

# ALGORITMI DI ARTIFICIAL LIFE APPLICATI AL PROBLEMA TEAM22

*Salvatore Coco\**, *Antonino Laudani\**, *Giuseppe Pulcini\*\**, *Francesco Riganti Fulginei\*\**,  
*Alessandro Salvini\*\**

\*DIEES, Università di Cassino  
V.le A. Doria 6, 95125 Catania, Italy

\*\*DEA, Università di Roma Tre  
Via della Vasca Navale 84, 00146 Roma, Italy

## Introduzione

In questa memoria viene descritto un algoritmo ibrido composto da due differenti euristiche basate sulla Artificial Life: il *Flok of Starling Optimization (FSO)* [1] e il *Bacterial Chemotaxis Algorithm (BCA)*. [2] Infatti l'elevata capacità dell'FSO di esplorare il dominio di ammissibilità del problema di ottimizzazione affrontato, il *TEAM PROBLEM 22*, unita alla ricerca locale del BCA che individua in modo più accurato la possibile soluzione ottimale, consente di ottenere un set di parametri migliore rispetto ai casi di utilizzo separato delle euristiche.

## Euristiche di Artificial Life utilizzate e algoritmo ibrido

Il *Flok of Starling Optimization* è un algoritmo che prende ispirazione dai recenti studi naturalistici compiuti sul comportamento di un vero stormo di uccelli durante il volo [3]. Esso consiste in una particolare modifica dell'equazione (1) del noto *Particle Swarm Optimization (PSO)* [4] effettuata in (2) introducendo un ulteriore termine di controllo, (3), che permette di aggiungere nel PSO, oltre alla tipica legge metrica, una ulteriore legge topologica.

$$v_{PSO}(t+1) = \omega v(t) + \lambda(p_{best} - x(t)) + \gamma(g_{best} - x(t)) \quad (1)$$

$$v_{FSO}(t+1) = v_{PSO}(t+1) + \delta \cdot Mccb \quad (2)$$

$$Mccb = \frac{1}{N_{crl\_birds}} \sum_{h=1}^{N_{crl\_birds}} v_{FSO}^h \quad (3)$$

Il termine *Mccb* consiste nella media delle velocità di altri uccelli dello stormo, in numero pari a  $N_{crl\_birds}$ .

In questo modo ogni componente del gruppo, oltre alla presenza del proprio *personal best* e a quella del complessivo *global best*, risente del comportamento di altri  $N_{crl\_birds}$ . Tale ulteriore termine matematico (legame topologico) tra gli individui, conferisce all'FSO un tipico movimento di insieme che si accosta a quello osservato in natura durante il volo degli stormi degli uccelli. La maggiore capacità di esplorazione che caratterizza l'FSO rispetto al PSO, riscontrata nei vari test di laboratorio, consente anche di affrontare problemi di ottimizzazione che prevedono più soluzioni di minimo globale. Il *Bacterial Chemotaxis Algorithm* è un algoritmo che si basa sul meccanismo biochimico che sta alla base del movimento dei batteri in un determinato ambiente durante la ricerca del cibo ed è in grado di ottenere ottimi risultati se sfruttato come algoritmo di ricerca locale [5]. L'algoritmo ibrido

utilizzato opera in due fasi sequenziali: la prima, sfruttando la capacità esplorativa dell'FSO, effettua una prima indagine dello spazio delle soluzioni, la seconda termina la ricerca dell'ottimo globale utilizzando la maggiore accuratezza del BCA a partire dalla soluzione ottenuta nella fase precedente.

## TEAM PROBLEM 22

L'obiettivo del TEAM PROBLEM 22 [6-8] consiste nell'ottimizzare le prestazioni energetiche di un dato dispositivo magnetico costituito da due bobine rettangolari di materiale superconduttore attraverso la variazione di 8 parametri caratteristici ( $R_1$ ,  $h_1$ ,  $d_1$ ,  $J_1$ ,  $R_2$ ,  $h_2$ ,  $d_2$  e  $J_2$ ). Utilizzando 20 uccelli per l'FSO e 20 batteri per il BCA, dopo circa 250 iterazioni, sono stati trovati i parametri ottimali elencati nella Tabella I.

TABELLA I: PARAMETRI OTTIMIZZATI

Parameter	Value
$h_1$ [m]	2.958762337245326
$R_1$ [m]	2.781427477127311
$d_1$ [m]	0.114215572904753
$J_1$ [MA/m <sup>2</sup> ]	22.52267505743108
$h_2$ [m]	1.339354786150871
$R_2$ [m]	2.267890988874393
$d_2$ [m]	0.412771477063587
$J_2$ [MA/m <sup>2</sup> ]	20.59544864859831

### Referenze

- [1] F. R. Fulginei, A. Salvini, Hysteresis model identification by the Flock-of-Starlings Optimization, Int. Journal of applied Electromagnetics and Mechanics, IOS Press, vol. 30, No. 3/4, 2009, pp.321-331.
- [2] S.D. Muller, J. Marchetto, S. Airaghi, P. Kournoutsakos, Optimization based on Bacterial Chemotaxis", IEEE Trans. on Evolutionary Computation, Vol. 6, No. 1, February 2002, pp. 16-29.
- [3] M. Ballerini, et al. Interaction ruling animal collective behavior depends on topological rather than metric distance: Evidence from a field study, Proceedings of the National Academy of Science, 2008, pp. 1232 – 1237.
- [4] Kennedy, J., & Eberhart, R., Particle swarm optimization, Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks, Perth, 1995, vol. IV, pp. 1942-1948, Australia.
- [5] F. Riganti Fulginei, A. Salvini, Comparative analysis between Modern Heuristics and Hybrid Algorithms, COMPEL, The Int. Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronics Engineering, March 2007, Vol. 26, No. 2, pp. 259-268.
- [6] P. Alotto, A.V. Kuntsevitch, C. Magele, G. Molinari, C. Paul, K. Preis, M. Repetto, K.R. Richter, Multiobjective optimization in magnetostatics: a proposal for benchmark problems, IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 32, Issue 3, Part 1, May 1996, pp. 1238 – 1241.
- [7] [Online] [http://www.igte.tugraz.at/archive/team\\_new/description.php](http://www.igte.tugraz.at/archive/team_new/description.php)
- [8] K.R. Davey, "Latin Hypercube Sampling and Pattern Search in Magnetic Field Optimization Problems", IEEE Transactions on Magnetics, June 2008 Volume: 44, Issue: 6, pp. 974-977