

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-172-5-6>

МЕТОД КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ДАНИХ НА ОСНОВІ ЕВОЛЮЦІЙНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ КОТЯЧИХ ЗГРАЙ

Налапко О. Л.

доктор філософії,

старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії

Центральний науково-дослідний інститут озброєння

та військової техніки Збройних Сил України

Козлов В. Г.

кандидат технічних наук,

заступник начальника науково-дослідного відділу

Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової

техніки Збройних Сил України

Зверєв О. О.

кандидат технічних наук, доцент,

науковий співробітник науково-дослідного відділу

Центральний науково-дослідний інститут озброєння

та військової техніки Збройних Сил України

м. Київ, Україна

В цей час методи обчислювального інтелекту широко використовуються для вирішення багатьох складних задач аналізу даних. Однією з основних галузей обчислювального інтелекту є, так звані, еволюційні алгоритми, які за суттю представляють певні математичні моделі розвитку біологічних організмів.

Проблема аналізу даних, що пов'язана з кластеризацією векторних образів, часто зустрічається в багатьох додатках для інтелектуального аналізу, але останнім часом основна увага приділяється нечіткій кластеризації [1–11] при обробці векторних образів з різним рівнем ймовірності, можливості або належності можуть належати більше ніж одному класу.

Нечіткі нейронні мережі, що еволюціонують [4] є дуже ефективним засобом узгодженої кластеризації в режимі реального часу. Еволюційні алгоритми в цьому випадку дозволяють покращити результати кластеризації даних коли ці дані надходять послідовно в режимі онлайн.

Мета дослідження полягає у запровадженні удосконаленої процедури нечіткої кластеризації даних, яка може швидко знаходити екстремуми (центри) кластерів, незалежно від кількості даних, що надходять на вхід нечітких нейронних мереж, що еволюціонують.

Оптимізація методом котячої зграї передбачає, що кожна кішка зграї може перебувати в одному з двох станів: режимі пошуку та режимі трасування (відстеження).

У першому випадку режим пошуку пов'язаний з повільними рухами з невеликою амплітудою навколо початкової позиції (сканування простору в районі поточної позиції) та режимом трасування, який визначається швидкими стрибками з великою амплітудою і дозволяє кожній конкретній кішці вискочити з локального екстремуму, якщо вона там є.

Метод з кластеризації даних за допомогою котячої зграї складається з наступної послідовності дій:

1. Введення вихідних даних. Вихідною інформацією для вирішення проблеми є масив багатовимірних векторів даних, сформований на вибірці спостережень.

2. Виконання в паралельному режимі глобального та локального пошуку на основі алгоритму кошкової зграї.

У загальному випадку обидва ці режими для кожної із зграї котів можуть бути описані повторюваною процедурою оптимізації. У цьому алгоритмі кожна кішка може мати два паралельних стани: режим пошуку та режим відстеження. Поєднання локального сканування та швидких змін поточного стану дозволяє збільшити ймовірність знаходження глобального екстремуму порівняно з традиційними методами багатоекстремальної оптимізації. У загальному випадку обидва ці режими для кожного із зграї котів можуть бути описані рекурентною процедурою оптимізації.

3. Отримання кінцевого результату.

Нечітка кластеризація на основі еволюційної оптимізації зграї котів (CSO) проводилась на чотирьох різних вибірках даних: Cancer, Wine та Glass.

Результати порівняння часу обробки даних алгоритмів кластеризації, таких як нечіткий алгоритм с-середніх (FCM), метод оптимізація рою частинок (PSO), алгоритм Гауса-Зейделя (GSA), CSO та метод адаптивної достовірної нечіткої кластеризації даних на основі еволюційного алгоритму (ACFCSO) продемонстрував достатньо високу швидкість роботи, не поступаючись більш відомим на сьогодні алгоритмам нечіткої кластеризації даних. За допомогою оптимізаційних

процедур, які містять еволюційну оптимізацію зграї котів (CSO), збільшується швидкість роботи запропонованого методу в кілька разів.

Запропонований підхід є досить простим в чисельній реалізації, має високу продуктивність і забезпечує високу якість нечіткої кластеризації великих масивів.

Наукова новизна полягає в тому, що для підвищення ефективності роботи нечітких нейронних мережі, що еволюціонують використовується еволюційна оптимізація зграї котів.

Література:

1. Шишацький А. В., Башкиров О. М., Костина О. М. Розвиток інтегрованих систем зв'язку та передачі даних для потреб Збройних Сил. // Науково-технічний журнал “Озброєння та військова техніка”. 2015. № 1(5). С. 35–40.

2. Dudnyk V., Sinenko Yu., Matsyk M., Demchenko Ye. Zhyvotovskiy R., Repilo Iu., Zabolotnyi O., Simonenko A., Pozdniakov P., Shyshatskiy A. Development of a method for training artificial neural networks for intelligent decision support systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 3. No. 2 (105). 2020. pp. 37–47. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.203301>.

3. Pievtsov, H., Turinskyi, O., Zhyvotovskiy, R., Sova, O., Zvieriev, O., Lanetskii, B., and Shyshatskiy, A. Development of an advanced method of finding solutions for neuro-fuzzy expert systems of analysis of the radioelectronic situation. *EUREKA: Physics and Engineering*. 2020, No. (4), pp. 78-89. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001353>.

4. Zuiev P., Zhyvotovskiy R., Zvieriev O., Hatsenko S., Kuprii V., Nakonechnyi O., Adamenko M., Shyshatskiy A., Neroznak Y., Velychko V. Development of complex methodology of processing heterogeneous data in intelligent decision support systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020, Vol. 4, No. 9 (106), pp. 14–23. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.208554>.

5. Shyshatskiy A., Zvieriev O., Salnikova O., Demchenko Ye., Trotsko O., Neroznak Ye. Complex Methods of Processing Different Data in Intellectual Systems for Decision Support System. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*. Vol. 9, No. 4, pp. 5583–5590. DOI: <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/206942020>.

6. Nalapko O., Sova O., Shyshatskiy A., Protas N., Kravchenko S., Solomakha A., Neroznak Y., Gaman O., Merkotan D., & Miahkykh H. (2021). Analysis of methods for increasing the efficiency of dynamic routing protocols in telecommunication networks with the possibility of self-

organization. *Technology Audit and Production Reserves*, 5(2(61)), 44–48. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.239096>.

7. Sova O., Shyshatskyi A., Nalapko O., Trotsko O., Protas N., Marchenko H., Kuvenov A., Chumak V., Onbinskyi Y., & Poliak I. (2021). Development of a simulation model for a special purpose mobile radio network capable of self-organization. *Technology Audit and Production Reserves*, 5(2(61)), 49–54. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.239472>.

8. Minochkin A., Shyshatskyi A., Hasan V., Hasan A., Opalak A., Hlushko, A., Demchenko, O., Lyashenko, A., Havryliuk, O., & Ostapenko, S. (2021). The improvement of method for the multi-criteria evaluation of the effectiveness of the control of the structure and parameters of interference protection of special-purpose radio communication systems. *Technology Audit and Production Reserves*, 4(2(60)), 22–27. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.235465>.

9. Nalapko O., Sova O., Shyshatskyi A., Hasan A., Velychko V., Trotsko O. ., Merkotan D., Protas N., Lazuta R., & Yakovchuk O. (2021). Analysis of mathematical models of mobility of communication systems of special purpose radio communication systems. *Technology Audit and Production Reserves*, 4(2(60)), 39–44. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.237433>.

10. Shyshatskyi A., Hasan V., Kryvenko M., Petrov, O., Kravchuk, S., Shidlovsky Y., Opalak, A., Modlinskyi, O., Kobylinskyi O., & Bezstrochnyi I. (2021). Justification of ways increasing the immunity of special purpose radio communications. *Technology Audit and Production Reserves*, 2(2(58)), 46–50. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.229440>.

11. Шишацький А. В., Налапко О. Л., Одарущенко О. Б. (2021). Основні біоінспіровані алгоритми обробки різнотипних даних. Інтеграція інформаційних систем і інтелектуальних технологій в умовах трансформації інформаційного суспільства: тези доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції, що присвячена 50-ій річниці кафедри інформаційних систем та технологій. Полтава: ПДАУ, 2021. 109-114. <https://doi.org/10.32782/978-966-289-562-9>.