

پوپول مرجع دانشگاه و مدرسه

الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات

PSO Algorithm

WWW.PUPUOL.COM

الگوریتم بهینه سازی توده ذرات (PSO)

چکیده : الگوریتم PSO¹ بهینه ترین الگوریتمی با موضوعیت رفتار ها اجتماعی حاکم بر زندگی پرندگان.

مدل PSO جهت کشف دقیق حرکت ناگهانی در تغییر مسیر پرندگان پروازی در حال پرواز را نشان میدهد و با تجزیه تحلیل الگو های پروازی شکل بهینه ای را از ذرات توده ای شکل در فضل مجسم میکند.

با مطالعه دقیق مشخص میشود تغییر مسیر ذرات از روی الگوی پروازی به همسایگان خود مربوط است و هر ذره از ذره دیگری الگو میگردد و به یک سو در حرکت است.

کلمات کلیدی : بهینه سازی ذرات CLA-PSO

¹ -Particle Swarm Optimization

هوش جمعی¹:

هوش جمعی خاصیتی است سیستماتیک که در این سیستم، عامل ها به طور محلی با هم همکاری می نمایند و رفتار جمعی تمام عامل ها باعث یک همگرایی در نقطه ای نزدیک به جواب بهینه سراسری میشود نقطه قوت این الگوریتم عدم نیاز به یک کنترل سراسری میباشد. هر ذره (عامل) در این الگوریتم ها خود مختاری نسبی دارد که می تواند در سراسر فضای جواب ها حرکت کند و می بایست با سایر ذرات (عامل ها) همکاری داشته باشد. دو الگوریتم مشهور هوش جمعی، بهینه سازی جرگه مورچگان و بهینه سازی توده ذرات می باشند. از هر دو این الگوریتم ها می توان برای تعلیم شبکه های عصبی بهره برد.

شبکه عصبی :

شبکه های عصبی مصنوعی دارای ویژگی های فراوانی از جمله انطباق پذیری، قابلیت یادگیری و تعمیم می باشد. در حوزه تطابق الگو ها، شبکه های عصبی مصنوعی قادرند که الگو های جدید را بر اساس تعالیم قبلی خود به کلاس های مرتبط طبقه بندی نمایند.

استفاده از ایده جدید هوش جمعی در ترکیب با شبکه های عصبی مصنوعی می باشد تا راهکاری برای غلبه بر چالش موجود در شبکه های عصبی باشد.

الگوریتم بهینه سازی توده ذرات:

در سال 1995 به Eberhart و Kennedy برای اولین بار توسط PSO عنوان یک روش جستجوی غیر قطعی برای بهینه سازی تابعی مطرح گشت این الگوریتم از حرکت دسته جمعی پرندگان که به دنبال غذا می باشند الهام گرفته شده است.

گروهی از پرندگان در فضایی به صورت تصادفی دنبال غذا می گردند. تنها یک تکه غذا در فضای مورد بحث وجود دارد. هیچ یک از پرندگان محل غذا را نمی دانند. یکی از بهترین استراتژی ها می تواند دنبال کردن پرنده ای باشد که کمترین فاصله را تا غذا داشته باشد. این استراتژی در واقع جانمایه الگوریتم است. هر راه حل که به آن یک ذره گفته میشود، PSO در الگوریتم معادل یک پرنده در الگوریتم حرکت جمع پرندگان می باشد. هر ذره یک مقدار شایستگی دارد که توسط یک تابع شایستگی محاسبه میشود. هر چه ذره در فضای جستجو به هدف - غذا در مدل حرکت پرندگان - نزدیکتر باشد، شا

¹ - Swarm Intelligent

یستگی بیشتری دارد .. همچنین هر ذره دارای یک سرعت است که هدایت حرکت ذره را بر عهده دارد. هر ذره با دنبال کردن ذرات بهینه در حالت فعلی، به حرکت خود در فضای مساله ادامه میدهد. به این شکل است که گروهی از ذرات PSO آغاز کار به صورت تصادفی به وجود می آیند و با به روز کردن نسلها سعی در یافتن راه حل بهینه مینمایند. در هر گام، هر ذره با استفاده از دو بهترین مقدار به روز میشود. اولین مورد، بهترین موقعیتی است که تا کنون ذره موفق به رسیدن به آن شده است. موقعیت مذکور شناخته و نگهداری میشود. بهترین مقدار دیگر

ی که $pbest$ با نام توسط الگوریتم مورد استفاده قرار میگیرد، بهترین موقعیتی است که تا کنون توسط جمعیت ذرات بدست آمده است. این موقعیت با $gbest$ نمایش داده می شود .

پس از یافتن بهترین مقادیر، سرعت و مکان هر ذره با استفاده از معادلات (1) و (2) به روز میشود.

$$\begin{aligned} v[i] &= v[i] + \\ &+ c1 * rand() * (pbest[i] - position[i]) + \\ &+ c2 * rand() * (gbest - position[i]) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (2) \\ position[i] &= position[i] + v[i] \end{aligned}$$

سمت راست معادله (1) از سه قسمت تشکیل شده است که قسمت اول، سرعت فعلی ذره است و قسمتهای دوم و سوم تغییر سرعت ذره و چرخش آن به سمت بهترین تجربه شخصی و بهترین تجربه گروه را به عهده دارند. اگر قسمت اول را در این معادله در نظر نگیریم، آنگاه سرعت ذرات تنها با توجه به موقعیت فعلی و بهترین تجربه ذره و بهترین تجربه جمع تعیین میشود. به این ترتیب، بهترین ذره جمع، در جای خود ثابت میماند و سایرین به سمت آن ذره حرکت میکنند. در واقع حرکت دسته جمعی ذرات بدون قسمت اول معادله (1)، پروسه ای خواهد بود که طی آن فضای جستجو به تدریج کوچک میشود و جستجوی محلی حول بهترین ذره شکل میگیرد. در مقابل اگر فقط قسمت اول معادله (1) را در نظر بگیریم، ذرات راه عادی خود را میروند تا به دیواره محدوده برسند و به نوعی جستجوی سراسری را انجام میدهند.

شبه کد الگوریتم PSO :

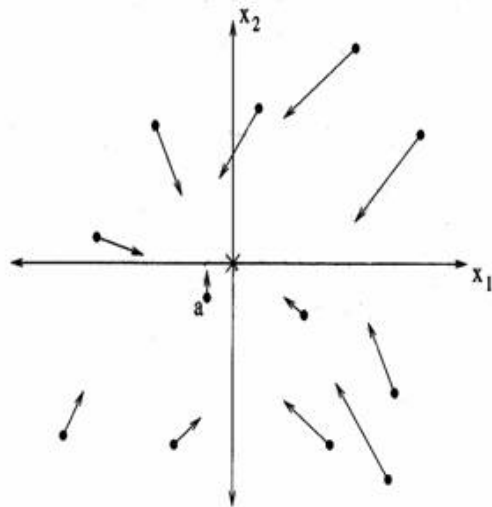
```
For each particle
Initialize particle
End For
```

```
Do
For each particle
Calculate fitness value of the particle fp
/*updating particle's best fitness value so far)*/
If fp is better than pBest
set current value as the new pBest
End For
/*updating population's best fitness value so far)*/
Set gBest to the best fitness value of all particles
For each particle
Calculate particle velocity according equation (1)
Update particle position according equation (2)
End For While maximum iterations OR
```

minimum error criteria is not attained

کاربردی از PSO در ریاضیات:

مکان particle بر این اصل استوار است که در هر لحظه هر PSO اساس کار خود را در فضای جستجو با توجه به بهترین مکانی که تاکنون در آن قرار گرفته است و بهترین مکانی که در کل همسایگی اش وجود دارد، تنظیم می‌کند.



(a) Global Best Illustrated

فرض کنید می‌خواهیم زوج مرتب (x,y) را طوری بدست آوریم که تابع $F(x,y)=x^2+y^2$ ، مینیمم شود. ابتدا نقاطی را به صورت تصادفی در فضای جستجو، روی صفحه $x-y$ انتخاب می‌کنیم. فرض کنید این Swarm را به 3 همسایگی تقسیم کنیم که در هر همسایگی نقاط موجود با یکدیگر تعامل دارند. در هر همسایگی هر یک از نقاط به سمت بهترین نقطه در آن همسایگی و بهترین مکانی که آن نقطه تاکنون در آن قرار داشته است، حرکت می‌کند. برای حل یک مسئله چند متغیر بهینه‌سازی می‌توان از چند Swarm استفاده کرد که هر یک از Swarm ها کار مخصوصی را انجام می‌دهند.

اتوماتای یادگیر:

اتوماتای یادگیر ماشینی است که می‌تواند تعدادی متناهی عمل را انجام دهد. هر عمل انتخاب شده توسط یک محیط احتمالی ارزیابی می‌شود و نتیجه ارزیابی در قالب سیگنالی مثبت یا منفی به اتوماتا داده می‌شود و اتوماتا از این پاسخ در انتخاب عمل بعدی تاثیر می‌گیرد. هدف‌هایی این است که اتوماتا یاد بگیرد تا از بین اعمال خود بهترین عمل را انتخاب کند. بهترین عمل، عملی است که احتمال دریافت پاداش از محیط را به حداکثر برساند.



اتوماتاي سلولى يادگير :

بسياري از مسايل را نميتوان با استفاده از يك اتوماتاي يادگيرتكي حل كرد بلكه قدرت اصلي اتوماتاي يادگير زماني آشكار ميشودكه آنها به صورت دسته جمعي بكار روند. با توجه به اين مساله و ضعفهاي عنوان شده براي اتوماتاي سلولي، در با تركيب اين دو مدل، مدل جديدي با نام اتوماتاي يادگير سلولي ايجاد گرديد .

اتوماتاي يادگير سلولي d بعدي است به طوريكه $CLA = (Z, d, \phi, A, N, F)$ يك چندتايي

تايي هاي مرتب از اعداد صحيح d يك شبكه از $Z \cdot d$ مي باشد. اين شبكه مي تواند يك شبكه متناهي، نيمه متناهي يا متناهي باشد.

ϕ يك مجموعه متناهي از حالتها مي باشد .

A يك مجموعه از اتوماتاهاي يادگير (LA) است كه هر يك از آنها به يك سلول از اتوماتاي سلولي نسبت داده ميشود.

$N = \{x1, \dots, xm\}$ يك زير مجموعه متناهي از Zd مي باشد كه بردار همسايگي ناميده مي شود.

$F: \phi \rightarrow \beta$ قانون محلي CLA مي باشد به طوريكه β مجموعه مقاديري است كه مي تواند به عنوان سيگنال تقويتي پذيرفته شود.

در اتوماتاي يادگير سلولي مي توان از ساختارهاي مختلفي براي همسايگي استفاده نمود. در حالت كلي هر مجموعه مرتب از سلولها را ميتوان به عنوان همسايه در نظر گرفت.

عملکرد اتوماتای یادگیر سلولی را می توان به شرح زیر بیان کرد. در هر لحظه هر اتوماتای یادگیر در اتوماتای یادگیر سلولی يك عمل از مجموعه اعمال خود را انتخاب می کند. این عمل می تواند بر اساس مشاهدات قبلی و یا به صورت تصادفی انتخاب شود. عمل انتخاب شده با توجه به اعمال انتخاب شده توسط سلولهای سلولهای همسایه و قانون حاکم بر اتوماتای یادگیر سلولی پاداش داده یا جریمه می شود و سپس اتوماتا رفتار خود را تصحیح کرده و ساختار داخلی اتوماتا به روز می شود.

CLA-PSO¹:

بزرگترین مشکل PSO استاندارد این است که سبب می شود در حل مسائل چند قله ای با فضای حالت بزرگ ناتوان باشد بنابر این PSO راهکاری برای خروج از بهینه محلی ارائه نمی دهد. ترکیبی از اتوماتای یادگیر سلولی و حرکت دسته جمعی ذرات می باشد. تنظیم رفتار ذرات به این معنی است که با استفاده از اتوماتای یادگیر در هر گام تعیین می گردد که ذرات به مسیر فعلی ادامه دهند و یا به دنباله روی از بهترین ذرات پیدا شده تا کنون بپردازند. در الگوریتم حرکت دسته جمعی ذرات استاندارد، در محاسبه سرعت ذره در گام بعد، کل سرعت فعلی ذره محاسبه میشود. در واقع سرعت ذره در هر گام از دو قسمت تشکیل میشود که قسمت اول سرعت فعلی ذره و قسمت دوم مربوط به دنبال کردن بهترین تجربه شخصی و بهترین تجربه گروه است. بدون قسمت دوم الگوریتم حالت يك جستجوی سراسری کورکورانه را خواهد داشت.

نتیجه گیری

شبکه های عصبی مصنوعی ابزار های مناسبی جهت انطباق، یادگیری و دسته بندی اطلاعات می باشند. بسیاری از محققین تمایل زیادی در استفاده از این ابزار را دارند اما چالش آموزش شبکه های عصبی را در روی دارند ترکیب دو ایده هوش جمعی و شبکه های عصبی مصنوعی می تواند پاسخی برای این چالش محسوب شود. نتایج شبیه سازی نمایش می دهد که الگوریتم بهینه سازی توده ذرات می تواند صحت پاسخ شبکه را افزایش و زمان آموزش را کاهش دهد.

مراجع

[1] "An Analysis of PSO Hybrid Algorithms for Feed-Forward Neural Networks Training". Marcio Carvalho, Teresa B. Ludermir. Proceedings of the Ninth Brazilian

¹ بهبود یافته PSO

Symposium on Neural Networks (SBRN'06), 2006 IEEE
[2] Static and Dynamic Neural Networks from fundamental
to advanced theory, Madan M. Gupta, Liang Jin, and
Noriyasu Homma, Forwarded by Lotfi A. Zadeh.

[3] “Research on Fault Diagnosis of Gearbox Based on
Particle Swarm Optimization Algorithm” Pan Hongxia,
Ma Qingfeng, Wei Xiuye ICM 2006 * IEEE 3rd
International Conference on Mechatronics