

Defence-related Research Action - DEFRA

ACRONIEM: AQUA-MESH

Titel: Adaptive Quality-aware Underwater Multi-hop Communication and Sensing for Drone Swarms

Duur van het project: 01/12/2024 – 1/03/2028

Budget: 680.928 €

Kernwoorden : onderwater akoestische communicatie, herconfigureerbare akoestische radio, multi-hop meshing, UAV-zwermen

waarvan bijdrage KHID:
680.928 €

BESCHRIJVING VAN HET PROJECT

Onderwatercommunicatie speelt een cruciale rol bij het mogelijk maken van effectieve commandovoering, controle en coördinatie van militaire operaties in onderwateromgevingen, waardoor het situationeel bewustzijn, de operationele efficiëntie en het succes van missies worden verbeterd. **De continue beschikbaarheid van low-latency onderwatercommunicatie is een vereiste voor militaire en civiele toepassingen**, waaronder autonome zwermcommunicatie met drones, search & rescue onder water, beveiliging van grenzen en kritieke infrastructuur onder water en onderwaterbewaking met behulp van nieuwe sensoren die bedreigingen detecteren. Daarnaast heeft verbeterde onderwatercommunicatie ook voordelen voor civiele toepassingen zoals onderwateronderzoek, zeebodemkartering, infrastructuuronderhoud en zoek- en hersteloperaties.

Onderwatercommunicatie wordt echter geconfronteerd met uitdagingen als gevolg van verschillende fenomenen, waarvan sommige natuurlijk zijn (bijv. temperatuur die varieert met de diepte, variatie in zoutgehalte, druk en oppervlaktegolven) en andere verband houden met militaire activiteiten (bijv. storing). Deze destructieve mechanismen veroorzaken ernstig spreidingsverlies, absorptieverlies en verstrooiingsverlies. Door deze effecten is **directe high-throughput lange-afstand akoestische communicatie vaak niet mogelijk**. Bovendien vereisen **veel recente toepassingen dynamische opstellingen van communicatieverbindingen tussen meerdere actoren (drones, sensoren, etc.)**. Helaas bestaan de meeste bestaande commerciële akoestische radio-oplossingen uit niet-herconfigureerbare black box-oplossingen die geen ondersteuning bieden voor dynamische multi-hop meshing met meerdere mobiele nodes en beperkte adaptieve coderingstechnieken hebben om bijvoorbeeld jamming tegen te gaan.

Om dit te verhelpen is **het hoofddoel van dit project het ontwerp van verbeterde akoestische onderwaternetwerkoplossingen, die in staat zijn om adaptief connectiviteit te bieden over een netwerk van statische of dynamisch bewegende mobiele onderwaterdrones**.

Hiervoor worden drie subdoelstellingen gedefinieerd:

- **DOEL1:** Een open herconfigureerbaar akoestisch radioplatform aanbieden dat geschikt is voor onderzoek en adaptieve modulatieoplossingen ontwerpen voor verbeterde datatransmissie.
- **DOEL2:** adaptieve algoritmen ontwerpen voor veerkrachtige multi-hop meshing en detectie
- **DOEL3:** De besluitvormingsprocessen van de dronezwerm verbeteren door de geschiktheid van de bovenstaande doelstellingen te valideren voor twee use cases: Mine counter measurements (MCM) en inspectie van de zeebodem

Op basis van deze doelen zal dit project **inzichten** verschaffen met betrekking tot (i) de **geschiktheid van de JANUS & SWIG standaard** voor deze use cases; (ii) **praktisch haalbare afstanden, vertragingstijden, doorvoersnelheden, energieverbruik voor akoestische modems & mesh topologieën**, en (iii) **optimale drone zwerm inzetstrategieën voor communicatie en detectie**. Bovendien zal het project **hardware- en softwaretechnologieën** bieden die geschikt zijn voor vervolgonderzoek: (i) een lage-kost, configureerbaar en **hogesnelheidsmodemsysteem**, gebaseerd op MPUs (**lage-kost technologie**, met name geschikt voor wegwerp onderzeese robots die worden gebruikt voor mijnopruijing); (ii) **algoritmen en netwerkprotocollen voor adaptieve modulaties & dynamische meshing** om om te gaan met jamming, moeilijke onderwateromstandigheden en obstakeldetectie; (iii) een **simulatiekader** met geïntegreerde oplossingen.

Experimentele validatie in relevante omgevingen is opgenomen voor alle onderdelen van DOEL1 en DOEL2. DOEL3 wordt uitgevoerd met behulp van geavanceerde simulatoren (DESERT, WOSS, enz.), die geleidelijk zijn geconfigureerd om hun voorspellingen nauw te laten aansluiten bij experimentele metingen tijdens DOEL1 en DOEL2. Globaal gezien richt het project zich op TRL 5 (technologie gevalideerd in relevante omgevingen, bijv. onderwatertesten in meerdere soorten omgevingen), wat zich vertaalt in relevante en snel bruikbare inzichten en gevalideerde oplossingen.

In het algemeen zullen deze resultaten inzicht verschaffen in hoeverre geavanceerde onderwatercommunicatie geavanceerde volgende-generatie onderwater drone zwermen en dichte sensor implementaties kan ondersteunen. De beschikbaarheid van dergelijke adaptieve en multi-hop functies zal de effectiviteit aantonen van het gebruik van kosteneffectieve, autonome & vervangbare UAV platformen voor kritieke taken (bijv. mijnopruijing). Bovendien zullen de resulterende instrumenten, simulaties en technologieën vervolgonderzoek mogelijk maken in een grote verscheidenheid aan gebruikssituaties onder water.

CONTACTINFORMATIE

Coördinator

Eli De Poorter
IDLab, imec & Ghent University
eli.depoorter@imec.be

Partners

Jean-Francois Determe
BEAMS-EE, Université libre de Bruxelles (ULB)
jean-francois.determe@ulb.be

LINK(S) NAAR PROJECT

<https://idlab.technology/>