از عصر اطلاعات تا عصر مولکول

منبع : اینترنت
مترجم : فیروزه امین

تحول پرشتاب و فزاینده فناوری، سه جامعه را از هم تفکیک کرده است:

جامعه صنعتی، اطلاعاتی و مولکولی.

جامعه (صنعتی) حدود سال ۱۸۰۰ میلادی در کشورهای غربی شکل گرفت و دوران تکوین، رشد، بلوغ و افول خود را پشت سر گذاشت. عصر اطلاعات عمدتاً بر رایانه و ارتباطات شبکه ای متمرکز بوده که حدود سال ۱۹۵۰ وارد مرحله رشد سریع خود شد. در عصر مولکولی بیوتکنولوژی، نانوتکنولوژی و علم مواد موضوعهای محوری را تشکیل می دهد و هنوز در مرحله تکوین به سر می برد. درست همان طور که فناوری اطلاعات به دنبال عصر صنعتی به وجود آمد، فناوری مولکولی نیز پس از عصر اطلاعات شکل می گیرد.

هر روز هرچه بیشتر شاهد محو مرزها و دیواره های ظریف تفاوتها هستیم. علوم فیزیک، شیمی و بیولوژی در حال آمیخته شدن هستند. همان گونه که در فناوری نیز مرزهای بین بیوتکنولوژی و فناوری اطلاعات از میان برداشته می شود.

بعضی از صاحبنظران معتقدند که بیولوژی در حال تبدیل به علوم رایانه ای است در حالی که گروه دیگر معتقدند فناوری اطلاعات در حال انطباق با خصوصیات سیستم های بیولوژیک است. فراتر از آن ما سرآغاز راهی هستیم که نشانگر شکل گیری مرزهای موجود بین سیستم های تکنولوژیک و بیولوژیک است.

به دنبال شکل گیری و اوج گیری جامعه اطلاعاتی پس از جنگ جهانی دوم، دو مسئله دیگر نیز توجه همگان را به خود جلب کرد: نخست پیدایش جنگ سرد که بخش دفاعی را بر می انگیخت تا به عنوان موتور متحرک پیش بینی فناوری عمل کند و دوم حساسیت در عملیات و تحلیل سیستم ها بود. دهه های ۵۰ و ۶۰ تحولات بسیاری را در ابزارهای پیش بینی ایالات متحده که عبارتند از برون یابی جهت دار، منحنی های رشد، شاخص راهنما، روش دلفی، درخت ارتباط، سناریو و تحلیل نیاز است، ملاحظه می کنیم.

از سال ۱۹۷۰ این نظم شروع به تغییر کرد.

الف - جنگ سرد خاتمه یافت و محدودیت سیستم های تحلیلی پایان گرفت. بخش خصوصی غیرنظامی نیز نقش گسترده تری را در تحقیقات برعهده گرفت. در این رابطه باید به این نکته اشاره کرد که تمایز فرهنگی برجسته ای بین امریکا و آسیای شرقی به چشم می خورد. در ایالات متحده سیاستهای صنعتی در بخشهای دولتی کم اهمیت شمرده می شد در حالی که در بقیه نقاط (ام آی تی ای در کشور ژاپن) ابزاری موثر به نظر می رسید. این تفاوت را در اینجا با مثالی مشخص می کنیم:

گسترش پروژه هایی باانگیزه آینده نگری ملی، در اروپا و کشور ژاپن و نه در ایالات متحده. فقدان پشتیبانی از سوی اداره تشخیص فناوری در ایالات متحده.

نتیجه این اقدامات آن شد که اروپا و شرق دور، گامهای موثری را در جهت شکل گیری مفاهیم مرتبط با آینده نگری برداشتند. برخی از شرکتهای آمریکایی نیز اقدامات مشابهی را به عنوان بخشی از برنامه خود در دهه های پیشین انجام داده بودند، اما این کار تنها یکی از اولویتها بود و هیچ گاه به صورت گسترده توسعه نیافت.

ب - افزایش حیرت انگیز قدرت رایانه، تحلیل و دقت سیستم ها را دوچندان می کرد: رایانه به عنوان ابزاری آزمایشگاهی در اختیار محققان قرار گرفت. یکی از این نمونه ها تاسیس بخش «کامپلکسی ساینس» توسط موسسه «سانتا فی» بود. این موسسه در سال ۱۹۸۴ به وجود آمد. در طول دو دهه گذشته این اقدام، دیدگاههای جدید و حیرت انگیزی را وارد حوزه سیستم ها کرد که ما امروز با آنها درگیر هستیم. نظیر سیستم های چندگانه، پتانسیل دار و سیستم های انطباقی. حوزه های موجود برای آنها (پایدار، برخوردار از نوسانهای پایداری، متغیر اما با محدوده های قابل پیش بینی و همین طور ناپایدار) است. تغییر این سیستم ها با جهتی از پایین به بالا و سازمانهای خودگردان از سطح ساده تا پیچیده نشان می دهد، بسیار مرتبط با پیش بینی هستند. در عصر بعدی فناوری:

۱ - تشخیص دقیق حدود واقعی پیش بینی؛

۲ - توانایی در کاربری رایانه با هدف مدل سازی رایانه ای گسترده به منظور شبیه سازی رفتار سیستم های انطباقی همچنین تحلیل و پژوهش داده در مقیاس وسیع بود.

علاوه بر آن در سال ۱۹۸۴ بعد دیگری از

سیستم های پیچیده عصر فناوری اطلاعات را شاهد بودیم: میزان پیچیدگی مدیریت در سیستم هایی که برخوردار از تعاملات چندگانه هستند دو چندان می گردد. این پیچیدگی فزاینده نیازمند کنترل مرکزی است، اما تمرکززدایی هم در تعاملات پیچیده خود از اولویت برخوردار است.

غلبه بر محدودیتهای ذاتی

فهم محدودیتهای ذاتی سیستم های انطباقی، اولین درس است. تغییرات زیاد فناوری می تواند توازن میان حوزه های پایداری و ناپایداری، همچنین رشد قابل پیش بینی و غیرقابل پیش بینی را دچار نوسان سازد. این موارد عمده دلایل شناخت بهتر فناوریهای شکست خورده و یا حذف شده هستند. (تاثیر پروانه ای).

این تاثیر می تواند بر مدیریت، خصوصاً بسیار ژرف تر باشد. انطباق مستمر در مقابل تغییر برای دستیابی به موفقیت لازم بوده و از طرف دیگر نیازمند نظارتی عاری از تعصب، غیرقابل پیش بینی و محیطی دارد. برای مثال مفهوم سازمانهای بااعتبار بالا را در نظر بگیرید. این گونه سازمانها مثال بسیار مناسبی از سازمانهای چندگانه است که از مصیبتهایی که قبلاً ذکر شد بیشترین آسیب را می بینند. چنان سازمانهایی را باتوجه به تواناییشان در تغییر سریع از وضعیت عمودی (سلسله مراتبی) به وضعیت افقی (مسطح) تشخیص می دهیم. باتکیه بر قوانین ساده و توجه به سازمانهای خودگردان که جهتی از پایین به بالا دارند به جای طرحهای از بالا به پایین امکانات لازم را برای انطباق با محیط دایماً در حال تغییر فراهم می آوریم.

در مدیریت، زمان فراتر از مکان حائز اهمیت است. در حال حاضر، دنیا به صورت دهکده جهانی درآمده و از طریق جهانی سازی و تمرکز همزمان بر دو بعد فرهنگی و سازمانی همچنین حوزه اقتصادی پیش می رود. اگر زمان را به عنوان کلید اصلی، حساسیت را رهیافتی دایمی و برتر در نظر آوریم، مدیریت داده رایانه ای و شبکه سازی یک نرم افزار خواهند شد. می توانیم این تغییرات را در مدیریت جنگ عراق به عنوان شاهد در نظر بگیریم.

تغییرات زیاد فناوری می تواند توازن میان حوزه های پایداری و ناپایداری و همچنین رشد قابل پیش بینی و غیرقابل پیش بینی را دچار نوسان سازد.

به این شکل که فرماندهان خطوط مقدم جنگ از حقوق ذیل برخوردارند:

- دریافت مستمر اطلاعات دقیق و به روز در مورد نیروهای خودی و دشمن؛
- پاسخ سریع نسبت به شرایط در حال تغییر؛
- اطلاع دقیق از زمان انجام حمله های هوایی و یا سیستم هایی با قابلیت هدایت گری مجدد در مورد سلاحها و اطلاعات جدید در ظرف فقط چنددقیقه؛
- برخورداری از تحلیل نظارت برداده ها که در مراکز تخصصی ایالات متحده تهیه شده است. این مراکز ۶۳۰۰ مایل فاصله داشتند و نتایج مربوطه را در منطقه و در ظرف چنددقیقه دریافت می کردند؛
- برخورداری از امکان مذاکره از طریق تلفن های همراه با فرماندهان دشمن.

این گونه عملیات موثر به همراه بهره گیری از الگوی سلسله مراتبی مسطح همین طور نیروهای گوش به فرمان و کاربری پرشتاب فناوری نانو و دیگر فناوریهای همسطح مولکولی مدیریت و عملیات را در بخش نظامی دچار تحول ساخته است. مثلاً شبکه انعطاف پذیر ریز سنسورها سیستم های منسجمی را به وجود خواهد آورد که می تواند به صورت همزمان هم کار نظارت را انجام دهد و هم ضدحمله برای حملات شیمیایی باشد.

نمونه های اخیر، اولویت زمان بر مکان را نشان می دهد که با کاربرد آن، می توانیم تغییرات گسترده ای را در مدیریت به وجود آوریم.

شبیه سازی رایانه ای سیستم های انطباقی

برای شبیه سازی رفتارسیستم های انطباقی از مدل سازی رایانه ای استفاده کنیم. این توانمندی در سالهای اخیر رشد شگفت انگیزی داشته است. ماشینهای خودکار سلولی و محاسبات عددی ژنتیک دو ابزاری هستند که امروزه به صورتهای مختلف در این امر کاربرد دارند. این مدل سازی به ترکیب کاربری جمعیتهای نامتجانس عامل، قوانین ساده، محیط (مانند توزیع منابع)، تعاملات و بازخورد که براساس اطلاعات موجود برای هر عامل فراهم آمده است، می پردازد. مقاله ای در سال ۱۹۹۹ در مجله «تی.اف.اس.سی» در رابطه با رشد سیستم های انطباقی از مراحل اولیه رشد چاپ شد که از طریق شبیه سازی رایانه ای ایجاد شده بود. این مقاله همچنین به ارایه شیوه های متعددی می پرداخت و بیانگر نظراتی در رابطه با برنامه ریزی و مدیریت فناوری بود.

کاربری این اطلاعات در جهت شبیه سازی خلاقیت از طریق تغییردادن یک سیستم راکد و ثابت به یک سیستم مغشوش (دگرگونی خلاق، بررسی وجود تناسب بین تمرکزگرایی و تمرکززدایی و مابین جهانی سازی و منطقه سازی است.

از آن زمان به بعد در «تی.اف.اس.سی» مقاله های فراوانی با موضوع به کارگیری ماشین های شبیه ساز خودکار سلولی نوآورانه، همین طور با موضوع مدل سازی ساده عامل به عنوان یک اپیدمی، به چاپ رسید. در کار جدیدی که توسط «گولدن برگ» انجام شد از مدل ماشین خودکار سلولی برای شناخت حیات مجدد نوآوریهای خاموش بهره جسته است. علاوه بر آن و طبق نظر «کوف من» شبیه سازی رایانه ای عاملی برای انجام بررسی مقایسه ای بین تحول

فناورانه و بیولوژیک است.

در حال حاضر، رایانه همچنین قادر است تا بر محدودیتها غلبه کند و از این طریق امکان پیش بینی فراهم شود.

این پروسه در برگیرنده الف: مدل سازی اکتشافی رایانه ای در جهت خلق سناریوهای کلی مربوط به آینده است و ب : تجسم رایانه ای و مراحل تحقیقی به منظور استخراج اطلاعات از این کلیات که برای وزن دهی به گزینه های انتخابی و در نتیجه تصمیم گیری صحیح به کار می رود. ما حتی می توانیم با کمک آن تازه ها را در فناوری معرفی کرده و تاثیر آنها را ارزیابی کنیم.

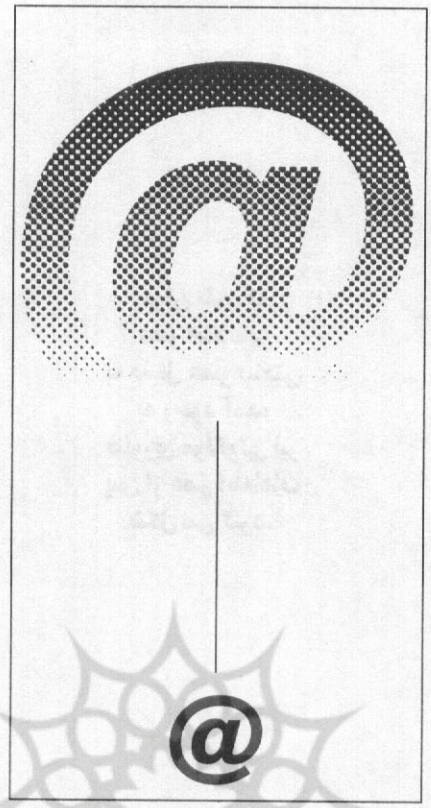
در کلیه موارد بالا از رایانه برای حل پیچیدگی این سیستم ها استفاده کرده و شرایط عدم اطمینان را بااستفاده از روشهایی که بیشتر شبیه به معجزه است برطرف می سازیم. این توانمندی باید بتواند ما را به سمت پیش بینی و آینده نگری سوق دهد.

تحقیق در مورد داده ها

علاوه بر مدل سازی سیستم های انطباقی می توانیم به تحقیقات گسترده ای که در زمینه داده انجام شده، مراجعه کنیم. ما می توانیم از طریق روند ثبت اختراع و یا تهیه مقاله برای مجلات به کشف فناوریها و مطالب مرتبط با آن در میان دنیایی با هجوم فناوریهای متفاوت بپردازیم. می توانیم این کار را با کمک تحلیل منابع رایانه ای شده با حجم زیاد برای تعیین جهت حرکت و نقاطی که برای علم فرصت تلقی می شود تهیه کنیم.

برای مثال، در نظر بگیرید تحول به سطح میکرو، به سمت کاهش نقش انسان و حرکت به سمت حوزه های پویش گرا و نظارت پذیر را. این الگوها باعث ایجاد «خطوط تحول» شده و لذا با پیشرفت آن نظارت پذیری خطی را خواهیم داشت که برخوردار از چهار مرحله است. از سیستم های غیرقابل کنترل شروع شده و به سمت سیستم های نیمه کنترل شده و خود کنترل کننده پیش می رود. این روند که به صورت اختصار «تریز» (TRIZ) نامیده می شود، مفاهیم جدیدی را برای نسل بعدی سیستم های فناورانه شکل می دهد.

حال(TRIZ) خود با بررسی یک پایگاه داده



اختراع (پتنت) بسیار گسترده به وجود آمد، در علم شیمی ترکیبی، ما به تحقیق پیرامون یک نظم مولکولی بسیار گسترده به منظور دستیابی به ترکیباتی که برخوردار از ویژگیهای دلخواه ما هستند، می پردازیم. مکانیسم های تحقیق در رابطه با ژن ها و پروتئین ها نیازمند انجام بررسی به منظور دستیابی به نحوه قرار گرفتن آنها را در حجم زیاد مشخص می سازند. پروژه ژنوم انسانی، بانک داده ها را به وجود آورده بیش از ۳۰ هزار ژن، که محیطهای احاطه کننده پروتئین انسان را مشخص می کند و نشانگر ترکیب کلی میلیونها پروتئینی می شود که در بدن انسان وجود دارد. شرکتهای بیوتکنولوژی و داروسازی توانسته اند به تعیین نقش اصلی رایانه در این حوزه بپردازند. در حال حاضر کلیه تراشه های کاملاً ژنوم برای دانشمندان این امکان را فراهم کرده اند تا تمامی ژن های آدمی را در یک بافت انسانی نمونه به صورت فوری اسکن کنند. ژنومیک و پروتئومیکس ها حوزه های اصلی فعالیت را تشکیل می دهند.

عصر فناوری مولکولی

وجه مشخصه این عصر با تاکید بر مقیاس مولکولی، مقدمه نانوتکنولوژی، بیوتکنولوژی و علم مواد است. ما در این وادی به موضوعهای ذیل خواهیم پرداخت:

خود مونتاژی در سطح مولکولی و یا کارخانجات مولکولی برنامه ریزی شده، برای مثال ایجاد کریستال های فوتونیک برای ذخیره سازی داده و یا تبدیل میکروپروسسورهای کم قیمت و پرظرفیت.

ترکیب جدید ژنتیک و برنامه ریزی مجدد مولکولی که از ژن های طبیعی برای ایجاد مولکولهای جدید و بهبود یافته در جهت تامین نیازمندیهای متعدد به کار می روند.

سلولهای گونه جنینی که می توانند داروها را طوری بسازند تا این داروها به مبارزه با بیماریهای تهدیدکننده زندگی افراد مقابله کنند.

ژنومیک های دارویی و تغذیه ای که ارتباط ژن ها با رژیم غذایی و عکس العمل نسبت به داروها را شکل می دهند و در نتیجه باعث بهبود زندگی انسان می شوند.

عصر فناوری مولکولی بسیاری از مفاهیم را از تحول بیولوژیک انطباق می دهد مانند سازمانهای خودگردان با جهتی از پایین به بالا، اضطرار، توانایی در انطباق یافتن، قوانین ساده، کدها و قرارگرفتن به صورت خودکار در سطح مولکولی. ما می توانیم بااستفاده از الگوهای تحول بیولوژیک طبیعی، تحول را در عصر فناوری مولکولی پیش بینی کنیم. ابزارهای جدید مثل الگوریتم های ژنتیک، شبکه ها و برنامه ریزی مولکولی می تواند نمونه هایی از این عصر باشند.

تاکید بر بیولوژی، ما را ترغیب می کند تا به نقشه های کتاب «کستی» به نام «در جستجوی ثبات» مراجعه کنیم: طبق نظر دانشمندان درباره حوزه های دانش متعلق به آینده، دو بعد کلی وجود دارد. توانمندی در انطباق و توانمندی در پیش بینی. هم بیولوژی اکتشافی و هم تکوینی در قابلیت انجام پیش بینی شمرده می شوند. (باوجود اینکه قبلاً در قابلیت اکتشافی جایگاه خوبی داشت). ما هم مثل پیشکسوتان علم بیولوژی ممکن است به این نکته برخورد کنیم که قابلیت پیش بینی در تحول فناوری در مقایسه با قابلیت اکتشافی کاملاً ناکارآمد است.

می توانیم این طور نتیجه گیری کنیم که

تاثیر همگرایی اطلاعات و مولکـــــــولی در پیش بینی، بـه شـکلی اسـت که آینده نگری و برنامه ریزی را در مقابل تغییرات شدید قـرار می دهد.

الف - تبدیل پیش بـینی فناوری بـه پیش بـینی علمی: بـــا تاکید بر مقیاس مولکولی مشخص می شود که زمانی می توانیم پیش بـینی علمی را انجام دهیم که در سـطح علوم پایه کار کنیم. این کار بسـیار مشـکل تر از پیش بـینی علمی است. بخش اعظم علم تحقیقـات پایه بـوده و بیشتر مرتبط بـا تحقیقـات کاربـردی اسـت تا نتایج بدیل و دقیق. تحقیقات پایه به شکل زیر است:

تحقیقات پایه آن دسته از تحقیقاتی اسـت که بـه سـمت افزایش دانش در علم گرایش داشته و هدف اصلی محقق، دستیابی به دانشی کاملتر و یا درک موضوع مورد مطالعه است.

منبع اصلی اطلاعات در تحقیقات، انتشـار مقـاله در ژورنال اسـت. در طول دوره جنگ سـرد تحـلیل چنان نشـریاتی از طرف آژانس های اطلاعاتی به منظور پیش بینی پیشـرفتهای فناورانه دشـمن بـه کار رفته اسـت. خصوصاً توقـف نشـر در حـوزه های خاص احـتمالاً نشانگر این مطلب است که این تحقیقـات بـه سمت تکوین یافتن سیسـتم و تقـاضا رهنمون می شود.

ب - تغییر پیش بینی اکتشافی به اصولـــــــی: پیش بـینی همیشـــه دو بـخش فرایندی مجزا داشته است: الف. شروع آن از قابـلیت فناوری بـــــرون یاب گذشته (می تواند باشد) و پس از آن رسیدن به وضعیت برون یابی. مرحله کار از نقطه تعیین یک نیاز در آینده آغاز و سپس به تعیین روشهـــــای چگونگی دستیابی به آن می پردازد.

سیستم دفاعی موشک بالسـتیک زمانی بـه عنوان یک نیاز اولیه مطرح شـد که قابـلیت ساخت آن بسـیار محـدود بـه نظر می رسـید. همیـــــشه باید تعاملی تنگاتنگ بین «آنچه می توان انجام داد» و «آنچه باید انجام شود» در میان روشهای اکتشافی و اصولی وجود داشـته باشد.

تبدیل پیش بینی به وضعیت انطباق سریع و انجام یک برنامه ریزی مستحکم: قبلاً اشاره کردیم که تناسـب مرتبـط بـین دوره های رشـد پایدار و

همان طور که عصر اطلاعات به دنبال عصر صنعتی به وجود آمد، فناوری مولکولی نیز پس از عصر اطلاعات شکل می گیرد.

اغتشـاش ممکن اسـت بـه سـمت ناپایداری منحرف شود و این مسئله اصولاً پیش بـینی را دچار تردید می کند. بـاتوجه بـه نکات مذکور در ایجاد تحول در یک سیســـــتم طبیعی در می یابیم که با کاهش اتکا به پیش بینی، سیستم می تواند از طریق قابلیت انطبـاق یک سیسـتم بزرگتر، تعدیل شـود. در بـخش نظامی شـاهد بودیم که چطور نظـــــــارت سرپرستی، حساسیت، انسجام سازمانهای خـــــودگردان انعطاف پذیر (گروهـی) و ایجـاد یـک تـوازن مناسـب بـین تمرکزگرایی و تمرکززدایی می تواند بـاعث انطبـاق موثر و سـریع شـود. سازمانهای موفق باید بـرخوردار از ویژگیهای مشابـه در داخل باشـند. این مطلب بـدان معنا است که به انطباق مدیریتی نیـــــاز است که بی سابقه و جدید باشد. تحول فناورانه بسـیار فراتر از تحول بـیولوژیک بـه پیش می رود. در اغلب موارد شـرایط عدم اطمینان پیش می آید و استراتژی نه فقـط بـرتر بـلکه بـاید قـوی تر باشـد. دسترسـی دایم بـه اطلاعات، ظرفیت رایانه، ارتباطات جهانی و تحـول بـا روندی از پایین به بالا همگی قابـلیت انطبـاق را تسـهیل می کنند. بـرای مثال، قـوانین حـل مسـئله و خطوط تحول فنی را می توان برای تشـخیص ترکیبات جدید و ممکن آزمود و می توان آن را در ســـــــطح مولکولی تولید کرد. چنین اکتشافـاتی در سیستم های اجتماعی با الگویی مشابـه بـا سیسـتم های عامل آزمایش شـده و بدین طریق به ارزیابی مقدار ریزش و تاثیر آنها پرداخت. پایگاههای داده رایانه ای را می توان بـه منظور آگاه سـازی مدیران از تولیدات نو و فرصتهای جدید به کار برد. همچنین شکسـتها را نیز در اسرع وقت روشن سازد. رفتار سـریع آنهـــا می تواند درهای جدیدی را بگشاید و امکان ایجاد اصلاحـات فرایند را امکان پذیر ساخته و بدین شکل مدیریت را قادر سـازد تا روشهای جدید را در پیش بگیرد.

برای دوره های بـلندمدت، مدیریت ابـزار لازم را برای برنامه ریزی جایگزین و براساس پیش بـینی های احـتمالی بـه همراه طرح یک اسـتراتژی قـوی براسـاس تعاملات موثر بـا مجموعه ســناریوهایی تهیه می کند که بـا ابررایانه ها انجام می شود. در نتیجه ناتوانی در پیش بـینی شـاخه های مختلف تحـولات فناوری قـرن بیسـت و یکم نیازمند بـازداری اقدامات اثربخش ندارد.

این اشارات خود شاهد گویای این مطلب هستند که: اطلاعـات و فناوریهای مولکولی می توانند بـه خوبـی بـه ایجاد تحـول در روند نوآوری و نه تنها بـه انتقـال نقـش پیش بـینی پرداخته بلکه روند آینده نگری و بـرنامه ریزی را نیز پشت سر گذارد و اما تحول هدایت شده تکنولوژیک به راستی می تواند بـه یک مفهوم کاملاً جدید دست یابد.□

منابع

1 - C. MEYER, S. DAVIS, IT'S ALIVE: THE COMING CONVERGENCE OF INFORMATION, BIOLOGY, AND BUSINESS, CROWN BUSINESS, NEW YORK, 2003.
2 - H.A. LINSTONE, DECISION MAKING FOR TECHNOLOGY EXECUTIVES, ARTECH HOUSE, NORWOOD, MA, 1999.
3 - C. PERROW, NORMAL ACCIDENTS: LIVING WITH HIGH-RISK TECHNOLOGIES, BASIC BOOKS, NEW YORK, 1984.
4 - D.A. SAMUELSON, THE NETWAR IN IRAQ, ORMS TODAY (2003 JUNE) 20-26.
5 - NEW YORK TIMES (2003 APRIL 8) C2.

- این مقاله که در سپتامبر ۲۰۰۳ به چاپ رسیده از سایت WWW.SCIENCEDIRECT.COM تهیه شده است.
- بقیه منابع این مقاله در دفتر مجله موجود است.