

# Introduction à l'Interaction Homme-Machine

M1 info  
2012-2013

## Renaud Blanch

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

1

## Remerciements

### François Bérard

(LIG - IIHM, INPG)

### Éric Lecolinet

(ENST-GET)

### Alan Dix

(Université de Lancaster)

2

## 1. Principes pour le développement de logiciel interactif

### 1.0 Éléments d'architecture

### 1.1 Principes de réalisation

3

## 1.0 Éléments d'architecture

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4

## Séparation de l'interface

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

5

## Principe n°1

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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

6

## Noyau fonctionnel vs. Interface

### noyau fonctionnel :

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

le “**quoi**”

7

## Noyau fonctionnel vs. Interface

### interface :

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

le “**comment**”

8

## Noyau fonctionnel vs. Interface

### séparation :

- des **préoccupations**
- des **expertises**
- des **méthodes**

9

## Principe n°2

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

10

## 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.

11

## Principe n°3

Le noyau fonctionnel doit offrir des services nécessaires à l'interaction :

- la **notification** ;
- la **prévention des erreurs** ; et
- l'**annulation**.

12

## Notification

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

13

## Prévention des erreurs

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

14

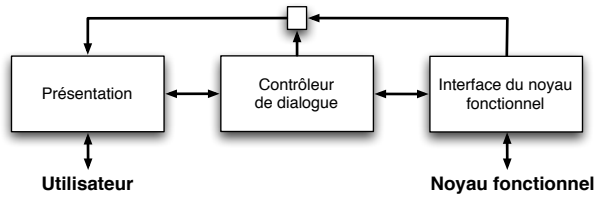
## Annulation

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

15

## Modèle séminal de l'interface

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



16

## 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**

17

## 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 niveaux d'abstraction :  
**lexical, syntaxique, et sémantique.**

18

## 1.1 Principes de réalisation

19

## Communication

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

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

20

## Appel de fonction

ne pas faire :

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

21

## 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());  
}
```

22

## Appel de fonction

ne pas faire :

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

23

## 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());  
}
```

24



## Fonctions de rappel

ne pas faire :

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

25

## 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); }  
}
```

26

## Variables actives

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

27

## Variables actives

en **tcl**, instrumentation du code :

```
proc trace_i { args } {  
    # do something ...  
}  
trace add variable i write trace_i  
  
set i 12
```

28

## 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
```

29

## 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  
        }  
    }  
};
```

30

## 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);
    }
    ...
}
```

31

## 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);
    }
};
```

32

## 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());
}
```

33

# 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);
        }
    }
};
```

34

# Événements

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

35

# Programme classique

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

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

36

# Programme par événements

L'utilisateur a le contrôle.

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

37

# 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),
- ...

38

# Types d'événements

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

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

39

## 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,
- ...

40

## Types d'événements

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

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

41

## Types d'événements

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

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

42

## Gestion des événements

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

43

## 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:  
            // ...  
    }  
}
```

44

## Boucle *REPL*

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

45

## 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**

46

## *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();
}
```

47

## *Dispatcher*

le cas de :

- Xt/Motif
- Java AWT, SWING, ...
- GLUT
- ...

48



## 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);
}
```

49

## 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**.

50

## Interactivité

La solution pour les **traitements longs** :

- un **processus** (léger) dédié,
- qui **notifie** lorsqu'il se termine.

51

## 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**).

52

## Communication avec le noyau fonctionnel

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

53

## 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**.

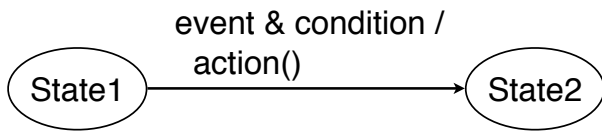
54

# Machines à états

**Automates** déterministes finis  
(ensemble d'**états** et de **transitions**)

étendus par :

- des **conditions**,
- des **actions**.



55

---

---

---

---

---

---

---

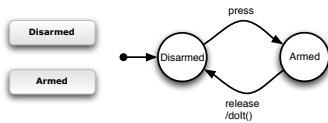
---

---

---

# 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**.

56

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# Machines à états

Exemple : le clic et le drag

57

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# Modes

exemple du **multiplexage** du *cllic* et du *drag*.  
avec des **événements simplifiés** contenant :

- leur type (MOUSE\_MOVE, BUTTON\_DOWN, BUTTON\_UP)

• la position du curseur  
**gérés** par un aiguilleur.

58

# 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);  
    }  
}
```

59

# 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);  
    }  
}
```

60

# 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);  
    }  
}
```

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

61

# Adaptation du langage

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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

62

# 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.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

63

## 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

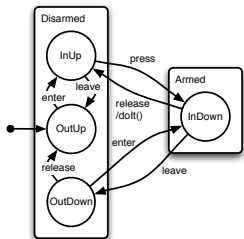
- **spécifier, vérifier,**
- **générer, exécuter**

les **interactions** serait le bienvenu.

64

## Machines à états hiérarchiques

Exemple : le bouton



65

## Machines à états hiérarchiques

Exemple de code :  
la translation d'un objet graphique

66

## Machines à états hiérarchiques

syntaxe 1/5

```
hsm Translator {
  [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;
    }
  }
}
```

67

67

## Machines à états hiérarchiques

syntaxe 2/5

```
hsm Translator {
  [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;
    }
  }
}
```

68

68

## Machines à états hiérarchiques

syntaxe 3/5

```
hsm Translator {
  [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;
    }
  }
}
```

69

69

# Machines à états hiérarchiques

syntaxe 4/5

```
hsm Translator {
  [button] : Translating

  hsm Idle {
    - button > Translating
  }

  hsm Translating {
    - button > Idle

    var SVGWindow *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
  }
}
```

70

70

# Machines à états hiérarchiques

syntaxe 5/5

```
hsm Translator {
  [button] : Translating

  hsm Idle {
    - button > Translating
  }

  hsm Translating {
    - button > Idle

    hsm Op {
      var SVGWindow *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 {}
  }
}
```

71

71