IRAMIS : Institut Rayonnement Matlère de Saclay

Saclay

Mouvement collectif : Coupler synchronisation interne et externe

Spécialité Physique statistique

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil

Candidature avant le 06/04/2018

Durée 3 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact CHATE Hugues
+33 1 69 08 73 46
hugues.chate@cea.fr

Résumé

Sujet détaillé

Les modèles simples de mouvement collectifs peuvent être vus comme des systèmes pour lesquels les degrés de liberté orientationels cherchent à se synchroniser (de manière à ce que les particules se déplacent ensemble). De nombreux organismes actifs, vivants ou autopropulsés possèdent des degrés de liberté internes, modes d'oscillation, pouvant se synchroniser les uns avec les autres sous contact, puis influer le mouvement. Cela a par exemple été observé chez myxobacteria, qui, de temps en temps, inverse spontanément son mouvement: A densité élevée, ces renversements de mouvement peuvent se synchroniser, et amènent alors des effets collectifs dans le mouvement des groupes.
Le but du projet est de proposer un cadre théorique générale prenant en compte le couplage entre synchronisation de degrés de liberté internes et direction du mouvement. Un tel cadre générale fait actuellement défaut, au-delà des travaux spécifiques sur les myxobacteria. Des travaux récents dans le domaine de la "sociophysique", ont étudiés comment les contacts entre des marcheurs aléatoires peuvent créer des "réseaux sociaux" et comment, des populations composées de tels agents peuvent synchroniser leurs "opinions". Néanmoins, ces travaux ne prennent pas en compte le fait que le mouvement des agents peut lui-même être influencé par leur "opinion". En particulier, le cas d'une rétroaction de degrés de liberté internes sur le mouvement des particules n'a pas été exploré.
Dans un premier temps, il s'agira d'étudier des modèles minimaux pour lesquels des phénomènes non-triviaux émergent du coulage entre degrés de liberté internes et mouvement. Dans un deuxième temps, il s'agira de dériver des théories effectives continues de ces systèmes en utilisant différentes techniques analytiques et théoriques.
Références :
- Breaking symmetry in myxobacteria. OA Igoshin, D Kaiser, G Oster, Current Biology 14 (12), R459 (2004)
- K. Uriu, S. Ares, A. C. Oates, and L. G. Morelli, Phys. Biol. 9, 036006 (2012)

Mots clés

Compétences

Logiciels

Active matter : Coupling internal and external synchronization

Summary

Full description

Simple models for collective motion can be seen as systems where orientational degrees of freedom (along which particles move) try to synchronize (in which case particles move together). Many active, living, self-propelled organisms also have internal oscillatory degrees of freedom which may themselves try to synchronize upon contact and that can have, in turn, some influence on motion. This has been observed for myxobacteria, which spontaneously reverse their walk from time to time: at high densities, these reversals can synchronize, leading to collective effects in the displacement of groups.
The goal of this project is to explore the general theoretical idea of a non-trivial two-way coupling between synchronization of internal degrees of freedom and direction of motion. So far, apart from works modeling the case of myxobacteria, no general framework has been proposed. Recent work, in "sociophysics", investigates how contacts between (random) walkers generate "social networks" and how populations of such moving agents can synchronize ";opinions" but the agent's motion is not influenced by the "opinion" they carry. The interesting case of a supplementary, reverse, feedback of internal degrees of freedom on the motion of particles has not been explored.
Starting from the case of myxobacteria, the project will consist of studying minimal models displaying non-trivial emergent phenomena due to the two-way coupling of internal degrees of freedom and motion. In a second stage, continuous effective theories of these systems will be derived and studied, using various analytical and numerical techniques.
References:
- Breaking symmetry in myxobacteria. OA Igoshin, D Kaiser, G Oster, Current Biology 14 (12), R459 (2004)
- K. Uriu, S. Ares, A. C. Oates, and L. G. Morelli, Phys. Biol. 9, 036006 (2012)

Keywords

Skills

Softwares