

УДК 004.932.4

Діденко А.Є.¹, Олійник А.О.², Субботін С.О.²

¹ асп. НУ «Запорізька політехніка»

² д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

СПОСОБИ ЗАСТОСУВАННЯ ДИФУЗІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ТЕРМАЛЬНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Дифузійні моделі останнім часом отримали велику популярність в сфері комп'ютерного зору, особливо для генерації графічних даних за допомогою текстового опису, таких як зображення і відео. Крім того, такі моделі також використовуються для редагування зображень, зокрема для задачі замальовування, заміни об'єктів, тощо. Використання дифузійних моделей для збільшення роздільної здатності зображень має свої переваги, оскільки збільшені зображення за допомогою дифузійних моделей сприймаються більш реалістичними, ніж ті, які були згенеровані іншими моделями [1].

Методи збільшення роздільної здатності зображень (як звичайних, так і термальних) зазвичай ґрунтуються на згорткових нейронних мережах або на трансформерах. Такий підхід дозволяє отримати єдиний варіант збільшеного зображення. Оскільки збільшення роздільної здатності є погано поставленою оберненою задачею (ill-posed inverse problem) з великим числом можливих розв'язків, генеративні моделі (зокрема дифузійні) можуть краще підвищити

якість вхідного зображення, тому що вони дозволяють апроксимувати повних розподіл даних. Дифузійні моделі для збільшення роздільної здатності термальних зображень можуть бути створені безпосередньо для цієї задачі, так і засновуватись на моделях з подібного домену [2].

Крім того, дифузійні моделі можуть використовуватися для генерації нових термальних зображень, які в подальшому можуть бути використанні для навчання нейромереж для збільшення роздільної здатності, оскільки збирати великі навчальні набори даних термальних зображень було б дорого або непрактично. Більшість методів глибинного навчання спираються на значний об'єм навчальної вибірки, оскільки для ефективного тренування нейромережі необхідно мати велику кількість різноманітних навчальних даних, що забезпечить високу генералізацію навченої моделі. Таким чином, синтетичні термальні зображення можуть використовуватися для аугментації основного набору даних, покращуючи тим самим узагальнюючі властивості нейромережі. З іншої сторони, використання занадто великої кількості синтетичних даних для навчання може призвести до погіршення якості моделі, оскільки згенеровані зображення не можуть повністю відповідати реальному розподілу.

Незважаючи на великий спектр застосування дифузійних мереж, ці моделі мають ряд недоліків. По-перше, це висока обчислювальна складність та низька швидкість обробки даних. Дифузійні моделі базуються на ітеративному процесі знешумлення зображення, що генерується. Такий підхід вимагає великої кількості ітерацій для отримання якісного вихідного зображення. Тепловізійні камери в системах спостереження або водіння часто потребують швидкої обробки (наприклад, >10 кадрів в секунду), чого базова дифузійна модель не може досягти. Рішенням цієї проблеми може бути зменшення кількості ітерацій шляхом розробки ефективних методів семплування або зменшення розміру моделі. По-друге, дифузійні мережі потребують значної кількості навчальних даних для якісної генералізації і генерації. Одним з можливих рішень цієї проблеми може бути використання великого набору даних зображень (не обов'язково термальних) для попереднього навчання або донавчання вже навченої дифузійної мережі. По-третє, дифузійні моделі можуть генерувати зображення високої роздільної здатності, що виглядають реалістично, але не зовсім точно співпадають піксельно із реальним зображенням. Це пов'язано з тим, що модель може «галюцинувати» реалістичні текстури, які відрізняються від справжніх. Для вирішення цієї проблеми використовують допоміжні уточнюючі мережі або допоміжні функції втрат.

Таким чином, застосування дифузійних моделей для покращення якості термальних зображень може мати ряд переваг. Враховуючи обмеження аналізу термальних зображень, що пов'язані із низькою роздільною

здатністю термальних зображень, а також відносно малу кількість наборів даних термальних зображень високої якості, дифузійні моделі можуть значно поліпшити застосування термографії в різних сферах, таких як медицина, будівництво, виробництво, тощо. Однак, для досягнення оптимального застосування дифузійних моделей, необхідно знайти компроміс між якістю обробки зображень і недоліками цих методів, зокрема обчислювальних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Diffusion Models, Image Super-Resolution And Everything : A Survey [Electronic resource] / [B. B. Moser, A. S. Shanbhag, F. Raue et al.]. – 2024. – Access mode: <https://arxiv.org/abs/2401.00736>
2. Cortes-Mendez C. Exploring the usage of diffusion models for thermal image super-resolution: a generic, uncertainty-aware approach for guided and non-guided schemes / C. Cortes-Mendez, J. Hayet // IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops. – 2024. – Seattle, WA. – P. 3123-3130.