



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-17-0116

Algoritmus kolektívnej inteligencie: Interdisciplinárne štúdium swarmového správania netopierov

Zodpovedný riešiteľ **Mgr. Peter Kaňuch, PhD.**

Príjemca **Ústav ekológie lesa SAV, v. v. i.**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Ústav ekológie lesa SAV, v. v. i.

Ústav informatiky SAV, v. v. i.

Slovenská technická univerzita v Bratislave - Fakulta elektrotechniky a informatiky

Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave - Fakulta prírodných vied

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

N/A

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

N/A

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

Kaňuch P, Kasanický T, Ružinská R, Zelenka J (2022) The effect of logging on fission-fusion behaviour of tree-dwelling bats explored by an agent-based model. Ecological Informatics 72: 101884.

Ružinská R, Lőbbová D, Kaňuch P (2022) Demographic characteristics shape patterns of dawn swarming during roost switching in tree-dwelling Daubenton's bat. Scientific Reports 12: 10014.

Zelenka JZ, Kasanický T, Budinská I, Kaňuch P (2020) An agent-based algorithm resembles behaviour of tree-dwelling bats under fission-fusion dynamics. Scientific Reports 10: 16793.

Zelenka J, Kasanický T, Budinská I (2020) A Swarm algorithm inspired by tree-dwelling bats. Experiments and evaluations. In: Berns K, Görge D (eds) Advances in service and industrial robotics. RAAD 2019. Advances in intelligent systems and computing, vol. 980. Springer, Cham.

Uplatnenie výsledkov projektu

Ochrana prírody - simulácia zmien prirodzeného prostredia lesných druhov netopierov, identifikácia kritického množstva potenciálnych úkrytov pre zachovanie kolónie

Oblasť robotiky - nasadenie množstva jednoduchých samostatných robotov pre prehľadávanie neznámeho priestoru a vyhľadávanie dynamických objektov záujmu

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Dokázali sme, že netopiere ako organizmy s vyššou nervovou aktivitou a rozvinutými kognitívnymi schopnosťami využívajú komplexný sociálny mechanizmus na udržanie jedincov v skupine pri častom striedaní stromových dutín. Tento špecifický mechanizmus je založený na swarmovacom (=rojo vom) správaní a vykazuje vlastnosti fission-fusion dynamiky. Zistili sme, že časový priebeh a intenzita tohto správania závisia od pohlavia, veku (skúseností), genetickej vzdialenosti jedinca ku kolónii a príbuznosti medzi jedincami a tiež hormonálnej aktivity konkrétnych jedincov v sociálnej skupine. Výsledkom interdisciplinárneho výskumu je počítačový model swarmového správania SkyBat. V algoritme tohto agentového modelu sú zhrnuté oba základné prístupy k matematickej formalizácii a sociálnej agregácii. Algoritmus je založený na multiagentovom správaní netopierov s cieľom efektívne prehľadávať neznámy priestor. Princípy algoritmu sú priamo motivované správaním biologickej predlohy, a to či už na úrovni skupiny alebo jedinca. Parametrizácia makroskopického modelu je dosiahnutá na základe mikroskopickej zmeny správania jedinca (agenta), takže je možné riadiť spôsob prehľadávania priestoru v zmysle princípov do šírky a do hĺbky. V praxi agentový model SkyBat umožňuje zohľadniť viaceré parametre lesného prostredia a dynamicky simulovať napríklad ubúdanie stromov s prirodzenými úkrytmi. To umožňuje odhaliť kritické množstvo stromov s dutinami, ktoré je potrebné zachovať pre prežitie druhu v danej lokalite. Na základe tejto biologickej inšpirácie bol opísaný algoritmus pre nasadenie do prostredia robotiky, ktorý je určený pre skupinu robotov s limitovanou komunikáciou a úlohou kontinuálneho prehľadávania priestoru za účelom vyhľadávania dynamických objektov záujmu.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

We were able to show that bats, as organisms with higher nervous activity and developed cognitive abilities, use a complex social mechanism to keep individuals in a group when frequently switching tree cavities. This specific mechanism is based on swarm behaviour and exhibits the properties of fission-fusion dynamics. We found that the time course and intensity of this behaviour depend on sex, age (experience), the genetic distance of the individual to the colony and the relatedness between individuals, as well as on the hormonal activity of certain individuals in the social group. The result of the interdisciplinary research is the SkyBat computer model of swarm behaviour. The two basic approaches of mathematical formalisation and social aggregation are combined in the algorithm of this agent-based model. The algorithm is based on the multi-agent behaviour of bats to efficiently search the unknown environment. The principles of the algorithm are directly inspired by the behaviour of a biological model, either at the level of a group or an individual. The parameterisation of the macroscopic model is based on microscopic changes in the behaviour of an individual (agent), so that it is possible to control the way the environment is searched according to the principles of breadth and depth. In practise, the SkyBat agent model can take into account several parameters of the forest environment and, for example, dynamically simulate the decline of trees with natural roosting sites. In this way, it is possible to determine the critical number of trees with cavities that must be maintained for the survival of the species at a given site. Based on this biological inspiration, an algorithm has been described for use in the robotics, intended for a group of robots with limited communication and the task of continuously searching the space to look for dynamic objects of interest.