

УДК 004.4'275:004.928(045)

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВЕКТОРНОГО МОРФІНГУ ДЛЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ПРОЕКТІВ: ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ ТА КЕРУВАННЯ СЦЕНАРІЯМИ

О. А. Бобарчук¹, І. Р. Житник¹, О. В. Матвійчук-Юдіна¹,
І. З. Миклушка², Я. А. Мусулевський²

¹ Державний університет «Київський авіаційний інститут»
просп. Любомира Гузара, 1, Київ, 030158, Україна

² Національний університет Львівська Політехніка,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна

У статті розглянуто сучасні технології векторного морфінгу як інструменту створення та керування сценаріями у мультимедійних проєктах. Проведено аналіз принципів побудови ефекту морфінгу, що забезпечує плавні переходи між зображеннями за допомогою алгоритмів координатної та колірної інтерполяції. Векторний морфінг визначено як ефективний метод трансформації зображень зі збереженням структури об'єктів, що дозволяє досягти високої реалістичності анімації. Розглянуто сучасні програмні рішення, зокрема Adobe Animate, Character Animator та After Effects, які забезпечують широкий інструментарій для створення векторної анімації, а також інтеграцію між різними продуктами екосистеми Adobe. Особливу увагу приділено можливостям застосування морфінгу у створенні навчального відеоконтенту, де поєднання технологічних і творчих підходів сприяє підвищенню ефективності сприйняття інформації. У роботі визначено критерії вибору програмного забезпечення, проаналізовано процес побудови ключових кадрів, сценаріїв та ефектів. Отримані результати підтверджують, що використання векторного морфінгу у мультимедійному виробництві відкриває нові перспективи для цифрової візуалізації та навчальних технологій, роблячи відеоконтент більш динамічним, інтерактивним і привабливим.

Результати дослідження можуть бути корисними для розробки ефективних стратегій створення та застосування ефекту морфінгу у різноманітних галузях.

Ключові слова: морфінг, векторний морфінг, методи створення морфінгу, комп'ютерна анімація, векторна анімація, комп'ютерна графіка, мультимедійні технології, сценарії, Adobe After Effects, відеовиробництво, мультимедійні проєкти.

Постановка проблеми. Розробка методів і алгоритмів морфінгу в комп'ютерній анімації, що дозволяють досягти реалістичних, плавних переходів між зображеннями, покращити їх якість, властивості, наразі потребує докладного вивчення.

Проте, коли мова йде про комп'ютерну анімацію, виникає проблема реалістичних переходів між векторними зображеннями. Відсутність плавного і природнього переходу між векторними об'єктами і сценами впливає на загальний публічний досвід і здатність анімації передавати бажану інформацію та емоції. Ця проблема створює завдання розробки та застосування методів морфінгу в комп'ютерній анімації для створення плавного переходу між зображеннями. Виникає потреба знайти ефективні способи виконання інтерполяції координат точок і кольору, щоб забезпечити плавні переходи під час процесу морфінгу та зберегти цілісність векторних об'єктів і сцен.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Морфінг, як техніку комп'ютерної графіки, яка використовується для плавного переходу між двома векторними зображеннями чи об'єктами дослідили та впровадили компанії як кіноіндустрія, так і медицини [1,2]. Методи створення анімації векторного морфінгу розглянуті в практичному застосуванні під час навчального процесу підготовки фахівців видавничої спеціальності [3]. Типи векторної графіки, що застосовуються в комп'ютерній анімації, створення моделей морфінгу відеоматеріалів, ефективне програмне забезпечення для створення морфінгу - розглянуто у вітчизняних та закордонних здобутках авторів наукових праць [4-8]. Удосконалення інструментального забезпечення комп'ютерного моделювання, програмних продуктів, алгоритмів, методик наразі завдяки провідним компаніям інформаційних технологій, дозволяє покращувати якість та точність моделей морфінгу [9-11].

Мета статті полягає в аналізі існуючих методів морфінгу, який використовується в розробці оптимальних плавних, реалістичних переходів між зображеннями в комп'ютерній анімації, визначенні актуальності застосування векторного морфінгу у мультимедійному проєкті.

Основними завданнями, які необхідно вирішити, є виявлення та аналіз проблем реалістичних переходів у комп'ютерній анімації, розробка ефективних методів координатної та колірної інтерполяції для досягнення плавного морфінгу та застосування цих методів на практиці. Наступним завданням для досягнення мети є дослідження сучасних підходів та алгоритмів морфінгу, оцінки їх ефективності та порівняння зі створеними рішеннями. Це дозволить виокремити переваги та недоліки різних методів морфінгу, визначити найбільш оптимальний підхід для досягнення плавних переходів між зображеннями в комп'ютерній анімації.

Виклад основного матеріалу дослідження. На тлі стрімкого розвитку цифрових технологій нові інструменти та підходи до створення анімації та візуальних ефектів мають велике значення. Морфінг (або метаморфоза) - це техніка комп'ютерної анімації, що дозволяє плавно перетворювати один об'єкт чи зображення в інший шляхом поступового зміщення їх форми, текстури, анімаційних параметрів чи інших характеристик (рис. 1.). Існує декілька методів морфінгу, включаючи векторний морфінг, текстурний морфінг та інші [1]. Кожен з цих методів має свої особливості та використовується залежно від конкретних потреб проєкту.



Рис. 1. Анімація бігу методом векторного морфінгу

Векторний морфінг — це процес перетворення одного зображення в інше плавним переходом через проміжні стани за допомогою векторних властивостей об'єктів [2]. Використовується у кінофільмах, рекламі, веб-дизайні та інших мультимедійних проєктах.

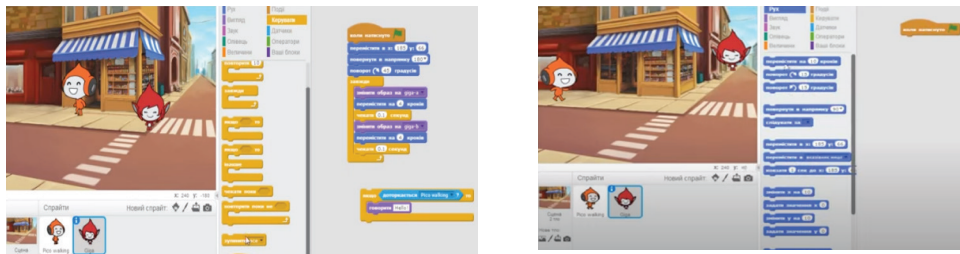


Рис. 2. Маркери-мітки в анімації векторного морфінгу

Ефект морфінгу є оригінальним, реалістичним і, як правило, фахівці з анімації надають йому перевагу. Крім того, векторний морфінг викликає у дизайнерів бажання навчитися якісно використовувати вже існуючий візуальний контент.

Для створення цього ефекту використовують щонайменше два зображення, на яких художник встановлює опорні/ключові фігури [3] або точки, так звані, маркери або мітки, залежно від програмного забезпечення (рис. 2).

Робота зі сценаріями включає в себе визначення початкового та кінцевого стану об'єктів, встановлення ключових кадрів та параметрів анімації для визначення плавного переходу між ними. Управління часом анімації, швидкістю зміни об'єктів та регулюванням параметрів анімації грає важливу роль у створенні плавних трансформацій. Таким чином, методи морфінгу у відео які, загалом, мало чим відрізняються від морфінгу нерухомих зображень, вимагають коригування позицій маркерів у часі [4]. Морфінг також часто використовується для створення комп'ютерної анімації, де метою є не досягнення ефекту перетворення одного об'єкта в інший, а лише побудова проміжного стану між двома або більше ключовими позиціями анімованого об'єкта [5]. Однак технологічний прогрес зробив морфінг більш доступним і розширив сферу його застосування.

Розробники різних мультимедійних проєктів наразі підкреслюють динамічність та гнучкість векторного морфінгу, спільно з використанням сценаріїв керування, відкриваючи нові перспективи у створенні ефективних та інтерактивних візуальних рішень для користувачів інформаційних технологій, застосовуючи творче програмне забезпечення [6]. Серед відомих у світі фахівців, що застосовують сценарії векторного морфінгу є американські художники-програмісти: *Джон Уїтні (John Whitney)* – піонер векторної анімації, що використав техніку морфінгу для створення плавних переходів між формами та об'єктами [7]; *Кейсі Пієзер (Casey Reas)* – поєднав програмування, векторну графіку та медіа-арт, де векторний морфінг використовується для створення абстрактних візуальних ефектів; *Джошуа Девіс (Joshua Davis)* застосував векторні графіки та морфінг, щоб створювати мультимедійні абстрактні та динамічні графічні ефекти для веб-дизайну, інтерактивних інсталяцій та багато інших фахівців виробництва морфінгу в різних галузях, включаючи мультимедійні видання, анімацію, ігрову індустрію, освітні проєкти.

Власне, для створення анімаційного навчального відеоролику здійснено аналіз програмних платформ керування сценаріями морфінгу, а також деякі алгоритми та методи. Розглянемо декілька найпопулярніших, сучасних і зручних варіантів програмного забезпечення (ПЗ):

- *Adobe Animate*
- *Adobe Character Animator*
- *Adobe After Effect*

Дані ПЗ мають великий зручний інструментарій для створення анімації, хоч і не кожна з цих програм створена спеціально для анімації [8]. Здійснимо аналіз наведеного програмного інструментарію для створення видів морфінгу.

Adobe Animate - це нова та вдосконалена версія *Adobe Flash Professional* (рис. 3). Вона дозволяє користувачам створювати інтерактивну векторну графіку та 2D анімацію для використання у відео, рекламі, іграх та на телебаченні. Персонажі, аватари, фігури та інші об'єкти можна анімувати за допомогою керування часовою шкалою [9]. Однак, єдиним, але суттєвим недоліком використання даного програмного забезпечення для створення анімації є те, що всі ключові кадри анімації доводиться писати власноруч, що є довготривалим кропітким процесом.

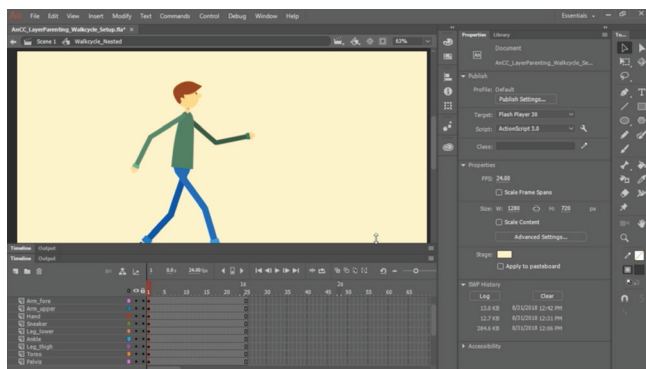


Рис. 3. Робочий інтерфейс *Adobe Animate*

Наступним програмним забезпеченням, яке варто розглянути в дослідженні, є *Adobe Character Animator* (рис. 4). Ця програма представляє собою ще один інструмент в арсеналі компанії Adobe для створення анімаційного контенту [10]. У порівнянні з *Adobe Animate*, *Character Animator* має свої унікальні можливості, які зробили його популярним серед аніматорів та відеоігрових розробників.

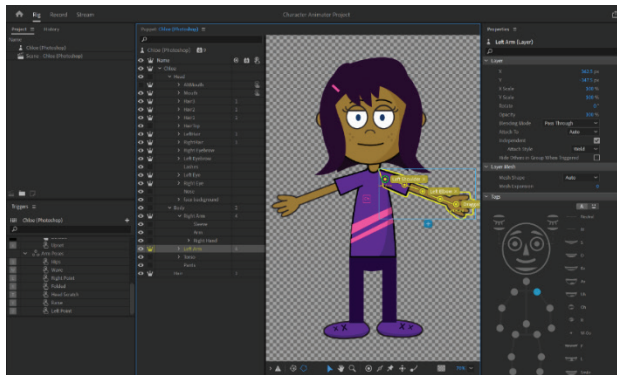


Рис. 4. Робочий інтерфейс *Adobe Character Animator*

Основна особливість *Adobe Character Animator* полягає у тому, що вона дозволяє створювати живі анімаційні персонажі у 2D форматі, використовуючи захоплення руху. Це означає, що користувачі можуть контролювати рухи та вирази обличчя персонажів за допомогою веб-камери та мікрофона. Програма автоматично відстежує рухи користувача та відтворює їх на анімованому об'єкті, створюючи враження живого персонажу.

Крім захоплення руху, *Adobe Character Animator* також має вбудовані інструменти для синхронізації голосу, створення різних емоцій та виразів обличчя, а також для анімації рук та ніг персонажа. Програма дозволяє швидко створювати анімаційні відеоролики та серіали, що робить її ідеальним інструментом для відеоігрової індустрії, мультимедійного контенту та освітніх проєктів.

Загалом, *Adobe Character Animator* відкриває нові можливості для аніматорів та творців відеоконтенту, дозволяючи їм швидко та ефективно створювати живі анімаційні персонажі з реалістичними рухами та виразами. Наприклад, персонаж може бути створений в *Illustrator* або *Photoshop*, імпортований в *Character Animator*, налаштований за допомогою тегів, а потім анімований рухами власного обличчя за допомогою веб-камери.

На завершення, варто згадати про можливості програмного забезпечення *Adobe After Effects* (рис. 5). Це програмне забезпечення, з огляду назви, призначене для створення та редагування різних ефектів у відео та анімаціях. Проте його можливості не обмежуються лише цим – завдяки своєму високофункціональному інтерфейсу та розширеним інструментам, *After Effects* [11] володіє ідеальними можливостями для створення ефективних векторних анімацій.

У порівнянні з *Adobe Animate*, *After Effects* має більш широкий функціонал. Він дозволяє не лише створювати анімаційні об'єкти, але й працювати з ними на

глибшому рівні. Крім того, можна ретельно налаштовувати кожен об'єкт і його взаємодію з ефектами, застосовувати складні анімаційні траєкторії та переходи. Важливою особливістю є прописування як власноруч, так і за допомогою інструментів програми ключові кадри, що значно спрощує та розширює можливості анімаційного процесу.

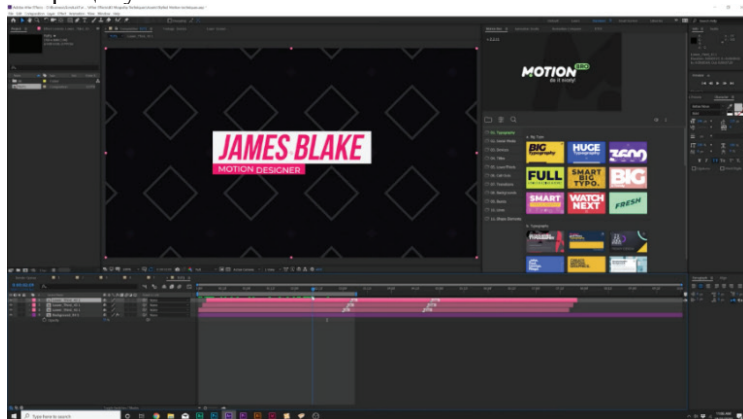


Рис. 5. Інтерфейс *Adobe After Effect*

Окрім цього, *After Effects* ідеально поєднується з іншими продуктами *Adobe*, що створює великий простір для творчості та ефективної роботи. Зокрема, можна легко створювати векторні об'єкти у *Adobe Illustrator* і анімувати їх безпосередньо в *After Effects*, зберігаючи при цьому всі налаштування та деталі. Дані функції роблять *Adobe After Effects* надзвичайно популярним серед моушн-дизайнерів та аніматорів, надаючи їм необмежені можливості для втілення творчих ідей у життя.

При проведенні аналізу програмного забезпечення можна стверджувати, що для створення анімації векторного морфінгу найбільш зручним є *Adobe After Effect* через зрозумілий інтерфейс та доступність для початківців [12]. *Adobe After Effects* відомий своєю широкою функціональністю та можливостями для створення якісних векторних анімацій. Його інтуїтивно зрозумілий інтерфейс дозволяє швидко освоїти базові та складні функції програми, що робить його ідеальним вибором для початківців у сфері анімації. Крім того, *Adobe After Effects* має велику спільноту користувачів і доступ до безліч онлайн-ресурсів та навчальних матеріалів, що допомагає новачкам швидко розвиватися і вдосконалювати свої навички в анімації.

При впровадженні даного програмного забезпечення у власно розробленого проєкту інтерактивного відео для навчального процесу можна констатувати, що обране відповідне програмне забезпечення надасть можливість створити якісне відео без додаткової пост обробки під час процесу монтажу. Але ж для більш якісної організації візуального матеріалу у освітньому відео-ролику важливо обрати необхідне зручне програмне забезпечення, через яке буде створено монтаж усіх елементів.

Серед найбільш популярних варіантів обрано придобні програмні редактори зі зрозумілим інтерфейсом. Дані програмні редактори, що можуть конкурувати між собою за наданими критеріями, а саме:

- *Vegas Pro*;
- *Adobe Premiere Pro*;
- *Premiere Pro*.

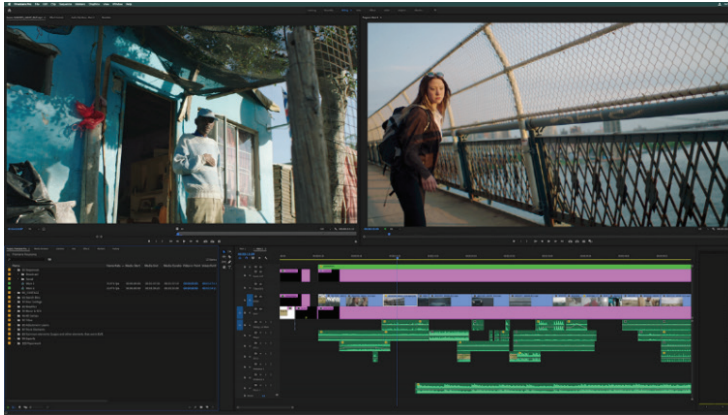


Рис. 6. Робочий інтерфейс *Premier Pro*

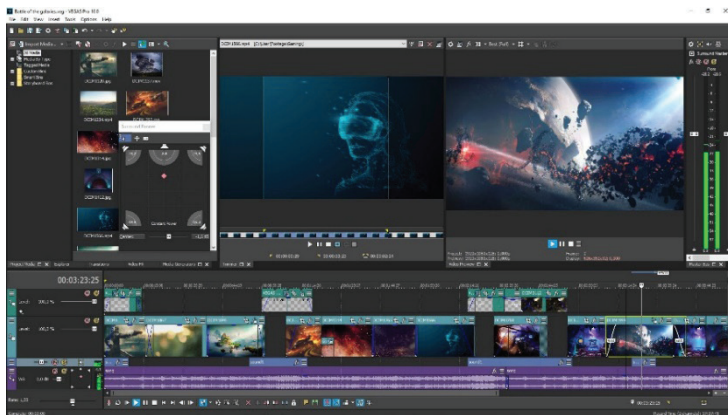


Рис. 7. Робочий інтерфейс *Adobe Premiere Pro*

Однією з важливих особливостей програм є їх сумісність з іншими продуктами Adobe, зокрема, можливість працювати з такими платформами, як Photoshop, After Effects і Audition.

Такі інструменти та методи дозволяють розробити і керувати ефектами морфінгу, створюючи плавні та ефектні анімації чи переходи між об'єктами. В дослідженні при створенні відео для навчального процесу використовується векторне зображення з упорядкованою структурою, що перетворюється шляхом редагування на інше зображення з такою ж структурою, але з іншим розташуванням графічних фігур, їхніми контурами, розміром, кольором тощо [13]. 3

кількох таких зображень можна легко створити проміжне зображення. На цьому етапі для плавного переходу до наступного зображення можна використовувати лінійну інтерполяцію координат точок (Рис.8), що складають векторну фігуру, або інтерполяцію кольору обведення чи заливки. інтерактивне навчальне відео для фахівців мультимедійних технологій.

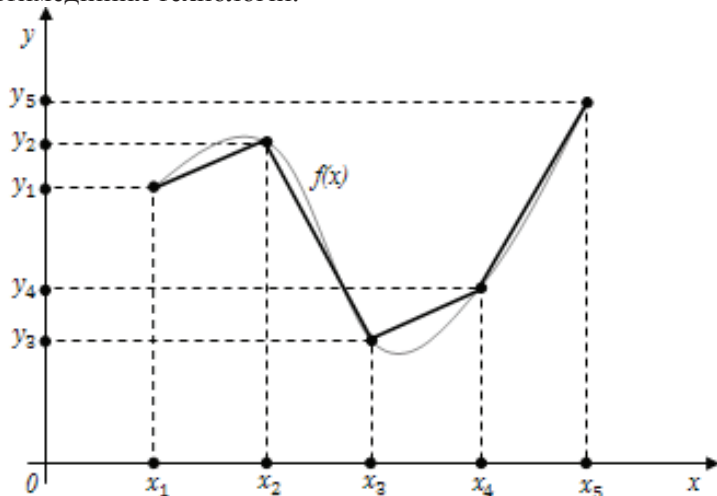


Рис. 8. Лінійна інтерполяція координат точок

Створення ефекту векторного морфінгу, а саме зміну форми векторних об'єктів за допомогою великої кількості інструментів використано у процесі застосування ефекту, виокремлено інструменти «*контур*», «*переміщення*», «*поворот*». Після опрацьовано морфінгу в анімації, до кожного з інструментів було застосовано ключові кадри, які закріплюють стан об'єктів на таймлайні в певний момент. Поетапні зміни форми та кольору векторних об'єктів на інші, а саме перетікання квадрату в коло, кола в трикутник, та трикутника у квадрат, щоб анімація мала повний цикл зображено на рис.9.

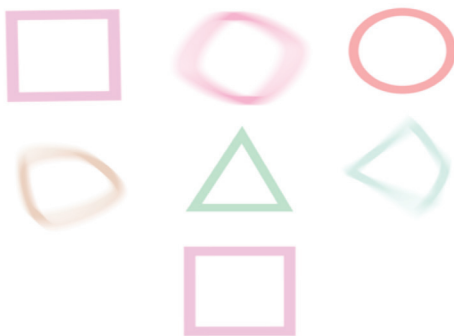


Рис. 9. Впровадження анімаційного морфінгу в проєкті мультимедійного видання

Створене навчальне відео, є актуальним, через те, що ефект морфінгу використовується у роботах вітчизняних дизайнерів, аніматорів. Даний ефект відкриває нові можливості для цікавої візуалізації будь-якого мультимедійного матеріалу, з метою зацікавлення користувача.

Для векторних растрових зображень (шаблонів) [14] інтерполюються їхні переміщення та криві. Таке перетворення називається *лінійним морфінгом* векторних зображень. Лінійний морфінг векторних зображень полягає у перетворенні одного векторного об'єкта в інший через плавні зміни його форми та структури. Під час цього процесу інтерполюються переміщення та криві об'єктів, щоб забезпечити плавний перехід від одного до іншого. Це особливо корисно для створення анімацій, переходів між різними елементами векторного малюнка або шаблону. Лінійний морфінг дозволяє створювати зображення з гармонійними змінами, що робить його популярним інструментом у графічному дизайні, веб-розробці та комп'ютерній анімації.

Отже, обраний програмний продукт *Adobe Premiere Pro* для роботи зі створенням відео дійсно відповідає нашим очікуванням і вимогам. Його вибір обумовлений декількома ключовими факторами, які визначають його переваги перед іншими програмами. По-перше, *Adobe Premiere Pro* гарантує високу якість обробленого матеріалу, що є надзвичайно важливим для успішного проекту. Він надійно відтворює кольори, звук і зображення, забезпечуючи бездоганний результат.

По-друге, зрозумілий інтерфейс *Adobe Premiere Pro* робить процес роботи ефективним і простим. Швидко освоюються основні функції програми і ефективно використалися у власному проєкті без додаткового навчання.

Крім того, можливість безперешкодної роботи з іншими продуктами *Adobe* є великим плюсом для *Adobe Premiere Pro*. Завдяки інтеграції з *Adobe Photoshop* та *Adobe After Effects* користувачі можуть легко і швидко імпортувати файли та ресурси з цих програм без втрати якості.

Не менш важливою є підтримка усіх форматів від *Adobe*, що дозволяє безперешкодно інтегрувати файли з різних джерел у відеоряд. Це забезпечує гнучкість і універсальність в роботі з матеріалами, що дуже важливо для виконання різноманітних завдань і проєктів. Таким чином, за допомогою обраного програмного забезпечення було створено сценаріїв анімації векторного морфінгу. На рисунку 10 відображено поетапні зміни форми елементів та кольори векторних об'єктів.

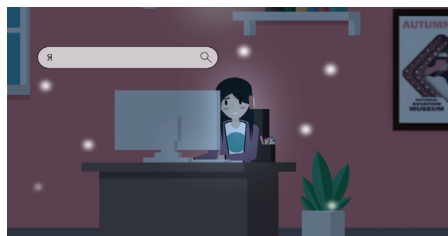
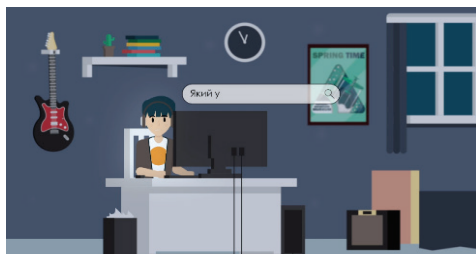


Рис. 10. Векторний морфінг у проєкті створення навчального відео

Завдяки поєднанню технологічних досягнень та художнього креативу, морфінг став важливою складовою цифрової обробки анімації, дозволяючи створювати ефекти, які раніше були неможливі або вельми складні для втілення в мультимедійних проєктах. Його роль у відеопродукції надзвичайно важлива, і він продовжує вражати фахівців своєю досконалістю.

Висновки. Технології виробництва морфінгу та засоби керування сценаріями стали важливою складовою в сучасній сфері комп'ютерних анімаційних ефектів. Дана технологія знайшла своє використання в різних галузях, включаючи: кіно-індустрію, анімацію, веб-дизайн, освітній контент тощо. Засоби керування сценаріями дозволяють впроваджувати анімаційні рішення, створювати більш складні та інтерактивні візуальні ефекти. Необхідно відзначити, що розвиток таких технологій продовжується, і вони залишаються все більш доступними і потужними завдяки постійним дослідженням, інноваціям як міжнародних так і вітчизняних науковців в галузі комп'ютерних наук. Інтеграція вітчизняного досвіду у технології векторного морфінгу та сценаріїв у різні сфери індустрії сприяє створенню нових, цікавих та ефективних віртуальних рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Britannica. Computer animation. URL: <https://www.britannica.com/topic/computer-animation> (дата звернення: 09.06.2023).
2. JY Kang, Byung Suk Lee Application of morphing technique with mesh-merging in rapid hull form generation International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering Volume 4, Issue 3, September 2012, Pages 228-240.
3. Adobe.What is morphing? A complete guide to morphing animation.: Adob. URL: <https://www.adobe.com/creativecloud/animation/discover/morphing-in-animation.html>. (дата звернення: 11.06.2023).
4. Основи комп'ютерної анімації: лабораторний практикум / Бобарчук О. А., Батрак О. Г., Гніденко І. А. К.: НАУ, 2024. 58 с. URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/66449>.
5. Лобода С. М., Родіонова О. В. Застосування мультимедійних технологій у підготовці бакалаврів технічних спеціальностей. / Збірник наукових праць «Наукові записки Малої академії наук України». № 23 (2022). С. 76-84. <http://doi.org/10.51707/2618-0529-2022-23-09>.
6. Teras, M., Raghunathan, S. (2015). Big data visualisation in immersive virtual reality environments: embodied phenomenological perspectives to interaction. ICTACT Journal on Soft Computing, 05 (04), 1009–1015. doi: <https://doi.org/10.21917/ijsc.2015.0141>.
7. Матвійчук-Юдіна О. Пеліова Я., Несторенко Т., Світові тенденції розвитку освітніх систем [Електронний ресурс] : Наукові записки БДПУ. 2022. — Вип.3 с. 60-69.
8. O.Kulitsa, V. Tverdokhlib, O. Matviichuk-Yudina, V. Romaniuk, D. Narolskyi Video Stream Intensity Control Technology Based on the Selection Of Compression Process Parameters and Block Encoding 2022 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory ATIT-2022-15-16.22., p.304-308.
9. Cerdas, F., Kaluza, A., Erkisi-Arici, S., Böhme, S., Herrmann, C. (2017). Improved Visualization in LCA Through the Application of Cluster Heat Maps. Procedia CIRP, 61, 732–737. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.160>.

10. Vector Type Morphing - Transitions vectorielles maitrisées entre vos lettres sur After Effects URL: <https://mattrunks.com/fr/formations/after-effects/vector-type-morphing-transitions-vectorielles-maitrisees-entre-vos-lettres> (дата звернення: 11.06.2023).
11. Best Animation Software. URL: <https://www.g2.com/categories/animation> (дата звернення: 09.06.2023).
12. The best video editing software. URL: <https://www.creativebloq.com/features/best-video-editing-software-for-designers> (дата звернення: 09.06.2023).
13. Best Free Video Recording Software. URL: <https://recorder.easeus.com/screen-recording-tips/free-video-recording-software.html> (дата звернення: 09.06.2023).
14. Bandicam software. URL: <https://www.bandicam.com/> (дата звернення: 09.06.2023).

REFERENCES

1. Britannica. Computer animation. URL: <https://www.britannica.com/topic/computer-animation> (date of application 09.06.2023.) (in English).
2. JY Kang, Byung Suk Lee Application of morphing technique with mesh-merging in rapid hull form generation International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering Volume 4, Issue 3, September 2012, Pages 228-240 (in English).
3. Adobe.What is morphing? A complete guide to morphing animation.: Adob. URL: <https://www.adobe.com/creativecloud/animation/discover/morphing-in-animation.html>. (date of application 11.06.2023.) (in English).
4. Osnovy kompiuternoi animatsii: laboratornyi praktykum / Bobarchuk O. A., Batrak O. H., Hnidenko I. A. K.: NAU, 2024. 58 p. URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/66449> (in Ukrainian).
5. Loboda S. M., Rodionova O. V. (2022). Zastosuvannia multymediinykh tekhnolohii u pidhotovtsi baka-lavriv tekhnichnykh spetsialnostei. / Zbirnyk naukovykh prats «Naukovi zapysky Maloi akademii nauk Ukrainy». № 23 76-84.<http://doi.org/10.51707/2618-0529-2022-23-09>. (in Ukrainian).
6. Vector Type Morphing - Transitions vectorielles maitrisées entre vos lettres sur After Effects URL: <https://mattrunks.com/fr/formations/after-effects/vector-type-morphing-transitions-vectorielles-maitrisees-entre-vos-lettres> (date of application 11.06.2023.) (in English).
7. Matviichuk-Yudina O., Peliova Ya., Nestorenko T. Svitovi tendentsii rozvytku osvitykh system. Naukovi zapysky BDPU. 2022. Vyp.3. 60-69. (in Ukrainian).
8. Best Animation Software. URL: <https://www.g2.com/categories/animation> (date of application 11.06.2023.) (in English).
9. The best video editing software. URL: <https://www.creativebloq.com/features/best-video-editing-software-for-designers> (date of application 11.06.2023.) (in English).
10. Best Free Video Recording Software. URL: <https://recorder.easeus.com/screen-recording-tips/free-video-recording-software.html> (date of application 11.06.2023.) (in English).
11. Teras, M., Raghunathan, S. (2015). Big data visualisation in immersive virtual reality environments: embodied phenomenological perspectives to interaction. ICTACT Journal on Soft Computing, 05 (04), 1009–1015. doi: <https://doi.org/10.21917/ijsc.2015.0141> (in English).
12. Bandicam software. URL: <https://www.bandicam.com/> (date of application 11.06.2023.) (in English).

13. O. Kulitsa, V. Tverdokhlib, O. Matviichuk-Yudina, V. Romaniuk, D. Narolskyi Video Stream Intensity Control Technology Based on the Selection Of Compression Process Parameters and Block Encoding 2022 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory ATIT-2022-15-16.22., p.304-308 (in English).
14. Cerdas, F., Kaluza, A., Erkisi-Arici, S., Böhme, S., Herrmann, C. (2017). Improved Visualization in LCA Through the Application of Cluster Heat Maps. *Procedia CIRP*, 61, 732–737. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.160> (in English).

doi: 10.32403/1998-6912-2025-2-71-115-127

MODERN TECHNOLOGIES OF VECTOR MORPHING FOR MULTIMEDIA PROJECTS: TOOLS FOR CREATING AND MANAGING SCENARIOS

O. A. Bobarchuk¹, I. R. Zhytnyk¹, O. V. Matviychuk-Yudina¹,
I. Z. Myklushka², Ya. A. Musulevskyi²

¹ State University “Kyiv Aviation Institute”
1 Lyubomyr Huzar Ave., Kyiv, 030158, Ukraine
oleksandr.bobarchuk@npp.kai.edu.ua

² Lviv Polytechnic National University,
19 Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
ihor.z.myklushka@lpnu.ua

The article examines modern vector morphing technologies as tools for creating and managing scenarios in multimedia projects. The research focuses on the principles and mechanisms of morphing that ensure smooth and realistic transitions between vector images through coordinate and color interpolation. Vector morphing is defined as an advanced method for transforming graphical objects while preserving their structure, providing visual accuracy and continuity. The relevance of this technique is emphasized in animation, web design, and educational video production.

A comparative analysis of software environments—Adobe Animate, Adobe Character Animator, and Adobe After Effects—is conducted to evaluate their functionality, user interface, and suitability for morphing-based animation. Adobe After Effects is identified as the most flexible and efficient platform due to its timeline management, compatibility with other Adobe tools, and support for keyframe scripting. These features make it valuable for both beginners and professionals in motion design.

The paper highlights the use of morphing techniques in interactive learning videos, where dynamic transformations help visualize complex concepts and enhance viewer engagement. In this context, morphing serves not only as a transition effect but also as a creative instrument for communication and education.

The study concludes that the combination of technological innovation and artistic creativity in vector morphing expands the expressive potential of digital animation. The improvement of morphing algorithms and the accessibility of animation software contribute to its widespread use across cinema, advertising, interactive media, and digital learning. The findings provide recommendations for optimizing morphing workflows and underline the importance of scenario management tools in achieving high-quality multimedia results.

The results of the research can be useful for the development of effective strategies for creating and applying the morphing effect in various fields.

Keywords: *morphing, vector morphing, morphing creation methods, computer animation, vector animation, computer graphics, multimedia technologies, scripts, Adobe After Effects, video production, multimedia projects.*

Стаття надійшла до редакції 18.09.2025.

Received 18.09.2025.