УДК 004.932.4:004.032.26

А. ІЛЬЧЕНКО
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна, e-mail: *andreyilch87@gmail.com.*

С. СТІРЕНКО
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна, e-mail: *s.stirenko@kpi.ua*.

ПРОСТОРОВЕ ЗМЕНШЕННЯ МАСШТАБУ З НАВЧЕНИМ ВІДНОВЛЕННЯМ РОЗДІЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ДЛЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНО ЕФЕКТИВНОГО УСУНЕННЯ ШУМУ У ВІДЕО

Анотація. Розглянуто архітектуру блока усунення шуму DSL Block, що зменшує обчислювальні витрати конвеєра U-Net, які зростають пропорційно до розміру кадру, завдяки зниженню роздільної здатності на етапі роботи кодера-декодера. Блок зменшує розмір вхідних кадрів, усуває шум на зниженій роздільній здатності та реконструює фінальний кадр у повному розмірі, об'єднуючи результат із високочастотними деталями оригінального зашумленого кадру. Оцінено DSL Block як заміну стандартного блока усунення шуму в LiteDVDNet-32 (раніше запропонованому авторами ефективнішому варіанті FastDVDNet) із коефіцієнтами зменшення масштабу 2, 3 та 4 на наборі Set8. У випадку зменшення масштабу в 3 рази блок забезпечує прискорення оброблення у 2.8 раза для роздільної здатності 1080p із середнім зниженням PSNR лише на 0.89 дБ, причому ця різниця скорочується на вищих рівнях шуму, де якісна робота фільтра найважливіша. Результати свідчать, що DSL Block суттєво скорочує обчислення, зберігаючи при цьому конкурентну якість фільтрації, і створює умови для усунення шуму HD-відео в реальному часі.

Ключові слова: усунення шуму у відео, ефективне оброблення, просторове зменшення масштабу, глибокі нейронні мережі, оброблення в реальному часі.

DOI 10.34229/KCA2522-9664.26.6.2

ВСТУП

Широке впровадження застосунків оброблення відео в реальному часі (від відеоконференцій до автономного водіння) збільшило попит на алгоритми усунення шуму, здатні працювати в межах жорстких обмежень затримки, зберігаючи при цьому візуальну якість. Відеосигнали зазнають різних видів спотворень, зокрема сенсорного шуму, артефактів зйомки у випадку слабкого освітлення, артефактів стиснення та помилок передавання. На відміну від усунення шуму в зображеннях, оброблення відео також потребує підтримання часової узгодженості між кадрами для уникнення мерехтіння [1, 2], що суттєво ускладнює проєктування таких моделей.

Архітектури на основі трансформерів, такі як VRT [3], демонструють вражаючу якість усунення шуму, проте мають надмірні обчислювальні витрати, що обмежує їхнє використання в реальному часі. Обчислювальна складність механізмів самоуваги зростає квадратично щодо роздільної здатності відео [4], що робить їх непрактичними для оброблення відеопотоків високої якості в реальному часі. Натомість архітектури на основі U-Net [5] пропонують привабливу альтернативу, поєднуючи велике рецептивне поле зі збереженням дрібних деталей за прийнятних обчислювальних витрат. Ця сім'я архітектур виявилася особливо придатною для задач відновлення відео, де важливі як глобальний контекст, так і локальні деталі [6, 7].

Модель із ковзним вікном FastDVDNet [2] побудована на основі U-Net, яка ефективно розв'язує задачу усунення шуму у відео завдяки каскадній двоетапній архітектурі, що неявно враховує рух без явного оцінювання оптичного потоку. Однак без потужного апаратного забезпечення досягти за її допомогою оброблення відео в реальному часі є достатньо складним завданням. У [8] по-

© А. Ільченко, С. Стіренко, 2026