دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان‌نامه کارشناسی

عنوان:

پیاده سازی و بهینه سازی PID غیرخطی با الگوریتم شبکه کلونی زنبور

استاد راهنما: دکتر فرشاد مریخ بیات

تهیه کننده: شیوا صفری

تاریخ دفاعیه: تیرماه ۹۰

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم که از جانم بیشتر دوستشان دارم.

فهرست

مقدمه

1) فصل اول: بهینه‌سازی کلونی زنبور

۱-۱) نحوهٔ جمع‌آوری گرده توسط زنبورهای عسل در طبیعت ۱

۱-۲) الگوریتم بهینه‌سازی کلونی زنبور (BCO) ۳

۱-۲-۱) زنبورهای مصنوعی در الگوریتم BCO ۴

۱-۲-۲) الگوریتم BCO ۴

۱-۳) الگوریتم کلونی مصنوعی زنبور (ABC) ۷

۱-۳-۱) زنبورهای مصنوعی در الگوریتم ABC ۷

۱-۳-۲) الگوریتم ABC ۸

۱-۳-۳) مرحلهٔ مقداردهی اولیه ۹

۱-۳-۴) مرحلهٔ زنبورهای مشغول به کار ۱۰

۱-۳-۵) مرحلهٔ زنبورهای تماشاگر ۱۱

۱-۳-۶) مرحلهٔ زنبورهای پیشاهنگ ۱۲

۱-۳-۷) کاربردهای الگوریتم ABC ۱۳

۱-۴)بهینه‌سازی کلونی مورچه‌ها ۱۴

۲) فصل دوم: پیاده سازی شبکه کلونی زنبور

۲-۱) روش های انتخاب..... ۲۱

۲-۱-۱) انتخاب برترین شایسته..... ۲۲

۲-۱-۲) انتخاب چرخ رولت..... ۲۲

۲-۱-۳) انتخاب مقیاسی..... ۲۲

۲-۱-۴) انتخاب رقابتی..... ۲۲

۲-۲) پیاده سازی احتمال به روش چرخ..... ۲۲

۳) فصل سوم: پیاده سازی PID با ضرایب بهینه توسطه شبکه کلونی زنبور

۳-۱) روش های تنظیم مبتنی بر بهینه سازی..... ۲۸

۳-۱-۱) شاخص های کارایی پر کاربرد..... ۲۹

۳-۱-۲) شاخص انتگرال خطا(IE)..... ۲۹

۳-۱-۳) شاخص انتگرال قدرمطلق خطا(IAE)..... ۲۹

۳-۱-۴) شاخص انتگرال حاصلضرب زمان در قدر مطلق خطا(ITAE)..... ۳۰

۳-۱-۵) شاخص انتگرال مربع خطا(ISE)..... ۳۰

۳-۱-۶) شاخص انتگرال حاصلضرب زمان در خطا(ITSE)..... ۳۱

۳-۱-۷) شاخص انتگرال مربع حاصلضرب زمان در خطا(ISTE)..... ۳۱

۳-۲) روش اول: شبیه سازی سیستم..... ۳۲

۳-۲-۱)برسی پایدری سیستم کنترل شونده.....۳۳
۳-۳)روش دوم: روش تحلیلی.....۳۶
۳-۳-۱)محاسبه شاخص انتگرال مربعی با استفاده از قضیه پارسوال.....۳۶
۴) فصل چهارم: پیاده سازی PID غیر خطی و یافتن تابع هزینه به روش شبیه سازی
۴-۱) استفاده از روش اول بهینه سازی.....۴۰
۴-۱-۱)ساختن بلوک PID غیر خطی.....۴۱
۴-۱-۲)بدست اوردن شاخص ISE ۴۲
۴-۱-۳)بررسی پایداری توسط بلوک ایست.....۴۲
۴-۱-۴)انتقال دیتا به برنامه ام-فایل.....۴۴
5) فصل پنجم: سناریو های مختلف و نتایج آنها
5-۱) سیستم مرتبه اول با تاخیر.....۴۵
5-۲) سیستم صفر سمت راست.....۴۹
5-۳) سیستم مرتبه بالا.....۵۲
پیوست الف.....۵۵
پیوست ب.....۵۶
پیوست ج.....۵۸
مراجع.....۶۱

مقدمه

بهینه‌سازی کلونی زنبور[1] (یا به اختصار BCO) به طور کلی به مجموعه‌ای از روشهای وراکاوشیِ مبتنی بر هوش دسته‌جمعی، که با الهام‌گیری از زندگی اجتماعی زنبورها برای حل دستهٔ خاصی از مسائل بهینه‌سازی ابداع شده‌اند، اطلاق می‌شود. همانند بهینه‌سازی کلونی مورچه، بهینه‌سازی کلونی زنبور نیز اساساً یک روش بهینه‌سازی مبتنی بر احتمالات است. امروزه از بهینه‌سازی کلونی زنبور در حل مسائل بهینه‌سازی پیوسته از قبیل آموزش شبکه‌های عصبی، طراحی بهینهٔ اجزای مکانیکی و الکترونیکی و نیز

---

[1] Bee Colony Optimization

در حل مسائل بهینه‌سازی ترکیبی از قبیل Job Shop Scheduling ، بهینه‌سازی سرور اینترنت و مسالهٔ فروشندهٔ دوره‌گرد استفاده می‌شود. بنابراین به نظر می‌رسد که بهینه‌سازی کلونی زنبور در مقایسه با بهینه‌سازی کلونی مورچه از قابلیت حل مسائل متنوع‌تری برخوردار است.

طی دههٔ گذشته الگوریتم‌های مختلفی با الهام‌گیری از الگوی رفتاری زنبورها برای حل دستهٔ خاصی از مسائل بهینه‌سازی ابداع شده‌اند که از میان آنها می‌توان به *سیستم زنبور*[1] *(یا به اختصار* BS*)*، الگوریتم BCO، الگوریتم ABC، MBO، *الگوریتم زنبورها*[2]، الگوریتم HBMO، *زنبورکندو*[3]، *کلونی مصنوعی زنبور*[4] و الگوریتم VBA اشاره کرد. برای کسب اطلاعات کامل و تفصیلی مورد ابداع‌کنندگان، سال پیدایش و کاربرد هر یک از الگوریتم‌های فوق می‌توانید به مرجع[]مراجعه نمایید. فصل کتابنامهٔ نیز شامل مروری بر گزیدهٔ مهم‌ترین منابع موجود در زمینهٔ بهینه‌سازی کلونی زنبورها است[5].

اولین مورد استفاده از الگوی غذایابی زنبورها برای حل مسائل مرتبط با بهینه‌سازی به سال ۱۹۹۶ باز می‌گردد که در آن ساتو و هاگیوارا سیستم زنبور (BS) را برای بهبود کارآیی الگوریتم ژنتیک پیشنهاد دادند []. مهمترین رخداد پس از معرفی BS معرفی الگوریتم BCO در سال ۲۰۰۱ توسط لوسیچ و تئودوروویچ بود که در آن از الگوی غذایابی زنبورهای عسل برای حل مسالهٔ فروشندهٔ دوره‌گرد و متعاقباً برای مدلسازی و حل مسائل مرتبط با مهندسی ترافیک استفاده کردند []. اتفاق مهم بعدی در تاریخ بهینه‌سازی کلونی زنبور معرفی الگوریتم زنبورها توسط پم و دیگران [] و ABC توسط بس تورک و کارابوگا [] هر دو در سال ۲۰۰۶ بود. در ابتدا از الگوریتم زنبورها برای بهینه‌سازی شبکه‌های عصبی و از

---

[1] Bee System

[2] Bees Algorithm

[3] BeeHive

[4] Artificial Bee Colony

[5] در ادامهٔ از لفظ بهینه‌سازی کلونی زنبور گاهی برای اشاره به مجموعهٔ تمامی الگوریتم‌های بهینه‌سازی الهام گرفته شده از رفتار زنبورهای واقعی و گاهی هم برای اشاره به یک نوع خاص از این الگوریتم‌ها یعنی الگوریتم BCO استفاده خواهیم کرد.

ABC برای بهینه‌سازی عددی توابع استفاده شد. از آن زمان تا کنون مرتباً نمونه‌های کارآمدتری از الگوریتم‌های بهینه‌سازی کلونی زنبور توسط محققان مختلف و به منظور حل مسائل گوناگون بهینه‌سازی پیشنهاد شده است که این رویه همچنان نیز ادامه دارد. با توجه به وجود شباهت‌های زیاد بین الگوریتم‌های فوق و عدم فراگیر شدن همهٔ آنها در محافل آکادمیک و نیز رشد و توسعهٔ سریع این نوع الگوریتم‌ها، در ادامهٔ این فصل ما تنها در مورد الگوریتم‌های نسبتاً کلاسیک و جا افتادهٔ BCO و ABC صحبت خواهیم کرد. برای این منظور ابتدا در بخش(۱-۱) با نحوهٔ جمع‌آوری غذا توسط زنبورهای عسل در طبیعت آشنا می‌شویم. این اطلاعات کمک زیادی به درک بهتر الگوریتم‌های مرتبط با بهینه‌سازی کلونی زنبور خواهد کرد. پس از آن ابتدا در مورد الگوریتم BCO و سپس در مورد الگوریتم ABC صحبت خواهیم کرد. لازم به ذکر است که از الگوریتم BCO معمولاً برای حل مسائل بهینه‌سازی ترکیبی و از الگوریتم ABC معمولاً برای حل مسائل بهینه‌سازی پیوسته استفاده می‌شود.

مراجع

[1] T. Sato and M. Hagiwara, Bee System: Finding Solution by a Concentrated Search, In Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics "Computational Cybernetics and Simulation", Orlando, FL, USA, 3954-3959, 1997.

[2] P. Lučić and D. Teodorović, Bee System: modeling combinatorial optimization transportation engineering problems by swarm intelligence, In Preprints of the TRISTAN IV Triennial Symposium on Transportation Analysis, Sao Miguel, Azores Islands, Portugal, 441-445, 2001.

[3] B. Bullnheimer, R.F. Hartl, and C. Strauss, A new rank based version of the Ant System- A computational study, Technical report, Institute of Management Science, University of Vienna, Austria, 1997.

[4] B. Bullnheimer, R.F. Hartl, and C. Strauss, A new rank-based version of the Ant System: A computational study, Central European Journal for Operations Research and Economics, 7(1), 25-38, 1999.

[5] A. Colorni, M. Dorigo, and V. Maniezzo, Distributed optimization by ant colonies, Proceedings of ECAL'91, European Conference on Artificial Life, Elsevier Publishing, Amsterdam, 1991.

[6] M. Dorigo, Optimization, learning and natural algorithms [in Italian], PhD thesis, Politecnico di Milano, Milano, Italy, 1992.

[7] M. Dorigo and L.M. Gambardella, A study of some properties of Ant-Q, In H. Voigt, W. Ebeling, I. Rechenberg, and H. Schwefel (Eds.), Proceedings of PPSN-IV, Fourth International Conference on Parallel Problem Solving from Nature, vol. 1141 of Lecture Notes in Computer Science, pp. 656-665, Berlin, Springer-Verlog, 1996.

[8] M. Dorigo and L.M. Gambardella, Ant colonies for the traveling salesman problem, BioSystems, 43(2), 73-81, 1997.

[9] M. Dorigo and L.M. Gambardella, Ant colony system: A cooperative learning approach to the traveling salesman problem, IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 1(1), 53-66, 1997.

[10] M. Dorigo, V. Maniezzo, and A. Colorni, The ant system: An autocatalytic optimizing process, Technical report 91-016 revised, Politecnico di Milano, Milan, Italy, 1991.

[11] M. Dorigo, V. Maniezzo, and A. Colorni, The Positive feedback as a search strategy, Technical report 91-016, Politecnico di Milano, Milan, Italy, 1991.

[12] M. Dorigo, V. Maniezzo, and A. Colorni, Ant system: Optimization by a colony of cooperating agents, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics- Part B, 26(1), 29-41, 1996.

[13] M. Dorigo and T. Stützle, Ant colony optimization, MIT Press, 2004.???

[14] L.M. Gambardella and M. Dorigo, Ant-Q: A reinforcement learning approach to the traveling salesman problem, In A. Prieditis and S. Russell (Eds.), Proceedings of the Twelfth International Conference on Machine Learning (ML-95), pp. 252-260, Palo Alto, CA, Morgan Kaufmann, 1995.

[15] V. Maniezzo, Exact and approximate nondeterministic tree-search procedures for the quadratic assignment problem, INFORMS Journal on Computing, 11(4), 358-369, 1999.

[16] T. Stützle, Local search algorithms for combinatorial problems: Analysis, improvement, and new applications, vol. 220 of DISKI, Sankt Augustin, Germany, Infix, 1999.

[17] T. Stützle and H.H. Hoos, Improving the ant system: A detailed report on the MAX-MIN Ant System, Technical report AIDA-96-12, FG Intellektik, FB Informatik, TU Darmstadt, Germany, 1996.

[18] T. Stützle and H.H. Hoos, MAX-MIN Ant System, Future Generation Computer Systems, 16(8), 889-614, 2000.

[۱۹] فرشاد مریخ بیات ، مدل سازی و کنترل صنعتی ، موسسه علمی فرهنگی نص ،۱۳۸۸