

ИНТЕРПОЛАЦИЈА У СОФТВЕРИМА ЗА АНИМАЦИЈУ**INTERPOLATION IN ANIMATION SOFTWARE**Тијана Баварчић, Бојан Бањанин, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – ГРАФИЧКО ИНЖЕЊЕРСТВО И ДИЗАЈН**

Кратак садржај – Предмет рада је процес интерполације, који се одвија у позадини софтвера намењених анимацији и видео обради. Кроз рад објашњен је начин на који интерполација функционише и направљена је подела интерполације према врсти и алгоритму који се у том процесу покреће. Дат је преглед софтвера, који су у своје функционалности уврстили и AI интерполацију. У практичном делу рада направљен је увид у генерисане интерполације у *Moho* софтверу за анимацију.

Кључне речи: Интерполација, Анимација, Кључни кадрови, Линеарна интерполација, Безијерове криве, Безијерова интерполација, AI интерполација, *Moho*

Abstract – The work focuses on the interpolation process that runs in the background of video editing and animation software. This document presents an explanation of the operation of interpolation and divides it based on the kind and algorithm used to initiate the process. An overview of the software, which integrated AI interpolation in its functionality, was provided at the end of this study. In the practical part of this work, an insight was made into the generated interpolations in the *Moho* animation software.

Keywords: Interpolation, Animation, Keyframes, Linear interpolation, Bezier curves, Bezier interpolation, AI interpolation, *Moho*

1. УВОД

Како би се креирала радња у секвенци анимације, неопходно је дефинисати почетну и крајњу тачку за ту акцију на временској линији. Креиране тачке односно положаји називају се кључни кадрови (*eng. keyframe*) [1]. Процес креирања стања која се налазе између та два кључна кадра назива се интерполација [2].

2. ТЕОРИЈСКИ ДЕО

Алгоритам интерполације попуњава празнине између кључних кадрова како би створио глатко и флуидно кретање. Основна идеја је да се попуни “празан

простор” између кључних кадрова, чиме се добија континуирано и природно кретање. У традиционалној анимацији овај процес се ради ручно и познат је као твининг (*eng. tweening*) [3].

Постоје три основне врсте интерполације [4]:

- 1) просторна,
- 2) визуална и
- 3) временска.

Просторна интерполација односи се на смер у којем се елементи крећу у простору. Она укључује анимирање позиције, оријентације и величине елемента. У зависности од типа путање по којој се анимирани објекат креће постоје:

- Линеарна просторна интерполација - кретање се одвија по правој путањи.
- Нелинеарна просторна интерполација - кретање се одвија по кривама неправилног облика.

Визуална интерполација односи се на визуалне карактеристике елемената, као што су боја, транспаренција, облик, текстура и слично [4].

Временска интерполација односи се на брзину којом се објекти крећу током времена, обухватајући и сва убрзање и успорења објеката. Као и код просторне, и код временске интерполације постоје две врсте:

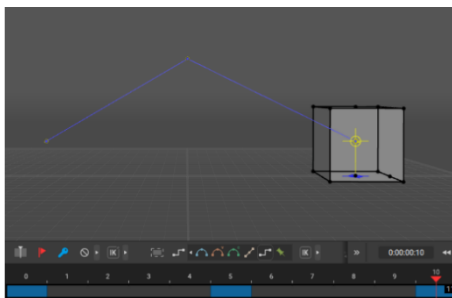
- Линеарна временска интерполација - резултује једноличним механичким покретима. Промена брзине кретања објеката генерише се у једнаким временским размацима.
- Нелинеарна временска интерполација - укључује и убрзање и успорење, те резултује мање предвидивим али природнијим покретима.

Различити типови интерполације користе различите методе за израчунавање вредности, који се грубо могу описати као правила која се користе за креирање међуположаја унутар интервала [3]:

- 1) Интерполација корака (слика 1) - анимирани објекти мењају своје позиције креирајући кључне кадрове, али се међуположаји не израчунавају [3,5,6].

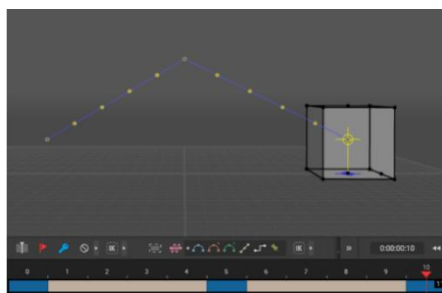
НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији је ментор био др Бојан Бањанин, доцент.



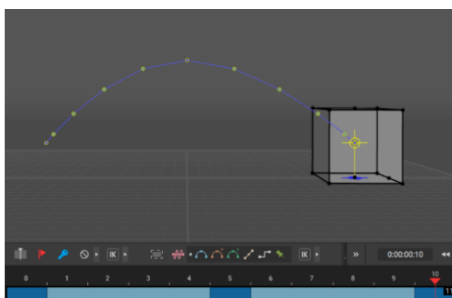
Слика 1. Интерполација корака [6]

2) Линеарна интерполација (слика 2) - анимирани објекти се крећу константном брзином између кључних кадрова. Кључни кадрови креирани линеарном интерполацијом обојени су беж бојом на временској линији [3,5,6].



Слика 2. Линеарна интерполација [6]

3) Нелинеарна (Безијева) интерполација (слика 3) - анимирани објекти се крећу према положајима генерисаним дуж Безијеве криве између кључних кадрова, уз ефекат убрзања на почетку и успорења при крају. Безијева интерполација резултује мање предвидивим и живљим покретима и променама, и заглађеним прелазом између различитих врста интерполације. Кључни кадрови креирани Безијевом интерполацијом обојени су светло плавом бојом на временској линији [3,5,6].



Слика 3. Безијева интерполација [6]

Обзиром на то да Безијева крива може бити дефинисана и усмерена већим бројем тачака од почетне и крајње, разликује се начин на који софтвери врше прорачун интерполације. У зависности од броја аргумената, Безијева крива може бити [7]:

- Линеарна (Безијева крива првог степена) - крива која повезује две тачке користећи линеарну интерполацију, о којој је раније било речи.
- Квадратна (Безијева крива другог степена) - крива која користи три тачке за креирање закривљеног облика.
- Кубна (Безијева крива трећег степена) - крива која користи четири тачке за постизање сложености и прецизније закривљености.
- Опште - криве које користе више од четири тачке и омогућавају већу сложеност и прецизност. Користе се напредним графичким апликацијама и дизајну, као што су векторски едитори [7].

Једне од најпознатијих метода нелинеарне интерполације су *ease-in* и *ease-out*. Такође, успорени почетак и успорени крај могу се заједно примењивати у склопу анимације уз коришћење опције *ease-in-out* и других варијација ове методе [8].

Осим самих кривих, интерполација узима у обзир и контролне тачке, које дефинишу облик криве и омогућавају детаљније контролисање начина на који се објекат креће између кључних кадрова [8].

Са напретком вештачке интелигенције, појавила се потреба за генерисањем AI алата намењених интерполацији, и додавањем ове функционалности у најпопуларније софтвере за анимацију и видео монтажу [9]. Такви AI алати прилагођавају број фрејмова који се приказују у секунди видеа према спецификацијама излазног уређаја (све чешће је то 30fps и више, уместо 24fps), креирају финије прелазе међу кадровима, и брину се о томе да анимација тече глатко, без прекида. Неки од најпознатијих софтвера који су увели AI интерполацију су: *UniFab Smoother AI* са *Smoother* функцијом; *Flowframes* који нуди опције избора жељеног алгорита на основу хардвера рачунара; *Topaz Video Enhance AI* који поседује функцију интерполације покрета и стабилизације треперења; *SmoothVideo Project* познат по томе што претвара видео записе у 60fps или више фрејмова у реалном времену; *Adobe Premiere Pro* нуди опције ручне и аутоматске интерполације са прилагодљивим подешавањима за жељене ефекте [9].

3. ПРАКТИЧНИ ДЕО

У оквиру практичног дела мастер рада „Дизајн и анимација карактера за 2Д краткометражни анимирани филм“ коришћен је *Moho* софтвер за анимацију. *Moho* поседује различите генерисане вредности интерполације: *Smooth*, *Linear*, *Ease In/Out*, *Ease In*, *Ease Out*, *Bezier*, *Step*, *Noisy*, *Bounce*, *Elastic* и *Cycle* [11-15]. Приликом анимације у склопу мастер рада коришћена је доминантно *Smooth* интерполација. *Smooth* интерполација функционише по принципу уграђене функције *Slow In* односно *Ease In*, односно акција се успорава када достигне крајњу позицију. Употребом *Smooth* интерполације постиже се природнији осећај кретања, који имитира кретање објеката у стварном свету [11].

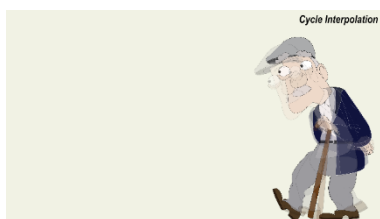
У сврху овог научног рада, одабрано је неколико акција присутних у анимацији у склопу мастер рада

„Дизајн и анимација карактера за 2Д краткометражни анимирани филм“, и на њад њима су примењени различити типови интерполације.

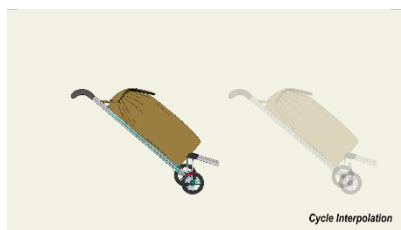
Cycle интерполација, користи се за креирање глатких, понављајућих анимација попут ходања, трептања, трчања или махања руком. Употребљава се и у сценама где су одређени покрети идентични или се одвијају континуирано, без потребе за подешавањем сваког појединачног корака. Употребом *Cycle* интерполације штеди се време и постиже конзистентност у анимацији. *Cycle* интерполација може се применити на групе костију, објеката или *layer*-а [12]. У склопу анимације одабране су следеће акције на које је примењена *Cycle* интерполација: лет голуба, дедино кретање и померање точкића током кретања колица (слике 4, 5 и 6). Све три радње састоје се од идентичних корака који се циклично понављају – голуб маше крилима, деда прави идентичне кораке, а точкићи на колицима се стално okreћу на исти начин. Први корак био је риговање (*eng. rigging*) објеката и повезивање *layer*-а са костима скелета. Први и последњи генерисани *keyframe* морају да имају идентичне вредности, како би се анимација одвијала неометано. На последњу групу *keyframe*-ова примењена је *Cycle* интерполација. Појављује се плава повратна стрелица, која сугерише смер у ком се понавља анимација [15].



Слика 4. *Cycle* интерполација [15]



Слика 5. *Cycle* интерполација [15]



Слика 6. *Cycle* интерполација [15]

Elastic интерполација користи се за стварање анимација које имају ефекат еластичног или "резистентног" кретања. *Elastic* интерполација симулира начин на који се објекти понашају када се

растегну и врате у свој првобитни облик, као да су направљени од еластичног материјала. Овај тип интерполације карактерише брзо започињање покрета, који се успорава до крајње позиције. У крајњој тачки објекат може накратко одскочити мало изван те позиције, али се потом враћа [10,14]. У склопу анимације одабрана је акција када голуб кљуцне деду, и на њу је примењена *Elastic* интерполација. Постигнут је ефекат при ком се голубова глава брзо враћа у почетни положај, али се истовремено енергично растеже како би голуб кљуцнуо деду (слика 7) [15].



Слика 7. *Elastic* интерполација [15]

Bounce интерполација користи се за креирање ефекта одскока током анимације. Она додаје реалистичан осећај "треперења" или кратких, брзих покрета када објекат дође до своје крајње позиције. Такође, ова интерполација генерише занимљив однос објекта са површином о коју се одбија, односно са којом интерагује. У дијалогу *Bounce* интерполације могуће је дефинисати број и висину одскока [13]. У склопу анимације за овај тип интерполације одабрана су акције у којима објекти интерагују са подлогом: паклица цигарете и штап падају на под. На тај начин се стиче бољи утисак о томе од каквог су материјала направљени објекти: паклица је лакша од штапа, с тога брже и лакше одскаче од подлоге, док је штап већих димензија и тежи, с тога он не одскаче превисоко и предалеко од подлоге (слике 8 и 9) [15].



Слика 8. *Bounce* интерполација [15]



Слика 9. *Bounce* интерполација [15]

4. ЗАКЉУЧАК

Како би аниматори и видео креатори имали већу контролу над крајњим резултатом анимирања, неопходно је да разумеју процес интерполације. Са све већим развојем модерне технологије, и експанзијом видео и анимираног садржаја данас, интерполација поприма нове облике и добија још већи значај. Вештачка интелигенција допринеће квалитету интерполације у наредним годинама.

5. ЛИТЕРАТУРА

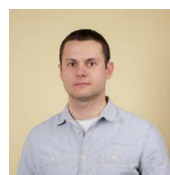
- [1] "What is keyframing", Adobe. [Online]. Доступно: <https://www.adobe.com/creativecloud/video/discover/keyframing.html> [Пристапљено: 1.9.2024.]
- [2] "Interpolation, easing and smoothing", Webflow University. [Online]. Доступно: <https://university.webflow.com/lesson/interpolationeasing-and-smoothing?topics=layout-design> [Пристапљено: 1.9.2024.]
- [3] "Keyframe Interpolation", Brush Ninja. Доступно: <https://brush.ninja/glossary/animation/keyframeinterpolation/> [Пристапљено: 1.9.2024.]
- [4] М. Теклић, "2Д анимација у покретној графици", дипломски рад, Свеучилиште у Загребу, , 2011. [Online]. Доступно: <https://core.ac.uk/download/pdf/53878812.pdf>, [Пристапљено: 1.9.2024.]
- [5] "Comprehensive Guide to Interpolation Animation for Animators", Business of animation. [Online]. Доступно: <https://businessofanimation.com/a-thorough-guide-to-interpolationanimationforanimators/#:~:text=In%20this%20blog,%20we%20explored%20what%20interpolation%20animation%20is,%20how> [Пристапљено: 1.9.2024.]
- [6] "Interpolation", Cascadeur. [Online]. Доступно: https://cascadeur.com/help/tools/timeline_tools/interpolation#:~:text=Interpolation%20is%20a%20method%20of%20calculating%20character%20poses%20in%20the [Пристапљено: 1.9.2024.]
- [7] М. Heckel, "Cubic Bézier: from math to motion", blog.maximeheckel.com. [Online]. Доступно: <https://blog.maximeheckel.com/posts/cubic-bezier-from-math-to-motion/> [Пристапљено: 2.9.2024.]
- [8] V. S. Suresh, "Animation Principles in UI Design: Understanding Easing", Medium. [Online]. Доступно: <https://medium.com/motion-in-interaction/animation-principlesinuidesignunderstandingeasingbea05243fe3#:~:text=Easein%20:%20when%20the> [Пристапљено: 2.9.2024.]
- [9] "Top 12 AI Frame Interpolation Tools to Enhance Video Smoothness on Windows, Mac, & Online", UniFab. [Online]. Доступно: <https://unifab.ai/resource/ai-frame-interpolation-tools> [Пристапљено: 2.9.2024.]
- [10] Moho Animation Software "Moho Quick Tips - "Elastic Interpolation", YouTube, Dec. 12, 2022. [Online] <https://www.youtube.com/watch?v=RBguDoa1Ln8> [Пристапљено: 27.9.2024.]
- [11] McCoy Buck, "Moho Animation Tutorial : Keyframe Interpolation & Motion Graph", YouTube. June 6, 2024. [Online]. Доступно: <https://www.youtube.com/watch?v=JGBmEWPqSbc> [Пристапљено: 27.9.2024.]

- [12] Moho Animation Software "15. Animation Cycles" YouTube. Sept 14, 2023. [Online]. Доступно: <https://www.youtube.com/watch?v=Tzv4Wi-JqsA&t=5sRBguDoa1Ln8> [Пристапљено: 3.10.2024.]
- [13] Moho Animation Software "Anime Studio 10 - Pro - Bounce, Elastic and Stagger Interpolation - Tutorial" YouTube. Feb 28, 2014. [Online]. Доступно: <https://www.youtube.com/watch?v=quPPBMJFsms&t=15s> [Пристапљено: 3.10.2024.]
- [14] Victor Paredes – Tazatriste "Elastic interpolation - Moho Tutorial - Part 1", YouTube. Sept 17, 2020. [Online]. Доступно: <https://www.youtube.com/watch?v=Tln61IaTzMc&t=13s>, [Пристапљено: 3.10.2024.]
- [15] Т. Баварчић, „Дизајн и анимација карактера за 2Д краткометражни анимирани филм“, мастер рад, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука Нови Сад, Србија, 2024.

Кратка биографија:



Тијана Баварчић рођена је у Сенти 2000. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Графичког инжењерства и дизајна одбранила је 2024. године. Контакт: bavarcictijana@gmail.com



Бојан Бањанин рођен је у Новом Саду, 1986. године. Гимназију „Јован Јовановић Змај“ у Новом Саду завршава 2005. године, након које уписује Факултет техничких наука, одсек Графичко инжењерство и дизајн на Универзитету у Новом Саду. 2010. године брани Мастер рад из предмета Писмо и типографија на Факултету техничких наука. Контакт: bojanb@uns.ac.rs