



گروه مهندسی کامپیوتر

الگوریتم ترکیبی بهینه‌سازی ازدحام ذرات و فاخته

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی کامپیوتر گرایش هوش مصنوعی

استاد راهنما

دکتر شهریار لطفی

استاد مشاور

آقای سعدالله سبحانی

پژوهشگر

امیرحسین قدرتی

بهمن‌ماه ۱۳۹۱

چکیده

طی دهه‌های اخیر بشر همواره درگیر فرآیند بهینه‌سازی بوده است. در بهینه‌سازی به دنبال مقادیری برای پارامترهای یک تابع هستیم که مقدار تابع را کمینه یا بیشینه کند. معمولاً برای حل مسائل چند جمله‌ای غیر قطعی-سخت از الگوریتم‌های بهینه‌سازی هوشمند استفاده می‌شود. از بین این الگوریتم‌های بهینه‌سازی هوشمند می‌توان از الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات و الگوریتم فاخته نام برد که عملکرد مناسبی برای حل مسائل بهینه‌سازی از خود نشان داده‌اند. الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات با الهام گرفتن از رفتار اجتماعی دسته پرندگان طراحی شده است. الگوریتم فاخته نیز، با الهام گرفتن از روش زندگی پرنده‌ای به نام فاخته ایجاد شده است. هر کدام از این الگوریتم‌ها دارای معایبی می‌باشند که در بعضی مواقع برای یافتن جواب بهینه دچار مشکل می‌گردند. برای رفع چنین ایرادهایی راه‌حلهایی ارائه شده است و بهبودهایی بر روی این الگوریتم‌ها انجام شده است که منجر به عملکرد بهتر هر الگوریتم می‌گردد. از این روی الگوریتم GCS که از رفتار تابع توزیع نرمال برای تنظیم پارامتری در الگوریتم جستجوی فاخته جایسازی شده است، معرفی می‌گردد. همچنین، رفتاری هوشمندانه در الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات اضافه شده است که منجر به ایجاد الگوریتم IPSO شده است. با توجه به اینکه هر دو الگوریتم الهام گرفته شده از رفتار پرندگان در طبیعت می‌باشند و با توجه به مزایای هر کدام از این دو الگوریتم، رویکرد ترکیبی این دو الگوریتم به همراه بهبودهای اعمال شده بر روی هر کدام و نیز افزوده شدن عملگر جدید جهت بهبود کارایی در راستای ترکیب این دو الگوریتم، در این پایان‌نامه به طور کامل مورد بررسی قرار می‌گیرد. پس از انجام بهبودها بر روی هر یک از این الگوریتم‌ها و ترکیب آنها، آزمایش‌هایی بر روی هر کدام صورت گرفت. طبق نتایج به دست آمده الگوریتم GCS، در آزمایش‌ها نشان داده شد است که در ۹۰٪ مواقع عملکرد بهتری نسبت به الگوریتم جستجوی فاخته استاندارد از خود نشان می‌دهد. همچنین الگوریتم IPSO که نسبت به الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات رفتار هوشمندانه‌تری دارد، در پیاده‌سازی‌ها و آزمایش‌های انجام شده در ۹۵٪ مواقع بهتر عمل کرده است. در نهایت رویکرد ترکیبی این دو الگوریتم در طی سه مرحله مورد آزمایش قرار گرفته است و نتایج آن با سایر الگوریتم‌های تکاملی مورد مقایسه قرار گرفته شده است که نتایج به دست آمده نشان دهنده عملکرد مناسب و توانایی بالای این الگوریتم است.

واژه‌های کلیدی: بهینه‌سازی، رویکرد تکاملی، الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات و الگوریتم جستجوی فاخته

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	فصل اول: مقدمه.....
۶	فصل دوم: مفاهیم پایه‌ای.....
۷	۱-۲ هوش جمعی.....
۸	۲-۲ تاریخچه الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات [۸].....
۹	۳-۲ الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات.....
۱۲	۴-۲ نحوه زندگی پرنده فاخته.....
۱۳	۵-۲ الگوریتم جستجوی فاخته.....
۱۶	۶-۲ خلاصه فصل.....
۱۷	فصل سوم: راه‌کارهای گذشته.....
۱۸	۱-۳ بهبودهای الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات.....
۱۸	۱-۱-۳ بهبود الگوریتم PSO از طریق وزن اینرسی.....
۲۰	۱-۱-۳-۱ وزن اینرسی ثابت و تصادفی.....
۲۱	۱-۱-۳-۲ وزن اینرسی متغیر زمانی برای وزن اینرسی.....
۲۲	۱-۱-۳-۳ وزن اینرسی انطباقی.....
۲۳	۲-۱-۳ سایر بهبودهای الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات.....
۲۸	۲-۳ ترکیب الگوریتم PSO با سایر الگوریتم‌های تکاملی.....
۳۵	۳-۳ بهبود الگوریتم CS.....

۳۶	.....۴-۳ ترکیب الگوریتم CS با سایر الگوریتم‌های تکاملی
۳۷	.....۵-۳ خلاصه فصل
۳۸	.....فصل چهارم: راه کارهای پیشنهادی
۳۹	.....۱-۴ الگوریتم IPSO
۴۲	.....۲-۴ الگوریتم GCS
۴۶	.....۳-۴ رویکرد ترکیبی الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات و الگوریتم جستجوی فاخته
۴۶	.....۱-۳-۴ الگوریتم ترکیبی CS/PSO
۴۷	.....۲-۳-۴ الگوریتم ترکیبی HLCS: IPSO + GCS + Learning phase
۵۰	.....۴-۴ خلاصه فصل
۵۱	.....فصل پنجم: ارزیابی و نتایج عملی
۵۲	.....۱-۵ ارزیابی عملکرد الگوریتم IPSO
۵۲	.....۱-۱-۵ توابع محک
۵۳	.....۲-۱-۵ نمودار هم‌گرایی
۵۴	.....۳-۱-۵ نمودار پایداری
۵۹	.....۴-۱-۵ مقایسه الگوریتم IPSO و PSO
۶۱	.....۲-۵ بررسی عملکرد الگوریتم GCS
۶۲	.....۱-۲-۵ نمودار هم‌گرایی
۶۳	.....۲-۲-۵ نمودار پایداری
۶۶	.....۳-۵ بررسی عملکرد الگوریتم HLCS
۶۶	.....۱-۳-۵ توابع محک

۶۶	.....مقایسه الگوریتم HLCS با الگوریتم‌های تکاملی ترکیبی مشابه.....
۶۹	.....مقایسه الگوریتم HLCS با سایر الگوریتم‌های تکاملی.....
۷۰	.....مقایسه الگوریتم HLCS با سایر الگوریتم‌های تکاملی بر پایه ارزیابی توابع.....
۷۱	.....نمودار هم‌گرایی.....
۷۵	.....نمودار پایداری.....
۷۹	.....خلاصه فصل.....
۸۰	.....فصل ششم: نتیجه‌گیری و راه‌کارهای آتی.....
۸۱	.....۱-۶ نتیجه‌گیری.....
۸۳	.....۲-۶ راه‌کارهای آتی.....
۸۴	.....واژه‌نامه.....
۸۷	.....مراجع.....

[1] Antoniou, A., Lu, W. S., "Practical Optimization Algorithms and Engineering Application," Springer, 2007.

[2] Dorigo, M., Di Caro, G., "Ant Colony Optimization," Proceeding of the Congress on Evolutionary Computation, USA, 1999.

[3] Karaboga, D., Basturk, B., "A Powerful and Efficient Algorithm for Numerical Function Optimization: Artificial Bee Colony (ABC) Algorithm," Springer Science + Business Media, 2007.

[4] Kephart, J. O., "A Biologically Inspired Immune System for Computers," Proceedings of Artificial Life IV: The Fourth International Workshop on the Synthesis and Simulation of Living Systems, MIT Press, pp. 130–139, 1994.

[5] Yang, X. S., "Firefly Algorithms for Multimodal Optimization," Stochastic Algorithms: Foundations and Application, SAGA 2009, Vol. 5792, pp. 169-178, 2009.

[6] Rashedi, E., Nezamabadi-pour, H. and Saryazdi, S., "GSA: A Gravitational Search Algorithm," Information Sciences, pp. 2232-2248, 2009.

[7] Shah-Hosseini, H., "The Intelligent Water Drops Algorithm: A Nature Inspired Swarm Based Optimization Algorithm," International Journal of Bio-Inspired Computation, pp. 71-79, 2009.

[۸] حمیدی، م.، «مدل‌هایی ترکیبی برای بهینه‌سازی بر پایه اتوماتای یادگیر سلولی، سیستم‌های فازی و PSO و کاربردهای آنها»، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین، دانشکده مهندسی برق، کامپیوتر و فناوری اطلاعات زمستان ۱۳۸۶.

[9] Hepper, F., Greder, U., "A Stochastic Nonlinear Model for Coordinated Bird Flocks," In the Ubiquity of Chaos, AAAS Publications, pp. 233-238, 1990.

[10] Repinsek, M.C., Mernik, M., Zumer, V., "Using Flock for Solving Numerical Optimization Problems," Proceeding of Twenty Forth International Conference on Information Technology Interface, pp. 395-400, 2002.

[11] Stephans, K., Pham, B., Wardhani, A., "Modeling Fish Behaviour," Proceeding of the International Conference of Computer Graphic and Interactive Techniques in Australasia and south East Asia, pp. 71-78, 2003.

[12] Brogan, D.C., Hodgins, J.K., "Group Behavior for Systems with Significant Dynamics," Autonomous Robots, Vol. 4, No. 1, pp. 137-153, 1997.

[13] Saiwaki, N., Komatsu, T., Yoshida, T., Nishida, S., "Automatic Generation of Moving Crowd using Chaos Model," Proceeding of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, pp. 3715-3721, 1997.

[14] Kennedy, J., Eberhart, R.C., "Particle Swarm Optimization," Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks, pp. 1942–1948, 1995.

[15] Engelbrecht, A.P., "Computational Intelligence: an Introduction," Wiley, 2007.

[16] Poli, R., Kennedy, J., Blackwell, T., "Particle Swarm Optimization an overview," Swarm Intelligence, Vol. 1, No. 1, pp. 33-57, 2007.

- [17] Yang, X.S., Deb, S., “*Cuckoo Search via Lévy Flights*,” In Proceedings of World Congress on Nature & Biologically Inspired Computing, pp. 210-214, IEEE Press, 2009.
- [18] Yang, X.S., “*Nature-inspired Metaheuristic Algorithms*,” Luniver press, 2011.
- [19] Shi, Y., Eberhart, R.C., “*A Modified Particle Swarm Optimizer*,” In Proceeding of IEEE World Congress on Evolutionary Computation, pp. 69-73, IEEE Press, 1998.
- [20] Nikabadi, A., Ebadzadeh, M.M., Safabakhsh, R., “*A Novel Particle Swarm Optimization with Adaptive Inertia Weight*,” Applied Soft Computing, Vol. 11, No. 4, pp. 3658-3670, 2011.
- [21] Eberhart, R.C., Shi, Y.H., “*Tracking and Optimizing Dynamic Systems with Particle Swarms*,” Congress on Evolutionary Computation, Korea, 2001.
- [22] Eberhart, R.C., Shi, Y.H., “*Comparing Inertia Weights and Constriction Factors in Particle Swarm Optimization*,” IEEE Congress on Evolutionary Computation, pp. 84–88, 2000.
- [23] Chatterjee, A., Siarry, P., “*Nonlinear Inertia Weight Variation for Dynamic Adaption in Particle Swarm Optimization*,” Computer and Operations Research, Vol. 33, No. 3, pp. 859–871, 2006.
- [24] Feng, Y., Teng, G., Wang, A., Yao, Y.M., “*Chaotic Inertia Weight in Particle Swarm Optimization*,” Second International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC 07), pp. 475–1475, 2007.
- [25] Lei, K., Qiu, Y., He, Y., “*A New Adaptive Well-chosen Inertia Weight Strategy to Automatically Harmonize Global and Local Search Ability in Particle Swarm Optimization*,” International Symposium on Systems and Control in Aerospace and Astronautics, 2006.
- [26] Fan, S., Chiu, Y., “*A Decreasing Inertia Weight Particle Swarm Optimizer*,” Engineering Optimization, Vol. 39, No. 2, pp. 203–228, 2007.
- [27] Jiao, B., Lian, Z., Gu, X., “*A Dynamic Inertia Weight Particle Swarm Optimization Algorithm*,” Chaos, Solitons & Fractals, Vol. 37, No. 3, pp. 698–705, 2008.
- [28] Zheng, Y., Ma, L., Zhang, L., Qian, J., “*Empirical Study of Particle Swarm Optimizer with an Increasing Inertia Weight*,” IEEE Congress on Evolutionary Computation, 2003.
- [29] Shi, Y., Eberhart, R., “*Fuzzy Adaptive Particle Swarm Optimization*,” Congress on Evolutionary Computation, Seoul, Korea, 2001.
- [30] Yang, X., Yuan, J., Mao, H., “*A Modified Particle Swarm Optimizer with Dynamic Adaptation*,” Applied Mathematics and Computation, Vol. 189, No. 2, pp. 1205–1213, 2007.
- [31] Arumugam, M.S., Rao, M.V.C., “*On the Improved Performances of the Particle Swarm Optimization Algorithms with Adaptive Parameters, Crossover Operators and Root Mean Square (RMS) Variants for Computing Optimal Control of a Class of Hybrid Systems*,” Applied Soft Computing, Vol. 8, No.1, pp. 324–336, 2008.
- [32] Panigrahi, B.K., Pandi, V.R., Das, S., “*Adaptive Particle Swarm Optimization Approach for Static and Dynamic Economic Load Dispatch*,” Energy Conversion and Management, Vol. 49, No. 6, pp. 1407–1415, 2008.

- [33] Wu, P., Gao, L., Zou, D., Li, S., "An Improved Particle Swarm Optimization Algorithm for Reliability Problems," *ISA Transactions*, Vol. 50, No. 1, pp. 71-81, 2011.
- [34] Tsoulos, I.G., Stavrakoudis, A., "Enhancing PSO Methods for Global Optimization," *Applied Mathematics and Computation*, Vol. 216, No. 10, pp. 2988-3001, 2010.
- [35] Chuang, L., Tsai, S., Yang, C., "Chaotic Catfish Particle Swarm Optimization for Solving Global Numerical Optimization Problems," *Applied Mathematics and Computation*, Vol. 217, No. 16, pp. 6900-6916, 2011.
- [36] Yang, C., Simon, D., "A New Particle Swarm Optimization Technique," *Proceedings of the 18th International Conference on Systems Engineering*, IEEE Computer Society Washington, DC, USA, 2005.
- [37] Ren, Z., Wang, J. Zhang, H., "A New Particle Swarm Optimization Algorithm and Its Convergence Analysis," *Second International Conference on Genetic and Evolutionary Computing*, IEEE Computer Society Washington, DC, USA, 2008.
- [38] Zhang, J., Ding, X., "A Multi-Swarm Self-Adaptive and Cooperative Particle Swarm Optimization," *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 24, No. 6, pp. 958-967, 2011
- [39] Gang, M., Wei, Z., Xiaolin, C., "A Novel Particle Swarm Optimization Algorithm Based on Particle Migration," *Applied Mathematics and Computation*, Vol. 218, No. 11, pp. 6620-6626, 2012.
- [40] Song, S., Lu, B., Kong, L., Cheng, J., "A Novel PSO Algorithm Model Based on Population Migration Strategy and its Application," *Journal of Computers*, Vol. 6, No. 2, pp. 280-287, 2011.
- [41] Niu, B., Zhu, Y., He, X., Wu, H., "MCPSO A Multi-swarm Cooperative Particle Swarm Optimizer," *Applied Mathematics and Computation*, Vol. 185, No. 2, pp. 1050-1062, 2007.
- [42] Angeline, P., "Evolutionary Optimization Versus Particle Swarm Optimization: Philosophy and Performance differences," *In Evolutionary Programming IIV*, pp. 601-610, 1998.
- [43] El-Abd, M., "A Hybrid ABC-SPSO Algorithm for Continuous Function Optimization," *Symposium on Swarm Intelligence*, Paris, 2011.
- [44] Hajimirsadeghi, H., Lucas, C., "A Hybrid IWO-PSO Algorithm for Fast and Global Optimization," *EUROCON 2009*, pp. 1964-1971, St. Petersburg, 2009.
- [45] Mehrabian, A.R., Lucas, C., "A Novel Numerical Optimization Algorithm Inspired from Weed Colonization," *Ecological Informatics*, Vol. 1, No. 4, pp. 355-366, 2006.
- [46] Jia, D., Zheng, G., Qu, B., KhurramKhan, M., "A Hybrid Particle Swarm Optimization Algorithm for High-dimensional Problems," *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 61, No. 4, pp. 1117-1122, 2011.
- [47] Zhang, J. R., Zhang, J., Lok, T., Lyu, M., "A Hybrid Particle Swarm Optimization Back Propagation Algorithm for Feedforward Neural Network Training," *Applied Mathematics and Computation*, Vol. 185, No. 2, pp.1026-1037, 2007.
- [48] Shi, X.H., Liang, Y.C., Lee, H.P., Lu, C., Wang, L.M., "An Improved GA and a Novel PSO-GA-based Hybrid Algorithm," *Information Processing Letters*, Vol. 93, No. 5, pp. 255-261, 2005.

- [49] Melanie, M., "An Introduction to Genetic Algorithms," Massachusetts: MIT Press, 1999.
- [50] Storn, R., Price, K., "Differential Evolution - A Simple and Efficient Adaptive Scheme for Global Optimization over Continuous Spaces," Berkley, 1995.
- [51] Liu, H., Cai, Z., Wang, Y., "Hybridizing Particle Swarm Optimization with Differential Evolution for Constrained Numerical and Engineering Optimization," Applied Soft Computing, Vol. 10, No. 2, pp.629-640, 2010.
- [52] Shieh, H.L., Kuo, C.C., Chiang, C.M., "Modified Particle Swarm Optimization Algorithm with Simulated Annealing Behavior and its Numerical Verification," Vol. 218, No. 8, pp. 4365-4383, 2011.
- [53] Bertsimas, D., Tsitsiklis, J., "Simulated Annealing," Statistical Science, Vol. 8, No. 1, pp. 10-15, 1993.
- [54] Ghodrati, A., Malakooti, M., Soleimani, M., "A Hybrid ICA/PSO Algorithm by Adding independent Countries for Large Scale Global Optimization," Intelligent Information and Database Systems, pp. 99-108, Kaohsiung, 2012.
- [55] Atashpaz-Gargari, E., Lucas, C., "Imperialist Competitive Algorithm: An Algorithm for Optimization Inspired by Imperialist Competition," IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC 2007), pp. 4661-4667, 2007.
- [56] Soleimani, M., Lotfi, S., Ghodrati, A., "A Hybrid CS/DE Algorithm for Global Optimization," Advances in Computer Science and Technology, ACTA Press, Phuket, 2012.
- [57] Ghodrati, A., Lotfi, S., "A Hybrid CS/GA Algorithm for Global Optimization," International Conference on Soft Computing for Problem Solving, pp. 397-404, India, 2012.
- [58] Ghodrati, A., Lotfi, S., "A Hybrid CS/PSO Algorithm for Global Optimization," Intelligent Information and Database Systems, pp. 89-98, Kaohsiung, 2012.
- [59] Valian, E., Mohanna, S., Tavakoli, S., "Improved Cuckoo Search Algorithm for Feedforward Neural Network Training," Int. J. Artificial Intelligence and Applications, Vol. 2, No. 3, pp. 36-43, 2011
- [60] Krishnanand, K. R., Santanu K. N., Panigrahi, B. K., Rout, P. K., "Comparative study of five bio-inspired evolutionary optimization techniques," World Congress on Nature & Biologically Inspired Computing, IEEE Press, pp. 1231-1236, 2009.