

وزارت علوم تحقیقات و فناوری



گروه مهندسی کامپیوتر

# پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی کامپیوتر گرایش هوش مصنوعی

استفاده از الگوریتم تخمین توزیع جهت زمان بندی وظایف  
در سامانه های بلادرنگ چند پردازنده ای

اساتید راهنما

دکتر شهریار لطفی

دکتر محمدعلی بادامچی زاده

پژوهش گر

علیا آزاد

سال ۱۳۹۲

وزارت علوم تحقیقات و فناوری



گروه مهندسی کامپیوتر

# پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی کامپیوتر گرایش هوش مصنوعی

استفاده از الگوریتم تخمین توزیع جهت زمان بندی وظایف  
در سامانه های بلادرنگ چند پردازنده ای

اساتید راهنما

دکتر شهریار لطفی

دکتر محمدعلی بادامچی زاده

پژوهش گر

علیا آزاد

سال ۱۳۹۲

## چکیده

با گسترش فن آوری در زمینه‌های مختلف، به سامانه‌هایی با قابلیت‌های بیشتر نیاز است. سامانه‌های بلادرنگ در زمینه‌های مختلفی کاربرد دارند و یکی از بزرگ‌ترین مسئولیت‌های این سامانه‌ها، زمان‌بندی وظایف با توجه به مهلت زمانی آنها است. مسائل زمان‌بندی شرایط پیچیده و گاهی ناسازگار دارند، در نتیجه سامانه می‌بایست حتماً جواب مورد نظر را سریع و تضمین شده بدهد. سامانه‌های کنترل صنعتی، پزشکی، کنترل موشک و غیره از این دسته‌اند. برای به دست آوردن این پاسخ‌ها باید به محدودیت‌هایی که در سامانه‌های بلادرنگ وجود دارد از جمله: مهلت زمانی، تعداد وظایف و تعداد پردازنده‌ها توجه شود. بنابراین از الگوریتم‌های زمان‌بندی و با توجه به محدودیت‌های مسئله برای رسیدن به جواب قابل قبول استفاده می‌شود.

تخصیص مطلوب وظایف در سامانه‌های چند پردازنده با محدودیت‌های بلادرنگ، اغلب به عنوان یک مسئله چندجمله‌ای غیر قطعی-سخت محسوب می‌شود. برای حل چنین مسائلی از روش‌های هوشمند استفاده می‌شود که الگوریتم‌های تکاملی در این دسته قرار دارند. این الگوریتم‌ها البته تضمینی نمی‌دهند که جواب به دست آمده بهینه باشد بلکه می‌توانند جواب‌های نزدیک به جواب اصلی را برای مسائل چندجمله‌ای غیر قطعی-سخت به دست آورند. الگوریتم ژنتیک به وسیله بسیاری از محققان برای حل مسئله زمان‌بندی وظایف استفاده شده است. هم‌چنین مسئله زمان‌بندی وظایف روی سامانه‌های تک پردازنده و چند پردازنده و سامانه‌هایی با پردازنده‌های موازی، الگوریتم زمان‌بندی ایستا/پویا با استفاده از الگوریتم ژنتیک، الگوریتم زمان‌بندی برای وظایف بلادرنگ نرم غیر پیش‌گیرانه چند پردازنده‌ای با استفاده از الگوریتم ژنتیک چند هدفه و روش‌هایی مشابه برای این منظور ارائه شده است.

در پایان نامه حاضر زمان‌بندی سامانه‌های بلادرنگ چند پردازنده‌ای با استفاده از الگوریتم تخمین توزیع بررسی شده و الگوریتمی کارا جهت حل این‌گونه مسائل ارائه می‌شود که می‌تواند برای هر پردازنده ترتیبی از وظایف مشخص نموده و هزینه کل را کمینه نماید. این روش نسبت به سایر روش‌ها از نظر سرعت رسیدن به پاسخ مطلوب، سریع‌تر بوده و دارای تعداد محاسبات برآزنگی کمتری است.

**واژه‌های کلیدی:** سامانه‌های بلادرنگ چند پردازنده‌ای، زمان‌بندی، مسائل غیر چند جمله‌ای-سخت و الگوریتم تخمین توزیع.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱.....	فصل اول: کلیات .....
۲.....	۱-۱ کلیات تحقیق.....
۴.....	۲-۱ بیان مسئله.....
۵.....	۳-۱ راه کارهای انجام شده.....
۵.....	۴-۱ اهداف پایان نامه.....
۶.....	۵-۱ ساختار پایان نامه.....
۷.....	فصل دوم: مفاهیم پایه‌ای و راه کارهای گذشته.....
۸.....	۱-۲ مقدمه .....
۸.....	۲-۲ مروری بر مفاهیم پایه‌ای سامانه‌های بلادرنگ.....
۸.....	۱-۲-۲ سامانه‌های بلادرنگ .....
۱۱.....	۲-۲-۲ سامانه‌های بلادرنگ تک پردازنده و چند پردازنده .....
۱۲.....	۳-۲-۲ زمان بندی سامانه‌های بلادرنگ .....
۱۶.....	۳-۲ پیشینه تحقیق .....
۱۶.....	۱-۳-۲ استفاده از روش‌های فازی برای حل مسئله زمان بندی وظایف بلادرنگ.....
۲۰.....	۲-۳-۲ روش حل پویا برای مسئله زمان بندی وظایف بلادرنگ.....
۲۹.....	۳-۳-۲ استفاده از روش ایستا برای حل مسئله زمان بندی.....

۳۱	..... حل مسئله زمان‌بندی وظایف بلادرنگ با استفاده از روش قطعی
۳۵	..... حل مسئله زمان‌بندی وظایف بلادرنگ با استفاده از کنترل با سرپرست
۳۸	..... حل مسئله زمان‌بندی وظایف بلادرنگ با استفاده از سایر روش‌های مکاشفه‌ای
۴۶	..... ۴-۲ خلاصه فصل
۴۷	..... فصل سوم: راه‌کار پیشنهادی و ارزیابی
۴۸	..... ۱-۳ مقدمه
۴۸	..... ۲-۳ الگوریتم‌های تکاملی
۴۹	..... ۱-۲-۳ الگوریتم تخمین توزیع
۵۰	..... ۳-۳ شرح مسئله
۵۱	..... ۴-۳ تابع هدف مسئله زمان‌بندی
۵۲	..... ۵-۳ تابع برازندگی
۵۲	..... ۶-۳ پیاده‌سازی روش
۵۵	..... ۷-۳ آزمایشات انجام شده
۵۶	..... ۱-۷-۳ نمودار همگرایی
۵۸	..... ۲-۷-۳ نمودار پایداری
۶۰	..... ۳-۷-۳ مقایسه با سایر روش‌ها
۶۹	..... ۸-۳ خلاصه فصل
۷۰	..... فصل چهارم: نتیجه‌گیری و راه‌کارهای آتی
۷۱	..... ۱-۴ نتیجه‌گیری

۲-۴ راه‌کارهای آتی ..... ۷۲

مراجع ..... ۷۳

## مراجع

- [۱] ایزدخواه، ح، عیسی‌زاده، آ، لطفی، ش، زمان‌بندی ایستای کارها در سامانه توزیع شده ناهمگن با استفاده از یک رویکرد تکاملی، *پانزدهمین کنفرانس بین‌المللی سالانه انجمن کامپیوتر ایران*، تهران، ۱۳۸۸.
- [2] Sha, L., "Generalized Rate-Monotonic Scheduling Theory: a Framework for Developing Real-Time Systems," *Proceedings of the IEEE* Vol. 82, pp. 68–82, 1994.
- [3] Muhuri, P. K., Shukla, K. K., "Real-Time Scheduling of Periodic Tasks with Processing Times and Deadlines as Parametric Fuzzy Numbers," *Applied Soft Computing* Vol. 9, pp. 936-946, 2009.
- [4] Drozdowski, M., "Scheduling Multiprocessor Tasks – An Overview," *European Journal of Operational Research* Vol. 94, pp. 215–230, 1996.
- [5] Park, S. J., Cho, K. H., "Real-Time Preemptive Scheduling of Sporadic Tasks Based on Supervisory Control of Discrete Event Systems," *Information Sciences* Vol. 178, pp. 3393-3401, 2008.
- [6] Mitra, H., Ramanathan, P., "A Genetic Approach for Scheduling Non-Preemptive Tasks with Precedence and Deadline Constraints," *Proceedings of the 26<sup>th</sup> Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 556–564, 1993.
- [7] Monnier, Y., Beauvais, J. P., Deplanche, A. M., "A Genetic Algorithm for Scheduling Tasks in a Real-Time Distributed System," *Proceedings of 24<sup>th</sup> Euromicro Conference*, pp. 708–714, 1998.
- [8] Lin, M., Yang, L., "Hybrid Genetic Algorithms for Scheduling Partially Ordered Tasks in a Multi-Processor Environment," *Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference on Real-Time Computer Systems and Applications*, pp. 382–387, 1999.
- [9] Yalaoui, F., Chu, C., "Parallel Machine Scheduling to Minimize Total Tardiness," *International Journal of Production Economics* Vol. 76, No. 3, pp. 265–279, 2002.
- [10] Yoo, M., "Real-Time Task Scheduling by Multiobjective Genetic Algorithm," *The Journal of Systems and Software* Vol. 82, pp. 619–628, 2009.
- [11] Park, S., Yang, J., "Supervisory Control for Real-Time Scheduling of Periodic and Sporadic Tasks with Resource Constraints," *Automatica* Vol. 45, pp. 2597-2604, 2009.
- [12] Omara, F. A., Arafa, M. M., "Genetic Algorithms for Task Scheduling Problem," *J. Parallel Distrib. Comput.* Vol. 70, pp. 13–22, 2010.
- [13] Sabeghi, M., Deldari, H., Salmani, V., Bahekmat, M., Taghavi, T., "A Fuzzy Algorithm for Real-Time Scheduling of Soft Periodic Tasks on Multiprocessor Systems," *IADIS International Conference Applied Computing*, pp. 467–471, 2006.

- [14] Hamzeh, M., Fakhraie, S. M., Lucas, c., "Soft Real-Time Fuzzy Task Scheduling for Multiprocessor Systems," World Academy of Science, Engineering and Technology Vol. 28, 2007.
- [15] Shenassa, M. H., Mahmoodi, M., "A Novel Intelligent Method for Task Scheduling in Multiprocessor Systems using Genetic Algorithm," Journal of the Franklin Institute Vol. 343, pp. 361-371, 2006.
- [16] Li, W., Kavi, K., Akl, R., "A Non-Preemptive Scheduling Algorithm for Soft Real-Time Systems," Computers and Electrical Engineering Vol. 33, pp. 12-29, 2007.
- [17] Locke, CD., "Best-effort decision making for real-time scheduling," PhD Thesis, Computer Science Department, Carnegie-Mellon University, 1986.
- [18] Yoo, M., Gen, M., "Scheduling Algorithm for Real-Time Tasks using Multiobjective Hybrid Genetic Algorithm in Heterogeneous Multiprocessors System," Computers & Operations Research Vol. 34, pp. 3084–3098, 2007.
- [19] Dahal, K., Hossain, A., Varghese, B., Abraham, A., Xhafa, F., Daradoumis, A., "Scheduling in Multiprocessor System Using Genetic Algorithms," Computer Information Systems and Industrial Management Applications, pp. 281-286, 2008.
- [20] Cheng, S. -C., Shiau, D. -F., Huang, Y. -M., Lin, Y. -T., "Dynamic Hard-Real-Time Scheduling using Genetic Algorithm for Multiprocessor Task with Resource and Timing Constraints," Expert System with Application Vol. 36, pp. 852-860, 2009.
- [21] Nayak, S. K., Padhy, S. K., Panigrahi, S. P., "A Novel Algorithm for Dynamic Task Scheduling," Future Generation Computer Systems Vol. 28, pp. 709–717, 2012.
- [22] Hwang, R., Gen, M., Katayama, H., "A Comparison of Multiprocessor Task Scheduling Algorithms with Communication Costs," Computers & Operations Research Vol. 35, pp. 976-993, 2008.
- [23] Mohamed, M. R., Awadalla, M. H. A., "Hybrid Algorithm for Multiprocessor Task Scheduling," International Journal of Computer Science Issues Vol. 8, pp. 79–89, 2011.
- [24] Chen, S. -H., Chen, M. -C., "Addressing the Advantages of Using Ensemble Probabilistic Models in Estimation of Distribution Algorithms for Scheduling Problems," Int. J. Production Economics Vol. 141, pp. 24–33, 2013.
- [25] Bohler, M., Moore, F., Pan, Y., "Improved Multiprocessor Task Scheduling Using Genetic Algorithms," Proceedings of the Twelfth International FLAIRS Conference, 1999.
- [26] Parsa, S., Lotfi, S., Lotfi, N., "An Evolutionary Approach to Task Graph Scheduling," 8<sup>th</sup> International Conference ICANNGA Vol. 4431, pp. 110-119, 2007.
- [27] Yoo, M., "Real-Time Task Scheduling by Multiobjective Genetic Algorithm," The Journal of Systems and Software Vol. 82, pp. 619-628, 2009.



- [28] Ho, H. -J., Lin, W. -M., "Task Scheduling for Multiprocessor Systems with Autonomous Performance-Optimizing Control," *Journal of International Science and Engineering* Vol. 26, pp. 347-361, 2010.
- [29] Cucu-Grosjean, L., Goossens, J., "Exact Schedulability Tests for Real-Time Scheduling of Periodic Tasks on Unrelated Multiprocessor Platforms," *Journal of Systems Architecture* Vol. 57, pp. 561–569, 2011.
- [30] Chen, R. -M., Lo, S. -T., Huang, Y. -M., "Combining Competitive Scheme with Slack Neurons to Solve Real-Time Job Scheduling Problem," *Expert System with Application* Vol. 33, pp. 75-85, 2007.
- [31] Wen, Y., Xu, H., Yang, J., "A Heuristic-Based Hybrid Genetic-Variable Neighborhood Search Algorithm for Task Scheduling in Heterogeneous Multiprocessor System," *Information Sciences* Vol. 181, pp. 567-581, 2011.
- [32] El-Rewini, H., Lewis, T. G., Ali, H. H., "Task Scheduling in Parallel and Distributed Systems," Prentice-Hall International Editions, 1994.
- [33] Chen, R. -M., Huang, Y. -M., "Competitive Neural Network to Solve Scheduling Problems," *Neurocomputing* Vol. 37, pp. 177-196, 2001.
- [34] Leung, J., Zhao, H., "Real-Time Scheduling Analysis," Department of Computer Science New Jersey Institute of Technology Newark , November 2005.
- [35] Devi, U. C., "Soft Real-Time Scheduling on Multiprocessors," Chapel Hill, 2006.
- [36] Lauzac, S., Melhem, R., Mosse, D., "Comparison of Global and Partitioning Schemes for Scheduling Rate Monotonic Tasks on a Multiprocessor," *Euromicro Workshop on RealTime System*, 1998.
- [37] Baruah, S., Fisher, N., "The Partitioned Multiprocessor Scheduling of Deadline-Constrained Sporadic Task Systems," *IEEE Transactions on Computers* Vol. 55, pp. 918–923, 2006.
- [38] Deng, Z., Liu, J. W. S., "Scheduling Real-Time Applications in an Open Environment," *Proceedings of the 18<sup>th</sup> IEEE Real-Time Systems Symposium*, San Francisco (CA), U.S.A., pp. 308–319, 1997.