مدیریت عمومی

سایبرنتیک و مدیریت (۱)

دکتر حسن میرزائی اهرنجانی

عضو هیات علمی دانشکده علوم اداری و مدیریت بازرگانی دانشگاه تهران

پیشگفتار

انقلاب صنعتی وبه دنبال آن ماشینی شدن تولید روابط زیربنائی و روبنائی اقتصادی، سیاسی و اجتماعی بشر را تحولی سریع و شگرف بخشید. قرن بیستم که بسیاری آنرا عصر بلوغ ماشین دانستهاند، شاهد ابداع و ظهور مغزهای الکترونیکی و یا اگر جرات گفتنش را داشته باشیم "ماشینهای متفکر" گردید واکنون محاسبات بسیار پیچیده، ترجمه زبان های مختلف، نواختن مشکل ترین سمفونی ها، ماهرانه ترین بازی های شطرنج و بالاخره مداوای بسیاری از امراض به وسیله ماشین، از کارهای پیش پا افتاده است. کافی است اشاره شود، در مسابقهای که در لنینگراد بین ماشین معالج و مجرب ترین پزشکان در تشخیص امراض برپاگردید ماشین معالج ۹۰ بر ۶۰ برنده شد*.

سایبرنتیک در مراحل اولیه پیدایش آن، به علم ارتباطات و کنترل درماشین اطلاق میشدو در کاربرد و عمل، ابداع و ایجاد ماشین های تمام خودکار راشامل میگشت. در مراحل بعدی با به کار گرفتن روش های سیستمی، حوزهی علمی و عملی سایبرنتیک گسترده تر گردید. وشامل نظام ارتباطات و کنترل در موجودات زنده و سازمانهای انسانی نیز گردید. هرچند که در زمینهی روابط انسانی و به وجود آوردن شالودهای جهت تنظیم و کنترل پویائی گروهغیر رسمی سایبرنتیک هنوز اولین گام ها رانیز برنداشته است، ولی در چهارچوب سازمان رسمی ودر تنظیم و برقراری و کنترل روابط رسمی سازمان تحولات شایانی را به وجودآورده است.

هدف اساسی این مقاله بررسی محتوای علمی و عملی سایبرنتیک و امکان به کار گرفتن قالب ها و مدل های سایبرنتیکی به عنوان وسیلهای مناسب و مفید در مدیریت نوین و پویاست.

تعریف ـ ازسایبرنتیک به مناسبت موارد استفادهای که ازآن در شاخه های مختلف علوم میشود تعاریف گوناگونی شده و چنانکه الکساندربرگ (Alexander Berg) نقل میکند تاکنون دست کم چهل تعریف از سایبرنتیک بعمل آمده[1] است. سایبرنتیک علم جوانی است که از فعالیت های مشترک علوم کنترل، ارتباطات، ریاضیات، زیستشناسی و منطق زاده شده و اکنون دامنه شمول آن به بیشتر علوم عصر حاضر به ویژه آنهائی که با مطالعه و بررسی نظام های پیچیده سروکار دارند گسترده شده است. ولی بادیدی بسیار عمومی وکلی همانطوری که "وی نر" بیان میدارد، سایبرنتیک عبارت از علم ارتباطات و کنترل در ماشین و حیوان میباشد و این علم شامل تمامی حوزهی گستردهی نظریهی پیغام ها (The theory of Messages) میگردد[2]. چون هیچ

---

* سایبرنتیک و حافظه، ترجمه مهندس غلامرضا جلالی، انتشارات وزیر، ۱۳۵۰، ص ۱۰.

۱ـ برای آگاهی بیشتر مراجعه فرمائید به یلناساپارینا، سایبرنتیک در درون ملترجمه م. ت. مقدم ۱۳۴۸.

2- W. Ross Ashby, ed. An Introduction to Cybernetics. (Newyork: John Wiley and Sons, Inc., 1957), P.

رابطه و کنترلی بدون ارسال و یادریافت پیغام هاامکان‌پذیر نیست و هر پیغامی حاوی اطلاعاتی است از این نظر همواره سایبرنتیک را با مفاهیم نظریه‌ی اطلاعات تعریف می‌نمایند، چنانکه اشبی (Ashby) می‌نویسد " سایبرنتیک عبارت از مطالعه نظام هایی است که از نظر تبادل انرژی باز و از نظر تبادل اطلاعات وکنترل بسته می‌باشند. "کلیـــرو والاش" (Jiri Klir and Miasolav Valach) این نکتـــه را دقیق تر شکافته، می‌نویسند " سایبرنتیک علمی است کهاز طرفی با مطالعـــه نظـــام هـــایـــی ســـروکـــار داردکه از نظرتبادل اطلاعات با محیط تقریبا "بسته‌ی‌باشند و از طـــرف دیگر ساختمـــان نظام هـــایـــی را مـــورد بررسی قرار می‌دهد که بین عناصر تشکیل دهنده‌ی آن هـا تبادل خبر می‌شود "[1]. تعاریف بالا همگی دراین موضوع مشترکند که سایبرنتیک دانش جدیدی برای کنترل وتنظیـم مجموعه های پیچیده است و به طور خلاصه می‌توان گفت که سایبرنتیک دانشی است که پویش های کنترل و تنظیم را در نظام‌های پیچیده مورد بررسی و مطالعه قرار می‌دهد و هدف اساسی آن یافتن سریع ترین، مناسب ترین و مؤثرترین شیوه‌ی کنترل و تنظیم درسازمان ها و نظام‌های پیچیده‌است. بنابراین‌برای درک و شناخت‌صحیح سایبرنتیک بررسی‌وتجزیه و تحلیل کوتاهی از نظریه های کنترل و تنظیم لازمست.

نظریه های کنترل و تنظیم

کنترل عبارت از رابطه‌ای است که بین دو عامل یا دو نظام برقرار می‌گردد. ماهیت و محتوای این رابطه‌طوری است که حاصل کار یک عامل یا نظام (کنترل شونده) در جهت خواسته ها یا اهداف عامل‌یانظام‌دیگر (کنترل‌کننده) سوق داده می‌شود. بنابراین هر سیستم کنترل حداقل دارای سه عنصراساسی است: کنترل کننده، کنترل شونده و شبکه‌ی ارتباطی (Communication Network).

کنترل کننده عامل، فرد، دستگاه یا سازمانی‌است که با ارسال پیغام های ارتباطی رفتار کنترل شونده را تحت تاءثیر قرار داده، بازده آنرا در جهت هدف های خودتغییر می‌دهد مانند؛عامل عرضه وتقاضا در قیمت، مدیر و رهبردر سازمان و گروه‌دستگاه کنترل کننده از راه دور در تلویزیون و انواع سازمان های اجرایی در جامعه.

عامل کنترل شونده، فرد، دستگاه یا سازمانی است که بادریافت پیغام‌های ارتباطی رفتارش درجهت هدف‌های کنترل کننده تغییرمی‌یابد، مانند عامل قیمت در برابرعرضه وتقاضا، افراد یاگروه های سازمانی‌دربرابر مقررات وتصمیمات سازمان، انواع دستگاه های گیرنده در برابر دستگاه هـای فرستنده وانواع سازمان‌های تولیدی دربرابر ترکیب وتلفیق عوامل تولید.

دربررسی ویژگی‌های کنترل کننده و کنترل شونده، سه نکته شایان توجه است: اول اینکه از نظر زمانی کنتـرل کنندهٔ بر کنترل شونده مقدم است، بدین معنی کهپیغام‌ها یا علائم ارتباطی اول ازمنابع کنترل کننده صادر شده وپس از طی مدت زمانی هر چند که این مدت زمان بسیار کوتاه باشد، گیرنده یا اعضاء کنترل شونده را تحت تاءثیر قرار می‌دهند. دوم اینکه از نظر ابعاد و حجم معمولا " (ولی نه بطور همیشه ومطلق) کنترل کننده بمراتب کوچکتر از کنترل شونده است. حجم و وزن مغز نسبت به بدن انسان، ابعاد دستگاه کنترل کننده از راه دورتلویزیون نسبت به تلویزیون وابعاد دستگاه های کنترل رادار در برج های دیده بانـــی فرودگاه ها، نسبت به هواپیما وخطوط هوایی مثال های مناسبی براین گفته می‌باشند. سوم اینکه عناصر کنترل‌شونده وکنترل‌کننده هرد و بصورت یک نظام‌یا سیستم عمل‌می‌کنند. بدین معنی‌که دستگاه‌های کنترل شونده وکنترل کننده‌دارای تمام ویژگی های سایر نظام ها بوده (وارده ها، فرایندها، صادره ها، محیط، مدیریت، و غیره) و رفتار آنها تحت‌تاءثیر

1- Jiri Klir Miaoslav Valach "Cybernetics" in Peter p. Schoderbek Management Systems, Newyork: John Wiley and Sons, Inc., 19,1), pp.81-16.

نظام های بالاتر از خود (نظام های اصلی) و نظام های پایین تر از خود (نظام های فرعی) قرار می‌گیرد [1] . در واقع این ویژگی سوم دستگاه‌های کنترل شونده و کنترل کننده‌است که کاربرد روش ها و قالب ریزی سایبرنتیکی تجزیه و تحلیل سیستمی را در مورد آنها عملی می‌سازد .

آنچه در عمل باعث کارکرد نظام کنترل و تنظیم می‌شود صرفا "وجود کنترل کننده وکنترل شونده نیست ،بلکه بالاتر و مهم‌تراز آن ارتباطی‌است که بین‌آنها برقرارمی‌شود . در واقع تاءثیر، کیفیت و نتایج کنترل را بیش از دستگاه‌های کنترل کننده و کنترل شونده، محتوی و مکانیسم رابطه یا روابطی تعیین می‌کند که بین آنها برقرار می‌شود . و این موضوع بحث بعدی ماست .

ماهیت و محتوای روابط در نظام کنترل

آنچه که بین کنترل کننده وکنترل شونده رد و بدل می‌شود در مرحله‌ی غایی و به زبان علمی یک نوع تبادل انرژی است ، چه انرژی مادی و چه انرژی روانی . این تبادل انرژی به صور گوناگون و اشکال مختلف صورت می‌گیردمانند : تغییرات فیزیکی ـ شیمیایی در تکانه های عصبی و درکنترل مغز از بدن ، ارتعاشات صوتی در کنترل فرمانده از سپاه ، امواج مغناطیسی والکتریکی در کنترل وسایل و دستگاه های الکتریکی ،طیف‌ها و طول موج‌های نوری درکنترل دوربین‌های رسدخانه ها ، تبادل انرژی روانی در کنترل کسی که به‌خواب مصنوعی رفته به وسیله‌ی هیپنوتیست . . . و غیره .

اینکه چه میزان و از چه نوع انرژی در روابط بین کنترل کننده وکنترل شونده ردوبدل می‌شود بستگی به ماهیت ، جنس و پیچیدگی دستگاه های کنترل شونده و کنترل کننده دارد در نظام هائی که دستگاه های کنترل هر دو زنده باشند مانند کنترل کلاس به وسیله‌ی معلم بیشتر انرژی مبادله شده از نوع انرژی روانی است [2] . از نظرمیزان انرژی مبادله شده‌باید گفت که هرچه دستگاه های کنترل از نظر تعداد روابط بیشتر و پیچیده تر باشند میزان انرژی مبادله شده نیز بیشتر است .

تبادل انرژی بین دستگاه های کنترل در عمل ، بدین صورت انجام می‌گیرد که انرژی مبادله شده ابتدا به صورت انواع پیغام ها ، قراردادها ، علامت ها ، نشانه ها و سمبل ها تبدیل می‌شود؛ مانند پیغام دستور در کنترل سربازاز طرف فرمانده ،قراردادهای اداری‌به منظور کنترل کار کارمندان ،علائم رانندگی در کنترل رانندگان ، نشانه‌ها و سوارخ های کارت کامپیوتر درکنترل کار کامپیوتر وسمبل‌ها و استانداردها درکنترل مواد تولیدی ، تازبان مشترکی بین کنترل‌کننده و کنترل شونده ،به وجود آید . زیرا بدون‌زبان مشترک یا درک و برداشت مشترک از یک پیغام عمل کنترل امکان پذیر نیست .

هرکدام ازاین پیغام ها حاوی مقداری اطلاعات بوده و مقدار خبر معینی به نظام کنترل شونده منتقل می‌نماید . به عبارت دیگر ، هرپیغامی دارای " ظرفیت خبری " معینی است و به جهت سنجش ظرفیت های خبری انواع پیغام ها است که نظریه‌ی اطلاعات ابداع شده و در سایبرنتیک به کار گرفته شده است . و مابه‌طور خیلی خلاصه

۱ـ برای آگاهی بیشتر از زیربنای فکری سیستم ها یا نظامها به مقاله زیر مراجعه فرمائید به: دکترحسن‌میرزائی‌اهرنجانی"مقدمه‌ای برجهان بینی سیستمی" دانش مدیریت ،شماره‌اول سال ۱۳۵۶،ص‌ص ۱۲۱ـ ۱۰۴ .

۲ـ "کنت بولدینگ "تقسیم بندی جالبی از نظامها و چگونگی تبادل انرژی مادی و روانی بین آنهامی‌نماید برای کسب آگاهی بیشتر مراجعه فرمائید به:

Kenneth E. Bowlding, "General Systems Theory, the Skeleton of Science," Management Science, April, 1956, pp. 197-200.

تا آنجا که به بحث ما مربوط شود این نظریه را می‌شکافیم ،

نظریه‌ی اطلاعات (Information Theory)

امروزه واژه و مفهوم اطلاعات یا انفورماتیک در زمینه های گوناگون و زیادی به کارگرفته می‌شود و مطالب زیادی دراین زمینه نوشته شده است[1] . واژه ها و مفاهیمی از قبیل : انفورماتیک و آمار ، سیستم اطلاعاتی مدیریت ، اطلاعات حسابداری ، مدیریت اطلاعات ، سیستم کنترل اطلاعات . . . وغیره همگی بیانگر جمع‌آوری ارقام اطلاعاتی (data) و کاربرد آنها در رشته های مختلف علمی و عملی است . ولی آنچه ما در اینجا از مفهوم اطلاعات در نظر داریم نظریه مشهوری است که برای اولین بار به صورت کلاسیک آن ، توسط دو نفر از دانشمندان ، بنام های شنون (Shannon) وویور (Weaver) و برپایه‌ی احتمالات آماری گیبس (Gibs) پایه گذاری شده است ،

دراین مفهوم اطلاعات عبارت از کمیت خبری است که در یک پیغام بخصوص نهفته است .

چنانکه ملاحظه می‌شود اطلاعات کمیتی است قابل سنجش و نظریه‌ی اطلاعات ،ادامه‌ی تکوین نظریه‌ی احتمالات می‌باشد . بدین معنی که در محتوی هر پیغام قسمتی یا جزئی را که از درجه‌ی نامعینی (Uncertainty) گیرنده پیغام بکاهد ، خبر می‌گوییم . به سخن روشن تر ، پیغامی که درنزد گیرنده مشخص و معلوم باشد حامل هیچگونه خبری نیست . مثلا " دراین جمله که "الف" اولین حرف از حروف الفبای فارسی است مقدار خبر نهفته صفر است . "شوتن" (Schouten) پارا فراترنهاده و نه تنها کاهش در درجه‌ی نامعینی ،بلکه کاهش در میزان غفلت (Ignorance) را نیز خبردانسته و قابل سنجش با روش های نظریه‌ی اطلاعات می‌داند[2] . مثلا "اگر من بدانم که حروف الفبای فارسی سی و دوتا است این جمله برای من حامل خبری نیست ولی برای کسی که آنرا نداند خبر محسوب می‌شود .

برای روشن شدن مطلب ، حالت نامعینی ورابطه‌ی آنرا با نظریه‌ی اطلاعات به گوتاهی بررسی می‌کنیم . آنچه که در طبیعت اطراف ما به طور عینی وقوع می‌یابد به دو حالت ممکن است اتفاق بیفتد و یا وقوع آن امری حتمی و یقینی می‌باشد و قبل از حادث شدن می‌توان وقوع آنرا یقینا " و با اعتقاد کامل پیش بینی نمود مانند وقوع شب بعداز روز ،سقوط سنگ یا اجسام درهوای آزاد و مرگ جانوری که برای مدتی از تنفس بازداشته شود . چنین اموری را امور معین و وقوع آنها را یقینی (Certainty) گوئیم و همانطوریکه قبلا "نیز اشاره کردیم نظریه‌ی اطلاعات با چنین حالاتی سروکار ندارد . ولی اکثر پدیده های عینی طبیعت اطراف ما اموری احتمالی هستند ،بدین معنی که وقوع آنها منجربه یک نتیجه‌ی قطعی و روشن نیست بلکه به بیش ازیک نتیجه (حداقل دو نتیجه) منجر می‌شوند .این حالت وقوع امور را حالت عدم اطمینان (Uncertainty) گویند .

هر قدر نتایج حاصله از وقوع امری بیشتر باشد پیش بینی دقیق آن نتایج مشکلتر و حالت عدم اطمینان آن بیشتر است و در چنین حالاتی است که تئوری اطلاعات بعنوان ابزار بسیارمناسبی جهت پیش بینی و کاستن ازعدم

۱ــ به نقل قول از ریاضی دان مشهور "آناتول راپاپورت" فقط تا سال ۱۹۵۳ (یعنی فقط تا ۵ سال از ارائه این نظریه) لیستی از ۸۰۰ نوشته مختلف درباره‌ی تئوری اطلاعات و کاربرد آن در زمینه های مختلف از بررسی مدارهای تلویزیونی گرفته تا عملیات شرکت های بازرگانی منتشر شده است برای اطلاعات بیشتر مراجعه فرمائید به :

Anatol Rapoport "The Promise & pitfalls of Information Theory", Behavioral Science, I (1956), p. 303.

اطمینان ها جلوه گر می‌شود[1]. مثلا" احتمال برداشتن یک مهره قرمز از کیسه‌ای که درآن ۹ مهره سیاه و یک مهره قرمز وجود دارداز احتمال برداشتن ۳ مهره سیاه و بمراتب احتمال شیر یا خط در پرتاب یک سکه کمتر و بنابراین پیش بینی آن مشکلتر وحالت نامعینی آن بیشتر وحاوی ارزش خبری بیشتری است. حال باید دید که نظریهٔ اطلاعات چگونه و با چه روشی ازحالات نامعینی و عدم قطعیت می‌تواند بکاهد. برای اینکار نظریهٔ اطلاعات از دو مفهوم نظری "واحد خبر" و "ظرفیت خبری" استفاده می‌کند.

واحد خبر = بیت (bit) واحد خبر برای سادگی تفهیم، واحد "آری‌خیر" می‌باشدوآن کمترین مقدار خبری است که ممکن است در انتخاب یک عامل ازدوعامل ویا گزینش یک راه از دو راه وجود داشته باشد. مثلا" مقدار خبر نهفته در سئوالاتی که به جوابهای آری یا نه، باز یا بسته، و روشن یا خاموش ختم میشوندیک "بیت" است زیرا هر کدام از این جواب ها نامعینی در وقوع امری را یک درجه برطرف کرده به آن تعین می‌بخشند. کامپیوترها و ماشین های حسابگر برای جابجائی و تنظیم اطلاعات بجای سیستم حرفی از سیستم عددی دوتایی (Binary Numbers) استفاده نموده، مقدار خبری را که موجب گزینش آنها بین دو عدد (۰) و (۱) باشد یک "بیت خبر" به حساب می‌آورند.

مناسبت ترین مثال برای روشن کردن و تصور واحد خبر مسابقات بیست سوالی است: در برابر هر سوالی که شرکت کننده‌ی درمسابقه می‌پرسد، داور مسابقه با جواب آری یا نه قسمتی از ابهام و جواب را برطرف نموده، شرکت‌کننده را به طرف جواب واقعی هدایت می‌نماید. در جریان چنین مسابقه‌ای هربار وبا هر سوال و جواب یک واحدخبر (بیت) خبر مبادله می‌شود.

با استفاده از واحد خبرمی‌توان "بیت"های موجود در هر امر احتمالی را سنجید و اندازه گرفت. برای مثال فرض کنید که مهرهٔ قرمزی در یکی از ۱۶ قفسه عمودی پنهان شده، احتمال اینکه مهره در یکی از این قفسه ها باشد $\frac{1}{16}$ هست. اما با این سؤال که آیا مهره در قسمت بالای وسط قفسه هاست یا نه (و با جواب آری یا نه معادل یک بیت خبر) این احتمال به $\frac{1}{8}$ تقلیل می‌یابد و من با استفاده از ۸ قفسه عمودی مانده که مهره دریکی از آنهاست و باروش سئوال وجواب بالا حداکثر با سه سئوال دیگر (یعنی با سه بیت خبر) می‌توانم جای مهره را تعیین نمایم. بطور کلی تعداد بیت خبرهای موجود درهر پیغام یا هر امری که وقوع احتمالی دارد با فرمول زیر تعیین می‌شود.

$$I = \log_2 n$$

که درآن I برابر تعدادبیت خبرهای موجود و $\log_2$ بمعنی لگاریتم برمبنای ۲ و $n = \frac{1}{p}$ و برابر عکس احتمال وقوع امری است. در مثال فوق جای مهره قرمز با استفاده از فرمول بالا و در چهار بیت خبر معلوم می‌شود[2].

$$I = \log_2^{16} = \log_2^{2^4} = 4$$

و یا مثلا" درهر کدام از ۳۲ حرف الفبای فارسی (بفرض اینکه تمام حروف با احتمال یکسانی در جملات تکرارشوند) می‌توان ($\log_2^{32} = \log_2^{2^5} = 5$) پنج بیت خبرگنجانده مبادله نمود.

(پاورقی ۲ در صفحه بعد)

۱ــ در اینجا باید یادآوری نمودکه روش کاستن از عدم اطمینان بوسیلهٔ نظریهٔ اطلاعات باروشها و نظریهٔ تصمیم‌گیری درحالات معین با ریسک و نامعین کاملا" متفاوت است هرچند که هردو نظریه برپایهٔ احتمالات آماری و توزیع احتمالات قرار دارند. برای اطلاع بیشتر از تصمیم گیری در حالات مختلف به کتاب زیر مراجعه فرمائید.

Robert J. thierauf and Richard A. Gross, Decision Making theough Operations Research John Wiley and (Newyork): Sons, Inc., 1970.

با استفاده از واحدخبری و ترکیبی از روشهای‌علمی و ریاضی معین نموده‌اند که هر رقم اعشاری در حدود ۳/۳۲ و هر کلمه درگفتگوی روزمره در حدود ۱۶ واحد خبر را شامل می‌باشد[1] و یک دستگاه متوسط تلگراف می‌تواند در هر ثانیه ۱۰۰ واحد خبر را منتقل کند[2].

ظرفیت خبری

بحث خودرا در ماهیت و محتوای روابط بین کنترل کننده و کنترل شونده با بررسی کوتاهی از ظرفیت خبری خاتمه می‌دهیم. هر پیغام، کانال، یا دستگاهی که بنحوی با پیام گردانی و جابجائی اطلاعات سروکار دارد دارای‌ظرفیت خبری معینی است. ظرفیت خبری از این نظر مهم است که در شرایط واقعی و دنیای عملی ما بندرت با مقدار اطلاعات مبادله شده دریک پیغام تنها سروکار داریم. بلکه هردستگاه منتشر کننده خبر عملا" با پیغامهای متعددی سروکار داردکه برای هرپیغامی گروهی از احتمالات وقوع نامساوی پیش بینی و نسبت داده می‌شود. ازاین نظرتئوری‌اطلاعات درجستجوی راهی جهت سنجش ظرفیت‌کانال هایی که پیغامها درآنها جاری است می‌باشد و می‌خواهد بوسیله‌ای مقدار متوسط اطلاعاتی راکه هر پیغام در کانال حمل می‌کند تعیین‌نماید. برای این کار اگرتعداد پیغامهای هر کانال را n فرض نموده، احتمال وقوع هر کدام ازآنها را از P_1 تا P_1 بدانیم‌متوسط مقدار خبری را که در هر کانال جاری است، با استفاده از فرمول واحد خبر، می‌توان به طریق زیر محاسبه نمود:

$$H=(P_1\log_2 P_1+P_2\log_2 P_2+ \ldots\ldots PnLog_2 P_n)$$

و یا بطور ساده:

$$H_{i=1}^{n} = \Sigma P_i \ (- \log_2 P_i)$$

با استفاده ازفرمول بالا و تلفیقی از روشهای علمی و ریاضی، (معین نموده‌اند که متوسط) ظرفیت‌خبری حافظه انسانی 10^{16}ـ10^{15} واحد خبر محاسبه شده است. و مغز

(پاروقی شماره ۲)
لازم به یادآوری است که فرمول بالا ساده‌ترین وجه نظریه اطلاعات را برای تعیین کمیت خبر بیان می‌کند و در حالات واقعی و پیچیده که تعدادمتغیرهای احتمالی متعدد و حالات وقوع(Stats of nature) نیز خود بیشمار و متغیرند از فرمولهای بسیار پیچیدهٔ آماری و ریاضی استفاده می‌شود ولی آنچه مهم است و به نظریهٔ اطلاعات شهرت و پذیرش جهانی داده اینست که در اکثر موارد می‌توان تعداد واحد خبرهای موجود در اغلب پدیده های عینی و احتمالی را به زبان ریاضی بیان کرد و بیشتر این فرمولهای ریاضی هم‌اکنون مورد استفادهٔ متخصصین امر قرار می‌گیرد. از بین آثار زیادی که در این مورد هست به‌آثار ارزنده زیر می‌توانید مراجعه فرمائید:

Norber Wineer, cybernetics (New York: John Wiley & Sons Inc., 1948), PP. 73-136 Arthur Porter, Cybernetics Simplified, English Universities Press. 1969, PP. 33-79; Norton M. Bedford & Mohamed Onsi, "Measuring the Value of Information-An Information Theory Approach", Management Services (January-February, 1966), PP. 15-22: Adrian M. McDonough, Information Economics and Management Systems (New York: McGrow-Hill Book Co., 1963, PP. 41-49.

۱ـ برای اطلاعات بیشتر و چگونگی محاسبه مراجعه فرمائید به: سایبرنتیک و حافظه آکادمی علوم شوروی ترجمه‌مهندس‌غلامرضا جلالی، انتشارات رز ۱۳۵۴ صفحات ۸۰ـ۶۹.
۲ـ نقل از یلنناساپارنیا ماخذ سابق الذکر، ص ۲۹۲.

بطور متوسط با سرعت ۲۵ واحد خبر در ثانیه خبر دریافت می‌کند و با این حساب ظرفیت خبری حافظه انسان درحدود 10^8 برابر کامپیوترهای موجود است[1]. برای مقایسه و هضم بهتر موضوع شاهدی از فرهنگستان شوروی می‌آوریم:

"تلویزیون، در هر ثانیه با یک میلیون واحد اطلاعات سرو کار دارد، چشمان ما قادرند تقریبا" همین مقدار اطلاعات‌را به مغز بفرستند، ماشینهای حاسبگر هزار بار کمتر اطلاعات می‌گویند و یکی دیگر از "کانالهای ارتباطاتی" ما بادنیای خارج یعنی بساوائی هم همین طور، ظرفیت دستگاههای رادیوئی وتلفنی هزار بار از مواردا خیر کمتراست، واندامهای شنوائی ما نیز با آنها در یک ردیفند. درداخل مغز اطلاعات با سرعتی تقریبا" نصف سرعت یک دستگاه تلگراف که درهر ثانیه بایکصد واحداطلاعات سروکار داردگوارده می‌شود[2]".

گفتیم که سایبرنتیک مطالعهٔ علمی کنترل و ارتباطات می‌باشد. کنترل نه بمعنی محدود و باریک آن که مضمون دستور و تغییر رفتار یکطرفه دارد بلکه بمعنی عمومی و علمی آن که رفتار خود ــ تنظیمی و بخصوص تطبیق خود در برابر تغییرات شرایط محیط را در برمی‌گیرد. دیدیم که اساس نظریه های سایبرنتیک برمفاهیم و نظریه های کنترل و ارتباطات قرار دارد و محتوی اصلی کنترل و ارتباط پیامها و اخباری است که بین دستگاههای کنترل رد وبدل می‌شود. حال باید دید که مکانیسم و نحوهٔ کار کنترل و تنظیم چیست و چگونه می‌توان رفتار دستگاه یافردی را بطور منطقی وعلمی در برابر تغییرات شرایط محیطی کنترل و تنظیم نمود.

۱ــ رقم دقیقی برای ظرفیت خبری حافظه وجود ندارد. کوپرزیست شناس معروف گنجایش حافظه‌مدیدرا 10^{15} "بیت" مهندس، ج. میلرزیست شناس دیگرآنرا 10^{10}ــ 10^6 "بیت"، مهندس ج روتستاین آنرا 10^{22}ــ 10^{21} "بیت" و ریاضی دان‌معروف فن‌نیومن آنرا 10^{21}ــ 10^{20} بیت برآورد می‌کنند و علت اختلاف نیز روشهای مختلفی است که هریک از افراد مذکور برای پیدا کردن گنجایش خبری یک نرون مغزی بکار می‌برند ولی همگی اتفاق نظر دارند که قشر خارجی مغز دارای 10^{10} نرون است ولی دراینکه یک نرون تا چند "بیت" خبری می‌تواند در خود ذخیره کند اختلاف نظر دارند ولی بهرحال 10^{16}ــ 10^{15} عددی است که بیشتر به واقعیت نزدیک است. برای آگاهی بیشتر مراجعه شود به کتاب:
سایبرنتیک و حافظه، سابق الذکر، صفحات، ۱۰۰ــ ۸۰.

۲ــ ساپارینا، سایبرنتیک در درون ما، ــ ماخذ سابق الذکر صفحه ۲۹۱.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی