بالایی از وابستگی را به سایر رویدادها دارند. البته ممکن است همچنین به موازات وابستگی، سطح بالایی از تأثیر را نیز بر روی سایر رویدادها داشته باشند. واضح است که این رویدادها در مسیر مطالعه بسیار مورد توجه می باشند

[1] Dependency
[2] Cartesian Map
[3] Dominant or determinant
[4] Key or Relay

Archive of SID
www.SID.ir

به طوریکه عملکرد و تغییرات آنها اثری پس رو[1] بر روی سایر رویدادها دارد و وقوع و تغییر آن ها، نشانی از وقوع و تغییر سایر رویدادها است.

- ج) رویدادهای همجوار[2] : در داخل یک سیستم مورد مطالعه رویدادهایی وجود دارد که اثر متوسطی بر سیستم و تأثیر کم و وابستگی حداقل بر سایر رویدادها دارند. لیکن این نوع رویدادها می توانند بعضاً در طول زمان تکامل یافته و تأثیرشان بر سایر رویدادهای سیستم افزایش یابد. این دسته متغیرها را متغرهای مستقل نیز می نامند(امیر ناظمی، ۱۳۹۲)
- د) رویدادهای تنظیم کننده و متوسط[3] : رویدادهایی با متوسط تأثیر و وابستگی با سایر رویدادها در این گروه قرار می گیرند. این دسته از رویدادها نیز بایستی مورد توجه قرار گیرند چرا که نقش متوسطی آنها در تأثیر و وابستگی به سایر رویدادها می تواند باعث بروز یک شکاف در یک سیستم گردد.
- ه) رویدادهای حاصل و تحت سلطه[4] : این رویدادها متأثر از سایر رویدادهای سیستم ، بسیار حساس به کمترین تأثیر و وابستگی به سایر رویدادها در حد متوسط به سمت قوی هستند.
- و) رویدادهای خود مختار و حذف شونده[5] : این دسته از رویدادها، رویدادهایی بدون تأثیر و وابستگی متقابل در سیستم هستند که در این روش وجودشان تأثیر زیادی بر سیستم ندارد و می توان آن ها را از فهرست رویدادهای موضوع مطالعه کنار گذاشت(source popper 2003).



شکل شماره ۸: نواحی نقشه دکارتی تأثیرات متقابل براساس دسته بندی رویدادها منتج از میزان تاثیر و وابستگی آن ها

به طور نمونه در مثال نقشه دکارتی تأثیر و وابستگی تأثیرات متقابل رویدادهای A,B,C,D شکل شماره ۶ :

- رویداد A با سه تأثیر و یک وابستگی (بالاترین تأثیر و کمترین وابستگی) در دسته رویدادهای غالب و تعیین کننده قرار می گیرد.
- رویداد C با بالاترین وابستگی و البته دو تأثیر در سایر رویدادها در دسته رویدادهای کلیدی و رله گروه بندی می گردد.
- رویداد D با دو تأثیر و دو وابستگی دارای میانگین تأثیرات و وابستگی ها است و در دسته رویدادهای تنظیم کننده و متوسط گروه بندی می شوند.
- رویداد B را با یک تأثیر و دو وابستگی می توان در مرز گروه رویدادهای حاصل و تحت سلطه و دسته رویداهای تنظیم کننده و متوسط جای داد.

گام هفتم(گام تکمیلی): بررسی ارتباطات و تأثیرات متقابل مخفی رویدادها

(انجام این مرحله الزامی نیست و برای تکمیل مراحل تحلیلی این روش، دنبال می شود.)

برای ورود به این مرحله محقق علاوه بر تأثیرات متقابل مستقیم بین پیشران ها و یا رویدادها به دنبال کشف و تحلیل روابط غیر مستقیم پیشران ها و یا رویدادها بر یکدیگر است.

[1] Regressive
[2] Neighboring
[3] Regulating or average
[4] Resultant or dominated
[5] Autonomous or excluded

Archive of SID
www.SID.ir

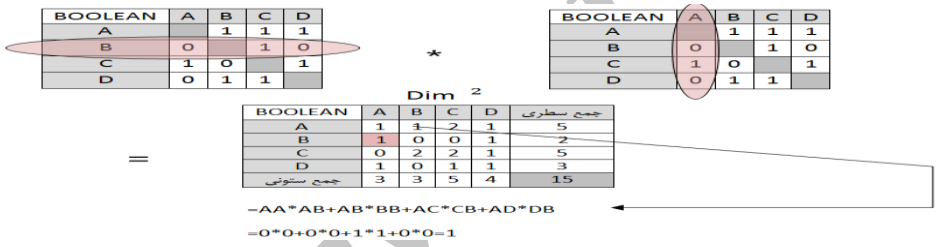
در مثال قبلی، روابط مستقیم بین رویدادهای A,B,C,D براساس نقشه ارتباطات و تأثیرات متقابل بین رویدادها به طور کامل تبیین و تحلیل شد. به طور نمونه رابطه B → C از شکل شماره ۱۳ به سادگی قابل تعریف است.

لیکن رابطه B→A به طور مستقیم برقرار نیست ولی می توان به طور غیر مستقیم از مسیر A→ C→ B با دو گام و یا دو مرتبه از رویداد B به رویداد A رسید.

این نوع ارتباطات و تأثیرات متقابل را روابط غیر مستقیم و یا مخفی می نامند. همچنین در نمونه ای دیگر براساس نقشه شکل شماره ۱۳ رابطه مستقیم C→ A وجود دارد. از سوی دیگر رابطه دیگری نیز از رویداد A به رویداد C به طور غیر مستقیم به شکل A → B → C با دو مرتبه طی مسیر بین رویدادها وجود دارد. یا علاوه بر رابطه مستقیم A→ B می توان به رابطه غیر مستقیم A → C → D → B با عبور از سه مسیر بین رویدادها اشاره کرد.

در این مرحله از این روش می توان به منظور تعریف دقیق تر و جزئی تر تأثیرات متقابل غیر مستقیم و مخفی بین پیشران ها و یا رویداد ها وارد عمل شده و نهایتاً نقشه دکارتی متقابل تأثیر و وابستگی رویدادها را با روابط غیر مستقیم و مخفی کامل کنیم. در انجام این مرحله برای شناسایی و تعریف تأثیرات متقابل غیر مستقیم و مخفی رویدادها با تکیه بر اصول و منطق های ریاضی و با استفاده از حاصلضرب های متعدد ماتریس اثرات متقابل مستقیم بر خودش ماتریس های جدیدی تولید و مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد.

به عنوان مثال حاصل ضرب ماتریسBoolean تأثیرات متقابل مستقیم در خودش ، ماتریس Boolean مرتبه دو ($Dim * Dim = Dim^2$ برقراری ارتباط بین رویدادها پس از طی دو مسیر) تأثیرات متقابل غیر مستقیم مرتبه دو را بدست خواهد آورد.



شکل شماره ۹: ماتریس تأثیرات متقابل غیر مستقیم مرتبه ۲

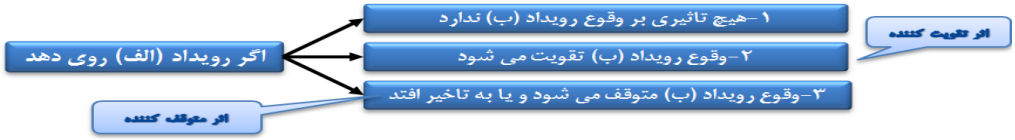
در ماتریس Dim^2 مقدار درایه سطر A وستون A برابر ۱ است. این بدین معناست که یک رابطه غیر مستقیم A→ A با طی دو مسیر بین رویداد به صورت A→ C→ A وجود دارد. به همین ترتیب مقدار درایه سطر C و ستونB در ماتریس Dim2 برابر دو است و این بدان معنا است که دو مسیر غیر مستقیم برای C→ B با طی دو مسیر بین رویدادها به صورت B→D →C و C→ A→ B وجود دارد.

به همین منوال می توان از Dim^3 برای تبیین تأثیرات متقابل غیر مستقیم مرتبه سوم(طی سه مسیر بین رویدادها) استفاده نمود. واضح است که تعداد دفعات ضرب ماتریس Boolean تأثیرات متقابل مستقیم در خودش به طور کلی به اندازه سیستم و سطح مطالعه بستگی دارد. واضح است که اینگونه روابط غیر مستقیم را می توان تا مرتبه n-۱ دنبال نمود لیکن به لحاظ منطقی اگر درایه های ماتریس های حاصلضرب مرتبه i و i+۱ تغییری نداشته و تفاوت اندکی داشته باشند بررسی روابط غیر مستقیم پیشران ها و یا رویدادها را متوقف خواهیم نمود. در مطالعات کوچک با وجود ۱۰ تا ۲۰ پیشران و یا رویداد درصورت نیاز به انجام این مرحله ۴ تا ۵ مرتبه ضرب ماتریس ها کفایت می کند. در مطالعات بزرگ با ۲۰ تا ۶۰ پیشران و یا رویداد، مراتب ضرب ۷ و ۸ می تواند حداکثر تأثیرات متقابل غیر مستقیم بین پیشران ها و یا رویدادها را نشان دهد.

الگوی سوم: منطق همبستگی(الگوی پیشنهادی نویسنده)

پیش از این در تشریح روابط بین دو پیشران یا دو رویداد حالات ممکن در صورت وجود رابطه، تاثیر آن ها بر هم به دوشکل اثر تقویت کننده و اثر بازدارنده قابل تعریف بود.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل شماره ۱۰: تاثیرات متقابل ارتباط دو رویداد

با دقت در منطق روش تحلیل تاثیر متقابل با الگوی احتمالات شرطی با توجه به محتوای درایه های ماتریس احتمالات با مقادیر اعداد حقیقی در بازه بسته [۰ , ۱] و همچنین در الگوی ارتباطی با عنایت به محتوای درایه های ماتریس Boolean با مقادیر اعداد صحیح ۰ یا ۱ در صورت تشخیص وجود رابطه بین دو پیشران یا رویداد، امکان تعیین و تحلیل جهت تاثیر این رابطه به لحاظ تقویت کنندگی(جهت مثبت) و یا بازدارندگی(جهت منفی) وجود ندارد و در نهایت تنها به وجود ارتباط و یا احتمال ارتباط شرطی بسنده خواهد شد. واضح است که در این صورت بخشی از اطلاعات مورد نیاز برای تصمیم گیری های بعدی در این رابطه از دست خواهد رفت.

در همین راستا در جهت رفع این کاستی و و نقیصه روش تحلیل تاثیر متقابل با الگوی همبستگی بین پیشران ها یا رویدادها به شرح زیر (بر اساس مرور مستندات و مطالعات کتابخانه ای برای اولین بار در این حوزه) پیشنهاد می گردد. در این الگو به جای استفاده از منطق احتمالات و یا منطق روابط دو یا چندگانه بین رویدادها از منطق همبستگی برای تعریف نوع رابطه تقویت کننده و متوقف کننده بین پیشران ها یا رویدادها و همچنین تعیین شدت تاثیر استفاده می شود و پیشنهاد می شود برای گذر از سختی منطق احتمالات و افزایش توانمندی منطق ارتباطات، الگوی همبستگی با پیش بینی همبستگی بین دو رویداد با استفاده از نظر کارشناسان و خبرگان، ماتریس تاثیرات متقابل را با مقادیر صحیح درایه های بین [۱ , ۱-] متأثر از رابطه بین رویدادها، جهت ارتباط و همبستگی رویدادها به شکل زیر ایجاد می گردد.

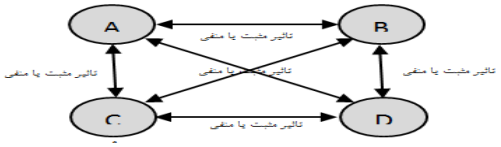
مراحل عملیاتی اجرای روش با الگوی منطق همبستگی

گام اول: تهیه فهرست رویدادهای مرتبط با موضوع مطالعه

در اولین اقدام با این منطق همانند منطق احتمالات و ارتباطات، عناوین تمامی رویدادهای مورد پیش بینی از مطالعات کتابخانه ای و مستندات تاریخی و در نهایت با نظر خواهی از صاحب نظران موضوع مورد مطالعه استخراج و فهرست می گردد. مجدداً تأکید می شود عناوین رویدادهایی که هیچ ارتباطی به سایر رویدادها ندارند در این روش ارزش تحلیل نداشته و از فهرست رویدادهای مورد مطالعه خارج می گردند.

گام دوم: ترسیم نقشه ارتباطات و همبستگی رویدادهای مورد مطالعه

در این مرحله با نشانه گذاری برای هر یک از رویدادهای مورد مطالعه، براساس نظر خبرگان رابطه هر رویداد با سایر رویدادها بوسیله خطوط جهت دار ترسیم می گردد. در این اقدام نه تنها مسیر ارتباط از یک رویداد به سمت رویداد دیگر معنادار بوده و بایستی بطور دقیق تعریف گردد، بلکه اعضای گروه خبرگان در مورد جهت تاثیر به لحاظ تقویت کنندگی(جهت مثبت) و بازدارندگی(جهت منفی) نظر خواهند داد و نهایتاً بر اساس اجماع نظرات عمل خواهد شد.



شکل شماره ۱۱: نقشه ارتباطات و همبستگی تأثیر متقابل رویدادها

گام سوم: تولید ماتریس Boolean همبستگی

در قدم بعدی برای گذر از سختی منطق احتمالات و افزایش توانمندی منطق ارتباطات، الگوی همبستگی با پیش بینی همبستگی بین دو رویداد با استفاده از نظر کارشناسان و خبرگان، ماتریس Boolean همبستگی تاثیرات متقابل را با مقادیر صحیح درایه های بین [۱ , ۱-] متأثر از رابطه بین رویدادها، جهت ارتباط و همبستگی رویدادها به شکل زیر ایجاد می گردد.

به عبارت دیگر در این مرحله براساس روابط جهت دار نقشه ارتباطات و همبستگی متقابل پیشران ها و یا رویدادهای مورد

Archive of SID
www.SID.ir

مطالعه، ماتریس همبستگی تأثیرات متقابل رویدادها تکمیل می گردد. واضح است که در این ماتریس مقادیر مثبت همبستگی معرف رابطه تقویت کننده با میزان شدت تاثیر مثبت و مقادیر منفی همبستگی به معنای رابطه متوقف کننده با میزان شدت تاثیر منفی بین رویدادها خواهد بود.

[-1,1]	A	B	C	D
A		A→B	A→C	A→D
B	B→A		B→C	B→D
C	C→A	C→B		C→D
D	D→A	D→B	D→C	

جدول شماره ۱۰: ماتریس Boolean همبستگی تأثیرات متقابل رویدادهای مورد مطالعه

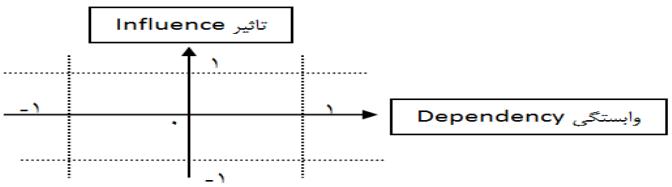
گام چهارم: محاسبه تأثیر و همبستگی رویدادها

همانطور که اشاره شد ماتریس Boolean همبستگی ویژگی های بسیار مهمتر و بیشتری را از ماتریس های احتمالات شرطی و ماتریس Boolean در مفاهیم شبکه، ارتباطات به همراه میزان همبستگی برای تبیین جهت تاثیر پیشران ها و رویدادها بیان می دارد. در همین راستا جمع مقادیر مثبت در این ماتریس نشان دهنده شدت همبستگی مثبت روابط تقویت کننده بین رویداد هاست و جمع مقادیر منفی درایه های ماتریس نشان دهنده شدت همبستگی منفی روابط بازدارنده بین رویدادها است.
به عبارت دیگر جمع سطری مقادیر مثبت برای هر رویداد در هر سطر نشان دهنده تأثیر پذیری مستقیم تقویت کننده و جمع سطری مقادیر منفی برای هر رویداد در هر سطر نشان دهنده تأثیر پذیری مستقیم متوقف کننده یک رویداد از سایر رویدادهای موضوع مورد مطالعه است. در همین راستا شناسایی رویدادهایی با بالاترین میزان تأثیر تقویت کننده بر سایر رویدادها و همچنین رویدادهایی با بالاترین میزان تأثیر متوقف کننده بر سایر رویدادها نقش بسیار زیادی در تکامل و رشد یک سیستم خواهد داشت(Influence(+,-.

از سوی دیگر جمع ستونی مقادیر مثبت برای هر رویداد در هر ستون نشان دهنده وابستگی مستقیم تقویت شونده و جمع ستونی مقادیر منفی برای هر رویداد در هر ستون نشان دهنده وابستگی مستقیم متوقف شونده یک رویداد از سایر رویدادهای موضوع مورد مطالعه است.. تعداد رویدادهای تقویت شونده و متوقف شونده وابسته به سایر رویدادها در یک مطالعه مبین حساسیت سیستم برای رشد و انحطاط خود است(Dependency(+,-.

گام پنجم: ترسیم نقشه دکارتی همبستگی تأثیرات متقابل

شاخص های تأثیر و حساسیت(همبستگی) در ماتریس Boolean برای دسته بندی رویدادها بکار گرفته می شوند. در این نقشه همانند منطق ارتباطی، مقادیر ممکن میزان تأثیرات در محور y ها و مقادیر ممکن میزان وابستگی ها در محور x ها تعریف و هر یک از رویدادها با توجه به تأثیرات متقابل و روابطشان با سایر رویدادها و میزان تأثیر و وابستگی حاصله از ماتریس Boolean در این مختصات جانمایی می گردند با این تفاوت که در منطق پیشین که این نقشه فقط شامل ربع اول محورهای x و y می بود، در این منطق مقادیر ممکن برای رویدادها میتواند در هر چهار ربع محورهای مختصات x و y جانمایی گردد.



شکل شماره ۱۲: نقشه دکارتی تأثیر و حساسیت همبستگی تأثیرات متقابل رویدادهای مورد مطالعه

گام ششم: دسته بندی رویدادهای قابل پیش بینی

همانطور که اشاره شد میزان تأثیر و وابستگی رویدادها می تواند به دسته بندی رویدادهای قابل پیش بینی منجر شود. در همین راستا می توان نواحی دسته بندی شده ای را در هریک از چهار ربع نقشه دکارتی تأثیر و وابستگی تأثیرات متقابل رویدادها تعریف کرد و براساس نتایج جانمایی رویدادها در این نقشه، به گروه بندی و باز تعریف نقش هر یک از رویدادها در موضوع مورد مطالعه پرداخت.

Archive of SID
www.SID.ir

نقاط ضعف و قوت

نقاط ضعف

- روش تحلیل تأثیر متقابل رویدادهای قابل پیش بینی معطوف به زنجیره ای از روابط علت و معلولی دوگانه و چندگانه است. اگر قضاوت های ورودی ماتریس احتمالات شرطی و یا نقشه ارتباطات و همبستگی تأثیرات متقابل خارج از محدوده قابل قبول باشد، در این صورت محقق مجبور است که درباره واقعیت های مورد انتظار تجدید نظر نماید.
- جمع آوری اطلاعات و قضاوت درمورد روابط بین پیشران ها یا رویدادها دشوار است. یک موضوع با ۱۰ رویداد قابل پیش بینی یک ماتریس ۱۰ در ۱۰ روابط را تشکیل می دهد و نیازمند ۹۰ قضاوت درباره احتمالات شرطی و یا جهت رابطه است. بنابراین احتمال سردرگمی و انحراف قضاوت ها قبل از اتمام تحلیل زیاد است.
- نتایج این روش به شدت وابسته به سطح دانش و خبرگی قضاوت کننده در مورد موضوع دارد.
- شمار زیادی از قضاوت ها درمورد احتمالات شرطی و روابط و همبستگی تأثیرات متقابل با ورود هر پیشران یا رویداد جدید اضافه می گردد که ممکن است در جمع بندی نهایی کم ارزش باشد و تنها تعداد کمی از روابط متغیرهای کلیدی و غالب می توانند در ارزیابی و سیاست گذاری نهایی مورد استفاده قرار گیرد.

نقاط قوت

- کاربرد روش تحلیل تأثیر متقابل در پی مدل ها و روش های دیگر معمولاً باعث افزایش قدرت آن مدل و روش می شود زیرا که رویدادهای تعاملی آینده را که ممکن است تا حدی سبب تغییر ساختار شوند در معرض بررسی و تحلیل قرار می گیرد.
- استفاده از این روش و به ویژه ترکیب آن با سایر روش ها ، بخصوص سناریو نگاری برای شناسایی پیشران های بسیار تاثیرگذار ، ابزار خوبی را برای آزمون حساسیت نسبت به تغییر احتمالات و روابط رویدادهای آینده و تحلیل سیستم ها به دست می دهد.
- سناریوهای استخراج شده از نتایج این روش کامل تر و جامع از سایر سناریوی مبتنی بر احتمالات اولیه رویداد ها است.

فرجام

نقشه های تأثیرات متقابل مستقیم و غیر مستقیم رویدادهای قابل پیش بینی به محققین و تصمیم سازان کمک می کند تا تصویر کلی از ساختار تعاملات موضوع و سیستم مورد مطالعه فراهم آورند. چنین نقشه هایی نه تنها به درک و توضیح فروض وجود ارتباط بین رویدادها، که از پیش و حتی قبل از شروع مطالعه ایجاد شده است، کمک می کند بلکه با تشخیص روابط پنهان میان رویدادها منجر به دسته بندی آن ها و استخراج رویدادهای کلیدی خواهد شد. همچنین می توان از چنین نقشه هایی برای کشف اینکه موضوع پیش بینی و تصمیم مورد مطالعه دارای ثبات است یا خیر استفاده نمود. در تأثیرات متقابل رویدادهای یک سیستم، ثبات هنگامی بدست می آید که شمار نسبتاً کمی از راهبردها و متغیرهای کلیدی(وابسته) و شمار اندکی از راهبردهای با نفوذ و غالب وجود داشته باشد. سیستم های بی ثبات معمولاً تعداد بیشتری از رویدادهای کلیدی و غالب را دارند و حداقل در دو مسیر و زاویه متفاوت تأثیرات متفاوتی بر سیستم خواهند گذاشت.

استفاده از روش تحلیل تأثیر متقابل در هر یک از الگوهای منطقی خود یکی از ابزارهای متنوع برای ساماندهی و تفسیر دانش از طریق بازتاب ساخت یافته تأثیرات متقابل ابتدایی و جمعی در سطح مناسبات مشترک میان رویدادها و عناصر متفاوت دورن سیستم و موضوع مطالعه است. منابع و نتایج این روش به شدت وابسته به سطح دانش و خبرگی و حتی وفاداری افراد درگیر در موضوع و غنای مباحث و انعکاس نظرات و دقت در پردازش نتایج است.

Archive of SID
www.SID.ir

روش تحلیل تأثیر متقابل مطمئناً گامی منطقی فراتر از روش هایی مانند دلفی است که در آن (دلفی) با وقایع و رویدادها به عنوان پدیده هایی کاملاً مستقل از هم رفتار می کند. تحلیل تأثیر متقابل با ترسیم و ارزیابی روابط میان پدیده ها و رویدادها به ما اجازه می دهد که در آینده نگاری موضوعات هرچه بیشتر رویکردی پویا داشته باشیم. با این وجود در عمل عده نسبتاً اندکی از محققین به طور منظم از این روش استفاده می کنند و تنها تحلیل های مستقل و محدودی از کاربرد آن وجود دارد و این مسئله شاید به دلیل دو محدودیت عمده است:

نخست آن است که انتقاد کارشناسان و خبرگان مطرح می دارد: چرا باید شمار زیادی قضاوت درباره رویدادهای اولیه و ترکیب وقوع آن ها صورت پذیرد؟

دوم آنکه شماری از قضاوت ها از تأثیرات متقابل که با ورود هر رویداد جدید اضافه می شود کم ارزشند و در عمل تنها تعداد کمی از روابط متغیرهای کلیدی و غالب می توانند مورد ارزیابی و سیاست گذاری قرار گیرند(مایلز و کینان ۲۰۰۳).

مراجع:

ابراهیم حاجیانی، " مبانی، اصول و روش های آینده پژوهی"، ناشر:دانشگاه امام صادق (ع)، ۱۳۹۱

Bonnicksen, Thomas and Robert H. Becker, " Environmental Impact Studies: An Interdisciplinary Approach for Assigning Priorities," Journal: Environmental Management, Volume 7, Number 2 / March, 1983

Choi, Changwoo, Seungkyum Kim, Yongtae Park, "A Patent-Based Cross Impact Analysis for Quantitative Estimation of Technological Impact: The Case of Information and Communication Technology," Technological Forecasting and Social Change, Vol. 74, No. 8. (October 2007)

Dalkey, Norman, "An Elementary Cross Impact Model," Technological Forecasting and Social Change, Vol.3, No.3, 341-351, 1972.

Duval, Fontela, and A. Gabus,"Cross Impact: A Handbook of Concepts and Applications," Geneva: Battelle-Geneva, 1974.

Enzer, Selwyn, "Cross Impact Techniques in Technology Assessment," Futures, Vol. 4, No. 1, 30-51, 1972.

Fontela, Emilio and José M. Rueda-Cantuche, "Linking cross-impact probabilistic scenarios to input-output models," June 2004 http://www.uam.es/otroscentros/klein/stone/fiirs/cuadernos/pdf/FIIRS012.PDF

Godet, Michel, "Future Studies: A Tool-Box for Problem Solving," Paris: UNESCO, Bureau of Studies and Programming, 1991. Godet describes key futures forecasting methods, including scenarios, scanning, morphological analysis, cross-impact analysis, Delphi, relevance trees, etc.

Godet, Michel, From Anticipation to Action: A Handbook of Strategic Prospective, UNESCO Publishing, 1993.

Gordon, Theodore, Hayward, "Initial Experiments with the Cross-Impact Matrix Method of Forecasting," Futures, Vol. 1, No. 2, 100-116, 1968. This was the original cross impact paper and introduced the method.

Gordon, Theodore; Rochberg, Richard; Enzer, Selwyn, "Research on Cross Impact Techniques with Selected Problems in Economics, Political Science and Technology Assessment," Institute for the Future, 1970.

Gordon, Theodor, and John Stover,"Cross Impact Analysis" Handbook of Futures Research, Jib Fowles, Greenwood Press, 1978.

Hayashi, Keijiro and Kaya Yoichi, "Dynamic Cross Impact Method," 12th Science Lecture Conference Abstracts, Tokyo, August 1973.

Helmer, Olaf, "Cross Impact Gaming," Futures, Vol.4, No.2, 149-167, 1972.

Jackson, Edward, and William Lawton,"Some Probability Problems Associated with Cross Impact Analysis," Technology Forecasting and Social Change, Vol.8, No.3, 263-273, 1976.

Moritz, Frank, "Cross Impact Analysis and Forecasting the Future of Rhodesia," Quantitative Approaches to Political Intelligence: The CIA Experience, ed. Richard J.

Heuer, Jr., Westview Press, 1978. This article presents an analysis by the CIA of a political situation using cross impact.

Shimmen, Toru, "A Short Paper on Cross Impact Analysis: A Basic Cross Impact Model," Tokyo Institute for Future Technology, 1973.

Turoff, Murray, "An Alternative Approach to Cross Impact Analysis," Technological Forecasting and Social Change, Vol.3, No.3, 309-339, 1972.

UNIDO TECHNOLOGY FORESIGHT MANUAL, Volume 1, Organization and Methods, UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION, Vienna, 2005.

Winterscheid, A "Flood risk analysis using Cross-Impact Matrix," Darmstadt University of Technology, Germany, Geophysical Research Abstracts

Archive of SID
www.SID.ir

A Review Of Cross Impact Analysis Methods And An Introduction To The Correlation Logic Method

Abstract

Most of the futures study methods evaluate the concerning variables and drivers seperately to predict or examine the events. However, some times there is a need to analyze the event occurance probability in correlation with a series of predicted events. The Cross Impact Analysis method is the key to this problem. Requiring more complex statistical processing to achieve the results, the Cross Impact Analysis method, like the Delphi method, is based on the experts opinions. The main approach in this method is to determine the event occurance probability or various driver forces seperately and ask the experts opinions for the event occurance probability in case of other event occurances and their cross impact. In advanced methods of this analysis, discussed in this study, event occurance probability is reviewed in the chain of reasons between events. Thus, a matrix of the primary probabilities and conditional probabilities and directed event cross impact relations and driving forces is designed. The common methods of this analysis defines rules based on the two logic of probabilities and structures relations for the events impacts on each other. However, both methods are not used for the cross impacts. In this study, authors presented a new method of correlation logic to cover both positive and negative impacts of events on each other using a review on available methods of cross impact analysis.
Cross impact analysis method usually leads to a scenario.

Keywords:
Prediction, Cross Impact, Correlation, Driver Forces, Scenario

Archive of SID

www.SID.ir