

CENTRALE
LYON

Interaction Humain-Machine

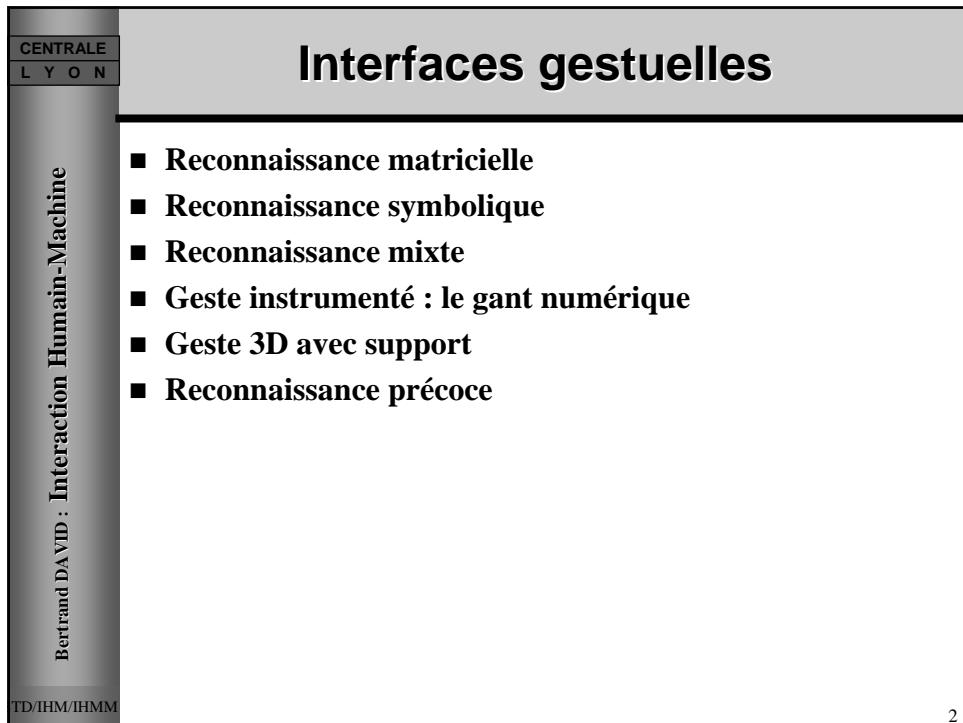
Interfaces gestuelles

Interfaces multimodales

BTD/IHM/IHMM

1

This slide is the title page of a presentation on Human-Computer Interaction. It features a dark grey header with the text 'CENTRALE LYON' and a large white area below it. A horizontal bar across the middle contains the title 'Interaction Humain-Machine'. Below the title, two sections are listed: 'Interfaces gestuelles' and 'Interfaces multimodales'. The bottom left corner contains the acronym 'BTD/IHM/IHMM'. A small number '1' is in the bottom right corner.



CENTRALE
LYON

Interfaces gestuelles

- Reconnaissance matricielle
- Reconnaissance symbolique
- Reconnaissance mixte
- Geste instrumenté : le gant numérique
- Geste 3D avec support
- Reconnaissance précoce

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

TD/IHM/IHMM

2

This slide is a detailed list of topics related to gesture interfaces. It features a dark grey header with the text 'CENTRALE LYON' and a large white area below it. A horizontal bar across the middle contains the title 'Interfaces gestuelles'. Below the title, a bulleted list provides six specific topics: 'Reconnaissance matricielle', 'Reconnaissance symbolique', 'Reconnaissance mixte', 'Geste instrumenté : le gant numérique', 'Geste 3D avec support', and 'Reconnaissance précoce'. The bottom left corner contains the acronym 'TD/IHM/IHMM'. A small number '2' is in the bottom right corner.

**CENTRALE
L Y O N**

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Geste comme un moyen d'Interaction Homme-Machine

- Notre objectif était non seulement d'introduire un moyen supplémentaire, mais également et surtout de permettre l'interprétation du geste dans une optique d'analyse du comportement de l'apprenant.
- Dans un premier temps nous nous sommes limités au geste en 2D utilisant le dispositif classique (la souris), puis nous avons évolué vers le geste en 3D en développant un dispositif dédié.
- L'objectif visé à terme est l'évolution progressive vers le geste réel, par exemple dans le contexte de maintenance : l'apprentissage du geste professionnel.
- La comparaison de deux méthodes (l'approche matricielle et l'approche structurelle) a permis d'identifier les avantages et inconvénients de chacune.
- Une méthode mixte, introduisant des points caractéristiques et l'aspect temporel (début – fin de geste) est également proposée. Elle met en évidence deux problèmes majeurs :
 - ➔ un manque de robustesse (la priorité donnée à certaines portions ou caractéristiques du gestes, qui améliorent sensiblement la vitesse de reconnaissance, a conduit à considérer comme gestes corrects des gestes plus ou moins voisins), la séparation entre la tolérance souhaitée d'un geste et des gestes différents n'a pas été assez bien formalisée.
 - ➔ les langages gestuels proposés très pauvres, la plupart basés sur la première lettre de la commande correspondante, ont mis en évidence un manque cruel, vraisemblablement culturel, de repères pour la conception de tels langages.

TD/IHM/IHMM

3

**CENTRALE
L Y O N**

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Modalité geste

- Une autre étude avait pour but de développer un dispositif dédié permettant le geste en 3D, avec comme application le montage de mécanismes en mécanique. Il s'agissait d'un bras de robot travaillant "à l'inverse" c'est-à-dire permettant à un opérateur tenant dans la main l'extrémité du bras d'indiquer à l'ordinateur la position désignée.
- Notre objectif final est de permettre l'interprétation du geste dans une optique d'analyse du comportement de l'apprenant avec une évolution progressive vers le geste réel, par exemple dans le contexte de maintenance : l'apprentissage du geste professionnel avec la prise en compte de la vitesse, du temps et si possible de la force.
- L'objectif était d'étudier une approche "interface gestuelle à reconnaissance précoce" en s'inspirant des travaux de D.Rubine présentés à CHI'92. L'idée de base de cette étude était double. Tout d'abord il s'agissait de rechercher en quoi le geste peut constituer une modalité agréable et efficace dans la communication Homme-Machine. Comme le geste peut permettre d'exprimer, non seulement des commandes, comme le font boutons et menus, mais aussi les paramètres de ces commandes, il peut effectivement alléger les dialogues. Pour cela la technique de reconnaissance du geste doit permettre d'extraire facilement ces informations.
- Mais pour autant, la reconnaissance des gestes ne doit pas dégrader le confort d'utilisation de l'interface, ce qui nécessite un temps de réponse faible. C'est la raison pour laquelle nous nous sommes orienté vers la reconnaissance précoce, reconnaissance effectuée au fur et à mesure, ne nécessitant pas l'accomplissement complet du geste. Le problème complémentaire étant que la reconnaissance précoce peut dégrader des informations nécessaires à l'extraction des paramètres. Le système doit mettre en œuvre une technique limitant la précocité de cette reconnaissance, lorsque cela est nécessaire.

TD/IHM/IHMM

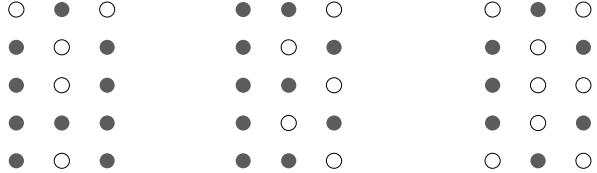
4

**CENTRALE
LYON**

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Interfaces gestuelles Reconnaissance matricielle

- Reconnaissance basée sur l'analyse d'une matrice
- Facilité : quelques points significatifs suffisent
- Restrictions : sens précis (vertical), taille prédéfinie (taille de la case)
- Reconnaissance dans un univers fini (monde limité) : possibilité de calculer « la distance » entre gestes pour une bonne qualité de reconnaissance



TD/IHM/IHMM

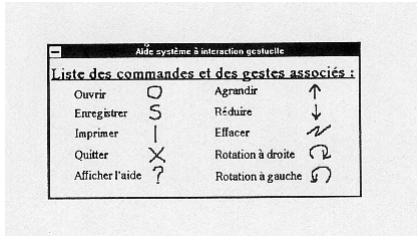
5

**CENTRALE
LYON**

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Interfaces gestuelles Reconnaissance symbolique

- Reconnaissance basée sur des segments
- Facilité : identification de constituants simples (segments, arcs de cercle, ...) significatifs
- Problème : découpage en constituants simples souvent difficile (besoin de lissage)
- Généralité : orientation quelconque, taille quelconque



TD/IHM/IHMM

6

**CENTRALE
LYON**

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Interfaces gestuelles Reconnaissance mixte

- Dans une matrice, mais avec le point de départ, point d'arrivé, forme (verticale, horizontale, complète)
- Reconnaissance optimiste (globalement satisfaisant : départ – arrivée & forme)
- Reconnaissance pessimiste (robuste)

Départ Arrivée Départ
 ——————→
 Horizontale Arrivée Départ
 ↓ ↓ ↓
 Verticale Complète
 ↓ ↓ ↓
 Complète Mais parcours différent

TD/IHM/IHMM

7

**CENTRALE
LYON**

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Interfaces gestuelles Geste instrumenté : le gant numérique

Quantité des capteurs : nombre de gestes

Qualité des capteurs : positions extrêmes seulement ou plus, statique ou dynamique (mouvement)

Trouver des gestes significatifs, faciles à retenir et se souvenir avec une continuité naturelle (chiffres par exemple)

The schematic diagram labels the following parts of the glove:

- SYSTÈME DE SIMULATION DU TOUCHER
- CAPTEUR DE FLEXION
- FIBRES OPTIQUES
- JADES FIBRES
- CAPTEUR D'ACCÉLÉRATION ET D'ORIENTATION
- CAPTEURS D'ABDUCTION
- GANT EXTERNE
- GANT INTERNE
- CARTE D'INTERFACE

TD/IHM/IHMM

8

**CENTRALE
LYON**

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Interfaces gestuelles (instrumentées) Geste 3D avec support

- Robot à fonctionnement inverse (on tient la pointe et on manipule le robot)

Considérons les 4 repères:
 (O_0, X_0, Y_0, Z_0) repère lié au bâti
 (O_1, X_1, Y_1, Z_1) repère lié au robot après la première rotation
 (O_2, X_2, Y_2, Z_2) repère lié au robot après la deuxième rotation
 (O_3, X_3, Y_3, Z_3) repère lié au robot après la troisième rotation

Dans ce robot, il y a donc:
3 rotations: $\theta_1 z_1, \theta_2 x_2, \theta_3 x_3$
2 translations: $x_1 z_1, x_2 z_2$

TD/IHM/IHMM

9

**CENTRALE
LYON**

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Interfaces gestuelles Reconnaissance précoce

- Faire des gestes sans devoir aller jusqu'au bout (précocité de la reconnaissance)
- Signification du geste :
 - ➔ Opération
 - ➔ Saisie de paramètres en plus
 - ➔ Opération et paramètres dans le même geste
- Geste topologique (opération)
- Geste géométrique (opération & paramètres)

TD/IHM/IHMM

10

**CENTRALE
LYON**

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Interface gestuelle précoce

Création d'un cone

O désigne le centre de la base du cone, Ob indique l'axe du cone, H la hauteur du cone, R le rayon du cone.

Création d'une sphère

O désigne le centre de la sphère, R indique le rayon de la sphère.

TD/IHM/IHMM

11

**CENTRALE
LYON**

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Interface gestuelle précoce

Création d'un parallélépipède

A et B positionnent la base du parallélépipède, de profondeur fixée à 1.

Création d'un cylindre

O désigne le centre de la base cylindrique, Ob indique l'axe du cylindre, H la hauteur du cylindre, R le rayon du cylindre.

TD/IHM/IHMM

12

**CENTRALE
LYON**

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Interface gestuelle précoce

Affinité

A et B permettent de préciser la position du plan d'affinité.
Rap indique le rapport de l'affinité.
Les objets doivent être déjà sélectionnés.

Translation d'objets

A désigne les objets à translate
Dx,Dy paramètrent la translati dans le plan de vue.

Suppression d'objets

Les objets doivent être déjà sélectionnés.

TD/IHM/IHMM

13

**CENTRALE
LYON**

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

PALM - Graffiti

- Saisie de texte sur l'écran par l'écriture dans deux zones différentes : numérique – textuelle
- Alphabet spécial simplifié à apprendre (point de départ significatif)

Ecrivez les lettres ici.

Ecrivez les chiffres ici.

Le point (*) indique le point de départ.

TD/IHM/IHMM

14

Palm – clavier virtuel

Saisie de texte à partir d'un clavier virtuel sur l'écran : 3 claviers alternatifs

Clavier alphanumérique

Retour arrière

Retour chariot

Verrouillage majuscules

Maj

Appuyez ici pour afficher le clavier alphabétique

Numérique

International

Appuyez ici pour afficher le clavier numérique

Appuyez ici pour afficher le clavier international

Terminé abc 123 Int'l

Terminé abc 123 Int'l

Terminé abc 123 Int'l

4. Appuyez sur les caractères du clavier logiciel pour saisir du texte et des nombres.

15

IHMM

Interaction Humain-Machine Multimodale

- Un système informatique multimodal est capable de communiquer avec ses utilisateurs en respectant les modalités de la communication humaine.
- Il doit être équipé du matériel et des logiciels adaptés à l'acquisition, à la restitution et à la compréhension d'énoncés multimodaux

application

Interface avec l'application

Dialogue

passerelle

modalité langage nat.

modalité vocale

modalité vision

événements multimodaux

matériel

données brutes (stimuli)

IHM

Interactions humaines

Une approche possible d'intégration des modalités de communication.

16

**CENTRALE
LYON**

Un exemple d'architecture d'IHM multimodale

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Cette architecture permet d'intégrer les modalités : clavier, souris (clic et geste) et la parole, pour aboutir à la structure avec laquelle il est possible de déclencher l'un des services offerts par l'application. L'architecture s'appuie sur 4 composants logiciels :

- ➔ Gestionnaires d'événements d'entrée avec trois gestionnaires spécialisés :
 - Gestionnaire de la souris
 - Gestionnaire de la reconnaissance vocale
 - Gestionnaire de la saisie au clavier
- ➔ Fusionneur d'événements,
- ➔ Gestionnaire de services,
- ➔ Traitements algorithmiques

```

graph TD
    Souris[Souris] --> FileSouris[Files d'événements monomodaux]
    Micro[Micro] --> FileMicro[Files d'événements monomodaux]
    Clavier[Clavier] --> FileClavier[Files d'événements monomodaux]
    FileSouris --> Fusionneur[Fusionneur d'événements]
    FileMicro --> Fusionneur
    FileClavier --> Fusionneur
    Fusionneur --> Gestionnaire[Gestionnaire de services]
    Gestionnaire --> Traitements[Traitements algorithmiques abstraction]
    Traitements --> Gestionnaire
    BasePrototypes[Base des prototypes de services] --> Gestionnaire
  
```

TD/IHM/IHMM

17

**CENTRALE
LYON**

Gestionnaire de la souris

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Le rôle principal de ce module est de traduire les informations issus de la souris, en une représentation abstraite : l'événement monomodal souris.

la souris est à une double fonction, elle peut servir à l'émission :

- d'un clic qui sera interprété plus tard,
- d'un geste et dans ce cas on le traite à ce niveau (reconnaître son type).

- Dans le premier cas, le module de gestion de la modalité souris intercepte l'événement clic souris et le stocke dans une structure. Cette structure contient les coordonnées du point désigné. Cette information est pauvre sémantiquement et elle sera par conséquence enrichie en utilisant le contexte de l'événement dont il est question.
- Dans le second cas, lorsqu'un geste est énoncé, un module de reconnaissance de geste intercepte les événements et permet de donner le type du geste reconnu, en consultant une bibliothèque de gestes prédefinis.

```

graph LR
    Souris((Souris)) -- Trajectoire --> Reconnaissance[Reconnaissance du geste]
    Souris -- Coordonnees --> Reconnaissance
    Reconnaissance -- Gestes --> Generateur[Générateur]
    Generateur --> Click[Evénements click]
    Generateur --> Geste[Evénements geste]
    Biblio[Bibliothèque de geste prédefinis] --> Reconnaissance
  
```

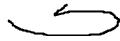
TD/IHM/IHMM

18

Définition et codage d'un geste

On définit le geste, comme étant la composition des actions suivantes :

- appui sur un bouton de la souris.
- déplacement de la souris.
- relâchement de ce bouton.



A un geste on peut attribuer un sens i.e. une sémantique, donc on peut le typer. Le résultat de la reconnaissance est stockée dans une structure qui englobe :

- descripteur contenant l'information apportée par le geste,
- type : type du geste reconnu.

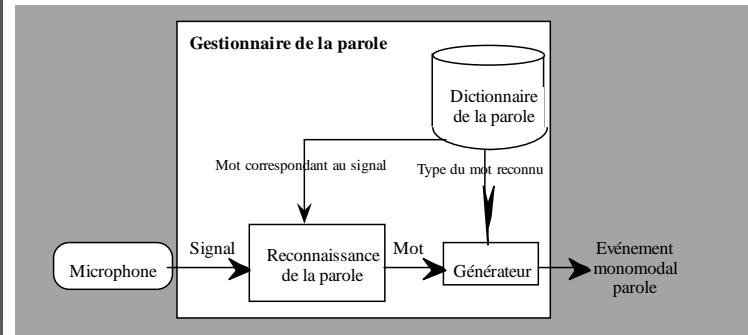
Le gestionnaire du geste doit former l'événement monomodal geste dont les composants sont :

- Contenu du geste,
- Type du geste.

19

Gestionnaire de la parole

- Le système de reconnaissance de la parole présente l'information reconnue, avec comme granularité : le mot. A chaque mot est associé un ensemble d'informations sur ce mot.
- Ainsi, ce module, à partir du mot reconnu (appartenant au dictionnaire), permet de générer une structure contenant toutes les informations pertinentes et la garde pour son exploitation par les couches supérieures.



20

CENTRALE
L Y O N

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Gestionnaire du clavier

- La granularité des informations émanant du clavier, varie du simple caractère à la phrase, en passant par le mot.
- Nous avons fait le choix du mot comme granularité parce que c'est la plus petite information lexico-sémantique et en plus, elle nous fait éviter soit la composition de caractères soit la décomposition de phrases, pour obtenir des entités lexicales ayant une sémantique.
- Ce module est analogue au précédent i.e. il génère une structure rassemblant les informations utiles et la garde pour son utilisation par le fusionneur d'événements.

TD/IHM/IHMM

21

CENTRALE
L Y O N

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Structure des files de messages monomodaux

Les messages monomodaux ainsi formé sont stockés dans des files (une file par modalité).

File Clavier :

 Message monomodal clavier :

 [

 - Mot,
 - Type du mot

]

File Souris-clic:

 événement monomodal souris-clic :

 [

 - Coordonnées (x,y),

]

File Souris-geste :

 événement monomodal souris-geste :

 [

 - Contenu du geste,
 - Type du geste

]

File Voix :

 événement monomodale voix

 [

 - Mot reconnu,
 - Type du mot

]

TD/IHM/IHMM

22

**CENTRALE
LYON**

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Syntaxe du service

- Troisième phase
- Les messages multimodaux sont obtenus par fusion des événements monomodaux. Cette fusion se base sur la syntaxe des services disponibles au sein du gestionnaire des services. Cette syntaxe est définie comme suit :

```

graph LR
    D((Début)) --> N[Nom du service]
    N --> P[Paramètre]
    P --> F((Fin))
    F --> N
  
```

- Après le nom du service, on dispose d'une liste de paramètres et chaque paramètre a un type, aussi faut-il préciser que le nombre de paramètres est fixe. En effet la déclaration de service peut comporter un ensemble de paramètres formels, qui peuvent être classés suivant leur mode de transmission : par valeur, par adresse, ou par adresse sans type. A noter que l'utilisateur peut introduire un nombre de valeurs de paramètres en plus ; dans ce cas le système ne tient compte que du nécessaire. Ce nombre ne doit être inférieur au nombre indiqué par le prototype de service que lorsque le service peut être exécuté, en prenant les valeurs manquantes par défaut.

TD/IHM/IHMM

23

**CENTRALE
LYON**

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Fusionneur d'événements

Le fusionneur d'événements exploite le contenu des files, afin d'obtenir une information ou événement multimodal, qui transmis dans une structure adéquate, permettra au gestionnaire des services de déclencher le bon traitement. Pour obtenir cet événement multimodal, ce module doit se baser sur le style ou la syntaxe des services proposés par le gestionnaire des services. En effet, c'est cette syntaxe qui le guide dans sa quête et il procède en deux étapes :

Étape 1 : Le fusionneur scrute les différentes files à la recherche d'un événement, et dès qu'il en trouve, il le rapproche d'un service possible. S'il en trouve un, il passe à l'étape suivante.

Étape 2 : Étant donné que le service a généralement besoin de paramètres pour son exécution, le fusionneur cherche les valeurs dans les différentes files en s'aide du prototype du service considéré. Cette étape constitue le cœur de l'opération de fusion, pour chaque type de paramètre, on cherche la valeur correspondante dans des files.

Ce travail se base sur une étude d'adéquation des modalités par rapport aux éléments d'interaction. A chaque élément d'interaction, on associe les modalités appropriées et ce choix est fait de manière à laisser une marge, pour que l'utilisateur choisisse le moyen d'interaction qu'il lui convient le mieux.

Une description plus détaillée du fonctionnement du *fusionneur d'événements* est donnée plus loin.

TD/IHM/IHMM

24

**CENTRALE
LYON**

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Architecture fonctionnelle du fusionneur d'événements

Le fusionneur cherche d'abord si un service (commande) est demandé. Cette recherche est effectuée par le **chercheur de commandes** qui scrute les files d'attentes susceptibles de contenir un événement de ce type (flèche 1).

Le **chercheur de commandes** est un processus qui s'exécute en tâche de fond, ce qui lui confère une certaine indépendance vis à vis du processus de traitement des événements en entrée.

Une fois, qu'un nom de service a été détecté, commence la recherche du prototype correspondant à ce service dans la base de prototypes (flèche 2), qui pour chacun contient les informations suivantes :

- Le nom du service,
- Le nombre de paramètres du service,
- La liste des types respectifs des paramètres,
- Le code du service.

En se basant sur ces informations (flèche 3), le **chercheur de paramètre** tente trouver la valeur de chaque paramètre dans les différentes files d'attentes (flèche 4). C'est là que commence réellement la fusion ou l'intégration des événements monomodaux.

En effet, on dispose d'un ensemble de règles prédéfinies qui permettent à la fois de déterminer l'ordre de scuterie des files d'attentes et aussi de résoudre certains problèmes tel que la déictéti qui se définit comme étant la références à des entités tels que les objets ou les positions à travers des mots tels que "ça", "ceci", "cela", "là", "ici", ... etc. Ces mots peuvent provenir soit du clavier, soit du système de reconnaissance de la parole, ils apportent une certaine sémantique qui peut être utiles lors du traitement contextuel des désignations ou des identifications.

Le Fusionneur d'événements monomodaux

```

graph LR
    BC[Base des règles] -- 1 --> CC[Chercheur de commandes]
    CC -- 2 --> BP[Base de prototypes]
    BP -- 3 --> CP[Chercheur de paramètres]
    CP -- 4 --> T[Traitement contextuel]
    T -- 5 --> SF[Structure de fusion]
    SF -- 6 --> GS[Gestionnaire de services]
    
```

Le diagramme illustre l'architectuur fonctionnelle du fusionneur d'événements monomodaux. Il comporte les suivantes étapes :

1. Recherche du prototype du service par le Chercheur de commandes.
2. Recherche du prototype dans la Base de prototypes.
3. Transmission d'informations sur le service demandé au Chercheur de paramètres.
4. Recherche de la valeur des paramètres dans les files d'attentes.
5. Traitement contextuel (fusion) des événements.
6. Passage à la Structure de fusion : le service et les valeurs de ses paramètres.

La Structure de fusion stocke les événements fusionnés et les passe au Gestionnaire de services.

TD/IHM/IHMM

25

**CENTRALE
LYON**

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Exemple de fusion

Si le contexte du **chercheur de paramètre** indique la recherche d'un identificateur d'objet alors l'ordre de scuterie est le suivant :

1. Souris clic et geste,
2. Clavier,
3. Parole.

A propos de la souris, le **chercheur de paramètre** doit effectuer un traitement contextuel pour la désignation ou l'identification (flèche 4'). Chaque objet de la scène constituée, contient une méthode permettant de tester si le point indiqué par le clic, lui appartient ou non. Le traitement contextuel du clic se résume à tester si l'un des objets constituant la scène est concerné ou non par ce clic, si un objet répond positivement alors le clic est une désignation d'objet et on a alors l'identificateur de l'objet en question, par contre, si tous les objets répondent négativement, alors le clic est correspond nécessairement à la désignation d'un lieu ou position sur l'écran.

un exemple de règles dont dispose le **chercheur de paramètre** pour la recherche d'identificateur d'objet est la suivante :

Si contexte(event_clic) = identificateur_d'objet alors

début

 Si événement-clav = deictic-objet ou événement-voix = deictic-objet alors

 enlever les déictiques;

 retourner(identificateur).

fin.

La valeur ainsi retournée, sera stockée dans une structure appelée structure de fusion et passée au gestionnaire de services (flèche 5).

TD/IHM/IHMM

26

**CENTRALE
LYON**

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Gestionnaire de services et Traitements algorithmiques

Gestionnaire des services
Ce module regroupe l'ensemble des services disponibles.
A partir d'événement multimodal construit par le fusionneur, il identifie le service et s'occupe de son appel effectif.

Traitements algorithmiques
Ce module contient les comportements de l'application. Il dispose d'un ensemble des traitements (algorithmes), qui sont évoqués par les services.

On distingue deux types de services :

1. Les services ayant une exécution finie (analogie à celle d'une procédure),
2. Les services ayant une exécution continue dans le temps.

Les services ayant une exécution finie
Ces services rendent la main au système dès qu'ils terminent leur exécution, qui est similaire à celle d'une simple procédure.

Les services ayant une exécution continue dans le temps
Ces services doivent s'exécuter en tâche de fond, pour les implémenter on a deux manières de le faire :

- a. Par interruptions logiciels.
- b. Par programmation de compteurs d'horloges.

Structure de fusion
La structure de fusion est composée de :

1. Code du service à déclencher,
2. Liste des valeurs des paramètres.

Le code du service à déclencher est simplement un identificateur numérique qui sert au gestionnaire de services pour déclencher le bon service. Quant à la liste des valeurs, c'est une collection non typée qui permettra l'appel des services après transfertage de chacun des items de cette collection.

TD/IHM/IHMM

27

**CENTRALE
LYON**

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Un exemple d'application

- Construction de scènes 3D : il s'agit de tâches de conception par manipulation d'objets. L'utilisateur dispose d'une palette d'outils graphiques sous forme de boutons, qu'il peut actionner ou utiliser soit par la parole, le geste souris, le clic souris ou le clavier.
- La scène est un ensemble d'objets 3D, qui sont soit simples, soit composés et qui peuvent faire l'objet de plusieurs types d'opérations tel que :
 - ➔ Opérations géométriques : translation, rotation, homothétie, projections(vues), ...etc.
 - ➔ Opérations de positionnement contextuel : à côté, sur, ...etc.
 - ➔ Opérations de positionnement progressif : bouger en translation, en rotation ou en bout, en incluant bien sûr le mode de translation ; pas à pas, ou non et les commandes tel que : Encore, Stop, Revient, ...etc.
- Il est tout à fait logique, qu'on doit d'abord construire un objet avant que l'on lui fasse subir les actions décrites ci-dessus, pour cela, on dispose de trois façons pour construire nos objets :
 1. Extrusion linéaire d'objets simples,
 2. Extrusion rotative d'objets simples,
 3. Extrusion rotatives d'objets complexes.

Le diagramme illustre la structure de fusion et les traitements algorithmiques. Il montre les interactions entre les modules suivants :

- Traitements algorithmiques** (calcul_matriciel, calcul_des_faces_cachées, transformations_géométriques) qui déclenchent le **Gestionnaire de services**.
- Gestionnaire de services** (tourner, avancer, déplacer, créer, etc.) qui détermine les faces cachées.
- Fusionneur d'événements** qui gère les événements multimodaux provenant des dispositifs d'entrée (Souris, Micro, Clavier).
- Base des prototypes de services** qui fournit les descriptions des services (tourner, ab-paramètres : 4, id-objet, angle-rotation-x : Numérique, angle-rotation-y : Numérique, angle-rotation-z : Numérique, bouger, etc.).
- Événements en provenance des dispositifs d'entrée** (évenement-souris, événement-clavier, événement-vocal) qui sont traités par la **Boucle de messages Ms-Windows** et les **Gestionnaires d'événements d'entrée**.
- Traitement des messages** qui gère les messages entre les différents modules.

TD/IHM/IHMM

28

**CENTRALE
LYON**

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Extrusions

- **Extrusion linéaire d'objets simples** : On dispose d'une palette offrant un ensemble de formes simples, dont chacune peut être la base de l'objet à modéliser. Cette modélisation consiste en une translation de la forme de base, selon une trajectoire définie à l'avance, et qui peut être, soit une droite, soit une ligne brisée, ou encore une courbe quelconque. L'objet est généré à partir des traces laissées par la figure de base durant la translation.
- **Extrusion rotative d'objets simples** Le même principe est utilisé ici, sauf que la trajectoire d'extrusion est remplacée par une trajectoire circulaire et il également possible de choisir l'angle d'extrusion qui déterminera la longueur de l'arc représentant la trajectoire.

TD/IHM/IHMM

29

**CENTRALE
LYON**

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Réflexion sur les styles de dialogue et choix des modalités

- Dans la démarche de conception d'interfaces homme-machine multimodale on doit étudier le choix des modalités à prendre en compte.
- La sélection peut être plus ou moins difficile et définitive selon le contexte d'utilisation et la rigidité ou au contraire la liberté de choix laissée à l'utilisateur.
- Dans la démarche que nous préconisons, nous basons la sélection sur une approche systématique qui étudie d'abord les dispositifs, puis des techniques d'interaction de base et finalement des tâches d'interaction de haut niveau pouvant être mono ou multimodales.
- La sélection prend en compte le modèle de dialogue souhaité, la continuité et/ou la complémentarité dans et entre les interactions ainsi que les aspects ergonomiques.
- Le modèle d'interaction a pour but de proposer un schéma organisationnel des interactions appelé également le style d'interaction.
- Selon l'interface visée, on peut prendre en compte un schéma d'organisation strict ou libre :
 - ➔ Dans le cas de l'interface en langage naturel monomodal avec une reconnaissance en continu sans problème de vocabulaire on peut utiliser le schéma libre. On permet ainsi à l'utilisateur de formuler ses phrases en suivant la syntaxe du langage naturel.
 - ➔ Dans le cas des interfaces multimodales on s'oriente vers des schémas basés sur des approches plus structurées avec des interfaces exploitant alternativement, synergiquement ou antagoniquement les différentes modalités comme le texte, le graphique, la voix et le geste. Dans ce cas, le modèle de dialogue ne peut plus être totalement libre. Il doit correspondre à un schéma organisationnel assez (voire très) précis permettant à la fois une reconnaissance simple et robuste (du côté de l'outil) et un apprentissage facile notamment par généralisation (du côté de l'utilisateur).
- Le modèle de dialogue formalise alors le style de dialogue, dont la définition exprime notamment l'organisation de la séquence permettant de préciser l'action à effectuer, l'objet de l'action et les attributs correspondants.

TD/IHM/IHMM

30

CENTRALE
LYON

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Choix de modalités

- **Le modèle de dialogue n'est pas nécessairement le même dans tous les contextes:**
 - ➔ Dans le contexte "langage", on s'oriente assez naturellement vers le modèle action-objet-attributs.
 - ➔ Dans le contexte de "manipulation directe" le modèle objet-action-attributs est le plus courant.
- **Outre ces deux cas types, on doit pouvoir prendre en compte des contextes moins typés dans lesquels on utilise différentes modalités qui sont individuellement proches de l'un ou de l'autre des cas. La notion de modalité dominante est alors primordiale, car elle impose le modèle préférentiel, une véritable passerelle entre les modèles de base liés aux différentes modalités.**
- **Pour apprécier la pertinence des modalités par rapport aux éléments constitutifs des interactions nous avons choisi des critères de jugement et affecté un poids à chaque critère pour en déduire une valeur d'appréciation d'une modalité par rapport à un élément d'interaction.**
- **Ceci nous a permis de construire un tableau d'appréciation (Modalité / Elément d'interactions). Ce tableau peut servir à la fois au choix des modalités lors de la conception d'une IHMM et à l'organisation du graphe d'analyse et de l'interprétation d'une interaction multimodale.**

TD/IHM/IHMM

31

CENTRALE
LYON

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Choix de modalités

- Pour mettre en place une interaction multimodale, il faut choisir des modalités appropriées pour chaque élément de l'interaction. Ce choix peut soit être fait une fois pour toutes lors de la conception soit laissé à l'utilisateur. Dans le cas d'une solution figée la responsabilité du concepteur est grande, car une mauvaise configuration peut rendre l'application inutilisable.
- C'est la raison pour laquelle il apparaît souhaitable de se bâtrir progressivement une bibliothèque de tâches d'interaction multimodales de haut niveau pouvant être réutilisées dans différentes applications. Ces tâches expriment les comportements sémantiques utilisant les modalités multiples.
- Ces tâches doivent dans un premier temps être faites sans figer les modalités utilisées. De cette façon le choix peut être fait par le concepteur de l'application ou par l'utilisateur lui-même. Dans le cas de la fixation des modalités par le concepteur, on doit tenir compte d'un certain nombre de critères de sélection qui sont principalement les suivants :
 - ➔ prise en compte de dispositifs disponibles,
 - ➔ continuité dans et entre les éléments d'interaction et les interactions successives,
 - ➔ possibilité de parallélisme entre différents dispositifs,
 - ➔ prise en compte des appréciations du tableau d'adéquation et des résultats expérimentaux,
 - ➔ coût de l'équipement,
 - ➔ précision et fiabilité des dispositifs.

TD/IHM/IHMM

32

**CENTRALE
LYON**

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Interprétation des événements

- Une méthode possible d'interprétation des événements est la suivante :
- Les événements émanant des diverses modalités sont stockés dans une liste. L'interprétation se base sur le style d'interaction. Celui-ci est donné par la modalité dominante. Par exemple, dans le cas du style action-objet-attributs on commence par rechercher l'action, puis on cherche l'objet, puis les qualificateurs éventuels et enfin les quantificateurs.
- Selon le choix du concepteur, on peut être dans un contexte très contraint ou au contraire plus ou moins libre. Dans le premier cas on connaît a priori la modalité utilisée pour chaque élément d'interaction. On peut donc évoquer directement la modalité concernée. Dans les autres cas on a le choix et conformément au tableau de synthèse on évoque les modalités dans l'ordre décroissant de son score.
- Le modèle de reconnaissance est basé sur un graphe dans lequel les branches seront visitées conformément à la probabilité d'usage de la modalité.

TD/IHM/IHMM

33

**CENTRALE
LYON**

Bertrand DAVID : Interaction Humain-Machine

Analyse d'une interaction utilisant le style action-objet-attributs

```

graph LR
    A((Début d'interaction)) -- Action --> B(( ))
    B -- objet --> C(( ))
    C -- Qualifieur --> D(( ))
    D -- Quantifieur --> E((Fin d'interaction))
  
```

La priorité pour l'analyse, des informations émanant des différentes modalités, est exprimée dans le graphe d'analyse même.

Le graphe ci-dessous ne prend en compte ni les choix ergonomiques liés aux critères de sélection ni l'incompatibilité pouvant exister entre les modalités. Pour cela on doit prendre en compte le contexte global pouvant modifier dynamiquement la probabilité (et donc la priorité) des arcs dans le graphe d'analyse. On peut ainsi obtenir un comportement adaptable, qui peut tenir également compte du comportement stéréotypé de l'utilisateur.

```

graph LR
    subgraph PA [ ]
        A1((Début d'Action)) -- Clic --> B1(( ))
        B1 -- Vocal --> C1(( ))
        C1 -- Geste --> D1(( ))
        D1 -- Clavier --> E1((Fin d'Action))
    end
    subgraph PO [ ]
        A2((Début objet)) -- Clic --> B2(( ))
        B2 -- Vocal --> C2(( ))
        C2 -- Geste --> D2(( ))
        D2 -- Clavier --> E2((Fin objet))
    end
    subgraph PQ [ ]
        A3((Début qualifieur)) -- Clic --> B3(( ))
        B3 -- Vocal --> C3(( ))
        C3 -- Geste --> D3(( ))
        D3 -- Clavier --> E3((Fin qualifieur))
    end
    subgraph PT [ ]
        A4((Début type énum.)) -- Clic --> B4(( ))
        B4 -- Vocal --> C4(( ))
        C4 -- Geste --> D4(( ))
        D4 -- Clavier --> E4((Fin type énum.))
    end
  
```

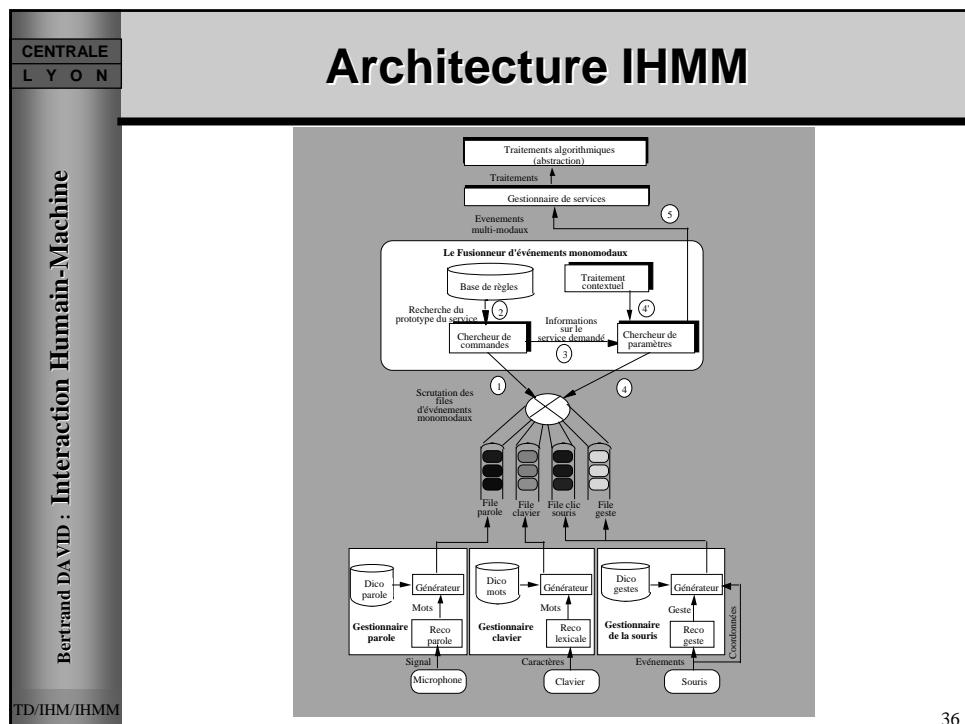
TD/IHM/IHMM

34

Graphe exprimant la prise en compte de la continuité modale

- Si on introduit une action au clavier, l'objet et même le ou les quantificateurs auront une chance non négligeable d'utiliser la même modalité
- Cette approche a pour but de proposer une démarche de conception permettant d'accumuler l'expérience, de pérenniser la réflexion et de lier le point de vue de l'ergonome et du concepteur. La création progressive d'un ensemble de tâches multimodales devrait permettre de dégager des tâches de haut niveau réutilisables et ainsi éléver le niveau sémantique lors de la conception de nouvelles applications. Il est certain que cette approche ne couvre pas tous les aspects et tous les types d'interfaces multimodales, mais elle nous semble suffisamment intéressante pour l'explorer.

35



36