

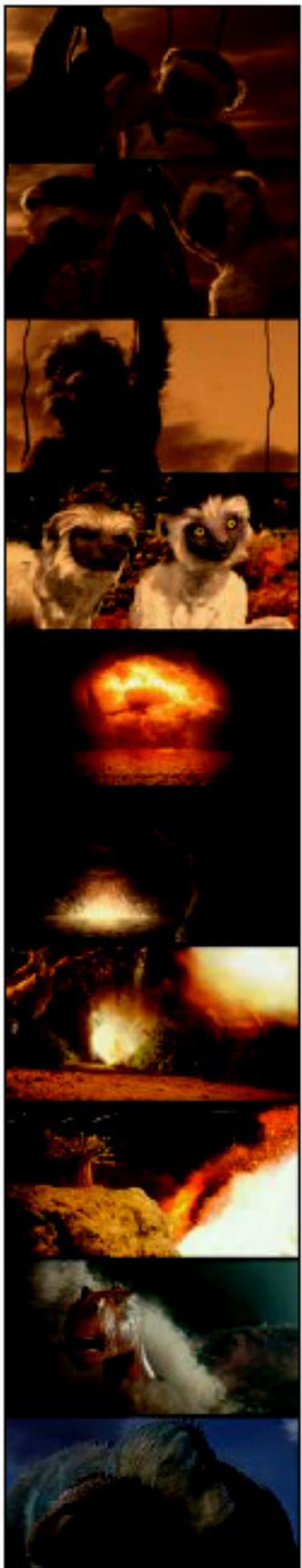
# **РАЧУНАРСКА АНИМАЦИЈА**



Компјутерска анимација није само нова технологија израде "цртаног" односно анимираног филма. Компјутерска анимација је нови облик визуелног и филмског стваралаштва, који подразумева истовремено и обједињено: сликарство, вајарство, звук, симулације техничко-машинских процеса, симулације природних појава и феномена, креацију светлости и светлосних, боје и бојених појава, сцене, експресије и покрета, као и интерактивну визуелну оркестрацију свих елемената односа "актера" и "простора". Поетски, компјутерска анимација јесте "удахнути душу" рачунаром, а у пракси је већ данас значајан, готово доминантан, визуелни део "сцене", односно стварне филмске слике. Компјутерска анимација јесу и сцене из Титаника<sup>1</sup> и Матрикс<sup>2</sup>, или највећи визуелни део Фантомове претње<sup>3</sup>. Прича о играчкама<sup>4</sup>, Мравци<sup>5</sup> и слични филмови јесу, жанровски, анимирани филмови, али је питање времена и технологије, када ће генерисане симулације људских актера задовољити својом аутентичношћу.



Компјутерска анимација јесте филм, али није ни камера ни сцена ни регистрација.



## КОМПЈУТЕРСКА АНИМАЦИЈА

Компјутерска анимација је савремени облик обједињене уметности стварања покрета, изградњом објекта и сцене, материјализацијом, осветљавањем, атмосфером и тајмингом - временом и интензитетом самог покрета. Компјутерска анимација је аутономна уметничка делатност заснована на интеграцији успостављених правила стварања анимираног филма и осталих визуелних области: вајарства, сликарства, дизајна, звука и музике, применом дигиталних алата. Компјутерска анимација је нови облик визуелног стваралаштва, развијан у протеклих 40 година, паралелно са развојем рачунарства. Технички посматрано, креативни простор савремене компјутерске анимације представља интеграцију јединственог генеративног стваралаштва са постојећим, уметнички изграђеним елементима класичног играног филма и класичног анимираног филма.

Концептуалну основу акције<sup>6</sup> класичног филма чине: стварна, просторна, физичка сцена<sup>7</sup> (амбијентална или студијски простор, укључујући и актере и њихове покрете), регистрована камером (уређајем који омогућава интермитентно-континуелну регистрацију<sup>8</sup> акције у простору и времену, протоком сличица у секунди), у јединици са називом кадар (дводимензионална слика исечка простора и акције у дефинисаном временском трајању од тренутка укључивања камере до искључивања, односно од монтажног прелаза са једног кадра на трећи).

Класичан анимирани филм заснован је на анализи технологије класичне филмске акције која представља 24 јединичне, статичне сличице, регистроване у низу, током једне секунде рада филмске камере. Класичан анимирани филм чине: сцена, нацртана или обликована, по правилу близка дводимензионалној, регистрована специјалном филмском камером сличицу



по слици, стварањем акције извршавањем промена на сцени између регистрације појединих слицица, до регистрације последње слицице која чини дефинисан кадар. Стога, основу класичног филма можемо описати речима кадар по кадар, за разлику од анимираног филма чија је технолошка дефиниција слицица по слици (фраме бу фраме). Апсолутни предуслови за оба филмска поступка јесу постојање сцене, камере и регистрације.

У 42-огодишњем развоју, компјутерски анимирани филм налазио је себи простор освајањем појединих технолошких целина и класичног и анимираног филма. Радови Џона Витнија (на слици) и браће Џејмса и Мајкла, представљају класичне ауторске анимиране филмове, реализоване делимичним учешћем компјутера као алата, на креативном нивоу близком експерименталним филмовима Нормана Мекларена.

Трон<sup>9</sup> Чарлса Лисбергера из 1982. године и Последњи звездани борац из 1984. године представљају покушај интеграције компјутерских алата у циљу замене постојећих компликованих оптичко лабораторијских поступака израде филмског композита.

Терминатор 2 и Амбис уводе компјутерски генерисане ликове у стварно реално, окружење. Бејб, Џуманци, Годзила, Парк из доба Јуре, Гладијатор, Невидљиви човек, Диносаур, Матрикс и слични савремени филмови, генерисаним ликовима и амбијентом чине





нестварно стварним, остварујући искорак у стварању новог ауторског света и нове ауторске реалности.

После 42-огодишњег развоја, компјутерска анимација, као део филмске уметности и део целокупног компјутерског стваралаштва, улази у трећи миленијум са позиција дефинисаних:

- граница постојеће компјутерске технологије;
- опште и филмске терминологије;
- технолошких стратешких очекивања и развоја;
- стратешких филмских и уметничких праваца развоја.

**Компјутерска технологија** у савременом основном концепту између корисника и резултата, неизменјена је од првих дана примене рачунара. Заснована је на следећој једносмерној линији:



Основна одредница постојеће компјутерске технологије огледа се у класичном принципу управљања човека машином, што значи и класичну примену принципа усавршавања машине и изналажења што ширег поља примене. Постојећа компјутерска технологија, заснована на примени дигиталних (нумеричких, програмских алата обрађивања), на давно научно и технолошки успостављеним позицијама електронике, у фази је достизања крајњих граница постојеће електронске технологије, самим тим је и при kraju изворног технолошког развоја. Ширење поља примене и постепено дефинисање и усавршавање поједињих постојећих области за које се исказје материјални интерес јавности, представљају реално ограничавајуће факторе изворног развоја. Развој компјутерске технологије сличан је развоју већине познатих области индустријског доба цивилизације: транспорту, енергетици, медицини, комуникацији, уметности, ин-



дустрији у најопштијем, и суштински, чине га три корака:

1. Откриће и дефинисање основа употребе: период од ЕНИАКа, преко првобитних машинских језика, развоја основних комплексних рачунара до првобитних модела микро и персоналних рачунара.
2. Омасовљење и стандардизација: период развоја персоналних рачунара са пратећим компонентама, развој оперативних система и посебно специјализованих програмских пакета за поједине области стваралаштва.
3. Распршивање употребе са увећавањем могућности и удобности: период на прелазу миленијума, развој мреже, медија, аутоматизације, најава нових развојних корака, неуро и био чипова.

За разлику од дигиталног филмског композита који је еволуирао деградацијом од врхунског специјалног филмског ефекта до стандардне процедуре уметничког изражавања, компјутерска анимација се развијала поступним технолошко техничким корацима. Технолошким у смислу првобитне имплементације класичне анимационе технике фрејм бу фрејм електронско програмским регистрационим средствима, преко генеративно-регистративних процеса интеграције облика, простора и покрета (1983, Трон, Чарлса Лисбергера), до савремених техника симулације, креације и апстракције (Невидљиви човек, Савршена олуја, Х људи, и сл.).

Технички, компјутерска анимација је еволуирала од просте, секвенцијалне регистрације, до сложене, готово апсолутне креације простора, времена и покрета, са свим основним уметнички дефинисаним параметрима.

Савремена компјутерска анимација је сложен низ поступака генерирања уметничког дела интегрисаног простора, времена и покрета. Садашње машинско

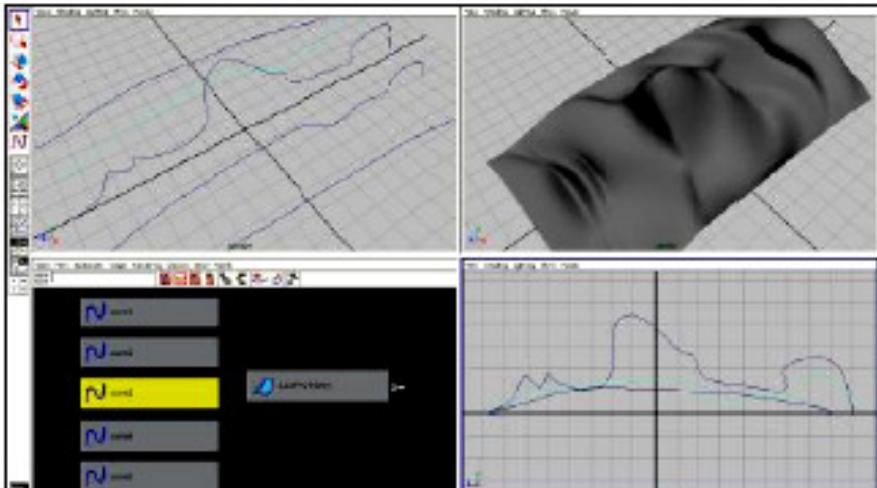


програмске технологије омогућавају следећи низ уметничких поступака:

1. Дводимензионално и тродимензионално моделовање;
2. Дводимензионална и 3Д материјализација;
3. Генерирање сцене и атмосфере, светлости и атмосферских појава;
4. Анимација и симулација;
5. Финални или композитни рендеринг.

1. Технике моделовања служе изградњи тродимензионалног актера (или дводимензионалног, у посебним случајевима коришћења компјутерске анимације за симулацију дводимензионалности цртаног филма), или објекта или делова сцене. Савремени програмски алати омогућавају четири различите технике моделовања укључујући и могућност комбиновања.

- Елементарно моделовање подразумева аналитички приступ аутора стваралачком процесу. Жељени облик сагледава се уназад од потпуног волумена, преко

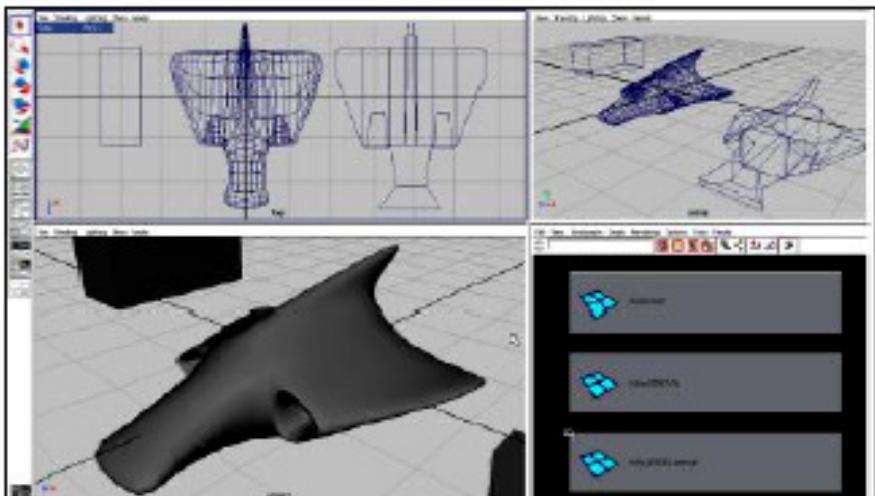


површина које га чине, до елемената које граде површине. У процесу стварања модела, почетни корак је исцртавање линије из тачке, потом осталих линија које дефинишу спој или пресек површине, потом се граде површине чијим се спајањем формира завршни облик. Постојеће технологије елементарног моделовања засноване су на ткзв. НУРБС алгоритмима (Non Uniform Rational Bi-Spline - алгоритми исцртавања

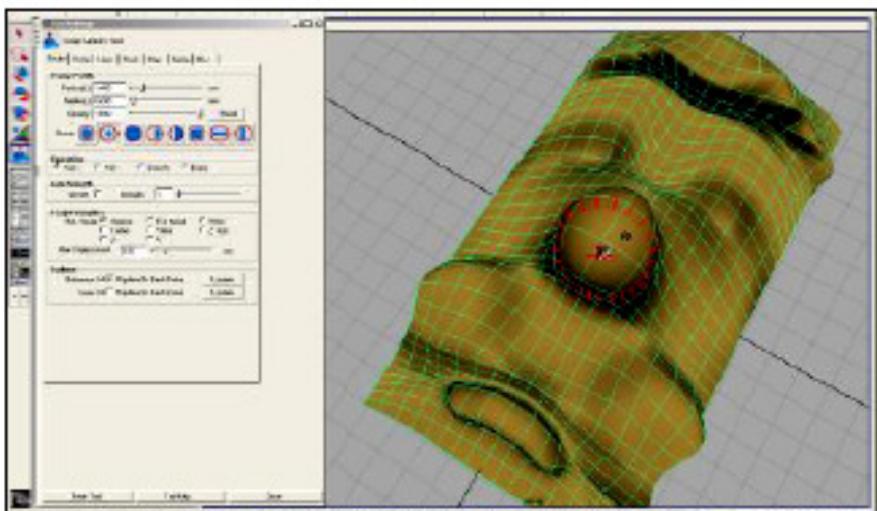


неуниформних просторних кривих). На примеру је дато моделовање лица (маске), исцртавањем основних уздушних линија и извлачењем површине.

- Деформативно моделовање чине интуитивни процеси грађења сложених облика деформацијом основних задатих простих облика, примитива.



Претходна слика представља пример моделовања извлачењем и деформацијама из основног облика квадра, преко грубог облика замишљене летилице-играчке, до финальног, умекшаног облика. Метафора деформативног моделовања је дигитално вајарство,

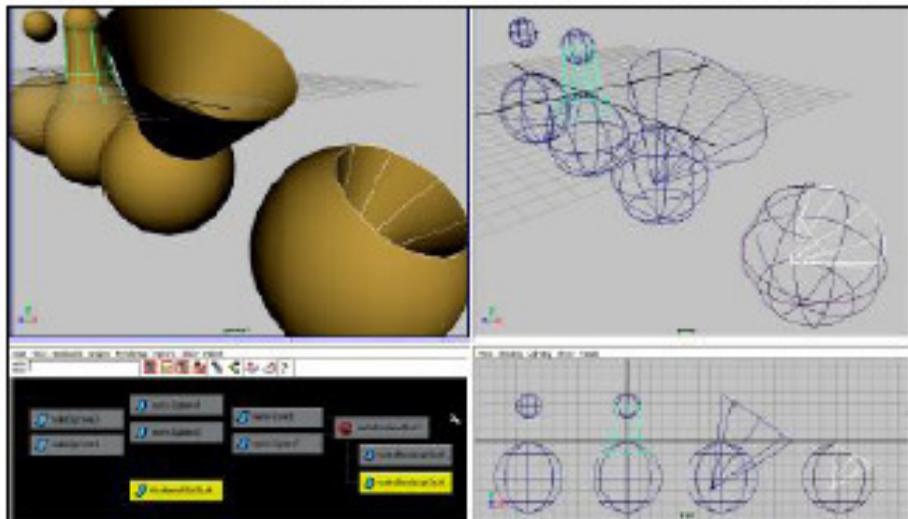


с обзиром на сличност уметничких поступака. На датој слици је претходном методом изграђена површина лица, изменјена и коригована деформационим скулпторским техникама. На панелу са леве стране представљене су алатне могућности



утискивања, извлачења, ублажавања површина, и остале могућности. На самом лицу, црвено означена површина представља поступак извлачења површине носа.

- Сегментарно моделовање (слојевима, пресецима и анимацијом) последица је алгоритамске основе алата и подразумева калкулацију финалног модела реализованог из потпуно изграђених облика, сегменати. Моделовање слојевима додаје саставну површину између два облика. Моделовање пресецима засновано је на ткзв. Буловим логичким операцијама, односно на математичким прорачунима разлике два облика, уније два облика или самог пресека два облика. Моделовање анимацијом представља процес изградње финалног облика регистовањем промене основног, полазног облика током кретања у простору, у задатој вредности

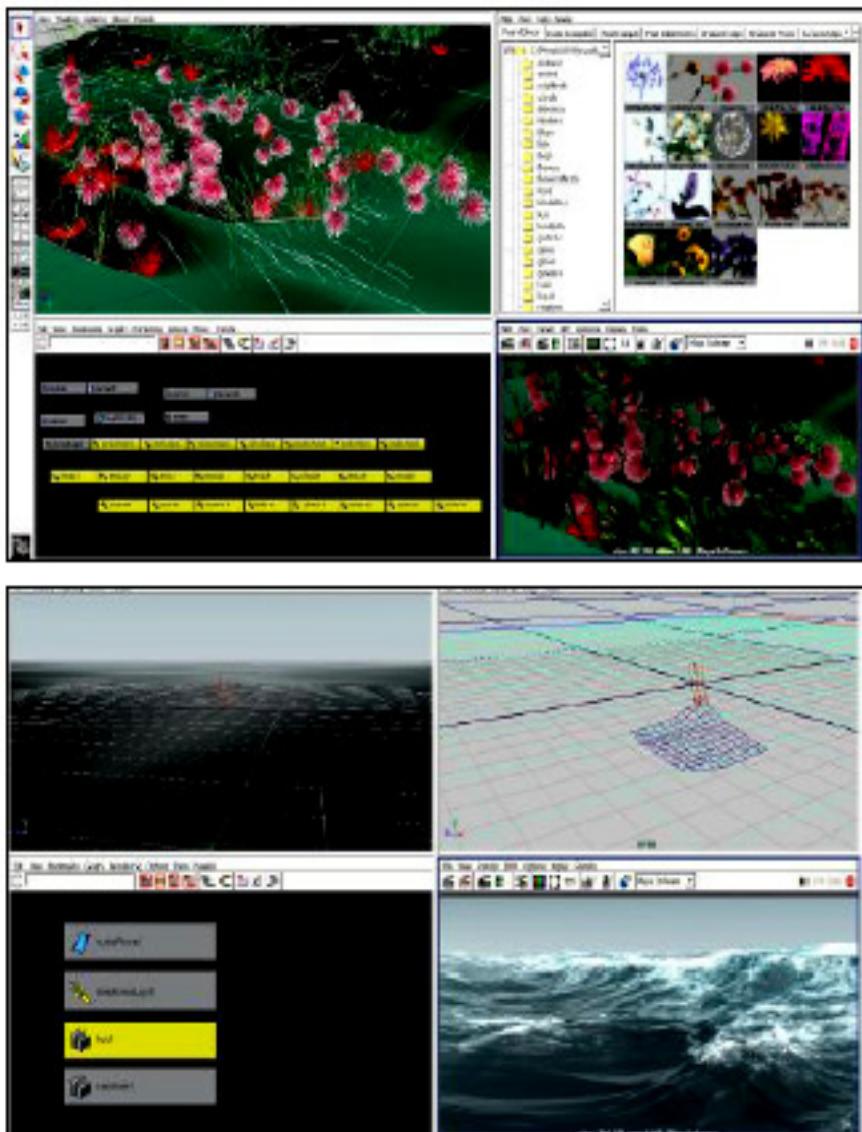


времена. На слици су дати примери моделовања попуњавањем површина (ткзв. филет), и Буловим пресецима, методом одузимања површине.

- Процедурално моделовање је најсавременији облик ткзв. архивско алгоритамског виртуелног моделовања преприпремљених облика: траве, крзна, мора, атмосферских и светлосних појава и сл. У основи процедуралног моделовања је архивски збир предефинисаних непроменљивих вредности и алгоритамских варијабли којима се дефинишу поједини параметри финалног модела. Сам процес



моделовања заснива се на означавању, исцртавању дела простора намењеног моделу и успостављању нумеричких вредности задатих промењивих. На примеру траве, цвећа и океана приказане су

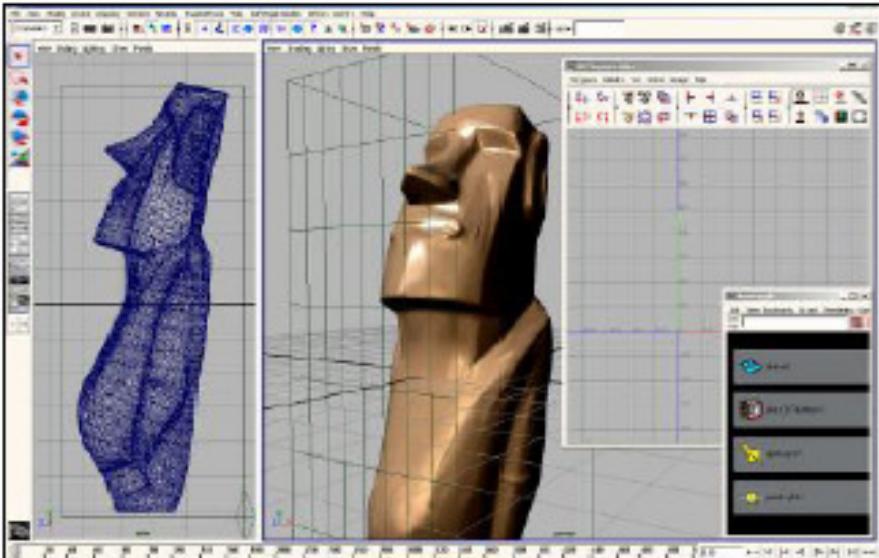


садашње компликоване процедуре оваквог начина моделовања.

У савременој уметничкој пракси, изградња модела се по правилу не одвија унутар јединствених техника, већ комбинованим приступом и реализацијом. Моделовање је и временски и машински захтеван скуп процеса. У складу са постојећим развојем дигиталних средстава чији се капацитети, по праћењу развоја у протеклих 20 година, удвостручују на сваких 18 месеци, може се очекивати усмеравање моделовања ка тренутно најзахтевнијим процедурама деформативног и



процедуралног моделовања, с обзиром на њихову изворно уметничку интуитивност и интерактивност. Садашњи продукт моделовања представља нумерички опис позиција тачака, линија и површи у математички (геометријски), вреднованом тродимензионалном простору. Модел се може визуелизовати у оквирима



радног, екранског приказа или у оквиру постојећих финалних екранских приказа (финални рендеринг за филм, видео, штампу). Модел се може и материјализовати трансфером података на одговарајуће уређаје који могу вршити тродимензионалну обраду материје (компјутеризовани стругови, глодалице, ЦНЦ машине, роботизоване пресе, обрађиваче пластике и сл.).

У уметности, продукт моделовања је фотографски тродимензионални оптички лик, са визуелним својствима интеракције са простором и временским компонентама. Оперативно, процеси моделовања одвијају се у оквиру два концептуално супротстављена приступа материји: егзактно моделовање и слободно моделовање.

Егзактно моделовање условљено је апсолутним просторним одредницама и мерама. Спроводи се у оквиру индустријског дизајна, архитектуре и сличних уметничких дисциплина, у којима употребна вредност условљава облик и конструкцију модела (нпр. дизајн седишта аутомобила одређен је и вредностима



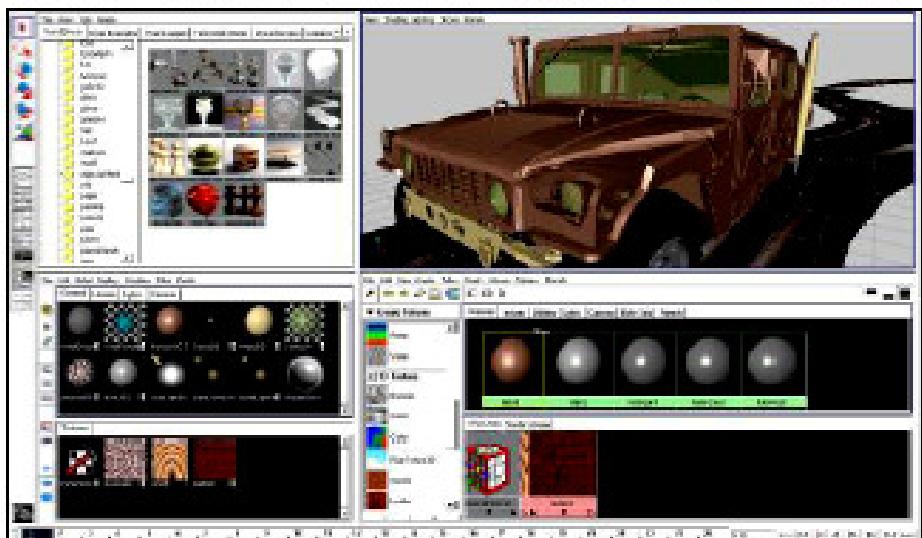
метричког система, и вредностима целокупног окружења, и ергономским вредностима, и физичко хемијским вредностима материјала, и сл.).

Слободно моделовање је уметнички својствена дисциплина оптерећена само законима компаративности са сопственим, ауторски створеним, визуелним окружењем. Функционалност слободно креiranог модела условљена је интеракцијом модела са такође слободно креirаним елементима сцене и огледа се само у оквирима функционалности визуелног дејства на рецептора дела.

2. Дводимензионална и тродимензионална материјализација представља скуп уметничких поступака додељивања визуелних својства објекту. У уметничком смислу, визуелна својства модела чине ликовни, просторни, атмосферски и кинестетички квалитети. Ова класификација изведена је у сред изричите оријентације компјутерске анимације према уметности екрана (филма, видеа, мултимедије), и у зависности визуелних својстава од оперативних, алгоритамских и технолошких процеса реализације. У поређењу са стварним светом, ликовна својства чине хрома (боја и сјајност), контраст и текстура. Просторни квалитет чини визуелна дубина (структура), материјала, атмосферски квалитет је пандан фотографско-оптичким квалитета интеракције са светлошћу (рефлексија, рефракција, опацитет, транспаренција, дифузија, дубинска оштрина, перспектива и сл.), и кинестетички квалитет садржан у психолошким својствима перцепције покreta у стварности према искуству филмског и видео покreta. У оперативном смислу, поступци материјализације модела јесу корачне активности додељивања појединачних, претходно наведених, квалитета унутар јединственог алатног модула. У алгоритамском смислу, материјализација је скуп нумеричких вредности дефиниција сваког појединачног квалитета, веза међу квалитетима и зависности према окружењу, чијом калкулацијом, током процеса финалног рендерињга, модел



добија жељени визуелни изглед. Дати пример



илюструје радни екран програма за 3Д моделовање и анимацију, са активним варијантама операција материјализације.

3. Генерисање сцене и атмосфере је, у оперативном смислу, прост поступак распоређивања материјализованих модела, виртуелних светлосних извора и камере, у дефинисаном виртуелном простору (пример с десне стране). У уметничко историјском смислу, генерисање сцене је блиско скупу уметничких поступака решавања мизансцена, мизанкадра, познатих из позоришне, сценске, филмске и сличних уметности. У дигиталној уметности, генерисање сцене је скуп уметничко-алгоритамских поступака





и процеса интерактивног и корачног задавања инструкција рачунару, намењених калкулацији свих визуелних међуодноса елемената сцене, уоквирених дефинисаним простором генерације, током финалног рендеринга.

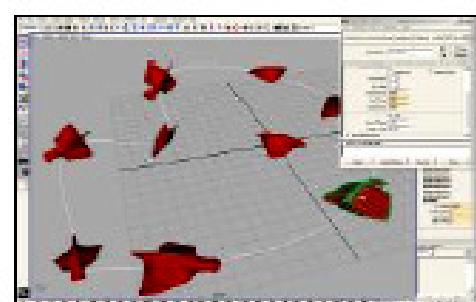
4. Поступци и технике анимације на рачунару организовани су унутар оперативно-алгоритамских поступака минималистичких интервенција уметника према аутоматизованим дигитално-рачунским процесима анимационог рачунарског система. Постојеће технике компјутерске анимације омогућавају различите приступе стварању покрета:

a) **Техника екстрема** (кључне фазе) представља поступак преузет директно из стваралаштва цртаног филма. Поступак се своди на задавање почетне и крајње временске позе, са минималним бројем екстремних међупоза.



Аниматор директно поставља само наведене позе, а рачунарски систем генерише међуфазе за сваку јединицу времена.

b) **Технике принуде и интеракције** представљају корак ка повећаном уделу анимационог система у процесима компјутерске анимације.



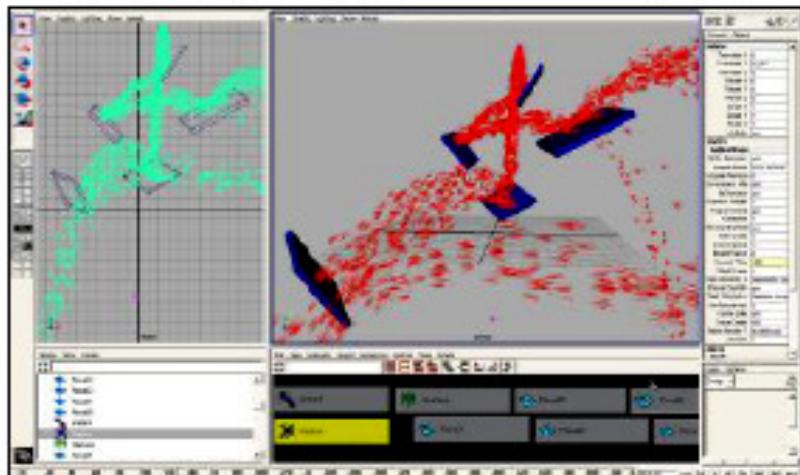
Аниматор поставља само почетне позе активних објеката као и помоћне елементе принуде (линија путање објекта, силе, препреке), и по отпочињању алгоритамске процедуре ани-



мације, рачунар калкулише све неопходне фазе у зависности од задатих принуда.

ц) **Технике симулације** су у, савременим околностима, највиши ниво компјутерске анимације са минималистичким, мање ауторским а више корективним, учешћем уметника у стварању дела, у односу на досадашње технике класичног анимираног филма. Симулације могу бити делимичне или потпуне.

**Делимичне симулације** су применљиве на већ створеним и материјализованим моделима са предефинисаним својствима покрета, детекције додира и одбијања, и детекције припадности задатој сили (нпр. гравитацији). По успостављању почетних поза свих учествујућих модела и нумеричких вредности задатих сила, анимациони систем калкулише и симулира поступну интеракцију свих задатих елемената, стварајући покрет и позиције свих елемената за сваку задату јединицу времена. На слици је дат



пример тока и распршивања водених капљица одбијањем од површина постављених у простору.

**Потпуне симулације** представљају највиши технолошки ниво у постојећој анимацији. Потпуне симулације су процеси архивско-алгоритамског типа, засноване на предефинисаним моделима, предефинисаним покретима и предефинисаном визуелном изгледу (термин предефинисан упот-



ребљен је у општем и нумеричком значењу а не у смислу апсолутне одређености). По покретању симулације, аниматору је остављена могућност утицаја на велики део параметара којима се одређује извршавање најзначајнијих делова симулације (интензитет, сам покret, изглед). Концептуално, потпуне симулације представљају будућност компјутерске анимације. Садашња условљеност симулацијама природних феномена (воде, неба, облака),



последица је текућег стања технологије. Архивско алгоритамска условљеност симулација



је вишеструко значајан потенцијал у смеру развоја и дигиталне уметности и информатичког стваралаштва. За уметника је развој симулација значајан због ослобађања баласта постојећег инжењерског (односно математичко-машинско-програмерско-рударског), приступа и техника компјутерског стваралаштва које условљавају сложен, корачан и физички мукотрпан пут до самог уметничког дела. Развој симулација је значајан и за информатичко



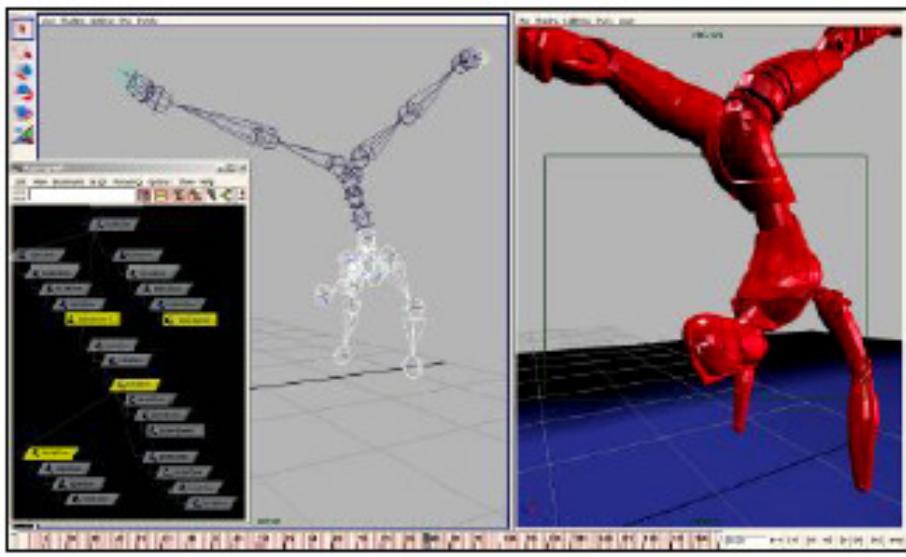
стваралаштво у смислу великог простора за креирање алгоритама симулација свих постојећих феномена реалности и архива, база података, као и алгоритама симулација феномена ван постојећих земаљских просторно-временских феномена. Компјутерски уметник будућности биће све мање оптерећен изврно информатичким знањем а компјутерска креација у



будућности биће креација комбинација и корекција слободно изабраних симулационих елемената. Са друге стране, уметник будућности биће више оптерећен претрагом, избором и селекцијом жељених елемената, уз евидентан развој проблематике ауторских права и материјалне компензације. На претходне три филмске слике дати су примери дигиталних симулација облака, олујне воде, вулканске лаве и експлозије.

Претходно разматране технике компјутерске анимације систематизују опште појаве уметничко-информатичке повезаности и условљености, применљиве на било који модел и сцену, и компаративне са стогодишњим истражством анимираног филма. Истовремено, компјутерска анимација је донела и неколико самосталних, високо технолошких и високо информатичких техника анимације, изолованих на хуманоидне моделе и виртуелне органске форме. Технике инверзне кинематике и технике бележења покрета представљају најзначајнију спону у трансформацији класичног филма ка компјутерски анимираном, и обратно.

**Инверзна кинематика** представља сложен систем стварања, контроле и корекције покрета хуманоидних модела. Систем је заснован на чврсто ланчаној хијерархијској структури помоћних облика, интерних алго-

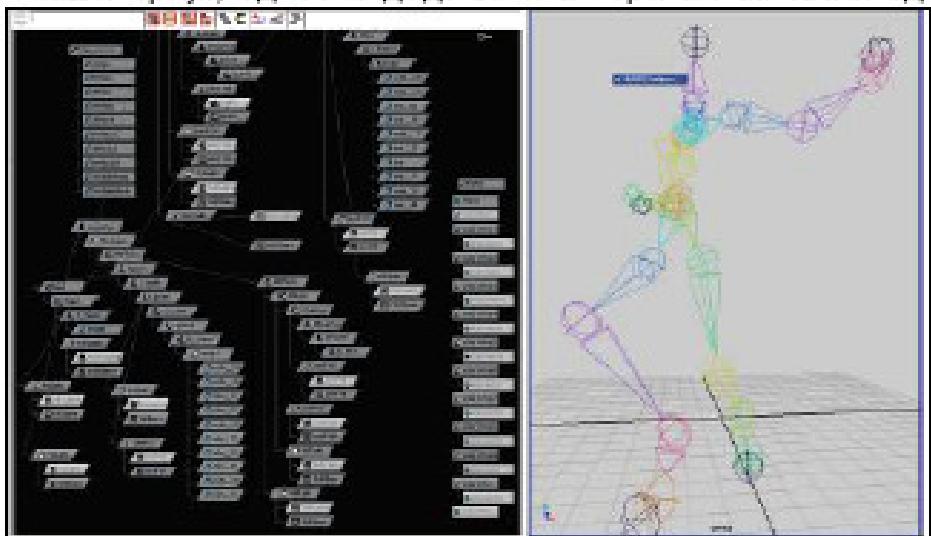




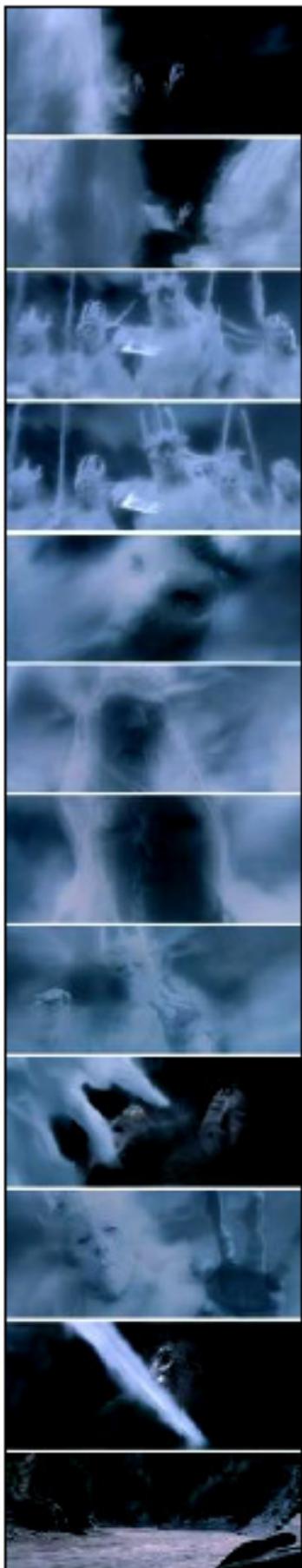
ритамских веза и екстерних управљачких веза. Основу система чини скелет који се састоји од костију и зглобова, чија је хијерархијска функција зависности дефинисана интерним алгоритамским везама за сваки зглоб и сваку кост посебно, у форми сличности или симулације функција хуманоидног скелета. Скелет је у стварности нумеричка листа зависности, просторних и временских димензија, визуелно представљена графичким примитивима. Претходни пример илуструје графички и табеларни приказ хијерархијске структуре са леве стране слике. Десна страна представља финални модел са придрженим својствима ИК анимације.

Анимација нормалном (терминолошки: *forward*), кинематиком, подразумева дејство на сваки зглоб почев од највишег нивоа, према најнижем, да би се постигла поза. Стога је нормална кинематика техника анимације извornog и командног типа, у којој врх хијерархијског ланца одређује понашање сваког од нижих хијерархијских елемената.

Супротно томе, инверзна кинематика је анимација циљног, последичног типа, којом се најнижи део хијерархијског ланца доводи у циљну просторно временску позицију, а позиционирање сваког од виших хијерархијских елемената врши програмска машинерија, односно додељени алгоритам за сваки од

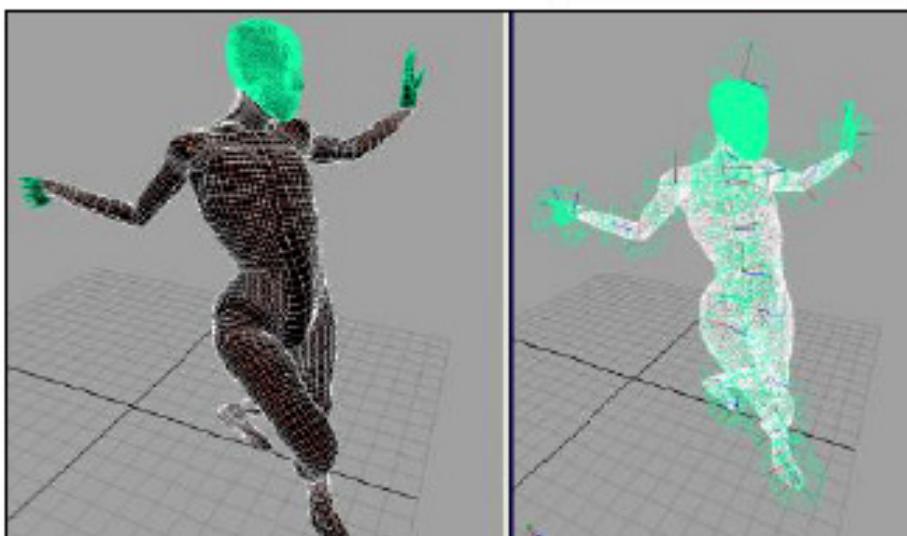
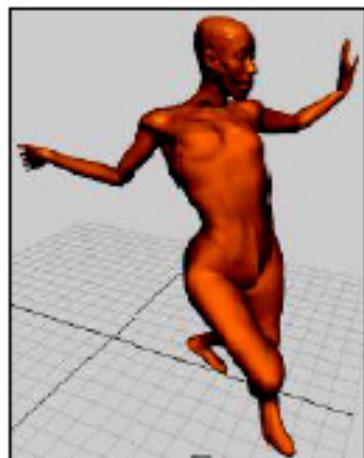


виших зглобова. У оперативном смислу, инверзна кинематика се заснива на позиционирању екстерних



помагала, ткв. руковаоца, чији алгоритам одређује понашање и позицију јединственог ланца, и интерних алгоритама који у зависности од руковаоца, дефинишу стање сваког зглоба и кости. Организација скелета ИК и изглед типичног радног окружења аниматора (листа хијерархијске структуре и приказ примитива костију), дат је на претходној слици.

Пуна функционалност инверзне кинематике постиже се окожавањем скелета, односно додељивањем облика, модела скелету. Окожавање је алгоритамски поступак којим изграђен, статичан модел, поприма динамичка својства анимираног скелета (илустрација поступка је на пратећим сликама).



У уметничком смислу, значај инверзне кинематике огледа се у олакшаном стварању и извођењу покрета, уз потпуну ауторску слободу у креацији, контроли и корекцији.

Насупрот аниматорској слободи, анимациони систем бележења покрета (*Motion capture*), представља врхунски инду-



*motion capture system*



тријски систем компјутерске анимације хуманоидних модела. Систем бележења покрета је високо-сложен и организован електронско - дигитално - алгоритамско - аквизиционо - архивски систем. Основу система чине електронски, магнетни сензори, распоређени по зглобовима живог актера и повезани са рачунаром. По активирању система, сензори региструју промену сопствене позиције у јединици времена, током стварног покрета живог актера. Рачунар прикупља податке са сваког сензора, интерпретира их у нумеричке ознаке простора по X,Y и Z оси и доставља анимационом програму. Анимациони програм придружује податке за сваки сензор припадајућем зглобу припремљеног и предефинисаног скелета, утискујући промене у временску листу. Резултат процеса бележења покрета је потпуно анимиран скелет (са могућношћу каснијих корекција покрета), и по окожавању, потпуно анимиран модел.

## 5. Рендерињг

Без обзира на примењену анимациону технику или комбинацију техника, крај уметничког рада не значи и крај стварања уметничког дела. У стварности, не значи ни почетак стварања. Наиме, резултат уметности компјутерске анимације је по завршетку креативног рада двојак. У оперативном смислу, резултат је радни дводимензионални екрански приказ визуелне апроксимације простора, времена и покрета, у потпуности зависан од квалитета технологије којом је дело реализовано. У апсолутном смислу, резултат је информатички (нумерички), документ смештен у меморију рачунара, који садржи нумеричке вредности свих задатих својстава: модела, простора, времена, акције, материјала, атмосфере и покрета, у потпуности независних од технологије којом је дело створено. Стварно уметничко дело настаје тек у процесима финалне машинске обраде, односно финалног рендерињга.



Рендеринг (усвојени енглески термин, без обзира на општост значења у матичном језику), јесте скуп програмских процеса калкулације финалног уметничког дела, према параметрима, вредностима и везама задатим током процеса анимације. Хипотетички, рендеринг је двофазни процес.



У првој фази одређује се излазни медиј. Теоријски, дигитално реализовано уметничко дело садржи све параметре којима би се могло рендеровати у стварно тродимензионално дело, путем холографије или сличним поступцима. На садашњем технолошком степену, одређивање излазног медија односи се на дводимензионалну апроксимацију дела у неки од екранских медија (филм, видео, мултимедија, веб), и неком од визуелних формата. У другој фази, рендеринг представља просту калкулацију свих задатих елемената, и њихову интерпретацију у оквир дигиталне слике, односно у документ који садржи вредности сваког пиксела слике по елементима позиције и боје, као и све промене које су настале на низу слика.



Оперативно, рендеринг може бити потпуни (сви елементи су калкулисани и садржани у финалној слици), и композитни (рендеринг појединачних слојева слике и позадине у циљу каснијег композита са могућношћу корекције појединачних слојева). Пратеће илустрације приказују радне и финалне продукте



рендеринга, са разноврсним аспектима креације у целокупном распону од самосталне компјутерске анимације, до комплексних композита генерисане и живо снимљене слике.



## НАПОМЕНЕ - ФУСНОТЕ

<sup>1</sup> Титаник (Titanic, 1998, James Cameron).

<sup>2</sup> Матрикс (Matrix, 1999., The Wachowski Brothers).

<sup>3</sup> Фантомова претња (Star Wars: Episode I-The Phantom Menace, 1999., George Lucas).

<sup>4</sup> Прима о играчкама (Toy Story, 1995, Eric Darnell).

<sup>5</sup> Мравци (AntZ, 1998, Eric Darnell/Tim Johnson).

<sup>6</sup> Акција: у овом раду термин акција употребљава се у ужем физичком облику у вези са покретом у слици, било покретом објекта или актера, или покретима самих тоналних или бојених распона. Нису укључена драматуршка, психолошка или симболичка значења.

<sup>7</sup> Сцена у овом раду означава све што се у класичним филмским поступцима налази пред камером, у видном пољу објектива, у периоду регистрације, односно све видљиво у пројекцији као последица генерисања слике рачунаром. Укључује и актера и позадину и светлости и боју са свим последицама, као и покрет у најширем значењу, до покрета зрна самог филмског материјала.

<sup>8</sup> Регистрација означава процес постојаног, контролисаног и стабилног трансфера оптичког лица дефинисаног простора сцене и записивање на одређени медиј.

<sup>9</sup> За све наједно филмове, основни подаци су садржани у пратећој филмографији. Под фуснотама су филмови са додатним информацијама.



Текст и илустрације из рада:

ДИГИТАЛНА СЛИКА

(филмоловски аспекти компјутерске анимације и композита);  
Александар Кајевић, 2003. Београд