

1. FÉLÉVI BESZÁMOLÓ (2023/24., I. félév)

Zábó András (andras.zabo.work@gmail.com)

Statisztikus Fizika, Biológiai fizika és kvantumrendszerek fizikája PhD program

Témavezető: Dr. Nagy Máté

Dolgozat címe: Koordináció, együttműködés és kollektív érzékelés madarak és repülő robotok csoportjaiban

1. Bevezetés

Doktori kutatásom a kollektív viselkedés területén belül a csoportosan siklórepülést végző madarakra, és a kooperációjuk vizsgálatán keresztül létrehozható bioinspirált rendszerekre fókuszál. Témám szorosan kapcsolódik Dr. Nagy Máté témavezetőm Lendület projektjéhez, előzményét pedig az ELTE-n a fizikus MSc során írt diplomamunkám képezi. Ennek keretében termikelő (felszálló meleg légáramlatokban szárnycsapás nélkül körözve emelkedő) madarak tömegét becsültem realisztikus légáramlat szimulációk, és a madarak repülési pályáinak segítségével.

Jelenleg is kérdéses, hogy a fent említett kollektív termikelést mutató madarak miképp nyernek információt egymás jelenlétéből. Mik azok a feltételezhetően indirekt jelek, melyeket a csapatosan köröző madarak egymáson figyelnek, és melyek segítségével optimálisabb repülési pályát választhatnak céljaik eléréséhez.

Doktori kutatásom erre a kérdésre, és kapcsolódó potenciális robotikai alkalmazásokra fókuszál.

2. Az aktuális félévben elvégzett kutatások ismertetése

Doktori kutatásom megkezdéséhez témavezetőmmel azt az irányt választottuk, hogy a kutatási területbe való mélyebb betanulást először több, részben már futó projektbe való bekapcsolódással kezdem. Ez egyrészt jó betekintést ad a sikeresen futó kutatások világába, másrészt a projekteknek olyan részein dolgozom, melyek kapcsolódnak fő kutatásomhoz, így a különböző helyeken megszerzett ismereteket később sikeresen egybe tudom majd hozni. Ennek értelmében összegzem, hogy milyen jellegű kutatásokat végeztem a félévben:

2.1. Kollektív termikelést mutató madarak fizikai paramétereinek vizsgálata

Az MSc-s diplomamunkám közvetett folytatásaként vizsgáltam, hogy a Pedro Lacerda és Dr. Nagy Máté által létrehozott, légáramlatokat és termikelő madarakat komplex módon szimuláló és elemző rendszer madarakat leíró kimenete mennyire korrelál valós mérési eredményekkel. Kutatásaim során a különböző változók közötti kapcsolatokat a Maximal Information-based Nonparametric Exploration módszerrel kerestem. Az eredmények arra mutatnak, hogy a kutatócsoportban kifejlesztett keretrendszer nagy potenciállal lesz hasznosítható, és sikerült alátámasztani a hipotézist, miszerint migráció során a jobb aerodinamikai adottságaiknak köszönhetően gyorsabban repülő egyedek közel repülnek az adottságaikhoz mérten optimális sebességekhez, míg a lassabb egyedek - a csoporttól való leszakadás elkerülése végett - saját maguk számára szuboptimális sebességeket választanak a vitorlázó szakaszok során. Ez a kutatási szál a közeljövőben fog lezáródni, egy cikk kéziratára pedig születőben van, mely több más eredmény mellett ezt is tartalmazni fogja.

Emellett a félévben többször vettem részt GPS jeladós adatgyűjtő terepmunkában is, ahol tapasztalatot szereztem a drónok irányításában, és beleláltam a terepi munka nehézségeibe.

2.2. Drónok környezetérzékelésének fejlesztése

A CollMot Kft.-vel való együttműködésemet egy közösen beadott pályázat indította el. A *Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíjra* csak a szemeszter végén kaptuk meg a pozitív elbírálást, de ennek ellenére a félév elejétől elkezdtem az együttműködést. Ennek keretében elkezdtem beletanulni a mesterséges intelligencia témakörébe, azon belül is a gépi látásra fókuszálva. Elvégeztem egy "Machine learning with Python" alapozó kurzust, amit a Keras, TensorFlow és PyTorch megismerése követ majd.

Ezeket túl a drónok hardver oldalával is ismerkedtem. Elvégeztem egy rövid bevezető kurzust az NVIDIA Jetson Nano mikroszámítógéphez kapcsolódóan, a félév végén pedig a Texas Instruments egy hasonló eszközét kezdtem el használni.

2.3. Környezet 3-D rekonstrukciója markerek segítségével

Témavezetőm egy várhatóan rövid lefutású projektbe is bevett, mely jól kapcsolódik majd a CollMot Kft.-vel való együttműködéshez. Feladatom, hogy egy webkamera képre támaszkodva markerek segítségével minél nagyobb pontossággal rekonstruáljam a markerek relatív 3-D pozícióját. Ehhez megismerkedtem az OpenCV könyvtárral és átfogóbban foglalkoztam az aruco markerekkel. Jelenleg más markerek irányába folyik a kutatásom és ismerkedek különböző SLAM (simultaneous localization and mapping) és adatösszegző algoritmusokkal.

2.4. Kollektív dinamika

Végezetül a félév elején belekezdtem egy lovak háremdinamikájával foglalkozó kutatásba, melyet a második szemeszterben fogok folytatni. Az itt befektetett munka több módon hasznosul. Egyfelől tovább ismerkedem a kollektív jelenségekkel és bővítem az ismereteimet különböző biológiai rendszerekkel kapcsolatban. Másfelől a projekt révén kapcsolatba kerültem egy stuttgarti székhelyű, élvonalbeli kutatócsoporttal, akik több-drón rendszerek segítségével való adatgyűjtésre specializálódtak. A velük végzett közös munka elmélyíti a mesterséges intelligenciához és drónokhoz kapcsolódó ismereteimet.

3. Publikációk

Egy társszerzői cikk kézírata születőben van a fent részletezett kollektív termikelő madarak fizikai paramétereinek vizsgálatával kapcsolatos eredményekből.

4. Konferenciák

- Magyar Biofizikai Társaság XXIX. Kongresszusa
 - Budapest, 2023.08.28-31.
 - Előadás a kutatócsoport többi tagjával, a csoport tevékenységének és eredményeinek bemutatása
- 6th International Student Course in Behavioural Biology
 - Párizs, 2023.11.27-28.
 - Poszter bemutatása

5. Tanulmányi tevékenység az aktuális félévben

A félévben elvégzett egyetemi kurzusok:

- Etológia EA (BIO/02/04E), Dr. Pongrácz Péter
- Evolúciós játékelmélet (FIZ/3/059E), Scheuring István Imre
- Utolsó félévemet végeztem az ELTE középiskolai fizikatanár képzésében, aminek keretében 26 kreditet végeztem el a legjobb minősítéssel

A félévben elvégzett online kurzusok:

- “Machine learning with Python”
 - IBM kurzus
 - sikeres teljesítés (oklevél)
- “Getting Started with AI on Jetson Nano”
 - nvidia DLI (Deep Learning Institute) kurzus
 - sikeres teljesítés (oklevél)

6. Egyebek

6.1. Ösztöndíjak

- Elnyertük a *Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíjat*, melyre a CollMot Kft.-vel közösen adtunk be pályázatot.

6.2. Középiskolai oktatási tevékenység

- A félévben középiskolai fizikatanárként dolgoztam a Szent Gellért Katolikus Általános Iskola és Gimnáziumában, ahol a 9. évfolyam két osztályának tanítottam fizikát összesen heti 4 órában.