

# MANIPULATION DE SURFACES PARAMETRÉES DANS UN ENVIRONNEMENT IMMERSIF DE TYPE CAVE

# MANIPULATION DE SURFACES PARAMETRÉES DANS UN ENVIRONNEMENT IMMERSIF DE TYPE CAVE

- Présentation du sujet
- Travaux existants
  - Université de Calabre
  - Université de Bologne
  - Université de l'Iowa
  - Université de Palerme
- NURBS
  - Définition et rappel
  - Implémentation
- Virtools
- Difficultés rencontrées
- Conclusion

# MANIPULATION DE SURFACES PARAMETRÉES DANS UN ENVIRONNEMENT IMMERSIF DE TYPE CAVE

- Présentation du sujet
- Travaux existants
  - Université de Calabre
  - Université de Bologne
  - Université de l'Iowa
  - Université de Palerme
- NURBS
  - Définition et rappel
  - Implémentation
- Virtools
- Difficultés rencontrées
- Conclusion

# Présentation du sujet

- Manipulation de NURBS dans un environnement de type CAVE
- Études des différentes métaphore de manipulation
- Mise en place d'une métaphore de manipulation
- Implémentation de surfaces paramétrés

# MANIPULATION DE SURFACES PARAMETRÉES DANS UN ENVIRONNEMENT IMMERSIF DE TYPE CAVE

- Présentation du sujet
- Travaux existants
  - Université de Calabre
  - Université de Bologne
  - Université de l'Iowa
  - Université de Palerme
- NURBS
  - Définition et rappel
  - Implémentation
- Virtools
- Difficultés rencontrées
- Conclusion

# Travaux existants

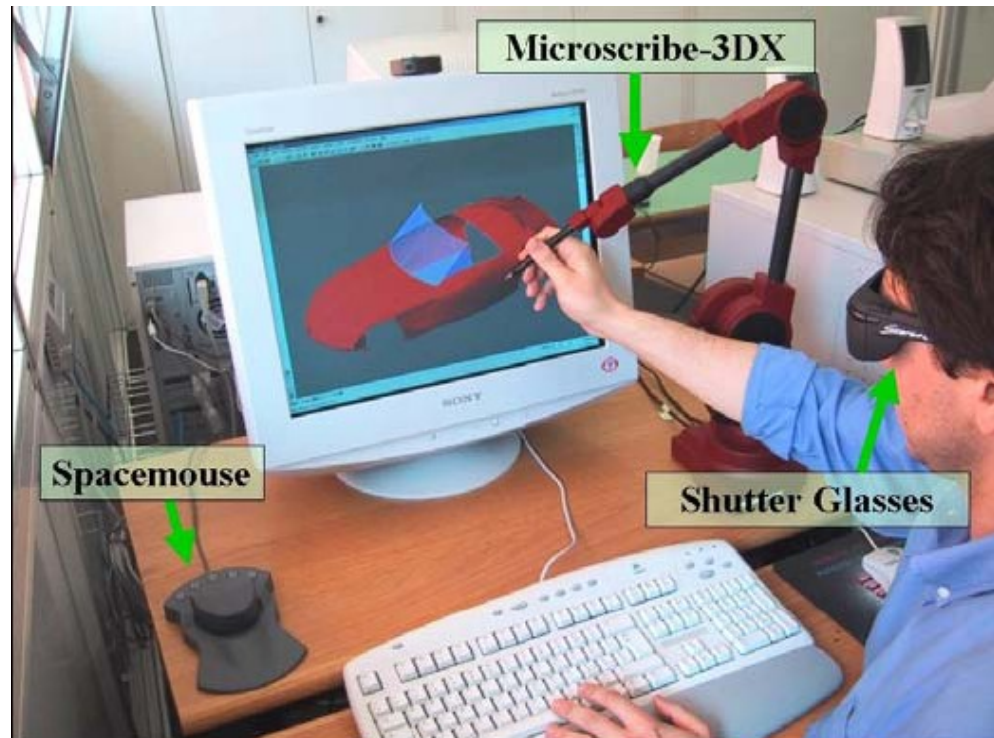
- De nombreux travaux ont été effectués dans le cadre de l'amélioration de la CAD
- En parallèle des travaux en réalité virtuelle, il existe aussi des travaux de réalité augmentée.

# MANIPULATION DE SURFACES PARAMETRÉES DANS UN ENVIRONNEMENT IMMERSIF DE TYPE CAVE

- Présentation du sujet
- Travaux existants
  - **Université de Calabre**
  - Université de Bologne
  - Université de l'Iowa
  - Université de Palerme
- NURBS
  - Définition et rappel
  - Implémentation
- Virtools
- Difficultés rencontrées
- Conclusion

# Università de Calabre

- Conception assisté par réalité virtuelle basé sur le principe d'«over-sketching».
- Utilisation d'un Microscribe-3DX au lieu d'un CAVE
- Ne concerne pas directement la manipulation de NURBS mais reste intéressant pour améliorer la CAD
- Écrit par F. Bruno, M.L. Luchi, M. Muzzupappa et S. Rizzuti



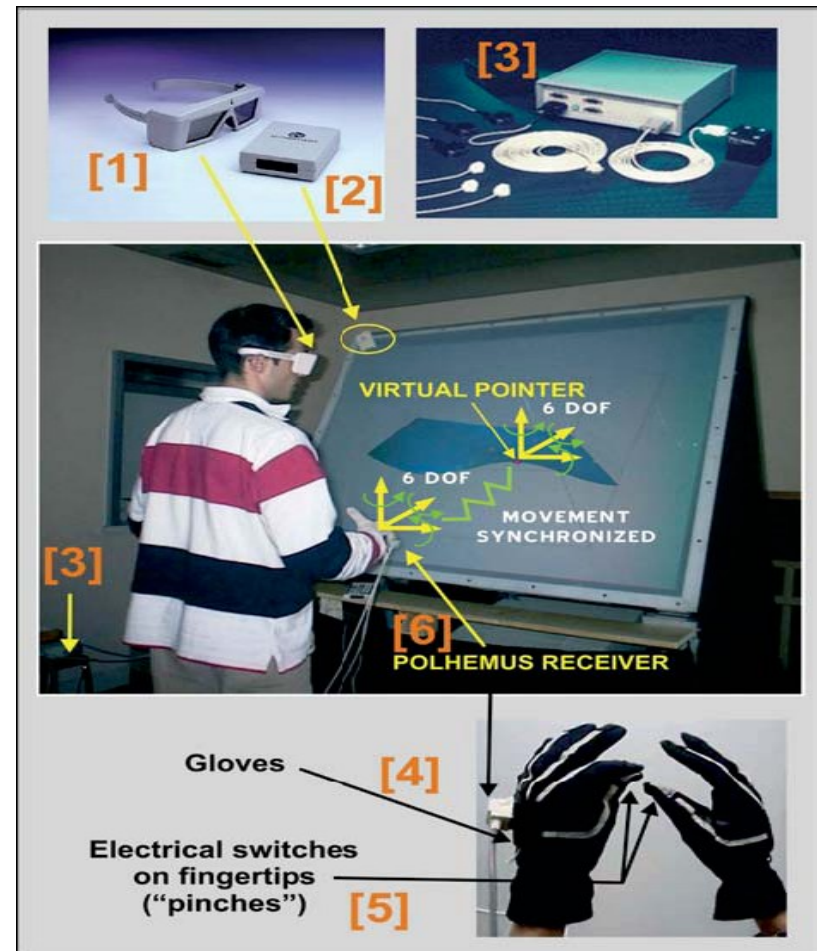


# MANIPULATION DE SURFACES PARAMETRÉES DANS UN ENVIRONNEMENT IMMERSIF DE TYPE CAVE

- Présentation du sujet
- Travaux existants
  - Université de Calabre
  - Université de Bologne
  - Université de l'Iowa
  - Université de Palerme
- NURBS
  - Définition et rappel
  - Implémentation
- Virtools
- Difficultés rencontrées
- Conclusion

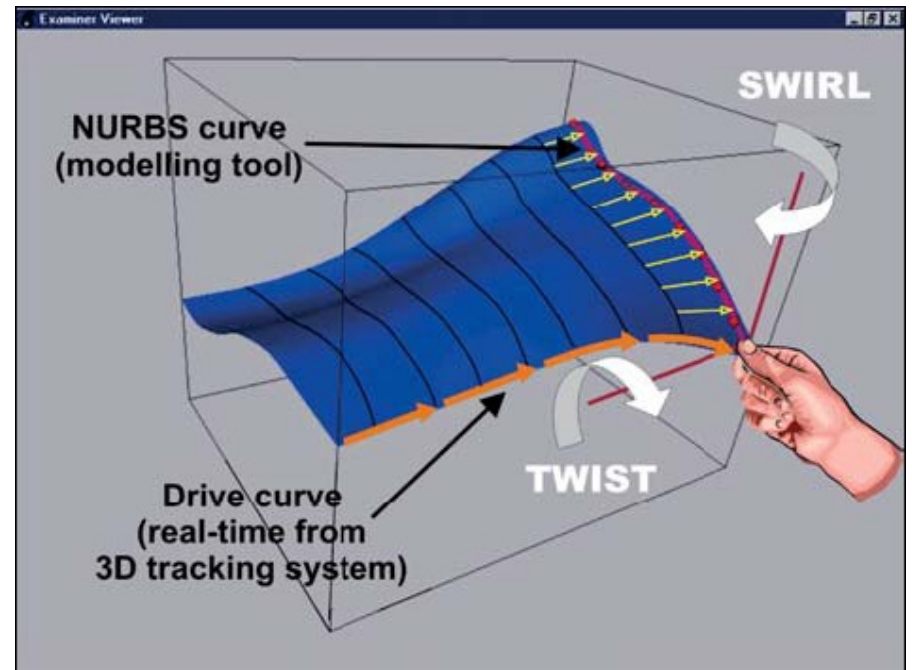
# Université de Bologne

- Manipulation faites avec un « pinch glove » pour une plus grande précision
- Utilisation d'une station de travail plutôt que d'un CAVE



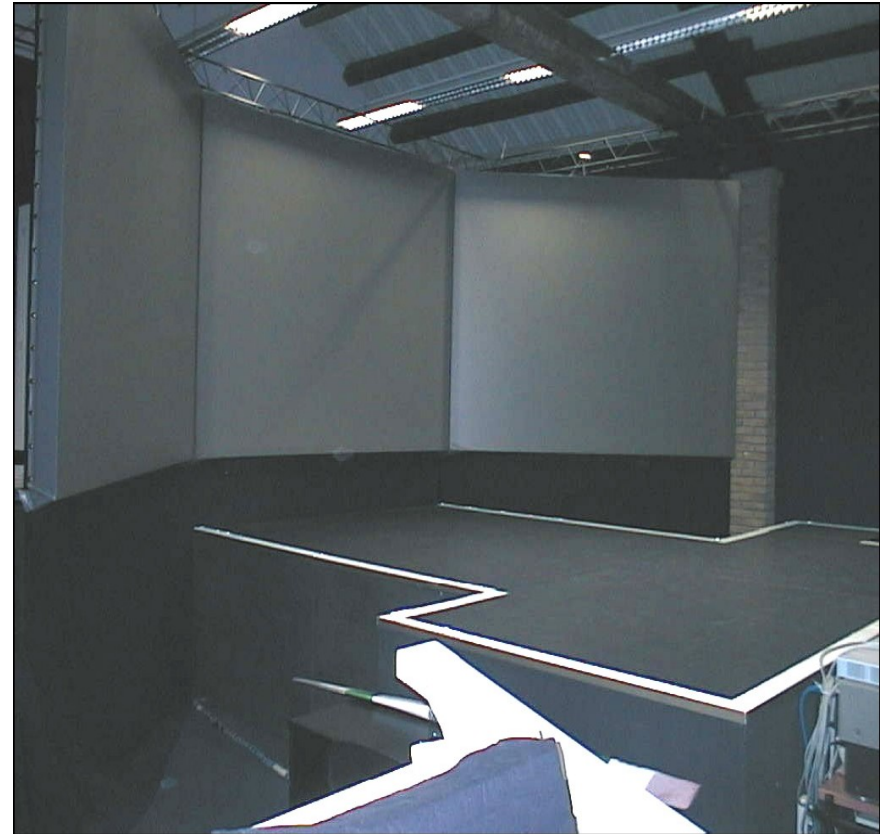
# Université de Bologne

- L'utilisation d'un « pinch glove » permet d'attraper et de déplacer intuitivement un point
- Système intuitif et précis
- Limite les déplacements
- Métaphore intéressante mais qui demande un investissement supplémentaire



# Université de Bologne

- Amélioration du système en une salle immersive reconfigurable
- Plus proche d'un CAVE
- Écran reconfigurable en fonction du modèle
- Déplacement de l'utilisateur toujours limités
- A. Liverani, S. Morigi et G. Piraccini

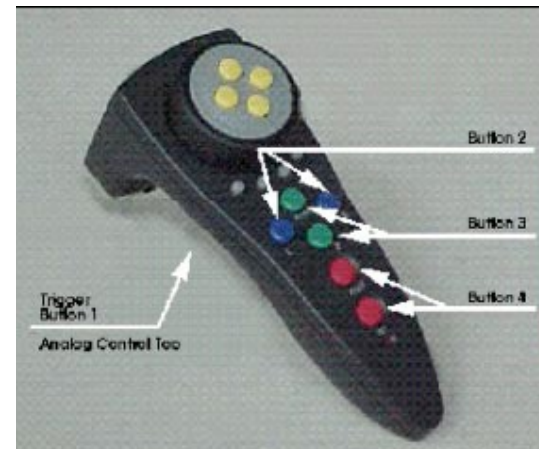
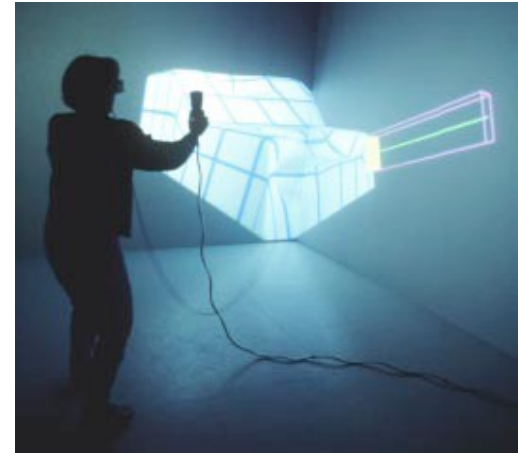


# MANIPULATION DE SURFACES PARAMETRÉES DANS UN ENVIRONNEMENT IMMERSIF DE TYPE CAVE

- Présentation du sujet
- Travaux existants
  - Université de Calabre
  - Université de Bologne
  - Université de l'Iowa
  - Université de Palerme
- NURBS
  - Définition et rappel
  - Implémentation
- Virtools
- Difficultés rencontrées
- Conclusion

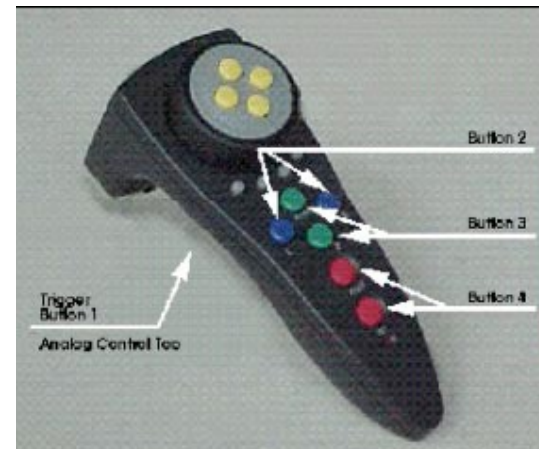
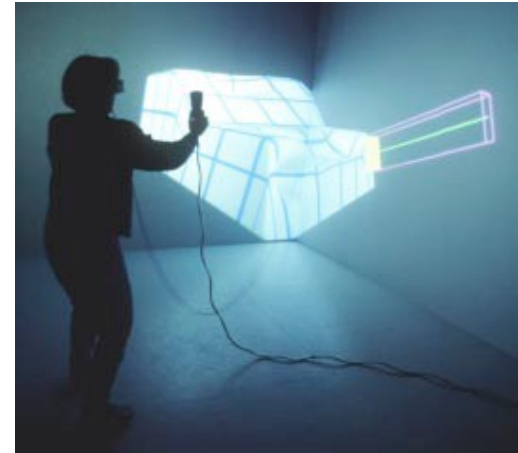
# Université de l'Iowa

- Manipulation de NURBS dans un CAVE
- Utilisation d'une baguette et d'une télécommande
- La baguette représente outil
- La télécommande permet de choisir quel outil utiliser



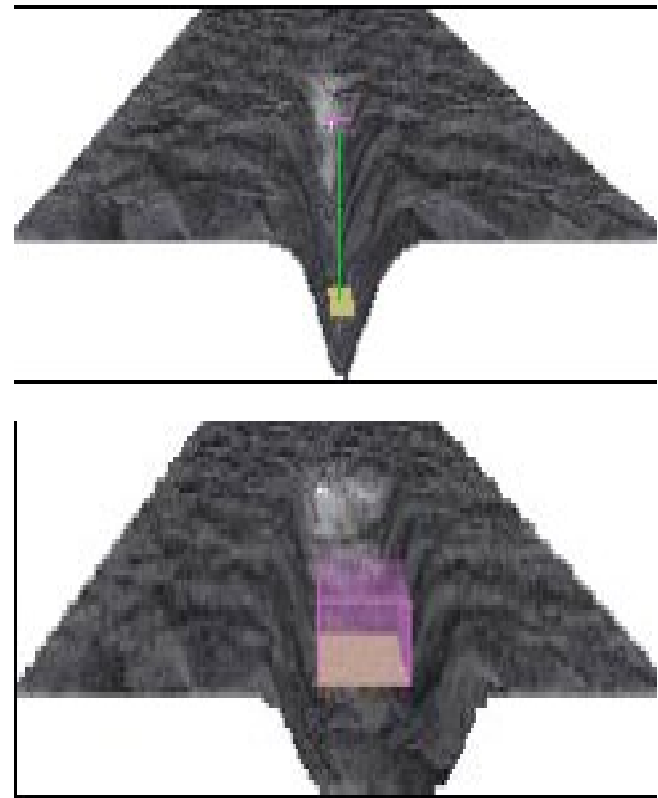
# Université de l'Iowa

- Manipulation de NURBS dans un CAVE
- Utilisation d'une baguette et d'une télécommande
- La baguette représente outil
- La télécommande permet de choisir quel outil utiliser



# Université de l'Iowa

- Pour déformer la surface, il suffit de positionner l'outil contre elle
- Déformation temps réel
- Peut les outils peuvent être utilisés pour tirer sur la surface ou l'enfoncer
- La télécommande permet de choisir quel outil utiliser





# Université de l'Iowa

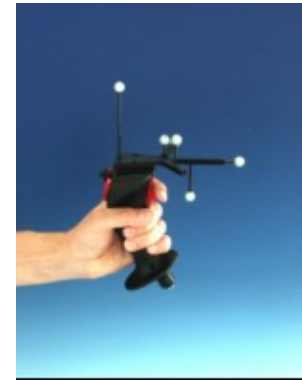
- Cette métaphore est l'une des plus intéressantes
- Elle ne nécessite que peu de matériel
- Article écrit par J.M. Vance et B. P. Perles

# MANIPULATION DE SURFACES PARAMETRÉES DANS UN ENVIRONNEMENT IMMERSIF DE TYPE CAVE

- Présentation du sujet
- Travaux existants
  - Université de Calabre
  - Université de Bologne
  - Université de l'Iowa
  - Université de Palerme
- NURBS
  - Définition et rappel
  - Implémentation
- Virtools
- Difficultés rencontrées
- Conclusion

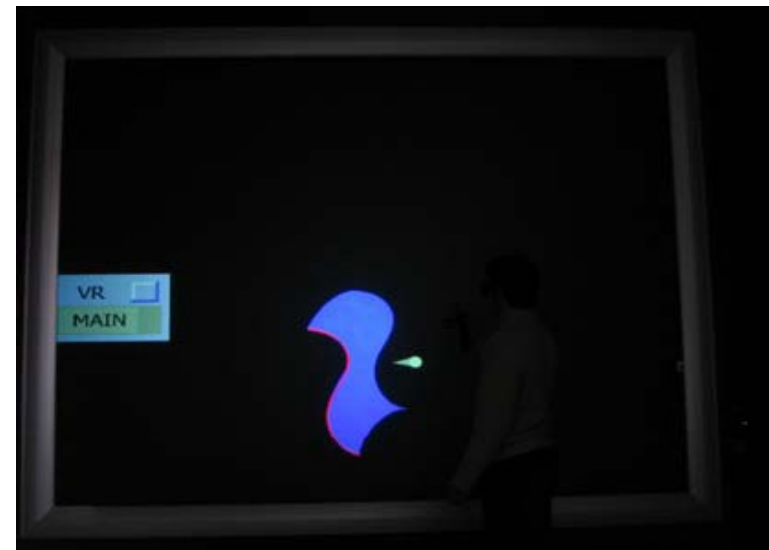
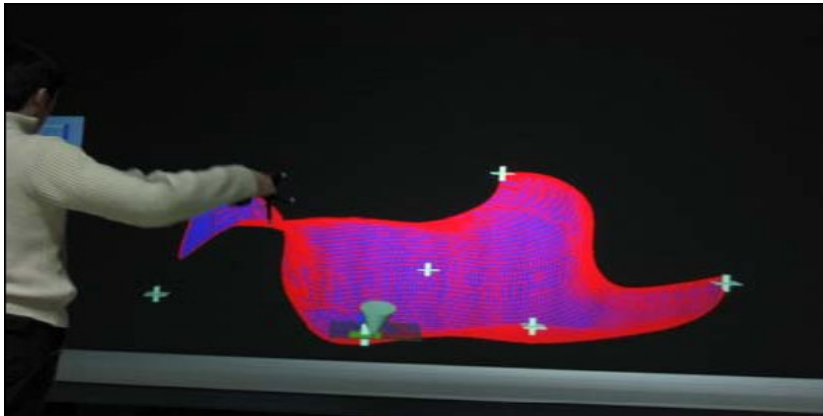
# Université de Palerme

- Manipulation de NURBS dans un CAVE
- Utilisation d'un simple Flystick
- Grâce à des menus 3D on peut sélectionner le type d'interaction ce qui permet de ne pas avoir de télécommande
- Différentes manipulations sont possibles



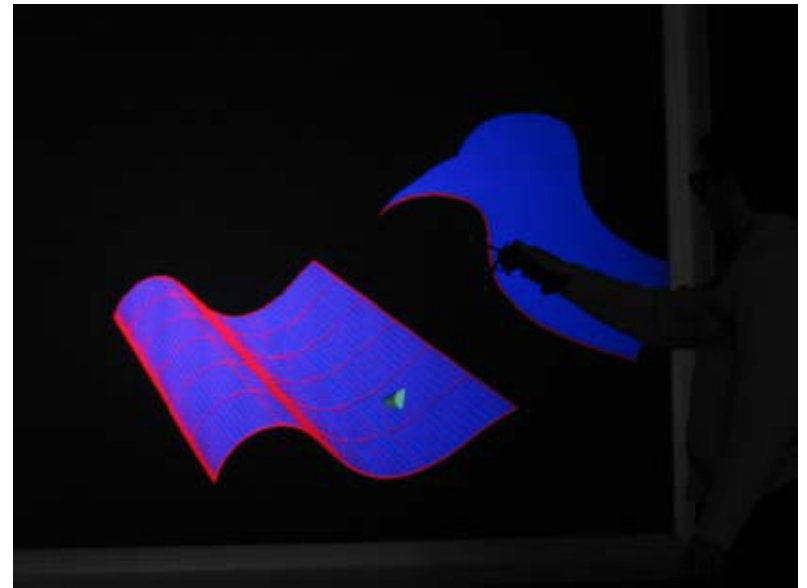
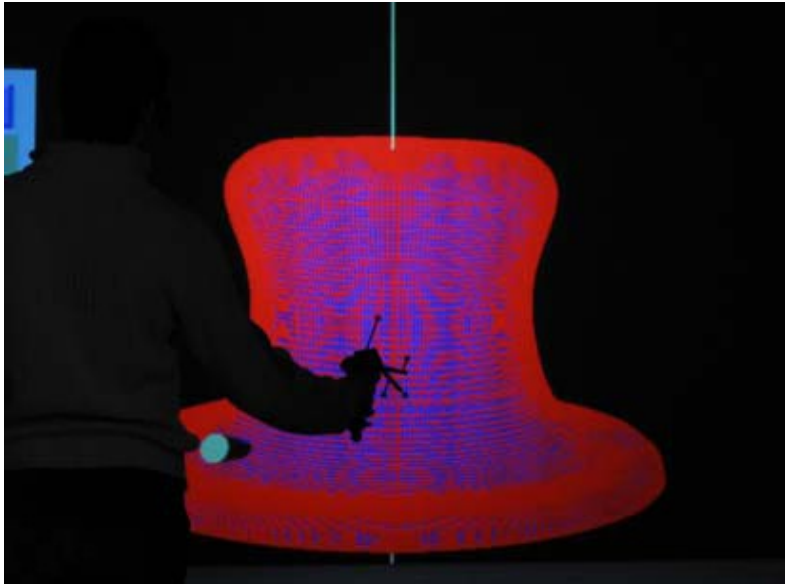
# Université de Palerme

- Il est possible de tracer une courbe
- On peut par la suite l'extruder, pour en faire une surface
- Il est possible de déplacer les points de la courbes, ou ceux du polygone de contrôle



# Université de Palerme

- Il est possible de relier deux surfaces entre elles
- Ainsi que des surfaces de révolution



# Université de Palerme

- Cette métaphore est intéressante et demande peu de matériel pour sa mise en place
- Elle est développée en C++ grâce à des bibliothèques logicielles open source.
- Le logiciel s'appelle CAMVIRE
- Article écrit par F. Cappello, T. Ingrassia, M. Lacascia et G. Gazziano

# MANIPULATION DE SURFACES PARAMETRÉES DANS UN ENVIRONNEMENT IMMERSIF DE TYPE CAVE

- Présentation du sujet
- Travaux existants
  - Université de Calabre
  - Université de Bologne
  - Université de l'Iowa
  - Université de Palerme
- NURBS
  - **Définition et rappel**
  - Implémentation
- Virtools
- Difficultés rencontrées
- Conclusion

# NURBS

- Une NURBS (Non Uniform Rational Basis Spline) est un modèle mathématique pour générer et représenter des courbes et des surfaces offrant des possibilités de contrôle précises.
- Une NURBS est définie par son ordre, un ensemble de points de contrôle pondérés (la pondération est égale à 1 pour tous les points dans le cas d'une B-Spline) et un vecteur de noeuds. Les surfaces NURBS évoluent selon deux directions (généralement  $u$  et  $v$  ou  $t$  et  $s$ ).



# NURBS

- Les NURBS présentent un certain nombre de propriétés :
  - Invariance par transformation affine et par perspective, une transformation géométrique appliquée à l'ensemble des points de contrôle le sera à l'ensemble de la courbe (surface)
  - Large possibilité de création de formes
  - Economie d'espace mémoire
  - Evaluation rapide par des algorithmes numériquement stables

# NURBS

- Les NURBS présentent un certain nombre de propriétés :
  - Invariance par transformation affine et par perspective, une transformation géométrique appliquée à l'ensemble des points de contrôle le sera à l'ensemble de la courbe (surface)
  - Large possibilité de création de formes
  - Economie d'espace mémoire
  - Evaluation rapide par des algorithmes numériquement stables

# NURBS

- Les fonctions NURBS de degré  $d$  sont définies par la formule doublement ré-cursive de Cox-De Boor :

$$\begin{cases} b_{j,0}(t) = \begin{cases} 1 & \text{si } t_j \leq t < t_{j+1} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \\ b_{j,d}(t) = \frac{t-t_j}{t_{j+d}-t_j} b_{j,d-1}(t) + \frac{t_{j+d+1}-t}{t_{j+d+1}-t_{j+1}} b_{j+1,d-1} \end{cases}$$

- Où les  $t_j$  sont des noeuds appartenant au vecteur nodal, et  $d$  le degré de la **NURBS**.
- Lorsque plusieurs noeuds  $t_j$  sont confondus, on pose  $0/0 = 0$

# NURBS

- La formule des **NURBS** possède de grandes correspondances avec celle des B-Spline. Elle est simplement généralisée afin d'être appliquée à des coordonnées homogènes :

$$S(t) = \frac{\sum_{i=1}^{m-d-1} w_i Q_i b_{i,d}(t)}{\sum_{i=1}^{m-d-1} w_i b_{i,d}(t)}$$

- Où les  $Q_i$  sont les points de contrôle donnés,  $m$  le nombre de noeuds,  $d$  le de-gré de la **NURBS**, les  $b_{i,d}$  des coefficients calculés selon l'algorithme de Cox-de Boor, et  $t$  le paramètre.

# NURBS

- Les fonctions NURBS de degré  $d$  sont définies par la formule doublement ré-cursive de Cox-De Boor :

$$\begin{cases} b_{j,0}(t) = \begin{cases} 1 & \text{si } t_j \leq t < t_{j+1} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \\ b_{j,d}(t) = \frac{t-t_j}{t_{j+d}-t_j} b_{j,d-1}(t) + \frac{t_{j+d+1}-t}{t_{j+d+1}-t_{j+1}} b_{j+1,d-1} \end{cases}$$

- Où les  $t_j$  sont des noeuds appartenant au vecteur nodal, et  $d$  le degré de la **NURBS**.
- Lorsque plusieurs noeuds  $t_j$  sont confondus, on pose  $0/0 = 0$

# MANIPULATION DE SURFACES PARAMETRÉES DANS UN ENVIRONNEMENT IMMERSIF DE TYPE CAVE

- Présentation du sujet
- Travaux existants
  - Université de Calabre
  - Université de Bologne
  - Université de l'Iowa
  - Université de Palerme
- NURBS
  - Définition et rappel
  - Implémentation
- Virtools
- Difficultés rencontrées
- Conclusion

# NURBS

- Nous avons pu implémenter l'affichage de NURBS en C et C++, cependant le portage du code en script VSL pour Virtools et nous n'avons donc aucun code permettant la manipulation de NURBS à l'intérieur du CAVE

# MANIPULATION DE SURFACES PARAMETRÉES DANS UN ENVIRONNEMENT IMMERSIF DE TYPE CAVE

- Présentation du sujet
- Travaux existants
  - Université de Calabre
  - Université de Bologne
  - Université de l'Iowa
  - Université de Palerme
- NURBS
  - Définition et rappel
  - Implémentation
- Virtools
- Difficultés rencontrées
- Conclusion



# Virtools

- Virtools est un logiciel développé par Dassault Système
- Il permet de développer des applications 3D temps réel pour des environnements immersifs comme le CAVE.
- Interface de programmation de type schématique

# Virtools

- Virtools souffre énormément d'un manque de souplesse dans son langage de script
- Il existe une solution existe pour importer du code en C/C++ vers le VSL mais nous n'avons pas pu la mettre en œuvre à temps

# MANIPULATION DE SURFACES PARAMETRÉES DANS UN ENVIRONNEMENT IMMERSIF DE TYPE CAVE

- Présentation du sujet
- Travaux existants
  - Université de Calabre
  - Université de Bologne
  - Université de l'Iowa
  - Université de Palerme
- NURBS
  - Définition et rappel
  - Implémentation
- Virtools
- Difficultés rencontrées
- Conclusion

# Difficultés rencontrées

- Nous avons pris du retard à traiter un sujet auquel nous ne nous étions pas préparés.
- Leportage de code C vers le VSL ne semblant pas possible, la solution d'utiliser des morceaux de code C++ directement dans Virtools n'est apparu que tardivement.

# MANIPULATION DE SURFACES PARAMETRÉES DANS UN ENVIRONNEMENT IMMERSIF DE TYPE CAVE

- Présentation du sujet
- Travaux existants
  - Université de Calabre
  - Université de Bologne
  - Université de l'Iowa
  - Université de Palerme
- NURBS
  - Définition et rappel
  - Implémentation
- Virtools
- Difficultés rencontrées
- Conclusion

# Conclusion

- Pour conclure nous pouvons donc affirmer que oui il y a un intérêt certain à l'utilisation d'espaces immersifs pour la manipulation de surface paramétrées.
- Il semblerait, au niveau des métaphores de contrôle et des différents périphériques à employer, que la technique du finger tracking présente encore trop d'incertitudes techniques bien qu'elle se présente comme la plus intuitive pour l'utilisateur.
- L'utilisation d'un flystick ou d'un autre périphérique de tracking permet l'affichage de menu interactif et offre une plus grande précision de suivi.