

2D animacija u pokretnoj grafici

Teklić, Martina

Master's thesis / Diplomski rad

2011

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts / Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:652051>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-31**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU,
GRAFIČKI FAKULTET

MARTINA TEKLIĆ

2D ANIMACIJA U POKRETNOSTI I GRAFICI

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2011.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU,
GRAFIČKI FAKULTET

DIZAJN GRAFIČKIH PROIZVODA

2D ANIMACIJA U POKRETNJOJ GRAFICI

DIPLOMSKI RAD

Mentorica:
Doc.dr.sc. JESENKA PIBERNIK

Studentica:
MARTINA TEKLIĆ

ZAGREB, 2011.

SAŽETAK

Animacija je u svojoj srži umjetnost pokreta, te pokret u animaciji postaje moćno sredstvo prenošenja poruke. 2D animacija podrazumjeva oblikovanje pokretnih sličica u dvodimenzionalnom prostoru. Pri tome, da bi ona uspješno vizualno komunicirala, potrebno je poštivati zakone pokreta iz prirode, te zakone pokreta u 2D animaciji koji su uspostavljeni kroz prve animirane filmove, no i zakone konstrukcije prostora uspostavljene tokom stoljeća povijesti umjetnosti. U animaciji je bitna i dimenzija vremena, koje se mjeri u sličicama u sekundi. Prostor i vrijeme se ujedinjuju kompozicijom sekvence, pri čemu se mogu koristiti forme kontinuiteta, te forme diskontinuiteta. Na animaciju se postavljaju određeni tehnički zahtjevi, koji ponajviše ovise o njenoj namjeni: video, televizija, film, Internet ili CD-ROM. Ovi tehnički zahtjevi mogu biti ograničavajući, stoga je nekada potrebno raditi kompromise na račun oblikovanja, efekata ili kvalitete sve sa svrhom da ju krajnji korisnik može nesmetano pregledavati. Animacija namjenjena za multimediju ima posebne zahtjeve koji proizlaze iz njene interaktivnosti. Da bi ona zadovoljila krajnjeg korisnika, potrebno je detaljno isplanirati svaki korak izrade, uzeti u obzir sva ograničenja, te obaviti potrebna testiranja. Animacija ima svoj određeni proces izrade koji se razlaže na pripremnu fazu, konceptualizaciju ideja, te na samu izvedbu. Naposljetku, svaki element animacije ima svoje rođenje, život i smrt, a priča svoj početak i kraj, premda ne mora biti ispričana tim redoslijedom. Animacija omogućuje manipulaciju prostorom i vremenom i u njoj nema ograničenja za maštu.

Ključne riječi: 2D animacija, pokret, tehnička ograničenja na animaciju, interaktivna animacija, kompozicija sekvence

ABSTRACT

Animation is essentially the art of movement, and movement in the animation becomes a powerful tool for transmitting messages. 2D animation involves forming movable frames in two-dimensional space. To achieve effective visual communication it is necessary to respect the natural laws of motion and the laws of motion in 2D animation, which were established through the first animated films, but also the laws of spatial composition established during the centuries of art history. Usage of time is also crucial in animation, and it is measured in frames per second. Space and time are unified through sequential composition, where you can use forms of continuity and forms of discontinuity. Animation has its own technical con-

straints, which largely depend on its purpose: video, television, film, Internet or CD-ROM. These technical constraints can be restrictive, so it is sometimes necessary to compromise in formatting, using effects, or quality so the end-user can browse animation without any disturbance. Animation designed for multimedia has its special requirements arising from its interactivity. In order for the end-user to be satisfied it is necessary to thoroughly plan every step of production, to take into account all constraints, and perform necessary testing. Animation has its own particular process of making which consists of the preparatory phase, the conceptualization of ideas and the performance itself. Finally, each element of the animation has its birth, life and death, and a story has its beginning and end, although it does not need to be told in that particular order. Animation allows the manipulation of space and time and in animation there is no limit to the imagination.

Keywords: 2D animation, movement, technical constraints on animation, interactive animation, sequential composition

SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| 1 Uvod | 8 |
| 2 Animacija: definicija, razvoj i zakonitosti..... | 10 |
| 2.1 Pokret..... | 10 |
| 2.2 Uvjeti za animaciju..... | 11 |
| 2.3 Animacija sličicu po sličicu..... | 13 |
| 2.3.1 Vrste animacije sličicu po sličicu..... | 14 |
| 2.4 Interpolacija..... | 17 |
| 2.4.1 Prostorna interpolacija..... | 18 |
| 2.4.2 Vizualna interpolacija..... | 18 |
| 2.4.3 Vremenska interpolacija..... | 19 |
| 2.5 Digitalna konvergencija..... | 20 |
| 2.6 Zakonitosti animacije..... | 20 |
| 2.6.1 Tempiranje u animaciji..... | 26 |
| 3 Tehnički zahtjevi pri kreiranju 2D animacije za određene medije..... | 28 |
| 3.1 Raster i vektor..... | 29 |
| 3.2 Rezolucija i veličina datoteke..... | 31 |
| 3.3 Brzina izmjene sličica..... | 32 |
| 3.4 Brzina prijenosa podataka i pojasna širina..... | 33 |
| 3.5 Kompresija..... | 33 |
| 3.5.1 Prostorna kompresija..... | 34 |
| 3.5.2 Vremenska kompresija..... | 34 |
| 3.6 Programi za 2D animaciju: programi koji koriste grafičke znakove..... | 35 |
| 3.6.1 Kreiranje animacije sa 2D animacijskim programima koji koriste grafičke znakove..... | 36 |
| 3.7 Pohrana 2D animacija za određenu namjenu..... | 38 |
| 3.7.1 Pohrana 2D animacija za video i televiziju..... | 38 |
| 3.7.2 Pohrana 2D animacija za film..... | 38 |
| 3.7.3 Pohrana 2D animacija za prikaz na računalu..... | 39 |
| 3.7.4 Prethodno renderirana 2D animacija za prikaz na Internetu..... | 39 |

| | |
|--|----|
| 4 Kreiranje interaktivne 2D animacije za multimediju..... | 40 |
| 4.1 Vrste animiranih objekata u multimediji..... | 40 |
| 4.2 Odnos animacije i interaktivnosti..... | 41 |
| 4.3 Razvoj interaktivne animacije: rane igre, hipertekst i World Wide Web..... | 42 |
| 4.4 Pristupi u načinu kreiranja interaktivne animacije..... | 45 |
| 4.4.1 Adobe Director..... | 45 |
| 4.4.2 Adobe Flash..... | 46 |
| 4.4.3 Adobe Dreamweaver..... | 46 |
| 4.5 Upotreba vremenske linije..... | 47 |
| 4.6 Tehnički zahtjevi na interaktivnu animaciju..... | 48 |
| 4.7 Vrste animiranih objekata na Web-u..... | 50 |
| 4.7.1 Gumbi..... | 50 |
| 4.7.2 Rollover..... | 51 |
| 4.7 Pomični objekti..... | 52 |
| 4.8 Animirani GIF..... | 53 |
| | |
| 5 Upotreba i konstrukcija prostora i vremena u 2D animaciji..... | 56 |
| 5.1 Definiranje prostora u 2D animaciji..... | 56 |
| 5.2 Konstruiranje i upotreba 2D prostora..... | 58 |
| 5.2.1 Principi kompozicije..... | 59 |
| 5.2.2 Jukstapozicija i superimpozicija..... | 64 |
| 5.3 Mjerenje vremena u animaciji..... | 65 |
| 5.4 Brzina kretanja i izmjene elemenata..... | 65 |
| 5.5 Kompozicija sekvence: forme kontinuiteta i forme diskontinuiteta..... | 66 |
| 5.5.1 Forme kontinuiteta..... | 66 |
| 5.5.1.1 Prostorni kontinuitet..... | 67 |
| 5.5.1.2 Grafički kontinuitet..... | 67 |
| 5.5.1.3 Vremenski kontinuitet..... | 67 |
| 5.5.1.4 Kontinuitet događaja..... | 68 |
| 5.5.2 Forme diskontinuiteta..... | 69 |
| 5.5.2.1 Prostorni diskontinuitet..... | 69 |
| 5.5.2.2 Vremenski diskontinuitet..... | 69 |
| 5.5.3 Tehnike manipuliranja vremenom..... | 70 |
| | |
| 6 Od ideje do realizacije..... | 71 |
| 6.1 Proces kreiranja animacije..... | 71 |
| 6.1.1 Pripremna faza..... | 71 |

| | | |
|---------|--|----|
| 6.1.2 | Konceptualizacija..... | 72 |
| 6.1.3 | Izvedba..... | 76 |
| 6.1.3.1 | Komponiranje..... | 76 |
| 6.1.3.2 | Određivanje redoslijeda ili sekvenciranje..... | 79 |
| 6.1.3.3 | Uspostavljanje tempa animacije..... | 81 |
| 6.1.3.4 | Uspostavljanje ritma animacije..... | 81 |
| 6.2 | Pričanje priče putem animacije..... | 82 |
| 6.2.1 | Izrada naracije..... | 84 |
| 6.2.2 | Karakterizacija likova..... | 85 |
| 7 | Zaključak..... | 87 |
| 8 | Literatura..... | 89 |

1 UVOD

Pokretna grafika je grafika koja koristi tehnike animacije sa svrhom kreiranja iluzije pokreta ili transformacije elemenata. Animacija sama po sebi jest upravo umjetnost pokreta. U današnjem svijetu susrećemo se sa njom gotovo svakodnevno: u televizijskim reklamama, u špicama filmova i televizijskih emisija, u glazbenim spotovima, na Internetskim stranicama, u raznim multimedijским aplikacijama, pa i prilikom samog klika mišem na ekranu monitora. Animiranje grafičkih elemenata čini iskustvo gledatelja i/ili korisnika dubljim, zadržava njegovu pažnju, budi određene emocije i reakcije te na taj način animacija se koristi kao moćno sredstvo prenošenja poruke.

U radu će se definirati animacija s posebnim naglaskom na pokret kao njen ključni dio i ključno sredstvo prenošenja poruke. 2D animacija se razlaže na dvije osnovne vrste: animacija sličicu po sličicu i animacija korištenjem interpolacije. Sličica predstavlja svojevrsnu jedinicu mjerenja vremena u animaciji. Pod terminom "sličica po sličica" podrazumjeva se kreiranje iluzije pokreta izmjenom sličica u vremenskom periodu, pri čemu jedna sličica predstavlja jedan trenutak u pokretu elementa. Sličice koje opisuju glavne promjene scene nazivaju se ključne sličice, dok se sličice koje kreiraju prijelaze među njima nazivaju međusličice. Opisat će se vrste animacije sličicu po sličicu sve do suvremene, računalne animacije, koja i vodi sljedećoj vrsti, odnosno animaciji korištenjem interpolacije. Interpolacijom se međusličice automatski generiraju što znatno ubrzava i olakšava cijeli proces animacije.

Iako su računala znatno promijenila način izrade 2D animacije, zakonitosti ostaju iste kao i kod tradicionalnih tehnika. Što zbog opsega posla, što zbog pokušaja savladavanja brojnih programa za animaciju i tehničkih ograničenja, velik dio današnjih 2D animacija ne poštuje tradicionalne zakonitosti i principe animiranja, što daje loše rezultate. Stoga će se u radu opisati osnovne zakonitosti pokreta koje se temelje na zakonima prirode, te principi koji potječu još od prvih Disney-evih animiranih filmova da bi se shvatila njihova važnost, jer loše kreirana iluzija pokreta ne prenosi uspješno poruku te stvara odbojnost kod publike i/ili potencijalnih kupaca.

S obzirom da se većina današnjih 2D animacija izrađuje na računalima, rad se bavi tehničkim aspektima izrade te mogućnostima i ograničenjima specifičnima za određenu vrstu ispostave (video, televizija, film, računalo, Internet). Opisat će se osobine mogućih vrsta korištenih računalnih grafika (raster ili vektor), te obraditi problematika određivanja rezolucije, brzine izmjene sličica te kompresije s obzirom na namjenu animacije. Svi ovi aspekti su iznimno bitni i potrebno ih je detaljno odrediti da bi krajnji korisnik mogao nesmetano pregledavati animaciju. Budući da je u današnje vrijeme jako raširena interaktivna

animacija koja ima svoje posebnosti, ona će se obraditi u zasebnom poglavlju. Interaktivna animacija pridonosi odgovornosti sustava te daje korisniku snažnu povratnu poruku produbljujući njegov doživljaj. U radu će se imenovati i opisati osnovne vrste objekata koji se mogu naći u interaktivnoj animaciji: pozadinski, sadržani, motivirani i reaktivni objekti. Tri osnovna principa izrade iste opisat će se na primjerima tri programa: Adobe Director, Adobe Flash i Adobe Dreamweaver. Interaktivna animacija je tehnički najograničenija vrsta animacije s obzirom da se generira u toku izvođenja, te ovisi o trenutnim i prethodnim akcijama korisnika, što je posebno izraženo ako je namjenjena za izvođenje na Internetu. Stoga se često moraju raditi kompromisi u vizualnom oblikovanju radi omogućavanja nesmetanog izvođenja iste. U radu će se opisati elementi koji utječu na veličinu i kvalitetu izvođenja animacije, te na brzinu reagiranja na akciju korisnika.

Da bi 2D animacija bila atraktivna, privlačna gledateljima i uspješno prenosila poruku, osim zakonitosti pokreta mora poštivati i zakonitosti upotrebe prostora i vremena. Konstruiranje prostora u animaciji potječe od zakona uspostavljenih tokom stoljeća povijesti umjetnosti. Stoga će se u radu opisati principi kompozicije primjenjeni na animaciju: jedinstvo, ravnoteža, odnos lika i pozadine, upotreba negativnog prostora, upotreba kontrasta, odnos elemenata i ruba, smjer, veličina i razmjer, ponavljanje i različitost, te uspostava vizualne hijerarhije elemenata kompozicije. U samom komponiranju sekvence postoje dva glavna pristupa: kontinuitet i diskontinuitet. Postoje četiri vrste kontinuiteta: prostorni, grafički, vremenski i kontinuitet događaja. Kontinuirano editiranje ima prilično stroga pravila koja su se razvijala skupa s razvojem filma, a služe vođenju gledatelja kroz priču. Nasuprot formama kontinuiteta stoje forme diskontinuiteta koje krše tradicionalna pravila editiranja a služe stavljanju naglasaka na osjećaje, a ne na priču. Bitno je shvatiti da se poruka može uspješno prenijeti i uz kršenje pravila, ali samo ukoliko animator sam zna zašto ih krši.

Kao zadnje poglavlje rada bit će predstavljen proces izrade animacije od prve, pripreme faze u kojoj se definiraju ciljevi, publika i stil, preko konceptualizacije u kojoj se ideje stvaraju, evoluiraju, izabiru i usavršavaju te se prenose u formu "*storyboard*"-a i animatika, pa sve do samog procesa izrade u kojem je stavljen naglasak na komponiranje, sekvenciranje te uspostavljanje tempa i ritma animacije. Posebno se izdvaja izrada naracije animacije, te karakterizacija likova. Animacija u totalu mora odati dojam jedinstva, u kojem svaki element ima svoje rođenje, život i smrt: rođenje predstavlja njegov ulazak u kadar, vrijeme provedeno u kadru predstavlja njegov život, te smrt predstavlja njegov izlazak iz kadra.

2 ANIMACIJA: DEFINICIJA, RAZVOJ I ZAKONITOSTI

Animacija se može definirati na nekoliko razina. Gledano općenito, animacija je čin davanja života, interesa, pokreta ili aktivnosti nekomu ili nečemu ili samo svojstvo živosti, aktivnosti i snage. Riječ “animacija” potječe od latinske riječi “anima” što znači “duša”, stoga se možemo figurativno izraziti da se animiranjem daje duša nečemu. U filmskom jeziku pojam “animacija” se odnosi na proces izrade animiranog filma, te na sam animirani film. Animaciju možemo opisati i kao niz statičnih slika čijom se izmjenom daje iluzija pokreta. S obzirom da je u samoj srži animacije upravo pokret, možemo ju definirati i kao umjetnost pokreta.

Dvije osnovne vrste animacije su 2D i 3D animacija. 2D animacija podrazumjeva kreiranje pokretnih sličica u dvodimenzionalnom prostoru.

2.1 POKRET

Pokret je univerzalan jezik. Kod animacije pokret može imati veći učinak nego sam objekt koji se animira. On sam po sebi može biti poruka i može jasno odraziti određenu emociju. Primjerice, ukoliko se animirani objekti gibaju brzo i u raznim smjerovima, može se dobiti dojam razigranosti ili kaosa. Ako se pak animirani objekt giba vodoravno, pravocrtno i polagano, dobije se dojam smirenosti. Ako se taj isti objekt postavi na tamnu pozadinu i animira se prozirnost, tako da izgleda kao da polako izvire iz pozadine, dobije se dojam misterije. Mogućnosti su brojne, stoga je pokret jedno od najmoćnijih načina izražavanja u animaciji.

Jezik pokreta¹ proučava kako se pokret koristi za što učinkovitiju komunikaciju. S tehničke strane gledano, učiniti da se objekti kreću je jednostavan zadatak. Postizanje jasne poruke pokretom je znatno teži zadatak. Komunikacija pokretom uključuje dva aspekta:

1. što se kreće?
2. kako se kreće?

Aspekt načina kretanja podrazumjeva kinetičku formu i njenu gramatiku, koja je definirana prostornom i vremenskom dimenzijom pokreta. Kinetička forma sama po sebi može iskazati cijeli niz emocija i ideja, koje se umnožavaju u kombinaciji sa samim objektom: slikom, tekstom i/ili zvukom.

Značenje pokreta na ekranu zasniva se na zakonitostima vizualnog komuniciranja i umjetničkim tehnikama. Dok percipira vizualne, zvučne i kinetičke informacije kroz period vremena, um ih nastoji organizirati u priču, makar ona bila potpuno apstraktna. Priča mora

1 eng. *motion literacy*

imati početak, sredinu i kraj, mada ne mora nužno biti ispričana tim redosljedom. Animator mora biti svjestan plastičnosti vremena, te slijedom toga mogućnosti da manipulira istim. Na taj način, vrijeme zajedno s pokretom postaje strukturalni element dizajna i služi svrsi prijenosa poruke.

2.2 UVJETI ZA ANIMACIJU

Dva osnovna uvjeta omogućuju animaciju u smislu doživljaja gledatelja i mogućnosti izrade i prikaza.

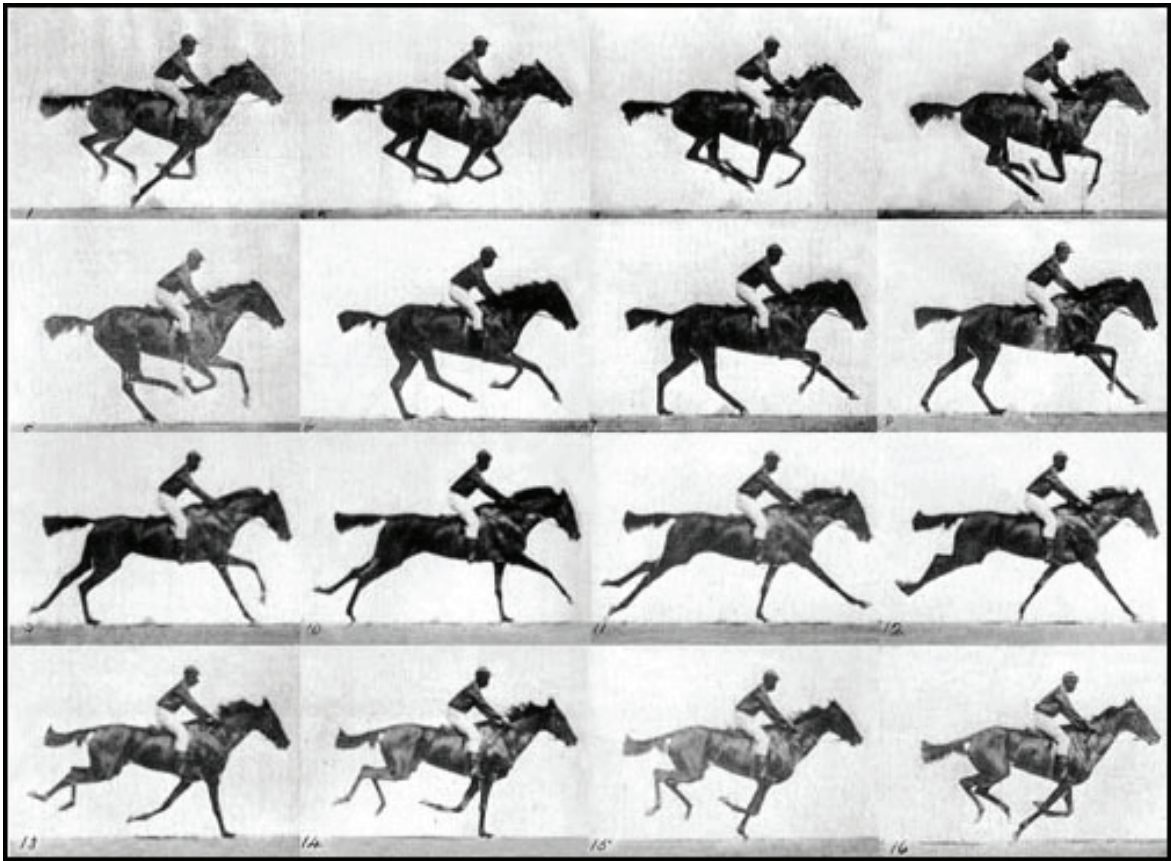
1. Tromost oka

Prvi uvjet vezan je uz fizikalnu osobinu oka koja omogućuje stvaranje iluzije pokreta. Kada se niz slika koje se izmjenjuju određenom brzinom postavi ispred ljudskog oka, one se prividno stope jedna s drugom, i više se ne doživljavaju kao odvojene slike, nego kao jedna pokretna. Ova optička iluzija događa se zahvaljujući tromosti oka. Naime, retina oka zadržava sliku djelić sekunde nakon što slika izađe iz vidnog polja. Iz navedenog proizlazi pitanje o minimalnoj brzini izmjene sličica da bi se one stopile u jednu. Većina ljudi jasno vidi razliku između 4 sličice u sekundi. Kada se taj broj poveća na 8, slike se počinju stapati ali još uvijek djeluju trzavo. Prilikom izmjene 12 sličica u sekundi iluzija kontinuiranog pokreta je već mnogo bolja, no da bi se postigao lijep, gladak pokret, potrebna je izmjena od 24 sličice u sekundi.

2. Mehanizam za snimanje pokretnih slika

Razvitak mehanizama za snimanje pokreta počinje izumom fotografije. Joseph Nicéphore Niepce izumio je 1827. godine film i snimio prvu fotografiju: "*Pogled sa prozora u Le Grasu*". Film je zapravo bio metalna površina prekrivena petrolejskim derivatom bitumenom. William Henry Fox Talbot 1840. godine kreirao je fotografiju iz negativa iz kojeg se mogao proizvesti neograničen broj pozitiva. Eadweard Muybridge² i njegovi eksperimenti također su bitni u proučavanju i stvaranju animacije. On je izveo niz eksperimenata kojima analizira različite tipove pokreta kod ljudi i životinja. Jedan od najpoznatijih izveden je 1880. 24 statične kamere čiji su okidači bili povezani žicom bile su smještene u pažljivo planiranim intervalima duž trkaće staze. Svaki put kad bi konj stao na žicu, okidač bi opalio i snimila bi se fotografija. Rezultat je studija pokreta konja u trku kroz 24 fotografije, koju animatori koriste kao referencu i dan danas (*Slika 2.1*).

2 Eadweard Muybridge (9. travnja 1830. - 8. svibnja 1904.) bio je fotograf porijeklom iz Britanije, poznat prvenstveno po ranom korištenju višestrukih fotoaparata da uhvati kretanje, te po zoopraksiskopu, uređaju za projiciranje pokretnih slika koji se koristio prije današnje celuloidne filmske trake.



Slika 2.1: Primjer 16 fotografija studije trka konja Eadweard Muybridge-a

1888. William K. Laurie Dickson pod vodstvom mentora Thomasa Edisona, izumio je filmsku kameru koja je mogla snimati mirne objekte, a nazvali su je "kinetograf". Edison je shvaćao da je sljedeći logičan korak izum mehanizma projekcije slika, no zapostavio je taj rad, što je otvorilo prostor braći Lumière da se probiju sa svojim sustavom za projekciju filmova.

1892. Emile Reynaud učinio je sljedeći korak izumom "Optičkog kazališta" (*Theatre Optique*), koje je dozvoljavalo projekciju slika na veliko platno, te time omogućilo da u projekciji sudjeluje veća publika. Slike su slikane na dugu vrpcu namotanu na dva kotura. Ova oprema za projekcije imala je dva nedostatka. Prvi je taj što je bila krhka, a drugi što je njome morao upravljati ručno vješt operater, što je često bio sam Reynaud.

Braća Lumière se učinila preokret izumom mehaničkog sustava za projekciju fotografskih slika. 1895. godine u Parizu predstavili su film "*La Sortie des Usines*", koji je prikazivao izlazak radnika iz tvornice. Bio je to prvi film koji je kombinirao snimku pokreta živih bića sa mehaničkom projekcijom.

Prva kinematografska predstava organizirana za publiku koja plaća održana je u Parizu 28.12.1895. U to vrijeme to je bila velika atrakcija, te se predstava već nakon nekoliko mjeseci prikazivala u Londonu pred kraljicom Viktorijom. Ti prvi filmovi prikazivani su brzi-

nom od 16 sličica u sekundi, filmska vrpca je bila duga 50 stopa, a trajali su oko 50 sekundi. Filmska industrija je rođena i zanimanje se jako brzo širilo Europom i SAD-om, te su filmovi postajali glavnom formom masovne zabave.

U prosincu 1937. Disney je predstavio prvi dugometražni animirani film, u cijelosti crtan rukom, "Snjeguljica i sedam patuljaka" (Slika 2.2).



Slika 2.2: Insert iz Disney-evog animiranog filma "Snjeguljica i sedam patuljaka iz 1937.

Od kraja 19. stoljeća, kada se industrija počela razvijati, do danas, svjedočili smo i svjedočimo masovnom razvoju industrije, ali i masovnom razvoju očekivanja publike. Na animaciju se postavljaju veliki zahtjevi. U početku su ljudi bili fascinirani samim pojmom prikaza kretanja objekata iz okoline na velikom ekranu, danas publika očekuje da vidi nemoguće prikazano na jako realan način.

2.3 ANIMACIJA SLIČICU PO SLIČICU

Termin "sličica po sličica" označava animaciju koja je kreirana izmjenom sličica u nekom vremenskom periodu. Jedna od najranijih metoda animacije sličicu po sličicu jest takozvani

“*flip book*”. Svaki list papira sadržava jedan crtež, jednu fazu pokreta, a dojam pokreta postiže se brzim listanjem listova papira. Što se više sličica izmijeni u sekundi, to je pokret življi i uvjerljiviji.

Vrijeme u filmovima mjeri se upravo sličicama. Animacija sličicu po sličicu sadrži dva tipa sličica: ključne sličice³ i međusličice⁴. Ključne sličice predstavljaju glavne promjene scene. Koriste se kao vodič za konstruiranje međusličica koje kreiraju prijelaz između ključnih sličica. Broj međusličica varira ovisno o pokretu ili promjeni koja se nastoji postići. Općenito govoreći, malen broj međusličica rezultira brzim promjenama i grubim pokretima, dok veći broj međusličica kreira glađe prijelaze. Brzina izmjene sličica u kino filmovima iznosi 24 sličice u sekundi⁵ (f.p.s.). U američkom sustavu kodiranja (NTSC) iznosi 30 f.p.s., a u europskom i australskom (PAL) 25 f.p.s. Za animacije namjenjene za web brzina je često 15 f.p.s.

Digitalna tehnologija znatno je ubrzala proces izrade animacije. Različiti programski paketi mogu oponašati tradicionalne tehnike animacije bez upotrebe filmske kamere. Trošak materijala se smanjio, iako postoje novi troškovi, kao što su troškovi programskih paketa, računalne opreme, te obrazovanja radna snaga. Redukcija vremena, rada i drugih troškova ipak opravdava korištenje digitalne produkcije.

2.3.1. VRSTE ANIMACIJE SLIČICU PO SLIČICU

1. Rukom crtana animacija

U ranim danima animacije svaki crtež se crtao na papiru. Upotreba prozirnih celuloidnih folija znatno je unaprijedila proces animacije jer je omogućila duže i dotjeranije uradke. Ručno bojanje između prethodno nacrtanih kontura objekata dovelo je do formiranja stila koji se povezivao sa kinematografskom animacijom: plošna područja boje omeđena tankim crnim linijama.

Upotreba prozirnih celuloidnih folija značila je to da se nepomični dijelovi scene nisu morali ponovno crtati svaki put kada je kadar fotografiran. Tako se svaki kadar sastojao od nekoliko slojeva: donji sloj je bila naslikana pozadina na papiru preko kojeg je dolazilo maksimalno sedam prozirnih folija. Veći broj folija bi utjecao na gustoću boje pozadine.

Proces kreiranja rukom crtane animacije sastoji se od sljedećih koraka:

1. prvi korak je crtanje pozadine na papiru. Pritom se koriste držači i papir s perforacijama da se osigura pravilan registar svakog crteža. Crteži se zatim fotografiraju, sličicu po sličicu. Takav razvijen film omogućuje animatoru da provjeri pokrete likova u ranoj

3 eng. *key frames*

4 eng. *in-between frames*

5 eng. *frames per second, f.p.s.*

fazi dok se promjene još uvijek mogu lako napraviti. Ovaj proces poznat je pod nazivom “*pencil test*” ili “*line test*”.

2. nakon toga crteži se dodatno reduciraju prilikom čega se uklanjaju sve suvišne linije te se tako uređeni crteži predaju tragačima⁶ koji postavljaju prozirne folije preko papira tako da svaka folija bude u registru, te pažljivo precrtavaju konture crteža tankim crnim linijama. Folije se zatim predaju slikarima, koji prostor između linija ispunjavaju posebnom bojom za animaciju, i to po naličju folija da potezi kistom ne bi bili vidljivi.

3. nakon čišćenja folija od otisaka prstiju, prenose se na rostrum fotoaparata⁷ postavljen okomito na stalku sa polarizirajućim svjetlom koje uklanja refleksiju s folija. “Sendviči” od folija se zatim postavljaju na točno određenu poziciju na platformi ispod fotoaparata, redosljedom definiranim u uputama za snimanje⁸. Pritom sloj na dnu služi kao pozadina. Osobe koje postavljaju i izmjenjuju folije moraju nositi pamučne rukavice, da bi se spriječili otisci prstiju po folijama, koji bi kasnije bili vidljivi na filmu. Svaka sličica se fotografira posebno, jedna po jedna, stoga je to dugotrajan i zahtjevan posao.

S obzirom na današnji napredak tehnologije, animiranje rukom uz pomoć prozirnih folija je suvišno u velikim produkcijama. Ova metoda se ipak još uvijek koristi za specijalne umjetničke produkcije ili za studentske radove.

2. Animacija “direktno na film”

Ovaj termin odnosi se na kreiranje animacije bez upotrebe kamere, kreiranjem slika direktno na filmskoj vrpici. Metoda dopušta velik broj raznih efekata stvorenih tradicionalnim medijima, kemijskim spojevima i procesima. Emulzija filma je pogodna za mehaničke promjene, kao i kemijske te se lako uklanja kemijskim procesima.

3. “*Freehand*” animacija

Danas pojam “*freehand*” animacije obuhvaća razne stilove, od crtanja rukom na papiru, preko ekspresivnog slikanja do crtanja na grafičkim tablama. Pritom su dostupne razne crtače podloge, svaka sa svojim prednostima i manama. Prednosti papira su njegova dostupnost, cijena te pogodnost za upotrebu u različitim medijima. No, njegova neprozirnost otežava pregled prethodne sličice prilikom stvaranja sljedeće. Neupojne podloge kao što su staklo, pleksiglas i keramika omogućavaju lako uklanjanje boje ili tinte. Također

6 eng. *tracers*

7 Rostrum fotoaparata je posebno dizajniran fotoaparata koji se koristi u animiranju statičnih slika i objekata. Sastoji se od pomične donje platforme na koju se smješta slika ili objekt, dok je aparat fiksiran na postolje iznad platforme.

8 eng. *dopesheet*. Upute za snimanje služe kao organizacija misli animatora i uputa za sve osobe koje sudjeluju u procesu izrade. Sadrži podatke o vizualizaciji sličica, eventualnim dijalozima i zvukovima, prijelazima i rezovima, slojevima animacije, pokretima kamere, kutovima snimanja, tempiranju, i slično.

otvaraju vrata spontanosti i improvizaciji, jer su slike u stalnom procesu evolucije.

Animacija pijeskom je zanimljiva "*stop-motion*"⁹ tehnika koja nije široko poznata. Ona podrazumjeva crtanje u pijesku upotrebom kistova, drvenih štapova, šablona i prstiju. Nakon što se gotova slika fotografira, dio nje se briše i kreira se sljedeći stupanj, te se gotova slika ponovno fotografira. Ova zanimljiva tehnika održava umjetnički proces svježim i spontanim.

Razvoj desktop aplikacija omogućio je široko dostupne alate koji su dizajnirani da imitiraju tradicionalne medije, kao što su ugljen, kreda, vodene boje, ulje na platnu, akril, itd. Takvi digitalni kistovi se mogu prilagoditi u odnosu na oblik, veličinu i tvrdoću. Grafičke table mogu doprinjeti umjetničkom izražavanju poboljšanjem crtačkog i slikarskog procesa u digitalnom okruženju. Linije se mogu crtati uz kontrolu pritiska radi prirodnijeg dojma. Kontrola pritiska omogućuje da se ovisno o brzini poteza i jačini pritiska dobivaju svjetlije, tamnije, tanje ili deblje linije.

4. Kolaž i miješani mediji

Tehnika kolaža, koja obuhvaća slaganje raznih tiskanih i drugih materijala, bila je jako popularna među umjetnicima ranog 20. stoljeća, jer su u njoj vidjeli veliku umjetničku slobodu i dozu spontanosti. U mnogo slučajeva tekture i uzorci dominirali su nad subjektom. Animator i redatelj Terry Gilliam popularizirao je tehniku "*stop-motion*" kolaža u svom radu "*Monty Python's Flying Circus*". Neovisni filmaši Frank i Caroline Mouris su dalje popularizirali kolaž miješanog medija kroz svoj kratki film "*Frank Film*". Njihov inovativan stil prihvatili su i drugi animatori te se može vidjeti u raznim reklamama, dokumentarcima, glazbenim video spotovima i televizijskim emisijama. Prednost kolaža u pokretnoj grafici je ta da se slike i tekst mogu integrirati na načine na koje to nikad ne bi bilo moguće u fizičkom svijetu.

5. Rotoskopija

Gibanje živih likova može poslužiti kao osnova za animaciju. Tehnika rotoskopije, odnosno crtanja ili slikanja preko snimke živih likova, obuhvaća razne metode animacije. Današnja digitalna tehnologija omogućuje automatske postavke boje i tonske postavke, te upotrebu lepeze raznih specijalnih efekata. Rotoskopija omogućuje nebrojene varijacije kombiniranja snimki živih likova sa animiranima. Ona zahtjeva vrijeme i strpljenje. Da bi gibanja likova djelovala prirodnije potrebno je poštivati zakone animacije, o kojima se detaljno raspravlja kasnije u poglavlju.

9 "*Stop motion*" je tehnika animacije u kojoj se stvara iluzija da se objekti kojima se fizički manipulira kreću sami po sebi. Svaka mala promjena u poziciji objekta ili njegovih dijelova se posebno fotografira, tako da kada se sličice pregledavaju kao kontinuirana sekvenca, stvori se iluzija pokreta.

6. Filmsko snimanje

Kvaliteta filma potječe od emulzije osjetljive na svjetlo koja omogućava fotografsko snimanje slike visoke rezolucije, za razliku od videa koji snima slike kao elektroničke signale. Filmske kamere također omogućuju snimanje sličicu po sličicu, što je presudno kod, na primjer, “*stop-motion*” animacije. Stoga je film i dalje preferirani medij kod većine animatora.

7. Računalna animacija

Razvitak računala uveo je unaprijeđenje i ubrzanje brojnih procesa, a među njima je i proces izrade animacije. Jedan od prvih načina na koje su računala pomogla je upotreba skenera za prijenos očišćenih crteža u digitalni sustav. Nije više bilo potrebe za ručnim crtanjem kontura i precrtavanjem istih. Daljnji napredak računala omogućio je pregled digitaliziranih pokretnih crteža u svrhu testiranja pokreta, te digitalno slikanje, odnosno računalno izvedeno ispunjavanje bojom. Digitalno komponiranje omogućilo je istovremeni rad nekoliko animatora na raznim djelovima scene. Kada se svaka scena dovrši, one se, također digitalno, slažu u slojevima preko pozadine. Virtualna kamera omogućuje jednostavno izvođenje kompliciranih pokreta stvarne kamere, kao što su kombinirani zoomovi, te simulirano pomicanje okna.

Prednosti digitalne produkcije su mogućnost trenutne kontrole, očuvanost radova i pristupačnost. Trenutna kontrola podrazumjeva mogućnost pregleda i kontrole pokreta u fazi razvoja, bez čekanja razvitka filma iz laboratorija. Digitalno spremanje podataka čuva njihovu kvalitetu, za razliku od filma i videa, koji s godinama gube na kvaliteti. I finalno, ne postoje troškovi razvitka filma, kao kod tradicionalnih tehnika animacije.

U današnje vrijeme postoje nebrojeni 2D računalni programi koji ubrzavaju cjelokupni proces animacije. Crteži se i dalje mogu izvoditi ručno pa digitalizirati, ili se mogu izvoditi direktno na računalu uz pomoć programa za animaciju ili programa za kreiranje crteža, kao što su Adobe Photoshop ili Illustrator. Dva vodeća programa za 2D računalnu animaciju u Velikoj Britaniji i SAD-u su Toonz i Animo. Postoje i programi specijalizirani za određenu vrstu animacije, kao što su CelAction i CreaToon.

2.4 INTERPOLACIJA

Interpolacija je proces u kojem se prostorne ili vizualne karakteristike elementa animiraju između dvije ili više instanci vremena. Ove instance nazivaju se ključne sličice. One označuju gdje se događaju najekstremnije promjene na vremenskoj liniji i sadrže podatke o elementu (pozicija, veličina, orijentacija, transparentcija i boja). Za razliku od animacije sličicu po sličicu, ovdje se podaci o međusličicama automatski izračunavaju bez potrebe

za kreiranjem svake pojedine sličice. Stoga, uz pomoć interpolacije animacija se znatno brže generira uz manje napora i uz veću kontrolu koreografije pokreta. Interpolacija se može primjeniti na primarni pokret elemenata u kompoziciji, kao i na sekundarni pokret kamere. Linearna interpolacija proizvodi mehaničke jednolične pokrete i promjene. Razlike u promjenama brzine među sličicama odvijaju se u jednoličnim jedinicama vremena. Pokret se odvija nepromjenjivim korakom dok ne nastupi nova interpolacija. Nelinearna interpolacija ili Bézier interpolacija pak rezultira manje predvidljivim i življim pokretima i promjenama, te glađim prijelazom između različitih interpolacija.

Postoje tri osnovne vrste interpolacije:

1. Prostorna interpolacija koja se odnosi na smjer u kojem se elementi kreću u prostoru
2. Vizualna interpolacija koje se odnosi na vizualne karakteristike elemenata, kao što su boja, transparentija, oblik, tekstura i slično.
3. Vremenska interpolacija koja se odnosi na brzinu kojom se objekti kreću tokom vremena te obuhvaća i ubrzanje i usporavanje

2.4.1 PROSTORNA INTERPOLACIJA

Prostorna interpolacija uključuje animiranje pozicije, orijentacije i veličine elementa. U većini programa za izradu animacije prostorna interpolacija se dobiva definiranjem vrijednosti elemenata u ključnim sličicama. Pri tomu pozicija elementa definira horizontalni i vertikalni smjer u kojem element putuje tokom vremena po liniji pokreta¹⁰ (*Slika 2.3*). Linearna prostorna interpolacija se zbiva po ravnim linijama pokreta, dok se nelinearna zbiva po krivuljama. Geometrija linije pokreta može se mijenjati po volji sa svrhom promjene smjera kretanja elementa. Većina programa nudi opciju takozvanog praćenja pokreta¹¹. To je proces koji omogućava praćenje pokreta određenog elementa i generiranje linije pokreta iz istog koja se kasnije može primjeniti na bilo koji drugi element.

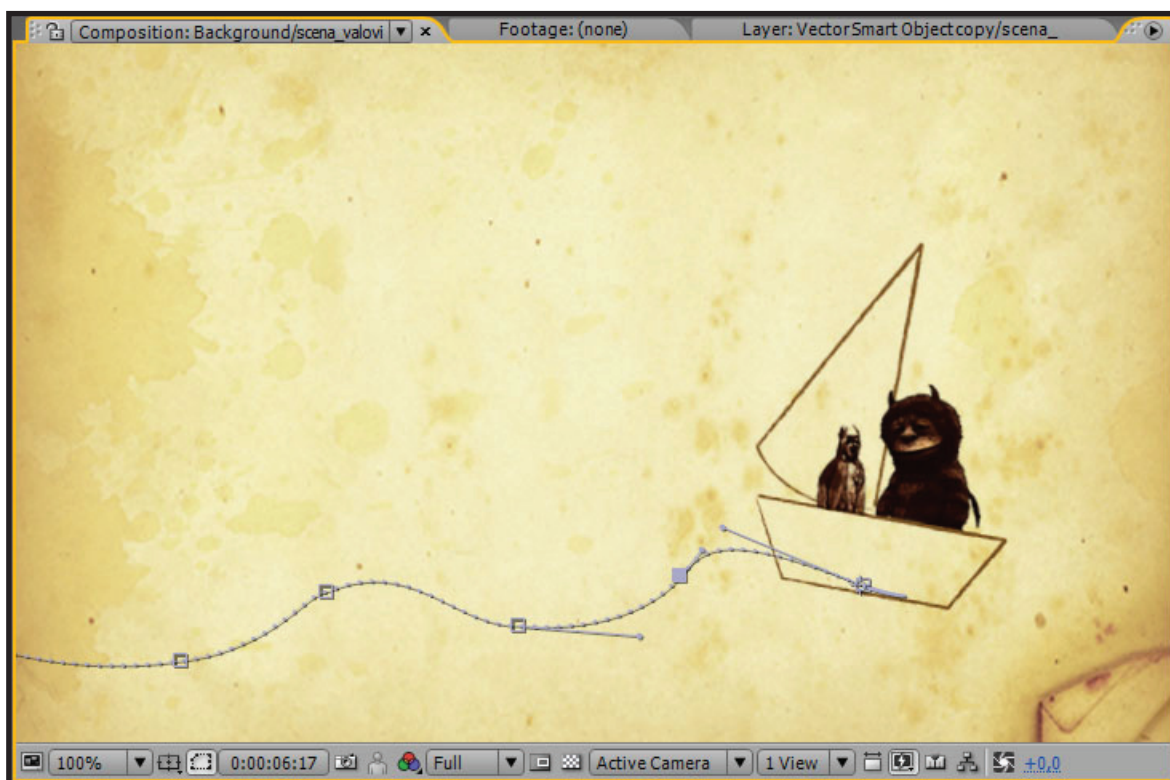
2.4.2 VIZUALNA INTERPOLACIJA

Vizualna interpolacija uključuje animiranje izgleda elementa promjenom geometrije, boje, transparentije i teksture elementa. Geometrija elementa može se mijenjati tehnikom morfinga ili deformacijom elementa. Morfing označava postepeno pretvaranje jednog oblika u drugi, a dva najupotrebljivija tipa digitalnog morfinga su onaj upotrebom “*warp*” opcije, i onaj upotrebom “*cross dissolve*” opcije. “*Cross dissolve*” opcija djeluje tako da se

10 eng. *motion path*

11 eng. *motion tracking*

događa interpolacija boje piksela početnog i završnog elementa, dok se upotrebom “*warp*” opcije mijenjaju fizičke lokacije piksela bez utjecaja na boju. Za postizanje najboljih rezultata morfinom, preporuča se da oblici koji se mijenjaju jedan iz drugog budu slične veličine, oblika, rezolucije te da imaju sličnu pozadinu. S razvojem programa javlja se i sve veći broj vizualnih efekata, te sukladno tomu sve veći broj mogućnosti animiranja izgleda elemenata. Uz efekte ugrađene u same programe za animaciju, mnogi proizvođači lansiraju na tržište brojne “*plug-in-ove*” za dodatne efekte, koji se jednako tako mogu koristiti u vizualnoj interpolaciji.



Slika 2.3: Prikaz linije pokreta u Adobe After Effects-u

2.4.3 VREMENSKA INTERPOLACIJA

Vremenska interpolacija opisuje kako se elementi kreću kroz period vremena. Prostorna interpolacija kontrolira smjer kretanja elementa, a vremenska brzinu kretanja. Kao i kod prostorne, i kod vremenske interpolacije postoje dvije vrste: linearna i nelinearna. Linearna vremenska interpolacija rezultira jednoličnim mehaničkim pokretima. Razlike u vrijednostima brzina među sličicama pojavljuju se u jednoličnim vremenskim razmacima. Nelinearna vremenska interpolacija uključuje i ubrzavanje i usporavanje, te rezultira manje predvidljivim a prirodnijim pokretima.

Brzina je svojstvo vremena kojim se može upravljati kontroliranjem razmaka ključnih sličica u animaciji. U većini programa za animaciju može se mijenjati i krivulja brzine elementa da bi se element ubrzao ili usporio. Tehnika poznata po nazivom “*time stretching*” omogućava kontrolu brzine elemenata manipuliranjem duljine slojeva u kojem se elementi nalaze. Više o načinima manipulacije vremenom u animaciji govori se u petom poglavlju.

2.5 DIGITALNA KONVERGENCIJA

Postoje brojni oblici vizualnog komuniciranja: print, televizija, video, film te novi mediji, u koje spadaju multimedija, DVD i Internet. S obzirom da su se svi ovi oblici razvijali u različita vremena na različite načine, razvili su i različite zakonitosti.

Navala digitalne tehnologije u sve oblike komunikacije započinje 70.-ih godina prošlog stoljeća, a puni zamah dostiže 90.-ih, sa masovnim razvojem desktop aplikacija. Računala postaju jeftinija i dostupnija široj masi korisnika. U 21. stoljeću svjedočimo još bržem napredku i širenju digitalne tehnologije. To je omogućilo na razne načine miješanje disciplina koje su nekoć bile strogo odjeljene.

Nekoć su dizajn studiji dizajnirali uglavnom za print. Postproduksijske kuće su se bavile produkcijom videa, te obradom zvuka. Multimedijske tvrtke su se specijalizirale za proizvodnju CD-ROM-ova, te su širile poslovanje na područje web dizajna i kreiranje DVD-ova. Studiji za animaciju su pak pronašli put za integraciju u sve ove ranije navedene medije. Ono što je zajednički svim ovim medijima je da kombiniraju sliku, tekst i zvuk, uz izuzetak printa koji ne uključuje zvuk. Slike, tekst i zvuk mogu se prilagoditi za korištenje u različitim medijima. Isto vrijedi za animaciju. Isti slikovni prikazi i animacije mogu se koristiti za TV, video, film, web stranicu, DVD ili CD-ROM uz odgovarajuće tehničke postavke, o kojima se detaljno raspravlja u drugom poglavlju.

2.6 ZAKONITOSTI ANIMACIJE

Za animaciju vrijede ista pravila o upotrebi oblika, boje, tona, kontrasta, teksture te prostora, odnosno kompozicije, kao i za statičnu sliku. Naposljetku, animacija i je niz statičnih slika koje tvore privid pokreta.

Iako su računala znatno promijenila način izrade animacije u odnosu na tradicionalne tehnike animacije, principi kreiranja uvjerljivog pokreta ostaju isti. Osnovni zakoni od kojih sve polazi su upravo Newtonovi zakoni gibanja.

1. *Svako tijelo ostaje u stanju mirovanja ili jednolikog gibanja po pravcu dok vanjska sila ne uzrokuje promjenu tog gibanja.*
2. *Što je veća masa tijela, to je potrebna veća sila da bi uzrokovala gibanje ili promjenu*

gibanja. Važna stvar koju animator treba imati na umu prilikom animiranja je da, iako on sam zna kolika bi trebala biti masa objekta ili lika, te ga nacрта u skladu s tim, publika može doživjeti njegovu masu tek načinom na koji animator prikaže njegovo gibanje. Primjerice, ako lik u animaciji gura neki objekt, publika će doživjeti težinu tog objekta prema prikazanom naporu koji lik ulaže u guranje objekta.

3. Na svaku akciju postoji odgovarajuća reakcija. Ako jedno tijelo djeluje silom na drugo tijelo, ono djeluje silom istog iznosa, suprotnog smjera, na prvo tijelo.

Uz ove, osnovne zakone svakog gibanja postoje i zakoni tipični za animaciju karaktera koji su se razvijali od prvih rukom crtanih animacija, a vrijede i danas, bez obzira na namjenu i način izvođenja animacije.

1. Preklapanje radnji:

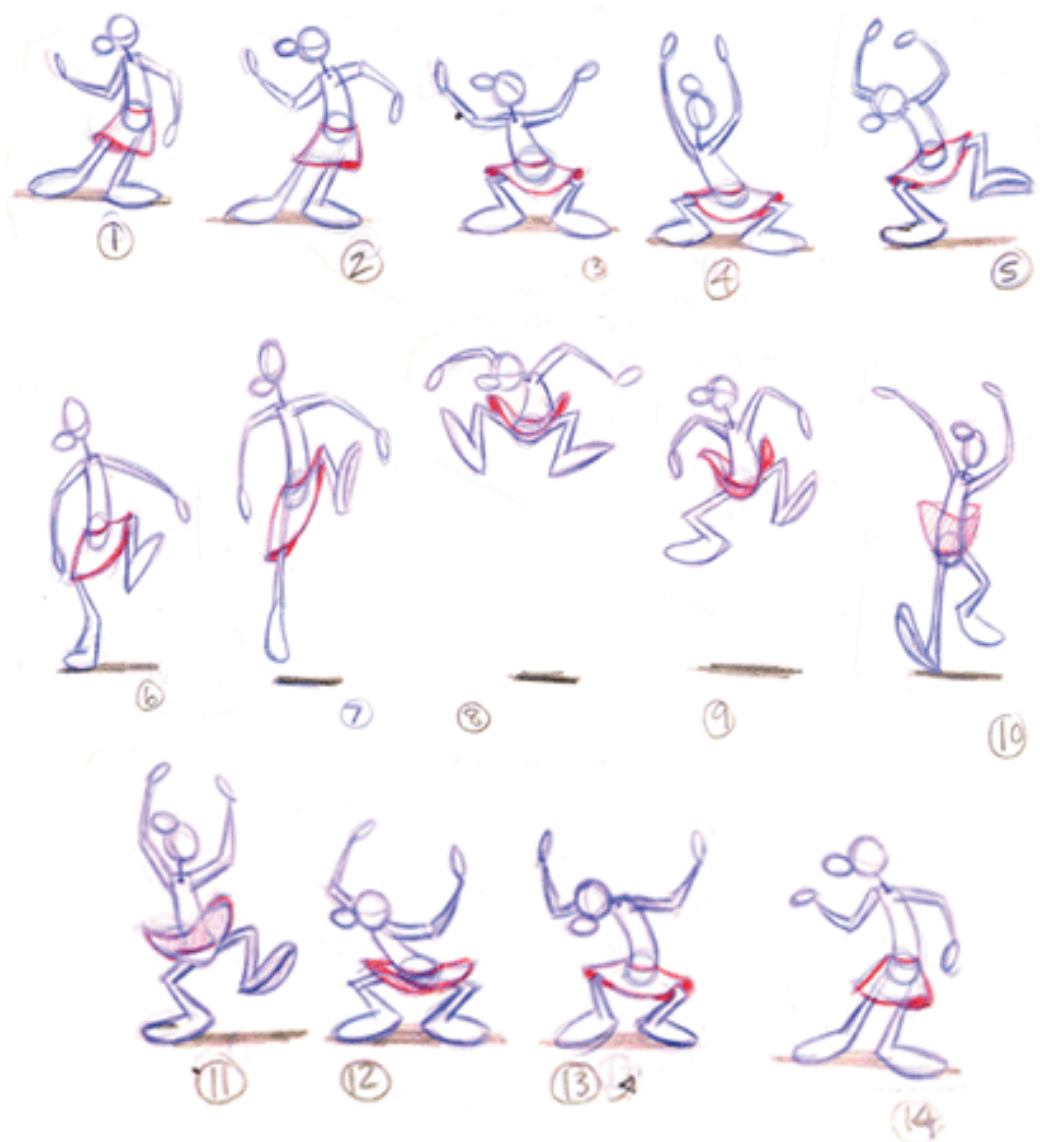
Prilikom animiranja potrebno je razložiti pokret na početak i kraj. Preklapanje radnji događa se prilikom promjene smjera kretanja elementa ili prilikom njegova zaustavljanja. Manji dijelovi elementa mijenjaju smjer nekoliko sličica kasnije nego glavna masa elementa. Slično tomu, treba imati na umu da prilikom zaustavljanja elementa koji se sastoji od više dijelova, ne zaustavljaju se svi njegovi dijelovi istovremeno. Primjerice, ako imamo djevojčicu u suknji koja skače u vis, prilikom doskoka prvo se zaustavljaju njene noge, zatim ruke, te suknja i kosa, svaki dio u svoje različito vrijeme (*Slika 2.4*). Da bi se postigao prirodan pokret, potrebno je raditi sitne varijacije u tempiranju promjene kretanja pojedinih dijelova elementa.

2. Nadvišenje:

Prilikom zaustavljanja gibanja, objekti će nadvisiti svoj cilj prije nego se smire i zaustave na njemu. Primjerice, lopta se neće zaustaviti čim prvi put udari o tlo, nego će nekoliko puta odskočiti prije nego se smiri u finalnoj poziciji.

3. Slijed pokreta:

Prilikom animiranja pokreta treba imati na umu da su nagli pokreti rijetki, te da se objekti često sastoje od više povezanih dijelova različite težine koji će se sukladno tomu različito i gibati. Primjerice, ako lik udara rukom loptu, ona se neće prestati gibati u trenu udara u loptu, nego će nastaviti gibanje po prirodnom luku do zaustavljanja. Slijed pokreta omogućuje gladak i uvjerljiv tijek aktivnosti animacije (*Slika 2.5*).



Slika 2.4: Primjer za preklapanje radnji i sekundarnu aktivnost. Autor sličica Larry Lauria © 2009.

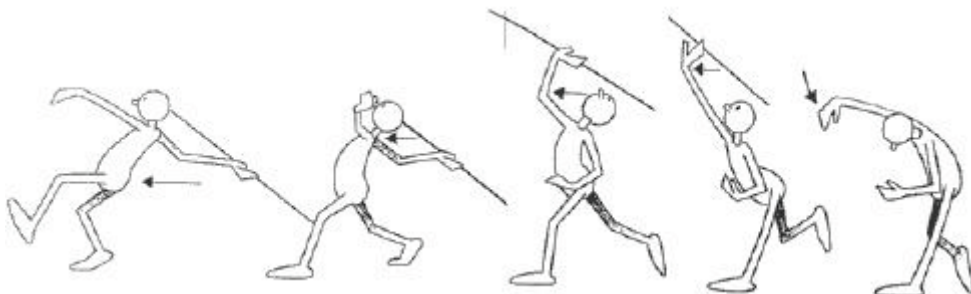
4. Sekundarna aktivnost:

Većina pokreta u stvarnom svijetu rezultat su zakona uzroka i posljedice. Primjerice, kada čovjek hoda njegove ruke se prirodno njišu izmjenično naprijed-nazad. U animaciji se sekundarne aktivnosti mogu koristiti za podizanje interesa i za povećanje realnosti pokreta. Sekundarni pokreti moraju biti podređeni ili se natjecati sa primarnim pokretom (Slika 2.4).

5. Gnječenje i rastezanje:

Ovaj princip se često sreće u Disney-evim animiranim filmovima. Likovi su elastični prilikom pokreta. Kada lik udari u prepreku, zgnječi se, te kada se odbije, rastegne se (Slika

2.6). Ovo je klasičan princip 2D animacije. Iz ovoga animaciju možemo definirati kao umjetnost pretjerivanja radi dramatičnog i komičnog efekta. Stupanj pretjerivanja ovisi o stupnju realnosti koju autor želi postići. I u fizičkom svijetu prirodni objekti se u manjoj mjeri deformiraju prilikom pokreta, te primjenom ovog principa na elemente animacije daje im se dojam mase i volumena.



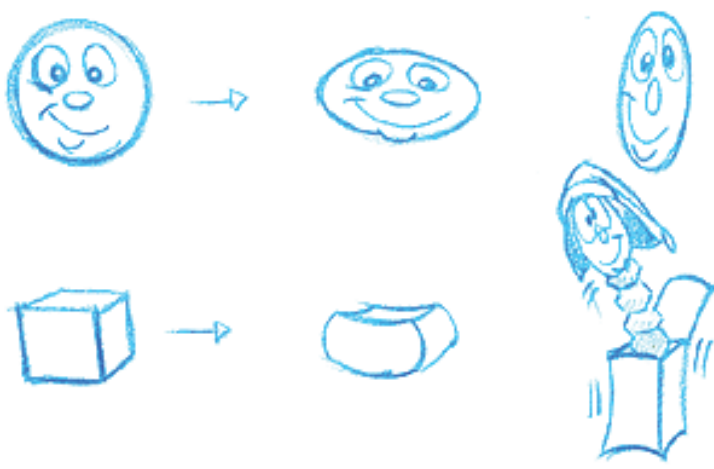
Slika 2.5: Primjer za slijed pokreta. Nakon što lik baci koplje, ruka se nastavlja gibati po prirodnom luku

6. Usporavanje i ubrzavanje:

Većina pokretnih objekata ne dostiže punu brzinu u trenutku kretanja, niti ju zadržava do trenutka zaustavljanja. Pokret počinje polaganije, postepeno ubrzava do pune brzine, te jednako tako postepeno usporava prije zaustavljanja. Budući da je ovakav način gibanja uobičajen, većina softvera za animaciju automatski pridaje tu osobinu pokretnim objektima. Ukoliko animator želi postići nagli pokret, mora ručno ugasiti opciju.

7. Kretanje u lukovima:

Potrebno je izbjegavati animiranje pokreta po ravnim linijama. Znatno prirodnije izgleda kada se pokret odvija po luku, makar blagom. Objekti bačeni u zrak se, primjerice, gibaju po paraboli.



Slika 2.6: Primjer za princip gnječenja i rastezanja. Autor sličica Larry Lauria © 2009.

8. Pretjerivanje:

Pretjerivanje u animaciji potječe još od tradicionalnih figurativnih animacija gdje su pokreti likova i izrazi lica pretjerani radi življeg dojma. Pretjerivanje može pomoći u efektном komuniciranju ideja, jer čini sadržaj zanimljivijim za gledanje. No pretjeranom upotrebom može se steći dojam prevelike teatralnosti. Određivanje pravilnog stupnja pretjerivanja ovisi o intuiciji, iskustvu i strpljenju animatora.

9. Iščekivanje:

Animacija karaktera znatno ovisi o pravilnom tempiranju. Da bi se pojačao dramatičan ili komičan efekt bilo koje bitne akcije lika, potrebno je signalizirati publici da će se nešto dogoditi prije nego se dogodi. S obzirom da se u animaciji događanja zbivaju znatno brže nego u snimkama žive akcije, na ovaj način publici se daje vrijeme da shvati što se događa, te se povećava njen interes (*Slika 2.7*).



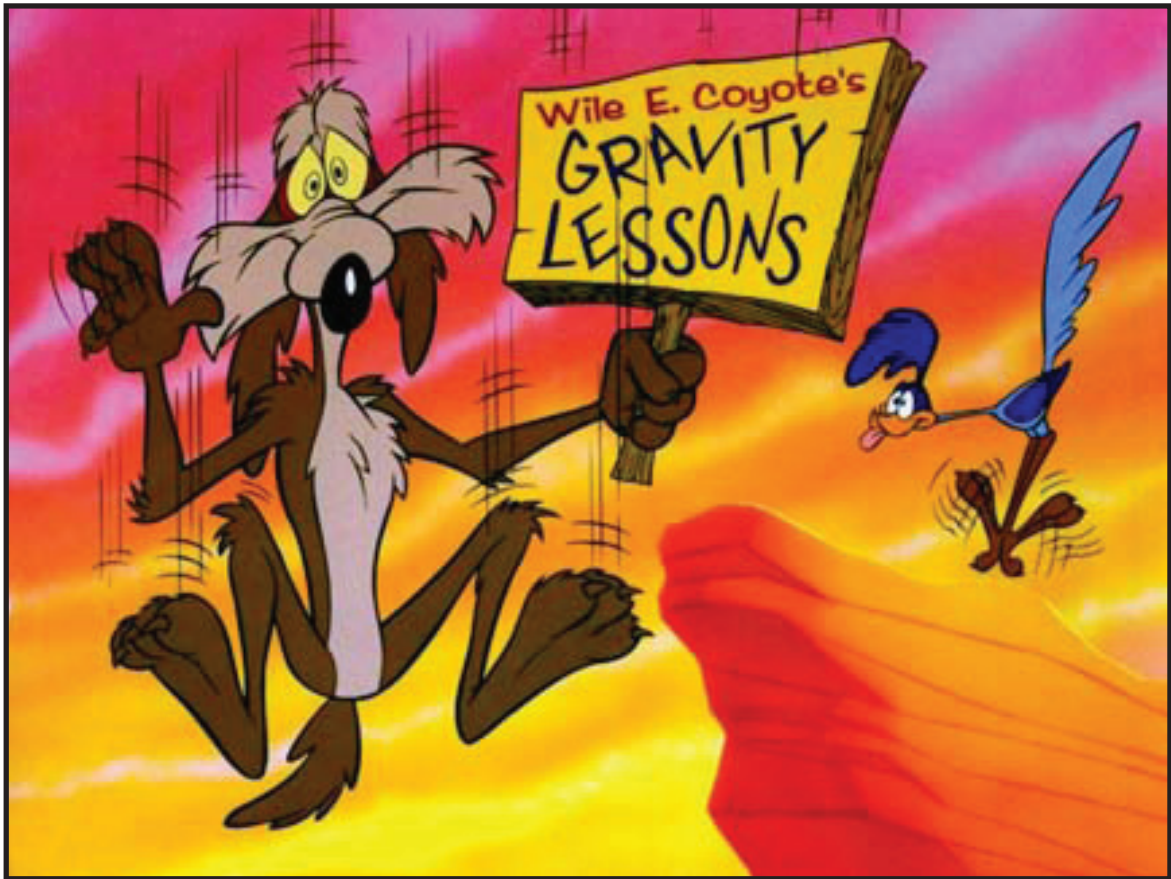
Slika 2.7: Primjer iščekivanja: lik podigne ruku i zastane prije nego zgrabi čašu. Autor sličica Larry Lauria © 2009.

10. "Takes" i "double takes":

Ovi pojmovi podrazumjevaju pretjeranu formu iščekivanja. Čest primjer u animacijama za "takes" jest primjer u kojem lik hoda po strmoj planini, ne primjećuje rub litice, te nastavlja hodati po zraku. Trenutak kada shvati da nema tlo pod nogama te izrazom lica pokaže svoju reakciju naziva se "take", nakon čega nekoliko trenutaka zadržava prestrašeni izraz te se sroza brzo u provaliju (*Slika 2.8*). "Double take" podrazumjeva dvostruku reakciju lika izrazom lica: prvu u kojoj ne shvaća baš dobro što se dogodilo, te drugu u kojoj je potpuno shvatio problem nakon čega slijedi njegov pad.

11. Zadržavanje:

Pojam zadržavanja u animaciji podrazumjeva namjerne pauze u akciji. Pritom se preporuča da se ipak neki manji dio lika i dalje kreće (treptaj, obrva, usna, uho,...), jer u suprotnom lik se može previše stopiti s pozadinom i djelovati neživo. Trajanje zadržavanja ovisi o kontekstu i efektu koji se želi postići. Potrebno je imati na umu da zadržavanje ne smije trajati kraće od 6 sličica, jer ga u suprotnom promatrač neće registirati kao pauzu.



Slika 2.8: Primjer za "take" u kojem lik shvaća što se dogodilo

12. "Parenting"

Velik broj objekata načinjen je od niza pokretnih dijelova povezanih jedan s drugim. Ovo je posebno izraženo u anatomiji ljudi i životinja. U 2D animaciji razvoj hijerarhije povezanih dijelova naziva se "parenting". Tu postoje dvije vrste elemenata: roditelji i djeca. Primjerice, ruka: rame je "roditelj" podlaktici, koja je pak "roditelj" laktu, a istim principom dalje se nižu podlaktica, zglob, šaka, prsti. Samo rame je pak "dijete" trupu. Gibanje "roditelja" povlači za sobom sukladno gibanje ostalih elemenata pod njim, svaki sa malim zaostatom kako se hijerarhija nastavlja do posljednjeg elementa. "Dijete" može imati i zasebno gibanje, ali samo onoliko koliko "roditelj" dopušta. Primjerice, šaka se može gibati oko zgloba gore dolje bez micanja ostatka ruke, ali ne može se podići do visine ramena, bez da se sukladno tomu ne miču zglob, podlaktica, lakat i nadlaktica. Gibanje "djece" uzrokovano gibanjem "roditelja" naziva se prosljeđena kinematika ili kinemacija, dok se slučaj u kojem "dijete" inicira pokret što rezultira gibanjem "roditelja" naziva obrnuta kinematika.

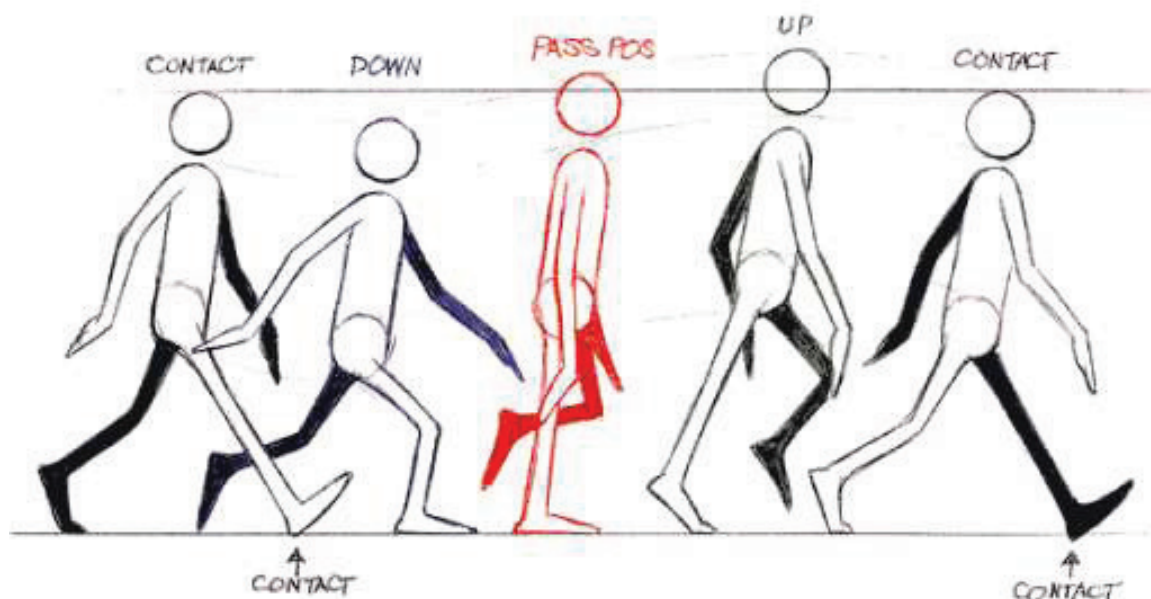
13. Ciklusi:

Ciklus u animaciji podrazumjeva upotrebu istog seta sličica. Njihova upotreba znatno skraćuje vrijeme izrade, a način upotreba razlikuje se kod tradicionalne, rukom crtane animacije, i računalne animacije (*Slika 2.9*).

Ako uzmemo primjer lika koji hoda ispred kuće, i treba doći od jednog kraja scene do drugog, kod tradicionalne animacije znatno je jednostavnije nacrtati dva koraka lika te ih ciklički ponavljati, a pomicati pozadinu. Tako se uz samo dva animirana koraka dobije dojam da lik hoda ispred kuće, iako se zapravo giba u mjestu, a pozadina je pomična.

Kod računalne animacije ponavljanje pokreta dobije se kopiranjem sličica po vremenskoj liniji. Za razliku od tradicionalne animacije, lik se ne treba gibati u mjestu uz pokretnu pozadinu, nego računalo daje opciju da se lik giba po bilo kakvom putu ponavljanjem seta sličica po tom istom putu.

Kod kreiranja ovakvih ciklusa pokreta, treba obratiti pozornost na prvu i posljednju sličicu, odnosno da se one glatko povežu jedna s drugom, jer u suprotnom se javlja trzav pokret i ciklus postaje očit.



Slika 2.9: Primjer za ciklus hoda. Autor Richard Williams.

2.6.1 TEMPIRANJE U ANIMACIJI

Tempiranje u animaciji uključuje određivanje kako su elementi raspoređeni i određeni s obzirom na njihove karakteristike. Njime se određuje lokacija ključnih sličica i broj međusličica. Tempiranje utječe na gledateljev doživljaj težine elementa i brzine gibanja. U animaciji sličicu po sličicu, tempiranje se postiže kontrolom broja sličica između pokreta. Što

je više sličica, pokret je sporiji i glađi, dok manje sličica rezultira bržim i jasnijim pokretima. Brzina izmjene sličica u filmu je 24 f.p.s., 30 f.p.s. u NTSC sustavu kodiranja, te 25 f.p.s. u PAL sustavu kodiranja. Stoga, ako su dvije ključne sličice udaljene točno sekundu jedna od druge, potrebno je izraditi 24, odnosno 30 ili 25 međusličica, ovisno o sustavu. Tempiranje može pridonijeti i atmosferi animacije. Primjerice, sporiji pokret će djelovati dostojanstveno, dok će brži djelovati energično. Tempiranje znatno utječe na način na koji se elementi animacije gibaju, stoga je jako bitno izvesti ga pravilno. Mnogi faktori utječu na gibanje: struktura, oblik, volumen i fleksibilnost elementa. Tempiranje gibanja teškog elementa će biti znatno drugačije od tempiranja laganog elementa.

3 TEHNIČKI ZAHTJEVI PRI KREIRANJU 2D ANIMACIJE ZA ODREĐENE MEDIJE

U polju računalne animacije nude se brojni programski paketi koji uključuju brojne tehnike kreiranja i načine spremanja podataka. Da bi se postigli najkvalitetniji rezultati, potrebno je biti upoznat sa tehničkim ograničenjima pojedinih medija za reprodukciju, te karakteristike formata koji se nude.

U ranim danima komercijalne računalne animacije većina sekvenci kreirana je na fizički velikim i skupim uređajima, te pohranjivana na video kasetama. Od tog perioda do danas svjedočimo rapidnom razvoju tehnologije osobnih računala koja sada omogućuju mnogo načina kreiranja animacije, te nude mnogo opcija za pohranu podataka. Te opcije uključuju kreiranje multimedijske animacije za CD-ROM-ove, animacije primjenjive na web stranicama, na DVD-u, te u računalnim igricama.

Rane računalne animacije bile su linearne. Televizija i video su sami po sebi linearni mediji. Mnogi od novijih digitalnih medija, kao što su multimedija i web, omogućuju kombinaciju animacije s interakcijom sa korisnikom, što kreira nove, nelinearne medije. Kulminacija ovog procesa je razvoj 3D računalnih igara koje omogućuju da korisnik navigira kroz 3D prostor i djeluje na njega. Još uvijek postoje veliki zahtjevi na linearne medije, uz nove, interaktivne medije, stoga je potrebno razmotriti tehničke zahtjeve na animaciju za svakoga od njih.

Animacija se u svojoj osnovi sastoji od niza statičnih slika. Statične slike u računalnoj grafici dolaze u mnogo formata, a tip koji je potreban u određenoj animaciji ovisi o namjeni same animacije.

Animacije se obično prikazuju na televizijskim ekranima, računalnim monitorima ili kino ekranima. Slika na televizijskom ekranu i monitoru strukturirana je kao raster. Sastoji se od niza horizontalnih pruga koje se nazivaju linije skeniranja. Slika se prikazuje na ekranu liniju po liniju. Ovaj proces poznat je pod nazivom brzina osvježavanja slike, a ponavlja se više puta u sekundi, ovisno o frekvenciji za pojedini uređaj. Jedinica kojom se izražava brzina osvježavanja slike je Hz. Kod televizijskih ekrana, brzina osvježavanja razdvojena je na dva procesa: prvo se prikazuju linije skeniranja označene neparnim brojem, a zatim linije označene parnim brojem popunjuju praznine. Ovo udvostručuje brzinu prikaza slike, što sprečava njeno podrhtavanje. Kod PAL sustava kodiranja učinkovita brzina osvježavanja udvostručena je sa 25 Hz na 50 Hz, dok je kod NTSC sustava taj iznos udvostručen sa 30 Hz na 60 Hz. Ovakvo učitavanje slike dobro funkcioniira ukoliko su susjedne linije skeniranja slične jedan drugoj, no ukoliko se one jako razlikuju, javit će se titranje slike.

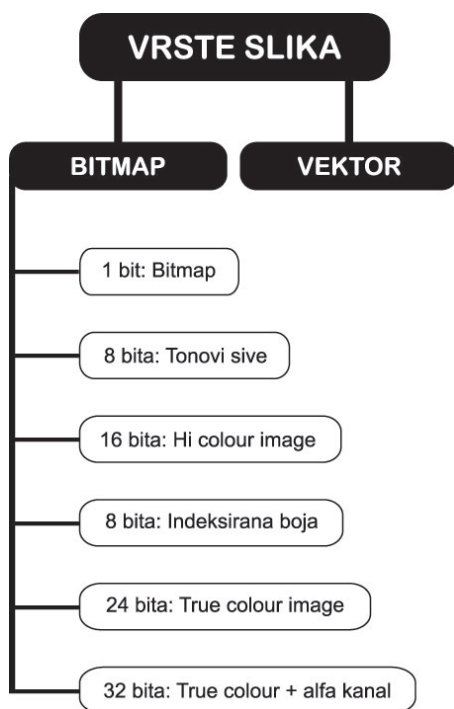
Moderni računalni monitori najčešće imaju višu brzinu osvježavanja nego televizijski ekrani, a ona obično iznosi 75 Hz. No, animacija ne mora biti generirana ovom brzinom, kako će se raspraviti dalje u poglavlju.

3.1 RASTER I VEKTOR

Postoje dvije vrste računalnih grafika: rasterska i vektorska. Rasterska grafika naziva se i bitmap grafika. Rasterska grafika je način prikazivanja slike preko mreže individualnih točaka koje se nazivaju pikseli. Rasterske slike pogodne su za direktan prikaz na ekranu monitora. Vektorska grafika opisuje sliku pomoći primitivnih oblika: krivulja, linija, kvadrata i kružnica. Da bi se vektorska slika pretvorila u rastersku, te da bi se tako mogla prikazati na ekranu, potrebno ju je rasterizirati. Taj proces obično obavlja softver monitora. Pretvorba vektora u raster također je moguća u raznim grafičkim programima za obradu i kreiranje slike.

Rasterske slike mogu se dobiti na mnogo načina: skeniranjem slike, digitaliziranjem sličica video zapisa, crtanjem u programu namjenjenom tome ili rasteriziranjem vektorske slike. Rasterska slika, kako je ranije navedeno, sastoji se od mreže individualnih točaka koje se nazivaju pikselima. Boja i svjetlina svakog pojedinačnog piksela može biti različita, a preciznost čuvanja podataka o istima ovisi o aplikaciji u kojoj se koristi.

Pojam dubine boje rasterske slike odnosi se na broj bita potrebnih za opis boje pojedinog piksela. Uobičajene vrijednosti su 8, 16, 24 i 32 bita (*Slika 3.1*).



Slika 3.1: Formati za pohranu slika

Najjednostavniji pristup za spremanje vrijednosti boje jest oznaka da li je slika u toj točki bliža crnoj ili bijeloj. Bit vrijednosti 1 ili 0 sprema vrijednost piksela. Ovaj pristup naziva se "*true bitmap*" i ima dubinu boje 1 bit. Monokromne slike su jako kontrastne i najčešće se ne upotrebljavaju u animaciji. Budući da zauzimaju najmanje prostora na disku, obično se upotrebljavaju gdje je veličina dokumenta primarna, kao kod nekih web aplikacija. Također se upotrebljavaju kao maske da kontroliraju koji je dio druge slike vidljiv.

Kod slike opisane u tonovima sive, svjetlina piksela opisuje se preko bajta, što daje vrijednosti 0-255. Vrijednost crne je 0, a bijele 255. Dubina boje je 8 bita (1 bajt). Slike opisane u tonovima sive nisu direktno korisne u 2D animaciji, ali korisne su kao maske u 3D animaciji.

Slike u boji se spremaju tako što se boja piksela opisuje pomoću vrijednosti komponenti crvene, zelene i plave (RGB sustav boja). Najuobičajeniji tip slika u boji ima dubinu boje od 24 bita, a naziva se "*true colour image*". Jedan bajt koji može poprimiti vrijednosti 0-255, koristi se za pohranu vrijednosti jedne komponente boje. Vrijednost bijele je maksimalna vrijednost svih komponenti (255, 255, 255), dok je vrijednost crne minimalna vrijednost komponenti (0, 0, 0). "*True colour*" slika daje boje prilično slične onima kako ih ljudsko oko percipira u stvarnosti, od kud i potječe naziv pojma. Moguće je pohraniti podatke s dubinom boje od 48 bita što se nekada upotrebljava kod printova koji zahtjevaju visoku rezoluciju slike ili za filmska snimanja.

Za prikaz slike ne ekranu monitora ili televizora, dovoljna je dubina boje 24 bita, budući da ljudsko oko ne može percipirati dodatne podatke o boji. "*True colour*" slike se najviše upotrebljavaju u animaciji, premda je u slučajevima gdje je veličina slike ili brzina spremanja podataka ključna potrebno raditi kompromise. Česta alternativa su slike dubine boje 16 bita po pikselu (5 bita crvena, 6 bita zelena, 5 bita plava), što rezultira manjim datotekama ali i manjom finoćom slika. Ovakve slike su primjenjive u animacijama za multimediju, ali su nepoželjne ukoliko je namjena animacije za video ili televiziju.

32-bitne slike se sastoje od standardne 24-bitne "*true colour*" slike uz dodatak komponente koja se naziva alfa kanal. Alfa kanal je dodatna monokromatska 8-bitna slika koja se ponaša kao matrica i može se upotrebljavati kao maska preko izvorne slike u procesu animacije. Ukoliko alfa kanal nije potreban, spremanje slike kao 32-bitnu sliku nepotrebno zauzima prostor na disku, te ju je potrebno spremati kao 24-bitnu.

Alternativan način spremanja podataka o boji je upotrebom indeksiranih boja. Tablica vrijednosti boja, CLUT¹, sadrži indeksirane podatke o svakoj boji, te piksel bilježi indeks boje umjesto vrijednosti same boje. Obično se upotrebljava paleta od 256 boja. Slike kod kojih su boje definirane na ovaj način imaju prednost u tome što je za opis svakog piksela

1 eng. *colour look-up table*

potreban samo 1 bajt ili manje. Nedostatak je taj što paleta od 256 boja nije dovoljno precizna za slike koje imaju veliki raspon boja, stoga se mogu javiti neželjeni rezultati kao što je nagli prijelaz boja tamo gdje je potreban suptilan gradient.

Slike sa indeksiranom bojom su 8-bitne slike, i korisne su kada sadržaj koristi ograničen broj određenih boja. Mogu se koristiti primjerice kod dizajna animiranih izbornika u interaktivnim programima, ili u računalnim igrama gdje manja veličina datoteka osigurava gladak prikaz animacije. Za visokokvalitetne animacije namjenjene za televiziju ili video, potrebno je spremati slike kao 24-bitne.

Vektorske slike se mogu kreirati u nekom od programskih paketa namjenjenim za kreiranje slika, ili se mogu dobiti pretvorbom iz rasterske slike. Vektorske slike se sastoje od objekata kao što su krivulje, koje su definirane razmjerno malim brojem točaka. Da se sačuva datoteka, potrebno je sačuvati samo podatke o parametrima i poziciji točaka koje ih definiraju. Vektorske slike imaju brojne prednosti nad rasterskim slikama. Jedna od glavnih je manja veličina datoteke od ekvivalentne rasterske slike. Ovo čini vektorske slike pogodnima za upotrebu na Internetu. Druga velika prednost vektorskih slika je ta da nisu ovisne o rezoluciji. Ovo u praksi znači da mogu varirati u veličini bez gubitka na kvaliteti. Rasterske slike se pak kreiraju u fiksnoj rezoluciji.

Nedostatak vektora je taj da nisu upotrebljivi kod svih tipova slika. Obično se upotrebljavaju za pohranu računalno kreiranih slika, kao što su krivulje i tekst. Skenirane fotografije i druge slike koje sadrže veliku količinu detalja i velik broj boja, nisu pogodne za pretvorbu u vektore. Programi kao što su Adobe Streamline i Flash nastoje omogućiti ovu pretvorbu, ali često je potrebno raditi velike kompromise na račun kvalitete da bi se dobila vektorska slika manje veličine.

3.2 REZOLUCIJA I VELIČINA DATOTEKE

Rezolucija rasterske slike definirana je brojem piksela po jedinici dužine. Rezolucija slike u animaciji utječe na njenu kvalitetu kao i veličinu datoteke. Veličina slike potrebne za animaciju ovisi o izlaznom mediju za koji je namjenjena.

Postoji mnogo veličina pogodnih za prikaz animacije na televizijskim ekranima. Ova raznolikost formata potječe iz različitih sustava kodiranja, PAL i NTSC, ali i varijacija u hardveru, odnosno samim televizijskim uređajima. Iako je broj linija skeniranja fiksna kod svakog televizijskog standarda, različite horizontalne vrijednosti su moguće zahvaljujući mogućem različitom omjeru širine i visine slike kod određenog hardvera. Za sustave koji koriste istu visinu i širinu slike², u PAL sustavu kodiranja dimenzije grafika bi trebale biti 768x576 pik-

2 eng. *square pixels*

sela. Kod sustava koji koriste različitu visinu i širinu slike³ potrebne dimenzije su 704x576 ili 720x576 piksela. NTSC sustav kodiranja zahtjeva dimenzije 720x486 ili 640x480 piksela. HD ("High Definition") formati, koji su u posljednje vrijeme sve dostupniji široj masi korisnika, upotrebljavaju znatno veći broj linija skeniranja, pa su dimenzije pogodne za HD televizore 1920x1080 piksela ili 1280x720 piksela.

Konačna veličina datoteke, bez upotrebe kompresije, može se izračunati po sljedećoj formuli:

$$\text{veličina datoteke (bajt)} = \text{širina (pikseli)} \times \text{visina (pikseli)} \times \text{broj bajta po pikselu}$$

Za razliku od vektorskih slika, koje su neovisne o rezoluciji, rasterske slike se kreiraju s fiksnom rezolucijom. Ako slike imaju premalenu rezoluciju u odnosu na zahtjeve medija na koji se isporučuju, pikseli će postati vidljivi, što je nepoželjno. Prilikom kreiranja animacije, potrebno je imati na umu namjenu iste, te osigurati da slike imaju prigodnu veličinu.

Za CD-ROM-ove i web aplikacije veličina datoteke je ograničena brzinom čitača CD-ROM-a, odnosno brzinom internetske veze. Za CD-ROM-ove uobičajena veličina animacija baziranih na rasterskim slikama je 320x240 piksela. Razvojem tehnologije očekiva se da će se ograničenja uvjetovana brzinom internetske veze i brzinom računalnog hardvera smanjivati, te da će pregled animacija preko cijelog ekrana postati norma za sve platforme. Animacije bazirane na vektorima, kao što su Flash animacije, nisu uvjetovane na isti način, budući da, kao što se u radu ranije napomenulo, nisu ovisne o rezoluciji.

3.3 BRZINA IZMJENE SLIČICA

Ne postoji fiksna brzina izmjene sličica primjenjiva za sve animacije. Kod televizije, ta brojka je 25 f.p.s. za PAL sustav kodiranja, te 30 f.p.s. za NTSC sustav kodiranja. Kod filma sličice se izmjenjuju brzinom 24 f.p.s.

Tehnička ograničenja mogu zahtjevati animaciju manje brzine izmjene sličica, što je posebno zamjetljivo kod animacija namjenjenih za izvođenje na računalima. Većina interaktivnih proizvoda ima naznačene minimalne specifikacije hardvera potrebne za nesmetan pregled istih. Tijekom procesa izrade animacije ili interaktivnog proizvoda, potrebno ih je testirati na hardveru definiranom u minimalnim specifikacijama, da bi se problemi identificirali i riješili. Znatno je teže kreirati dobru animaciju za hardver lošijih specifikacija, nego za onaj boljih specifikacija.

3 eng. *non-square pixels*

3.4 BRZINA PRIJENOSA PODATAKA I POJASNA ŠIRINA

Brzina prijenosa podataka kod animacije odnosi se na količinu podataka u sekundi potrebnih za prikaz sekvence i izražava se u Mb/s (megabiti u sekundi). Za nekomprimiranu rastersku animaciju to je veličina jedne slike pomnožena brojem sličica u sekundi, stoga ju je jednostavno unaprijed izračunati. Za vektorske animacije izrađene u Flash-u brzina prijenosa podataka određena je preko kompleksnosti slika u sekvenci, a ne samo veličinom jedne slike, stoga ju je teško procijeniti unaprijed.

Pojasna širina odnosi se na sposobnost sustava da prenese podatke, a također se izražava u Mb/s. Ako je brzina prijenosa podataka veća od pojasne širine sustava, podaci se neće prikazivati pravilno. Postoji nekoliko mogućih intervencija kod animacije, ukoliko se to dogodi:

- smanjiti veličinu slike
- smanjiti brzinu izmjene sličica (potrebno je imati na umu da ona ne ide ispod 15 f.p.s. jer inače animacija postaje previše trzava)
- komprimirati datoteku

Pojasna širina ovisi o hardveru korisnika, te o internetskoj vezi. Napredna računala namjenjena za profesionalno nelinearno editiranje videa obično imaju AV ("audio-visual") tvrdi disk pojasne širine 25-35 Mb/s i sposobna su za besprijekoran pregled nekomprimiranih datoteka. Amaterski ili poluprofesionalni hardver može imati pojasnu širinu od tek 2-10 Mb/s. Korisnici povezani na Internet standardnim modemom, mogu povremeno imati pojasnu širinu od tek 0,001 Mb/s (1 kb/s). Stoga, pri kreiranju animacije namjenjenu za pregled preko CD-ROM-a ili Interneta, potrebno je imati na umu pojasnu širinu krajnjeg korisnika, da bi se ona besprijekorno prikazivala.

3.5 KOMPRESIJA

Kompresija se odnosi na način na koji se može smanjiti količina podataka potrebna za spremanje slike ili neke druge datoteke. Kompresija može pomoći u smanjenju zauzeća mjesta na disku pri spremanju animacije, ili pri smanjenju pojasne širine potrebne za prikaz iste.

Kompresija može biti izvedena bez gubitka na kvaliteti animacije ⁴ ili uz gubitak na kvaliteti ⁵. Kod kompresije bez gubitka kvalitete, kako samo ime kaže, zadržava se kvaliteta slike. Kod kompresije sa gubitkom kvalitete na račun kvalitete slike povećava se kompresija,

4 eng. *loss/less*

5 eng. *lossy*

odnosno smanjuje se konačna veličina datoteke. Ako je animacija namjenjena za televiziju, nije potrebno, niti je poželjno koristiti kompresiju uz smanjenje kvalitete slike. Ako je animacija namjenjena za prikaz na web-u, nekad je potrebno smanjiti njenu kvalitetu, da bi je krajnji korisnik mogao nesmetano gledati.

Omjer sažimanja ili kompresije definiran je kao omjer originalne veličine datoteke i veličine komprimirane datoteke. Što je veća kompresija uz gubitak na kvaliteti, to je manja kvaliteta konačne slike.

3.5.1 PROSTORNA KOMPRESIJA

Prostorna kompresija odnosi se na tehnike koje djeluju na pojedinačnu, nepokretnu sliku. Prostorna kompresija bez gubitka na kvaliteti može biti LZW⁶, koja se upotrebljava u GIF formatima, ili "*Run Length Encoding*". "*Run Length Encoding*" identificira tijek piksela iste boje, te snima boju i broj piksela te boje. Ova tehnika je primjenjiva samo na slikama koje imaju velike površine ispunjene istom bojom, obično računalno generirane slike sa jednobojnom pozadinom.

Prostorna kompresija uz gubitke na kvaliteti uključuje JPEG kompresiju, koja efekt postiže žrtvovanjem finih detalja na slici. Kao rezultat mogu se pojaviti neželjene nuspojave, kao što je pikselizacija ili zamućenje.

Digitalne video datoteke mogu se pohraniti u MJPEG formatu, koji koristi ove tehnike kompresije, i može postići omjer sažimanja od 2:1 do 50:1. MJPEG format se koristi za spremanje sekvenci koje će se dodatno obrađivati. Ove datoteke se obično mogu prikazivati samo na specijalnom hardveru za video prikaze i uz pomoć brzih AV hard diskova. Budući da standardna računala korisnika nisu opremljena ovih hardverom, MJPEG format nije pogodan za širu distribuciju.

Izbor prigodne metode kompresije može imati značajan utjecaj na vizualnu kvalitetu i prikaz animacije.

3.5.2 VREMENSKA KOMPRESIJA

Vremenska kompresija odnosi se na tehnike koje uzimaju u obzir kako se objekti u animaciji mijenjaju tokom vremena. Animacija se može sastojati od relativno malenog prostora koji se mijenja i statične pozadine, primjerice, pokretan logo na statičnoj pozadini. Vremenska kompresija djeluje tako da snima samo dijelove koji su pokretni. Sličice koje sadrže

⁶ LZW kompresija ime je dobila po svojim kreatorima: Lempel, Zev i Welch. LZW je kompresija bez gubitka na kvaliteti i može se upotrebljavati na gotovo svim tipovima datoteka.

samo one piksele koji se mijenjaju u odnosu na prethodnu sličicu nazivaju se delta sličice. U praksi je često potrebno povremeno spremati cjelokupne sličice, a ne samo pomične dijelove sličica. Ove, kompletne sličice, nazivaju se ključne sličice i gustoća njihovog pojavljivanja može se definirati u postavkama prilikom primjene vremenske kompresije.

Upotreba redovitih ključnih sličica ima dvije važne prednosti. Ako se cijela scena u animaciji mijenja, ključne sličice osiguravaju osvježavanje cjelokupne slike što doprinosi dobroj kvaliteti slike. Nadalje, ključne sličice omogućuju ubrzavanje i vraćanje na prethodne sličice bez neugodnih kašnjenja i zadržavanja u animaciji. Ova mogućnost je važna posebno ako je animacija namjenjena za upotrebu u multimedijском proizvodu.

Stupanj kompresije postignut temporalnom kompresijom ovisi o području slike koje ostaje statično kroz animaciju, kao i o broju ključnih sličica. Ključne sličice zauzimaju više prostora nego delta sličice, stoga će pretjerana upotreba ključnih sličica znatno ograničiti učinkovitost kompresije. U animacijama za koje ne postoji zahtjev da se mogu ubrzati ili vraćati na prethodne sličice, te koje imaju statičnu pozadinu i relativno malen pokretan dio scene, najbolje je postaviti jednu ključnu sličicu. Kod nekih vrsta animacija temporalna kompresija neće imati utjecaj na veličinu finalne datoteke. To su animacije kod kojih se svaki piksel mijenja u svakoj sličici, te je u tom slučaju najbolje primjeniti samo odgovarajuću prostornu kompresiju.

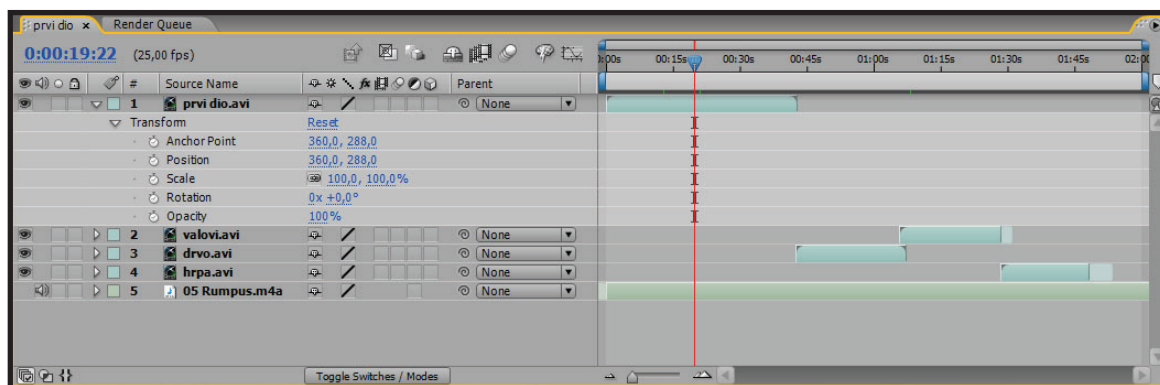
Vremenska kompresija je prikladna za spremanje animacija u kojima je potrebna maksimalna kompresija da se postigne glatko izvođenje i kod jako malenih pojasnih širina. U animacijama u kojima postoji brz pokret temporalna kompresija može izazvati neželjene posljedice kao što je isprekidana slika. Budući da bi daljnje intervencije pojačale taj efekt, ovaj format je nepođoban za naknadnu obradu i postprodukciju.

3.6 PROGRAMI ZA 2D ANIMACIJU: PROGRAMI KOJI KORISTE GRAFIČKE ZNAKOVE

Dostupno je mnogo programa za animaciju, ali postoji konačan broj postojećih tehnika animacije i programi obično uključuju samo jednu ili neke od njih. No mnogi programski paketi su dizajnirani tako da podržavaju dodatne komponente programa koje se mogu dodati glavnom programu.

Termin "*sprite*" (grafički znak) prvi put se primjenio za označavanje pokretnih objekata u ranim arkadnim igrama. Danas se njime označava bilo koji element kojim se manipulira u 2D animacijskom programu. Većina ovih programa bazira izgradnju scene na individualnim elementima koji se mogu crtati u samom programu ili se dopremiti iz vanjskog dokumenta. Neki rade sa rasterskim slikama, neki sa vektorskim, a neki s njihovom kombinacijom. Većina 2D programskih paketa za animaciju ima sučelje opremljeno vremenskom linijom

na kojoj se po vertikalnoj osi nalaze slojevi slike, dok su po horizontalnoj osi nanizane sličice (*Slika 3.2*). Grafički elementi su individualni elementi slike komponirani na pozadini. Programi nude razne efekte primjenjive na elemente animacije, kao što su transparentcija, sjena, sjaj, razni efekti boje, itd. Svakom elementu može se podešavati pozicija, rotacija i veličina. Pozicija elementa definirana je koordinatnim sustavom čiji je početak obično u gornjem lijevom kutu ekrana.



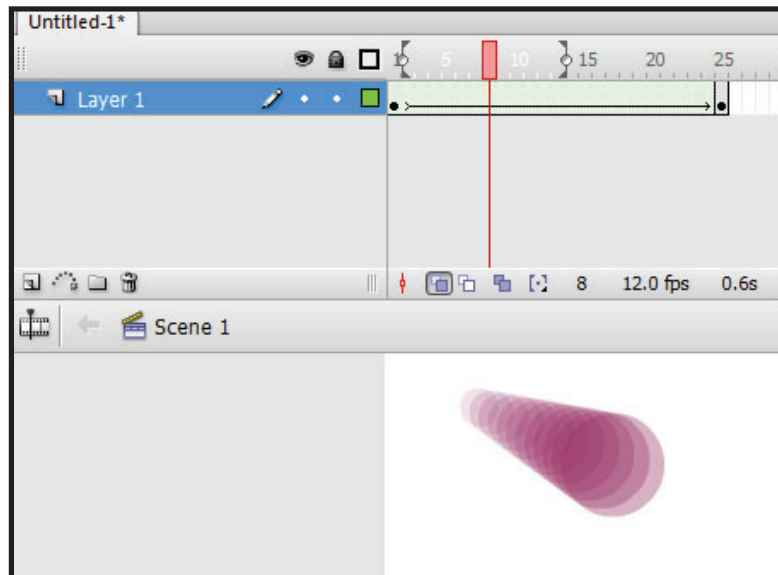
Slika 3.2: Prikaz vremenske linije u Adobe After Effects-u

Zbog učinkovitosti mnogi programi tretiraju elemente animacije kao predloške koji se pohranjuju u programsku biblioteku. Da bi kreirao scenu, animator povlači predloške elementa iz biblioteke i polaže ih na odgovarajuće mjesto u odgovarajućoj sličici. Terminologija varira od programa do programa, no princip ostaje isti. Prilikom spremanja datoteke, pohranjuju se podaci o originalnom predlošku slike te njegovoj lokaciji u prostoru i vremenu. U praksi to znači da se isti element sa različitim vrijednostima pozicije, rotacije i veličine, može koristiti nebrojeno mnogo puta bez povećanja veličine datoteke.

3.6.1 KREIRANJE ANIMACIJE SA 2D ANIMACIJSKIM PROGRAMIMA KOJI KORISTE GRAFIČKE ZNAKOVE

1. Ručno rađena animacija:

Najjednostavnija tehnika je ručno kreranje svake sličice u sekvenci animacije. Sličice se mogu kreirati crtanjem u nekom od programa za to, ili se mogu rukom crtati na papiru pa potom skenirati za računalnu obradu. Program se koristi za izvođenje animacije stvarnom brzinom izmjene sličica, pa se ova metoda može nazvati digitalnim “*flip book*”-om. “*Onion skinning*” je opcija dostupna u većini programa za animaciju. Omogućuje kreiranje sekvenci korištenjem alata za crtanje dok je istovremeno dostupan blijeđi prikaz elemenata iz prethodnih sličica (*Slika 3.3*). Ovaj alat pomaže animatoru pri kreiranju pravilnog registra.



Slika 3.3: Primjer korištenja opcije “onion-skinning” u programu Adobe Flash

2. Animacija sličicu po sličicu uz korištenje opcije “*inbetweening*”:

Tehnika rukom pozicioniranih elemenata u svakoj sličici kroz cijeli niz sličica zahtjeva mnogo vremena i vještine da se postignu zadovoljavajući rezultati. Većina računalnih programa za animaciju nudi mogućnost upotrebe ključnih sličica. U njima se definiraju ključni koraci u animaciji elementa, kao što su pozicija, rotacija, veličina, prozirnost, boja i slično, a računalo generira sve međukorake. Mehanizam interpolacije vrijednosti definiranih u ključnim sličicama i izrade laganih varijacija od sličice do sličice radi kreiranja glatke promjene naziva se “*inbetweening*” ili “*tweening*”. Ključne sličice definira sam animator upotrebom odovarajućeg alata iz menija programa ili kraticom tipkovnice. Vrijednosti se mogu definirati ili ručnim podešavanjem elementa, ili unosom vrijednosti u odgovarajuća polja. Za definiranje jednostavnog pravocrtnog gibanja elementa dovoljne su dvije ključne sličice, dok je za definiranje kompleksnijeg kretanja po krivulji potrebno definirati tri ili više ključnih sličica. U drugom poglavlju opisani su zakoni gibanja iz prirode koji se moraju primjeniti na animaciji da bi bila uvjerljiva. Jedan od njih je prirodno ubrzavanje i usporavanje elemenata koji se gibaju. Velik dio programa za animaciju nudi opciju “*ease-in*” koja omogućuje da element započinje gibanje polako pa zatim ubrzava, te opciju “*ease-out*” koja usporava element prije njegovog zaustavljanja.

3. 2D morfing:

Morfing je proces u kojem jedan objekt glatko mijenja oblik u drugi. Postoji nekoliko tipova morfinga 2D objekata. Flash omogućuje morfing između dva 2D objekta na temelju

krivulja. Ovaj proces se naziva “*shape tweening*”. Da se definira koji dijelovi prvog objekta se podudaraju s kojim dijelovima drugog objekta potrebno je ručno definirati ključne točke koje se nazivaju “*shape hints*”.

4. Upotreba gotovih animacija:

Većina programa za animaciju omogućuje upotrebu, kombiniranje i editiranje već postojećih animacija različitog tipa (video datoteke, animirani GIF-ovi, Flash datoteke,...).

3.7 POHRANA 2D ANIMACIJA ZA ODREĐENU NAMJENU

3.7.1 POHRANA 2D ANIMACIJA ZA VIDEO I TELEVIZIJU

Za pohranu za video i televiziju digitalni video dokument ili sekvenca renderiranih nepokretnih slika se prikazuje na računalu osposobljenom za editiranje videa, ili na NLE⁷ sustavu, te se snima na video rekorderu. Formati datoteka koje podržavaju uobičajeni hardveri za editiranje videa su AVI i Quicktime sa MJPEG kodecima koji koriste prostornu kompresiju uz gubitak na kvaliteti radi smanjenja potrebne pojasne širine. Profesionalna NLE oprema može obrađivati nekomprimirane sekvence radi maksimalne kvalitete slike, dok amaterska oprema može imati manju pojasnu širinu te u skladu s tim zahtjevati veću kompresiju na račun kvalitete slike.

Animacije koje sadrže jako brz pokret, renderirane brzinom od 25 f.p.s. za PAL sustav kodiranja, odnosno 30 f.p.s. za NTSC sustav kodiranja, mogu biti trzave. Ovaj problem se može riješiti tehnikom koja se zove renderiranje polja⁸. Pritom se koristi svojstvo TV ekrana prikaza slike dvostrukim linijama. Animacija se renderira pri brzini od 50 f.p.s. (PAL), odnosno 60 f.p.s. (NTSC) te se svaki set dvije rezultirajuće slike međusobno isprepliće. Rezultat je glađe izvođenje animacije. Negativna strana ovog svojstva TV ekrana je da je u animacijama potrebno izbjegavati tanke horizontalne linije, debljine 1 do 3 piksela, da ne bi došlo do podrhtavanja slike.

3.7.2 POHRANA 2D ANIMACIJA ZA FILM

Film zahtjeva renderiranje animacije pri znatno većoj rezoluciji. Taj iznos je vrlo često 3000X2000 piksela, a pohranjuje se putem filmskog rekordera. Rezultat su znatno veće veličine dokumenata.

7 eng. *non-linear editing*

8 eng. *field rendering*

3.7.3 POHRANA 2D ANIMACIJA ZA PRIKAZ NA RAČUNALU

Digitalne video datoteke formata AVI, Quicktime i MPG mogu se prikazivati direktno na osobnom računalu, bilo putem nekog od programa kao što su Windows Media Player i Quicktime Player ili prikazom u multimedijском programu. Za prikaz animacije direktno sa tvrdog diska brzina prijenosa podataka sekvence mora biti dovoljno niska da prikaz bude gladak i bez smetnji. Fotorealistične animacije mogu se renderirati pri veličini od 640x480 piksela i brzini od 15 f.p.s. Za uspješan prikaz sa CD-ROM-a animacija treba imati manju brzinu prijenosa podataka, primjerice 250 kb/s, što zahtjeva manju veličinu datoteke, primjerice 320x280 piksela. AVI i Quicktime datoteke mogu se koristiti uz kodeke kao što su Sorenson ili Cinepak radi smanjenja brzine prijenosa podataka prostornom i vremenskom kompresijom. Izbor brzine prijenosa podataka i veličine datoteke ovisi o minimalnim specifikacijama hardvera koji se izaberu za projekt.

MPEG-1 je standard za kompresiju audio i video datoteka uz gubitak na kvaliteti. Koristi se za kompresiranje visokokvalitetnih datoteka na veličinu 352x288 piksela i brzinu prijenosa podataka od 150 kb/s. Neki programski paketi za animaciju renderiraju direktno u MPEG, dok drugi renderiraju u AVI ili Quicktime format te upotrebljavaju zasebne kodeke za MPEG.

3.7.4 PRETHODNO RENDERIRANA 2D ANIMACIJA ZA PRIKAZ NA INTERNETU

Web stranice mogu prikazivati prethodno renderirane animacije u raznim formatima: animirani GIF, MPEG, Quicktime, Real, AVI, DivX i ASF. S obzirom da većina korisnika ima ograničenu pojasnu širinu mreže potrebno je prilagoditi veličinu datoteka na minimalnu moguću. Veličina animiranih GIF-ova može se reducirati smanjenjem broja boja i broja sličica. Kod drugih formata potrebno je smanjiti veličinu slike na 176x144 piksela i primjeniti veću kompresiju. Animacije se mogu preuzeti na disk i pregledavati dok korisnik nije povezan na mrežu, ili se mogu prikazivati strujanjem⁹ pri čemu kvaliteta prikaza znatno ovisi o pojasnoj širini mreže korisnika. Česta je upotreba vektorskog animacijskog formata kao što je Flash ili Shockwave pri čemu računalo pohranjuje pakete podataka o animaciji te ih ponovno "sastavlja" i prikazuje.

9 eng. *streaming*

4 KREIRANJE INTERAKTIVNE 2D ANIMACIJE ZA MULTIMEDIJU

U multimedijском okruženju, animacija znatno pridonosi doživljaju korisnika. Ona doprinosi odgovornosti sustava, korisnikovom osjećaju značajnog djelovanja unutar sustava, aktivira korisnika i pruža mu osjećaj nagrade. Putem svog vizualnog izražaja te brzinom i načinom na koji se dinamika ostvaruje doprinosi stvaranju određene atmosfere. Po estetskim pravilima i tehničkim zahtjevima, animacija za multimediju podudara se s animacijom za bilo koju drugu namjenu, kao što su video i televizija. No, ona ima svoje specifičnosti na koje treba obratiti pozornost. Ove specifičnosti dosta ovise o sredstvima isporuke animacije. Ona određuju što je uopće moguće napraviti u animaciji, te definiraju proces razvoja ideja, izrade koncepta i razvoja svih stadija izrade multimedijalnog projekta. Bitna razlika animacije namjenjene za multimediju proizlazi iz njene interaktivnosti. Alan Peacock u knjizi *“A Guide to Computer Animation for TV, games, multimedia and web”* navodi da se animacija integrira u multimediju na nekoliko načina:

- promjena kursora dok se pomiče po ekranu koja ukazuje na prisutstvo linka ili neke druge funkcije
- *“rollover”* koji se mijenja sa svrhom povratne informacije korisniku
- kretanje objekata na ekranu
- kao ugrađeni animirani dijagram ili film
- kao pomični ekran i promjena kuta gledanja
- kao način pružanja osjećaja učinkovitosti i ovlasti korisniku
- kao način uvjeravanja korisnika da sustav radi i da je pouzdan. [1]

4.1 VRSTE ANIMIRANIH OBJEKATA U MULTIMEDIJI

Postoje dvije vrste objekata u animaciji. Prva vrsta su objekti koji predstavljaju “tlo” ili pozadinu, i često su statični ili sadrže suptilan pokret (valovi na vodi, njihanje trave,...). Oni predstavljaju kontrast drugoj vrsti objekata: pokretnim objektima, “figurama”. To su objekti koji jesu ili se čine motiviranima. Pojam “motivirani objekt” znači da gledatelj razumije pokret objekta, bilo na način da razumije akciju i motive akcije ili da postoji očita radnja uzroka i posljedice. Upravo ovi motivirani objekti, koji mogu biti ljudi, životinje, biljke, automobili, avioni, itd., su dinamični dijelovi animacije. Iako su u animaciji pokret te radnja uzroka i posljedice često pretjerani u odnosu na ono što gledatelj vidi u stvarnom svijetu, gledatelj se vrlo brzo prilagođava i uživa u prikazanom.

U animaciji za multimediju postoji još jedna vrsta objekata. To su reaktivni ili reagirajući objekti. Reaktivni objekti se kreću ili mijenjaju kao odgovor na akciju korisnika. Čest primjer

je gumb koji mijenja boju prilikom klika korisnika. Kod reaktivnih objekata najviše i najjasnije dolaze do izražaja posebni zahtjevi za animaciju u multimediji, iz razloga što ne samo da se mijenja izgled i/ili kretanja objekta, nego akcija korisnika može imati veće i značajnije posljedice, odnosno utjecati na aktivnosti koje slijede. Reaktivni objekti predstavljaju navigacijski alat i omogućuju stvaranje priče izborom među ponuđenim mogućnostima. Moraju se razlikovati od ostalih objekata tako da ih korisnik odmah prepozna te moraju pružati povratnu informaciju korisniku, kao znak da funkcioniraju. Primjetljivost¹ reaktivnog objekta ga razlikuje od drugih objekata, a povratna informacija se očituje promjenom izgleda objekta ili aktivnosti koja slijedi.

Alan Peacock navodi sljedeće vrste objekata:

- pozadinski objekti - objekti koji definiraju okolinu projekta, kao što su pozadinske boje i slike i ponavljajuće slike u pozadini web stranice
- sadržani objekti - objekti koji se pomiču i/ili mijenjaju unutar definiranih granica bez posljedica i djelovanja na druge objekte i akcije, kao što su "banner"-i na web stranicama, animirani logotipi, ponavljajući pokreti, filmski isječki
- motivirani objekti - objekti koji se kreću i/ili mijenjaju sami po sebi ili kao reakcija na promjenu drugog objekta u okolini, na primjer umjetna inteligencija u računalnim igrama kao što su stanovnici SIM-igara, protivnici u igri kojima upravlja računalo, ptice koje lete uokolo u jatu, lopta u sportskim računalnim igrama
- reaktivni objekti - objekti koji mijenjaju ili prilagođavaju okolinu kao posljedicu djelovanja korisnika, kao što su "rollover"-i, kursori osjetljivi na kontekst, klizači, pokretni objekti, avatari, karakterni likovi, sredstva za navigaciju [1].

4.2 ODNOS ANIMACIJE I INTERAKTIVNOSTI

Većina interaktivnih medija sadrži animaciju. Isto tako većina programskih paketa za kreiranje interaktivnih medija također se koriste za kreiranje animacije. Programi kao što su Adobe Flash su se razvili od programa za kreiranje animacije do programa za kreiranje moćnih interaktivnih sadržaja koji kombiniraju animaciju po vremenskoj liniji s tehnologijom naprednih programskih jezika. Programi za izradu web stranica nude mogućnost izrade jednostavnih animacija kao što su animirani gumbi te sadrže vremensku liniju radi definiranja pokreta.

U interaktivnom mediju korisnik svojom aktivnošću uzrokuje promjenu ili kretanje. Prva razina te interakcije je pomicanje kursora miša u skladu s pokretom ruke korisnika koja pokreće miša. Druga razina se očituje prilikom klika miša na animirani objekt, te se po

1 eng. *affordance*

principu uzroka i posljedice zbiva promjena. Interaktivni medij reagira na akciju korisnika i "oživljava", što je njegova ključna karakteristika. Vizualni elementi interaktivnog medija također mogu biti animirani sami po sebi, neovisno o akciji korisnika.

Animacija u interaktivnom mediju pridonosi iskustvu korisnika na nekoliko načina:

- pridonosi odgovornosti sustava i korisnikovom osjećaju smislenog djelovanja unutar sustava
- pridonosi angažiranosti korisnika i pruža mu osjećaj nagrade
- načinom, tempiranjem i brzinom pokreta pomaže definiranju atmosfere multimedijskog projekta

"*Graphic User Interface*" (GUI) je dominantan oblik interakcije s računalom. Zahvaljujući njima jednostavne animacije su dio našeg svakodnevnog iskustva s računalima. Vizualni izgled suvremenog računala se konstantno mijenja. Neke od tih promjena su promjena vizualnog izgleda ikone prilikom klika na nju, prikazom podizbornika prilikom klika na neku od opcija glavnog izbornika, kursor miša osjetljiv na kontekst (kursor koji se mijenja ovisno o aktivnostima, na primjer pretvorba u pješčani sat prilikom čekanja da se dogodi zadano), mogućnost pomicanja ikona datoteka po ekranu itd. Naše najjednostavnije akcije na računalu su prezentirane animacijama čineći animaciju našim svakodnevnim iskustvom.

U interaktivnom multimediju animacija je ključni dio komunikacije. Pomaže strukturiranju i organiziranju toka informacija, stvaranju vizualnog interesa korisnika i daje mu povratnu informaciju. Upotrebljena učinkovito animacija može jasno izraziti cjelokupnu poruku projekta.

4.3 RAZVOJ INTERAKTIVNE ANIMACIJE: RANE IGRE, HIPERTEKST I WORLD WIDE WEB

Krajem dvadesetog stoljeća računalna tehnologija postaje dostupna široj masi ljudi i cjenovno i u smislu dostupnosti obrazovanja za korištenje iste. Istodobno se širi potreba za stvaranjem novih sadržaja, novih formata medija čiji sastavni dio postaje animacija. Rane računalne grafike sastojale su se od jednostavnih blokova i linija, ali su sadržavale dovoljno informacija da gledatelj prihvati stvarnost onoga što prikazuju. Animacija je upravo bila taj element koji je znatno pridonosio njihovoj uvjerljivosti. Lokacija grafičkog elementa na ekranu lako se može promijeniti u programerskom kodu. Ako se promjena odvija dovoljno brzo, odnosno ako je brzina izmjene sličica veća od 12 f.p.s., stvara se iluzija pokreta.

Već u ranim igrama se pojavljuju vrste animiranih objekata o kojima se raspravilo ranije u poglavlju. Ako za primjer uzmemo igru "*Space Invaders*", svemirski brod predstavlja motivirani objekt. Giba se sam po sebi na kompleksan način. Oružje koje on ispaljuje predstavlja

reaktivni objekt, budući da je upravljano akcijom korisnika. Između ova dva objekta postoji odnos uzroka i posljedice (*Slika 4.1*). Akcija kojom korisnik manipulira reaktivnim objektom rezultira promjenom kod motiviranog objekta.



Slika 4.1: Igra "Space Invaders" jedna je od prvih računalnih igara u kojoj svemirski brod predstavlja motiviranih objekt, a oružje reaktivni objekt. Između ta dva objekta postoji odnos uzroka u posljedice.

Ove rane računalne igre možemo stoga smatrati prvim iskazima interaktivnosti u animaciji.

Istovremeno se ideje o prirodi informacija koriste za razvoj računalnih sustava. Ted Nelson 1968. godine definira hipertekst. Hipertekst je navigabilan i nema fiksni i određen tijek, nego je određen odlukama korisnika. Hipertekst je doveo do hipermedije, odnosno multimedije, koja osim teksta i linkova između određenih dijelova, sadrži i slike, statične i dinamične, te zvuk. Priča u multimediji može imati neodređen početak, tok i završetak. To znači da je odnos između autora i djela drugačiji od odnosa korisnika i djela. U značajnom udjelu autor više ne utječe na rad, i jednako tako značajnom udjelu korisnik je taj koji utječe.

World Wide Web je posebna vrsta interaktivnog multimedija. Rani oblik HTML-a ("*HyperText Markup Language*") razvio je Tim Berners-Lee u ranim 1990.-ima, a omogućavao je samo unos teksta. Marc Andreessen je razvio Mosaic, preglednik koji je uključivao oznaku za identifikaciju, lociranje, učitavanje i prikaz slike u .JPEG ili .GIF formatu. Tim Berners-Lee zatim razvija mogućnost ugradnje URL koda, što zajedno sa Andreessenovom oznakom za integraciju slike pretvara HTML tehnologiju u široko prihvatljivu formu hipermedije dostupnu široj javnosti.

Ubrzo postaje konvencija da su linkovi na web stranici predstavljeni ne samo nekom vrstom vizualne razlikovnosti od drugog sadržaja, nego i promjenom kursora iz strelice u pokazujući prst. Ovo je jednostavna animacija reaktivna na kontekst koja pruža jasnu povratnu informaciju korisniku. Daljnji razvoj HTML tehnologije, a posebno razvoj JavaScripta², omogućuje izmjenu sličica u "*rollover*"-ima. Razvoj ovih tehnologija omogućio je upotrebu jednostavnih 2D animacija koje čine znatnu razliku u iskustvu korisnika.

Web stranice mogu sadržavati slike koje predstavljaju linkove. Vrlo često su takve slike obilježene okvirom u boji linka. Budući da je okvir parametar koji dizajner podešava u kodu, njegovim podešenjem na iznos 0, on postaje nevidljiv i ne postoji vizualna oznaka da slika predstavlja link. Neke slike su lako prepoznatljive kao linkovi, no u nekim slučajevima one se identificiraju kao linkovi tek pretvorbom strelice kursora u pokazujući prst prilikom prelaska kursora preko iste.

Web stranice mogu sadržavati i slike koje funkcioniraju kao karte stranice. Ove slike, koje mogu biti u .JPEG ili .GIF formatu, su povezane sa kartom vrućih točaka³ koje mogu funkcionirati kao linkovi ili mogu pokrenuti neku drugu aktivnost. Vruće točke ne moraju nužno biti automatski prepoznatljive, nego mogu biti identificirane samo kursorom osjetljivim na kontekst, dakle promjenom strelice kursora u pokazujući prst. Ovo navodi korisnika na aktivno istraživanje i otkrivanje naoko skrivenih sadržaja.

2 JavaScript je programski jezik koji se bazira na objektima i služi za uvođenje dinamike u web stranice. Razvili su ga Netscape Communications Corporation i Sun Microsystems, Inc. 1995. godine.

3 eng. *hotspots*

Postoje i drugi oblici 2D animacije koji mogu biti sadržani u web stranici. Oni često zahtijevaju dodatke koji proširuju mogućnosti preglednika i produbljuju doživljaj interaktivnosti. Najčešći mediji 2D animacije koji mogu biti sadržani u web stranicama su Shockwave (visokokomprimirani format Directora), Flash (vektorski format) i Quicktime (Apple-ova tehnologija koja omogućuje prikaz linearnog medija). Ovako implementirane animacije mogu predstavljati sadržane objekte ili mogu biti odvojeni elementi interaktivnog medija.

4.4 PRISTUPI U NAČINU KREIRANJA INTERAKTIVNE ANIMACIJE

Najpoznatiji programi za kreiranje interaktivne animacije su Adobe Director, Flash i Dreamweaver i svi mogu poslužiti kao primjer različitih principa rada.

4.4.1 ADOBE DIRECTOR

Adobe Director je u svojoj osnovi animacijski paket koji koristi grafičke elemente i u organizaciji sadržaja koristi vremensku liniju. Radna površina u Directoru naziva se “*stage*”, a grafički elementi se crpe iz dijela koji se naziva “*cast*”. Svojstva elemenata se određuju i kontroliraju u tabeli koja sadrži vremensku liniju. Vrijeme teče slijeva na desno u seriji sličica koje su grupirane kao stupci ćelija. Ćelije prezentiraju sadržaj svake sličice i svaka od njih sadrži određeni grafički element sa pripadajućim svojstvima. Vremenska linija podržava upotrebu ključnih sličica. Računalo automatski stvori sve međusličice s pripadajućim detaljima o elementu. Ovakav način rada štedi vrijeme i trud animatora.

Grafički elementi su rasterski elementi koji se mogu kreirati u samom Directoru, ali češća je praksa kreiranja i pripreme elemenata u nekom od programa namjenjenih tomu, kao što su Adobe Photoshop ili Illustrator. Oni se zatim uvoze u Director dokument i postaju “*cast members*”. Nakon toga mogu se koristiti u kreiranju animacije sa svim efektima koje program nudi.

Adobe Director nudi i mogućnost programiranja. Programski jezik koji se koristi u Directoru jest Lingo, koji je programski jezik orijentiran na objekte, OOP (“*Object Oriented Programming*”). Lingo nudi mogućnost fine kontrole svih grafičkih elemenata, zvuka, videa i drugih medija. Uz upotrebu Linga dizajner može kreirati bogate i raznovrsne interaktivne sadržaje te ponuditi korisniku zanimljivo iskustvo. Potrebno je naglasiti da nije nužno poznavati programiranje da bi se koristilo Directorom: program nudi raznovrsna prethodno kreirana ponašanja primjenjiva na elemente animacije.

4.4.2 ADOBE FLASH

Druga vrsta animacijskog paketa jest Adobe Flash, koji je u osnovi vektorski program. Kao i Director, uporebljava vremensku liniju u organizaciji sadržaja i radnji, no razlikuju se u tome što u Flashu svaki element koji se zasebno animira mora stajati u zasebnom sloju. Ako se dodaju novi animirani elementi, dodaju se i novi slojevi koji ih sadržavaju. Uz vektorske i rasterske elemente Flash dokument može sadržavati i druge Flash filmove, sa svojim zasebnim elementima i njihovim ponašanjem.

Programski jezik koji Flash koristi za stvaranje interaktivnih sadržaja jest ActionScript, koji je verzija ECMAScripta⁴. Kao i Director, Flash nudi upotrebu gotovih ponašanja primjenjivih na elemente za animatore koji ne poznaju potrebnu tehnologiju programiranja.

Flash je vektorski program te omogućuje morfining. Morfining podrazumjeva proceduru koja preračunava poziciju i odnos kontrolnih točaka vektora, što u praksi znači da se objektu može dinamično mijenjati oblik kroz period vremena. Budući da su pritom korištene vektorske slike, ne postoji mogućnost neželjenih pojava iskrivljenja slika kao što bi bilo slučaj kod rasterskih slika.

Jedna od velikih prednosti Flash-a je u tome što omogućuje pregled preko cijelog ekrana na svim veličinama monitora i na raznim platformama. Većina današnjih preglednika ima automatski integriran Flash player što znači da gotovo svi korisnici mogu pregledavati Flash datoteke. Budući da je Flash vektorski program, sadržaj se učitava relativno brzo.

Flash ima i svoj nedostatak. Sadržaj Flash datoteka se teško ažurira i indeksira u alatima za pretraživanje. Iz ovog razloga, mnoge poslovne web stranice, stranice koje se bave internetskom trgovinom te stranice bazirane na bazama podataka, ne koriste Flash kao platformu jer im je u interesu da ih korisnik lako pronađe u tražilicama. Stoga one upotrebu Flasha ograničavaju na animirane "bannere", navigaciju te prijelaze.

4.4.3 ADOBE DREAMWEAVER

Adobe Dreamweaver je program za kreiranje web stranica i također koristi vremensku liniju i ključne sličice prilikom kreiranja interaktivnih animacija. Web stranice su u početku bile statične. Rana verzija HTML nije podržavala pokretne elemente. Razvojem i pojavom Dynamic HTML-a (dHTML), omogućava se kreiranje neovisnih slojeva unutar web stranice, koji imaju vlastita podesiva svojstva: veličinu, poziciju i vidljivost, što im omogućuje jednostavno kretanje u zadanim okvirima. Većina preglednika automatski prepoznaje dHTML stoga

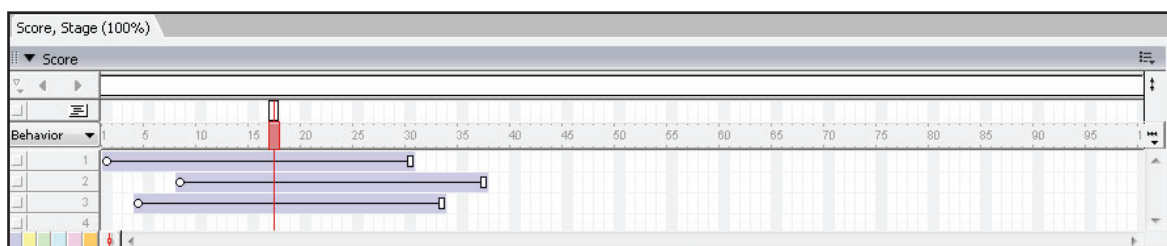
4 ECMAScript je skriptni jezik koji je standardizirala Ecma International. Implementira se u web stranice u vidu nekoliko dijalekata: ActionScript, JavaScript i JScript.

nije potrebna nikakva dodatna instalacija. No mogućnosti animacije su dosta slabe i rezultati često nisu konzistentni kroz sve preglednike. Iako Dreamweaver generira JavaScript kod za primjerice "rollover"-e, ne nudi mnogo mogućnosti za kreiranje interaktivnog sadržaja ako korisnik ne poznaje JavaScript ili JScript. No to ne bi trebalo biti ograničavajuće za korisnika, budući da se Director i Flash datoteke mogu spremiti u formatu pogodnom za ugradnju u web stranice.

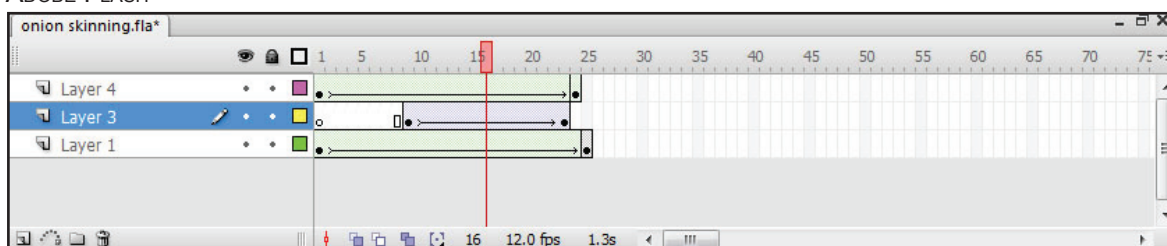
4.5 UPOTREBA VREMENSKE LINIJE

Svi animacijski paketi navedeni u prethodnom poglavlju koriste vremensku liniju za organizaciju sadržaja i radnji (*Slika 4.2*). Vremenska linija služi vizualizaciji događaja koji se u bilo kojem trenutku mogu pregledati i testirati. Većina vremenskih linija sadrži ključne sličice koje definiraju osnovne promjene nekog ili nekih od parametara objekta, te međusličice koje računalo samo generira. Neki od parametara koji se mogu definirati u ključnim sličicama su: pozicija, veličina, rotacija, prozirnost, boja,... Prilikom korištenja vektorskih slika ključne sličice se mogu koristiti za definiranje vrućih točaka u morfingu.

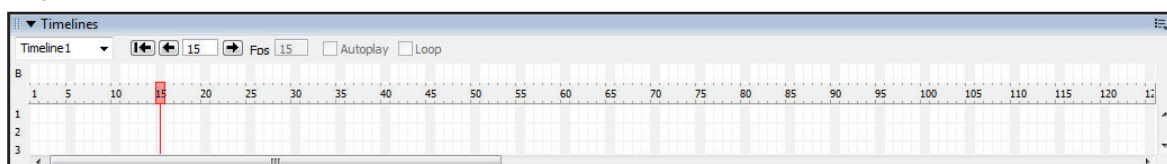
ADOBE DIRECTOR



ADOBE FLASH



ADOBE DREAMWEAVER



Slika 4.2: Prikaz vremenske linije u pojedinim programima za animaciju

U jednostavnoj linearnoj animaciji vremenska linija predstavlja proces od prve do zadnje sličice sekvence. Za interaktivnu multimedijalnu animaciju, vremenska linija predstavlja mjesto gdje su stanja i odvojene sekvence projekta određene i predstavljene. Interaktivni projekt se može shvatiti kao niz ponavljajućih sekvenci gdje unutar svakog ponavljanja postoje uvjeti koji dozvoljavaju skok u drugu ponavljajuću sekvencu ili promjenu u aktivnoj sekvenci. Primjer za ove uvjete je:

“when the mouse is clicked od this object go to...” = “klikom miša na ovaj objekt odi na...”

Veliki izazov u kreiranju interaktivne multimedijalne animacije je upravo definiranje ovih uvjeta i njihovo programiranje u djelotvornom kodu koji rezultira onime što je animator i naumio.

4.6 TEHNIČKI ZAHTJEVI NA INTERAKTIVNU ANIMACIJU

Animacija namjenjena za multimediju je generirana, a ne prethodno renderirana. Prisutstvo, pozicija i pokret elemenata su uvjetovani trenutnim i prethodnim akcijama korisnika. Stoga animator mora uzeti u obzir tehničke zahtjeve koji utječu na kvalitetu animacije. Te kvalitete su vizualne i vremenske. Vizualne kvalitete podrazumjevaju pojmove kao što su dubina boje i veličina grafičkih elemenata u pikselima. Vremenske kvalitete podrazumjevaju moguću brzinu izmjene sličica i brzinu odgovora sustava na akciju korisnika. Originalna ideja animatora možda će se morati mijenjati u skladu sa tehničkim zahtjevima i ograničenjima sustava za koji je namjenjena.

Tehnološki napredak u području računalne tehnologije sugerira da će tehnička ograničenja s vremenom nestati. No to nije slučaj, budući da zajedno sa moći računala da prikažu tehnički zahtjevnije animacije, rastu i očekivanja od korisnika i vizije animatora. Primjer su VGA grafički standardi za rezoluciju monitora: u svojim počecima (od 1987.) rezolucija 640x480 piksela se smatrala visokom, dok su danas standard monitori rezolucije 1024x768 piksela, a očekuje se da će ih uskoro zamijeniti monitori rezolucije 1280x1024 piksela. Usporedan rast tehničkih unapređenja i očekivanja publike znači da tehnička ograničenja i dalje ostaju problem u animaciji za multimediju i web.

Na kvalitetu animacije u multimediji utječe više faktora, redom tehničkih koji direktno utječu na estetske kvalitete. Za dojam glatkog pokreta brzina izmjene sličica treba biti minimalno 12 f.p.s, a poželjno je da bude 24 f.p.s. Za razliku od prethodno renderirane animacije koja može upotrebljavati napredne kodeke za kompresiju i dekompresiju, radi smanjenja veličina datoteka i potrebne pojasne širine, interaktivna animacija za multimediju se generira u toku izvođenja.

To znači da sustav mora:

1. bilježiti akciju korisnika
2. izračunati posljedice akcije korisnika u smislu vrijednosti atributa grafičkih elemenata (pozicije, boje, i slično) ili vektora
3. locirati sredstva (grafičke elemente) pohranjena na disku ili u RAM-u i crtati ih ili preračunati vrijednosti vektora
4. spojiti i renderirati sliku unutar brzine osvježavanja slike monitora što podrazumjeva lociranje sredstava redom po z-osi, lociranje rasterskih slika, crtanje vektorskih efekata, računanje efekata kao što je transparentija i miješanje boja
5. prikazati sliku [1]

Upotrebom velikog broja grafičkih elemenata i upotreba velikih grafičkih elemenata, kao i upotreba složenih transparentija i ostalih efekata otežavaju izvođenje trećeg i četvrtog koraka. Dohvaćanje elemenata iz memorije zahtjeva određeno vrijeme, a dohvaćanje sa eksternog hard diska ili CD-ROMA zahtjeva još više vremena. Što su veći grafički elementi i što ih više ima, potrebno je duže vremena da se dovedu do bufera gdje se slika konstruira i renderira. Izračun vrijednosti boje pojedinog piksela je jednostavan ako nema preklapajućih elemenata u tom pikselu ili ako se preklapaju bez miješanja svojstva boja. Tada ona odgovara vrijednosti prednjeg elementa. Ukoliko postoji miješanje svojstva boja preklapajućih elemenata, primjerice kod transparentije, izračun je kompleksniji i zahtjeva više vremena. Iako je mogući zastoj za svaki problematičan djelić malen i iznosi nekoliko milisekundi, oni se mogu znatno nagomilati i uzrokovati duže smetnje u prikazu animacije.

Da bi se postigao kontinuiran fluidan pokret potrebno je pažljivo isplanirati sve dijelove procesa izrade animacije za interaktivni medij uzimajući u obzir sve faktore koji bi mogli omesti njeno izvođenje. Ukoliko su specifikacije uređaja na kojem će se prikazivati animacija poznate, posao je znatno lakši. No prilikom izrade multimedijalne animacije za CD-ROM široke upotrebe, potrebno je imati na umu sve ranije navedene zahtjeve i ograničenja. Česta praksa je specificiranje minimalnih zahtjeva za hardver i softver radi besprijekornog izvođenja animacije, što zahtjeva testiranje na uređaju tih istih specifikacija. Kod animacija za web postoje i ograničenja samog preglednika. Prilikom korištenja dHTML-a u animiranju slojeva, brzina osvježavanja je između 12 i 18 f.p.s. Shockwave datoteke mogu imati veću brzinu osvježavanja, a Flash, s upotrebom vektorske grafike, još veću. No najveći problem kod web stranica jest brzina učitavanja što znatno ovisi o brzini veze korisnika. Istraživanja pokazuju da u prosjeku korisnici čekaju najviše 10 sekundi da se prikaže stranica. Stoga prilikom dizajniranja animiranih elemenata za web treba ih izvesti tako da se pri običnoj internetskoj vezi učitaju unutar tog vremena.

4.7 VRSTE ANIMIRANIH OBJEKATA NA WEB-U

Promjena koja se događa na reaktivnim objektima uzrokovana akcijom korisnika potvrđuje odgovornost aplikacije. Ovo je jedan oblik fatičke komunikacije jer daje korisniku na znanje da aplikacija funkcionira, te da se događa komunikacija. Reaktivni objekti također doprinose korisnikovom osjećaju učinkovitosti i razumjevanju što se može i gdje se to može napraviti unutar aplikacije. Reaktivni objekti na web stranicama mogu biti:

1. gumbi⁵
2. "rollover"-i
3. pomični objekti
4. tekstualni linkovi

4.7.1 GUMBI

Gumbi imaju visoku vizualnu zamjetljivost koja ih jasno izdvaja iz okruženja u kojem se nalaze. Upotrebljavaju se da korisniku ukažu na izbore koje ima. Ponekad u izvedbi slične gumbima na uređajima u stvarnom svijetu, te zbog tog odnosa između virtualnog i realnog izgleda možemo ih nazvati ikonama. Neki grafički programi nude mogućnost pretvaranja izgleda slike u izgled gumba posvjetljenjem i potamnjenjem rubova dajući dojam da je on nešto izbočen u odnosu na podlogu. Prilikom klika miša na gumb, događa se akcija koja simulira pritisak gumba u stvarnom svijetu: čini se kao da je on utisnut u pozadinu, mijenja boju ili posvjetljuje te se često čuje zvuk klika dajući snažnu povratnu poruku korisniku. Najčešća upotreba ikoničnih gumba je kod jednostavne i jasne navigacije (*Slika 4.3*). Posebno su pogodni za upotrebu kod publike koja nije upoznata sa korištenjem računala.



Slika 4.3: Primjer za navigaciju riješenu preko gumba

Gumb ima više stanja koja ovise o trenutnoj i prethodnoj akciji korisnika, a ona su:

1. prikaz: izgled gumba kao dio prikaza na ekranu u koji se često vraća u neaktivnom stanju
2. pripravnost: izgled gumba kada se kursor miša nalazi u njegovom vrućem području
3. odabrano: izgled gumba prilikom klika radi pokretanja aktivnosti koju prezentira

5 eng. *button*

4. aktivno: izgled gumba dok se aktivnost koju prezentira događa
5. vruće područje: nije dio vizualnog izgleda gumba nego predstavlja područje na koje je moguće kliknuti da bi se pokrenula aktivnost gumba

Svi gumbi mogu, ali ne moraju koristiti sva navedena stanja izgleda. Primjerice, ako se kao gumb koristi .JPEG datoteka, promjena izgleda u svakom stadiju aktivnosti može biti nepoželjna.

Za izradu gumba, Flash koristi objekte definirane kao simbole. Nude se četiri okvira za sliku koja će se koristiti kao gumb. Prva tri se koriste za definiranje izgleda slika u stanjima prikaza, pripravnosti i odabira gumba, dok se zadnji okvir koristi za definiranje vrućeg područja. Odvajanje okvira za definiranje vrućeg područja znači da Flash omogućuje kreiranje gumba nepravilnog oblika koje ima isto takvo odgovarajuće vruće područje.

4.7.2 ROLLOVER

“*Rollover*”-i su reaktivni objekti što znači da se mijenjaju prilikom interakcije s korisnikom. “*Rollover*” se mijenja kada kursor miša stupi u njegovo vruće područje unutar ekrana. U nekim slučajevima može se dogoditi i još jedna, nova promjena klikom miša na objekt, dajući korisniku snažnu povratnu informaciju o djelovanju sustava. Potom treba pripaziti da su slike koje se koriste i izmjenjuju iste veličine. Preglednici i multimedijски programi će obično prilagoditi veličinu svih slika tako da se podudaraju sa veličinom prve slike. To rezultira dvama neželjenim pojavama:

1. deformacija slika koja šteti vizualnom izgledu web stranice
2. računalo mora izvršavati dodatna izračunavanja što može rezultirati sporijim odgovorom na akciju korisnika.

“*Rollover*”-i mogu biti jasno označeni radi vizualne zamjetljivosti u odnosu na okolno područje te se kao takvi mogu upotrebljavati kao alat za navigaciju. Nakon što ih prepozna i razumije, korisnik odlučuje što će dalje činiti. Pojam “*rollover*” također podrazumjeva i bilo koje vruće područje na ekranu, kao što su točke u slikovnim kartama. Aktivno područje ne mora biti vizualno zamjetljivo: može se zamjetiti tek promjenom kursora miša prelaskom preko njega ili pokrenutom promjenom negdje na ekranu. “*Rollover*”-i bez vizualne zamjetljivosti čine navigaciju procesom istraživanja.

Postoje dvije vrste promjena kod “*rollover*”-a:

1. dislocirana - promjena koja se događa u području ekrana različitom od lokacije samog “*rollover*”-a
2. direktna - promjena koja se događa na mjestu gdje se nalazi kursor miša, odnosno mjestu samog “*rollover*”-a

U nekim slučajevima promjena se može dogoditi na više lokacija unutar ekrana.

Programi za izradu web stranica, kao što je Adobe Dreamweaver, kod izrade "rollover"-a automatski nude korištenje dvije slike za dva stanja: stanje prikaza i stanje pripravnosti. Upotrebom programskih jezika kao što su JavaScript i Lingo, "rollover"-i se mogu izvesti na maštovitiji način. Jedna od mogućnosti je korištenje više slika za stanje pripravnosti ili odabira, koje se prikazuju slučajnim odabirom tako da korisnik konstantno doživljava drukčije iskustvo. Upotrebom dislociranih "rollover"-a, te primjerice zvučnih efekata, događaju se neočekivane promjene koje dodatno pridonose zanimljivom iskustvu korisnika.

Kada kursor miša napusti vruće područje, "rollover" se ne mora nužno vratiti u stanje prikaza. Ostavljanje izgleda "rollover"-a u stanju pripravnosti, korisniku se daje snažniji osjećaj djelotvorne aktivnosti u aplikaciji.

Reaktivni objekti ne moraju biti statične slike. Kod "rollover"-a se često upotrebljava i animirani GIF. U Flashu sami gumbi mogu biti Flash filmovi. Kod "rollover"-a se može koristiti animacija za stanje prikaza, a statična slika za stanje pripravnosti, što korisniku daju osjećaj zaustavljanja i kontroliranja aktivnosti na ekranu. U programima gdje se sadržaj grafičkih elemenata određuje u odnosu na skup dostupnih sredstava, kao što su "cast members" u Director-u, relativno jednostavnim programiranjem može se promijeniti trenutni sadržaj prikaza. Na taj način može se postići iluzija animiranja. Promjenom koda može se obrnuti ili promijeniti redoslijed prikazivanja elemenata, promijeniti set prikazivanih elemenata i sl.

4.7.3 POMIČNI OBJEKTI

U mnogim multimedijalnim aplikacijama korisnik može pomicati objekte po ekranu. Objekti mogu biti manji ili veći, statični ili dinamični, mogu se micati pojedinačno ili u grupi. Neki su ovisni o akciji korisnika i prate pomake kursora miša, dok se drugi pomiču sami po sebi i neovisno o akciji korisnika.

U pomične objekte spadaju i prilagođeni kursori. U velikom broju multimedijalnih aplikacija postoji naredba koja isključuje prikaz sistemskog kursora, očitava njegove koordinate po x i y osi, te na mjesto kursora smješta određeni grafički znak koji prati koordinate kursora i ponaša se kao on. Primjerice, u strateškim igrama osvajačkog karaktera, sistemski kursor može biti zamjenjen ikonom mača. Grafički znak ima svoju referentnu točku koja predstavlja točku vezanu uz x, y koordinate. Lokacija referentne točke ovisi o aplikaciji. Većina aplikacija automatski smješta referentnu točku u centar graničnog okvira, no isto tako većina njih nudi opciju proizvoljnog smještanja točke na bilo koju lokaciju, primjerice, u donji desni kut znaka. Neki programski jezici korišteni u programiranju multimedijalnih sadržaja omogućavaju algoritme takozvane detekcije sudara, koji određuju kada se grafički znak poklopi sa drugim ili se približava drugom znaku. Upotrebom ovih algoritama moguće

je kreirati pomične objekte koji utječu na gibanje drugih pomičnih objekata. Primjer je igra “*puzzle*”, u kojoj se dijelovi razlomljene slike moraju vući po ekranu i stavljati na ispravnu lokaciju te spajati jedan s drugim.

Pomični objekti na ekranu čine da se korisnik osjeća ovlašteno da utječe na animirani umjetni svijet. Pomicanje elemenata po ekranu, odnosno mijenjanje vizualnog izgleda ekrana kratkotrajno ili dugotrajno, angažira korisnika na dubljoj razini, produbljuje osjećaj aktivnosti i uključuje ga intenzivnije u umjetni svijet interaktivne animacije.

4.8 ANIMIRANI GIF

Animirani GIF je posebna vrsta dokumenta .GIF formata koja se upotrebljava na web stranicama. GIF format je podržan u svim preglednicima i ne zahtjeva nikakvu dodatnu instalaciju, što mu daje prednost nad drugim formatima prisutnima na web-u. Druga prednost je ta što ne zahtjeva nikakve vještine programiranja. Princip animiranog GIF-a dobro ilustrira općenite principe animacije za multimediju kao i animacije za web. Animirani GIF je zapravo vrsta animacije u kojoj naizmjenično jedna sličica prekriva drugu. Brzina kojom se sličice izmjenjuju je atribut formata datoteke i neovisna je o okolnim medijima. U praksi to znači da se animirani GIF može upotrebljavati kao “*slideshow*” ako se sličice izmjenjuju sporo, ili kao karakterna animacija ako se sličice izmjenjuju brzo. Drugi važan atribut datoteke je petlja⁶. Petlja se može podesiti tako da se animacija ponavlja kontinuirano do beskonačnosti. Ako se prva i zadnja sličica podese tako da nema zamjetljive granice među njima, animacija može izgledati kao da nema određen početak i kraj. Petlja se može podesiti i tako da animacija traje određen broj ponavljanja, a podešenjem na 1, prikazati će se jednom i stati.

Animirani GIF se sastoji od prethodno renderiranih rasterskih sličica 8-bitne dubine boje (256 boja). Kompresija upotrebljavana u njemu pogoduje sličicama sa područjima pune boje i nije pogodna za fotografske slike. Veličina datoteke animiranog GIF-a ovisi o četiri faktora:

1. veličina slike
2. broj sličica
3. dubina boje
4. kompresija

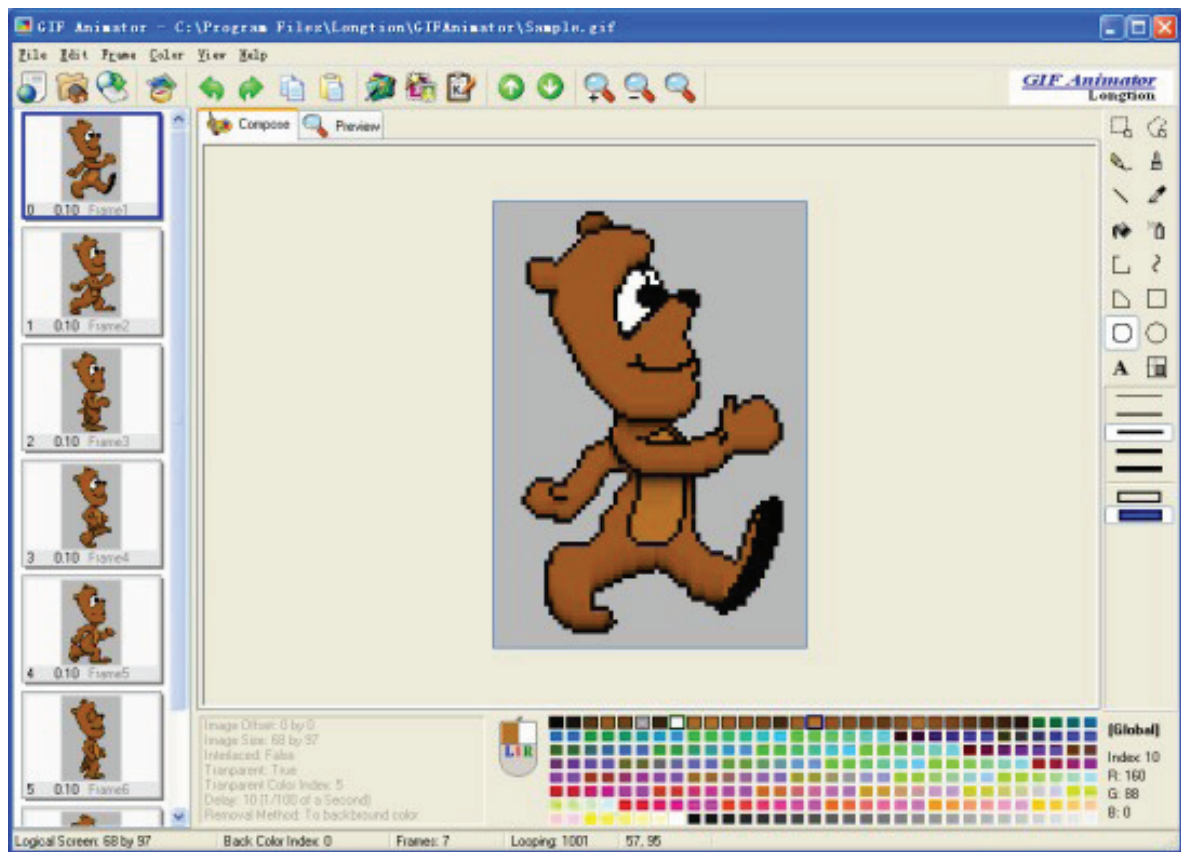
Na prva tri faktora animator može utjecati tokom rada, no rezultate kompresije je teško predvidjeti bez dobrog poznavanja procesa kompresije. Općenito vrijedi da se velika horizontalna područja pune boje kompresiraju dobro, dok se područja kod kojih postoji česta promjena u pikselima kompresiraju slabije.

6 eng. *loop*

Animirani GIF se može upotrebljavati u web stranicama na mnogo različitih načina pobuđujući različite dojmove kod korisnika. Animacija se može ponavljati za vrijeme dok se drugi sadržaj pohranjuje te na taj način zadržavati pozornost korisnika. Može se upotrebljavati kao navigacijski gumb, link ili slikovna karta. Ako se upotrebljava kao aktivno stanje reaktivnog objekta upućuje da objekt može “oživjeti” prelaskom kursora miša preko njega. Kada se kursor miša makne iz vrućeg područja objekta, animacija može stati, upućujući na mirnoću, ili se može nastaviti upućujući na nešto dinamično. Namjena ovih efekata može biti čisto dekorativne prirode jer pruža bogatije vizualno iskustvo od statičnog objekta. Postavljanjem statične sličice koja je ista kao zadnja sličica animacije, prelazak iz dinamičnog u statično stanje može biti neprimjetno. Na taj način se postiže kontinuitet u vizualnom doživljaju korisnika.

Postoji mnogo programa specijaliziranih za izradu animiranog GIF-a. Neki od najpoznatijih su JASC's Animation Shop i GIF animator (*Slika 4.4*). Oni uvoze gotove slike te ih renderiraju i prilagođavaju upotrebi za animirani GIF. Također nude opcije za pomični tekst, prijelaze i specijalne efekte. Tekst se može animirati tako da se pomiče s lijeva na desno, gore-dolje, spiralno, valovito, itd. Prijelazi mogu biti razne vrste raspadanja, izbljeđivanja i slično. Ipak, potreban je oprez pri upotrebi ovih efekata iz dva razloga. Prvi je taj što dodatak nekoliko sličica radi prijelaza povećava veličinu datoteke. Drugi razlog je isto tako povećanje veličine datoteke upotrebom efekata jer se na taj način dodaju detalji i u boji i u distribuciji piksela. Rezultat je duže vrijeme potrebno za pohranu datoteke, što mnogi korisnici plaćaju.

I programi za kreiranje i editiranje slika kao što su Adobe Photoshop ili Fireworks, nude mogućnost kreiranja animiranog GIF-a ili imaju alate koji su povezani sa glavnim programom. Prilikom samostalne izrade sličica za animirani GIF, kao i kod svake animacije, preporuča se prethodno skiciranje na papiru. Na taj način, sličice se lakše prepravljaju, lakše se preispituju ideje, odbacuju loše i crtaju nove dok se ne dođe do zadovoljavajućih rezultata koji se zatim lako prenose na računalo.



Slika 4.4: Primjer kreiranja animiranog GIF-a uz korištenje GIF animatora

5 UPOTREBA I KONSTRUKCIJA PROSTORA I VREMENA U 2D ANIMACIJI

5.1 DEFINIRANJE PROSTORA U 2D ANIMACIJI

U bitne prostorne odrednice elemenata u 2D animaciji spadaju:

- pozicija elementa
- veličina elementa
- orijentacija elementa
- smjer kretanja elementa
- utjecaj kretanja elementa na druge elemente
- odnos kretanja elementa i okvira prostora

U definiranju prostora u animaciji postoje tri glavna aspekta:

1. Prostorna transformacija

Prostorna transformacija opisuje poziciju, orijentaciju, veličinu i relativnu veličinu elemenata u odnosu na prostorne okvire. Animiranje pozicije elementa naziva se i translacija. Translacija u 2D animaciji podrazumjeva pomicanje elementa po horizontalnoj i vertikalnoj osi do određene željene pozicije. Rotacija elementa podrazumjeva promjenu kuta pod kojim se element nalazi u odnosu na svoju centralnu točku. Centralna točka elementa se po postavkama nalazi u sredini istog, ali većina programa za 2D animaciju nudi mogućnost pomicanja centralne točke u bilo koju željenu poziciju. Dimenzioniranje podrazumjeva proporcionalnu promjenu horizontalnih i vertikalnih dimenzija elementa. Također, većina programa nudi i opciju neproporcionalnog dimenzioniranja. Prostorne transformacije se mogu kombinirati što znači da se pozicija, orijentacija i veličina elemenata mogu animirati istovremeno.

2. Smjer

Smjer kretanja elemenata prikazuje kako se pokreti odvijaju u okviru prostora. Postoje dvije vrste pokreta elemenata: linearni i nelinearni pokreti. Mehanički objekti, kao što su hvataljke tiskarskog stroja, gibaju se u strogo određenom, predvidljivom smjeru. No živi subjekti i fenomeni uvjetovani prirodnim silama, kao što je lišće nošeno vjetrom, gibaju se na nepredvidljiv način te mogu promijeniti smjer gibanja u bilo kojem trenutku.

U računalnoj 2D animaciji, moćan alat za određivanje smjera kretanja elemenata u periodu vremena su putevi kretanja. Oni se sastoje od ravnih linija, krivulja i kombinacije

istih koje se mogu modificirati radi kontrole kretanja elementa u kompoziciji. U animaciji treba imati na umu da se većina pokreta događa u lukovima čemu pridonosi i gravitacija. Stoga se ovaj princip animacije treba poštivati ukoliko se želi dobiti fizikalni realizam po zakonima gravitacije i inercije. Više o zakonima gibanja u animaciji rečeno je u drugom poglavlju.

3. Pokretni okvir

U pokretu nije bitno samo kako se elementi gibaju unutar okvira, bitna je i gledateljeva percepcija pokreta u odnosu na uokvirivanje sadržaja tijekom vremena. Pokretni okvir se postiže pomoći stvarnog ili simuliranog pokreta kamere. Maštovitom upotrebom osnovnih vrsta pokreta kamere može se utjecati na promjenu raspoloženja gledatelja i njegov doživljaj prostora.

Osnovni pokreti kamere su:

- pomicanje okna¹: podrazumjeva horizontalno gibanje kamere te stvara dojam da se subjekt skenira. Polagano pomicanje okna u panoramskoj sceni može stvoriti dojam kao da gledatelj miče glavu radi pogleda na subjekt. Vrsta pomicanja okna pod nazivom "*whip pan*" je iznimno brz pokret okna s jedne na drugu stranu koji stvara dojam mutnog horizontalnog pokreta.
- niveliranje²: podrazumjeva skeniranje subjekta ili prostora odozdo prema gore ili obrnuto. Niveliranje pridonosi osjećaju veličine i dubine subjekta. Također se može upotrebljavati za promjenu kuta okvira ili za polagano otkrivanje prostora izvan scene. Na ovaj način može se postići dojam iščekivanja dok pokret kamere vodi pažnju gledatelja u određenom smjeru ne znajući što će se sljedeće prikazati.
- Praćenje³ uključuje promjenu pozicije kamere u odnosu na subjekt, tako da se ona približava, udaljava, giba se dijagonalno, kružno ili sa strane na stranu. Praćenjem se subjekt fizički približava ili udaljava od gledatelja.
- Snimke s krana omogućuju pokret kamere gore-dolje.
- Zumiranje povećava ili smanjuje vidno polje kamere bez pomicanja same kamere.

Oponašanje prirodnih pokreta glave i oka može uključiti gledatelja u animaciju dajući mu osjećaj kretanja kroz prostor kao da je fizikalno prenešen iz stvarnog svijeta u svijet na ekranu. Pokret okvira može imati ekspresivne kvalitete te varirati od fluidnog do drhtavog. Ove kvalitete mogu se upotrebljavati za stvaranje željenog ritma animacije te prenošenje određene atmosfere i stvaranje određenih emocija kod gledatelja.

1 eng. *panning*
2 eng. *tilting*
3 eng. *dollying*

5.2 KONSTRUIRANJE I UPOTREBA 2D PROSTORA

Prostor se intepretira kroz kompoziciju. Prostorna kompozicija je nacrt pomoću kojeg se organiziraju elementi. U animaciji prostor predstavlja okvir u kojem su sadržane aktivnosti, odnosno sličicu.

Postoje tri osnovne vrste prostora koje su umjetnici istraživali i razvijali kroz povijest (*Slika 5.1*):

1. primitivni prostor karakterizira plošna površina koja ima malo ili nema uopće prostorne dubine, niti upotrebljava perspektivu. Često je dekorativnog karaktera, naglašava čist dizajn, sadrži plošne boje i ponavljajuće uzorke.
2. iluzionistički ili renesansni prostor razvili su u vrijeme talijanske renesanse umjetnici kao Leonardo da Vinci i Piero della Francesca. U iluzionističkom prostoru upotrebljava se linearna ili atmosferska perspektiva da bi se dobio dojam dubine.
3. Moderni prostor razvio je postimpresionistički slikar Paul Cezanne. Njegova metoda usporedbe i kontrastiranja boja rezultirala je kombinacijom primitivnog i iluzionističkog prostora, te je imala velik utjecaj na umjetnost 20. stoljeća. Moderni prostor dalje je razvijao Jackson Pollock čije slike upućuju na beskonačan prostor.



Slika 5.1: Primjeri za primitivni, iluzionistički i moderni prostor

U području animacije, pioniri eksperimentalnog filma koji su djelovali tijekom 1920.-ih, pridavali su veliku važnost slikovnoj kompoziciji prostora. Jedan od njih bio je i Hans Richter, a on je vidio animaciju kao logično sredstvo za izražavanje kinetičkog odnosa između pozitivne i negativne forme te je gledao na sličice kao na prostor koji se može razložiti i orkestrirati u vremenu.

5.2.1 PRINCIPI KOMPOZICIJE

1. Jedinstvo

U dizajnu, jedinstvo je temeljni princip koji se odnosi na usklađenost cjelokupne kompozicije. Svi dijelovi kompozicije su usklađeni tako da se postiže harmonija. Jedinstvo je jedan od temeljnih principa za postizanje stabilnosti kompozicije.

Gestalt škola psihologije potječe iz Njemačke a osniva se oko 1912. godine. Istražuje kako se vizualni elementi kompozicije mogu spojiti u cjelinu tako da se postigne potpuna harmonija. Uvjerenje Gestalt teorije je da je cjelina važnija od zbroja svojih dijelova. Ovakva percepcija daje smisao i potpunost objektu ili kompoziciji kroz određene vizualne zakone kao što su ravnoteža i proporcije.

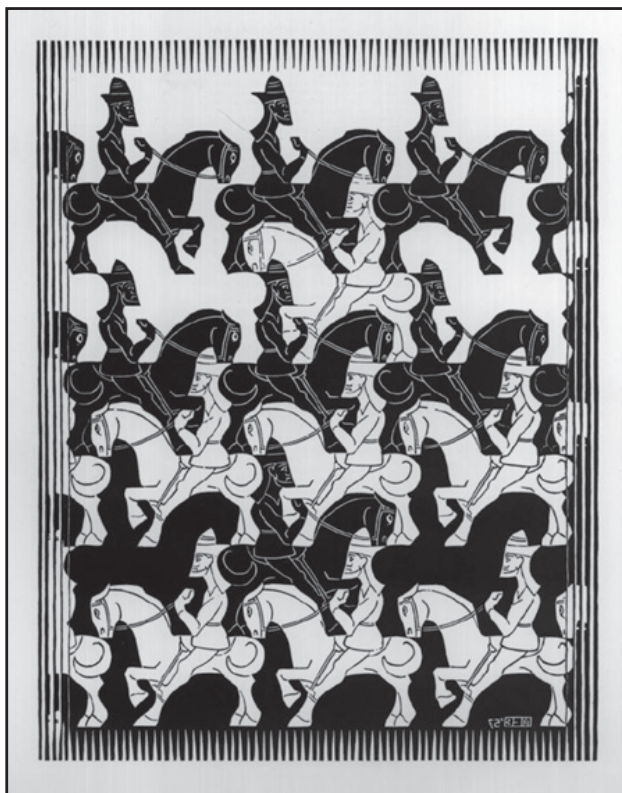
Jedinstvo u animaciji može se postići putem dosljednosti u upotrebi elemenata i njihovih vizualnih karakteristika. Također se postiže oblikovanjem elemenata s obzirom na njihovu veličinu, poziciju, orijentaciju i blizinu okviru.

2. Lik i pozadina

Pojam "pozadina" se odnosi na površinski prostor kompozicije, dok se pojam "lik" odnosi na objekte koji zauzimaju prednji plan prostora. Kroz povijest umjetnosti djela su varirala od onih u kojima postoji jasna granica između lika i pozadine, primjerice čovjek koji stoji ispred poljane, do onih u kojima se potpuno gubi granica između lika i pozadine te oni postaju dvoznačni (*Slika 5.2*). U animaciji, odnos lika i pozadine se može mijenjati promjenom pozicije, veličine i orijentacije elemenata tokom vremena.

3. Negativni prostor

U vezi sa konceptom lika i pozadine je koncept pozitivnog i negativnog prostora (*Slika 5.2*). Pozitivni prostor predstavlja područja koja su okupirana liko-



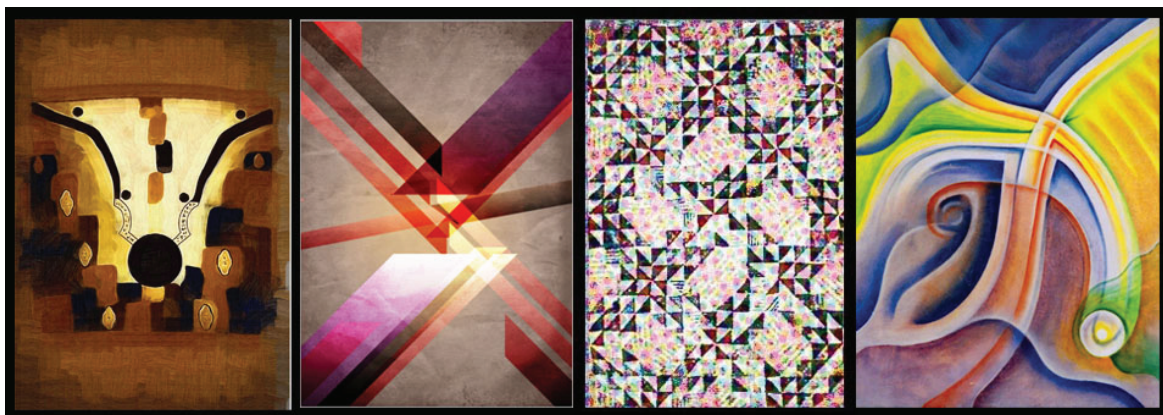
Slika 5.2: Djelo nizozemskog grafičkog umjetnika M.C. Eschera u kojem se lik i pozadina, kao i pozitivni i negativni prostor isprepliću

vima, dok negativni prostor predstavljaju neokupirana ili prazna područja. Negativni prostor je analogan bijeloj površini u tisku i na njega se primjenjuju sve zakonitosti kao i na ostale dijelove dizajna: jedinstvo, ravnoteža, kontrast i slično. Negativni prostor može pridonijeti ravnoteži kompozicije i ritmu i može predstavljati vizualni poticaj. S estetske strane gledano, on predstavlja odmor za oko te pridonosi smanjenju gustoće, zbunjenosti i pretrpanosti kompozicije. Važno je shvatiti da negativni prostor nije samo prazan prostor koji služi kao pozadina za komponente pozitivnog prostora. I negativni prostor ima težinu i masu i potrebno ga je planirati.

4. Ravnoteža

Ravnoteža je jedno od osnovnih oruđa za postizanje stabilnosti ili nestabilnosti kompozicije. Postoji nekoliko vrsta ravnoteže (*Slika 5.3*):

- Simetrična ravnoteža je podjela prostora na dijelove koji su jednaki po veličini i težini. Kao ljudska bića mi smo simetrično uravnoteženi po vertikalnoj osi. U ranim filmovima naslovi su se često smještali simetrično u sredinu kadra.
- Kružna ravnoteža je vrsta simetrične ravnoteže u kojoj su elementi razmješteni ravnomjerno oko žarišne točke.
- Kristalogrfska ravnoteža ima nekoliko žarišnih točaka koje su ciljano razmještene u ponavljajući uzorak.
- Asimetrična ravnoteža je neformalna vrsta ravnoteže kojom se postiže dinamična podjela prostora. Može se upotrebljavati za postizanje dinamičnije organizacije ili za naglašavanje. Asimetrična ravnoteža dozvoljava maštovitiju upotrebu negativnog prostora.



Slika 5.3: Primjeri za različite vrste ravnoteže (s lijeva na desno): simetrična, kružna, kristalogrfska i asimetrična

5. Veličina i razmjer

Veličina se odnosi na format u koji su smješteni elementi. Razmjer se odnosi na relativni odnos između elemenata. Elementi koji su razmjerni jedni drugima djeluju kao da pripadaju zajedno. Elementi koji nisu razmjerni stvaraju vizualnu neravnotežu. Veličina može pridonositi konceptualno poruci koja se želi prenijeti određivanjem težine ili mase elementa. Veličina također značajno pridonosi kompoziciji. Upotreba velikih elemenata dozvoljava maštovitu upotrebu pozitivnog i negativnog prostora, što omogućuje stvaranje svojevrsne aktivne arhitekture za poziciju i usmjeravanje ostalih elemenata.

6. Rub

Kroz cjelu povijest umjetnosti odnos elemenata i ruba je bila jedna od osnovnih komponenti dizajna. Taj odnos ima ključnu ulogu u uspostavi smjera kretanja pogleda gledatelja i hijerarhije elemenata. U animaciji rubovi sličica daju četiri moguće točke ulaska i izlaska elemenata. Elementi mogu biti poravnati s rubovima naglašavajući horizontalno ili vertikalno usmjerenje okvira ili pak mogu izlaziti iz okvira upućujući na neograničen prostor.

7. Smjer

Smjer elemenata ima kontrolu nad kretanjem oka gledatelja kroz prostor. Pridonosi smislenosti kompozicije pružajući gledatelju ulaznu i izlaznu točku. U kompleksnim kompozicijama, smjer se može upotrebljavati za organizaciju, povezivanje ili razdvajanje elemenata, a može se koristiti i za stabilizaciju pokreta oka u kadru.

8. Kontrast

Vizualni kontrast jedan je od najvažnijih principa grafičke komunikacije (*Slika 5.4*). Unosi različitost u kompoziciju, razjašnjava i pojednostavljuje informacije, pojačava značenje poruke. Osnovne vrste kontrasta su:

- Kontrast veličina: Kontrast veličina je najuobičajeniji i najrašireniji kontrast. Upotrebom kontrasta veličina može se ukazati na točku interesa ili se stvoriti dojam prostorne dubine. Manji objekti se čine udaljeniji od promatrača, dok se veći objekti čine bližima. Ekstremni kontrasti veličina pak pobuđuju maštu gledatelja.
- Kontrast svjetline: Kontrast svjetline se također često upotrebljava. Kao novorođenčad ljudi prvotno razlikuju objekte kao crne i bijele. Kontrast svjetline obogaćuje vizualnu poruku i može se koristiti za stvaranje točki fokusa.
- Kontrast boja: Kontrast boja upotrebljava se za stvaranje ugođaja, simboliziranje ideja i izražavanje emocija te pobuđivanje željene reakcije kod gledatelja. Boja se doživljava ovisno o kontekstu: nije isti doživljaj boje koja stoji zasebno od iste boje okružene drugim bojama. Postoji nekoliko vrsta kontrasta boje. Kontrast svjetline

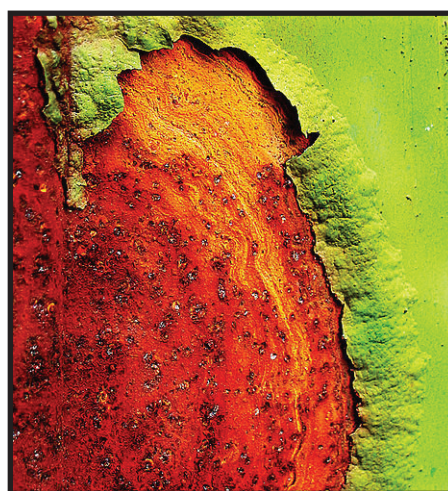
boja je najsnažnija metoda razlikovanja boja. Boje koje su različite po svjetlini imaju veći kontrast od onih koje su slične po svjetlini. Kontrast toplih i hladnih boja stvara dojam prostorne dubine. Hladne boje se čine daljima od promatrača, dok se tople boje čine bližima. Komplementarni kontrast se zbiva kada se boje koje se nalaze nasuprot jedna drugoj na kotaču boja stave jedna pored druge što rezultira dramatičnim efektom.

Postoje mnoge dodatne vrste kontrasta a neke od njih su:

simetrija nasuprot asimetriji, planirano nasuprot spontanog, pravilno nasuprot nepravilnog, misleno nasuprot emocionalnog, jasno nasuprot nejasnom, otvoreno nasuprot zatvorenom, itd.



KONTRAST VELIČINA



KOMPLEMENTARNI KONTRAST BOJA



KONTRAST TOPLE I HLADNE BOJE



KONTRAST SVJETLINE

Slika 5.4: Primjeri za različite vrste kontrasta

9. Hijerarhija

Hijerarhija je princip ovisan o kontrastu. Ljudi po prirodi prilikom promatranja traže smjer gledanja, a vizualna hijerarhija omogućava upravo organiziranje kompleksnih informacija i usmjeravanje pogleda gledatelja (*Slika 5.5*). U animaciji osnovu vizualne komunikacije formiraju primarni, sekundarni i tercijarni elementi. Primarni elementi su najvažniji i oni moraju odmah privući pozornost gledatelja. Oni trebaju davati gledatelju najvažnije informacije i kreirati željenu emocionalnu reakciju kod njega. Nakon primarnih, gledatelj bi trebao zamjetiti sekundarne elemente koji podupiru osnovnu poruku animacije i poboljšavaju učinak dizajna. Finalno, i tercijarni elementi moraju biti oblikovani tako da podupiru osnovnu poruku i ugođaj animacije. Vizualna hijerarhija može se dobiti upotrebom kontrasta oblika, veličine, težine, pozicije, orijentacije, boje i smještaja elemenata.



Slika 5.5: Primjer jasno riješene vizualne hijerarhije animirane internetske stranice

10. Ponavljanje i različitost

Ponavljanje se dobiva višestrukom upotrebom jednog ili više elemenata u prostornoj kompoziciji. Suptilne varijacije mogu imati dozu provokativnosti. Primjerice Andy Warhol monotonim ponavljanjem slika upućuje na konzumerizam društva (*Slika 5.6*). Prostorni ritam može se postići jednakim razmacima među elementima ili ponavljanjem jednakog slikovnog elementa uz iste ili različite razmake. U sklopu ponavljanja, uvođenje različitosti može razbiti predvidljivost unošenjem promjene. Ponavljajući oblici koji se razlikuju u veličini ili boji mogu povećati stupanj vizualne zanimljivosti i ukloniti opasnost od monotonog i dosadnog dizajna. Ponavljanje i različitost zajedno mogu znatno pridonijeti slikovnom ritmu kompozicije. Slikovni ritam može varirati od monotonije do kaosa, a to ovisi o stupnju različitosti koja se upotrebljava. U animaciji je važno razlikovati slikovni i sekvencijalni ritam: slikovni ritam podrazumjeva udaljenost ponavljajućih elemenata unutar sličice, dok sekvencijalni ritam podrazumjeva kontinuitet i ponavljanje elemenata između više sličica.



Slika 5.6: Primjer za ponavljanje u djelu Andy Warhol-a "Campbell's Soup Cans"

5.2.2 JUKSTAPOZICIJA I SUPERIMPOZICIJA

Jukstapozicija i superimpozicija su dvije metode konstruiranja prostora. Prostorna jukstapozicija je postavljanje dva ili više elemenata koji su međusobno povezani ili nepovezani značenjem blizu jedan drugome tako da ukazuju na novo značenje. Superimpozicija

uključuje postavljanje jednog elementa preko drugog. Primjerice, naslov animiranog filma može biti postavljen preko prve scene. U modernoj animaciji, digitalno komponiranje omogućuje kreiranje neograničenih jedinstvenih kombinacija pokretnih slika i teksta dajući time nebrojene mogućnosti za uspješno izražavanje poruke.

U konstruiranju prostora može pomoći upotreba mreže. Mreža je formalna struktura koja služi kao vodič u konstruiranju svrhovitog dizajna s obzirom na položaj, veličinu i proporcije elemenata radi kreiranja organizirane cjeline. U pokretnoj grafici mreža se često upotrebljava u interaktivnim sučeljima. Pomaže u poravnanju elemenata i osigurava konzistenciju među scenama održavanjem kontinuiteta u poziciji elemenata. U kombinaciji s estetskom intuicijom, mreža pomaže u organiziranju kompleksnih informacija i uspostavlja ravnotežu te pomaže u jasnom komuniciranju poruke. No mreža treba funkcionirati samo kao vodič izrađen po konceptu dizajna i sadržaju, a ne kao zamjena za kreativnost.

5.3 MJERENJE VREMENA U ANIMACIJI

Koreografija pokreta zahtjeva osnovno poznavanje mjerenja vremena. Ovisno o tome da li je animacija namjenjena za film, video ili digitalni medij, razlikuje se standard mjerenja vremena. U animaciji vrijeme se brojačano izražava sličicama u sekundi. Broj sličica u sekundi označava maksimalnu brzinu prikaza animacije potrebnu da bi pokret bio kontinuiran i uvjerljiv.

Kao što je ranije navedeno, broj sličica u sekundi za film iznosi 24 f.p.s. 1953. godine "National Television Standard Committee" (NTSC) propisao je brzinu izmjene sličica od 29.97 f.p.s. za prikaz videa u Sjedinjenim Američkim Državama. 1967. "U.S Society of Motion Picture and Television Engineers" usvojio je brzinu od 30 f.p.s. i uveo vremenski kod. Vremenski kod je metoda mjerenja vremena putem osmeroznamenastog sata koji se sastoji od vrijednosti 0-23 za sate, 0-59 za minute i 0-59 za sekunde. Sekunde su podijeljene na sličice, a broj sličica ovisi o određenoj brzini izmjene sličica. Primjerice, 01:23:47:10 označava: 1 sat, 23 minute, 47 sekundi i 10 sličica. Vremenski kod omogućava preciznost u editiranju animacije i sinkronizaciji slike i zvuka.

Brzina izmjene sličica u multimediji i animacijama za web može biti od 8 do 30 f.p.s., ovisno o tehničkim faktorima o kojima se detaljnije raspravilo u četvrtom poglavlju.

5.4 BRZINA KRETANJA I IZMJENE ELEMENATA

Brzina kretanja i izmjene elemenata u prostoru i vremenu bitan je faktor u postizanju dinamične, žive animacije. Kao i smjer, brzina može biti linearna i nelinearna:

1. Ako je brzina kretanja elementa linearna, to znači da se on kreće uravnoteženim mirnim jednoličnim korakom. Primjeri za linearnu brzinu kretanja su: kazaljka sata, propeler broda, okretanje gramofonske ploče u gramofonu i slično. Iako linearna brzina kretanja nije zahvalna za postizanje žive animacije, može se upotrebljavati u određenim slučajevima. Može se primjenjivati u animacijama koje trebaju izgledati fluidno ili trebaju opisivati neke mehaničke pokrete. Također dobro funkcionira u primjeni na objekte koji putuju linearno u prostoru. Ako se element kreće po kompleksnoj krivulji s čestim i naglim promjenama smjera, teško je postići jednaku brzinu elementa u svakoj slici.

2. Rijedak je slučaj da se živa bića u prirodnom svijetu gibaju konstantnim linearnim korakom. Prirodni pokreti živih bića obično počinju sporo, zatim ubrzavaju, a prije zaustavljanja usporavaju, osim ako ih ne zaustavi neka prepreka. Pokreti ljudi i životinja, te pokreti uzrokovani prirodnim silama, su nepredvidljivi, te podrazumjevaju ubrzavanje i usporavanje. Newtonov zakon gibanja govori da objekti koji imaju masu prirodno ubrzavaju dok se kreću. Sofisticirane animacije sadrže suptilne promjene u gibanju koje rezultiraju fluidnom i živom animacijom. Primjena nelinearne brzine kretanja na elemente u animaciji zahtjeva analizu pokreta i poznavanje načina kako uspješno primjeniti zapažanja na iste.

5.5 KOMPOZICIJA SEKVENCE: FORME KONTINUITETA I FORME DISKONTINUITETA

Um razlaže vizualne informacije, pokret i zvuk u jedinice. Gledatelj orkestrira događaje u jedinice ili sekvence koje se otkrivaju tokom vremena i kroz pokrete i prijelaze. Ova osobina ljudskog uma dopušta stvaranje reda, rast uzbuđenja i buđenje isčekivanja u animaciji. Kompozicija sekvence je razvojni proces koji uz detaljno promišljanje i planiranje otvara brojne mogućnosti za umjetničko izražavanje.

5.5.1 FORME KONTINUITETA

Kontinuitet u kompoziciji stvara osjećaj da su prostor i vrijeme fluidni i kontinuirani. Tijekom 1930.-ih i 1940.-ih godina američki filmovi su producirani i editirani prema klasičnom stilu kontinuiranog editiranja koji ima stroga načela i principe radi održavanja jasne i logične priče. Četiri osnovne vrste kontinuiteta su prostorni, grafički, vremenski i kontinuitet događaja.

5.5.1.1 Prostorni kontinuitet

Kontinuitet se može upotrebljavati za strukturiranje prostora unutar i izvan kadra tako da očuva gledateljevu kognitivnu mapu. To znači da se gledateljevo shvaćanje o poziciji elemenata unutar i izvan kadra ne mijenja. Između uzastopnih sekvenci treba postojati uobičajen razmak tako da se pozornost gledatelja zadrži bez ometanja.

Uspostavljanje konteksta prije reza među elementima osigurava prostorni kontinuitet. Primjerice, ako u kadru dvije osobe gledaju jedna prema drugoj, krupni kadar svake pojedinačne osobe mora ju prikazivati da gleda u istom smjeru kao i u prethodnom kadru.

Indeks vektori su moćni strukturalni elementi koji osiguravaju stabilnost kompozicije. Oni služe za očuvanje prostornog kontinuiteta između uzastopnih slika, aktivnosti i događaja. U tradicionalnom stilu editiranja filmova scene se konstruiraju po zamišljenoj takozvanoj osi događaja ili liniji razgovora. Subjek se snima kao da je postavljen s jedne strane linije od 180°. Na taj način stabilizira se prostor i gledatelj uvijek može predvidjeti poziciju određenog subjekta, bez obzira na vrstu kadra. Ovaj princip se također upotrebljava u uspostavljanju odnosa između dva subjekta koja su u interakciji. Rezovi između dva pogleda s jedne strane linije od 180° stvaraju konvergirajući indeks vektor te se čini da subjekti gledaju jedan u drugi. Rezovi između pogleda sa različitih strana linije pak stvaraju kontinuirani indeks vektor te se čini da subjekti gledaju u treću osobu.

Općenito pravilo je da održavanje pozicija glavnih elemenata kompozicije među sličicama čuva prostorni kontinuitet. Održanje smjera kretanja elemenata od sličice do sličice također pridonosi njegovu očuvanju. Još jedan efekt koji pridonosi istomu je upotreba pokretnih okvira.

5.5.1.2 Grafički kontinuitet

Grafički kontinuitet se odnosi na vizualne osobine linije, forme, boje i teksture elemenata. Primjerice, za povezivanje dvije sekvence može se upotrijebiti *zoom* na oblik koji se podudara s oblikom u sljedećoj sekvenci. Grafički kontinuitet upotrebljava se i za prirodan gladak prijelaz između sekvenci.

5.5.1.3 Vremenski kontinuitet

Vremenski kontinuitet kontrolira tempiranje aktivnosti u animaciji. Događaji se mogu prikazivati kronološkim redom ili se putem editiranja može pomijeniti tok vremena tako da se u različitim intervalima prikazuje prošlost, sadašnjost ili budućnost. Na taj način može se prikazati odnos uzroka i posljedica, te izazvati neizvjesnost ili se postići efekt iznenađenja.

Klasično kontinuirano editiranje prikazuje događaje logičnim tokom te se svaka aktivnost prikazuje samo jednom. Povremeno se upotrebom skokova u prošlost ili budućnost povećava svijest gledatelja o prethodnim događajima i njihovoj povezanosti sa trenutnim događanjima. Također se upotrebljavaju rezovi da se prikažu događaji vezani uz glavni događaj. Ako se umjesto naglog reza upotrijebi lagani prijelaz između scena dojam kontinuiranosti je jači jer takvi prijelazi funkcioniraju kao most koji veže događaje tematski i strukturalno. Za skraćeni prikaz dužeg ili kraćeg perioda vremena upotrebljavaju se vremenske elipse. Najpoznatiji filmski primjer upotrebe vremenske elipse je u filmu Stanley Kubrick-a: “2001: Odiseja u svemiru” gdje se sekvenca komadića kosti koja leti u zrak reže direktno u sekvencu koja prikazuje nuklearno oružje koje orbitira oko Zemlje, te se na taj način cijelo tisućljeće skrati u nekoliko trenutaka (*Slika 5.7*).



Slika 5.7: Prikaz isječaka iz filma Stanley Kubrick-a “2001: Odiseja u svemiru” koji ilustriraju vremensku elipsu. Tisućljeća su uspješno skraćena u nekoliko trenutaka uz očuvanje kontinuiteta

5.5.1.4 Kontinuitet događaja

Prijelaz između događaja u animaciji može se izvesti uz očuvanje prostornog i vremenskog kontinuiteta. Pritom je poželjno obratiti pozornost na sljedeće:

- Upotreba rezova tokom akcije održava kontinuitet. Rez sa sekvence koja sadrži statični element u sekvencu koja sadrži pokretni element stvara dojam nespretnog naglog ubrzanja elementa. Isto tako, rez sa sekvence koja sadrži pokretni element na sekvencu koja sadrži statični element stvara dojam naglog zaustavljanja.

- Kontinuitet održava rez između različitih vrsta aktivnosti u kojima se elementi kreću u istom smjeru
- Prilikom reza za vrijeme pokreta kamere, primjerice, tokom zoomiranja, da bi se održao kontinuitet potrebno je nastaviti isti pokret kamere u sljedećoj sekvenci
- Prilikom upotrebe stvarnog ili simuliranog pomicanja kamere uz pokretni element, potrebno je i u sljedećoj sekvenci nastaviti pomicanje kamere istom brzinom ili nastaje naglo ometanje tijeka pokreta. [2]

5.5.2 FORME DISKONTINUITETA

Diskontinuirano editiranje predstavlja alternativni pristup editiranju te upotrebljava tehnike koje se u tradicionalnom editiranju smatraju neprihvatljivima. Kršenje tradicionalnih principa editiranja može rezultirati estetskim efektom koji oslabljuje priču ali osnažuje kontekst. Diskontinuirano editiranje se temelji na osjećajima, a ne na priči. Upravo ove forme diskontinuiteta koje ne upotrebljavaju priču, omogućavaju animatorima fokusiranje na estetsku formu i procese animacije. Uklanjanje ograničenja prostornog, vremenskog, grafičkog kontinuiteta i kontinuiteta događaja otvara nebrojene mogućnosti grafičkog i ritmičkog oblikovanja animacija.

5.5.2.1 Prostorni diskontinuitet

Razaranje prostornog kontinuiteta dozvoljava rekonstruiranje okoline koja se djelomično zasniva na mašti gledatelja. Prostorni diskontinuitet se upotrebljava za naglašavanje gledišta lika ili za pojačavanje emocionalnog doživljaja te stvaranje određenog ugođaja. Kršenje pravila o osi događaja može namjerno dezorjentirati gledatelja i oslabiti njegovo viđenje objektivnog svijeta. Ovo pravilo je često kršeno u nadrealističkim filmovima.

5.5.2.2 Vremenski diskontinuitet

Upotreba vremenskog diskontinuiteta također omogućava višeznačnost događaja i pojačava emocionalni doživljaj gledatelja. Za postizanje vremenskog diskontinuiteta često se upotrebljavaju skokovi među sekvencama koji služe za prikazivanje elipse vremena, povećanje napetosti te stvaranje dezorjentacije. Još jedan način istraživanja mogućnosti diskontinuiteta je paralelno editiranje. Pomoću paralelnog editiranja stvara se dojam da su različiti, te naizgled nevezani događaji, nekako povezani u prostoru i vremenu. U forme vremenskog diskontinuiteta spada i manipulacija trajanjem vremena scene u odnosu na vrijeme trajanja priče. Vrijeme trajanja scene može se produžiti da se naglasi njena važnost,

ili skratiti u koristi važnijih događaja. Događaji se mogu i ponavljati, a svaki prikaz može biti iz različitog kuta, sa različite udaljenosti i visine, kao i različitom brzinom.

5.5.3 TEHNIKE MANIPULIRANJA VREMENOM

“*Time-lapse*” je tehnika u kojoj se svaki kadar snima manjom brzinom izmjene sličica od one u kojoj će biti prikazan. Rezultat je ubrzan pokret. “*Time-lapse*” tehnika se često upotrebljava za ubrzan prikaz sporih prirodnih procesa, primjerica nicanje biljke. Nasuprot tomu, “*high-speed*” tehnika upotrebljava se za usporavanje brzih procesa, primjerice prikaz padanja kapi vode iz slavine. U pokretnoj grafici, tehnike sporog i brzog pokreta, obrnutog tijeka vremena i zamrzavanja sličica su efektne u naglašenom i pretjeranom pokretu. Također pridonose postizanju određenog ritma, ugođaja te utječu na gledateljev doživljaj vremena.

Upotreba “*slow motion*” tehnike prekida tijekom kompozicije i predstavlja blizak uvid u vrijeme. Dopušta gledatelju detaljniji pregled sadržaja i potiče ga da više cijeni suptilne vizualne detalje. Budući da krši zakone gravitacije, pokret ima jači intenzitet te djeluje moćnije nego bi djelovao pri stvarnoj brzini. “*Freezeframe*” ili zamrzavanje kadra također prekida tijekom kompozicije te nudi detaljan uvid u scenu. “*Fast motion*” ima drugačiji estetski efekt i stvara dojam ubrzanja pokreta. Pokreti elemenata su brži od uobičajenih te se povremeno stvara dojam neobičnog skakutavog pokreta koji potiče smjeh ili stvara dramu.

6 OD IDEJE DO REALIZACIJE

6.1 PROCES KREIRANJA ANIMACIJE

Proces izrade animacije može se podijeliti u tri osnovne faze, od kojih svaka ima svoje podfaze izrade:

1. Pripremna faza
2. Konceptualizacija
3. Izvedba

6.1.1 PRIPREMNA FAZA

Pripremna faza se sastoji od nekoliko koraka:

1. definiranje cilja
2. određivanje ciljane publike
3. istraživanje teme
4. određivanje stila

1. Definiranje cilja

Svaki dizajn počinje s ciljem. Bez jasno definiranih ciljeva postoji opasnost da se ideje zagube u moru drugih dodatnih aktivnosti. Stoga je najbolje ciljeve zapisati na papir u sažetoj i jasnoj formi. Cilj je potrebno imati na umu kroz cijelu konceptualizaciju, dizajn i izvršnu fazu.

2. Određivanje ciljane publike

Cilj vizualne komunikacije je buđenje određene reakcije kod publike, stoga publika mora biti jasno definirana da bi se on i postigao. U određivanju ciljane publike bitno je definirati njena demografska obilježja (kulturna, socijalna, ekonomska i sl.), poznavati u kojoj mjeri je publika upoznata sa subjektom i odrediti što treba znati vezano uz subjekt, istražiti na koji način je subjekt ranije komuniciran, odrediti poruku koju publika mora primiti, te odrediti očekivane reakcije od nje.

3. Istraživanje teme

Istraživanje je ključ učinkovite vizualne komunikacije. Iako ideje i izvedba mogu biti dinamične i atraktivne, ukoliko se ne napravi detaljno predistraživanje, one mogu biti neprimjerene ciljevima projekta. Rezultat toga je gubitak vremena, energije i novca.

4. Određivanje stila

Postoje mnogobrojni stilovi koji se mogu primjeniti a važno je odrediti pravi s obzirom na ciljeve projekta. Stil također mora odražavati demografska obilježja ciljane publike: da li su to tinejdžeri ili umirovljenici, umjetnici ili odvjetnici, kućanice ili mlade zaposlene žene. Neki od faktora koje je potrebno razmotriti su: omjer slike i tipografije ukoliko je sadržana, ograničenja u boji i veličini, shema boja i priroda sadržaja.

6.1.2 KONCEPTUALIZACIJA

Nakon pripremnih koraka slijedi konceptualni dio izrade animacije, koji se sastoji od sljedećih podkoraka:

1. "*Brainstorming*"
2. Evaluacija i izbor ideja
3. Usavršavanje ideja
4. Izrada "*storyboard*"-a
5. Izrada animatika

1. "*Brainstorming*"

Prvi korak u generiranju kreativnih ideja je "*brainstorming*". Poželjno ga je obavljati u kontinuiranom vremenskom periodu te u poticajnom okruženju bez ikakvih ometanja kao što su telefonski pozivi, vanjska buka i slično. Neki ljudi preferiraju rad u potpunoj tišini, dok na druge ljude poticajno djeluje pozadinska glazba. Koncepti započinju u mašti. U ovoj fazi izrade preporučljivo je imati papir i olovku pri ruci, da se skiciraju spontane ideje. Pri tomu ne treba previše detaljizirati u skicama jer bi se u suprotnom mogao narušiti kreativni tok misli. Brze skice se kasnije mogu detaljnije doraditi na računalu.

Prema svakom kreativnom razmišljanju postoje putovi i prepreke. Svaka osoba povremeno doživi kreativnu blokadu. I premda se kreativni trenuci ne mogu stvarati po želji, potrebno je biti svjesan prepreka kreativnosti. Jedna od prepreka su trenutni trendovi u stilu, koji su često široko i prečesto korišteni. Dobro je biti upućen u njih, ali lako je upasti u zamku koja rezultira dizajnom bez osobnosti i originalnosti. Prepreka su također razni digitalni efekti koji su laki za korištenje ali im fali umjetničke vještine i sofisticiranosti. Digitalni efekti su korisni ako se koriste ciljano i promišljeno, ali ukoliko se koriste neplanirano rezultiraju nedomišljatim dizajnom. U istu kategoriju spadaju i razne gotove zalihe fotografija, ilustracija, fontova i crteža, koje se mogu nabaviti posvuda na Internetu, jer se njihovim korištenjem dizajner oslanja na ideje popularne kulture, a ne na svoju sposobnost konceptualiziranja. Kreativnost i originalnost nisu isto. Malo je originalnih ideja, ali kreativni ljudi mogu prikazati postojeću ideju na nov, zanimljiv i primjetan

način. Kreativne ideje se mogu javiti kada se najmanje očekuju, a inspiracija, riskiranje i eksperimentiranje pridonose prirodnom razvoju inovativnih ideja.

Inspiracija je motivirajuća sila koja pokreće inovaciju. Potraga za inspiracijom je kontinuiran proces pronalaska novih načina implementacije ideja u projekt. Inspiraciju je moguće pronaći posvuda, u časopisima, na Internetu, iz neposrednog životnog okruženja, u prirodi, u radu drugih umjetnika, a jedna od najučinkovitijih metoda pronalaska inspiracije jest identificiranje sa subjektom projekta.

Riskiranje podrazumjeva smjelo stupanje u nova neistražena područja. Povijest umjetnosti je puna primjera, a jedan od najrepresantivnijih jesu fovisti koji su u početku bili nazivani divljim zvjerima, a naposljetku su bili priznati i poštivani. Riskiranje može izazvati nelagodu zbog mogućnosti osude i odbijanja ideja. No primjenjivanje iste formule nanovo s vremenom postaje intelektualno dosadno, te se gubi svaki trag kreativnosti.

Umjetnički koncepti baziraju se na evoluciji otkrića putem eksperimentiranja. Eksperimenti otvaraju um za šire razmišljanje i eliminiraju podlijevanje trendovima. Putem eksperimentiranja neočekivane nezgode se pretvaraju u mogućnosti, te se zadržava individualnost.

2. Evaluacija i izbor ideja

Prije upuštanja u izvedbeni dio procesa, potrebno je ponovno razmotriti sve ideje i odlučiti koje prihvatiti, a koje odbaciti. Pritom je potrebno stalno imati na umu ciljeve projekta. Jon Krasner u svojoj knjizi "*Motion Graphics Design: Applied History and Aesthetics*" savjetuje sljedeća pitanja pri evaluaciji ideja:

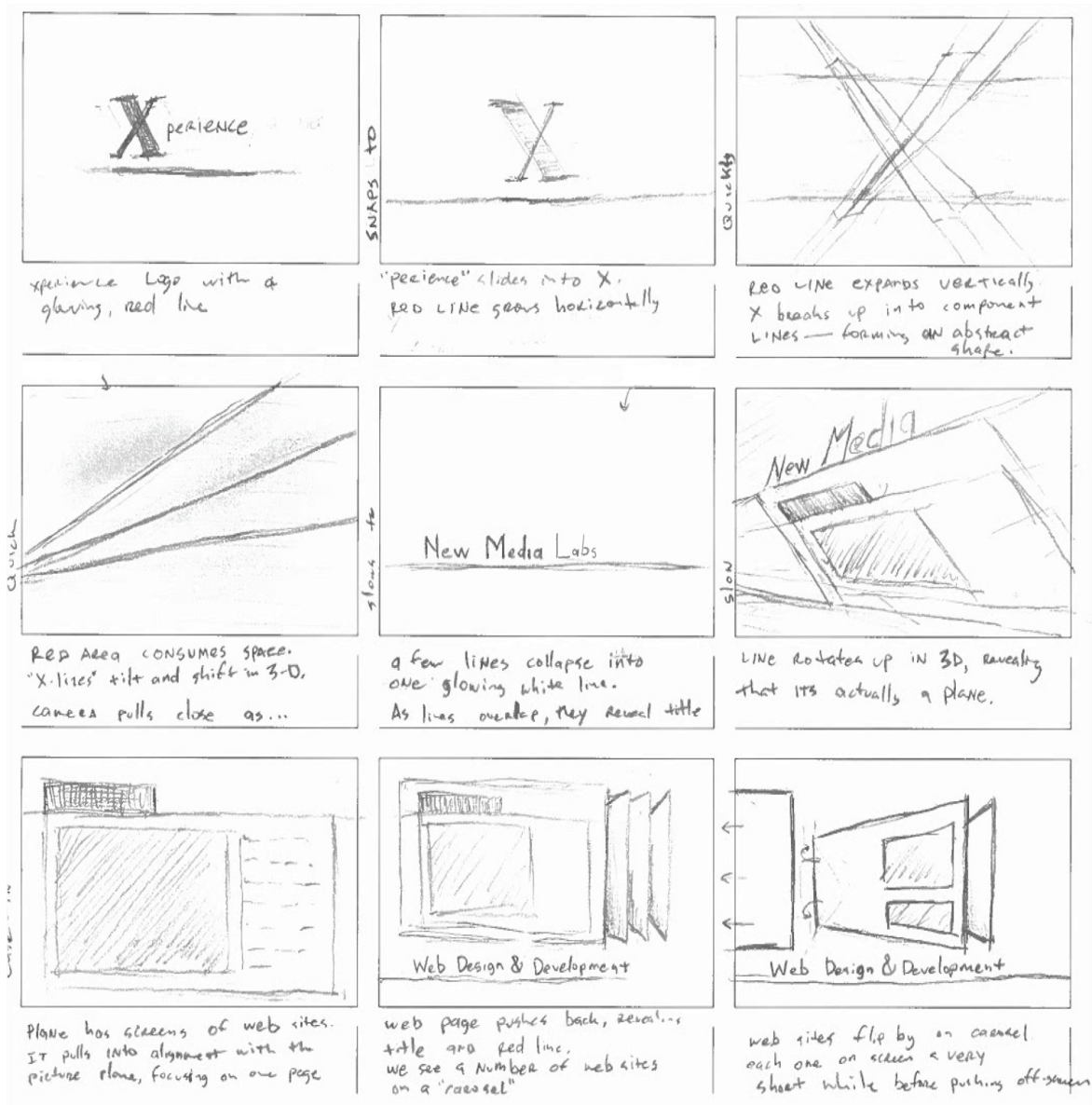
- hoće li koncept privući i zadržati pozornost publike?
- da li se ideja bazira strogo na tehnikama ili trendovima?
- da li je ovaj koncept dovoljno drugačiji od onoga što je prije viđeno na ovu temu?
- da li je koncept dovoljno realističan u smislu tehničke izvedbe?
- hoće li sredstva potrebna za implementiranje ideje premašiti budžet projekta? [2]

3. Usavršavanje ideja

Nakon odgovora klijenta i testne publike, ideje je često potrebno još usavršiti. Pri tomu nisu dovoljne grube skice, nego detaljnije skice koje bolje prikazuju vizualni stil, kompoziciju i pokrete elemenata. Pri tomu su korisne razne tehnike i alati: kolaž, fotomontaža, fotokopiranje i slično. Digitaliziranje skica ih čini uglađenijima. Ponekad je potrebno napraviti i testove pokreta koji prikazuju kako će se elementi kretati i mijenjati tokom vremena, što je ovisno o projektu i zahtjevima klijenta.

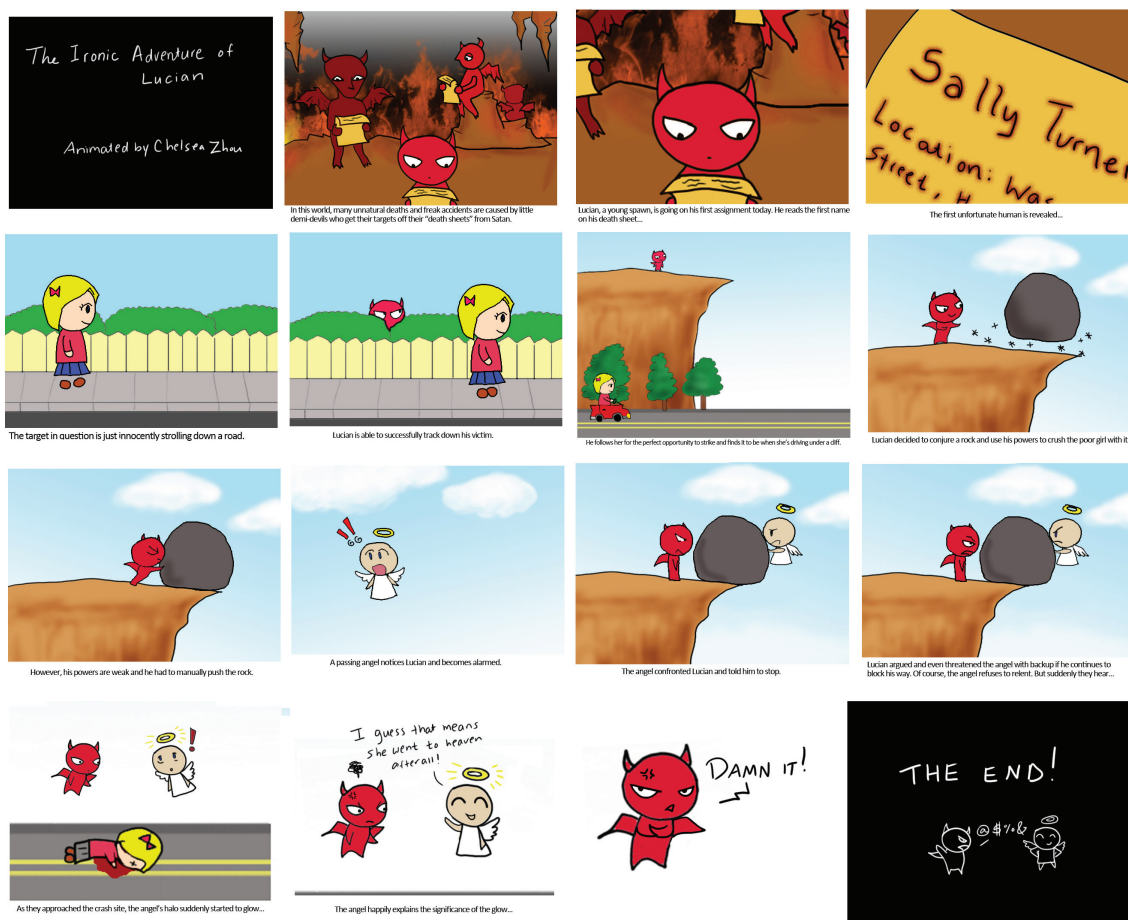
4. Izrada "storyboard"-a

Izrada "storyboard"-a je često zadnja faza konceptualizacije. "Storyboard" je povezan niz sličica koje predstavljaju vizualnu mapu razvoja događaja tokom vremena (Slika 6.1). Sličice predstavljaju ključne trenutke u animaciji, a često sadrže i tekst koji dodatno pojašnjava događanja. U "storyboard"-u je potrebno odrediti mnogo faktora: vrste vizualnih elemenata (ilustracije, fotografije, tipografija, ...) stilsko oblikovanje, vrste pokreta i promjena, prostorna i kompozicijska organizacija sličica, te sekvencijalne faktore (prijelazi, tempo, početak, sredina i kraj). Bitno je također detaljno razraditi i samu pozadinu, koja se također može mijenjati tokom vremena ili služiti kao statična, nepromjenjena pozadina kroz cijelu animaciju.



Slika 6.1: Primjer rukom skiciranog "storyboard"-a

U “*storyboard*”-u se mora očuvati vizualni i sekvencijalni kontinuitet. Da bi se očuvao vizualni kontinuitet, stil slika i tipografije, shema boja, te organizacija prostora mora biti ista kroz sve sličice. Za postizanje željenog estetskog efekta, a u vezi s organizacijom prostora, ključan je raspored svih elemenata, bilo da su dio pozadine ili prednjeg plana, statični ili dinamični. Ovo pomaže i u stvaranju vizualne hijerarhije elemenata, o čemu je detaljnije raspravljeno u petom poglavlju. Sekvencijalni kontinuitet mora biti jasan da bi se postigao logičan tok događaja. “*Storyboard*” mora objašnjavati kako se elementi kreću i mijenjaju tokom vremena, kao i način na koji ulaze i izlaze iz kadra. Treba i jasno odražavati redoslijed ključnih sličica, kao i prijelaze među njima.



Slika 6.2: Primjer doradenog “*storyboard*”-a

Faze razvoja “*storyboard*”-a su:

1. početna faza: Početna faza sastoji se od niza brzih crteža sekvenci pravokutnog oblika. Priča se treba razdijeliti na glavne sekvence i prijelaze, uz održavanje vizualnog kontinuiteta. Kvaliteta samih crteža nije toliko bitna kao tok akcije među sličicama. Previše pozornosti usmjerene na crtanje realističnih crteža može rezultirati gubitkom kontinuiteta. U ovoj fazi razvoja potrebno je definirati tok događaja od sličice do sličice,

jasnoću prijelaza među scenama, približno vrijeme trajanja pojedine sekvence te resurse potrebne za ostvarenje željenih efekata.

2. završna faza: Nakon revizije početne verzije, sličice je potrebno doraditi u usavršenu verziju koja prikazuje glavne događaje, prijelaze, okvire i pokrete kamere. Završna faza se može izraditi na bilo kojem mediju. Iako se još uvijek izrađuju i rukom crtani "storyboard"-i, velik dio ih se ipak izrađuje na računalu, što zbog uštede na vremenu, što zbog veće primjerenosti s obzirom na izvedbu animacije koja se danas ipak uglavnom izrađuje digitalno (*Slika 6.2*).

5. Izrada animatika

Neki projekti zahtijevaju izradu animatika. Dok "storyboard" prikazuje pokret na statičan način, animatici ili animirani "storyboard"-i sinkroniziraju pokrete slika i prijelaze među njima sa zvukom, odnosno prikazuju pokrete dinamično. Animatici štede vrijeme i novac, jer mogu spriječiti kasniji gubitak vremena i rada na ideje koje će biti odbačene. Bliže prikazuju finalnu izvedbu projekta te ukazuju na moguće probleme, koje je zatim moguće ispraviti prije nego se krene u implementaciju.

6.1.3 IZVEDBA

U drugom poglavlju raspravilo se detaljnije o tradicionalnim tehnikama izrade animacije sličicu po sličicu. Ovdje će se detaljnije raspraviti o komponiranju i sintetiziranju sadržaja računalno izrađene 2D animacije.

6.1.3.1 Komponiranje

Komponiranje pretpostavlja neograničeno spajanje odvojenih vizualnih elemenata u jedinstvenu smislenu cjelinu. Današnje mogućnosti računalne animacije su jako široke: neobičnim kombinacijama grafika, tipografije, rukom crtanih elemenata i snimki živih bića moguće je stvoriti efekte koji se ne bi mogli stvoriti u stvarnom svijetu.

Programi za animaciju nude nekoliko tehnika komponiranja:

1. Tehnika miješanja slojeva¹

Pod tehnikom miješanja slojeva podrazumjeva se kontrola transparentije višeslojnih slika i načina na koji se miješaju boje među slojevima. Uz veličinu, poziciju i rotaciju, i transparentija elemenata se može animirati kroz period vremena.

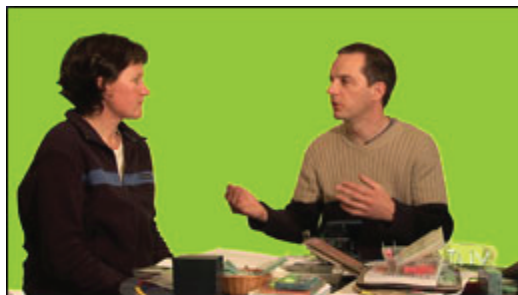
1 eng. *blend operations*

Standardne tehnike miješanja slojeva su:

- *“multiply”*: uzima podatke o boji i svjetlini oba sloja i množi vrijednosti njihovih piksela što rezultira progresivno tamnijim bojama
- *“screen”*: množi inverzne vrijednosti piksela što rezultira svjetlijim bojama
- *“overlay”*: primjenjuje *“multiply”* ili *“screen”* tehniku što ovisi o vrijednostima boje i svjetline donjeg sloja
- *“darken”*: primjenjuje *“overlay”* na piksele gornjeg sloja koji su tamniji u odnosu na piksele donjeg sloja
- *“lighten”*: primjenjuje *“overlay”* na piksele gornjeg sloja koji su svjetliji u odnosu na piksele donjeg sloja
- *“difference”*: oduzima vrijednosti piksela gornjeg sloja od vrijednosti piksela donjeg sloja ili obrnuto, ovisno o tome koji imaju višu vrijednost
- *“exclusion”*: ima sličan efekt kao *“difference”*, ali uz manji kontrast
- *“hue”*: generira rezultate s obzirom na vrijednosti svjetline i zasićenja donjeg sloja i tona gornjeg sloja
- *“saturation”*: uzima vrijednosti svjetline i tona gornjeg sloja, i zasićenja donjeg sloja
- *“luminosity”*: uzima vrijednosti tona i zasićenja donjeg sloja, te svjetline gornjeg sloja

2. Tehnika *“keying”*

“Keying” je tehnika kojom se eliminira određeni raspon boja radi stvaranja područja transparentije. Postoje dvije vrste: *“chroma keys”* i *“luma keys”*. *“Chroma keys”* su pojedinačne boje koje se upotrebljavaju za ispunjavanje dijela scene novim podacima (Sika 6.3). Najčešća upotreba je u televizijskoj vremenskoj prognozi, gdje se voditelj nalazi zapravo ispred plavog ili zelenog platna, na koji se u produkciji naknadno ukomponira animirani prikaz prognoze vremena. *“Luma keys”* se odnose na svjetlinu i pomoću njih određeni raspon tonских vrijednosti postaje transparentan. Najbolje funkcioniraju na visoko kontrastnim snimkama.



Slika 6.3: Upotreba tehnike *“keying”* u editiranju videa

3. Alfa kanal

Upotreba alfa kanala jedna je od najmoćnijih tehnika komponiranja u kombiniranju statičnih i dinamičnih slika. Termin se odnosi na 32-bitnu strukturu dokumenta. Za razliku od 24-bitnog dokumenta koji sadrži samo podatke o tri komponente boje, 32-bitni dokument sadrži i podatke o transparentiji. Transparentija se bazira na 8 bita koji određuju koji dijelovi će biti vidljivi, koji neće, a koji će biti poluvidljivi.

4. Upotreba šablona²

Šablone su statične ili dinamične slike koje se upotrebljavaju za kontroliranje vidljivosti druge slike. Šablona svjetline ili RGB šablona je eksterna slika koja na temelju kombinacije svjetlina RGB vrijednosti tvori transparentne dijelove druge slike. Ne treba ju miješati sa alfa kanalima, koji su dio slike i statični, dok RGB šablona može biti i statična i dinamična, te može biti 8-bitna ili 24-bitna. Šablone se mogu tvoriti od punih oblika, oblika mekih rubova, oblika koji sadrže gradijent boja, tipografije, kao i kompliciranijih slika. Naposljetku, mogu se i crtati pomoću raznih digitalnih kistova. Postoje i takozvane putujuće šablone koje mijenjaju izgled i poziciju u skladu sa promjenom ili kretanjem subjekta.

5. Tehnika maskiranja

Upotreba maski je alternativa ranije navedenim tehnikama komponiranja. Za razliku od šablona koje uspostavljaju transparentiju na temelju podataka o svjetlini, maske upotrebljavaju grafičke elemente koji se nazivaju "*splines*". Oni se sastoje od međusobno povezanih točaka koje formiraju segmente ravnih linija i krivulja. Prednost maski je taj što je također moguće animirati njihov geometrijski izgled.

6. Gniježdenje

Gniježdenje je jedna od najmoćnijih i najpogodnijih tehnika komponiranja kompleksnih sekvenci. Cilj gniježdenja je stvaranje organizirane kompozicijske hijerarhije sa svrhom olakšavanja procesa editiranja. Sam proces se sastoji od dva koraka:

- izgradnja kompozicije u slojevima
 - objedinjavanje te kompozicije u jedan sloj koji se može koristiti u drugoj kompoziciji
- Većina programa za animaciju nudi mogućnost gniježdenja u vremenskoj liniji. Time se olakšava proces animacije, jer se određeni efekt ne mora upotrijebiti na svakom pojedinom sloju, nego se putem gniježdenja efekt primjeni samo jednom i djeluje na sve slojeve u gniježdu.

6.1.3.2 Određivanje redoslijeda ili sekvenciranje

Proces određivanja redoslijeda sekvenci daje animaciji vizualni ritam, poboljšava naraciju, stvara emocije i omogućava konstrukciju i dekonstrukciju prostora i vremena. Editiranje ima veliki kreativni potencijal. Nekadašnje, linearno editiranje, ili editiranje "sa trake na traku" zahtjevalo je specijaliziranu opremu i uključivalo je destrukciju originalnih traka. No današnje nelinearno editiranje omogućuje digitalno mijenjanje sličica bez izmjene originala. Nelinearno editiranje može se izvoditi na standardnim stolnim računalima ili na specijaliziranoj opremi, kao što su Media 100 ili Avid. Postoje i programi dostupni široj masi i namjenjeni editiranju videa, kao što su Final Cut Pro, dok programi kao što su Adobe After Effects nude standardne ali manje sofisticirane opcije editiranja.

Editiranje obuhvaća dva procesa:

1. Odabir akcija i događanja koje će sadržavati finalna verzija. Odabir ovisi o temi koja se komunicira, ciljanoj publici i stilu isporuke poruke
2. Sekvenciranje podrazumjeva povezivanje događaja na način koji pojašnjava i pojačava informaciju

Editiranje se izvodi putem dvije tehnike:

1. Rezovi
2. Prijelazi

1. Upotreba rezova je najraširenija tehnika editiranja. Rezovi rezultiraju naglim promjenama prostora i vremena u sekvenci ili između dvije sekvence. Za razliku od prijelaza, rezovi sami po sebi ne zauzimaju prostor ni vrijeme. Tehnika unakrsnih rezova³ podrazumjeva rezove među različitim događajima koji se događaju u isto vrijeme. Primjer su rezovi između prikaza lovca i plijena. Na taj način događaji se međusobno povezuju, i daje se na znanje da se događaju istovremeno. Ovom tehnikom poboljšava se narativni kontinuitet, manipulira se vremenom te se daje uvid u uzrok i posljedicu događanja. Vrsta unakrsnih rezova među dvama različitim neovisnim događajima naziva se paralelno editiranje i njime se sugerira da se događaji odvijaju istovremeno. Tehnikom presjecanja⁴ prikazuje se događaj koji nije vezan uz glavni događaj, sa svrhom privremenog odvlačenja pozornosti s istoga dok se on nastavlja odvijati u prostoru i vremenu izvan scene. Alternativa presjecima su skokovi⁵ koji podrazumjevaju naglu promjenu u poziciji ili kretanju elementa ili pozadine. Zbog vidljive promjene razbija se iluzija kontinuiranog vremena.

3 eng. *crosscutting*

4 eng. *cutaway*

5 eng. *jump cut*

2. Prijelazi međusobno povezuju sekvence. Omogućuju postepene promjene između dvije sekvence u određenom periodu vremena. Najčešći tipovi prijelaza su rastapanje⁶, blijedljenje⁷ i brisanje⁸. Rastapanje se često primjenjuje radi ukazivanja na prolaz vremena. Rastapanje podrazumjeva postepene promjene u transparentiji sekvenci tako da se završne sličice prve sekvence razmjerno stope sa prvim sličicama sljedeće sekvence. Tako se čini da se jedna sekvenca topi u drugu. Upotreba rastapanja poboljšava kontinuitet. Blijedljenje je rastapanje iz ili u neku punu boju, najčešće crnu. Postiže se postepenim povećanjem ekspozicije dok sličica ne dostigne punu vrijednost svjetline. Izbljeđivanje se postiže smanjenjem svjetline sličice dok ne postane potpuno crna. Blijedljenje ukazuje na velike promjene u sadržaju, prostoru ili vremenu, te prekida kontinuitet priče. Brisanjem (*Slika 6.4*) sljedeća sličica vizualno gura prethodnu sličicu. Brisanje se može događati u bilo kojem smjeru: horizontalno, vertikalno, dijagonalno, kružno iz centra prema van ili obrnuto, morfigom jednog oblika u drugi, i slično.



Slika 6.4: Adobe galerija raznih načina izvođenja tehnike brisanja

Alternativa rezovima i prijelazima je upotreba pokretnih okvira o kojima je detaljnije raspravljeno u petom poglavlju. Pokretni okviri utječu na doživljaj tempa i ritma animacije kod gledatelja. Brzina kretanja kamere bitno pridonosi stvaranju atmosfere.

6 eng. *dissolve*
 7 eng. *fade*
 8 eng. *wipe*

6.1.3.3 Uspostavljanje tempa animacije

Tempo predstavlja brzinu kojom se prezentira sadržaj animacije i kao takav je vitalan dio sekvenciranja. Tempom se komunicira poruka na najefektniji način, te obuhvaća trajanje događaja u animaciji, kao i prijelaze i rezove među njima. Tempo kompozicije može se mijenjati tokom vremena, ukazujući na taj način na različite aspekte priče. Odabirom tempa može se odrediti i regulirati broj prijelaza i rezova te se time utječe na gustoću događaja. Sama brzina prijelaza može bolje komunicirati poruku od njegovog stila. Općenito vrijedi da kompozicije brzog tempa sa brzim prijelazima između malog broja sličica proizvode energičan efekt, dok spori prijelazi koji se događaju tokom dužeg intervala vremena daju efekt promišljenosti i dostojanstva.

6.1.3.4 Uspostavljanje ritma animacije

Ritam se u glazbi identificira kao ponavljajući niz tonova i stanki. Ritam i tempo su direktno povezani. Postoje dvije osnovne vrste: kontinuirani i varijabilni ritam. Ritam sa mirnim i stabilnim tempom je dovoljno predvidljiv da ga gledatelj podsvjesno doživljava i prati ga primjerice tapkanjem nogom. Nasuprot tomu, ritam sa varijabilnim tempom razbija predvidljivost i pruža gledatelju element iznenađenja. Ritmičko editiranje se primjenjuje i na narativne i na nenarativne forme, te se upotrebljava i u kontinuiranom i u nekontinuiranom editiranju.

1. Kontinuirani ritam

U glazbi i plesu većinu ljudi pokreće ritam koji je konstantan i ujednačen. Slijedom toga mnogi animatori nastoje kreirati ritmične strukture u kompoziciji. U editiranju i stvaranju vizualnog ritma, može pomoći slušanje glazbe određenog glazbenog ritma. Jedna od najvažnijih stvari u stvaranju ritmične kompozicije je duljina prikaza elemenata kompozicije. Jedan od najjednostavnijih načina postizanja ujednačenog ritma je određivanje da svaki segment, bez obzira na sadržaj, traje približno jednako. To također podrazumjeva da su prijelazi i rezovi jednoliko raspoređeni za vrijeme trajanja animacije. Drugi način za postizanje kontinuiranog ritma je upotreba prijelaza i rezova među segmentima koji sadrže iste ili slične elemente i aktivnosti. Ovo ponavljanje pomaže u stvaranju strukturalnog kontinuiteta i stvara osjećaj kohezije u kompoziciji.

2. Varijabilni ritam

Ritam se može mijenjati tokom vremena sa svrhom promjene ugođaja kompozicije. U glazbi se ovo rijetko sreće u plesnoj glazbi, no u klasičnoj se varijabilan ritam koristi za

karakterizaciju različitih faza djela. Varijacije u vizualnom ritmu dozvoljavaju uvođenje novih elemenata u ponavljanje. Time se razbija predvidljivost i upućuje se na područje interesa. Naglašavanje predstavlja prekid u osnovnom uzorku događaja. U animaciji karaktera, naglašavanje se upotrebljava za pretjerivanje u pokretima. U pokretnoj grafici, koristi se za uspostavljanje vizualne hijerarhije. Naglašeni element će privlačiti više pozornosti na sebe od nenaglašenog. Varijabilan ritam se postiže i prikazivanjem istog događaja nekoliko puta, svaki put na drugačiji način. Time se prekida gledateljevo očekivanje o tijeku priče, te ga se na taj način vuče da se fokusira na proces nastajanja same priče. Varijabilan ritam postiže se i kontroliranjem duljina trajanja prikaza elemenata i odvijanja događaja u animaciji. Kombiniranje sekvenci različite duljine trajanja podrazumjeva i nejednaku distribuciju prijelaza i rezova. Miješanjem dužih i kraćih sekvenci privlači se pažnja gledatelja i pobuđuje mu se zanimanje. Upotreba pauza također može pomoći u variranju ritma kompozicije. Pauza može biti niz crnih sličica između dva segmenta ili jedna sličica zamrznuta tokom određenog perioda vremena. Osim za uspostavljanje varijabilnog ritma, pauze se upotrebljavaju i za odmor gledatelja između dva važna događaja, skretanje pozornosti na određeni događaj, stvaranje napetosti i iščekivanja ili za reguliranje gledateljeva osjećaja vremena.

Svaki element u animaciji ima svoje rođenje, život i smrt. Pod rođenjem se podrazumjeva način na koji ulazi u kadar, njegov život predstavlja vrijeme provedeno u kadru, dok smrt predstavlja način na koji izlazi iz kadra. U sekvenciranju je potrebno obratiti pozornost na sve tri faze kretanja elementa. Time se postiže sekvencijalni kontinuitet i prijelaz između događaja se odvija glatko i prirodno.

6.2 PRIČANJE PRIČE PUTEM ANIMACIJE

Animacija može varirati od jako jednostavne do jako komplicirane, može imati različite namjene i biti izrađena u različitim stilovima. Ona može i ne mora biti interaktivna, može i ne mora sadržavati likove koji proživljavaju neku priču. Ukoliko animacija sadrži likove, bitno je razumjeti naraciju i karakterizaciju.

Za uspješno kreiranje toka priče u animaciji potrebno je dobro se koristiti filmskim tehnikama upotrebe kamere, te manipuliranja prostorom i vremenom o čemu je detaljnije raspravljeno u petom poglavlju. Lingvisti i teoretičari filma su godinama pokušavali definirati koncept naracije. Vladimir Propp⁹ je u svom djelu "Morfologija bajke" opisao i analizirao kompozicijski uzorak koji se ponavlja i može primjeniti u svim djelima tog žanra. Slijedom

9 Vladimir Propp bio je ruski strukturalist poznat po svojim detaljnim analizama ruskih bajki

njegovih razmišljanja, Tzvetan Todorov¹⁰ tvrdi da je naracija u svom osnovnom obliku transformacija situacije kroz sljedećih 5 stadija:

1. Stanje ravnoteže na početku priče
2. Ometanje ravnoteže putem neke akcije
3. Prepoznavanje da se dogodilo ometanje
4. Pokušaj popravljivanja stanja
5. Ponovna uspostava ravnoteže s početka priče

Edward Branigan¹¹ je u svom djelu "*Narrative Comprehension and Film*" ispitao cijeli koncept naracije. On smatra da naraciju treba gledati kao način doživljavanja grupe rečenica, slika, gesta i pokreta koje zajedno čine početak, sredinu i kraj nečega. Predložio je sljedeću strukturu kao osnovu svake naracije:

1. Uvod u okruženje i karaktere
2. Objašnjenje inicirajućeg događaja
3. Emocionalna reakcija ili izjava cilja protagonista
4. Komplikacija događaja
5. Ishod događaja
6. Reakcija na ishod događaja

Ovo je osnovna struktura svake naracije, no detaljnija struktura ovisi o žanru same animacije.

Današnja publika je odrasla uz televiziju, video i filmove, stoga razumije filmske konvencije. Primjerice, publika posjeduje naučenu filmsku percepciju da je objekt prikazan u krupnom kadru isti objekt koji je prethodno prikazan pod širim kutom snimanja, samo više istaknut. Ovo razumjevanje je perceptivni kod koji je dio ljudske kulture. Putem njega ljudi razumiju koncept naracije na ekranu. Prilikom promatranja slike, gledatelj donosi vlastite zaključke putem svjesnih i nesvjesnih perceptivnih procesa. Slično tomu, praćenjem naracije, na temelju prethodnog znanja donosi vlastite zaključke o priči. Stoga, animator mora gledatelju pružiti vizualne tragove da bi razumio naraciju, a on na temelju vlastitog iskustva produbljuje razumjevanje i kreira vlastite zaključke.

10 Tzvetan Todorov je bugarski filozof, poznat po knjigama o teoriji naracije, kulture te povijesti ideja

11 Edward Branigan je nagrađivani teoretičar klasičnog i suvremenog filma, analitičar filma te filmske naracije

6.2.1 IZRADA NARACIJE

Proces izrade narativne animacije ponešto se razlikuje od općenitog procesa izrade animacije. Možemo ga podijeliti u nekoliko faza:

1. ideja
2. sinopsis
3. scenarij
4. knjiga snimanja
5. "storyboard"
6. animatik
7. izrada

1. Ideja sadržava osnovne informacije o priči. Ranije u poglavlju objašnjeni su načini dolaženja do kvalitetnih ideja (priprema, "brainstorming", evaluacija i usavršavanje).

2. Sinopsis je sažeti prikaz ukupne radnje animacije bez ulaska u detalje. Sinopsis mora obuhvatiti sve bitne dijelove uvoda, zapleta i raspleta priče, no ne sadrži dijaloge, ukoliko ih ima. Daje indicaciju o karakterima u priči te o žanru (romantika, misterija i slično). Sinopsis ne sadrži podatke o vizualnom oblikovanju animacije.

3. U scenariju se razvija priča do detalja i on služi vizualiziranju sinopsisa. Scenarij mora jasno i konkretno objašnjavati što će se vidjeti na ekranu i čuti, bez ulaženja u tehničke detalje. Jezik mora biti jasan bez upotrebe asocijacija. Dobro napisan scenarij olakšava izradu knjige snimanja, koja predstavlja sljedeću fazu.

4. Knjiga snimanja predstavlja vizualizaciju scenarija kadar po kadar. Uz pojedini kadar je potrebno navesti kut snimanja, duljinu trajanja, pokrete kamerom, zvukove, te eventualne dijaloge među likovima. Za kreiranje knjige snimanja potrebno je biti upoznat sa osnovnim pojmovima u teoriji filma, što uključuje i planove. Pojam plan se odnosi na udaljenost kamere od predmeta snimanja. Postoje sljedeći planovi:

- total - plan koji obuhvaća čitav prostor
- polutotal - dovoljno obuhvaća prostor da se sluti njegova cijela veličina
- srednji plan - prikazuje čitav lik, pomaže gledatelju u shvaćanju gdje se nalazi i što se događa
- blizu - obuhvaća poprsje lika
- krupni plan - obuhvaća glavu i vrat lika te se koristi za usmjeravanje pažnje gledatelja

- detalj - blizak prikaz detalja lika ili okoline, služi za uvođenje drame u priču. Knjiga snimanja obuhvaća i pokrete kamere. U tradicionalnoj rukom rađenoj 2D animaciji nije bilo pokreta kamere jer bi to bio iscrpljujući proces izrade tisuća i tisuća sličica da se prikazu likovi iz različitih kuteva. Razvoj tehnologije omogućio je programe koji nude simulaciju pokreta kamere, stoga ga je moguće koristiti bez puno muke. U petom poglavlju detaljnije je raspravljeno o pokretima kamere i očuvanju prostornog kontinuiteta.

5. "Storyboard", kao što je objašnjeno ranije u poglavlju, je niz sličica koje predstavljaju vizualnu mapu razvoja događaja. Pomaže u boljoj vizualizaciji knjige snimanja, tako da se ne ostavi prostor za pogrešnu interpretaciju.

6. Animatik je animirani *storyboard*. Sastoji se od grafika niskog stupnja kvalitete, prikazuje glavne pokrete te uključuje zvuk. Dorađeni animatik se naziva "previz". Sadrži točne podatke o kutovima snimanja, jasnu ideju o stilu animacije, te ispravno tempiranje.

6.2.2 KARAKTERIZACIJA LIKOVA

Uspostavljanje i razumjevanje karaktera likova ključno je za dobru i uvjerljivu priču. Likovi moraju imati osobnost, a njihova motivacija mora biti jasna gledatelju. Motivacija je sila koja pokreće lik na neku akciju. Ona se mora zasnivati na osobinama likova, da bi gledatelju bilo jasno zašto je lik napravio upravo to što je napravio. Osobnost i psihološke karakteristike likova daju realizam izražavanju u animaciji.

Svaka priča obično ima protagonista i antagonista. Protagonist priče je središnji lik u događanjima u sekvenci. Priča može imati više protagonista, koji se izmjenjuju iz sekvence u sekvencu. Antagonist je lik koji uzrokuje konflikt i napetost. Za stvaranje drame potrebno je imati i protagonista i antagonista.

Likovi u 2D animaciji su obično jako stilizirani, te ih se može nazvati pretjeranim karikaturama. Stil animacije likova mora se odražavati i u njihovim akcijama: ako su oni pretjerano stilizirani, i njihove akcije moraju biti pretjerane. Animacija karaktera može biti puna ili ograničena (*Slika 6.5*). Punu animaciju susrećemo u Disney-evim filmovima (u drugom poglavlju detaljno su razrađene zakonitosti pune animacije), dok su Hanna i Barbera razvili ograničenu animaciju zbog ekonomske potrebe izrade opsežnijih animiranih TV serija, kao što su primjerice "Simpsoni". U ograničenoj animaciji, kretnje tijela su minimalne, a većina radnje se zasniva na dijalozima. Ograničene animacije obično sadrže 6 sličica u sekundi.

Pri uvođenju dijaloga u animaciju, bitno je uskladiti poziciju usana likova sa izgovorenim riječi. Ove pozicije usana nazivaju se fonemi. Fonemi se trebaju uskladiti sa zvukovima, dakle sa onim što se zapravo čuje, a ne sa pisanim riječima. Sinkronizacija pokreta usana

likova ne sastoji se samo od izgovorenih riječi: ona podrazumjeva i naglaske, pauze, uzdahe, te naposljetku emocije koje lik iskazuje. Ako scena dijaloga sadrži više od jednog lika, i lik ili likovi koji slušaju moraju biti dio akcije. Kvalitetan animator održava svoje likove živima i kada pažnja nije fokusirana na njih.



Slika 6.5: Dok Disney-eva Snjeguljica predstavlja lik pune animacije u kojoj pokreti često govore više od riječi, Homer Simpson iz animirane serije "Simpsoni" predstavlja lik ograničene animacije u kojoj je naglasak stavljen na dijaloge likova uz manje pokreta tijela

7 ZAKLJUČAK

Kada pogledamo crteže u špiljama Lascaux i Altamira, nailazimo na primjere u kojima životinje imaju više nogu nego što ih zaista imaju. Bili su to prvi pokušaji prikaza pokreta. Slične primjere nalazimo na egipatskim zidnim slikama i vazama stare Grčke. Stoga, ako animaciju opišemo kao umjetnost pokreta, ona nije nešto što je rođeno u 20. stoljeću, nego nešto što je prisutno kroz cijelu povijest umjetnosti. Animacija je cijelo vrijeme evoluirala i nastavlja evoluirati i dan danas.

2D animacija svoj vrhunac dostiže s Disney-evim animiranim filmovima. U tim ranim, ručkom crtanim animacijama, uspostavljaju se i razrađuju zakonitosti umjeća animiranja pokreta. U današnje vrijeme, s napredkom tehnologije, 2D animacija ima nebrojene mogućnosti za implementaciju u razne medije, ali i više nego ikada prije susreće se sa brojnim problemima. Jedan od njih je tvrdnja da je 2D animacija - mrtva.

U posljednje vrijeme svjedočimo razvoju računalno generiranih 3D animacija, koje se sve više i više integriraju u našu svakodnevicu. Danas već možemo otići u kino i uz pomoć posebnih naočala uživati u 3D-u. Sutra će 3D televizori i monitori računala možda postati obavezan dio svakog dnevnog boravka. 2D animacija je dobila ozbiljnog konkurenta, i na nju se postavljaju ozbiljni zahtjevi da ispuni očekivanja publike koja skupa s razvojem tehnologije raste velikom brzinom. Nekoć je publiku oduševljavao sam pojam iluzije pokreta na ekranu - danas publika očekuje nemoguće prikazano na realističan način. Razlika između 2D i 3D animacije možda se najviše očituje u animaciji likova. Dok 3D animacija nudi bolje mogućnosti za realističan razvoj likova, u 2D animaciji je gotovo nemoguće postići taj realizam. Nedostatak ili prednost? Klasični principi animacije 2D likova pretvorili su 2D animaciju u umjetnost pretjerivanja. Ekspresije lica su pretjerane, pokreti tijela su pretjerani, reakcije su pretjerane. Sve to daje joj određeni šarm i naglašava umjetničko izražavanje animatora koje je teško postići u 3D-u.

S druge strane, svakodnevno se susrećemo sa 2D animacijama: na televiziji gledamo animirane reklame s putujućim logotipima, u kinu gledamo animirane filmske špice, na računalu svakodnevno svjedočimo promjeni kursora miša, na Internetu se susrećemo sa brojnim animiranim elementima, pa i punim animiranim stranicama, no mnogo tih animacija ne posjeduju kvalitete prave animacije. Glavni razlog tomu je gušenje kreativnosti u moru tehnologije, te nepoznavanje tehnika i zakonitosti tradicionalne animacije na račun poznavanje te iste tehnologije. Kako vidimo, razvoj tehnologije je u jednu ruku blagoslov, u drugu prokletstvo. Razvoj tehnologije omogućio je razvoj pokretne grafike, u čijem je srcu animacija. Za animaciju je razvoj tehnologije značio olakšavanje i skraćivanje procesa izrade,

smanjenje troškova opreme i materijala, bržu i lakšu kontrolu faza rada, te bolje očuvanje datoteka. Razvijeni su brojni programski paketi za 2D animaciju, koji nude brojne efekte primjenjive na elemente animacije koji tradicionalnim metodama nisu bili mogući. Interpolacija je skratila proces izrade animacije jer više nije potrebno izrađivati svaku sličicu posebno - potrebno je izraditi samo ključne sličice, a računalo radi sve ostalo. Nesumljivo, računala su olakšala proces animacije i pružila nebrojene mogućnosti oblikovanja kreativnih ideja. No, brzina i opseg razvoja tehnologije može djelovati zastrašujuće. Nerijetko se događa da se u nastojanju savladavanja tehničkih vještina, i nastojanju praćenja razvoja tehnologije, zagube kreativne ideje i zanemare principi animacije. Proučavanje programa rađa tehničare, a ne umjetnike. Mogućnosti programa za animaciju trebaju služiti kao promišljeno korišteno sredstvo za oblikovanje ideja koje proizlaze iz mašte animatora, a ne kao izvor samih ideja. Za izradu kvalitetne 2D animacije, potrebno je poznavati i poštivati zakonitosti tradicionalne animacije te pravila vizualnog oblikovanja proistekla iz stoljeća povijesti umjetnosti, bilo da se animira logo na internetskoj stranici ili da se izrađuju likovi u televizijskoj reklami s naracijom. Tehnologija je ta koja se mijenja, ali principi ostaju vječni.

I tehnologija sama po sebi ima svoje zakonitosti i zahtjeve. Zahtjevi najviše ovise o namjeni animacije: da li će ona biti za film, video, televiziju, Internet ili multimediju. Na animatora se postavljaju veliki zahtjevi praćenja razvoja tehnologije i programa, a brojni problemi proizlaze i iz manjka standardizacije alata različitih programa. Originalne ideje animatora ponekad se moraju mijenjati u skladu sa tehničkim ograničenjima, nerijetko se mora žrtvovati kvaliteta animacije da bi ju krajnji korisnik mogao nesmetano pregledavati, što se ponajviše odnosi na animaciju namjenjenu za Internet. Iz ubrzanog razvoja tehnologije, dalo bi se naslutiti da će problemi uzrokovani tehničkim ograničenjima uskoro nestati, ali to nije slučaj. S razvojem tehnologije, rastu i očekivanja publike, ali i vizije animatora. Stoga je taj problem još uvijek aktualan.

Profesionalan pristup izradi animacije, ekonomično raspolaganje resursima i razvoj kreativnih ideja uz poštivanje tradicionalnih tehnika i principa komponiranja i animiranja put su za uspješnu 2D animaciju. Uz otvaranje mašte, inovativne ideje i dobru priču osvaja se publika. A animacija se u značajnoj mjeri oslanja na publiku. Animator gledatelju daje vizualne tragove, a gledatelj na temelju vlastitog iskustva i mašte razvija vlastite zaključke i vjerovanjem u likove, oživljava ih. Animacija se kao ni jedan drugi oblik vizualne komunikacije igra s maštom, bilo da zabavlja, objašnjava ili prodaje. Animacija omogućuje manipulaciju vremenom, prostorom i pokretom. U animaciji ne postoje granice.

“If you can think it, you can draw it. If you can draw it, you can animate it.”

Tony White

8 LITERATURA

1. Marcia Kuperberg: A Guide to Computer Animation for TV, games, multimedia and web; Focal Press, 2002.

2. Jon Krasner: Motion Graphics Design: Applied History and Aesthetics; Focal Press, 2008.

3. Tony White: Animation: From Pencils to Pixels; Focal Press, 2006.

4. Bruce Wands: Digital creativity: Techniques for Digital Media and the Internet; dostupno na: http://books.google.com/books?id=wM6Ovs69FdwC&printsec=frontcover&source=gb_s_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false, 06.01.2011.

5. Harold Whitaker, John Halas, updated by Tom Sito: Timing for Animation; dostupno na: <http://books.google.com/books?id=QdOZkS6eJl8C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>, 23.01.2011.

6. Chris Webster: Animation: The Mechanics of Motion; dostupno na: <http://books.google.com/books?id=EgpLtpZDGCYC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>, 11.01.2011.

7. Howard Beckerman: Animation: The Whole Story; dostupno na: <http://books.google.com/books?id=EjW6cCE4v1QC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>, 10.01.2011.

8. Ron Brinkman: The art an science of digital compositing, Second Edition: Techniques for Visual Effects, Animation and Motion Graphics; dostupno na: http://books.google.com/books?id=O_W0_8opPgoC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false, 13.01.2011.