

1. Компютърна графика

С термина компютърна графика обозначаваме генерирането, представянето, обработката(оценката) и визуализацията на графични(геометрични) обекти с помощта на компютър, както и установяването на отношения(взаимовръзки) между графичните обекти и неграфична информация.

Под неграфична информация разбираме знание, което по някакви причини не можем или не искаме да представим във вид на изображение.

Извод: неграфична информация няма!

Термина изображение запазваме за картинките(чертежите), а всяко друго представяне на такива графични обекти ще наричаме представяне.

Под термина графичен обект ще разбираме някакво множество от точки и отсечки. От гледна точка на целите, за които се обработват геометрични обекти в КГ са обособени три направления:

1. Анализ на изображение – в това направление се обработват дигитализирани фотоснимки. Задачите, които се решават са разнородни: от подобряване на някакви качества на снимката, до търсене и откриване на заснети обекти в тази снимка. Съществена задача от това направление е изчисляването на някои свойства на заснети обекти.
2. Анализ на сцени(перцептивна КГ)- това направление обикновено се отнася към т.нар. изкуствен интелект и първоначално е свързано с моделиране на зрението на робот. Най-общо задачите тук са за търсене, но не на конкретни обекти, а на обекти от даден тип. Например в една снимка да се преброят заснетите триъгълници.
3. Генеративна изобразителна КГ-В това направление се решава въпросът за създаването на геометрични модели и тяхното изобразяване(рисуване).

2. Обща постановка

Как в исторически план са се развили системите за графично моделиране? За да имаме „рисуване“ с помощта на компютър е необходимо периферно устройство, притежаващо способността да рисува.

Програма за ПУ е написана на език от ниско ниво-машинен или асемблер. При тази схема на работа потребителят на такава система за графично моделиране трябва да бъде системен програмист и за него:

- а) Произведената от ПУ картинка е изображение
- б) Дисплейният файл е представяне

Последен етап-целта е да се моделира в някаква степен работата на художника, т.е. потребителят на някаква система, т.е. при добавяне и отстраняване на графични примитиви да се изгражда изображението в непосредствен контакт с изображението.

Инструментите за работа с изображение са:

- a) Екрана
- b) Мишката

Важното е, че за да се обсъдят тези проблеми трябва да се изходи от възможностите на ПУ на компютъра както за произвеждане на изображение така и за манипулация на изображенията от потребителя.

3. Технически средства на компютърната графика

Под технически средства на компютърна графика разбираме ПУ на компютъра, чрез които можем да постигнем заявената цел. От гледна точка на функциите, които изпълняват ПУ в една диалогова система различаваме три групи технически средства:

1. Графопостроители
2. Диалогови устройства
3. Дисплейни системи, чрез които се визуализира манипулацията на изображенията, съдържат както 1, така и 2

Графопостроител наричаме ПИУ, което посредством „пищец“ инструмент оставя следа в някаква среда за рисуване. Оставената следа наричаме изображение. От гледна точка на продължителността на живота на изображение графопостроителите се делят на:

- a) Произвеждащи твърдо копие
- b) Подходящи за диалогова работа

Типичен представител на графопостроителите, произвеждащи твърдо копие е плоският плотер. Средата за рисуване е лист хартия формат А4-обикновено тази среда се нарича поле за работа. Пищещият инструмент е молив или флумастер, който е закрепен върху греда. Може да бъде придвижван по оста x на работното поле, а гредата може да бъде придвижвана по оста y на работното поле. Пищещият инструмент може да бъде вдигнат или спуснат. Само в спуснато положение той оставя следа. Тогава една отсечка може да бъде изрисувана чрез постъпково придвижване по оста x и оста y . Големината на стъпките е такава, че да може да бъде използван недостатък на човешкото зрение- стълбичка от отделни стъпала се вижда като права линия. От гледна точка на процеса на рисуване моментното местоположение на молива се нарича текуща точка. Оттук произтичат два начина за изчертаване на отсечки. При първия начин в командата от дисплейния файл се задават в явен вид координатите на първата и последната точка на отсечката. Това означава, че при изпълнението на тази команда плотерът:

- a) Дига молива

- b) Придвижва се от текущата точка до първата точка от отсечката
- c) Спуска молива
- d) Придвижва се до втората точка на отсечката

Другия тип команда за рисуване на отсечка е с относителна адресация т.е. в командата е описан само векторът, по който трябва да се придвижи молива от текущата точка.

По този начин една група команди от езика на дисплейния файл са команди за придвижване на молива включително командата за вдигане и слагане на молива. Друга група команди са свързани със смяната на молива. Това означава, че имаме възможност един и същи графичен примитив да бъде изрисуван с различни визуализационни характеристики (дебелина, цвят).

Върху тези две групи команди обикновено могат да се направят подпрограми, записани в постоянната памет на плотера, чрез които се рисуват по-сложни графични примитиви - графами, символи.

Рулонният плотер се различава от плоския само по това, че средата му е лист с „безкрайна“ дължина. Гредата му е неподвижна, а движението по оста у се реализира чрез придвижване на средата за рисуване посредством въртене на барабана. Принтерите също са графопостроители, произвеждащи твърдо копие. Терминът „твърдо копие“ обикновено се свързва с невъзможността да бъде поправено част от изображението, т.е. при всяка промяна изображението трябва да бъде прерисувано изцяло. От тази гледна точка електронно лъчевите тръби без регенерация на изображението също са графопостроители, произвеждащи твърдо копие. Но възможностите на ЕЛТ ще обсъдим като цяло като обсъждаме графопостроителите, подходящи за диалогова работа!

Графопостроители, подходящи за диалогова работа - необходимо е произвеждането на изображение да не влияе върху работата на художника / върху диалога между потребителя и системата.

Представител на този тип графопостроител са ЕЛТ. Една ЕЛТ представлява стъклена вакуумирана бутилка с форма на круша. Предната страна е фосфорициращо вещество, наречено екран: има 2 характеристики - време за послесветене и цвят. Теоретично това означава, че приемайки квант светлина или осветено за определено време, то поглъща светлината, след което започва да я излъчва с определена интензивност, определяща времето за светене с определен цвят.

Електронна пушка - произвежда облак от електрони. Този облак бомбардира екрана, в резултат на което целият екран примигва хаотично.

Фокусиращи лещи - те концентрират облака в тънък лъч електрони. Този лъч е пишещ инструмент. В тази ситуация образът е точка в центъра на екрана.

Усилватели за хоризонтално и вертикално отклонение - чрез тези устройства се постига движение на пишещия инструмент, т.е. при тези ЕЛТ има ограничение върху сложността на рисуваното

изображение(броя отсечки),тъй като ако броят им е твърде голям при постигане на рисуване на н-та отсечка първата ще е избледняла.

Поради това обикновено се взима твърде голямо време за послесветене от порядъка на 1-2 часа,но това пък поражда проблеми с малки промени в изображението,тъй като изтриването на изображението изисква време и е съпроводено с неприятни за зрението ефекти.Поради тази причина в практиката са се наложили ЕЛТ с регенерация на изображението.Това означава,че:

- а) Времето за послесветене е от порядъка на 1/25 от секундата
- б) Електронният лъч обхожда екрана по строго определен ред
- с) Екранът е покрит или изграден от матрица от точки луминофор.Обикновено лъчът обхожда тази матрица ред по ред отгоре надолу.

Тъй като времето за обхождане е константно,то независимо колко сложно изображение ще бъде произведено,то ще се рисува за едно и също време.Обикновено размера на тази матрица се нарича разширителна способност на екрана.Могат да бъдат възпроизведени $2^{m \times n}$ черно-бели изображения.Много се използва недостатъкът на човешкото зрение.Такова изображение обикновено се записва като низ от битове като изображението между тази матрица и този низ е биактивно.

Ако можем да променяме интензитета на лъча можем да постигнем монохромно изображение.

За да постигнем цветно изображение всяка точка луминофор е заменена от три точки с различен цвят.Електронният лъч е тройка успоредни лъчи.По този начин в битовата карта всеки бит се заменя с три бита.В най-простия си вариант цветните ЕЛТ могат да произвеждат 8 цвята.Обикновено за добра визия битовата карта се рисува поне 25 пъти в секунда.

За нашите нужди отсега нататък под графопостроител ще разбираме

- а) Плотер
- б) ЕЛТ с регенерация на изображението

Диалогови устройства-чрез които се въвеждат данни и се подпомага диалога

Различаваме различни диалогови устройства от гледна точка на типа данни,които се въвеждат чрез тях:

1. Превключватели(0,1)-чрез които се въвеждат цифрите 0/1.Типичен представител са клавишите на клавиатурата.Обикновено клавишите се делят на две групи:с моментно и продължително действие.Моментно действие е равнозначно на неравноправни състояния,а продължителното на равноправни
2. АЦП(0,1,2...)-въвежда се число от някакъв интервал
3. Сензитивна мрежа(0,1,2...)(0,1,2...)-въвеждат се наредени двойки числа

Обикновено ВУ на компютъра са комбинация от тези основни типове устройства, например мишката е $2 \times 1 + 2 \times 2$.

Дисплейни системи-една типична дисплейна система се състои от

- a) Изходно устройство-графопостроител ЕЛТ с регенерация на изображението
- b) Входно устройство(мишка)
- c) Дисплейна памет(видео карта)
- d) Дисплеен процесор

Функциите на дисплейния процесор са:

- a) Да рисува съдържанието на дисплейната памет със скорост $1/25$ от секундата
- b) Да следи за промяна на състоянието на ДУ
- c) Да рисува върху екрана специално изображение, наречено показалец(курсор). Местоположението му се управлява от мишката и се нарича текуща екранна точка.

Взаимовръзката на дисплейния процесор и централния процесор е от 2 типа:

- a) Централният процесор може да промени незабелязано за дисплейния процесор съдържанието на дисплейната памет
- b) Дисплейният процесор информира централния за настъпило събитие(промяна на състоянието на ДУ, реакцията на което не е в компетентността на дисплейния процесор.

Под дисплеен процесор ще разбираме част от диалогова система.

4.Методология за графично моделиране

Съвкупността от няколко виртуални изчислителни машини(Програма с явна функционалност), взаимовръзката между тях, както и начините за изграждане и поддържане на диалогова система за работа с графична информация наричаме методология за графично моделиране.

Изграждането и поддържането на диалогова система е предмет на ръководството за упражнения.

Състава и структурата на диалоговата система е предмет на лекциите.

Съставът на диалоговата система е следният:

1. Дисплеен процесор-непосредствена софтуерна обвивка над диалоговата система. Има две основни задачи:
 - А) да преобразува дисплейния файл в битова карта
 - Б) да разпознае указаната текуща точка от екрана

2. Геометричен процесор-функционалността му е да реализира геометрични преобразувания и операции върху геометрични обекти
3. Структурен процесор-неговата основна функция е да поддържа структурата на изображението, такава, каквато я желае потребителят (чрез командите групиране и разгрупиране)
4. Семантичен процесор-неговата функция е да свързва/групира неграфичната информация с графичните обекти
5. Диалогов процесор-функцията му е да разпознава заявките (командите на потребителя) и да активира дейност по тяхното изпълнение

Би трябвало да разглеждаме потребителят на една такава система и като ВИМ (процесор). Тези 6 процесора могат да бъдат свързани по различен начин, но за нашите нужди ние избираме циклична взаимовръзка.

Връзката от диалоговия процесор до потребителя наричаме права, а обратната-обратна. По обратната връзка потребителят задава команди или заявки, а по правата връзка получава резултатите.

5.Изображение.Дисплеен процесор.

От гледна точка на техническите средства на КГ можем да формулираме 2 дефиниции за понятието изображение.

Дефиниция 1 Изображение наричаме подмножество на средата за рисуване-векторна графика

Дефиниция 2 Изображение наричаме описанието на конкретно състояние на средата за рисуване-растерна графика

Дисплейният процесор е софтуерната обвивка на диалоговата система. Основни функции на дисплейния процесор са :

1. По правата връзка-да конвертира, преобразува, преведе векторното изображение в растерно
2. По обратната-да разпознае посочената точка от растерното изображение от кое (структурирано) подмножество на векторното изображение е

Растерното изображение се дефинира в първи квадрант на целочислената равнина в лявоориентирана координатна система. Наричаме област на изобразяване. Едно представяне на векторното изображение е дисплейният файл. Той е линейна последователност от команди за:

1. Команда за установяване на статус-всички команди, които описват геометрично подмножество след тази команда до достигане на друга подобна команда притежават указания статус. Пример за статус е забрана на за работа (посочване) с изрисуван върху екрана примитив.

2. Установяване на визуализационни характеристики-до срещане на следващата команда от този тип всички множества притежават тези характеристики.Пример-цвят,дебелина на линия.
3. Рисуване на графичен примитив-такова подмножество,което съответния графопостроител може да изрисува
4. Графичен обект-под графичен обект разбираме съвкупност от графични примитиви,която за потребителя е неделима или едно цяло
5. Символ-под символ разбираме подпрограма на дисплейния файл,която завършва очевидно с команда за възврат.Символът не трябва да съдържа команди за статус и визуализационни характеристики.Те се наследяват от графичния обект,активирал тази подпрограма.Изображението,получено от активирането на такава подпрограма се нарича екземпляр на символ.

Дисплейният файл се изпълнява команда по команда като командите за графичен примитив произвеждат множество от точки,които принадлежат на този примитив,но имат целочислени координати ,и ги записва в битовата карта.Този алгоритъм за апроксимация на графичен примитив не е лесна математическа задача.Обратната връзка,указана точка от растерно изображение се разпознава като точка от графичен примитив по следния алгоритъм:

Дисплейният файл отново се изпълнява команда по команда,но вместо произведеното множество от точки за примитив да се запише в битовата карта СЕ ПРОВЕРЯВА ДАЛИ НЕ СЪДЪРЖА УКАЗАНАТА ТОЧКА.За един начинаещ програмист е ясно как оттук може да се изведе точния адрес на указания графичен примитив в дисплейния файл.

6.Геометричен процесор

Не е задължително ГП да бъде обособен като ВИМ,но за нашите нужди го разглеждаме като такъв.По аналогия с ДП той има задача,извършвайки геом.преобразуване и операции да преобразува някакви структури от данни в дисплеен файл от каквато подструктура на данните е бил произведен.Концентрираме нашето внимание върху две задачи,които са части от алгоритъм.Въвеждаме понятието World Domain(WD),което е реалното двуизмерно множество с дясноориентирана декартова координатна система.Потребителят в своите мисли работи в WD.Векторното изображение е подмножество на WD.В учебника са описани представени в WD графични примитиви точка и вектор ,както и начинът за реализация на геометричното преобразуване (проекция) смяна на големината на единична отсечка.Графичните примитиви се представят чрез хомогенни(примитивни) координати,които са вектор ред като третата координата за точка е различна от 0,а за вектор е 0.Преходът към декартови координати се нарича нормализация на представяне.Това представяне,умножено отдясно със съответната трансформационна матрица реализира описаните геометрични преобразувания като съответните подматрици имат съответния смисъл:чрез матрицата АБЦД се описва ротацията,машабирането и огледалното отражение.Чрез матрицата МН се описва транслацията.Чрез РО се описва преобразувания,като ако те са различни от 0 резултатът трябва да се нормализира и чрез R се реализира смяна на дължината на единичната отсечка,но в учебника е обобщено машабиране.

Освен геометрични преобразувания ГП решава още две задачи, свързани с прехода на WD към SD. За този преход се въвеждат още два прозореца:

- a) В екранната област на прозореца се нарича отворстие на гледане и от съображение за простота и скорост при изчисление този прозорец е прав със страни, успоредни на координатните оси
- b) Прозорецът се нарича прозорец на гледане и пак от съображения за простота и скорост е центрирано в началото на координатната система –прозорецът е със страни, успоредни на координатните оси

Важно е двата прозореца да бъдат подобни фигури. Ако не са, ще се получи деформация на изображението. Двете задачи, които ГП трябва да реши са:

- a) Отрязване по WWD
- b) Налагане на WWD върху WSD

В нашите термини това означава да открием графични примитиви или части от тях, които са изцяло в прозореца на гледане (точката е граница на отсечката) трябва да бъде подложена на последователност от геометрични преобразувания:

- a) Мащабиране с мащабен множител (M/A, H/B, 1)
- b) Отрязване на дробната част
- c) Преминаване от дясноориентирана към лявоориентирана координатна система
- d) Позициониране върху отворстието на гледане

7. Структурен процесор

Основна функция на структурния процесор е да поддържа структурата на изображението такава, каквато я желае потребителят. Има много съображения, най-вече като мислене на преобразуването, според което в структурата на изображението се налага изискването да бъде йерархия от множества, като под множество се разбира графичен обект, който е изграден от графични примитиви и/или други графични обекти. За да се поддържа тази йерархия от множества е достатъчно структурния процесор да поддържа дадената структура „ацикличен ориентиран граф“ („дърво“). Това означава, че в графа няма цикли и само един възел няма предходник, т.е. той е корен на дървото. Листата на този граф са възли, които нямат наследници, описват графични примитиви и в такъв смисъл най-ниското ниво на графа можем да наречем геометрично. Ако тази даннова структура се поддържа и от семантичния процесор, то над геометричния слой могат да бъдат различени още два слоя-семантичен и структурен. За нашите нужди ние сливаме семантичния и структурния слой и казваме, че структурния слой съдържа и възли, описващи имена на графични обекти. По правата връзка този ацикличен ориентиран граф би трябвало да се преобразува в някаква структура от данни, с която работи геометричния процесор, а по обратната връзка да бъде разпозната посочената структура и да бъде преобразувана до граф.

Тези задачи се решават с обхождане на ацикличен ориентиран граф. Ако се вземат предвид и възможностите на дисплейния файл обикновено върху геометричния и структурния слоеве могат да се наложат съглашения с цел по-бързо получаване на дисплеен файл с добри характеристики като скорост на рисуване. Върху връзките и възлите на структурния слой може да се наложи някаква типизация. За нашите нужди е необходимо да наложим понятието рамка=(NWD,WSD). Това позволява едно и също изображение(различни части от него) да бъдат изобразявани едновременно в различни отвори. Понятието рамка може да бъде включено в ацикличен ориентиран граф. Задачата за указване(разпознаване) на посочена рамка се свежда до разпознаване на указана точка на кое отворие на гледане принадлежи. В системата Windows всеки прозорец е графичен обект, чието работно поле е отворие на гледане в някаква рамка.

8. Смесов процесор

Основна функция на семантичния процесор е да придаде смисъл на изображението. Това означава да свързва неграфичната информация с части от изображението и/или да преобразува неграфичната информация в графично изображение. За нашите нужди считаме, че семантичният процесор е този, който поддържа имена на части от изображението. От по-обща гледна точка всеки полезен модел на реалността е математически. Всеки математически модел има геометрична интерпретация. Всеки геометричен модел може да бъде преобразуван в графично изображение. От тази обща гледна точка семантичният процесор като същност би трябвало да притежава следните три основни функции:

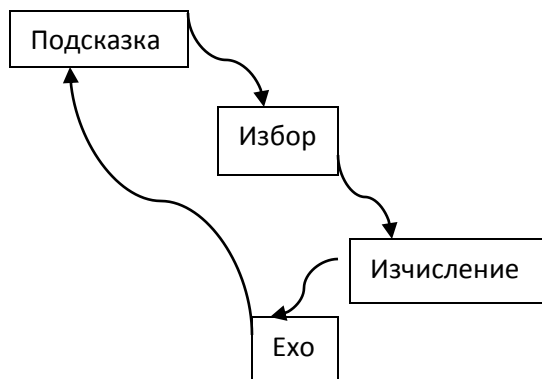
- a) Да представя математически обекти
- b) Решаване на математически задачи
- c) Визуализация на математически обекти

Налага се да направим следното уточнение: от гледна точка на практиката под СИСТЕМА ЗА ГЕОМЕТРИЧНО МОДЕЛИРАНЕ се разбира ДП и ГП, а структурния, семантичният и диалоговия процесор обикновено се разглеждат като надстройки(обвивки), съобразени с конкретната приложна област в тази система. Например ОС Windows можем да дефинираме като диалогова система за работа с графична информация, чийто семантичен процесор изпълнява функциите на ОС.

9. Диалогов процесор

Диалогов процесор е виртуална машина, която се явява партньор на потребителя. Този процесор инициира правата връзка, след като е разпозната заявката на потребителя от обратната връзка. Диалог наричаме алтернативно сменяща се последователност от права и обратна връзки.

Това означава, че потребителят трябва да знае езика на системата, а не обратното. Това разбиране за диалог обикновено се реализира чрез 4-стъпковата схема:



Първоначално по правата връзка се извежда подсказка и потребителят прави своя избор. Изборът означава заявка за изпълнение. Тя се разпознава от диалоговия процесор, който активира съответното изчисление за реализацията ѝ. Резултатите от това изчисление се предоставят на потребителя по правата връзка във вид на ехо. Например ако вие кликнете върху икона, системата реагира на вашето кликане чрез ехото инвертиране на цвета на иконата. Ако езикът за диалог е автоматен, то обикновено изчислението привежда схемата в ново състояние, в което потребителят има някакви възможности за заявка. Обикновено в този случай ехото и новите възможности се включват в подсказката, т.е. започва нов цикъл. За да видим реализационно как става диалога трябва да обсъдим три понятия:

- a) Устройство за диалог
- b) Събитие
- c) Рамка

Устройства за диалог- така наричаме диалогово устройство на компютър. Едно устройство е пасивно, ако може да бъде точно в едно от няколко равноправни състояния. Промяната на състоянието на такова устройство не носи информация на диалоговата система, но трябва да бъде прихванато и обработено от дисплейната система. Устройството за диалог е активно, ако може да бъде в точно едно от две неравноправни състояния (например бутона на мишката). Промяната на такова устройство носи информация на диалоговата система. Събитие за диалоговата система е промяна на състоянието на активно устройство. Това събитие се прихваща от дисплейната система хардуерно и по обратната връзка достига до диалоговия процесор във вид на указан обект или част от изображение. Съгласно езика на диалоговия процесор тази посочена част от екрана + състоянието, в което се намира системата са достатъчни за диалоговия процесор да реши какво изчисление да извърши и какво ехо да произведе по правата връзка. Работата с рамки може да бъде обособена като подфункция на диалоговия процесор, тоест част от диалоговия процесор да бъде рамков процесор. За нашите нужди е достатъчно да изясним как може да бъде открита посочена рамка. Това става чрез т.нар. алгоритъм на Худ, който е част от Windows. За простота предполагаме, че имаме списък от рамки, които се реализират, като се рисуват последователно на екрана. Това означава, че списъкът от рамки се обхожда в ред, обратен на рисуването и първата рамка, на която принадлежи указаната точка е рамката, посочена от потребителя.

В съвременните системи за графично моделиране диалоговия и семантичния процесор реализират т.нар. графичен интерфейс. Това понятие включва основни 3 характеристики:

- a) Възможност за комуникация човек-компютър през прозорец(прозореца в Windows отворение на гледане,което е работно поле на прозореца в системата)
- b) Възможност за задаване на команда чрез посочване на пиктограма(картинка на графичен обект)
- c) Възможност за манипулация и работа с графични обекти,наречени прозорци

10.Стандартизация на графичен вход/изход

С този въпрос обсъждаме преносимостта и независимостта на диалоговата система от гледна точка на свързаността на ѝ с техническите устройства на КГ.За да се постигне тази независимост обикновено се реализират т.нар стандарти.Стандартът е абстрактен модел на някакво устройство,което реалните/физически устройства материализират.За нашите нужди различаваме три типа стандарти:

- 1) За графичен изход
- 2) За графичен вход
- 3) За графичен обмен

Под стандарт за графичен изход се разбира виртуален графопостроител,притежаващ възможностите на реалните графопостроители,които се намират в момента на пазара или ще се появят в обозримо бъдеще.Обикновено тези стандарти се реализират като библиотеки от подпрограми към език за програмиране,т.е. графичните примитиви са достъпни във вид на подпрограми,чието извикване изрисува съответния графичен примитив.

Стандарт за графичен вход-обикновено се разбира виртуално диалогово устройство,притежаващо възможностите на диалоговите устройства към настоящия момент или обозримото бъдеще.Обикновено тези възможности се класифицират от гледна точка на вътрешните системни функции.От тази гледна точка в GKS се въвежда понятието логическо устройство,което се реализира като подпрограма като се различават 3 основни и 2 спомагателни устройства.Основните са:

LOCATOR,който дава /върща координатите на посочената екранна точка(пиксел)Т.е.,това е т.нар позициониращо устройство

Следващото е PICK-то връща името на указан обект

CHOICE –върща цяло число от зададено предварително множество цели числа.Чрез това логическо устройство се реализира избор.

VALUATOR 5->'101'

String 5->'5

Обмен(файлов формат)-целта е да се обменя информация,данни между диалогови системи за графично моделиране с различна предметна насоченост.Всяка диалогова система да поддържа конвертиране от/към други диалогови системи.Обикновено собственото представяне на графична информация се обозначава като файлов формат,тъй като се разнасят чрез различни носители.