

DECENTRALIZED PRIVACY PROVISION IN DYNAMICALLY RECONFIGURABLE AND SELF-ORGANIZING AERO-PHYSICAL CYBER SYSTEMS

S. Poghosyan^{1,*}, *V. Poghosyan*^{1,2,**}, *H. Astsatryan*^{1,***},
Ye. Alaverdyan^{1,3,****}

¹ Institute for Informatics and Automation Problems, NAS RA, Yerevan, Armenia

² Synopsys Armenia CJSC, Yerevan, Armenia

³ EKENG CJSC, Yerevan, Armenia

We introduce a data and communication security approach in decentralized, cloud-based, self-organizing unmanned aerial vehicles (UAV) swarms. UAV swarms exhibit emergent behavior, where local interactions lead to globally coordinated actions. Peers within the swarm autonomously establish communication links, adapt to changes in hazardous and hostile environments, and collaboratively perform distributed tasks without relying on a fixed infrastructure or external control. Each UAV in the swarm is governed by aerodynamics and physical constraints like lift, drag, and weight which together determine their maneuverability and real-time stability. In our construction, the underlying logical and technological framework consists of three main models, each developed by the authors: the information full exchange during the swarm's quasi-random walk, the rotor-router model interpreting the peers' discrete-time walk, and fault-tolerant gossip/broadcast schemes supporting the swarm's resilience to internal failures and external cyber attacks. The proposed cloud network topology encompasses connectivity options and ensures the swarm's expected behavior. To ensure the swarm's security, we suggest embedding a blockchain-equipped robust identity verification scheme to achieve the peers' tamper-proof, transparent, and decentralized authentication, while accounting for the inherent limitations posed by their resource-constrained nature.

Представлен подход к обеспечению безопасности данных и коммуникаций в децентрализованных облачных, самоорганизующихся роях беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Рои БПЛА демонстрируют эмерджентное поведение, когда локальные взаимодействия приводят к глобально скоординированным действиям. Участники в рое автономно устанавливают коммуникационные каналы, адаптируются к изменениям в опасных и враждебных средах и совместно выполняют распределенные задачи, не полагаясь на фиксированную инфраструктуру.

* E-mail: psuren55@yandex.ru

** E-mail: povahagn@gmail.com

*** E-mail: hrach@sci.am

**** E-mail: yeghisabet.alaverdyan@ekeng.am

туру или внешний контроль. Каждый БПЛА в рое регулируется аэродинамической и физическими ограничениями, такими как подъемная сила, сопротивление и вес, которые вместе определяют их маневренность и устойчивость в реальном времени. В предложенной конструкции основная логическая и технологическая структура включает в себя три ключевые модели, каждая из которых разработана авторами: полный обмен информацией во время квазислучайного блуждания роя; модель ротора-маршрутизатора, интерпретирующая дискретное временное блуждание участников; отказоустойчивые схемы слухов/трансляций, поддерживающие устойчивость роя к внутренним сбоям и внешним кибератакам. Предлагаемая топология облачной сети охватывает возможные подключения и обеспечивает требуемое поведение роя. Чтобы создать безопасность роя, предлагается внедрение надежной схемы идентификации на основе блокчейна с целью достижения защищенной от несанкционированного доступа прозрачной и децентрализованной аутентификации участников с учетом их неотъемлемой ресурсоограниченной природы.

PACS: 44.25.+f; 44.90.+c