Archive of SID

کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی در برنامه تجدید نظر شده در مدیریت پروژه

مرتضی باقرپور ، گروه مهندسی صنایع- دانشگاه آزاد اسلامی- واحد شیراز

mortezabagherpour@gmail.com

مرتضی صفری ، کارشناس ارشد مهندسی صنایع- دانشگاه علوم و فنون مازندران

mo.safari@gmail.com

چکیده

منحنی S[1] ، یکی از تکنیک های کنترل پروژه می باشد که توسط این ابزار میزان پیشرفت تجمعی واقعی[2] (ACP) با میزان پیشرفت تجمعی برنامه ریزی شده (PCP)[3] مقایسه می شوند. در شرایطی که شکاف قابل توجهی بین میزان پیشرفت تجمعی واقعی و پیشرفت تجمعی برنامه ریزی شده وجود داشته باشد نیاز به برنامه تجدید نظر شده پروژه می باشد. در این مقاله ، رویکرد شبکه عصبی به منظور دستیابی به برنامه تجدید نظر شده استفاده شده است. در این تحقیق مدل شبکه های عصبی رگرسیون تعمیم یافته انتخاب شده است. در طراحی این شبکه میزان پیشرفت تجمعی برنامه ریزی شده (PCP) و میزان پیشرفت تجمعی واقعی ورودی های شبکه عصبی ، و برنامه تجدید نظر شده خروجی شبکه می باشند. ویژگی اصلی شبکه های عصبی این است که فاصله(شکاف) بین مقادیر خروجی و هدف را کاهش می دهد. بنابراین پس از آموزش شبکه ، انتظار می رود که برنامه تجدید نظر شده(خروجیشبکه عصبی) در مقایسه با پیشرفت برنامه ریزی شده اولیه(ورودی) به برنامه واقعی(هدف) نزدیک تر شود. مثال عددی ارائه شده نشان دهنده قابلیت روش پیشنهادی است.

کلمات کلیدی: شبکه عصبی, برنامه تجدید نظر شده, مدیریت پروژه

۱. مقدمه

[1] S_Curve
[2] Actual cumulative progress
[3] planned cumulative progress

www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس نظر مورمیس [6]هنگامی که میزان پیشرفت بصورت تابعی از زمان نمایش داده شود ، هزینه ها و فعالیت های ذخیره شده معمولاً بصورت منحنی S بیان می شود. در راهنما دانش مدیریت پروژه این منحنی را بصورت زیر تعریف می شود : " نمایش گرافیکی از هزینه های تجمعی ، ساعت های کاری ، درصد پیشرفت و یا سایر کمیت های دیگر که بر اساس زمان رسم شده باشد." نام منحنی از منحنی های S[1] شکل گرفته شده است(یعنی ابتدا و انتهای منحنی خطی و وسط منحنی شیب دار می باشد).[مراجعه شود به PMBOK سال ۲۰۰۰[7]] در ادبیات مدیریت پروژه چگونگی ایجاد یک منحنی بصورت عددی با استفاده از توزیع نرمال و اعمال آن در نقاط ثابت ۵ درصد پیشرفت در ۱۰ درصد زمان پروژه ، را نشان می دهد.. این منحنی به منظور نظارت بر پیشرفت مجموعه پروژه های کشور آرژانتین استفاده می شد. ولی در پروژه هایی که در زمینه های مختلف هستند باید این روش را که انعطاف بیشتری دارد ، استفاده کرد. اولین سوالی که به ذهن می رسد ، این است که با وجود پروژه های مختلف در صنایع مختلف ، چرا منحنی های S یکسانی استفاده می شود. با شناسایی مشخصه های عمومی منحنی های S ، طراحی و شبیه سازی در آینده آسان می شود. به عنوان مثال در یک پروژه ، منحنی S جریان نقدینگی طراحی شده می تواند به تحلیل ریسک امور مالی پروژه بوسیله نشان دادن نرخ مخارج هشدار دهنده ، جهت دستیابی به تکمیل در تاریخ های مختلف ، کمک کند. همچنین پیشرفت واقعی پروژه در مقابل منحنی S طراحی می تواند تنظیمات برنامه زمان بندی را تحت تاثیر قرار دهد. همچنین منابع اصلی پروژه ، نیروی انسانی و مواد اولیه ، نشان دهنده پیشرفت مشابهی در پروژه نشان می دهند و این منحنی را می توان برای این داده ها نیز استفاده کرد.

در پایان ، پس از محاسبه و بدست آوردن مقادیر ، منحنی های S به منظور نمایش هزینه های واقعی ، مخارج برنامه ریزی شده و هزینه های بودجه کارهای اجرا شده ، پتانسیل خاص Hold (Cio 2004 را برای مثال ببینید) [2]. با وجود این روش ، تولید منحنی هایی که امکانات مختلف جهت بحث را داشته باشند و بصورت عمل جبری ساده در بیایند ، باعث می شود که اهل فن و کسانی که سر و کار با این حرفه دارند بیشتر از گذشته تشویق به استفاده از چشم انداز پروژه شوند.

[1] S shaped Curve

www.SID.ir

Archive of SID

۲. منحنی های S شکل[1]

در ابتدا باید بدانیم چگونه یک منحنی S شکل چه در طبیعت و چه در هزینه های پروژه ایجاد می گردد. ویژگی عمومی تمامی این سیستم ها این رفتار را نشان می دهد این است که در باتدا یک رشد آهسته دارند و سپس به سرعت رشد می کنند و بعد از آن دوباره رشد آن کاهش می یابد تا به یک مجانب حداکثر می رسد.

به یاد داشته باشید که منحنی گومپرت[2] ، که در محاسبات مرگ و میر استفاده می شود رشد آهسته اولیه را نشان نمی دهد(گرپ و بورک[3] را ملاحظه کنید)[1].و این منحنی برای مدل سازی این مورد (اثر) مفید نخواهد بود.

در تنظیمات طبیعی ، منحنی های S ، در سیستم های بسته که رشد جمعیت نسبتاً کوچک ، محدود است بوجود می آید.

در ابتدا جمعیت آهسته افزایش می یابد ؛ زیرا نرخ رشد بستگی به تعداد عناصر منفرد دارد. با افزایش تعداد عناصر منفرد ، نرخ رشد و میزان جمعیت با سرعت بیشتری افزایش می یابد. با وجود این در بعضی نقاط ، محدودیت ها اعمال می شود (منابع غذا و انرژی) . هنگامی که جمعیت به حداکثر مقدار خود می رسد. حتی بزرگترین پروژه ها با انجام فعالیت های کم آغاز می شوند. ولی بعد از شروع ، این پروژه ها قادر به انجام فعالیت های چندگانه بطور همزمان می باشند. این فعالیت هایی که بصورت موازی انجام می شوند ، که معمولاً فعالیت های مرتبط مهم می باشند – یک مشخصه کلیدی پروژه ها که باعث تضمین مدیریت پروژه می شود – باعث افزایش مخارج در مقایسه با کار انجام شده در ابتدا می شود که دارای محدودیت بیشتری است. زیرا فعالیت ها(مخصوصاً در حالت SF شروع – پایان) وابسته به هم بوده و نمی توان همگی آنها را به طور همزمان به پایان رساند. فعالیت ها با تکمیل موارد قابل دستیابی به تدریج کاهش یافته تا اینکه سرانجام کل پروژه به پایان می رسد(بدون تخصیص وجوه اضافه). بنابراین در پروژه ها ، منحنی های S_Curve از فعالیت های چندگانه مرتبط با هم که در مدت زمان حیات پروژه اتفاق می افتد ، مشتق می شوند.

---

[1] S shaped Curves
[2] Gompertx
[3] Grap & Bourke

www.SID.ir

Archive of SID

۳. شبکه عصبی مصنوعی[1](ANN)

شبکه عصبی مصنوعی در زمان گسترش سیستم های هوشمند بوسیله شبیه سازی ساختارهای بیولوژیکی و نحوه مغز انسان آغاز شد(فیلهو ، کابرال و سوارس ۱۹۹۸[2]) [3] . مک کالوچ[3] و[8] پیتس[4](1943) [5]اولین مطالعات را درباره شبکه های عصبی مصنوعی در سال ۱۹۴۳ انجام داده اند.

پس از آن ، مطالعات زیادی بر شبکه های عصبی مصنوعی انجام گرفت. نظریه شبکه های عصبی مصنوعی بر اساس نظریه های عصب شناسی ، فیزیک و ریاضی می باشد(تراسبی[5] و گراسمن[6] ۱۹۹۵)[4] . شبکه عصبی مصنوعی تشکیل شده است از سلسله مراتبی از مجموعه های عصبی سازماندهی شده ، که بصورت موازی در مجاورت یکدیگر قرار گرفته اند. بدن انسان از میلیون ها سلول تشکیل شده است. قسمتی از سلول های عصبی را نرون[7] (یاخته های عصبی) گویند. این نرون ها دارای شکل ها و اندازه های متفاوتی هستند. نرون نوعی سلول است که اطلاعات را بصورت الکتروشیمی انتقال می دهد. یک نرون بیولوژیکی از یک قسمت اصلی تشکیل شده است. که این قسمت اصلی نیز به نوبه خود از هسته مرکزی و دو قسمت دیگر یعنی "دندریت"[8] و "آکسون"[9] تشکیل شده است. هسته در مرکز یک نرون قرار داشته و انرژی لازم برای فعالیت سلولی را فراهم می کند. یک نرون از طریق آکسون ها و دندریت ها به نرون های دیگر ارتباط دارند. این کانال های عصبی – که پیام های عصبی را به سلول های دیگر می رسانند– دندریت نامیده می شوند. و کانال های عصبی که پیام های عصبی را از یک سلول به سلول های دیگر می رسانند آکسون می گویند. پیام های عصبی که از هسته مرکزی خارج می شوند توسط آکسون ها به نرون های دیگر انتقال داده می شوند و

[1] Artificial Neural Network(ANN)
[2] Filho, Cabral& Soares 1998
[3] McCulloch
[4] Pitts
[5] Thrusby
[6] Grossman
[7] Neuron
[8] Dendrite
[9] Axon

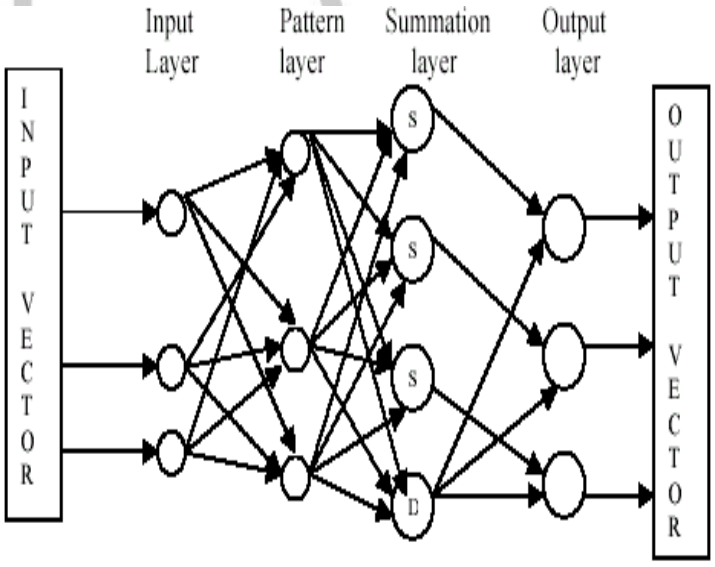
www.SID.ir

Archive of SID

این عمل بطور پیوسته انجام می گیرد. سطوح تماس بین دو نرون "سیناپس"[1] نامیده می شود. پیام های عصبی که توسط آکسون ها منتقل می شوند توسط سیناپس به نرون های دیگر انتقال داده می شوند.

۱.۳. شبکه عصبی رگرسیون تعمیم یافته[2]

شبکه عصبی رگرسیون تعمیم یافته حالت توسعه یافته ای از شبکه های تابعی شعاعی [3] می باشد. که نوعی شبکه عصبی پیشرو است که بر اساس نظریه رگرسیون غیرخطی شکل گرفته است. شبکه عصبی رگرسیون تعمیم یافته شامل چهار لایه مختلف است : لایه ورودی[4] ، لایه الگو[5] (مخفی) ، لایه جمع زنی[6] و لایه خروجی[7] . توپولوژی شبکه شبکه عصبی رگرسیون تعمیم یافته در شکل شماره ۱ نشان داده شده است.



شکل شماره ۱. توپولوژی شبکه های عصبی رگرسیون تعمیم یافته

[1] Synapse
[2] Generalized regression neural network(GRNN)
[3] Radial basis function network(RBFN)
[4] Input layer
[5] Pattern
[6] Summation layer
[7] Output layer

www.SID.ir

Archive of SID

لایه جمع زنی از دو فرآیند مختلف تشکیل شده است : ۱- واحد جمع[1] ۲- واحد تقسیم[2]. تعداد واحد های جمع همیشه با تعداد واحد های خروجی شبکه عصبی رگرسیون تعمیم یافته برابر است و عملکرد آنها با عملکرد واحدهای خروجی در شبکه های تابعی شعاعی یکسان است. واحد تقسیم تنها فعالیت های وزن دهی شده واحد های الگو را بدون استفاده از تابع فعال سازی جمع می کند. هر یک از واحد های خروجی شبکه های عصبی رگرسیون تعمیم یافته تنها با واحد جمع زنی و واحد تقسیم مربوطه ارتباط دارند و در این ارتباطات هیچ گونه وزنی وجود ندارد. وضیفه واحد های خروجی تقسیم سیگنال های رسیده از واحد جمع زنی بر سیگنال های بدست آمده از واحد تقسیم است. لایه های خروجی و جمع زنی با هم دیگر بردار خروجی را نرمالیزه می کنند. بنابراین حساسیت شبکه های عصبی رگرسیون تعمیم یافته را به انتخاب مناسب تعداد واحد های الگو نسبت به شبکه های تابعی شعاعی کمتر می کند. آموزش شبکه های عصبی رگرسیون تعمیم یافته کاملاً متفاوت از آموزشی است که در شبکه های تابعی شعاعی استفاده می شود. آموزش شبکه های عصبی رگرسیون تعمیم یافته بعد از ارائه تنها یکبار هر یک از جفت بردارهای ورودی- خروجی از مجموعه آموزش به لایه ورودی کامل می شود. یعنی هر دو مرکز توابع اساسی شعاعی واحد الگو و اوزان مرتبط با واحدهای الگو و واحدهای فرآیند در لایه جمع زنی بطور همزمان تخصیص داده می شوند.

در شبکه های تابعی شعاعی آموزش واحدهای الگو بازرسی نمی شوند ، اما یک الگوریتم دسته بندی ویژه بکار گرفته می شود تا لزومی به تعریف تعداد واحدهای الگو بصورت پیشرفته نباشد.

۴. روش پیشنهادی

روش پیشنهادی جهت استفاده از شبکه عصبی رگرسیون تعمیم یافته تخمین برنامه تجدید نظر شده می باشد. بدین وسیله میزان پیشرفت برنامه ریزی شده به عنوان بردار ورودی شبکه دلخواه انتخاب می شود. این بردار شامل دو مقدار تخمینی از میزان پیشرفت می باشد که هر یک از آنها را می توان با استفاده از تکنیک های برنامه ریزی یا بصورت تجربی تعیین کرد. میزان پیشرفت واقعی به عنوان هدف (خروجی مطلوب) شبکه در نظر گرفته می شود. بعد از اجرای آموزش در شبکه ، خروجی آن برنامه تجدید نظر شده می باشد. درنتیجه در اینجا لازم است سه ناحیه تعریف گردد : ۱-

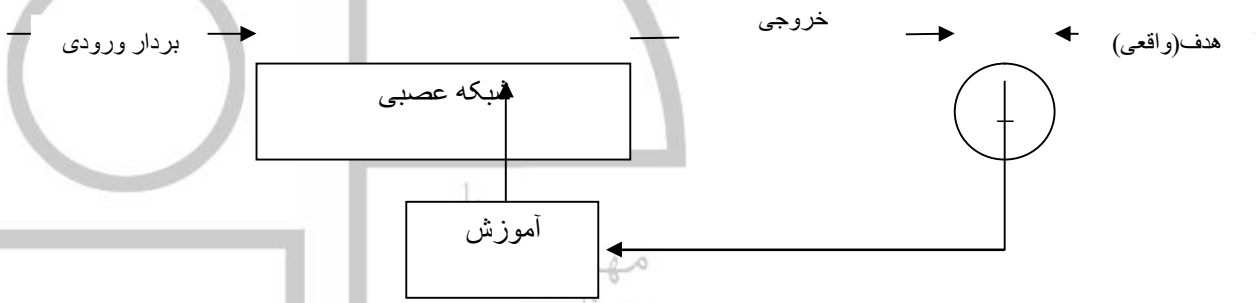
[1] Summation unit
[2] Division unit

www.SID.ir

Archive of SID

قسمت اول ناحیه آموزشی است که شبکه عصبی رگرسیون تعمیم یافته با استفاده از مجموعه ای از داده های هدف- ورودی مورد آزمایش قرار می گیرد. ۲- قسمت دوم ، ناحیه ای اعتباری می باشد که در این ناحیه خروجی و هدف شبکه عصبی رگرسیون تعمیم یافته به منظور تعیین برتری این روش مقایسه می شوند. ۳- قسمت سوم به منظور تخمین برنامه تجدید نظر شده استفاده می شود.

با توجه به خصوصیات عمومی شبکه های ، برنامه تجدید نظر شده (خروجی) حالت واقعی در مقایسه با منحنی برنامه ریزی شده (ورودی) خیلی نزدیک تر به حالت واقعی(هدف). در شکل شماره ۲ ، ساختار شبکه طراحی شده نشان داده شده است.



شکل شماره ۲. ساختار شبکه طراحی شده

۵. مثال عددی :

پروژه ای را با اطلاعات ذیل در نظر بگیرید :

در این پروژه ، مقدار هزینه برنامه ریزی شده به دو روش محاسبه می شود : روش اول بر اساس روش مسیر بحرانی[1]- به عنوان یک ابزار برنامه ریزی – و روش دوم با استفاده از تجربیات بدست آمده از قبل.بدین وسیله هزینه واقعی مسلماً با دو مقدار حاصل از برنامه ریزی به روش های فوق ، فرق می کند. در نتیجه لازم است که برنامه تجدیدنظر شده تعریف شود. در جدول شماره ۱ ، مقادیر واقعی و برنامه ریزی شده برای ۲۶ واحد زمانی جهت آموزش شبکه عصبی رگرسیون تعمیم یافته آمده است.

[1] Critical path method (CPM)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره ۱. تحلیل مقایسه ای بر برآورد برنامه تجدیدنظر شده حین آموزش شبکه

دوره	برنامه ۱	برنامه ۲	واقعی	تجدیدنظرشده
۱	۱۴۹.۳	۱۵۷	۲۳۹.۵	۲۳۹.۵۰۰
۲	۹۹.۳	۱۲۴	۱۰۶.۲	۱۰۶.۲۰۰
۳	۳۱۲.۴	۴۱۹.۴	۴۰۸	۴۰۸.۰۰۰
۴	۱۶۳.۸	۱۵۰.۸	۱۵۶.۶	۱۵۶.۶۰۰
۵	۳۰۱	۳۶۵.۴	۴۳۳.۵	۴۳۳.۵۰۰
۶	۱۵۱.۲	۱۰۹.۳	۱۰۹	۱۰۹.۰۰۰
۷	۱۵۱	۱۴۰.۹	۱۵۷.۲	۱۵۷.۲۰۰
۸	۱۳۷.۱	۱۱۷.۸	۱۰۱.۶	۱۰۱.۶۰۰
۹	۱۳۹.۳	۱۵۴	۱۷۰.۴	۱۷۰.۴۰۰
۱۰	۳۱۱.۱	۱۸۷.۱	۲۱۰	۲۱۰.۰۰۰
۱۱	۱۶۳.۵	۱۳۶.۳	۱۴۸.۶	۱۴۸.۶۰۰
۱۲	۲۳۱.۷	۳۰۴.۵	۲۸۹.۴	۲۸۹.۴۰۰
۱۳	۱۰۱.۴	۹۷.۵	۱۶۶	۱۶۶.۰۰۰
۱۴	۲۷۳.۳	۲۷۵	۳۰۶	۳۰۶.۰۰۰
۱۵	۱۳۲.۳	۱۵۶.۵	۱۲۷.۲	۱۲۷.۲۰۰
۱۶	۱۷۲.۶	۱۵۹.۷	۱۵۳.۸	۱۵۳.۷۲۲
۱۷	۳۲۶.۶	۳۵۸.۷	۴۲۵	۴۲۵.۰۰۰
۱۸	۱۴۳.۷	۹۶	۱۱۸.۵	۱۱۸.۵۰۰
۱۹	۲۳۲.۶	۱۷۰.۳	۱۶۲.۵	۱۶۲.۵۰۰
۲۰	۱۷۵.۶	۱۹۵.۹	۱۱۲.۷	۱۱۲.۷۷۸
۲۱	۳۰۰.۸	۳۷۷.۱	۴۱۲	۴۱۲.۰۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

۲۲	۱۰۷.۲	۱۵۳.۹	۱۷۰.۸	۱۷۰.۸۰۰
۲۳	۲۲۳.۸	۱۷۵.۴	۲۰۰.۱	۲۰۰.۱۰۰
۲۴	۶۷.۷	۱۲۰.۹	۸۸	۸۸.۰۰۰
۲۵	۱۲۲.۶	۱۳۱.۹	۱۱۳.۹	۱۱۳.۹۰۰
۲۶	۱۷۸.۵	۱۷۲.۲	۱۵۱	۱۵۱.۰۰۰

با توجه به جدول فوق (جدول شماره ۱) ، نتایج شبکه عصبی رگرسیون تعمیم یافته (تجدید نظر شده) خیلی نزدیک به هزینه واقعی است. بنابراین ، به منظور اطمینان از بالا بودن برازش مدل لازم است تا برای ۵ واحد زمانی دیگر مقایسه بین مقدار واقعی و برنامه تجدید نظر شده به عمل آید.

جدول شماره ۲. مرحله اعتبار سنجی برنامه تجدیدنظر شده برآورد شده

دوره	برنامه ۱	برنامه ۲	واقعی	برنامه تجدیدنظر شده
۲۷	۲۹۰.۸	۱۷۶.۲	۲۰۷.۸	۲۰۷.۱۰۰
۲۸	۲۱۲	۱۶۳.۱	۱۴۵.۱	۱۴۵.۰۰۰
۲۹	۱۹۳	۱۴۴.۴	۲۰۴	۲۰۴.۳۰۰
۳۰	۱۸۶.۳	۱۶۳.۵	۱۸۲.۴	۱۸۶.۶۰۰
۳۱	۱۸۳.۹	۲۴۱.۸	۲۲۱.۳	۲۲۱.۰۰۰

در جدول شماره ۲ ، نتایج شبکه عصبی رگرسیون تعمیم یافته یعنی هزینه های برنامه ریزی شده و واقعی برای ۵ واحد زمانی داده شده است. در این مورد پس از کسب اطمینان از اینکه برنامه تجدیدنظر شده به حالت واقعی نزدیکتر شده است(در مقایسه با مقادیر برنامه ریزی شده) در مرحله های بازبینی و آموزش ، راه منطقی این است که مقادیر برنامه تجدید نظر شده را به جای مقادیر برنامه ریزی شده قبلی استفاده شود. در جدول شماره ۳ ، اینکار صورت گرفته است.

جدول شماره ۳. پیش بینی برنامه تجدیدنظر شده به عنوان برنامه جدید

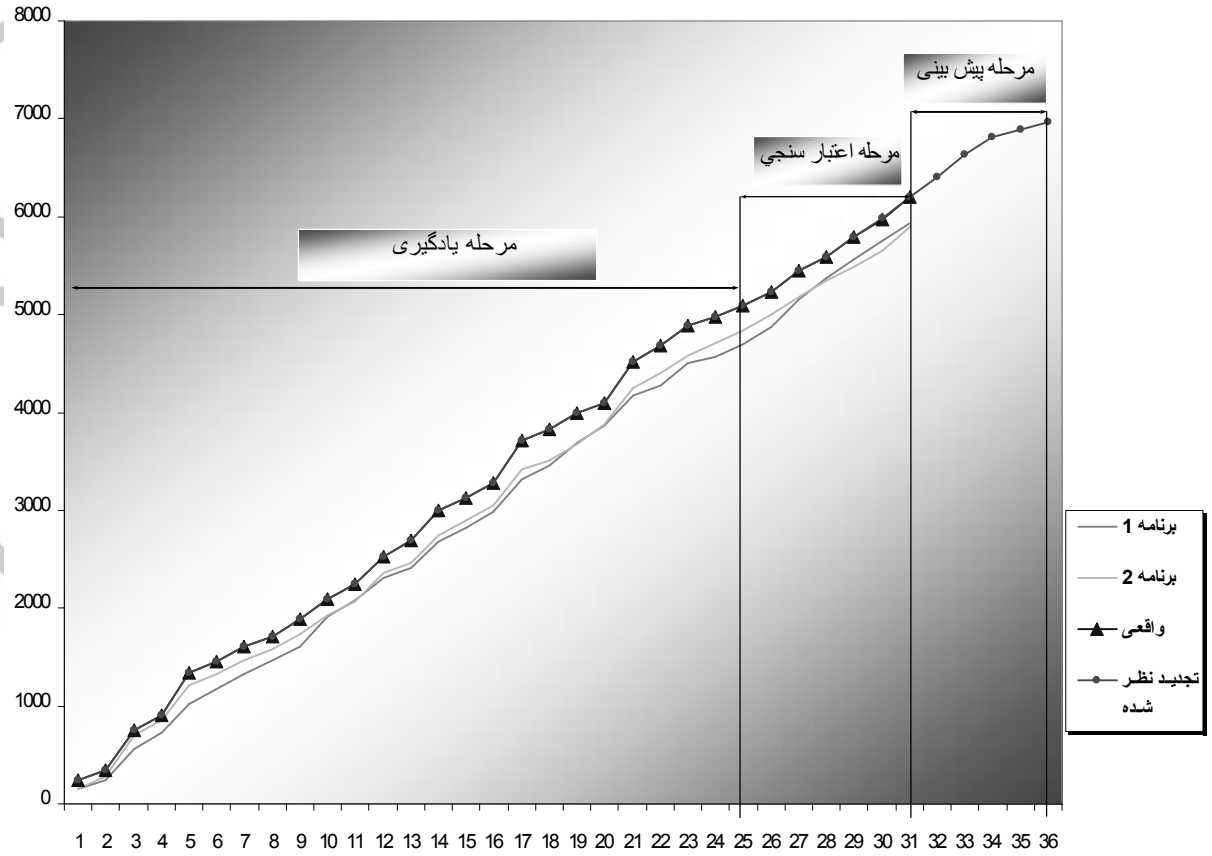
شماره	برنامه ۱	برنامه ۲	برنامه تجدیدنظر شده

www.SID.ir

Archive of SID

۳۲	۲۴۰.۳	۱۷۵.۶	۱۹۹.۳۰۰
۳۳	۱۳۱.۲	۱۸۳.۱	۲۳۷.۸۰۰
۳۴	۲۴۸.۲	۱۵۹.۲	۱۷۰.۶۰۰
۳۵	۶۰.۷	۹۳.۹	۸۴.۰۰۰
۳۶	۶۵.۱	۷۱	۷۶.۱۰۰

در شکل شماره ۳ مقایسه پیشرفت های برنامه ریزی شده ، واقعی و برنامه تجدید نظر شده در دوره های یادگیری ، اعتبارسنجی و پیش بینی انجام شده است.



شکل شماره ۳. مقایسه مقادیر برنامه ریزی شده ، واقعی و برنامه تجدید نظر شده در دوره های یادگیری ، اعتبارسنجی و پیش بینی

در شکل مذکور محور افقی نشاندهنده زمان و محور عمودی نشاندهنده مقادیر هزینه های برنامه ریزی شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

در جدول شماره ۴ ، مقادیر ضریب همبستگی بین هزینه واقعی و برنامه ۱ و برنامه ۲ و برنامه تجدید نظر شده آمده است. همانطور که مشاهده می شود ضریب همبستگی بین هزینه واقعی و برنامه تجدید نظر شده بالاترین مقدار را دارد ، بنابراین بهترین انتخاب جهت برنامه جدید می باشد. یعنی برنامه کاری پروژه باید براساس برنامه تجدیدنظر شده باشد.

جدول شماره ۴. ضریب همبستگی بین هزینه واقعی و برنامه ۱ ، برنامه ۲و برنامه تجدید نظرشده

ضریب همبستگی	مقدار واقعی
برنامه ۱	۰.۸
برنامه ۲	۰.۹
برنامه تجدیدنظر شده	۱

سمینار مهندسی صنایع

۶. نتیجه گیری :

در این مقاله ، کاربرد شبکه های عصبی تعمیم یافته جهت تخمین برنامه تجدید نظر شده ارائه شده است . این روش را زمانی می توان استفاده کرد که شکاف(فاصله) زیادی بین برنامه واقعی (مقادیر پیشرفت واقعی) و مقادیر پیشرفت برنامه ریزی شده وجود داشته باشد. در نتیجه لازم است برنامه تجدید نظر شده ای تعریف شود که به مقادیر واقعی در پروژه ها نزدیک تر باشد. بدینوسیله مقادیر برنامه ریزی شده (حاصل از برنامه ریزی) و مقادیر واقعی به عنوان بردار ورودی و خروجی بوده و خروجی بدست آمده از شبکه ، برنامه تجدید نظر شده نامیده می شود. انتظار می رود که خروجی بدست آمده از شبکه شبکه عصبی رگرسیون تعمیم یافته (برنامه تجدید نظر شده) نزدیک تر به هدف باشد. مثال عددی نیز این نظریه را تایید می کند. با توجه به بالا بودن ضریب همبستگی بین برنامه تجدید نظر شده و مقادیر واقعی –تقریباً مساوی یک– برنامه تجدید نظر شده باید جایگزین مقادیر حاصل از برنامه ریزی شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع و مراجع :

[1] Bourke P. Gompertz function. http://astronomy.swin.edu.au/ ~pbourke/analysis/gompertz, accessed 3 June 2004.

[2] Cio. DF. “Completing projects according to plans: “An earned value improvement index”. Journal of Operations Research Society, 2004 [submitted].

[3] Filho, B.D.B. , Cabral E.L.L., Soares A.J.,(1998), A new approach to artificial neural networks, IEEE Trans. Neural Networks 9 (6)

[4] Grossman B.G., Thursby, M.H. ,(1995), Neural network processing for fiber optic sensors and smart systems, in: Fiber optic Smart Structures, Wiley, New York. ICMSA0/52-4

[5] McCulloch, W.S., Pitts W.,(1943), A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity, Bull. Math. Biophys. 5, 115–133.

[6] Murmis GM. “S_ curves for monitoring project progress”. Project Management Journal, 1997:29–35.

[7] Project Management Institute Standards Committee, A guide to the project management body of knowledge – 2000 edition, (PMBOK). Newtown Square, PA: Project Management Institute, Inc., 2000.

[8] Weisstein EW. Gompertz curve, from MathWorld–A Wolfram Web Resource. http://mathworld.wolfram.com/Gompertz- Curve.html, accessed 3 June 2004.

www.SID.ir