

UDC 681.3.06

Dmytro O. Humennyi, Ph.D., associate professor

Kyiv National University of Construction and Architecture, apollo.d.g@gmail.com

Oleksii V. Melnikov, Ph.D. student

Kharkiv National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», olexam@gmail.com

POST-FAILURE RECONFIGURATION OF SUPERCRITICAL SYSTEMS VIA DDS CYCLONE AND ROS2 MIDDLEWARE

Supercritical systems operate near their stability thresholds and exhibit extreme sensitivity to disturbances, requiring continuous control and fault resilience [1]. This paper presents a mathematical model of such systems as a directed graph $G = (V, E)$, where vertices V represent functional nodes (controllers or actuators), and edges E — correspond to DDS-based communication links.

Fault detection is implemented via DDS Cyclone using the liveness QoS policy [2], which allows the system to determine node failures based on heartbeat timeouts. Each node is characterized by a binary liveness function $L(v_i) \in \{0,1\}$, where $L(v_i) = 0$ indicates a loss of connectivity.

Upon failure detection, the system dynamically redistributes control functions using ROS2. Each function f is associated with a primary node $Primary(f)$ and a set of backup candidates $Backup(f)$. If the primary node fails, a new executor is selected as follows:

$$Primary(f) \leftarrow \arg_{v \in Backup(f)} \delta(v) \quad (1)$$

Where $\delta(v)$ is a node availability or load metric.

Control logic migration includes state handoff:

$$\Phi_f(v_i, t) \rightarrow \Phi_f(v_j, t + \Delta t), S(v_j, t + \Delta t) = Sync(S(v_i, t)) \quad (2)$$

Where Φ_f is the control logic for function f , and Sync refers to the state recovery from a DDS topic using TRANSIENT_LOCAL QoS.

The overall system evolution is described as:

$$G_i = (V_t E_t), R_t: V_t \rightarrow F \quad (3)$$

with discrete transitions upon node failure $L(v_k) = 0$, enabling the system to reconfigure itself while preserving distributed stability and eliminating single points of failure.

Derived Technical Solutions Enabled by DDS Features and the Proposed Methodology

1. Autonomous node replacement — failure triggers role takeover with state restored via TRANSIENT_LOCAL.

2. Deadline-based control assurance — missed deadlines indicate timing faults, triggering reallocation.

3. Deterministic role selection — OWNERSHIP ensures conflict-free controller activation.

4. Scoped subsystem recovery — PARTITION isolates failure domains for localized reconfiguration.

5. Stateful control migration — replacement nodes resume from last valid state snapshot.

6. Reactive rebalancing — discovery events drive decentralized recovery logic.

7. Atomic multi-topic updates — GROUP COHERENCY synchronizes related commands and metadata.

References

1. Гуменний Д. О. Кібернетичні підходи до адаптивного управління суперкритичними системами / Д. О. Гуменний // Адаптивні системи автоматичного управління. – 2025. – Т. 1, № 46. – С. [55-69]. – DOI: <https://doi.org/10.20535/1560-8956.46.2025.323685>.

2. Eclipse Foundation. Eclipse Cyclone DDS: Документація API. Режим доступу: <https://cyclonedds.io/docs/cyclonedds/latest/api/qos.html> (дата звернення: 9 травня 2025 р.).

УДК 535.243:621.382.049.77:004.932

Тирпак А.О.
Архирей М.В.
Монченко О.В.

Державний університет «Київський авіаційний інститут», typrakann@gmail.com

ОТРИМАННЯ ЗОБРАЖЕННЯ ФАЗОВО-КОНТРАСТНОЇ РЕНТГЕНОГРАФІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ МИТТЄВОЇ ЧАСТОТИ ТА ФІЛЬТРАЦІЇ ШУМУ

У сучасних біомедичних візуалізаційних технологіях особливе місце посідає фазово-контрастна рентгенографія, яка забезпечує високу роздільну здатність та контрастність при дослідженні м'яких тканин. Особливо перспективною є система з використанням лише однієї ґратки, яка істотно спрощує конструкцію апаратури, проте має суттєвий недолік — виникнення артефактів типу моаре. Для їх усунення традиційно застосовували обертання ґратки, що технічно складно та непридатно для реального часу [1].

Метою дослідження є розробка нового методу формування фазово-контрастного рентгенівського зображення без обертання ґратки. Запропоновано алгоритм, що поєднує аналіз миттєвої частоти (instantaneous frequency) з ефективною фільтрацією шуму. Такий підхід дозволяє виділити корисний фазовий сигнал та пригнітити артефакти. Для цього використано адаптивний фільтр у просторі Фур'є, а також бітонічний фільтр для збереження країв і структур [1,2].

Результати дослідження показали, що метод забезпечує чітке зображення внутрішніх і зовнішніх меж біологічних об'єктів без втрати структурної інформації. Застосування алгоритму з миттєвою частотою у поєднанні з фільтрацією шуму дозволило досягти середнього значення SSIM = 0.92, що на 12% вище за класичний підхід. Значення PSNR становило 29.6 дБ, а середньоквадратична похибка (MSE) зменшилася на 30%. Це вказує на високу ефективність методу щодо покращення якості зображень без втрати деталей [2].

У майбутньому дана технологія може бути інтегрована в системи рентгенівської томографії в реальному часі, що стане основою для персоналізованої діагностики в онкології, стоматології, дослідженнях м'яких тканин тощо. Перевагою методу є відсутність необхідності в складних механічних переміщеннях, що відкриває нові перспективи для мініатюризації та автоматизації медичної апаратури [3].

Список посилань

1. Young J.-S., Cheong S.-Y., Choi C.-H. Acquisition of a single grid-based phase-contrast X-ray image using instantaneous frequency and noise filtering // Scientific Reports. — 2023. — Vol. 13. — Article number: 20967.
2. Pfeiffer F. та ін. Phase retrieval and differential phase-contrast imaging with low-brilliance X-ray sources // Nature Physics. — 2006. — Vol. 2. — С. 258–261.
3. Wang Z. та ін. Image quality assessment: From error visibility to structural similarity // IEEE Trans. on Image Processing. — 2004. — Vol. 13(4). — С. 600–612.