

BRep : structure topologique
Structure "arête ailée" de B.G.Baumgart
Structures "arête-ailée" : WEF et WEV
Structure "Quad-edge"
Structure "demi-arête" de M. Mantyla
Structure "arête radiale" de K. Weiler
CGAL : Structure "demi-arête" de L.Kettner

Représentations par frontières (BRep.): réalisations

Stefka GUEORGUIEVA
stefka.gueorguieva@labri.fr

Plan

- 1 BRep : structure topologique
- 2 Structure "arête ailée" de B.G.Baumgart
- 3 Structures "arête-ailée"
- 4 Structure "Quad-edge"
- 5 Structure "demi-arête" de M.Mantyla
- 6 Structure "arête radiale" de K. Weiler
- 7 CGAL : Structure "demi-arête" de L.Kettner

BRep : structure topologique

Structure "arête ailée" de B.G.Baumgart

Structures "arête-ailée" : WEF et WEV

Structure "Quad-edge"

Structure "demi-arête" de M. Mantyla

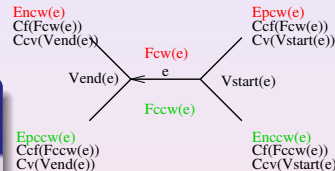
Structure "arête radiale" de K. Weiler

CGAL : Structure "demi-arête" de L.Kettner

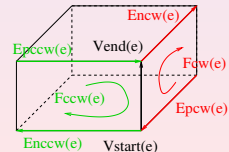
Éléments de base et relations de voisinage

Orientations : Cw ("clockwise") et Ccw ("counterclockwise")

- Arête-Sommet $Vstart(e)$ et $Vend(e)$
- Arête-Arête : (préc.) $Ccf(Fcw(e))$, $Ccf(Fccw(e))$ et (suiv.) $Cf(Fcw(e))$ et $Cf(Fccw(e))$
- Arête-Face : $Fcw(e)$ et $Fccw(e)$



Edge Wings



BRep : structure topologique
Structure "arête ailée" de B.G.Baumgart
Structures "arête-ailée" : WEF et WEV
Structure "Quad-edge"
Structure "demi-arête" de M. Mantyla
Structure "arête radiale" de K. Weiler
CGAL : Structure "demi-arête" de L.Kettner

Winged Edge [B.G.Baumgart, 1972]

STANFORD ARTIFICIAL INTELLIGENCE PROJECT

MEMO AIM-179

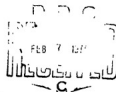
STAN-CS-320

AD755141

WINGED EDGE POLYHEDRON REPRESENTATION

BY

BRUCE G. BAUMGART

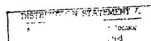


SUPPORTED BY

ADVANCED RESEARCH PROJECTS AGENCY

ARPA ORDER NO. 457

OCTOBER 1972



Approved for
NATIONAL TECHNICAL
INFORMATION SERVICE
1-800-352-3331
GPO : 1972-337-141

COMPTON ELECTRONIC SYSTEMS

BRep : structure topologique
 Structure "arête aillée" de B.G.Baumgart
 Structures "arête-ailée" : WEF et WEV
 Structure "Quad-edge"
 Structure "demi-arête" de M. Mantyla
 Structure "arête radiale" de K. Weiler
 CGAL : Structure "demi-arête" de L.Kettner

Winged Edge [B.G.Baumgart, 1972]

Figure 1.6
 FACE PERIMETER - a face is surrounded by edges and vertices.

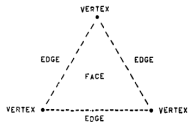


Figure 1.7
 VERTEX PERIMETER - a vertex is surrounded by edges and faces.

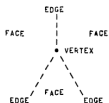


Figure 1.8
 EDGE PERIMETER - an edge is surrounded by 2 faces & 2 vertices.



Figure 2.1 - BASIC NODE STRUCTURE.

BODY-BLOCK	FACE-BLOCK	EDGE-BLOCK	VERTEX-BLOCK
-3, dprt, cop, prt	-3,	-3, XMC	-3, XMC
-2,	-2,	-2,	-2, YMC
-1,	-1,	-1,	-1, ZMC
0, type	0, type	0, type	0, type
+1, nface, pface	+1, nface, pface	+1, nface, pface	+1, type
+2, ned, ped	+2, ped	+2, ned, ped	+2, ped
+3, nvt, pvt	+3,	+3, nvt, pvt	+3, nvt, pvt
+4,	+4,	+4, ncw, pcw	+4,
+5,	+5,	+5, ncw, pcw	+5,
+6,	+6,	+6,	+6,
5 words	2 words	6 words	5 words

Figure 2.2 - THE WINGED EDGE,
 (As viewed from the exterior of a solid).

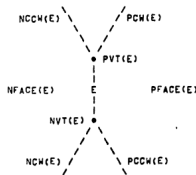
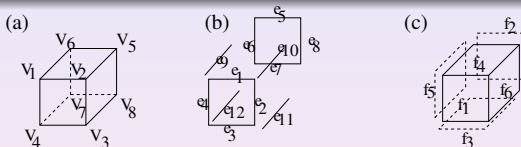


Figure 2.3 - AN ACTUAL NODE STRUCTURE - SEPTEMBER 1972,

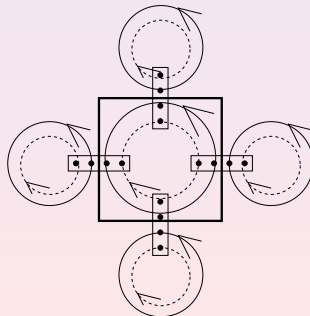
BRep : structure topologique
 Structure "arête ailée" de B.G.Baumgart
Structures "arête-aillée" : WEF et WEV
 Structure "Quad-edge"
 Structure "demi-arête" de M. Mantyla
 Structure "arête radiale" de K. Weiler
 CGAL : Structure "demi-arête" de L.Kettner

Arête-aillée ("Winged Edge Face")



Winged Edge Face

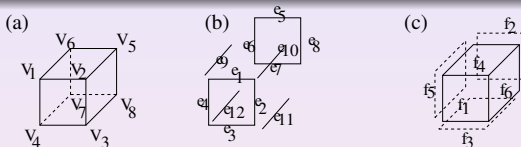
Arête ailée basée
face



"Winged-Edge-Face"

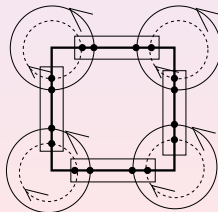
BRep : structure topologique
 Structure "arête ailée" de B.G.Baumgart
Structures "arête-aillée" : WEF et WEV
 Structure "Quad-edge"
 Structure "demi-arête" de M. Mantyla
 Structure "arête radiale" de K. Weiler
 CGAL : Structure "demi-arête" de L.Kettner

Arête-aillée ("Winged Edge Vertex")



Winged Edge
Vertex

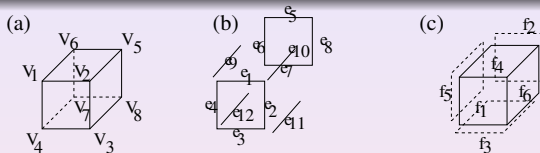
Arête ailée basée
sommet



Winged-Edge-Vertex

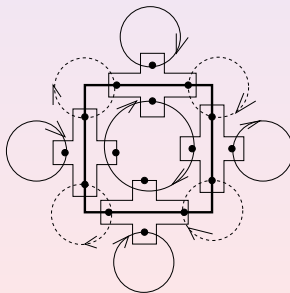
BRep : structure topologique
Structure "arête ailée" de B.G.Baumgart
Structures "arête-aillée" : WEF et WEV
Structure "Quad-edge"
Structure "demi-arête" de M. Mantyla
Structure "arête radiale" de K. Weiler
CGAL : Structure "demi-arête" de L.Kettner

Arête-aillée ("Quad Edge")



Quad Edge

Dualité de la
representation des
relations
Sommet-Face

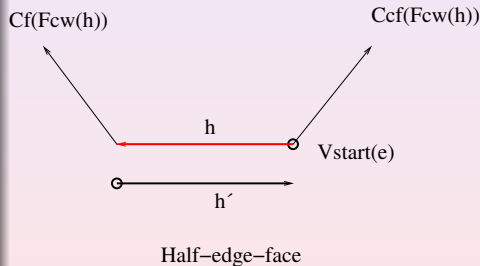


"Quad-Edge"

Demi-arête \leftrightarrow Arête-ailée "Half Edge" \leftrightarrow "Winged Edge"

Half Edge (HE)

- Début : $\text{half-edge}(\text{Vstart}(h))$
- Demi-arête correspondante : $\text{half-edge}(h)$
- Face : $\text{half-edge}(\text{Fcw}(h))$
- Demi-arête préc. : $\text{half-edge}(\text{Ccf}(\text{Fcw}(h)))$
- Demi-arête suiv. : $\text{half-edge}(\text{Cf}(\text{Fcw}(h)))$



BRep : structure topologique
Structure "arête ailée" de B.G.Baumgart
Structures "arête-aillée" : WEF et WEV
Structure "Quad-edge"
Structure "demi-arête" de M. Mantyla
Structure "arête radiale" de K. Weiler
CGAL : Structure "demi-arête" de L.Kettner

Half Edge [M.Mantyla, 1988]

M.Mantyla

"Solid Modeling", CompSciPress,
1988

BRep, HalfEdge

```
typedef float vector[3];  
typedef short Id;  
typedef struct Solid *Solid;  
typedef struct Face *Face;  
typedef struct Loop *Loop;  
typedef struct HalfEdge *HalfEdge;  
typedef struct Edge *Edge;  
typedef struct Vertex *Vertex;  
typedef union Nodes *Node;
```

BRep : structure topologique

Structure "arête ailée" de B.G.Baumgart

Structures "arête-aillée" : WEF et WEV

Structure "Quad-edge"

Structure "demi-arête" de M. Mantyla

Structure "arête radiale" de K. Weiler

CGAL : Structure "demi-arête" de L.Kettner

Half Edge [M.Mantyla, 1988]

Arête

```
struct Edge
{
  HalfEdge eHe1 ;
  HalfEdge eHe2 ;
  Edge nextE ;
  Edge prevE ;
};
```

Brin d'arête

```
struct HalfEdge
{
  Edge HeEdge ;
  Vertex HeVertex ;
  Loop HeLoop ;
  HalfEdge nextHe ;
  HalfEdge prevHe ;
};
```

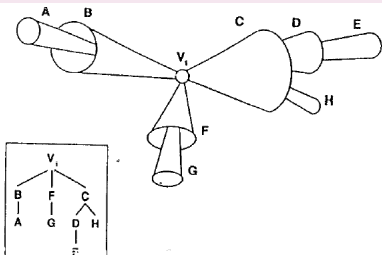
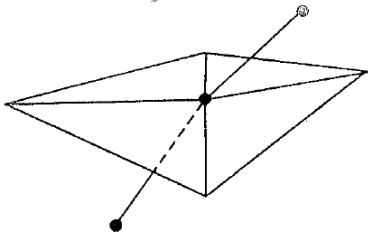
Sommet

```
struct Vertex
{
  Id vNumber ;
  HalfEdge vHalfEdge ;
  vector vCoordinates ;
  Vertex nextV ;
  Vertex prevV ;
};
```

BRep : structure topologique
Structure "arête ailée" de B.G.Baumgart
Structures "arête-aillée" : WEF et WEV
Structure "Quad-edge"
Structure "demi-arête" de M. Mantyla
Structure "arête radiale" de K. Weiler
CGAL : Structure "demi-arête" de L.Kettner

Radial Edge [K.Weiler,1988]

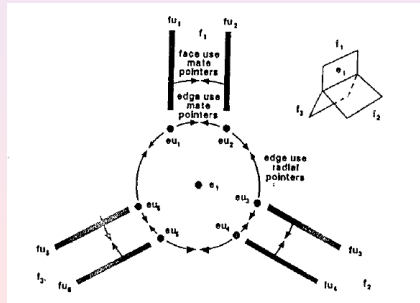
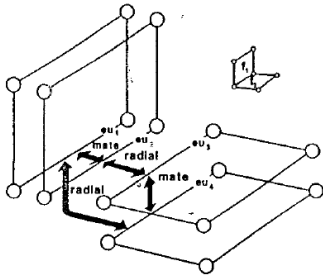
K.Weiler, "The Radial Edge Structure :
A Topological representation for non-manifold boundary modeling",
IFIP 1988 Gauche : Fig.5, Surface de séparation autour d'un
sommet ;
Droite : Fig.6, Arborecence de surfaces de séparations.



BRep : structure topologique
 Structure "arête ailée" de B.G.Baumgart
 Structures "arête-aillée" : WEF et WEV
 Structure "Quad-edge"
 Structure "demi-arête" de M. Mantyla
 Structure "arête radiale" de K. Weiler
 CGAL : Structure "demi-arête" de L.Kettner

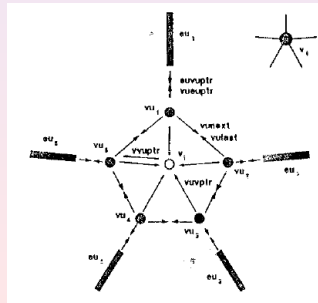
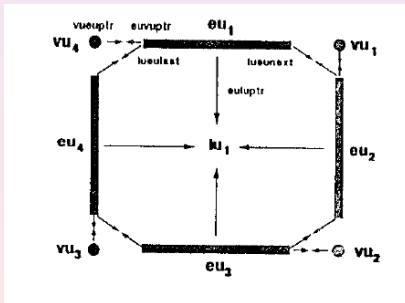
Radial Edge [K.Weiler,1988]

"Arête Radiale", représentation BRep. des solides non-variété :
 Gauche : Fig.8, Deux faces voisines dans une arête ;
 Droite : Fig.9, Trois faces voisines dans une arête.



Radial Edge [K.Weiler,1988]

"Arête Radiale", représentation BRep. des solides non-variété :
 Gauche : Fig.10, Cycle d'arêtes dans un contour d'une face ;
 Droite : Fig.11, Cycle d'arêtes dans un sommet.



CGAL HalfedgeDS

L. Kettner

"Using generic programming for designing a data structure for polyhedral surfaces, 1999

- Computational Geometry Algorithms Library CGAL, <http://www.cs.uu.nl/CGAL>
- <http://doc.cgal.org/latest/HalfedgeDS/>
- <http://doc.cgal.org/latest/Polyhedron/>

CGAL HalfedgeDS

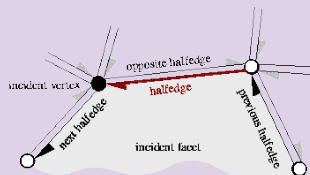
Hiérarchie des niveaux de la création et la manipulation du BR

- 1 Vertex, Halfedge et Facet : composantes
- 2 Halfedge_data_structure : gestion du stockage des composantes
- 3 Polyhedron : interface pour la construction et la manipulation des BRs valides.

BRep : structure topologique
 Structure "arête ailée" de B.G.Baumgart
 Structures "arête-ailée" : WEF et WEV
 Structure "Quad-edge"
 Structure "demi-arête" de M. Mantyla
 Structure "arête radiale" de K. Weiler
 CGAL : Structure "demi-arête" de L.Kettner

CGAL HalfedgeDS

[Kettner99], Fig 7



Vertex
Halfedge_handle halfedge()
Point& point()

Halfedge
Halfedge_handle opposite()
Halfedge_handle next()
Halfedge_handle prev()
Vertex_handle vertex()
Facet_handle facet()

Facet
Halfedge_handle halfedge()
Normal& normal()
Plane& plane()

BRep : structure topologique
Structure "arête ailée" de B.G.Baumgart
Structures "arête-ailée" : WEF et WEV
Structure "Quad-edge"
Structure "demi-arête" de M. Mantyla
Structure "arête radiale" de K. Weiler
CGAL : Structure "demi-arête" de L.Kettner

Construction incrémentale d'un polyèdre : 1/2

```
template <class HDS>
class Build_triangle : public CGAL::Modifier_base<HDS> {
public:
    Build_triangle() {}
    void operator()( HDS& hds) {
        // Postcondition: hds is a valid polyhedral surface.
        CGAL::Polyhedron_incremental_builder_3<HDS> B( hds, true);
        B.begin_surface( 3, 1, 6);
        typedef typename HDS::Vertex    Vertex;
        typedef typename Vertex::Point Point;
        B.add_vertex( Point( 0, 0, 0));
        B.add_vertex( Point( 1, 0, 0));
        B.add_vertex( Point( 0, 1, 0));
    }
};
```

BRep : structure topologique
Structure "arête ailée" de B.G.Baumgart
Structures "arête-ailée" : WEF et WEV
Structure "Quad-edge"
Structure "demi-arête" de M. Mantyla
Structure "arête radiale" de K. Weiler
CGAL : Structure "demi-arête" de L.Kettner

Construction incrémentale d'un polyèdre : 2/2

```
B.begin_facet();  
    B.add_vertex_to_facet( 0);  
    B.add_vertex_to_facet( 1);  
    B.add_vertex_to_facet( 2);  
    B.end_facet();  
    B.end_surface();  
};
```

BRep : structure topologique
Structure "arête ailée" de B.G.Baumgart
Structures "arête-ailée" : WEF et WEV
Structure "Quad-edge"
Structure "demi-arête" de M. Mantyla
Structure "arête radiale" de K. Weiler
CGAL : Structure "demi-arête" de L.Kettner

Travaux pratiques

TdM <3> Représentations de maillages 3D

Wavefront OBJ et VEF