Introduction à l'Interaction Homme-Machine

RICM4
2011-2012

Renaud Blanch
IIHM - LIG - UJF
mailto:renaud.blanch@imag.fr
http://iihm.imag.fr/blanch/

Remerciements

François Bérard
(LIG - IIHM, INPG)

Éric Lecolinet
(ENST-GET)

Alan Dix
(Université de Lancaster)

1. Principes pour le développement de logiciel interactif

1.0 Éléments d'architecture
1.1 Principes de réalisation

1.0 Éléments d'architecture

Séparation de l'interface

Principe n°1

Séparer strictement
le **noyau fonctionnel** et
l'**interface**.

Noyau fonctionnel vs. Interface

noyau fonctionnel :
Services offerts par le système,
indépendamment de la façon dont l'utilisateur s'en sert.

le **"quoi"**

Noyau fonctionnel vs. Interface

interface :
Parties du système
dépendantes des périphériques
grâce auxquels l'utilisateur se sert du système.

le **"comment"**

Noyau fonctionnel vs. Interface

séparation :
- des **préoccupations**
- des **expertises**
- des **méthodes**

Principe n°2

Le code du noyau fonctionnel
est **indépendant**
du code de l'interface.

Indépendance du noyau fonctionnel

bonne pratique : **minimiser les dépendances**

L'**interface** risquant d'**évoluer** en cours
de réalisation, il faut mieux que
le **noyau fonctionnel** soit conçu
sans dépendance envers celle-ci.

Principe n°3

Le noyau fonctionnel doit offrir
des services nécessaires à l'interaction :
• la **notification** ;
• la **prévention des erreurs** ; et
• l'**annulation**.

Fekete, 1996

Notification

“possibilité pour un **module externe**
d’être **prévenu** lorsque
l’état du noyau sémantique **change**.”

Prévention des erreurs

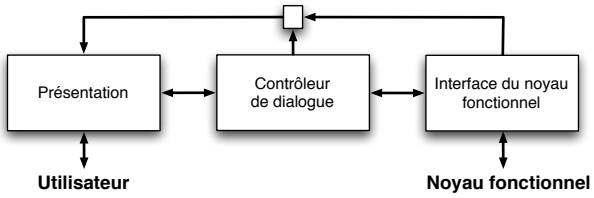
“possibilité de **savoir** si
un **appel** de fonction est **licite**
dans un **contexte**.”

Annulation

“possibilité de **revenir**
à des **états précédents**
du noyau sémantique.”

Modèle séminal de l'interface

Le modèle de **Seeheim** (1983) propose de séparer l'**interface** en trois niveaux.



Modèle séminal de l'interface

Le modèle de **Seeheim** (1983) propose de séparer l'**interface** en trois niveaux :

- la **présentation**
- le **contrôleur de dialogue**
- l'**interface du noyau fonctionnel**

Modèle séminal de l'interface

Le modèle de **Seeheim** (1983) propose de séparer l'**interface** en trois niveaux :

- la **présentation**
- le **contrôleur de dialogue**
- l'**interface du noyau fonctionnel**

correspondant à trois nivaux d'abstraction : **lexical**, **syntaxique**, et **sémantique**.

1.1 Principes de réalisation

Communication

pour **modifier** l'état du noyau fonctionnel,
pour **notifier** l'interface :

- les **appels de fonction**
- les **fonctions de rappel** *(callbacks)*
- les **variables actives**

Appel de fonction

ne pas faire :

```
namespace nf {
   name = ihm::entry.getText();
}
```

Appel de fonction

ne pas faire :

```
namespace nf {
   name = ihm::entry.getText();
}
```

mais faire :

```
namespace nf {
   void setName(string new_name) { name = new_name; }
}

namespace ihm {
   nf::setName(entry.getText());
}
```

Appel de fonction

ne pas faire :

```
namespace nf {
   ihm::label.setText(name);
}
```

Appel de fonction

ne pas faire :

```
namespace nf {
   ihm::label.setText(name);
}
```

mais faire :

```
namespace nf {
   string getName() { return name; }
}

namespace ihm {
   label.setText(nf::getName());
}
```

Fonctions de rappel

ne pas faire :

```
namespace nf {
   void name_changed() {
      ihm::label.setName(name);
   }
}
```

Fonctions de rappel

mais faire :

```
namespace nf {
   typedef void callback(string);
   void register_name_notifier(callback *notify) {
      name_notifiers.append(notify);
   }
   void name_changed() {
      for(notify in name_notifiers) { (*notify)(name); }
   }
}

namespace ihm {
   nf::callback name_notify;
   nf::register_name_notifier(&name_notify);
   void name_notify(string name) { label.setText(name); }
}
```

Variables actives

notification quand le **contenu**
d'une variable est **modifié**

Variables actives

en **tcl**, instrumentation du code :

```
proc trace_i { args } {
   # do something ...
}
trace add variable i write trace_i

set i 12
```

Variables actives

en **python**, utilisation des ***properties*** :

```
class Example(object):
   def get_i(self):
      return self._i
   def set_i(self, value):
      if self._i != value:
         self._i = value
         # do something ...
   i = property(get_i, set_i)

example = Example()
example.i = 12
```

Variables actives

en **java**, utilisation des ***getters*** et des ***setters*** :

```
class Example {
   private Object var;

   public Object getVar() {
      return var;
   }

   public void setVar(value) {
      if(var != value) {
         var = value;
         // do something
      }
   }
};
```

Variables actives

en **java**, utilisation des ***properties*** avec les ***beans*** :

```
import java.beans.PropertyChangeSupport;

class Example {
   private final PropertyChangeSupport pcs =
      new PropertyChangeSupport(this);

   ...
   public void setVar(value) {
      Object old_var = var;
      var = value;
      pcs.firePropertyChange("var", old_var, var);
   }
   ...
```

Variables actives

```
import java.beans.PropertyChangeSupport;
import java.beans.PropertyChangeListener;

class Example {
   ...
   public void addPropertyChangeListener(
                  PropertyChangeListener listener) {
      pcs.addPropertyChangeListener(listener);
   }

   public void removePropertyChangeListener(
                     PropertyChangeListener listener) {
      pcs.removePropertyChangeListener(listener);
   }
};
```

Variables actives

```
import java.beans.PropertyChangeListener;
import java.beans.PropertyChangeEvent;

class Listener implements PropertyChangeListener {
   public void propertyChange(PropertyChangeEvent e) {
      String propName = e.getPropertyName();
      if(propName.equals("var")) {
         System.out.println("old: " + e.getOldValue());
         System.out.println("new: " + e.getNewValue());
      }
   }
};

void test() {
   Example example = new Example();
   example.addPropertyChangeListener(new Listener());
}
```

Variables actives

en c++ avec **Qt**, utilisation des ***signals/slots*** :

```
class Example : public QObject {
   Q_OBJECT
   int _i;
signals:
   void valueChanged(int i);
public slots:
   void setValue(int i) {
      if(_i != i) {
         _i = i;
         emit valueChanged(i);
      }
   }
};
```

Événements

changement de paradigme :
L'utilisateur n'est plus au service du programme
mais le **programme au service de l'utilisateur**.

Programme classique

L'utilisateur fait ce que lui demande l'application.

```
int main() {
   string name;
   // ...
   cout << "name = "; // user prompt
   cin >> name;       // waiting user input
   // ...
}
```

Programme par événements

L'utilisateur a le contrôle.

```
int main() {
   // ...
   while(not quit) {
      event = getNextEvent();
      process(event);
   }
}
```

Structure d'un événement

Structure envoyée à l'**application**
à **chaque action élémentaire** de l'utilisateur
contenant des **informations** sur l'événement
et le **contexte** de son émission :

- **type** de l'événement,
- ***timestamp***,
- **position** du curseur,
- **état** des boutons de la souris,
- **identifiant** de la fenêtre (où se situe le curseur),
- ...

Types d'événements

quelques **types** d'événements (XWindow) :

- KeyPress, KeyRelease,
- ButtonPress, ButtonRelease, MotionNotify,
- EnterNotify, LeaveNotify,
- FocusIn,
- DestroyNotify, MapNotify, UnmapNotify, Expose,
- ClientMessage,
- ...

Types d'événements

quelques **types** d'événements (Win32) :

- WM_ACTIVATEAPP, WM_CLOSE,
- WM_CREATE, WM_DESTROY,
- WM_MOVE, WM_MOVING,
- WM_SIZE, WM_SIZING,
- WM_SHOWWINDOW,
- WM_KEYDOWN, WM_KEYUP,
- WM_MOUSEMOVE,
- WM_LBUTTONDOWN, WM_LBUTTONUP,
- ...

Types d'événements

quelques **types** d'événements (Mac OS X/carbon) :

- kEventWindowClosed, kEventWindowBoundsChanged,
- kEventMouseMoved, kEventMouseDragged,
- kEventMouseDown, kEventMouseUp
- ...

Types d'événements

quelques **types** d'événements (Java/AWT) :

- java.awt.event.MouseEvent,
- java.awt.event.KeyEvent,
- java.awt.event.WindowEvent,
- ...

Gestion des événements

1) phase d'initialisation
2) boucle de traitement des événements

Boucle *REPL*

"***read-eval-print loop***" ***(REPL)***
à la charge du programmeur

```
while(not quit) {
   event = getNextEvent();
   switch(event->type) {
   case TYPE_1:
      process_type_1(event->window, event->position);
      break;
   case TYPE_2:
      // ...
   }
}
```

Boucle *REPL*

le cas de :
• XWindow
• Win32
• Mac OS X

Boucle *REPL*

- **complexe à mettre au point**
  il faut prendre en compte toutes les combinaisons d'événements (spatiales et temporelles)
- introduit des **dépendances implicites**
- risque de **comportements non-standards**

Dispatcher

aiguilleur ***(event dispatcher)*** fourni par le système

```
void handle_quit() { exit(0); }

int main() {
   Menu menu = new Menu();
   menu.addAction("Quit", handle_quit);

   // ...

   return main_loop();
}
```

Dispatcher

le cas de :
- Xt/Motif
- Java AWT, SWING, ...
- GLUT
- ...

Dispatcher

Les protocoles d'interaction sont **"embarqués"** par les objets interactifs.
Cela **résout** les problèmes de la *REPL* mais :
- **cache** le mécanisme de *callback*, les fonctions sont appelées dans une boucle aussi ce qui peut **nuire à l'interactivité**.

Dispatcher

L'aiguilleur se construit au-dessus de la REPL :

Mac OS X

```
EventRef event;
while(ReceiveNextEvent(0, 0, kEventDurationForever,
                       true, &event) == noErr) {
   SendEventToEventTarget(event, GetEventDispatcherTarget());
   ReleaseEvent(event);
}
```

Win32

```
MSG msg;
while(GetMessage(&msg, 0, 0, 0) != 0) {
   TranslateMessage(&msg);
   DispatchMessage(&msg);
}
```

Interactivité

La solution pour les **traitements longs** :
- un **processus** (léger) dédié,
- qui **notifie** lorsqu'il se termine.

Interactivité

La solution pour les **traitements longs** :
• un **processus** (léger) dédié,
• qui **notifie** lorsqu'il se termine.

Qui crée de nouveaux problèmes :
• de **synchronisation** des structures de données,
• d'**accès concurrents** aux ressources (en particulier **graphiques**).

Communication avec le noyau fonctionnel

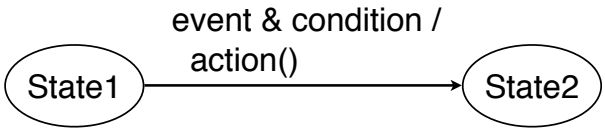
Utilisation d'**événements** particuliers **non graphiques**.

Machines à états

Pour faire face à l'**explosion combinatoire** due aux **types** possibles d'événements et à **l'ordre** dans lequel ils arrivent, il faut adopter une **démarche systématique**.

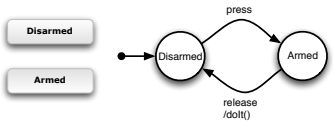
Machines à états

Automates déterministes finis
(ensemble d'**états** et de **transitions**)
étendus par :
• des **conditions**,
• des **actions**.



Machines à états

Exemple : le **bouton**



En fait, une grande partie du comportement
n'est pas décrit.
exercices :
• prendre en compte les événements ***enter*** et ***leave***,
• ajouter les événements ***activate***, ***desactivate***.

Machines à états

Exemple : le **clic** et le **drag**

Modes

exemple du **multiplexage** du ***clic*** et du ***drag***.
avec des **événements simplifiés** contenant :
• leur type (MOUSE_MOVE, BUTTON_DOWN, BUTTON_UP)
• la position du curseur
gérés par un aiguilleur.

Modes

```
enum State { UP, CLIC_OR_DRAG, DRAG };
State state = UP;
Position p0;

void handle_BUTTON_DOWN(p) {
   switch(state) {
   case UP:
      p0 = p;
      state = CLIC_OR_DRAG;
      break;
   default:
      assert(false);
   }
}
```

Modes

```
void handle_MOUSE_MOTION(p1) {
   switch(state) {
   case UP:
      break;
   case CLIC_OR_DRAG:
      if(not p1 - p0 > D_DRAG) return;
      start_drag(p0);
      state = DRAG;
   case DRAG:
      drag(p1 - p0);
      p0 = p1;
      break;
   default:
      assert(false);
   }
}
```

Modes

```
void handle_BUTTON_UP(p) {
   switch(state) {
   case CLIC_OR_DRAG:
      clic(p0);
      sate = UP;
      break;
   case DRAG:
      finish_drag(p);
      state = UP;
      break;
   default:
      assert(false);
   }
}
```

Adaptation du langage

Les **langages impératifs** sont **peu adaptés** à ce type de programmation car l'**état** est codé dans des **variables globales**.

Adaptation du langage

Les **langages impératifs** sont **peu adaptés** à ce type de programmation car l'**état** est codé dans des **variables globales**.

Les **langages à objets** permettent de rendre l'**état local**.

Adaptation du langage

Les **langages impératifs** sont **peu adaptés** à ce type de programmation car l'**état** est codé dans des **variables globales**.

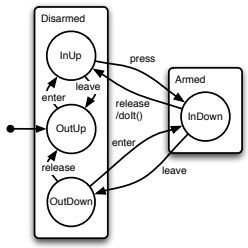
Les **langages à objets** permettent de rendre l'**état local**.

Cependant un **formalisme adapté** permettant de
- **spécifier**, **vérifier**,
- **générer**, **exécuter**

les **interactions** serait le bienvenu.

Machines à états hiérarchiques

Exemple : le **bouton**



Machines à états hiérarchiques

Exemple de code :
la translation d'un objet graphique

Machines à états hiérarchiques
syntaxe 1/5

```
hsm Translater {
    [button] : Translating

    hsm Idle {
        - button > Translating
    }

    hsm Translating {
        - button > Idle

        var SVGLWindow *window;
        var Translate *operation = 0;
        var Point origin(2);

        enter {
            origin = point;
            operation = window->pick< Translate >(origin);
            operation->begin();
        }
        leave {
            operation->end();
        }
        - point {
            Point delta = point - origin;
            operation->translate(delta);
            origin += delta;
        }
    }
}
```


Machines à états hiérarchiques
syntaxe 2/5

```
hsm Translater {
    [button] : Translating

    hsm Idle {
        - button > Translating
    }

    hsm Translating {
        - button > Idle

        var SVGLWindow *window;
        var Translate *operation = 0;
        var Point origin(2);

        enter {
            origin = point;
            operation = window->pick< Translate >(origin);
            operation->begin();
        }
        leave {
            operation->end();
        }
        - point {
            Point delta = point - origin;
            operation->translate(delta);
            origin += delta;
        }
    }
}
```


Machines à états hiérarchiques
syntaxe 3/5

```
hsm Translater {
    [button] : Translating

    hsm Idle {
        - button > Translating
    }

    hsm Translating {
        - button > Idle

        var SVGLWindow *window;
        var Translate *operation = 0;
        var Point origin(2);

        ! (operation = window->pick< Translate >(point)) != 0 : Idle
        ! operation->begin() : Idle

        enter { origin = point; }
        leave { operation->end(); }

        - point {
            Point delta = point - origin;
            operation->translate(delta);
            origin += delta;
        }
    }
}
```

Machines à états hiérarchiques

syntaxe 4/5

```
hsm Translater {
     [button] : Translating

     hsm Idle {
          - button > Translating
     }

     hsm Translating {
          - button > Idle

          var SVGLWindow *window;
          var Translate *operation = 0;
          var Point origin(2);

          ! (operation = window->pick< Translate >(point)) != 0 : Nop
          ! operation->begin() : Nop

          enter { origin = point; }
          leave { operation->end(); }

          - point {
               Point delta = point - origin;
               operation->translate(delta);
               origin += delta;
          }
     }
     hsm Nop {
          - button > Idle
     }
}
```


Machines à états hiérarchiques

syntaxe 5/5

```
hsm Translater {
     [button] : Translating

     hsm Idle {
          - button > Translating
     }

     hsm Translating {
          - button > Idle

          hsm Op {
               var SVGLWindow *window;
               var Translate *operation = 0;
               var Point origin(2);

               ! (operation = window->pick< Translate >(point)) != 0 : Nop
               ! operation->begin() : Nop

               enter { origin = point; }
               leave { operation->end(); }

               - point {
                    Point delta = point - origin;
                    operation->translate(delta);
                    origin += delta;
               }
          }

          hsm Nop {}
     }
}
```