

УДК 004.4

Оксанюк М.С., Радюк П.М., Скрипник Т.К., Пасічник О.А.

Хмельницький національний університет

МЕТОД ВІРТУАЛЬНОГО ПРИМІРЮВАННЯ ОДЯГУ ЗА ЗОБРАЖЕННЯМИ ВИСОКОЇ РОЗДІЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ З ЕФЕКТАМИ ОКЛЮЗІЇ

Розглянуто основні аспекти розробки системи віртуального примірювання одягу, що базується на технологіях доповненої реальності (AR), штучного інтелекту (AI) та комп'ютерного зору. Запропонована інформаційна система дозволяє користувачам точно "приміряти" одяг в режимі реального часу, завдяки високій точності накладання віртуального одягу на зображення тіла. Система оптимізована для мінімізації помилок через оклюзію та деформації тканин, забезпечуючи реалістичне передавання вигляду та рухів одягу, що сприяє покращенню користувацького досвіду. Розробка враховує актуальність потреб сучасного ринку електронної комерції, зокрема через зниження кількості повернень товарів та підвищення задоволеності клієнтів.

The key aspects of developing a virtual clothing try-on system based on augmented reality (AR), artificial intelligence (AI), and computer vision technologies are considered. The proposed information system enables users to accurately "try on" clothes in real-time, thanks to high-precision overlay of virtual clothing on body images. The system is optimized to minimize errors caused by occlusion and fabric deformations, providing a realistic portrayal of the appearance and movement of clothing, which enhances the user experience. This development addresses the current needs of the e-commerce market, particularly by reducing product return rates and increasing customer satisfaction.

Мета роботи – підвищення рівня подібності накладеного цифрового зображення одягу на зображення людини високої роздільної здатності з ефектами оклюзії засобами глибокого навчання.

Віртуальна примірка одягу – це технологія, що дозволяє користувачам "приміряти" одяг без фізичної присутності в магазині. Вона базується на використанні технологій доповненої реальності (AR) [1], штучного інтелекту (AI), комп'ютерного зору, а також тривимірного моделювання. Завдяки таким технологіям користувачі можуть завантажувати свої фотографії або використовувати камеру для реального часу примірки одягу, який віртуально відображається на їхньому зображенні.

Ринок віртуальної примірки одягу стрімко зростає завдяки розвитку електронної комерції та зростанню популярності інтернет-шопінгу. Онлайн магазини використовують цю технологію для покращення користувацького досвіду, підвищення рівня залучення та зниження кількості повернень товару. Віртуальні примірки надають покупцям можливість більш точно оцінити, як певний предмет

одягу буде виглядати на їхньому тілі, що дозволяє приймати більш усвідомлені рішення під час покупки.

Основні технології, які використовуються для реалізації віртуальної примірки одягу, включають:

– Доповнена реальність (AR) – створення віртуальних моделей одягу, що накладаються на реальне зображення або відео користувача в реальному часі.

Приклад зображення доповненої реальності на рисунку 1.



Рисунок 1 – Зображення доповненої реальності [1]

– Штучний інтелект (AI) – для аналізу форми тіла, кольору шкіри, пропорцій та інших характеристик, що дозволяє максимально точно відтворити вигляд одягу на людині [2,3].

– Комп'ютерне бачення – для точного виявлення контурів тіла та побудови реалістичної взаємодії між моделями одягу та тілом. Приклад комп'ютерного бачення зображений на рисунку 2.

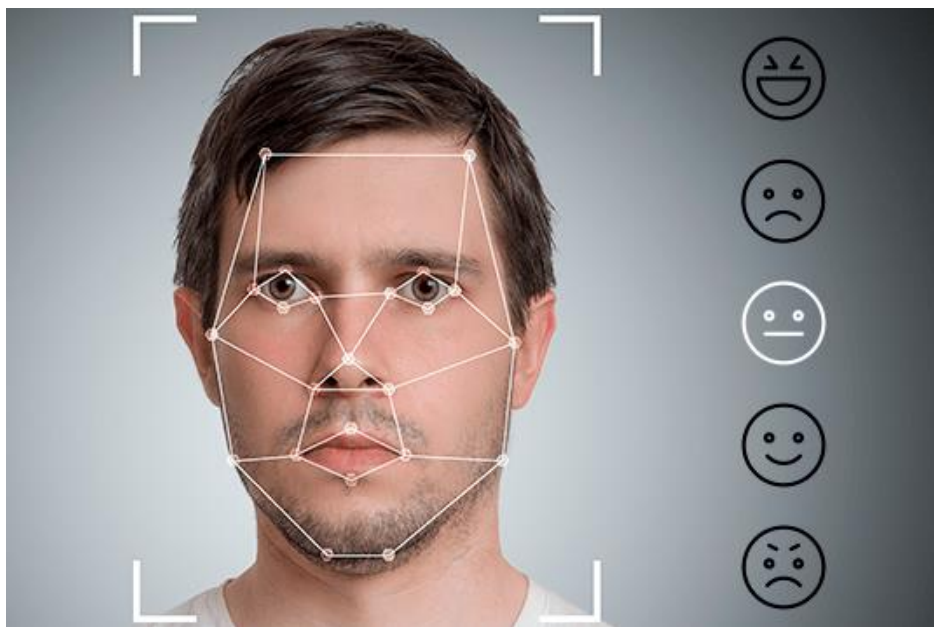


Рисунок 2 – Приклад комп'ютерного зору [4]

2. Актуальності галузі. На 2024 рік галузь віртуальної примірки одягу є важливою складовою цифрової трансформації в роздрібній торгівлі, і вона стрімко розвивається. За даними досліджень, ринок віртуальних примірок оцінюється в кілька мільярдів доларів і має стійкі темпи зростання. Наприклад:

– За звітами компанії Statista, глобальний ринок віртуальної примірки у 2023 році оцінювався у понад 3 мільярди доларів, і очікується, що до 2028 року він зросте до більш ніж 10 мільярдів [5] доларів. Це зростання зумовлено стрімким розвитком інтернет-магазинів та потребою у зниженні повернень товарів, що складають близько 30-40% всіх покупок у деяких категоріях одягу.

– За даними дослідження, проведеного Grand View Research, технологія віртуальної примірки сприяє зростанню середньої вартості замовлень на 20-30% і значно підвищує рівень задоволення клієнтів, завдяки можливості точніше обирати розмір та стиль.

Більше того, впровадження наукових підходів до вдосконалення цієї технології є необхідним для подолання численних викликів, які постають під час накладання зображення одягу на зображення людини. Сучасні методи потребують покращення точності тривимірного моделювання, коректного врахування деформацій тканин та фізичних властивостей одягу, що значно впливають на реалістичність та зручність використання технології.

Таким чином, зростання ринку віртуальної примірки одягу свідчить про важливість наукових досліджень та технологічних інновацій у цій сфері для задоволення потреб сучасних споживачів та покращення досвіду покупок.

Далі поговоримо про оклюзію, вона є однією з найбільших проблем у процесі віртуального примірювання. Оклюзія виникає, коли одна частина зображення блокує або частково закриває іншу. Наприклад, коли одяг накладається на зображення людини, можуть виникнути ситуації, коли рука чи інша частина тіла перекриває частину одягу або навпаки. Це ускладнює точне відтворення форми одягу та його взаємодії з тілом.

Для розв'язання цієї проблеми необхідно враховувати геометрію тіла людини та тривимірну структуру одягу. Зображення високої роздільної здатності допомагають зберегти деталі, але ефективне опрацювання оклюзій вимагає більш просунутих алгоритмів глибокого навчання та 3D-моделювання. Тривимірна модель тіла людини допомагає точніше визначати, яка частина тіла повинна перекривати яку частину одягу, забезпечуючи реалістичне відображення взаємодії між ними.

а. Відповідність між формою тіла і одягу. Одна з ключових проблем під час віртуального примірювання одягу полягає у правильній відповідності між формою тіла користувача та формою одягу [6]. Кожна людина має унікальну будову тіла, яка може значно відрізнятись від моделей, використовуваних під час розробки одягу. Якщо система віртуального примірювання не враховує ці відмінності, то результат буде нереалістичним. Нереалістичний результат віртуальної примірки зображений на рисунку 3.



Рисунок 3 – Неправильна відповідність між одягом та тілом [7]

Рішенням цієї проблеми може бути персоналізоване моделювання тіла на основі зображень або 3D-сканування користувача. Це дозволяє системі більш точно

адаптувати одяг до форми тіла, що, в свою чергу, підвищує реалістичність примірки. Проте це вимагає додаткових обчислювальних ресурсів і складних алгоритмів для аналізу форми та рухів тіла.

б. Деформація одягу. Одяг під час носіння зазнає деформацій, які виникають через рухи тіла, гравітацію та взаємодію з іншими предметами. У віртуальному середовищі важливо правильно відтворити ці деформації, щоб показати, як одяг виглядатиме в реальності. Наприклад, якщо рукав сорочки згинається під час руху руки, то система повинна коректно відобразити цю зміну.

Для точного моделювання деформацій необхідно використовувати симуляцію фізичних властивостей тканини, яка враховує такі фактори, як жорсткість, еластичність та вага матеріалу. Однак моделювання фізики тканини може бути обчислювально затратним, особливо при роботі з високою роздільною здатністю зображень, що потребує збалансування між точністю моделювання та швидкістю обробки.

в. Точність сегментації зображень. Для того щоб одяг правильно накладався на тіло людини, важливо правильно виконати сегментацію зображення, тобто розділити зображення на різні частини: тіло, фон, одяг. Однак автоматична сегментація може бути складною задачею, особливо коли зображення містить складні фонові об'єкти або тіні, які можуть спотворити межі між тілом і одягом. Сегментація зображення показана на рисунку 4.

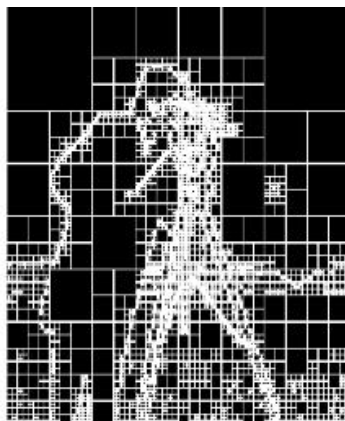


Рисунок 4 – Сегментація зображення [8]

Алгоритми глибокого навчання, зокрема нейронні мережі для сегментації зображень, можуть суттєво покращити точність розпізнавання окремих елементів зображення. Але і тут існують обмеження, пов'язані з різноманітністю умов освітлення, ракурсів та особливостей одягу, що робить задачу сегментації технічно складною.

Точність відтворення кольорів та текстур. Для реалістичного віртуального примірювання важливо точно відтворити кольори і текстури одягу. Проте, через різницю в умовах освітлення під час зйомки зображень одягу та тіла, можуть виникати проблеми з неправильним передаванням кольорів. Також складні текстури, наприклад візерунки або блиск тканини, можуть бути спотворені під час накладання на зображення.

Ця проблема потребує високої якості вихідних зображень і точних алгоритмів обробки для коректного передавання властивостей матеріалу. Крім того, необхідно враховувати взаємодію світла з матеріалом, що може вимагати додаткового рендерингу з урахуванням реалістичного освітлення.

г. Анімація та реалістичність рухів [9]. У випадку віртуального примірювання одягу для демонстрації рухів, наприклад під час ходьби або нахилів, важливо не лише відтворити правильну посадку одягу на тіло, але й адекватно показати, як одяг поводить себе під час руху. Анімація тканини, що розвивається при русі, або зміна її положення при зміні пози людини є складним завданням.

Вирішення цієї проблеми може включати використання симуляцій тканини та моделювання кінематики тіла. Проте така симуляція часто потребує великих обчислювальних ресурсів і може впливати на швидкість роботи системи, що є критично важливим для інтерактивних рішень в реальному часі.

д. Проблеми масштабування і налаштування одягу [10]. Кожен одяг має свою розмірну сітку, яка не завжди підходить для кожного користувача. Віртуальні примірочні повинні враховувати масштабування одягу, щоб він правильно відображався на людському тілі. Невірне масштабування може спричинити проблеми з накладанням одягу на тіло, що призводить до спотворення реальних пропорцій.

Системи повинні точно вимірювати параметри тіла користувача для коректного підбору розміру, що знову ж таки вимагає застосування спеціалізованих алгоритмів для аналізу зображень або 3D-моделювання тіла.

Висновок. Накладання зображення одягу на зображення людини – це складний процес, який потребує високої точності і обчислювальної потужності. Проблеми, пов'язані з оклюзією, деформацією тканин, точністю сегментації і масштабуванням, роблять цю задачу технічно складною, але водночас цікавою для наукових досліджень та впровадження інноваційних технологій у сфері електронної комерції. Рішення цих проблем значно покращить якість віртуального примірювання, що сприятиме підвищенню рівня задоволеності клієнтів і зменшенню кількості повернень товарів.

Перелік посилань

1. Smith J., Anderson P., and Williams R. "Virtual Fitting Room Technology and its Impact on Online Shopping." *Journal of Retail Innovation*, Vol. 14, No. 2, 2023, pp. 23-28.
2. Мельник І. О., Романенко С. А., Литвиненко Д. П. Моделі тривимірного моделювання у віртуальних примірках одягу. Тези VII Міжнародної конференції «Цифрова

- трансформація роздрібно́ї торгівлі». 8-10 червня 2024 р. Барселона, Іспанія. 2024. С. 128-133.
3. Новакова А. В., Петренко О. Б. Використання штучного інтелекту в віртуальних примірочних. Збірник статей XX Міжнародного наукового симпозіуму «Сучасні технології електронної комерції». 27-29 грудня 2023 р. Берлін, Німеччина. 2023. С. 97-102.
 4. Brown T., and Chen M. "Artificial Intelligence in Clothing Fit and Personalization: Challenges and Innovations." *Global Fashion Research*, Vol. 11, No. 3, 2024, pp. 72-80.
 5. Johnson L., and Park S. "Augmented Reality in Fashion Retail: Enhancing Consumer Experience." *International Journal of Digital Commerce*, Vol. 7, No. 1, 2024, pp. 45-52.
 6. Захарченко І., Дмитрук О., Савченко В. Застосування 3D-моделювання у віртуальних примірках одягу. Матеріали XXI Міжнародної конференції «Інновації та цифрові рішення в електронній торгівлі». 10-12 травня 2024 р. Лондон, Велика Британія. 2024. С. 72-77.
 7. Тищенко А., Бондаренко І. Використання алгоритмів глибокого навчання для віртуального примірювання одягу. Матеріали IV Міжнародної конференції «Розвиток штучного інтелекту в електронній комерції». 17-19 червня 2024 р. Рим, Італія. 2024. С. 88-93.
 8. Roberts K., and Lee J. "Computer Vision in Virtual Clothing Try-On Systems: Future Directions." *IEEE Transactions on Consumer Technology*, Vol. 8, No. 4, 2023, pp. 39-46.
 9. Морозова Ю., Герасименко Л. Сегментація зображень для віртуальних примірочних. Матеріали XXII Міжнародної конференції «Цифрові технології у сфері обслуговування». 3-5 квітня 2024 р. Амстердам, Нідерланди. 2024. С. 91-96.
 10. Олійник І., Кравченко А. Реалістичність рухів у віртуальних примірочних. Матеріали V Міжнародного симпозіуму «Комп'ютерне моделювання і візуалізація». 7-9 липня 2024 р. Стокгольм, Швеція. 2024. С. 121-126.