

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Тема 1. Історія розвитку та сфери застосування комп'ютерної графіки. Способи представлення та формати збереження графічної інформації

1. *Поняття комп'ютерної графіки*

Визначним досягненням людства в останні десятиріччя є швидкий розвиток електроніки, обчислювальної техніки та створення на їхній основі багатопланової автоматизованої системи комп'ютерної графіки.

На початку свого розвитку комп'ютерну графіку розглядали як частину системного програмування для ЕОМ або один з розділів систем автоматизованого проектування (САПР). Сучасна комп'ютерна графіка становить ряд напрямів і різноманітних застосувань. Для одних із них основою є автоматизація креслення технічної документації, для інших – проблеми оперативної взаємодії людини й комп'ютера, а також задачі числової обробки, розшифрування та передачі зображень.

Однією з основних підсистем САПР, що забезпечує комплексне виконання проектних робіт на основі ЕОМ, є комп'ютерна графіка (КГ).

Комп'ютерною, або машинною, графікою називають наукову дисципліну, яка розробляє сукупність засобів та прийомів автоматизації кодування, обробки й декодування графічної інформації. Іншими словами, комп'ютерна графіка розробляє сукупність технічних, програмних, інформаційних засобів і методів зв'язку користувача з ЕОМ на рівні зорових образів для розв'язання різноманітних задач при виконанні конструкторської та технічної підготовки виробництва.

Вивчення комп'ютерної графіки зумовлене:

- широким впровадженням системи комп'ютерної графіки для забезпечення систем автоматизованого проектування, автоматизованих систем конструювання (АСК) та автоматизованих систем технологічної підготовки виробництва (АСТПВ) в усіх сферах інженерної діяльності;

- значним обсягом перероблюваної геометричної інформації, що становить 60 .80 % загального обсягу інформації, необхідної для проектування, конструювання та виробництва літаків, кораблів, автомобілів, складних архітектурних споруд тощо;

- необхідністю автоматизації виконання численних креслярсько-графічних робіт;

- необхідністю підвищення продуктивності та якості інженерної праці.

Мета науки - розробка формальних способів побудови двох-, трьох-, а також багатовимірних наочних зображень, максимально реалістичних або

максимально точних з точки зору спостерігача. Наука тісно пов'язана з геометрією, психологією, математикою, моделюванням, комп'ютерним програмуванням. Метою комп'ютерної графіки також є підвищення продуктивності інженерної праці та якості проектів, зниження вартості проектних робіт, скорочення термінів виконання їх.

Завданням комп'ютерної графіки є звільнення людини від виконання трудомістких графічних операцій, які можна формалізувати, вироблення оптимальних рішень, забезпечення природного зв'язку людини з ЕОМ на рівні графічних зображень.

Сучасна комп'ютерна графіка - це досить складна, ґрунтовно пропрацьована і різноманітна науково-технічна дисципліна. Деякі її розділи, такі як геометричні перетворення, способи опису кривих і поверхонь, до теперішнього часу вже досліджені досить повно. Ряд областей продовжує активно розвиватися: методи растрового сканування, видалення невидимих ліній і поверхонь, моделювання кольору і освітленості, текстурування, створення ефекту прозорості і напівпрозорості та ін.

2. Історія розвитку комп'ютерної графіки

Комп'ютерна графіка в початковий період свого виникнення була далеко не такою ефектною, якою вона стала в нинішні дні. В ті роки комп'ютери знаходилися на ранній стадії розвитку і були здатні відтворювати тільки найпростіші контури (лінії). Ідея комп'ютерної графіки не відразу була підхоплена, але її можливості швидко росли, і поступово вона стала займати одну з найважливіших позицій в інформаційних технологіях.

Першою офіційно визнаною спробою використання дисплея для виведення зображення з ЕОМ з'явилося створення в Массачусетському технологічному університеті машини Whirlwind - I в 1950 р.. Таким чином, виникнення комп'ютерної графіки можна віднести до 1950-х років. Сам же термін "комп'ютерна графіка" придумав в 1960 р. співробітник компанії Boeing У. Феттер.

Перше реальне застосування комп'ютерної графіки зв'язують з ім'ям Дж. Уітні. Він займався кіновиробництвом в 50-60-х роках і уперше використовував комп'ютер для створення титрів до кінофільму.

Батьком-засновником 3D графіки можна назвати Івана Сазерленда - цей талановитий чоловік за часів роботи в університеті аспірантом у 1961 році створив додаток SketchPad. SketchPad - невелика, але революційна програма в світі комп'ютерних технологій, яка дозволяла виробляти на світ перші 3D об'єкти. Програма використовувала світлове перо для зображення простих

фігур на екрані. Отримані картинки можна було зберігати і відновлювати. У цій програмі було розширене коло основних графічних примітивів, зокрема, окрім ліній і точок був введений прямокутник, який задавали розмірами і розташуванням. Саме SketchPad стала тим самим «поштовхом», який послужив бурхливому розвитку тривимірного зображення - саме завдяки SketchPad ми маємо таке 3D, яке воно є.



Рис. 1.1 Одна з перших ЕОМ для роботи з комп'ютерною графікою

У тому ж 1961 р. студент Стів Рассел створив першу комп'ютерну відеогру Spacewar ("Зоряна війна"), а науковий співробітник Bell Labs Едвард Зеджек створив анімацію "Simulation of a two - giro gravity control system".

Захистивши свою дисертацію, що розповідає про світ, яким би він був у 3D (тоді ще ця аббревіатура не застосовувалася), спільно з доктором Девідом Евансом Іван запускає в громадськість свій новий проект - першу в світі кафедру комп'ютерних технологій, а саме векторної і растрової графіки. Переслідують Еванс і Сазерленд при цьому тільки благородні цілі - прилучення талановитих вчених до розробки та вивчення сучасних комп'ютерних та інформаційних технологій. Не встигнувши розігнатися на своєму новому терені, вони знайшли нового союзника - колишнього в той час студента Еда Катмулла (сьогодні він є технічним директором знаменитої мультиплікаційної студії Pixar). Його безумовним досягненням є те, що саме Ед вперше зміг зробити тривимірний об'єкт. Цим об'єктом була модель його власної кінцівки - кисть руки. Тоді це було дуже великим досягненням, і прираховувалося до технологій майбутнього. В 1969 році співпраця Івана з Едом виросла у їх першу власну компанію, що займається розробкою і масовим виробництвом CG

(розшифровується, як computer graphics - комп'ютерна графіка). Назвали її досить просто - «Еванс і Сазерленд».

Спочатку комп'ютерна графіка була векторною, тобто зображення формувалося з тонких ліній. Ця особливість була пов'язана з технічною реалізацією комп'ютерних дисплеїв. Надалі ширше застосування отримала растрова графіка, заснована на представленні зображення на екрані у вигляді матриці однорідних елементів (пікселів).

У середині 60-х кількома талановитими фізиками була організована компанія «Вищих Математичних Технологій», яка повинна була займатися вивченням радіаційних полів. Саме вони зробили наступний широкий крок вперед - їх ПЗ Synthavision, запущене для вивчення радіації перенесло ряд змін - після глобальної адаптації, Synthavision стало можливим застосовувати для рендерингу та як основу «трасування променів» - саме способом трасування променів стало можливим прораховувати геометричні об'єкти, відображення, різні відблиски і т.д.

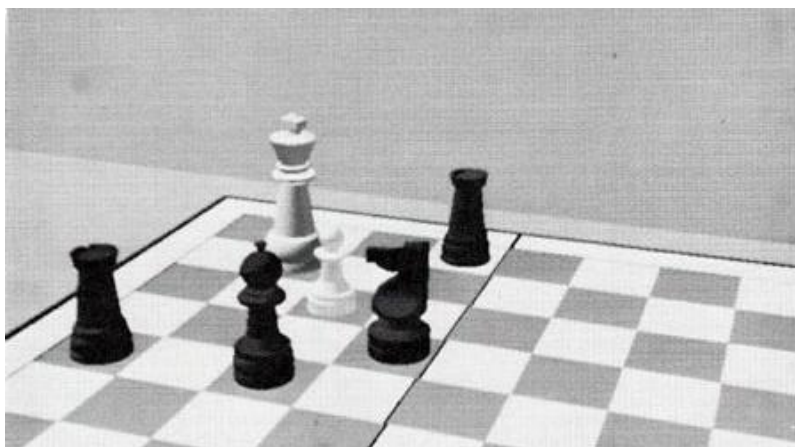


Рис. 1.2 Результат роботи програми Synthavision

Євген Трубецькой і англієць Карл Людвіг внесли, мабуть, найбільший внесок у розвиток "ray-tracing", внісши велику кількість різних змін і налагодивши її роботу до дрібниць. Незважаючи на те, що тогочасні комп'ютери були колосально великими - графіка, відтворена ними, була дуже незграбною. Комп'ютери в той час відрізнялися досить скромними технічними характеристиками, що й перешкоджало просуванню і роботі 3D графіки.

Необхідний був прийнятний результат, а отже, і більш потужні робочі станції. Джим Кларк - один з професорів кафедри CG Стенфордського університету - об'єднавшись з Еббі Сільверстоуном, відкриває в Наприкінці 1981 року компанію, відому як «Силіконова графіка». Випустивши IRIS 1000 - сучасну за тими мірками і дуже потужну машину, Джим і Еббі вирішили продовжити

свою діяльність. І вже через кілька місяців, у світ виходить кілька комп'ютерів, оснащених ОС Unix.

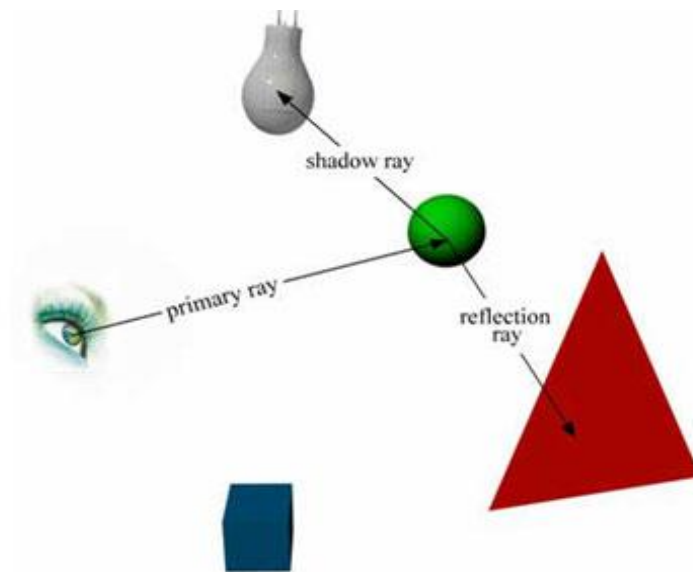


Рис. 1.3 Принцип роботи "ray-tracing"

Університет штату Юта стає центром досліджень в області комп'ютерної графіки завдяки Д. Евансу і А. Сазерленду, які в цей час були найпомітнішими фігурами в цій області. Пізніше їх коло стало швидко розширюватися. Учнем Сазерленда став Е. Кетмул, майбутній творець алгоритму видалення невидимих поверхонь з використанням Z-буфера (1978). Тут також працювали Дж.Варнок, автор алгоритму видалення невидимих граней на основі розбиття області (1969) і засновник Adobe System (1982), Дж.Кларк, майбутній засновник компанії Silicon Graphics (1982). Усі ці дослідники дуже сильно просунули алгоритмічну сторону комп'ютерної графіки.

У 1970-і роки відбувся різкий стрибок в розвитку обчислювальної техніки завдяки винаходу мікропроцесора, внаслідок чого почалася мініатюризація комп'ютерів і швидке зростання їх продуктивності. І в цей же час починає інтенсивно розвиватися індустрія комп'ютерних ігор. Одночасно комп'ютерна графіка починає широко використовуватися на телебаченні і в кіноіндустрії. Дж.Лукас створює відділення комп'ютерної графіки на Lucasfilm.

У 1977 р. з'являється новий журнал "Computer Graphics World".

В середині 1970-х років графіка продовжує розвиватися у бік все більшої реалістичності зображень. Е. Кетмул в 1974 р. створює перші алгоритми текстуровання криволінійних поверхонь. У 1975 р. з'являється метод зафарбовування Фонга. У 1977 г. Дж.Блін пропонує алгоритми реалістичного зображення шорстких поверхонь (мікрорельєфів); Ф. Кроу розробляє методи усунення ступінчастого ефекту при зображенні контурів (антиелайзінг).

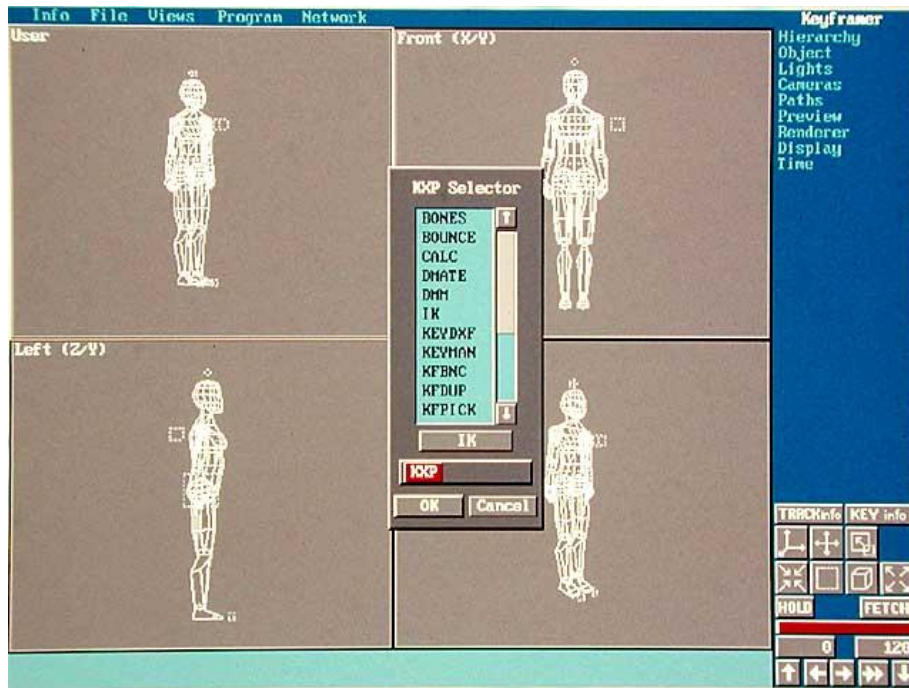


Рис. 1.4 Знімок екрану однієї з перших систем тривимірного моделювання

Дж.Брезенхем створює ефективні алгоритми побудови растрових образів відрізків, кіл і еліпсів. Рівень розвитку обчислювальної техніки до цього часу вже дозволив використовувати «жадібні» алгоритми, що вимагають великих об'ємів пам'яті, і в 1978 р. Кетмул пропонує метод Z-буфера, в якому використовується область пам'яті для зберігання інформації про «глибину» кожного пікселя екранного зображення. У цьому ж році Сайрус і Бек розвивають алгоритми відсікання ліній. А в 1979 р. Кей і Грінберг уперше реалізують зображення напівпрозорої поверхні.

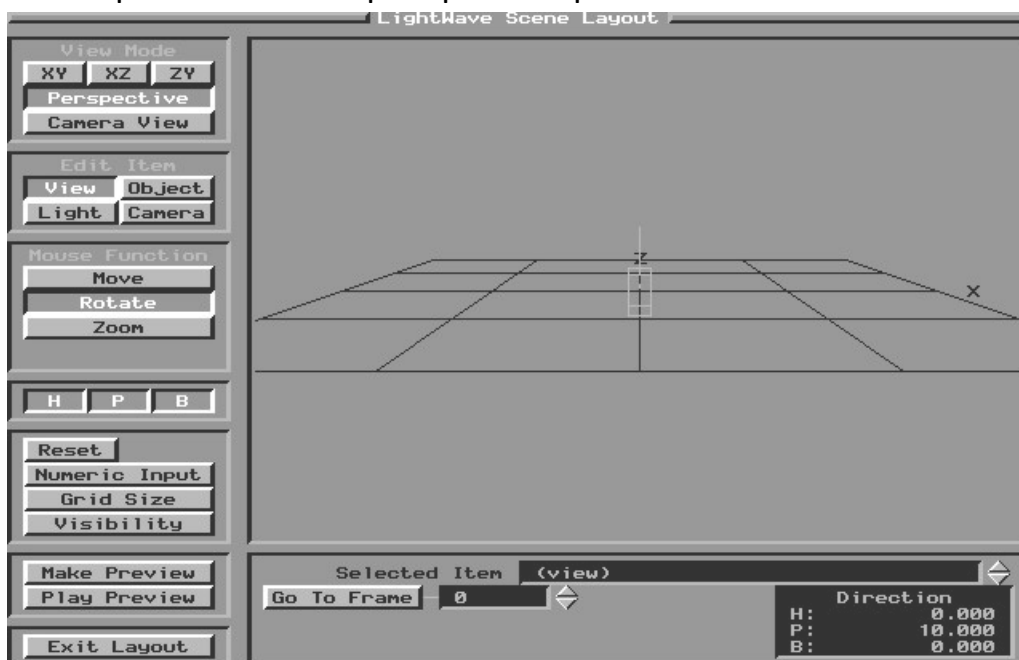


Рис. 1.5 Знімок екрану системи Lightwave

У 1980 р. Т. Уїттед розробляє загальні принципи трасування променів, що включають віддзеркалення, заломлення, затінювання і методи антиелайзингу. У 1984 р. групою дослідників (Горел, Торренс, Грінберг та ін.) була запропонована модель випромінювання, одночасно розвиваються методи прямокутного відсікання областей.

У 1980-і роки з'являється цілий ряд компаній, що займаються прикладними розробками в області комп'ютерної графіки. У 1982 г. Дж.Кларк створює Silicon Graphics, тоді ж виникає Ray Tracing Corporation, Adobe System, в 1986 р. компанія Pixar відгалужується від Lukasfilm.



Рис. 1.6 Векторний дисплей

У ці роки комп'ютерна графіка вже міцно впроваджується в кіноіндустрію, розвиваються додатки до інженерних дисциплін. У 1990-і роки у зв'язку з виникненням мережі Internet у комп'ютерної графіки з'являється ще одна сфера застосування.

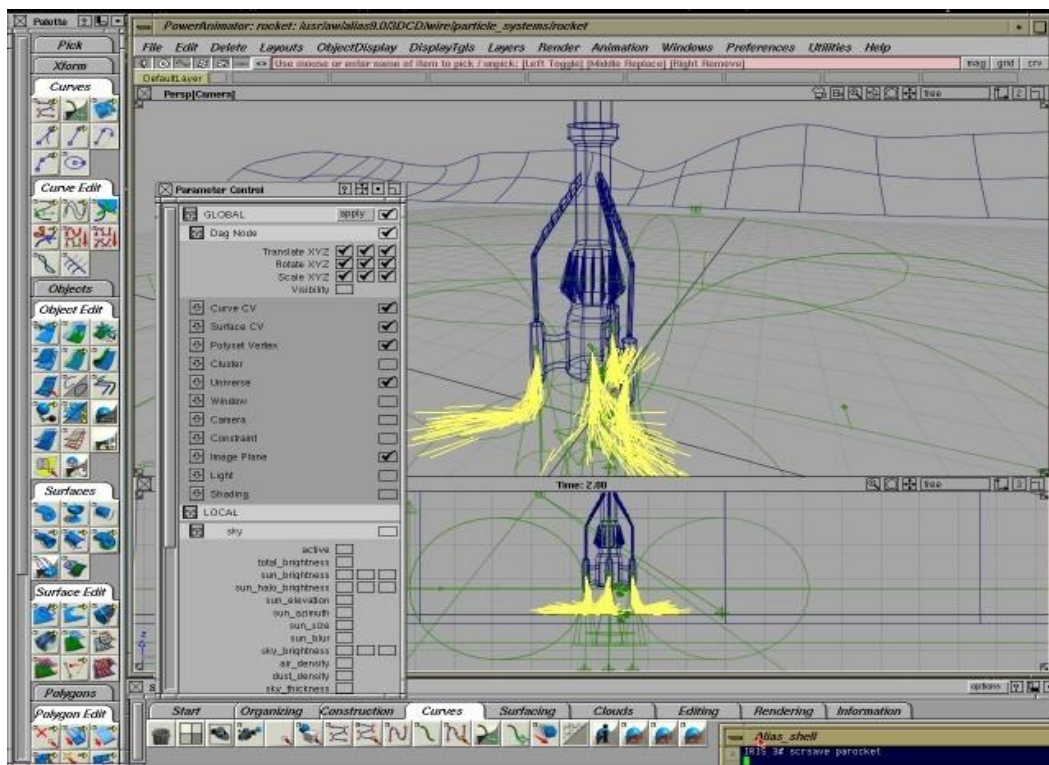


Рис. 1.7. Знімок екрану програми Power Animator

У вітчизняній науці теж були свої розробки, серед яких можна назвати ряд технічних реалізацій дисплеїв, виконаних в різні роки:

1968, ВЦ АН СРСР, машина БЭСМ- 6, ймовірно, перший вітчизняний растровий дисплей з відеопам'яттю на магнітному барабані;

1972, Інститут автоматики і електрометрії (ІАиЭ), векторний дисплей "Символ";

1973, ІАиЭ, векторний дисплей "Дельта";

1977, ІАиЭ, векторний дисплей ЭПГ- 400;

1982, Київ, НДІ периферійного устаткування, векторний дисплей СМ- 7316, 4096 символів, роздільна здатність 2048x2048;

1979-1984, Інститут прикладної фізики, серія растрових кольорових півтонових дисплеїв "Гамма". Останні дисплеї цієї серії мали таблицю колірності, підтримували вікна, плавне масштабування.

Таким чином, в процесі розвитку комп'ютерної графіки можна виділити декілька етапів.

У 1960-1970-і роки вона формувалася як наукова дисципліна. В цей час розроблялися основні методи і алгоритми : відсікання, растрова розгортка графічних примітивів, зафарбовування візерунками, реалістичне зображення просторових сцен (видалення невидимих ліній і граней, трасування променів, випромінюючі поверхні), моделювання освітленості.

У 1980-і графіка розвивається більш як прикладна дисципліна. Розробляються методи її застосування в самих різних областях людської діяльності.

У 1990-і роки методи комп'ютерної графіки стають основним засобом організації діалогу «людина-комп'ютер» і залишаються такими по теперішній час.

У 1993 році компанією Silicon Graphics запропонований стандарт OpenGL (SGI Graphical Language), який широко використовується в даний час. У цих системах використовуються графічні формати для обміну даними, що представляють собою опис зображення у функціях віртуального графічного пристрою (у термінах примітивів і атрибутів). Графічний формат (метафайл) забезпечує можливість запам'ятовувати графічну інформацію єдиним чином, передавати її між різними системами і інтерпретувати для виведення на різні пристрої. Такими форматами стали CGM - Computer Graphics Metafile, PostScript - Adobe Systems 'Language, GEM - GEM Draw File Format та ін..

Роботи по стандартизації були спрямовані на розширення функціональності графічних мов і систем, включення до них засобів опису не тільки даних креслень і 3D-моделей, а й інших властивостей і характеристик виробів. В області автоматизації проектування уніфікація основних операцій геометричного моделювання призвела до створення інваріантних геометричних ядер, призначених для застосування в різних САПР. Найбільшого поширення набули два геометричних ядра Parasolid (продукт фірми Unigraphics Solutions) і ACIS (компанія Spatial Technology). Ядро Parasolid розроблено в 1988 р. і в наступному році стає ядром твердотільного моделювання для CAD / CAM Unigraphics, а з 1996 р. - промисловим стандартом.

3. Сфери застосування комп'ютерної графіки

Сфера застосування комп'ютерної графіки включає чотири основні області.

Відображення інформації

Проблема представлення накопиченої інформації (наприклад, даних про кліматичні зміни за тривалий період, про динаміку популяцій тваринного світу, про екологічний стан різних регіонів і тому подібне) краще всього може бути розв'язана за допомогою графічного відображення.



Рис. 1.8 Перші окуляри віртуальної реальності

Жодна з галузей сучасної науки не обходиться без графічного представлення інформації. Окрім візуалізації результатів експериментів і аналізу цих натурних спостережень існує велика область математичного моделювання процесів і явищ, яка просто немислима без графічного виводу. Наприклад, описати процеси, що протікають в атмосфері або океані, без відповідних наочних картин течій або полів температури практично

неможливо. У геології в результаті обробки тривимірних натурних даних можна отримати геометрію пластів, що залягають на великій глибині.

У медицині нині широко використовуються методи діагностики, що використовують комп'ютерну візуалізацію внутрішніх органів людини. Томографія, як і ультразвукове дослідження, дозволяє отримати тривимірну інформацію, яка потім піддається математичній обробці і виводиться на екран. Окрім цього застосовується і двовимірна графіка: енцефалограми, міограми, що виводяться на екран комп'ютера або графічний пристрій.

Проектування

У будівництві і техніці креслення давно є основою проектування нових споруд або виробів. Процес проектування з необхідністю є ітеративним, тобто конструктор перебирає безліч варіантів з метою вибору оптимального по яких-небудь параметрах. Не останню роль в цьому грають вимоги замовника, який не завжди чітко уявляє собі кінцеву мету і технічні можливості. Побудова попередніх макетів - досить довга і дорога справа. Сьогодні існують розвинені програмні засоби автоматизації проектно-конструкторських робіт (САПР), що дозволяють швидко створювати креслення об'єктів, виконувати прочностные розрахунки і тому подібне. Вони дають можливість не лише зображувати проекції виробу, але і розглянути його в об'ємному виді з різних сторін. Такі засоби також надзвичайно корисні для дизайнерів інтер'єру, ландшафту.

Моделювання

Під моделюванням в даному випадку розуміється імітація різного роду ситуацій, що виникають, наприклад, при роботі чи переміщенні будь-яких машин та механізмів. У англійській мові це краще всього передається терміном *simulation*. Але моделювання використовується також при створенні різного роду тренажерів. У телевізійній рекламі, в науково-популярних і інших фільмах тепер синтезуються рухомі об'єкти, візуально мало поступливі тим, які можуть бути отримані за допомогою кінокамери. Крім того, комп'ютерна графіка надала кіноіндустрії можливості створення спецефектів, які в колишні роки були просто неможливі. Останніми роками широко поширилася ще одна сфера застосування комп'ютерної графіки - створення віртуальної реальності.

4. Способи представлення графічної інформації

Графічні зображення бувають двох типів: векторні і растрові. Обробляються вони по-різному і за допомогою різних графічних програм.

Векторне зображення представляється у вигляді сукупності відрізків прямих (векторів), а не точок, які застосовуються в растрових зображеннях.

Векторний графічний об'єкт включає два елементи: контур і його внутрішню область, яка може бути порожньою або міняти заливку у вигляді кольору, колірною переходу (градієнта) або мозаїчного малюнка. Контур може бути як замкнутим, так і розімкненим. У векторному об'єкті він виконує подвійну функцію. По-перше, за допомогою контуру можна змінювати форму об'єкта. По-друге, контур векторного об'єкта можна оформляти (виконувати обведення), попередньо вказавши його колір, товщину лінії і стиль її оформлення. Будь-яке векторне зображення можна представити у вигляді набору векторних об'єктів, розташованих певним чином один щодо одного.

Переваги цього способу опису графіки:

- Мінімальна кількість інформації передається набагато меншому розміру файлу (розмір не залежить від величини об'єкта).

- Відповідно, можна нескінченно збільшити, наприклад, дугу кола, і вона залишиться гладкою. З іншого боку, полігон, що представляє криву, покаже, що вона насправді не крива.

- При збільшенні або зменшенні об'єктів товщина ліній може бути постійною.

- Параметри об'єктів зберігаються і можуть бути змінені. Це означає, що переміщення, масштабування, обертання, заповнення і так далі не погіршать якості малюнка. Більш того, зазвичай указують розміри в апаратно-незалежних одиницях (англ. device-independent unit), які ведуть до якнайкращої можливої растеризації на растрових приладах.

- До недоліків варто віднести, що не кожен об'єкт може бути легко зображений у векторному вигляді. Крім того, кількість пам'яті і часу на відображення залежить від числа об'єктів і їх складності.

Растрова графіка застосовується у випадках, коли графічний об'єкт представлено у вигляді комбінації точок (пікселів), яким притаманні свій колір та яскравість і які певним чином розташовані у координатній сітці. Такий підхід є ефективним у разі, коли графічне зображення має багато напівтонів і інформація про колір важливіша за інформацію про форму (фотографії та поліграфічні зображення). При редагуванні растрових об'єктів, користувач змінює колір точок, а не форми ліній. Растрова графіка залежить від оптичної роздільності, оскільки її об'єкти описуються точками у координатній сітці певного розміру. Роздільність вказує кількість точок на одиницю довжини.

Переваги растрової графіки:

- простота автоматизованого вводу (оцифрування) зображень, фотографій, слайдів, рисунків за допомогою сканерів, відеокамер, цифрових фотоапаратів;
- фотореалістичність. Можна отримувати різні ефекти, такі як туман, розмитість, тонко регулювати кольори, створювати глибину предметів.

Недоліки растрової графіки:

- складність управління окремими фрагментами зображення. Потрібно самостійно виділяти ділянку, що є складним процесом;
- растрове зображення має певну роздільність і глибину представлення кольорів. Ці параметри можна змінювати лише у визначених межах і, як правило, із втратою якості;
- розмір файлу є пропорційним до площі зображення, роздільності і типу зображення, і, переважно, при хорошій якості є великим.

Векторизація - перетворення зображення з растрового представлення в векторне. Проводиться, як правило, у випадку, якщо результат векторизації підлягає подальшій обробці виключно в програмах векторної графіки; з метою підвищення якості зображення (наприклад, логотипу); для створення зображення, придатного для масштабування без втрати якості; якщо подальша обробка зображення буде здійснюватися на специфічному обладнанні (плотери, верстати з ЧПК).

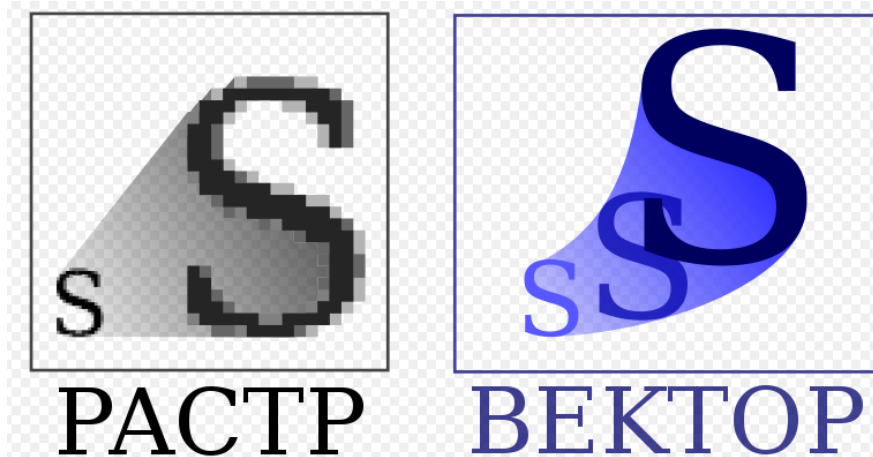


Рис. 1.9 Різниця між растровим та векторним зображенням

Растрезація - це переклад зображення, описаного векторним форматом в пікселі або точки, для виведення на дисплей або принтер. Процес, зворотний векторизації.

5. Формати збереження графічних даних

Формати збереження растрових зображень

BMP (BitMap) — растровий формат, створений корпорацією Microsoft, орієнтований на застосування в операційній системі Windows. Цей формат використовується для представлення растрових зображень у ресурсах програм. У ньому підтримуються тільки зображення в моделі RGB із глибиною кольору до 24 біт і не підтримуються додаткові колірні канали та зони прозорості, контури обтравки та управління кольором (ICC Profile). Формат припускає використання найпростішого алгоритму стискання RLE без втрати якості, однак цей варіант використовується рідко через проблеми несумісності. Формат BMP існує в двох варіантах — для Microsoft Windows і IBM OS/2.

PCX — один з перших растрових форматів, створених фірмою Zsoft для програми PC Paintbrush. Підтримує монохромні, індексовані і повнокольорові RGB-зображення. Формат допускає використання найпростішого алгоритму стискання RLE без втрат якості.

TIFF (Tagged Image File Format.) створений фірмою Aldus спеціально для збереження сканованих зображень. Незважаючи на те, що з моменту створення формату минуло досить багато часу, TIFF є основним форматом для збереження сканованих зображень та розміщення їх у програмах ілюстрування і видавничих системах. Його версії існують на всіх комп'ютерних платформах, що робить цей формат дуже зручним при перенесенні растрових зображень між платформами. TIFF підтримує монохромні, індексовані, напівтонові зображення, а також зображення в моделях RGB і CMYK з каналами в 8 і 16 біт. У форматі можна зберігати обтравочні контури, калібровочну інформацію й установки друку. Допускається також використання будь-якої кількості додаткових альфа-каналів (шарів, які описують рівень прозорості фрагментів зображення), однак не підтримуються додаткові колірні канали. Великою перевагою формату є підтримка практично будь-якого алгоритму стискання. Дуже високий рівень компресії забезпечує найбільш розповсюджений алгоритм LZW — стискання інформації без втрат. Цей самий алгоритм використовують численні програми стискання загального призначення, що підтримують формат ZIP. Формат TIFF існує в двох варіантах: для Macintosh і PC. "Рідна" програма для цього формату Photo-Styler знята з виробництва, але формат продовжує розвиватися і доповнюватися новими можливостями. Фірма Letraset. запровадила скорочену версію TIFF-формату за назвою RIFF (Raster Image File Format).

PSD — власний формат програми Adobe Photoshop. Формат PSD використовується програмою Photoshop, але його "розуміють" і деякі інші

програми. Він дозволяє записувати растрове зображення з багатьма шарами, додатковими колірними каналами й іншою інформацією в доступному для подальшого редагування вигляді. Однак, оскільки цей формат не відомий програмам верстки, для роботи з ними необхідно зробити спрощену копію файлу в іншому форматі. Починаючи з версії 3.0, Photoshop записує такі файли з компресією, що ніяк не позначається на якості зображення при помітному зменшенні розміру.

JPEG — у даному форматі був уперше реалізований новий принцип стискання із втратою якості. Стискання відбувається за рахунок плавної заміни кольорів у зображенні. Результат заміни кольорів майже не помітний для людського ока. Внаслідок цього змінене зображення займає набагато менше місця, ніж вихідне. Ступінь стискання в цьому форматі задається користувачем. Відповідно, чим нижче ступінь стискання, тим вища якість зображення. З іншого боку, високий ступінь стискання здатний істотно погіршити якість. Найбільш широке застосування JPEG знайшов у Internet та при створенні електронних презентацій. Крім того, малі розміри файлів дозволяють передавати їх через канали зв'язку, що робить даний формат незамінним у цій сфері. У поліграфії використовувати даний формат небажано, хоча в ньому можна зберігати контури обтравки і колірні профілі. JPEG підтримує напівтонові і повнокольорові зображення в моделях RGB і CMYK, однак у ньому не підтримуються додаткові колірні й альфа-канали. Недолік формату полягає в тому, що на малюнках з чіткими обрисами і великими однорідними поверхнями особливо виявляються дефекти стискання. Темні лінії на світлому фоні спотворюються через особливості алгоритму стискання, який обробляє зображення блоками 8x8 пікселів. При збереженні файла зазвичай пропонується вибрати рівень якості кінцевого зображення. В цьому випадку потрібно шукати компроміс: чим менший рівень якості, тим більший коефіцієнт стискання.

GIF (Graphic Interchange Format) — створений фірмою CompuServe (нинішнім підрозділом America Online) спеціально для передачі растрових зображень у глобальних мережах. Формат орієнтований на компактність і використовує алгоритм стискання LZW, який не призводить до втрати якості. Найчастіше використовується в Internet., оскільки з самого початку був призначений саме для нього. Підтримує тільки індексовані кольори і не підтримує додаткові канали, обтравочні контури і колірні профілі. В одній із версій формату GIF можливе збереження в одному файлі відразу декількох зображень у вигляді, подібному до шарів - одне над іншим. Програми,

призначені для перегляду інтернет-сторінок, здатні сприймати таке розміщення і демонструвати зображення з файла по черзі, реалізуючи в такий спосіб просту анімацію. GIF-формат дозволяє записувати зображення "через рядок" (Interlaced), завдяки чому, маючи тільки частину файла, можна побачити зображення в цілому, але з меншою роздільною здатністю. Ця можливість широко застосовується в мережі Інтернет. Спочатку з'являється картинка з малою роздільною здатністю, а в міру надходження нових даних її якість поліпшується. Основне обмеження формату GIF полягає в тому, що кольорове зображення може бути записано тільки в режимі 256 кольорів.

FPX (FlaxPix) створений для Internet і має цікаву властивість. Оскільки зображення, розміщені на Web-сторінках, мають низьку екранну роздільну здатність (72 dpi), їх не можна використовувати в поліграфії чи роздруковувати. Формат FPX містить зображення одночасно в декількох значеннях роздільної здатності і це надає користувачу можливість самому обирати необхідне значення роздільної здатності залежно від потреб. Формат підтримує напівтонові і повнокольорові RGB-зображення, але не підтримує додаткові колірні й альфа-канали, обтравочні контури і колірні профілі.

Формати збереження векторних зображень

У файлі векторного формату можна зберігати, крім векторних, також і растрові зображення, які були імпортовані в цей файл. Можна сказати, що векторні формати більш універсальні, ніж растрові.

Мову опису сторінок — основу всіх видавничих технологій — по суті теж можна віднести до векторних форматів. Вона дозволяє описувати векторні і растрові зображення, шрифти, а також параметри растрування і управління кольором. Будь-який сучасний принтер містить апаратний чи програмний інтерпретатор PostScript. Ця мова має багато інтерпретацій, які використовуються програмами для підготовки ілюстрацій і видавничими системами. Нижче розглянуто найбільш поширені формати збереження векторних зображень. Усі вони тим чи іншим чином стосуються мови PostScript.

EPS (Encapsulated PostScript) являє собою спрощений варіант PostScript. Файли EPS описують тільки будь-який об'єкт чи групу об'єктів, на відміну від PostScript, що містить код цілої сторінки. Формат дозволяє зберігати зображення будь-якого типу в будь-якій колірній моделі без альфа-каналів. Крім того, цей формат дозволяє записати векторний контур, який окреслює растрове зображення. Наприклад, можна одержати фотографію не прямокутну, а круглу, овальну чи будь-якої довільної форми.

Усі сучасні програми ілюстрування мають можливість відкривати і редагувати файли EPS. На сьогодні відомі вже три версії мови PostScript, які використовуються в цьому форматі, тому іноді EPS-файли, створені різними програмами, після відкриття виглядають по-різному.

Особливістю цього формату є те, що зображення у файлі зберігається в двох копіях: основній і додатковій (preview). З цієї причини растрове зображення, записане у форматі EPS, буде мати дещо більший розмір, ніж PCX чи BMP. Основна копія використовується при друкуванні на PostScript - принтерах та іноді для перегляду на екрані в режимі максимальної якості. Програми верстки, такі як QuarkXPress та Adobe PageMaker, зберігають додаткову копію в своїх документах та використовують її при відображенні на екрані в режимі стандартної якості і при друкуванні на принтерах, що не підтримують PostScript;. Програми векторної графіки, такі як CorelDraw і FreeHand, імпортуючи EPS-файл, можуть працювати тільки з додатковою копією зображення.

«Рідна» програма для формату EPS — Adobe Illustrator, яка випускається відразу для трьох платформ: PC, Macintosh і Silicon Graphics. У цієї програми є ще один формат — AI, однак він не має такої широкої підтримки, як EPS.

DCS (Desktop Color Separations) був створений компанією Quark Inc., що розробила всесвітньовідому видавничу систему Xpress. Формат DCS покликаний полегшити збереження зображень з поділом кольорів і є варіантом формату EPS. DCS має дві версії. Перша версія — DCS 1.0 — давала можливість зберігати лише зображення з поділом кольорів у моделі CMYK і для цього використовувала п'ять файлів. При цьому чотири з них містили основні канали зображення, а п'ятий файл служив для перегляду композитного зображення в цілому. Друга версія — DCS 2.0 — мала додаткові можливості у вигляді підтримки практично необмеженої кількості кольірних каналів і одного альфа-каналу. Крім того, все зображення в цій версії зберігається у вигляді одного файла DCS.

PDF (Portable Document Format) — універсальний формат, розроблений фірмою Adobe System для електронного поширення документів, в якому можуть бути збережені як ілюстрації (векторні і растрові), так і текст, причому з безліччю шрифтів і гіпертекстових посилань. Для зменшення розміру файлу використовується компресія: для кожного типу об'єктів застосовується свій спосіб. Наприклад, растрові зображення записуються у форматі JPEG. Багато програм (Adobe Maker, CorelDraw, FreeHand) дають можливість експортувати

свої документи в PDF, а деякі — ще й редагувати графіку, записану в цьому форматі. Зазвичай у цьому форматі зберігають документи, призначені тільки для читання, а не для редагування. Файл у форматі PDF містить усі необхідні шрифти. Це зручно і дає можливість не передавати шрифти для виводу (передача шрифтів не є цілком законною з погляду авторського права). Універсальність формату полягає в тому, що створені в різних програмах документи можна зберігати в цьому форматі і переглядати на різних комп'ютерах за допомогою безкоштовно розповсюдженої програми Acrobat; Reader. До появи цього формату перегляд документів, створених за допомогою різних засобів верстки, вимагав попередньої установки програми, в яких вони створювались. Власне, в форматі PDF можна зберегти будь-який документ, зроблений за допомогою будь-якої програми. На основі файла друку для будь-якого PostScript,-принтера програмою Distiller створюються файли у форматі PDF. Програма Distiller входить до складу пакету Adobe Acrobat, що призначений для створення і редагування файлів PDF. Принтери, оснащені третьою версією інтерпретатора PostScript, здатні друкувати PDF-документи безпосередньо, без використання додаткових програм.

CDR є форматом програми векторної графіки CorelDraw, але з кожною новою версією програми до нього вносяться зміни. Наприклад, CorelDraw 12 може читати файли CDR, створені тільки програмою версії 3 або ж давнішою. Якщо потрібно прочитати файл даного типу першої або другої версії, варто скористатися програмою CorelDraw 5 або більш ранньою версією. Іноді внутрішня структура файла типу СБК виявляється ушкодженою, що в більш ранніх версіях формату викликало помилки при спробі його відкриття чи імпорту. Програми останніх версій виявляють в процесі відкриття файла СБК ушкоджені об'єкти і намагаються пропустити такий об'єкт та продовжити читання файла. У більшості випадків це робить можливим відкрити ушкоджений файл, який раніше вважався безнадійно загубленим.

CDX є стислим варіантом формату CDR. У форматі CDX файли зазвичай записуються на компакт-диски ArtShow фірми Corel.

CMX використовувався для колекції векторних малюнків, для CorelDraw ранніх версій. При збереженні зображень у цьому форматі втрачається можливість подальшого виправлення їх параметрів. Таким чином, частину малюнка, яка була спочатку створена як група переходу, буде надалі важко редагувати, оскільки вона перетворюється в звичайну групу незв'язаних об'єктів. Формат CMX може застосовуватись для файлів, що імпортуються в

Corel PhotoPaint; або Corel Ventura. Одна з переваг файлів CMX полягає в збереженні шарів, тоді як в імпортованих CDR-файлах інформація про шари втрачається.

Формат CPX є різновидом формату CMX із використанням стиснення файлів.

AI є форматом відомої програми Adobe Illustrator. Цей формат підтримують практично всі програми, які працюють з векторною графікою. AI є найкращим посередником між платформами PC та Macintosh при передачі векторних форм в різні програми.

Формати збереження тривимірної графіки

.3Ds Тривимірний формат зображення, що містить дані mesh, атрибути матеріалу, посилання бітового масиву, дані групи згладжування, viewport конфігурації, інформацію про камери і освітлення, дані анімації об'єкта. Складається з блоків, званих "chunks" які містять ID і опис; chunks містять пропорції, освітлення, інформацію, з якої складається 3D сцена.

.Wrl він же VRML Virtual Reality Modeling Language (мова моделювання віртуальної реальності) - стандартний формат файлів для демонстрації тривимірної інтерактивної векторної графіки, найчастіше використовується в WWW. VRML - це текстовий формат файлів, де, наприклад, вершини і грані багатогранників можуть зазначатися разом з кольором поверхні, текстурами, блиском, прозорістю і так далі. URL можуть бути пов'язані з графічними компонентами, таким чином, що веб-браузер може отримувати веб-сторінку або новий VRML-файл з мережі Інтернет тоді, коли користувач клацає по якомусь графічному компоненту. Рух, звуки, освітлення та інші аспекти віртуального світу можуть з'являтися як реакція на дії користувача або ж на інші зовнішні події, наприклад таймери. Особливий компонент Script Node дозволяє додавати програмний код (наприклад, Java або JavaScript (ECMAScript)) до VRML-файлу. VRML-файли зазвичай називаються світами і мають розширення. Wrl (наприклад: island.wrl). Хоча VRML-світи використовують текстовий формат вони часто можуть бути стислі з використанням алгоритму компресії gzip для того, щоб їх можна було передавати по мережі за менший час. Більшість програм тривимірного моделювання можуть зберігати об'єкти і сцени у форматі VRML

.Dae Тривимірний формат файлу обміну використовується для того, щоб обмінюватися цифровими даними між різними графічними редакторами; заснований на XML-схемі COLLADA (COLLABorative Design Activity). формат COLLADA розроблений Sony і зараз підтримується Sony і Khronos Group.

.X3d це стандарт ISO, призначений для роботи з тривимірною графікою в реальному часі. X3D - це спадкоємець VRML (мови моделювання віртуальної реальності). X3D є розширенням VRML, що включає анімацію двоногих персонажів, NURBS, GeoVRML та ін. У X3D можливо кодувати сцену використовуючи синтаксис XML, так само як і Open Inventor-подібний синтаксис VRML97, а також розширений інтерфейс прикладного програмування (API).

.X Формат X файлу - формат файлу для зберігання 3D об'єктів, створений компанією Microsoft. Даний формат файлу є вільно поширюваним. Цей формат зберігає інформацію про геометрії 3D об'єкту (координати вершин і координати нормалей), текстурні координати, опис матеріалів, шляхи і назви до текстур, які використовуються. Зберігається ієрархія об'єктів, зберігається анімація, і зберігаються прив'язки вершин до «кісток» з описом ваги. У X файлі може бути відсутня будь-яка інформація про об'єкт (наприклад в X файлі можуть міститися тільки координати вершин).

.Dxf Формат даних, розроблений Autodesk для CAD (computer-aided design) файлів векторної графіки, таких як документи AutoCAD; схожий на DWG формат, але більш сумісний з іншими програмами заснованими на ASCII; створений для відкриття документів AutoCAD іншими програмами.

.Lwo Тривимірний об'єкт, створений LightWave 3D, програмою 3D анімації і рендеринга; описує форму, точки, багатокутники і поверхні і т.д.; може також включати посилання на файли і зображення, які використовуються для текстур об'єкта. LWO2 формат з'явився в LightWave 6.0; LWO можуть бути експортовані в Luxology MODO та інші програми 3D моделювання

.Ply - це формат файлів комп'ютера відомий як полігональний формат файлу або формат Стенфордських трикутників. Цей формат був головним чином призначений для зберігання тривимірних даних з 3D-сканери. Він підтримує відносно простий опис одного об'єкта у вигляді списку номінально плоских багатокутників. Різноманітні властивості об'єкта можуть бути збережені додатково: колір і прозорість, нормалі до поверхонь, координати. Формат дозволяє задавати різні властивості для передньої і задньої частини полігону.

.Obj Формат файлів OBJ - це простий формат даних, який містить тільки 3D геометрію, а саме, позицію кожної вершини, зв'язок координат текстури з вершиною, нормаль для кожної вершини, а також параметри, які створюють полігони.

.U3d Універсальний формат тривимірної графіки. Більше тридцяти великих розробників, серед яких присутні такі всесвітньо відомі компанії, як Adobe, Boeing і

Intel, оголосили про плани щодо створення універсального формату файлів тривимірної графіки. Новий формат, вже названий Universal 3D (U3D), в майбутньому буде затверджений міжнародною організацією за стандартами ISO, а його підтримку планується включити в найбільш поширені програмні пакети.

.O3D це JavaScript API з відкритим вихідним кодом, що дозволяє створювати інтерактивні тривимірні веб додатки, які відображаються у вікні браузера. Вихідний код: O3D написаний на JavaScript і містить API для роботи з 3D графікою. Він використовує стандартні методи і обробники подій JavaScript.

.3DMLW (англійською мовою 3D Markup Language for Web) базується на XML - формат файлу для передачі в Інтернеті тривимірного (3D) і двомірного (2D) інтерактивного змісту. Для перегляду 3DMLW на комп'ютері повинен бути встановлений плагін 3DMLW, відеокарта повинна підтримувати OpenGL. Плагін 3DMLW розроблений фірмою «3D Technologies R & D» для найбільш поширених веб-браузерів (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera і т. д.). 3DMLW - це текстовий формат, заснований на XML версії 1.0. У 3DMLW 2D і 3D вміст розділений, але частини можуть відображатися один поверх іншого. 3DMLW підтримує формати .3ds, .Obj, .An8 і .Blend 3D моделей.

Більшість САПР також можуть працювати з описаними вище типами файлів, хоча у більшості випадків для збереження тривимірних моделей використовують файли з власним розширенням, наприклад A3D, M3D (Компас-3D); ASM, PRT (Pro/Engineer, SolidWorks); 3DS (3D Shape), тощо.

Питання для самоконтролю

1. Які основні функції підсистем САПР
2. Завдання комп'ютерної графіки
3. Історія виникнення комп'ютерної графіки
4. Засновники 3D графіки
5. У якому році Т. Уіттед розробляє загальні принципи трасування променів, що включають віддзеркалення, заломлення, затінювання:
6. Етапи в розвитку комп'ютерної графіки?
7. Які сфери застосування комп'ютерної графіки?
8. Векторизація зображень
9. Формат файлів JPEG
10. Типи файлів для збереження тривимірних моделей