Grafični sistem IGS

Vsebina:

1. Zgradba sistema ____ ***2***

2. Vrste Grafičnih primitivov ____ ***2***

3. Modul gro ____ ***4***

3.1 Opis funkcij v gro.c in njihovega delovanja ____ **4**

3.1.1 Alokacija in brisanje objektov različnih tipov ____ 4

3.1.2 Pretvarjanje koordinat objekta v okenske koordinate ____ 5

3.1.3 Transformacije koordinat grafičnih objektov ____ 5

3.1.3.1 Transformacije koordinat ____ 5

3.1.3.2 Nastavitev načina pretvorbe koordinat ____ 6

3.1.3.2.1 Lokalne spremenljivke ____ 6

3.1.4 Funkcije za risanje grafičnih objektov ____ 7

3.1.4.1 Funkcije za nastavitev lastnosti osnovnih grafičnih objektov ____ 7

3.1.4.2 Funkcije za osvetljevanje objektov ____ 7

3.1.4.2.1 Spremenljivke ____ 7

3.1.4.2.2 Funkcije ____ 8

3.1.4.3 Izris grafičnih primitivov ____ 9

3.1.4.3.1 Delovanje funkcij za izris posameznih grafičnih primitivov različnih vrst ____ 9

3.1.4.3.2 Funkcija za izris grafičnega primitiva ____ 10

3.1.4.3.3 Izris sklada grafičnih primitivov ____ 10

3.1.4.3.4 *gosetdrawtransf()* ____ 10

3.1.4.4 Izris grafičnih objektov v različnih formatih ____ 10

3.1.5 Priprava na risanje ____ 11

3.1.5.1 Razporeditev grafičnih primitivov na sklad ____ 11

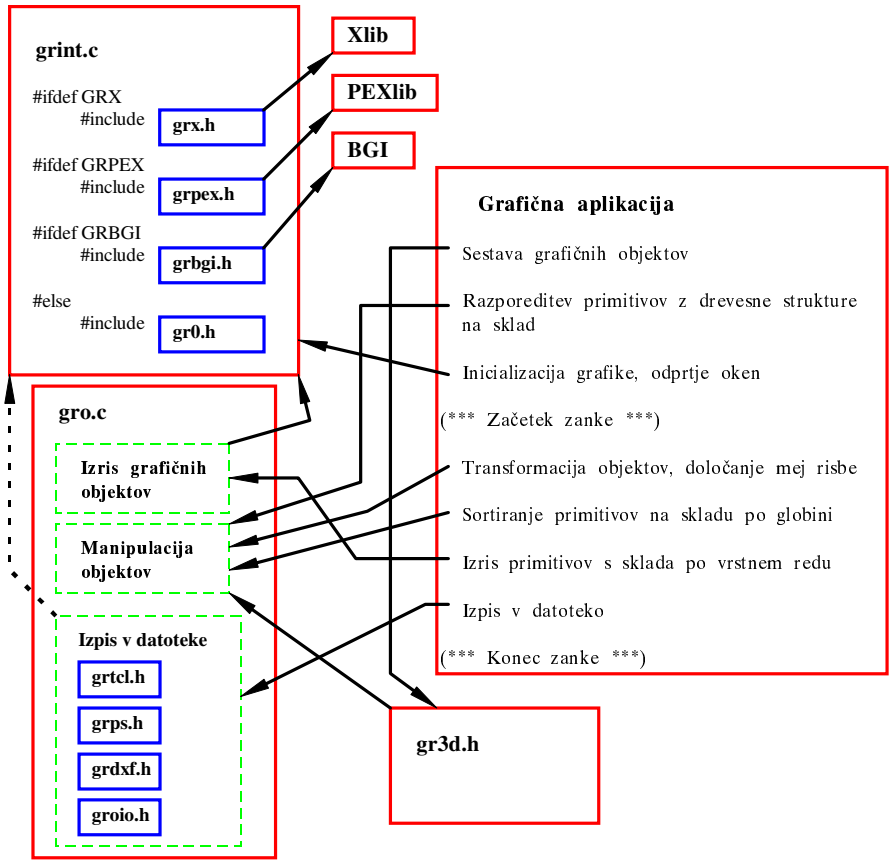
3.1.5.2 Priprava geometrijskih parametrov ____ 11

3.1.6 Konstrukcija grafičnih objektov ____ 11

3.1.6.1 Funkcija goupdatelimits() ____ 11

3.1.6.2 Funkcije za dodajanje grafičnih primitivov ____ 12

1. Zgradba sistema



2. Vrste Grafičnih primitivov

Grafični primitivi (tip *goprimitive*) so različnih vrst. Vrsto primitiva določajo polja *(...)->i1*, *(...)->i2* in *(...)->i3* primitiva. V razpredelnici Tab. 2.1.

Tab. 2.1: Vrste grafičnih primitivov. V 1. Stolpcu tabele so identifikacijaka polja, ki dolocajo vrsto primitiva, v 2. so imena, ki jih uporabljamo v funkcijah, ki delajo s posameznimi primitivi različnih vrst, v 3. Pa je kratek opis primitivov različnih vrst.

Identifikacijski znaki vrste primitiva			**ime uporabljeno v funkcijah**	**opis**
t	**0**	**0**	**text**	navaden tekst
l	**0**	**0**	**line**	črta

3	**0**	**0**	**triangle**	trikotnik iz črt
3	**f**	**0**	**filltriangle**	pobarvan trikotnik
3	**b**	**0**	**bordtriangle**	pobarvan obrobljen trikotnik
3	**p**	**0**	**partbordtriangle**	pobarvan delno obrobljen trikotnik
4	**0**	**0**	**fourangle**	štirikotnik iz črt
4	**f**	**0**	**fillfourangle**	pobarvan štirikotnik
4	**b**	**0**	**bordfourangle**	pobarvan obrobljen štirikotnik
4	**p**	**0**	**partbordfourangle**	pobarvan delno obrobljen štirikotnik
m	**0**	**0**	**marker**	marker za označevanje točk

Tab. 2.2: Vrste lastnosti, na katere lahko kažejo kazalci *(…)->props1 … (…)->props3* grafičnega primitiva, glede na vrsto primitiva.

Identifikacijski znaki vrste primitiva			**Pomen kazalcev (…)->props1, …, (…)->props3**	
t	**0**	**0**	**props1**	Tekstovni niz (char *)
			props2	Nastavitve za tekst (gotextsettings)
l	**0**	**0**	**props1**	Nastavitve za linije (golinesettings)
3	**0**	**0**	**props1**	Nastavitve za linije (golinesettings)
3	**f**	**0**	**props1**	Nastavitve za ploskve (gofillsettings)
3	**b**	**0**	**props1**	Nastavitve za ploskve (gofillsettings)
			props2	Nastavitve za linije (golinesettings)
3	**p**	**0**	**props1**	Nastavitve za ploskve (gofillsettings)
			props2	Nastavitve za linije (golinesettings)
			props3	Zastavice za aktivne robove (char[3])
4	**0**	**0**	**props1**	Nastavitve za linije (golinesettings)
4	**f**	**0**	**props1**	Nastavitve za ploskve (gofillsettings)
4	**b**	**0**	**props1**	Nastavitve za ploskve (gofillsettings)
			props2	Nastavitve za linije (golinesettings)
4	**p**	**0**	**props1**	Nastavitve za ploskve (gofillsettings)
			props2	Nastavitve za linije (golinesettings)
			props3	Zastavice za aktivne robove (char[3])
m	**0**	**0**	**props1**	Nastavitve za ploskve (gofillsettings)
			props2	Nastavitve za linije (golinesettings)
			props3	Velikost (double[1])
			props4	Vrsta (int[1])

3. Modul *gro*

Modul ***gro*** vsebuje funkcije za delo z grafičnimi objekti in funkcije za izris grafičnih objektov na zaslon.

3.1 Opis funkcij v gro.c in njihovega delovanja

V tem poglavju so opisani delovanje funkcij iz gro.c, njihove povezave z lokalnimi spremenljivkami tega modula in soodvisnosti funkcij in spremenljivk.

Funkcije so opisane približno v takšnem vrstnem redu, kot se pojavljajo v datoteki gro.c.

3.1.1 Alokacija in brisanje objektov različnih tipov

Na začetku modula gro.c so funkcije za brisanje in alokacijo objektov osnovnih grafičnih tipov. To so funkciji za alokacijo in brisanje grafičnih primitivov *newgoprimitive()* in *dispgoprimitive()*, funkciji za alokacijo skupin grafičnih objektov *newgogroup()* in *newgogroupst()* ter funkcija za brisanje skupin grafičnih objektov *dispgogroup()*.

Funkcija <*goprimitive newgoprimitive(void)*> alocira prostor za objekt tipa *goprimitive* in vse kazalce objekta postavi na null. Polja *i1*, *i2* in *i3*, ki določajo vrsto primitiva, postavi na znak “0”. Vrne kazalec na alociran prostor.

Funkcija <*void dispgoprimitive(goprimitive *gp)*> najprej izvede funkcijo, na katero kaze polje *(*gp)->clear*, ce je to polje različno od NULL. Po dogovoru to polje kaže na funkcijo za brisanje posebnih delov grafičnega primitiva, na katere ne kažejo direktno kazalci, ki so polja na primitivu *gp*, ampak morebitni kazalci na strukturah, na katere kažejo polja **gp*. Funkcija potem sp klicem *free(…)* sprosti vse strukture, na katere kažejo polja **gp*, seveda, če so ta polja različna od NULL. Potem sprosti še **gp* in ga postavi na NULL.

Funkcija <*gogroup newgogroup(void)*> alocira prostor za objekt tipa *gogroup* in vse kazalce objekta postavi na null. Polje *id*, ki predstavlja identifikacijsko številko skupine, postavi na 0. Tudi polji *limitsset* in *transflimitsset* postavi na 0. Vrne kazalec na alociran prostor.

Funkcija <*gogroup newgogroup(int ngroups,int nprimitives,int nextraprimitives)*> deluje podobno kot funkcija *newgogroup()*, le da alocira tudi sklade *(…)->groups, (…)->primitives* in *(…)->primitives* skupine, ki jo vrne.

Funkcija <*void dispgoprimitive(gogroup *gg)*> najprej izvede funkcijo, na katero kaze polje *gg->clear*, ce je to polje različno od NULL. Po dogovoru to polje kaže na funkcijo za brisanje posebnih delov grafične skupine, na katere ne kažejo direktno kazalci, ki so polja na skupini *gg*, ampak morebitni kazalci na strukturah, na katere kažejo polja *gg*. Funkcija potem sp klicem *free(…)* sprosti vse strukture, na katere kažejo polja **gg*, seveda, če so ta polja različna od NULL. Potem sprosti še **gg* in ga postavi na NULL.

3.1.2 Pretvarjanje koordinat objekta v okenske koordinate

Pretvarjanje koordinat objekta (naravnih ali transformiranih) v okenske koordinate vrši <*static void (*gpwindowcoord) (coord3d point, double *x, double *y)*>, ki je kazalec na eno izmed funkcij, namenjenih za to opravilo. V *point* damo koordinate točke objekta in funkcija nam v *x* in *y* vrne izračunane okenske koordinate te točke. Ob inicializaciji grafičnega sistema je *gpwindowcoord* funkcija *baswindowcoord()*.

Možna je uporaba naslednjih funkcij za pretvorbo:

<*static void baswindowcoord(coord3d point,double *x,double *y)*> povzročI risanje v pravokorni projekciji, vrne skalirani koordinati x in y iz točke *point*.

<*static void eyewindowcoord(coord3d point,double *x,double *y)*> povzročI risanje v perspektivi, vrne skalirani koordinati x in y točke *point*, vendar njuno oddaljenost še pomnoži s faktorjem, ki je obratno sorazmeren oddaljenosti točke *point* v smeri osi z. Pri tem igra pomembno vlogo lokalna spremenljivka *distancefactor*, ki predstavlja razmerje med oddaljenostjo opazovalca od središča grafa in diagonalo grafa.

3.1.3 Transformacije koordinat grafičnih objektov

3.1.3.1 Transformacije koordinat

Za transformaciijo koordinat se uporabljajo funkcije *tipa* <*static void (…) (coord3d original, coord3d transformed)*>, kjer so *original* originalne koordinate, v *transformed* pa se zapišejo transformirane koordinate. Prostor za transformirane koordinate mora biti v celoti alociran. Vsi parametri transformacij so v ustreznih lokalnih spremenljivkah.

<*static void (*gotransfcoord) (coord3d,coord3d)*> je kazalec na funkcijo, ki se v danem trenutku uporablja za transformacijo koordinat.

<*static void transfcoordsimp(coord3d original, coord3d transformed)*> je funkcija za enostavno transformacijo koordinat, kjer imamo podan azimut in polarni kot pogleda na grafične objekte. Funkcija uporablja parametre transformacije, ki so v lokalni spremenljivki *trsimp*.

<*static void transfcoordsimpscale(coord3d original, coord3d transformed)*> transformira podobno kot *transfcoordsimp()*, le da hkrati opravi še skaliranje koordinat v smereh osi x, u in z za faktorje *xscale*, *yscale* in *zscale*, ki so lokalne spremenljivke modula.

<*static void (*gotransfcoord) (coord3d,coord3d)*> je kazalec na funkcijo, ki se trenutno uporablja za transformacijo koordinat. Na začetku je postavljen na *transfcoordsimp()*.

<*static void transformgoprimitive(goprimitive gp)*> je funkcija, ki pretransformira koordinate grafičnega primitiva *gp* s pomočjo funkcije, na katero kaže *gotransfcoord*. Funkcija sama alocira prostor za transformirane koordinate primitiva, če je to potrebno. Po transformaciji funkcija postavi vrednost *gp->dp* na povprečno vrednost koordinat z vseh točk primitiva (po potrebi pred tem alocira prostor za **gp->dp*).

<*static void (*gotransfprimitive) (goprimitive)*> je kazalec na funkcijo, ki se uporablja za transformacijo koordinat grafičnih primitivov. Na začetku kaže na *transformgoprimitive()*, ki je zaenkrat tako edina funkcija za transformacijo koordinat grafičnega primitiva.

<*void gotransfgroup(gogroup gg)*> pretransformira koordinate vseh grafičnih primitivov, ki so vsebovani v skupini *gg* in njenih podskupinah, s pomočjo funkcije, na katero kaže *gotransfprimitive*.

<*void gotransfstack(stack st)*> pretransformira koordinate vseh grafičnih primitivov, ki so na skladu *st*, s pomočjo funkcije, na katero kaže *gotransfprimitive*.

3.1.3.2 Nastavitev načina pretvorbe koordinat

Pretvorba naravnih koordinat objektov v okenske poteka prek dveh stopenj. Najprej se izračunajo transformirane koordinate objekta, za kar se uporabi funkcija, na katero kaže *gotransfcoord*. Nato se transformirane koordinate pretvorijo v okenske. Pretvorba prvotnih koordinat v transformirane in iz transformiranih v okenske je odvisna od funkcij, ki se za to uporabljajo, in od lokalnih spremenljivk, ki določajo parametre pretvorbe.

Funkcije za nastavitev parametrov, ki vplivajo na pretvorbo naravnih koordinat grafičnih objektov v okenske, so oblike <*void gosettransf…(…)*>. Zadnji del imena določa vrsto pretvorb naravnih koordinat v transformirane in the v okenske, argumenti pa so parametri transformacije iz naravnih koordinat v transformirane. Parametri, ki doočajo pretvorbo transformiranih koordinat v okenske, niso podani kot argumenti the funkcij, ampak se nastavijo posebej. V vseh primerih so to meje grafičnih objektov v koordinatah, v katerih se bodo izrisali (naravne ali transformirane) in meje območja v oknu, kamor naj se izriše vse iz grafa. Poleg the so lahko še drugi parametri, na primer razdalja od središča grafa do opazovalca.

Funkcije za nastavitev pretvorb koordinat so:

<*void gosettransfsimp(double fi, double theta)*>: Funkcija za transformacijo koordinat postane *transfcoordsimp()*. *fi* in *theta* sta azimut in polarni kot položaja opazovalca glede na središče grafa. Lokalna spremenljivka, ki določa transformacijo, je *trsimp*. Funkcija za pretvorbo v okenske koordinate postane *baswindowcoord()*.

<*void gosettransfsimpscale(double fi, double theta*)>: Vse je podobno kot pri funkciji *gosettransfsimp()*, le da se koordinate pri transformaciji v različnih smereh še skalirajo glede na vrednosti lokalnih spremenljivk *xscalingfactor*, *yscalingfactor* in *zscalingfactor*. Zato se za transformacijo koordinat uporablja funkcija *transfcoordsimpscale()*.

<*void gosettransfeyesimp(double fi, double theta)*>: Podobno kot pri funkciji *gosettransfsimp()*, le da se koordinate objekta pretvorijo v okenske koordinate tako, da se objekt vidi v perspektivi. Za transformacijo koordinat se uporablja funkcija *transfcoordsimp()*, za pretvorbo v okenske koordinate pa funkcija <*eyewindowcoord()*>.

<*gosettransfeyesimpscale*(double fi, double theta)>: Pri transformaciji se koordinate različno skalirajo v različnih smereh, pri pretvorbi v okenske koordinate pa se uporabi perspektiva. Za transformacijo koordinat se uporablja funkcija *transfcoordsimpscale()*, za pretvorbo v okenske koordinate pa funkcija <*eyewindowcoord()*>.

3.1.3.2.1 Lokalne spremenljivke

<*static _transfsimptype trsimp*> Vsebuje nastavitve za enostavno transformacijo koordinat.

<*static double xscalingfactor=1,yscalingfactor=1,zscalingfactor=0.6*> so faktorji, s katerimi se množijo koordinate pri skaliranju. Uporabljajo se v funkcijah za transformacijo koordinat, ki vključujejo tudi skaliranje.

3.1.4 Funkcije za risanje grafičnih objektov

3.1.4.1 Funkcije za nastavitev lastnosti osnovnih grafičnih objektov

Te funkcije služijo za hkratno nastavitev vseh lastnosti za določeno skupino tipov osnovnih grafičnih objektov. Mišljeno je osnovnih na nivoju modula **intfc.c**, ne osnovnih na nivoju modula **gro.c**, kjer so osnovni grafični objekti vsi tisti, ki jih predstavimo z grafičnimi primitivi. Takšni objekti se pri risanju lahko izrišejo iz več osnovnih objektov na nivoju modula **intfc.c**. Tako je na primer primitiv "zapolnjen obrobljen štirikotnik", ki je na nivoju gro.c osnovni objekt, pri risanju (ki se dogaja na nivoju intfc.c) sestavljen iz ene štirikotne ploskve in enega štirikotnika iz črt.

Omenjene funkcije nastavijo lastnosti grafičnih objektov glede na posevej za to namenjene strukture, katerih tip je odvisen od skupine tipovosnovnih objektov. Nastavitve se odražajo v sistemu **grint.c** in ostanejo v veljavi, dokler niso povožene z drugačnimi nastavitvami. Zaenkrat obstajajo tri skupine osnovnih objektov, za katere lahko vse lastnosti grupiramo v takšne strukture, in sicer črte (tem ustreza tip *golinesettings*), ploskve (ustrezen tip je *gofillsettings*) in tekst (ustrezen tip je *gotextsettings*).

Dotične funkcije so:

- <*static void setlinesettings(golinesettings ls)*> nastavi nastavitve za risanje črt, kot so v *ls*.
- <*static void setfillsettings(gofillsettings fs)*> nastavi nastavitve za risanje ploskev, kot so v fs.
- <*static void settextsettings(gotextsettings ts)*> nastavi nastavitve za risanje teksta, kot so v ts.

3.1.4.2 Funkcije za osvetljevanje objektov

v IGS imamo možnost osvetljevanja grafičnih objektov z lučmi, ki so razporejene po prostoru. Zaenkrat je implementirano osvetljevanje z difuzno svetlobo in z neskončno oddaljenimi svetili.

3.1.4.2.1 Spremenljivke

3.1.4.2.1.1 Difuzna svetloba

<*static _truecolor intdifuselight*> - intenziteta difuzne sbetlobe.

3.1.4.2.1.2 Neskončno oddaljena svetila

<*static stack intfarlights*> - sklad, ki vsebuje intenzitete neskončno oddaljenih svetil.
<*static stack dirfarlights*> - sklad, na katerem so smeri neskončno oddaljenih svetil.

3.1.4.2.1.3 Splošne spremenljivke

<*static double powfarlighting*> - poteca, s katero se množijo kosinusi vpadnih kotov. Z večanjem te potence udarimo efekt zatemnjevanja zaradi poševnega vpada svetlobe na ploskve.

<*static double lightfactor*> Faktor, s katerim se intenziteta odbite svetlobe površine.

<*static char dolighting*> - Indicira, ali naj se računajo barve grafičnih primitivov glede na definirana svetila (če je enak 1) ali naj se objekti izrišejo v svoji naravni barvi (če je enak 0).

3.1.4.2.2 Funkcije

3.1.4.2.2.1 Funkcije za kontrolo skupne intenzitete svetlobe svetil in kontrasta

<*void godolighting(char dl)*> Preklaplja med načinom, pri katerem se upoštevajo svetila (*dl*=1) in načinom, pri katerem se ne (*dl*=0). <*double gogetlightfactor(void)*> vrne vrednost lokalne spremenljivke *lightfactor*, s katero se množi izračunana intenziteta odbite svetlobe pri risanju. <*void gosetlightfactor(double factor)*> postavi lokalno spremenljivko *lightfactor* na vrdnost *factor*. <*void goupdatelightfactor(double factor)*> Najprej postavi lokalno spremenljivko *lightfactor* na recipročno vrednost največje vsote ene komponente barve po intenzitetah vseh svetil, nato pa jo še pomnoži z vrednostjo *factor*.

<*double gogetpowfarlighting(void)*> vrne vrednost lokalne spremenljivke *powfarlighting*, ki določa potenco, s katero se potencirajo kosinusi vpadnih kotov pri računanju osvetljenosti objektov. Če je vrednost te sspremenljivke večja, je bolj izrazit efekt senčenja. Vrednost te spremenljivke nastavimo s funkcijo S povečanjem te spremenljivke poudarimo efekt senčenja. To storimo s funkcijo <*void gosetpowfarlighting(double pw)*>.

3.1.4.2.2.2 Dodajanje luči in računanje barve odbite svetlobe

S funkcijo <*void gosetdifuselight(double red,double green,double blue)*> dodamo difuzno svetlobo (to je razpršena svetloba, ki prihaja enakomerno z vseh strani) zi intenzitetamo komponenr *red*, *green* in *blue*. S funkcijo <*void gosetfarlight(double red,double green,double blue,double xdir,double ydir,double zdir)*> dodamo neskončno oddaljen vir svetlobe v smeti (*xdir,ydir,zdir*) z jakostjo komponent *red*, *green* in *blue*.

Funkcija <*static calclightintensity(stack coord,truecolor original,truecolor calc)*> izračuna barvo svetlobe, odbite nagrafičnem objektu, glede na definirane luči. *coord* je sklad koordinat objekta, *original* je naravna barva objekta, v *calc* pa se zapiše izračunana barva svetlobe, ki se odbije od objekta.

Pri ploskvah (če sta na skladu *coord* več kot 2 koordinati) se izračuna intenziteta komponent odbite svetlobe po formuli

$$I' = I^0\left(I^{difuse} + \sum_{i=1}^{n_far} I_i^{far}\left(\cos\left(\phi_i^{far}\right)\right)^{powfarlighting} \right),$$

kjer je I^0 komponenta naravne barve objekta, I^{difuse} ustrezna komponenta difuzne svetlobe, n_{far} je število neskončno oddaljenih svetil, I_i^{far} je ustrezna komponenta svetlobe

z *i*-tega neskončno oddaljenega svetila in ϕ_i^{far} je kot, pod katerim pada svetloba na objekt. V funkciji *calclightintensity()* se najprej izračuna sinus tega kota kot

$$\sin\left(\phi_i^{far}\right) = \mathbf{n} \times \mathbf{s}_i^{far} = \frac{\left(\mathbf{p}_2 - \mathbf{p}_1\right) \times \left(\mathbf{p}_3 - \mathbf{p}_1\right)}{\left\|\left(\mathbf{p}_2 - \mathbf{p}_1\right) \times \left(\mathbf{p}_3 - \mathbf{p}_1\right)\right\|} \times \mathbf{s}_i^{far},$$

kjer je $\mathbf{s}_i^{far}$ normirana smer žarka i. oddaljenega svetila, $\mathbf{p}_1$, $\mathbf{p}_2$ in $\mathbf{p}_3$ pa so prve tri koordinate na skladu *coord*. Iz sinusa kota se potem izračuna njegov kosinus kot

$$\cos\left(\phi_i^{far}\right) = \sqrt{1 - \left(\sin\left(\phi_i^{far}\right)\right)^2}.$$

Pri črtah (če sta na skladu *coord* 2 koordinati) se intenziteta izračuna posobno, le da se namesto normale ploskve $\mathbf{n}$ vzame smerni vektor črte ter je zato

$$\sin\left(\phi_i^{far}\right) = \mathbf{n} \times \mathbf{s}_i^{far} = \frac{\left(\mathbf{p}_2 - \mathbf{p}_1\right)}{\left\|\left(\mathbf{p}_2 - \mathbf{p}_1\right)\right\|} \times \mathbf{s}_i^{far}.$$

3.1.4.3 Izris grafičnih primitivov

Vsaka vrsta grafičnega primitiva ima svoje funkcije za izris. V resnici za izris skrbijo kazalci na te funkcije. Definirani so kot <*static void (* gpdraw…) (goprimitive gp)*>, kjer je … ime vrste grafičnega primitiva, na primer <*static void (* gpdrawline) (goprimitive gp)*> je kazalec na funkcijo, ki izriše primitiv tipa (“1”,”0”,”0”) oz. črto. Argument *gp* je primitiv, ki naj se izriše.

Imena, ki se uporabljajo v funkcijah za izris grafičnih primitivov, so razvidna iz Tab. 2.1.

Definirani so naslednji kazalci na funkcije za izris:

```
static void (* gpdrawline) (goprimitive gp)=basgpline;
static void (* gpdrawtriangle) (goprimitive gp)=basgptriangle;
static void (* gpdrawfilltriangle) (goprimitive gp)=basgpfilltriangle;
static void (* gpdrawbordtriangle) (goprimitive gp)=basgpbordtriangle;
static void (* gpdrawpartbordtriangle) (goprimitive gp)=basgppartbordtriangle;
static void (* gpdrawfourangle) (goprimitive gp)=basgpfourangle;
static void (* gpdrawfillfourangle) (goprimitive gp)=basgpfillfourangle;
static void (* gpdrawbordfourangle) (goprimitive gp)=basgpbordfourangle;
static void (* gpdrawpartbordfourangle) (goprimitive gp)=basgppartbordfourangle;
static void (* gpdrawmarker) (goprimitive gp)=basgpmarker;
static void (* gpdrawtext) (goprimitive gp)=basgptext;
```

Zaenkrat je za vsak primitiv definirana le po ena funkcija za izris, in sicer <*static void basgp…(goprimitive gp)*>. Delovanje takšnih funkcij je naslednje:

3.1.4.3.1 Delovanje funkcij za izris posameznih grafičnih primitivov različnih vrst

Kot že rečeno, so imena the funkcij oblike <*static void basgp…(goprimitive gp)*>, kjer je “…” zamenjava za ime vrste primitiva (2. Stolpec v Tab. 2.1). Takšne funkcije zahtevajo kot edini argument grafični primitiv (kazalec tipa *goprimitive*), ki ga izrišejo.

V vsaki takšni funkciji se najprej najdejo koordinate primitiva. Če je statična spremenljivka *drawtransf* različna od 0, se vzamejo transformirane koordinate *gp->transfcoord*,

seveda, če obstajajo, torej, če je ta kazalec različen od NULL in če je na skladu, na katerega kaže, vsaj toliko koordinat, kot jih potrebujemo za primitiv danega tipa. V nasprotnem primeru se za koordinate vzamejo netransformirane koordinate.

Ko imamo koordinate, se dobijo in nastavijo vse nastavitve za risanje osnovnih objektov glede na modul **intfc.c**. Za vse nastavitve se preveri, če obstajajo na samem primitivu (torej, če so ustrezni kazalci *gp->props1* ... *gp->props4* različni od NULL. Od vrste primitiva je odvisno, na kakšne lastnosti naj bi kazal kateri od the kazalcev (glej Tab. 2.2). Če torej nastavitve za dano vrsto grafičnih objektov obstajajo na samem primitivu, se nastavijo te nastavitve s klicem ustreznih funkcij modula **grint.c**. V nasprotnem primeru se poskusijo nastavitve najti na skupini grafičnih objektov, ki vsebuje naš primitiv (kazalec na skupino, ki vsebuje primitiv *gp*, je *gp->grp*). Iz vrste primitiva *gp* je seveda razvidno, kakšne vrste lastnosti potrebujemo. Na skupinah so za lastnosti objektov namenjeni kazalci *(...)->ls1* in *(...)->ls2* (nastavitve za risanje črt), *(...)->fs1* in *(...)->fs2* (lastnosti za risanje ploskev) ter *(...)->ts1* in *(...)->ts2* (lastnosti za risanje teksta). Če je lokalna spremenljivka *dolighting* različna od 0, se barve objektov izračunajo glede na definirane luči, drugače pa se objekti izrišejo v naravih (lastnih) barvah.

Ko so nastavljene vse nastavitve za risanje objektov, se opravi preslikava koordinat primitiva v okenske koordinate, nakar se primitiv izreše s klicem funkcij iz modula **grint.c**.

3.1.4.3.2 Funkcija za izris grafičnega primitiva

<*void godrawprimitive(goprimitive gp)*> Izriše grafični primitiv *gp*. Glede na identifikacijske znake *gp->i1*, *gp->i2* in *gp->i3* kliče funkcije za izris primitivov dane vrste. Razvejitev je zaenkrat izvedena z *if*, v prihodnosti naj bi se preslo na *switch*, ki je hitrejši.

3.1.4.3.3 Izris sklada grafičnih primitivov

<*void godrawstack(stack st)*> po vrsti izriše vse primitive, ki so naloženi na skladu *st*. Za izris kliče

3.1.4.3.4 *gosetdrawtransf()*

<*void gosetdrawtransf(char dt)*> postavi lokalno spremenljivko *drawtransf* na vrednost *dt*. Če je *drawtransf* enak 0, se objekti ne izrisujejo v transformiranih, ampak v originalnih koordinatah.

3.1.4.4 Izris grafičnih objektov v različnih formatih

Na tem mestu so vrinjeni celi moduli za izris grafičnih objektov v različnih formatih (PostScript, DXF in Tcl). Vsebovani so z direktivami #include.

3.1.5 Priprava na risanje

3.1.5.1 Razporeditev grafičnih primitivov na sklad

Pri risanju trodimenzionalnih grafov je pomemben vrstni red, v katerem se izrišejo grafični primitivi pri risanju sestavljenih grafičnih objektov. Primitivi, ki so globlje, semorajo izrisati prej, da jih primitivi bliže mestu opazovalca prekrijejo. To se doseže tako, da se vsi primitivi, ki sestavljajo graf, najprej razvrstijo na sklad, nato sortirajo po globini in se izrišejo po vrstnem redu, v kakršnem so na skladu.

<*void goloadtostack(gogroup gg,stack st)*> potisne vse grafične primitive, ki so vsebovani na skladih *(…)->primitives* skupine *gg* in njenih podskupin v vseh nivojih, na sklad *st*.

<*static int gpcomparedp(void *p1,void *p2)*> je funkcija, primerja grafična primitiva *p1* in *p2* po polju *(…)->dp*. To polje kaže na število tipa double in predstavlja pri grafičnih primitivih povprečno višino (koordinato z) primitiva. Funkcija vrne -1, če je *p1->dp<p2->dp*, drugače pa 1.

<*static int (*gpcompare) (void *,void *) = gpcomparedp*> je kazalec na funkcijo za primerjavo dveh grafičnih primitivov. Funkcija, na katero kaže ta kazalec, se v resnici uporabi pri sortiranju primitivov na skladu s funkcijo *gsortstack()*. *Gpcompare* najprej kaže na *gpcomparedp*.

<*void gosortstack(stack st)*> sortira grafične primitive na skladu *st* glede na funkcijo, na katero trenutno kaže *gpcompare*.

3.1.5.2 Priprava geometrijskih parametrov

<*void preparegraph3dbas(frame3d limits,frame3d frame)*> pripravi geometrijske parametre, ki vplivajo na izris grafičnih objektov, na pretvorbo iz koordinat objekta v okenske koordinate. V *limits* so geometrijske meje tega, kar naj se izriše. V *frame* je okvir v oknu, v katerega naj se izrišejo stvari, ki so v koordinatah objekta znotraj *limits*.

3.1.6 Konstrukcija grafičnih objektov

3.1.6.1 Funkcija goupdatelimits()

Funkcija <*void goupdatelimits(coord3d p,gogroup gg)*> po potrebi razširi meje na *gg->min* in *gg->max* tako, da je točka s koordinatami *p* znotraj the mej.

3.1.6.2 Funkcije za dodajanje grafičnih primitivov

Funkcije vrste *<goadd...(...,coord3d p1,...,stack st,gogroup grp)>* so namenjene za lazje programiranje sestavitve različnih grafičnih objektov. Vsaka takšna funkcija doda nov primitiv dane vrste (ki je odvisna od imena funkcije) na sklad *st*, njegovo matično skupino pa postavi na *grp*. 1. serija argumentov se nanaša na lastnosti, ki so za določeno vrsto primitiva obvezne (na primer znakovni niz pri tekstu), 2. serija pa na koordinate primitiva. Da je zadoščeno pravilom grafičnega sistema IGS, mora biti pri klicu takšnih funkcij *st* enak ali *gr->primitives* ali *gr->extraprimitives*.

Primer:

<goprimitive goaddmarker(coord3d p1,double size,int kind,stack st,gogroup grp)> naredi grafični primitiv, ki predstavlja marker, s koordinato *p1*, velikosti *size*, vrste *kind* in potisne njegov kazalec na sklad *st*, njegovo polje *(...)->grp* pa postavi na *grp*. Pri klicu mora biti *grp* skupina, ki vsebuje sklat *st* (*st* je lahko *grp->primitives* ali *grp->extraprimitives*).