

Osnove virtualnih okruženja

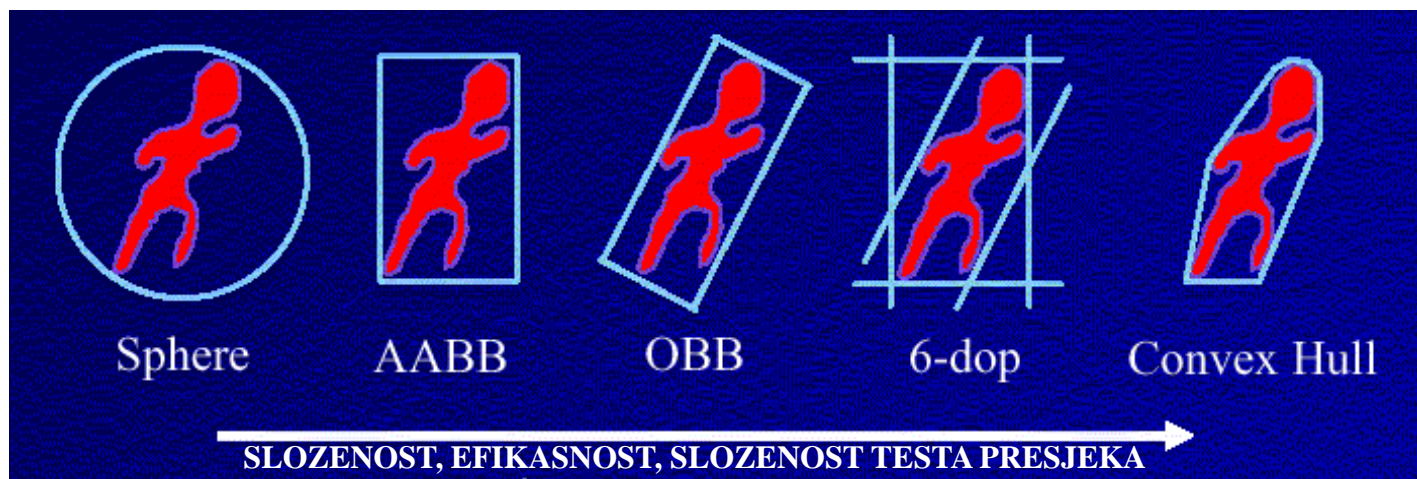
Igor S. Pandžić, Tomislav Pejša

Organizacija scene

- ◆ Uspostavljanje prostornih i drugih odnosa među elementima scene
 - Učinkovitije operacije nad scenom – animacija, iscrtavanje, detekcija sudara,
- ◆ Prostorna organizacija
 - Obujmice
 - Stabla podjele prostora
- ◆ Graf scene
- ◆ Organizacija s obzirom na stanje
- ◆ Formati za zapis scene

Obujmice (engl. bounding volume) (1/2)

- ◆ Jednostavan geometrijski oblik koji obuhvaća složeniji geometrijski skup
 - Kvadar poravnat s koordinatnim osima
 - Općeniti kvadar
 - Kugla, elipsoid
 - Razni sustavi - razne izvedbe

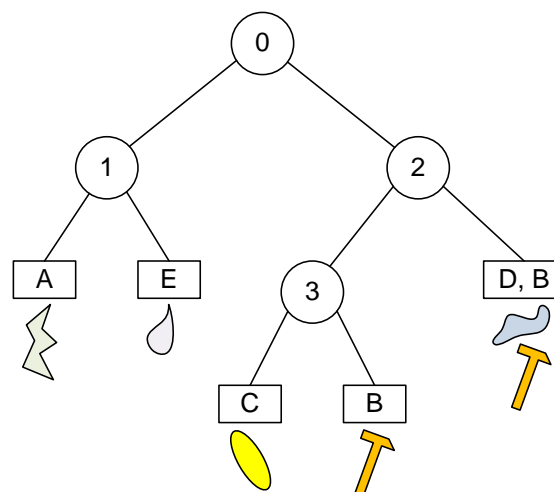
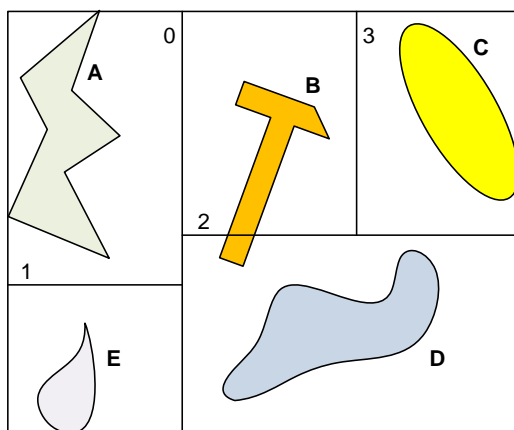


- ◆ Ukoliko obujmica nije u projekcionom volumenu, sigurno ništa u njoj ne treba crtati
 - Provjera je jednostavnija za obujmicu nego za svaki pojedini element unutar nje
 - Na jednakom principu korisne i kod detekcije sudara/presjeka i u drugim primjenama
- ◆ Hijerarhija obujmica

- ◆ Rekurzivna podjela prostora ravninama podjele
- ◆ Račve stabla sadrže ravnine podjele, listovi sadrže geometriju
- ◆ Metode se razlikuju po vrsti ravnina podjele i načinu njihovog odabira
 - BSP stablo (poravnato s osima ili ne)
 - Oktalno stablo

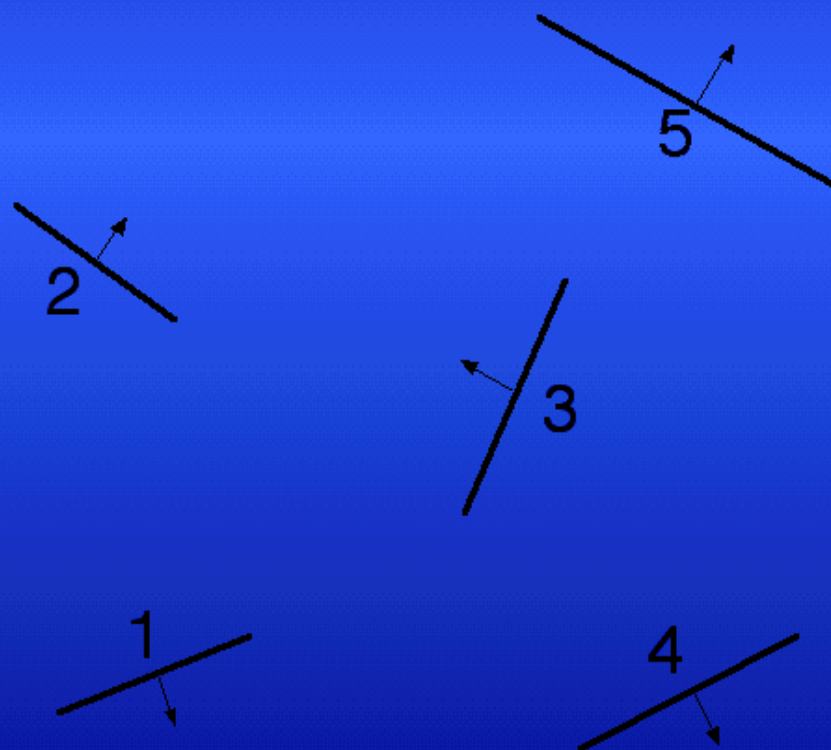
BSP stablo (primjer 1)

- Ravnine podjele poravnate s osima
- Udvostručavanje predmeta u slučaju presjeka
- Odabire se uvijek os dulje stranice kvadra
- Ravnina podjele pomična; minimizira se broj presjeka s predmetima

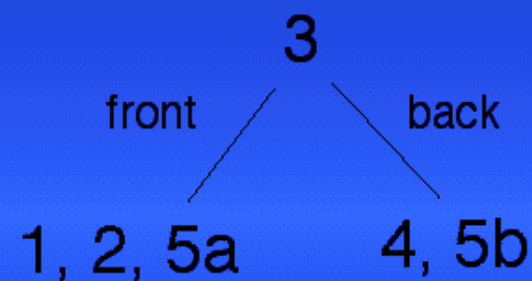
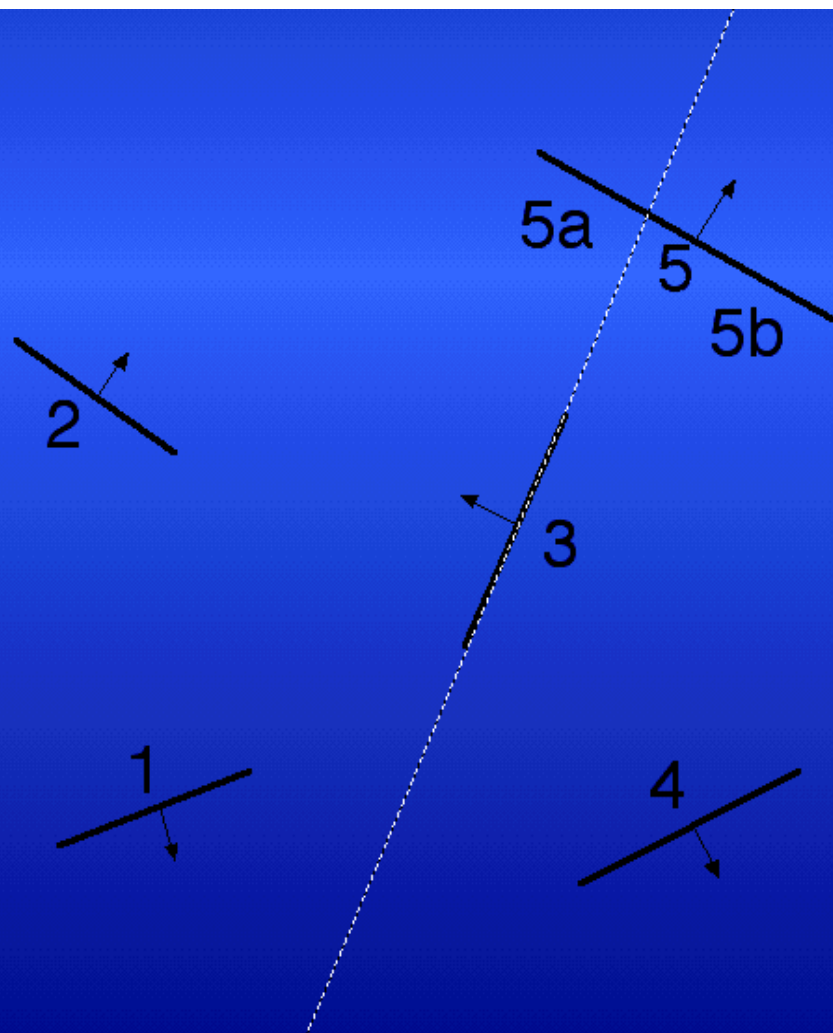


- ◆ Ravnine podjele poravnate s poligonima
- ◆ Postupak:
 - Izaberi jedan poligon, postavi ga na vrh grafa
 - Podijeli scenu na poligone koji su iza i ispred izabranog poligona
 - Svi poligoni koji su iza tvore lijevu stranu grafa, izaberi jednoga od njih i ponovi postupak
 - Svi poligoni koji su ispred tvore desnu stranu grafa, izaberi jednoga od njih i ponovi postupak

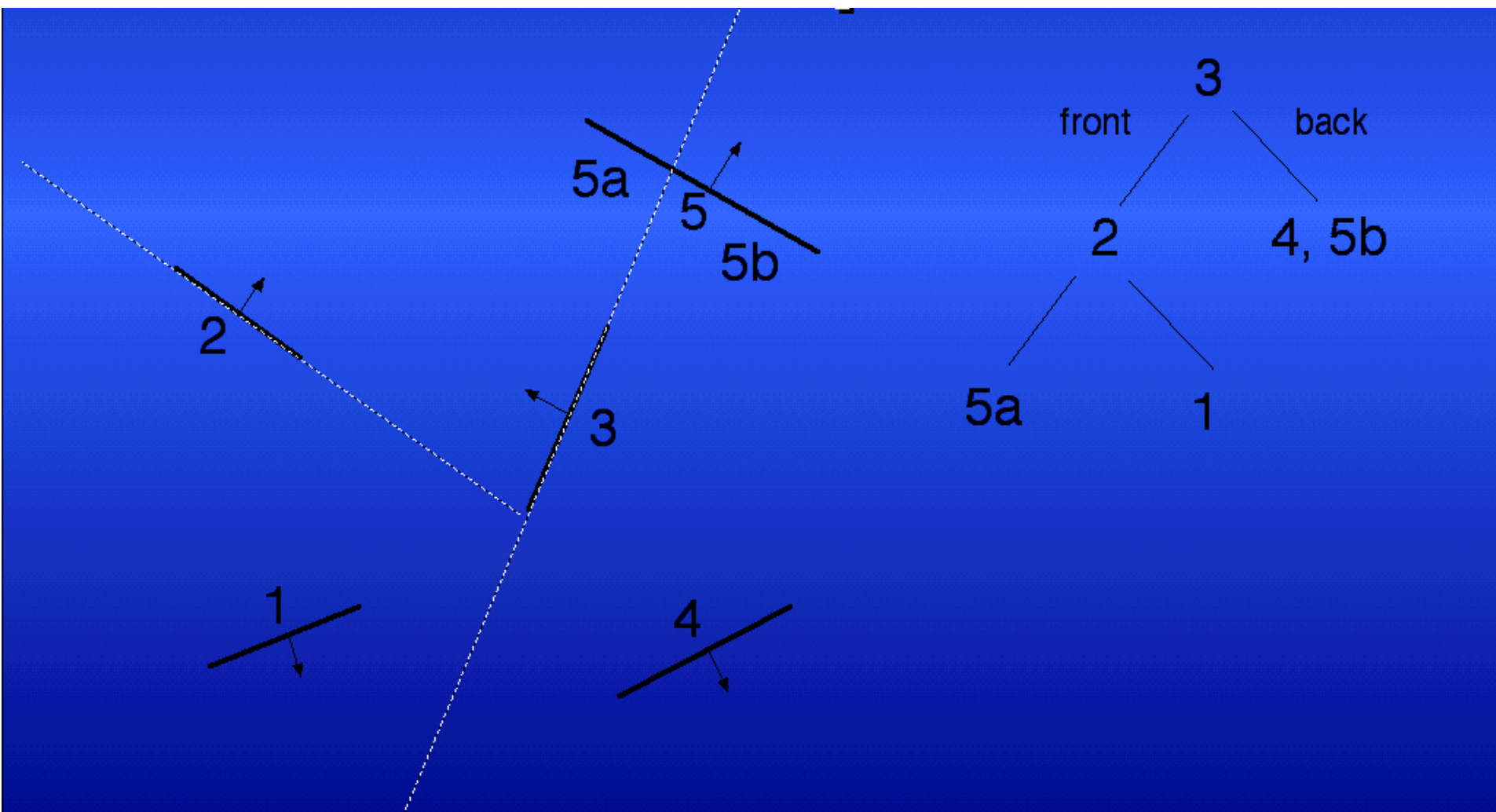
BSP stabla: primjer (1/5)



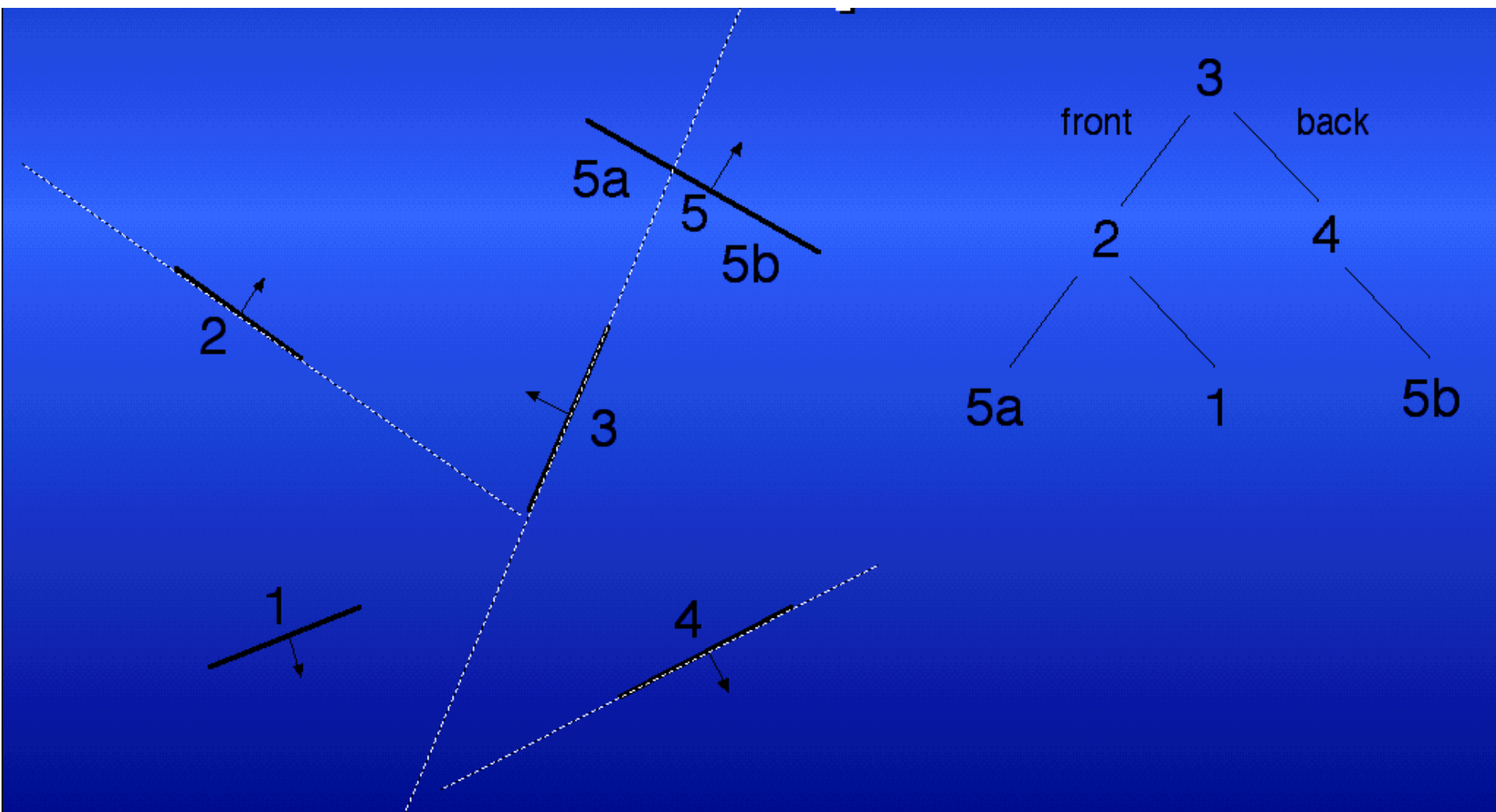
BSP stabla: primjer (2/5)



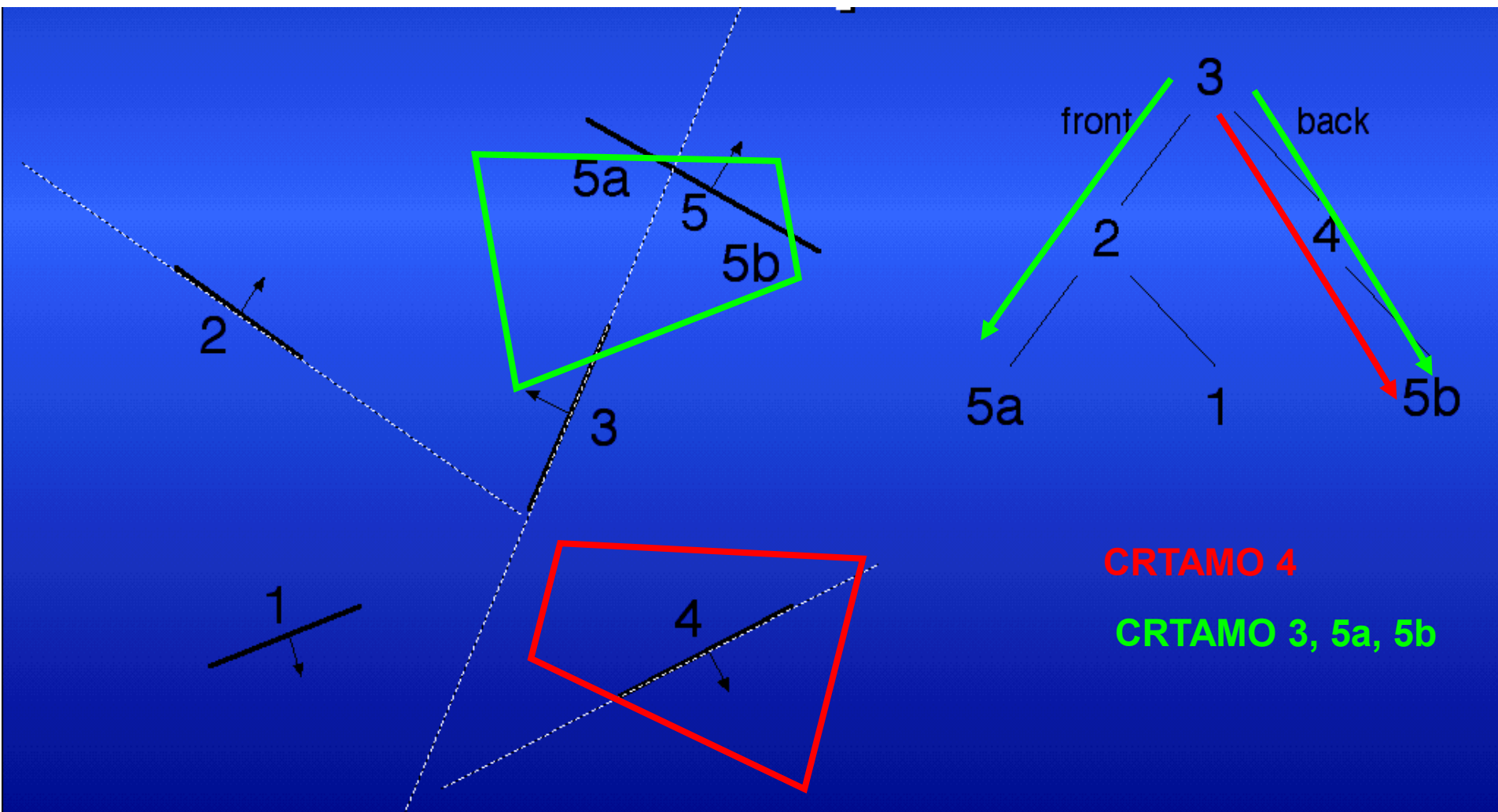
BSP stabla: primjer (3/5)



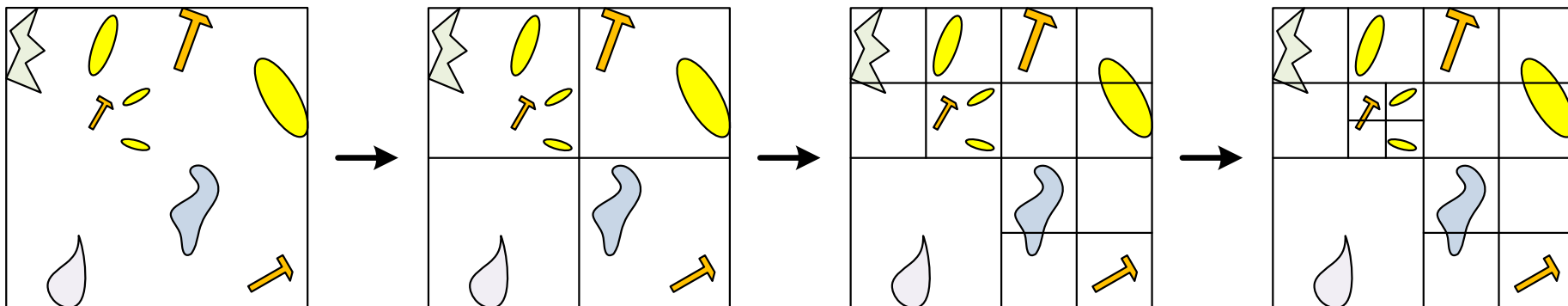
BSP stabla: primjer (4/5)



BSP stabla: primjer (5/5)

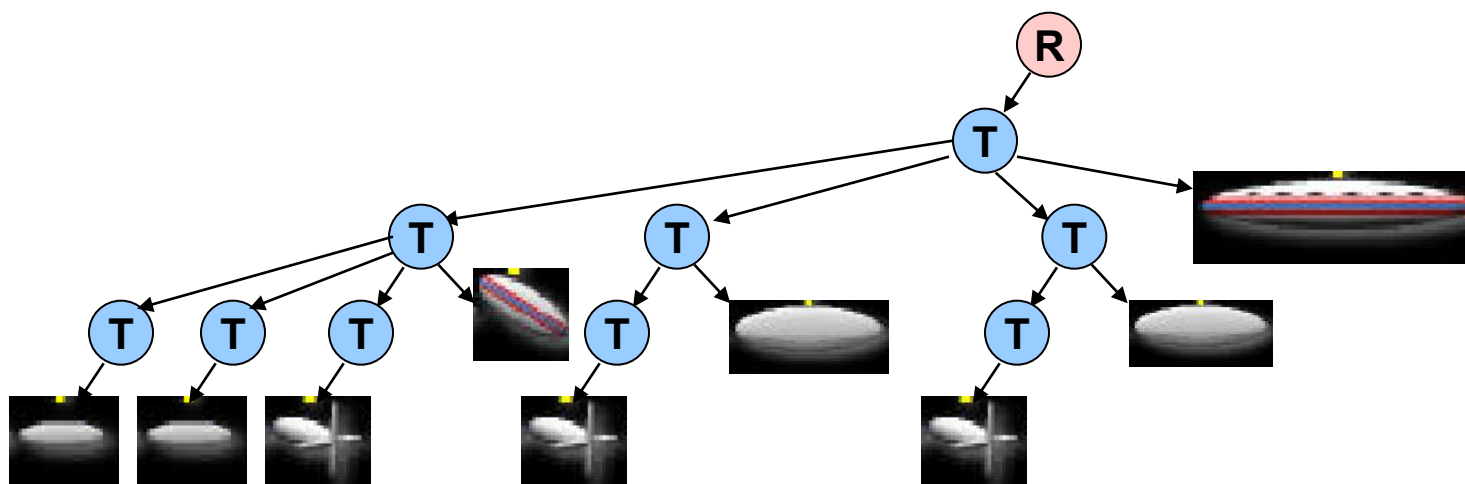
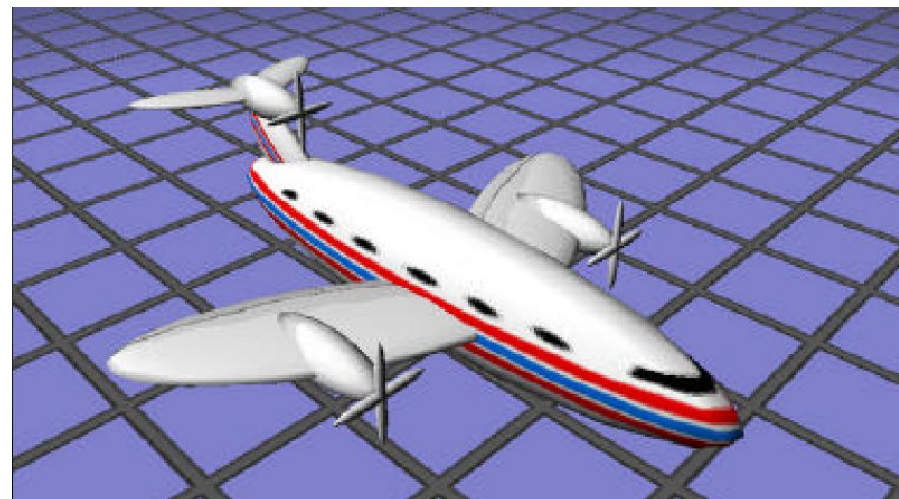
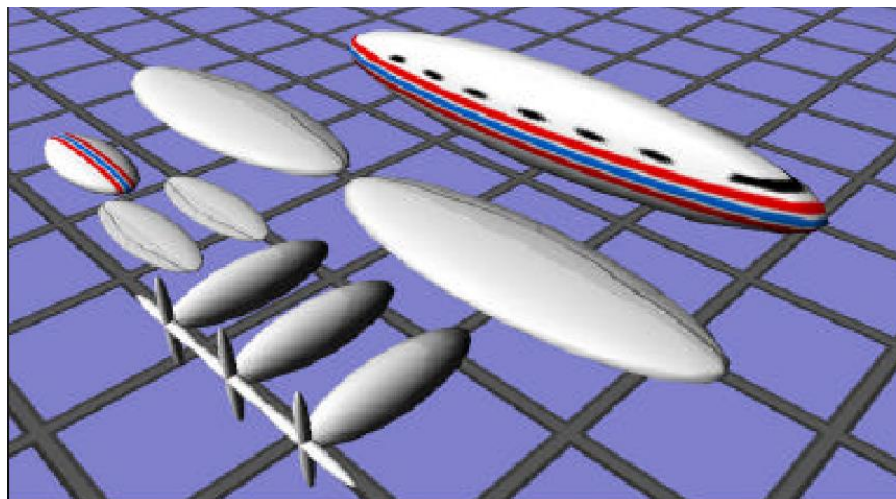


- ◆ Slično BSP stablu poravnatom s osima
- ◆ Istovremeno podjela po sve tri osi
- ◆ Točka podjele uvijek u središtu kvadra
 - Ne moraju se pohranjivati ravnine – jednostavnije od BSP; ali BSP stablo često efikasnije



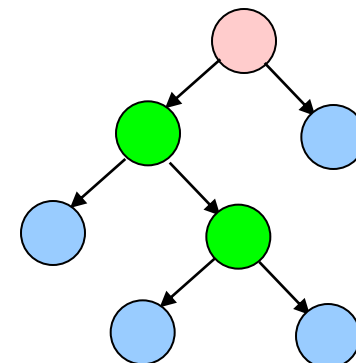
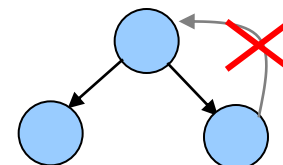
- ♦ Struktura u koju se sprema virtualna scena na organiziran način
- ♦ Čitava scene, ne samo geometrija
- ♦ Formati za zapis obično su u obliku grafa scene
- ♦ Programska sučelja više razine su organizirana oko grafa scene
- ♦ Korisnički orijentirana struktura, stvara se ručno

Graf scene: primjer

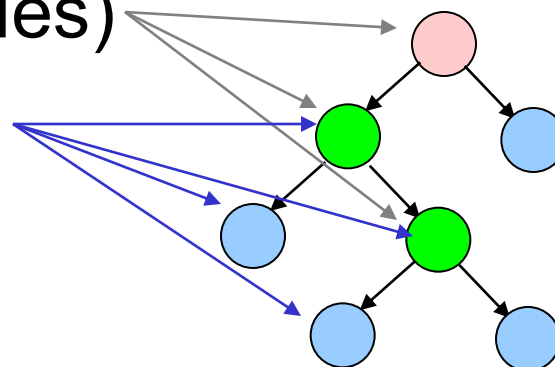


- ◆ Lakša manipulacija dobro organiziranom scenom
- ◆ Omogućava veću brzinu
 - Efikasnije iscrtavanje (manje promjena stanja, tehnike odabira)
 - Efikasnija detekcija sudara
- ◆ Jednostavan i prilično standardiziran koncept
- ◆ Korištenje dobrog sustava (programskog sučelja) za graf scene olakšava rad
 - Sustav se brine za funkcije niže razine
 - Jednostavno sučelje prema protočnom sustavu

- ◆ Aciklički, usmjereni graf (stablo)
- ◆ Sastoji se od čvorova (nodes)
 - ■ Ishodišni čvor(ovi) – korijen (root node)
 - ■ Unutrašnji čvorovi – račve (branch, internal nodes)
 - ■ Vanjski čvorovi - listovi (leaf nodes)



- ♦ Svaki čvor sadrži podatke, ovisno o tipu
- ♦ Osnovni podaci svrstavaju čvorove u graf
- ♦ Čvorovi roditelji (parent nodes)
- ♦ Čvorovi djeca (child nodes)



Korijen (root node)

- ◆ Služi kao dohvatna točka cijele scene ili dijela scene
 - Neki sustavi dozvoljavaju više od jednog korijena
- ◆ Može sadržavati globalne podatke

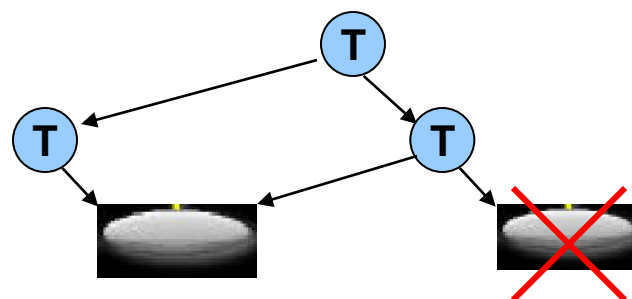
Račve (branch nodes, internal nodes)



Zavod za telekomunikacije

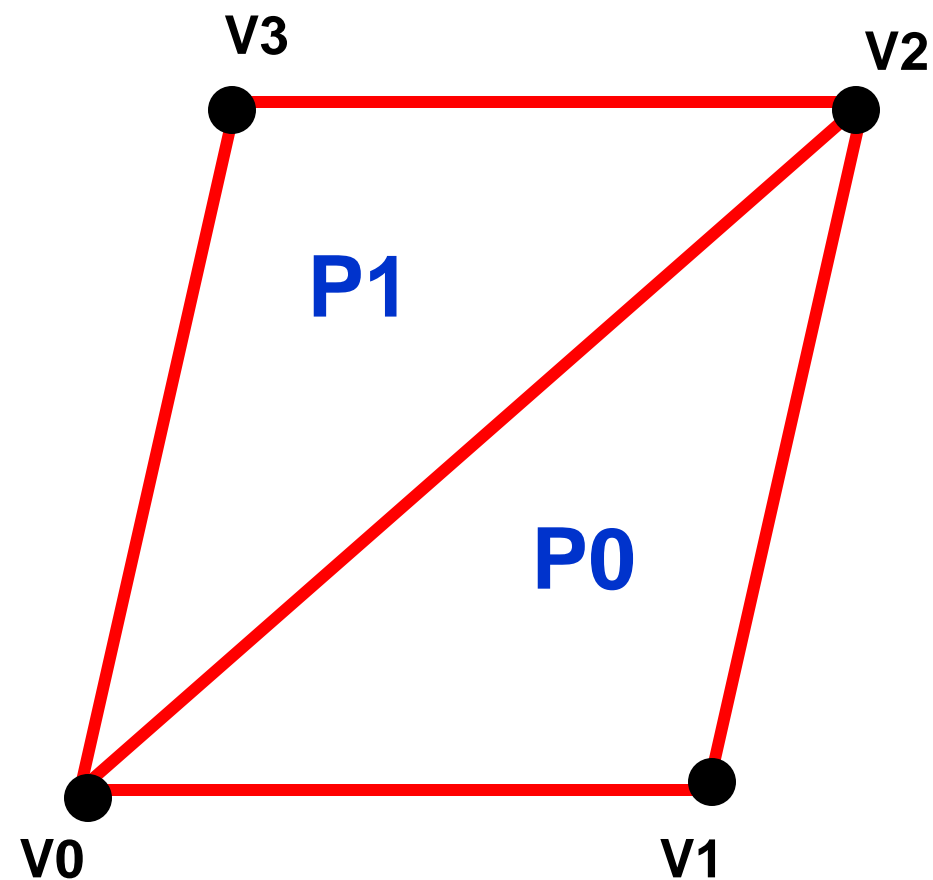
- ◆ Organiziraju scenu u hijerarhiju
- ◆ Sadrže geometrijske transformacije
 - Definiraju lokalne koordinatne sustave
 - Primjer: krila aviona, motor
 - Vrlo praktično za animaciju
- ◆ Više tipova račvi za specijalne funkcije

- ◆ Sadrže sve što se vidi (ili čuje)
 - Uobičajeni skupni naziv: geometrija
- ◆ Mogu biti klonirani
 - Primjer: krila i motori aviona
- ◆ Najčešći tipovi listova
 - Mreža trokuta (engl. triangle mesh)
 - Izvor svjetlosti
 - Kamera



- ◆ Polygon mesh, indexed face set
- ◆ Uz manje razlike, gotovo svi formati i programska sučelja koriste ovakvu osnovnu strukturu
- ◆ Definiraju se vrhovi i poligoni, te eventualno normale, koordinate teksture i boje

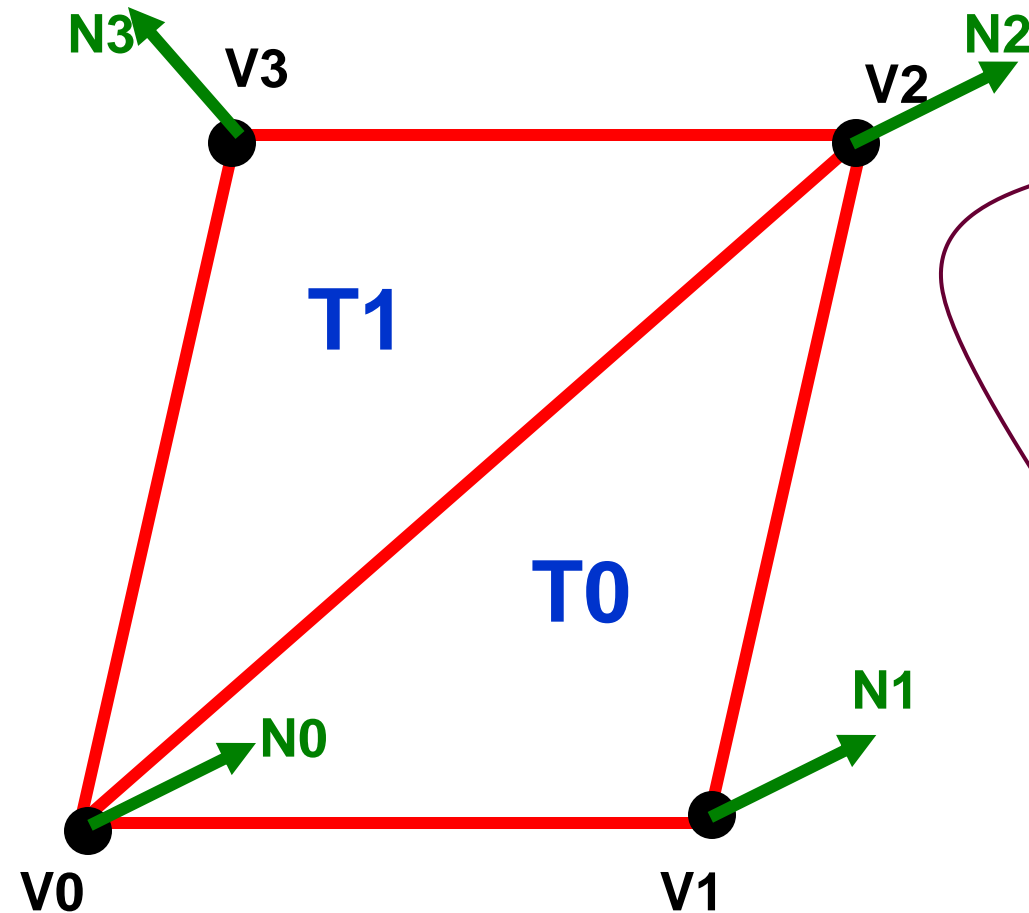
Zapis vrhova i trokuta



BROJ VRHA	KOORDINATE
0	x y z
1	x y z
2	x y z
3	x y z

#T	INDEKS VRHA
0	0 1 2
1	0 2 3

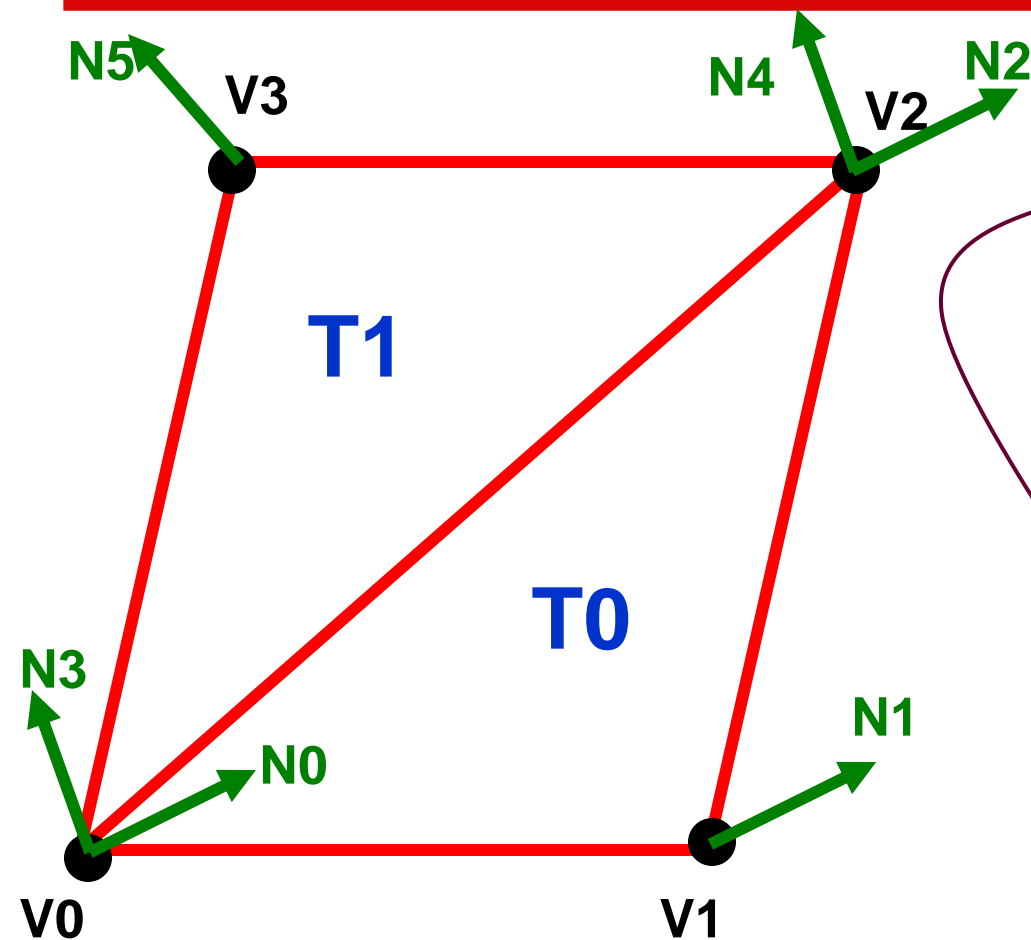
Zapis normala po vrhu (per vertex) (1/2)



# NORMALE	KOORDINATE
0	x y z
1	x y z
2	x y z
3	x y z

#T	INDEKS NORMALE
0	0 1 2
1	0 2 3

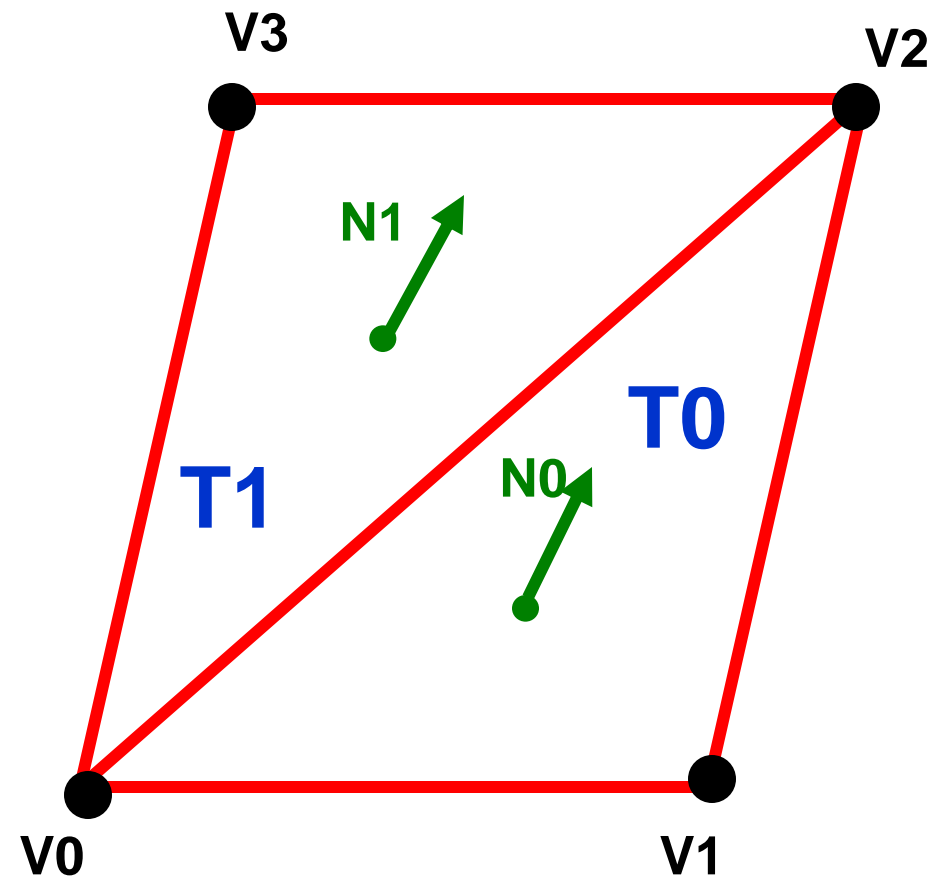
Zapis normala po vrhu (2/2)



# NORMALE	KOORDINATE
0	x y z
1	x y z
2	x y z
3	x y z
4	x y z
5	x y z

#T	INDEKS NORMALE
0	0 1 2
1	3 4 5

Zapis normala po poligonu (per face)



# NORMALE	KOORDINATE
0	x y z
1	x y z

#T	INDEKS NORMALE
0	0
1	1

- ◆ Boje su izborne
 - Ako se koristi boja, ona se direktno primjenjuje, bez računanja osvjetljenja
 - Boje se mogu zapisivati po vrhu ili po trokutu
 - Zapis jednak kao za normale
- ◆ Koordinate teksture se zapisuju ako postoji tekstura
 - Zapis jednak kao za normale, ali uvijek po vrhu

- ◆ Grupa
 - Sadrži jedno ili više čvorova-djece
- ◆ Transformacija
 - Grupa s mogućnošću geometrijske transformacije
 - Pomak, rotacija, veličina
- ◆ Izbornik (switch)
 - Parametrom se bira jedan od čvorova-djece
- ◆ Razina detalja (LOD) (u predavanju o ubrzavanju)
- ◆ Pano (billboard) (u predavanju o specijalnim efektima)

- ◆ Često više modela (čvorova) koristi iste M&T
- ◆ M&T se zapisuju kao zasebni čvorovi/lista
- ◆ Geometrijski čvor se referira na materijal po imenu ili drugom indikatoru
- ◆ Neki sustavi grupiraju čvorove u grafu s obzirom na zajednički materijal

- ◆ Standardni rekurzivni postupak za obavljanje neke operacije na svim čvorovima u sceni
 - Iscrtavanje scene
 - Test presjeka/sudara
 - Traženje pojedinog elementa
 - Pojednostavljivanje scene
 - Razne operacije specifične za pojedine primjene

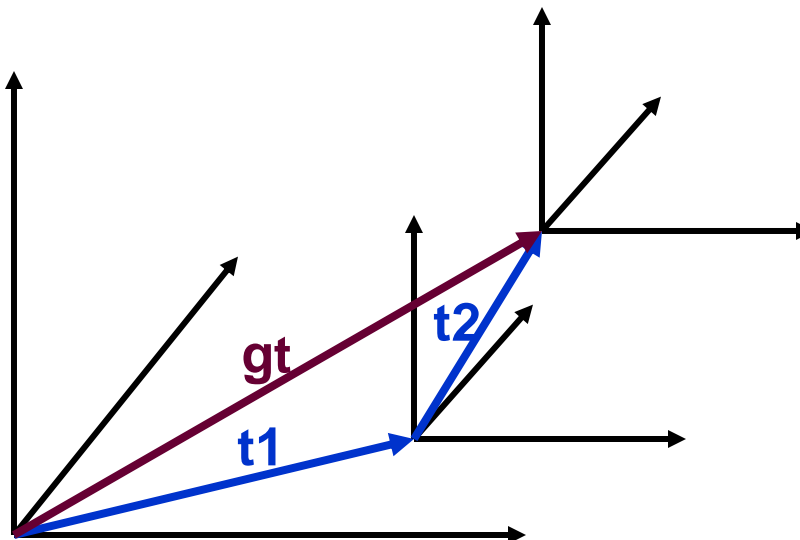
Općeniti rekurzivni prolaz (1/2)

```
process (node, state)
{
    localState = update (node, state); // računanje stanja
    switch (node.type)
    {
        case <XYZ>: // posebna obrada za tip XYZ, npr.
                    // crtanje...

    }
    for (i=0; i < node.numberOfChildren; i++)
    {
        process (node.child[i], localState); // rekurzija
    }
}
```

Općeniti rekurzivni prolaz (2/2)

```
update (node, state)
{
    StateType localState;
    localState.gt = state.gt • node.t; // globalna transf.
    // izračun ostalih parametara stanja, brojčanika i sl.
    return (localState);
}
```



- ♦ Graf scene često se koristi kao hijerarhija obujmica
- ♦ Svakom čvoru grafa pridružuje se obujmica

- ◆ Protočni sustav radi u neposrednom (immediate) načinu rada
 - Šaljem ti poligon, nacrtaj ga sada!
- ◆ Sustav za upravljanje grafom scene se implementira u aplikacijskoj fazi i služi kao sučelje prema protočnom sustavu
- ◆ Sustav za graf scene radi u zadržanom (retained) načinu rada
 - Ovo je moja scena, crtaj je stalno!
- ◆ Graf scene radi na višoj razini, tj. barata složenijim strukturama

- ◆ Pohranjivanje/prijenos cjelokupne 3D scene
 - Predmeti, materijali, svjetla, kamera...
 - Animacija
 - Strukture za organizaciju scene – obujmice, graf scene, stabla podjele prostora itd.
 - Ostali elementi scene specifični za pojedine primjene, npr. fizikalna svojstva predmeta, skripte itd.
 - Interakcija, aplikacijska logika (jezici)

- ◆ Formati programa za modeliranje bogatiji od formata sustava za iscrtavanje
- ◆ Problemi s konverzijama formata
- ◆ Podobnost za prijenos mrežom
 - ASCII ili binarni
 - Kompresija
 - Progresivni prijenos

- ◆ Vlasnički formati
 - 3ds max, Maya, Softimage...
 - Svaki proizvođač ima svoj format
- ◆ Otvoreni formati
 - dotXSI (Softimage)
 - OpenFlight (Multigen)
 - FBX (Autodesk)
- ◆ Standardni formati
 - VRML/X3D
 - MPEG-4
 - Collada