

## تطبیق پارامترهای خوشه بندی مورچه ای به کمک CLA-PSO

برنا جعفرپور، محمد رضا میبدی

الگوریتم خوشه بندی مورچه ای دارای پارامترهای متعددی از جمله پارامترهای مربوط به برداشتن، گذاشتن داده ها، شعاع دید می باشد که تاثیر زیادی در عملکرد و همگرایی الگوریتم دارند و معمولا به صورت آزمایش و خطا تعیین می گردند. در این مقاله روشی مبتنی بر CLA-PSO<sup>1</sup> که یک مدل گسسته ی PSO می باشد برای تطبیق اتوماتیک پارامترهای خوشه بندی مورچه ای پیشنهاد می گردد. به منظور بررسی کارایی روش پیشنهادی، این روش با تنها روش موجود که بر اساس الگوریتمهای ژنتیکی<sup>2</sup> میباشد مقایسه گردیده و نتایج آزمایشها حاکی از کارایی بالای روش پیشنهادی می باشد.

### کلمات کلیدی

خوشه بندی، خوشه بندی مورچه ای، CLA-PSO، تطبیق پارامتر

## Adaptation of Ant Clustering Parameters using CLA-PSO

B. Jafarpour, M. R. Meybodi

Ant clustering technique has many parameters such as pick and drop parameters, and radius of perception that can drastically affect the behavior and convergence of the algorithm. In this paper a method based on CLA-PSO, a discrete model of PSO, for adaptation of ant clustering parameters is proposed. To show the performance of the proposed method, computer simulations have been conducted and the result is compared with the result of the only reported method in the literature for ant clustering which is based on genetic algorithm.

### Keywords

Clustering, Ant Clustering, CLA-PSO, Parameter Adaptation

### ۱. مقدمه

خوشه بندی مورچه ای [1] که یک روش الهام گرفته از طبیعت می باشد دارای کاربردهای فراوانی از جمله خوشه بندی می باشد. در روش خوشه بندی مورچه ای از تعدادی مورچه با عملکرد ساده و بدون کنترل مرکزی استفاده میکنند. در این روش یک شبکه ۲ بعدی از سلولها وجود دارد که داده ها و مورچه ها بر روی سلولهای آن قرار دارند و مورچه ها می توانند بین سلولها حرکت کنند. این مورچه ها دارای دید محدودی در صفحه می باشند و می توانند داده هایی را که به داده های اطراف خود شبیه نیستند به صورت تصادفی از جای خود برداشته و در جای مناسبشان قرار دهند. در هر سلول شبکه همزمان دو داده یا دو مورچه نمی توانند قرار بگیرند و چنانچه مورچه ای از یک طرف شبکه بیرون رود از طرف دیگر وارد خواهد شد. در این روش بر خلاف بسیاری از روش های خوشه بندی احتیاج به از پیش تعیین کردن تعداد خوشه ها نمیباشد. تعداد خوشه ها بطور خودکار در حین فرایند خوشه بندی تعیین میگردد. در این روش ابتدا داده های شبیه به هم تشکیل خوشه های کوچک را می دهند و سپس این خوشه های کوچک با هم ادغام شده و خوشه های بزرگتر را تشکیل می دهند. خوشه بندی مورچه ای دارای پارامترهای متعددی از جمله پارامترهای مربوط به برداشتن، گذاشتن داده ها، شعاع دید می باشد که تاثیر زیادی بر عملکرد و همگرایی الگوریتم دارند و معمولا به صورت آزمایش و خطا تعیین می گردند. در این مقاله روشی مبتنی بر CLA-PSO [3]، که یک مدل گسسته ی PSO می باشد، برای تطبیق اتوماتیک پارامترهای خوشه بندی مورچه ای پیشنهاد می گردد. تنها روش گزارش شده برای تنظیم پارامترهای خوشه بندی مورچه ای مبتنی بر الگوریتمهای ژنتیکی میباشد که توسط آرانها<sup>3</sup> و همکاران ارائه گردیده است [4].

<sup>1</sup> Discrete PSO based on Cellular Learning Automata

<sup>2</sup> Genetic Algorithm

<sup>3</sup> Aranha

PSO<sup>۴</sup> روشی است که اولین بار برای بهینه سازی توابع غیر خطی پیوسته در [2] ارائه شده است. در این روش، جواب‌ها ذره<sup>۵</sup> نامیده می‌شوند و دارای حافظه می‌باشند و بهترین جوابی را که تا کنون یافته اند به خاطر می‌سپارند. ذره ها در فضای حالت مسئله، به سمت بهترین جواب یافته شده توسط خودشان و کل جمعیت حرکت می‌کنند. CLA-PSO یک مدل گسسته باینری حاصل از ترکیب اتوماتای یادگیر سلولی<sup>۶</sup> [7] و PSO می باشد که در آن موقعیت هر بعد ذره با مقادیر 0 و 1 مشخص می گردد. به این ترتیب ذره در رئوس یک ابر مکعب حرکت می کند. در این مدل به تعداد ذره ها سلول و در هر سلول به تعداد ابعاد دودویی مسئله اتوماتای یادگیر<sup>۷</sup> [8] وجود دارد. اتوماتاهای یادگیر قرار گرفته در سلول ها وظیفه ی یادگیری احتمال صفر و یک بودن ابعاد ذره را بر عهده دارند. در نخستین گام الگوریتم، هر اتوماتای یادگیر هر ذره عدد 0 یا 1 را بر اساس بردار احتمال عملهای خود انتخاب می‌کند. موقعیت جدید ذره با کنار هم قراردادن اعداد انتخاب شده توسط اتوماتاهای آن ذره مشخص می‌شود. چنانچه مکان جدید ذره دارای شایستگی بیشتری نسبت به بهترین موقعیت ذخیره شده در حافظه باشد، این حافظه به روز می شود. هر اتوماتای یادگیر عدد انتخابی خود را با اعداد متناظر در بهترین جواب ذره خودش و بهترین جواب موجود در بین همسایه هایش در شبکه اتوماتای سلولی مقایسه می کند. چنانچه این ۳ بیت با هم برابر باشند اتوماتای یادگیر پاداش و در غیر اینصورت جریمه دریافت می کند. بعد از تعیین پاداش و جریمه، هر اتوماتای یادگیر بردار احتمالات خود را به روز می کند. تکرارهای بعدی الگوریتم به طریقه ی مشابه انجام می پذیرد.

## ۲. شیوه کار

در این مقاله از دو نوع مورچه در خوشه بندی مورچه ای استفاده کرده ایم که هر کدام نیمی از زمان اجرای خوشه بندی را در اختیار دارند و از CLA-PSO برای تطبیق پارامترهای این مورچه‌ها استفاده کرده‌ایم. هر نوع از این مورچه‌ها دارای ۵ پارامتر برای تنظیم می‌باشند، بنابراین ۱۰ پارامتر برای این دو نوع مورچه باید تنظیم شوند. ذره های CLA-PSO رشته‌های دودویی هستند که نشان دهنده یک ترکیب از این ۱۰ پارامتر برای تنظیم می‌باشد. برای ارزیابی شایستگی هر ذره رشته باینری آن ذره به ۱۰ پارامتر دهنده تبدیل شده و از آن پارامترها برای عمل خوشه بندی استفاده می شود. شایستگی هر ذره برابر با کیفیت خوشه بندی در نظر گرفته می‌شود. بعد از ارزیابی هر ذره مراحل CLA-PSO اجرا شده و نسل به نسل ذره‌ها (پارامترهای خوشه بندی) بهبود داده می شوند. تعداد جمعیت را برابر با ۳۰ و تعداد نسل‌ها را برابر با ۱۵۰ قرار داده‌ایم. برای ارزیابی توانایی خوشه بندی هر ذره از مجموعه داده‌هایی با ۴ کلاس که هر کدام شامل ۱۰۰ داده می باشند استفاده شده است. به منظور بررسی کارایی روش پیشنهادی، این روش با تنها روش موجود که مبتنی بر الگوریتم ژنتیک می باشد مقایسه گردیده و نتایج آزمایشها حاکی از کارایی بالای روش پیشنهادی می باشد.

## منابع

- [1] E.D. Lumer, B. Faieta. "Diversity and adaptation in populations of clustering ants" In Proc. of the Third International Conference on The Simulation of Adaptative Behavior: From Animals to Animats 3, MIT Press 1994 pp. 449-508.
- [2] J. Kennedy, R.C. Eberhart, "Particle swarm optimization", in: Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks, Perth, Australia, 1995, pp. 1942-1948.
- [3] B. Jafarpour, M. R. Meybodi, "A Hybrid Method for Optimization (Discrete PSO + CLA)", To be appeared in IEEE International Conference on Intelligent and Advanced Systems, Malaysia, 2007.
- [4] C. Aranha, H. Iba, "The Effect of Using Evolutionary Algorithms on Ant Clustering Techniques", Proceedings of the 2006 Asia Pacific Workshop on Genetic Programming (ASPGP06), 2006, pp. 24-34.
- [5] J. C. Isaacs, R. K. Watkins, S. Y. Foo "Evolving ant colony systems in hardware for random number generation", Proceedings of the Evolutionary Computation on 2002. CEC '02.
- [6] H. M. Botee, E. Bonabeau, "Evolving Ant Colony Optimization", Advances in Complex Systems, Vol. 1, Nos. 2-3 1998 pp.149-159
- [7] H. Beigy, M. R. Meybodi, "A Mathematical Framework for Cellular Learning Automata", Advances on Complex Systems, Vol. 7, Nos. 3-4, 2004, pp. 295-320
- [8] K. S. Narendra, Thathachar, M. A. L., *Learning Automata: An Introduction*, Prentice-Hall Inc, 1989

<sup>4</sup> Particle Swarm Optimization

<sup>5</sup> Particle

<sup>6</sup> Cellular Learning Automata

<sup>7</sup> Learning Automata