1

Modèles Abstraits à Composants et Langage de Description d'Architectures (ADLs)

Systèmes de composition de boîtes noires

Laurence Duchien
Equipe-Projet ADAM- Equipe CNRS GOAL

Sommaire

2

3

I. Définitions générales

Définitions

4

Origine des architectures logicielles « explicites »

- Les difficultés rencontrées par les concepteurs de gros logiciels
- Les caractéristiques de la programmation à grande échelle
- Les besoins de **réutilisation** de logiciel

Définition ANSI/IEEE 1471

- Une architecture logicielle est l'organisation fondamentale d'un système incorporée dans ses composants, les relations entre ses composants et leur lien avec leur environnement, et les principes qui régissent sa conception et son évolution

Définition d'une architecture logicielle [Shaw & Garlan]

- Architecture logicielle = niveau de conception
  - *description des éléments à partir desquels le système est construit*
  - *interactions entre ces éléments*
  - *patrons/styles qui guident leur composition*
  - *les contraintes sur ces patrons/styles*

Définitions

5

Objectif d'une architecture logicielle

- définir la structure du système,
- faire correspondre les besoins utilisateurs et l'implantation
- comprendre les préoccupations d'un système à différents niveaux (vue globale des flux, structure de contrôle, dimensionnement, etc)
- réduire les coûts de développement (maîtriser et réutiliser)

Définitions

6

Rôle d'une architecture logicielle

- L'analyse : raisonner sur la qualité du système qui va être implémenté (perfs, maintenabilité, vérification de cohérence, de complétude, de correction)
- La compréhension : rendre explicite les décisions architecturales
- La réutilisation : patrons architecturaux - descriptions de certaines parties réutilisables
- l'évolution : gestion au mieux de la propagation des changements et évaluation des coûts de l'évolution

7

II. Notion d'architecture à composants

Notion d'architecture

8

Architecture : modélisation du système sous la forme de

- d'éléments représentant les unités de calcul et de sauvegarde des données : composants ou modules
- d'éléments représentant les interactions entre les éléments précédents : connecteurs
- des liens entre les deux types d 'éléments précédents et leur organisation: assemblage ou composition
- des contraintes représentant les choix de conception

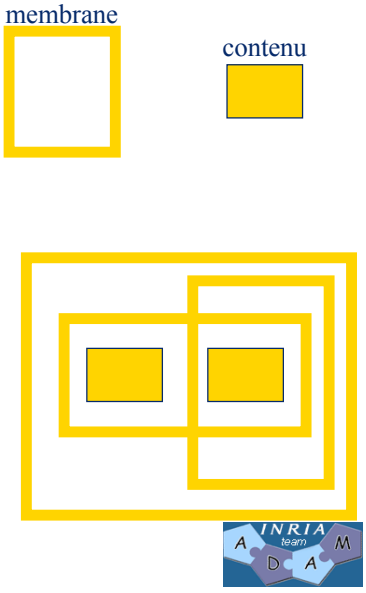
- l'organisation peut être :
  - *hiérarchique : un élément architectural donné (composant ou connecteur) peut être décrit à l'aide d'autres éléments*
  - *plate : un élément architectural donné est une boîte noire. Il ne peut pas être décrit en fonction d'autres éléments*

Notion d'architecture

9

Exemple de composant composite dans l'ADL Fractal

```
<definition name="HelloWorld">
  <interface name="r" role="server" signature="Main"
   />
  <component name="Client">
    <interface name="r" role="server" signature="Main"
   />
    <interface name="s" role="client"
   signature="Service" />
    <content class="ClientImpl" />
  </component>
  <component name="Server">
    <interface name="s" role="server"
   signature="Service" />
    <content class="ServerImpl" />
  </component>
  <binding client="this.r" server="client.r" />
  <binding client="client.s" server="server.s" />
</definition>
```



À quel niveau du cycle de développement sommes-nous ?

10

- le contrôle de la complexité du logiciel
  - *représentation abstraite*
- maîtriser **l'architecture conceptuelle** d'un système
  - *la modification d'un système complet est très difficile*
  - *la modification **d'un « plan »** est plus simple*
- L'architecture logicielle correspond **au « plan » d'un logiciel selon un point de vue**
  - *prend en compte la complexité*
  - *augmente les possibilités de réutilisation des composants du marché*
  - *permet l'utilisation de méthodes formelles sur des parties précises de l'architecture*

Principales difficultés : complexité, conformité, transparence, interopérabilité

Traitement actuel des archi. log.

11

Compréhension au niveau de l'intuition, de l'expérience, de l'anecdote,…
Peu de méthodes ou de langages dans les milieux industriels

- Description informelle
  - *boxologie avec une sémantique floue*
  - *prose informelle*
  - *au mieux définition des interfaces des différents modules (IDL?)*

- Cependant on y associe un vocabulaire riche d'un point de vue sémantique
  - *RPC, Client/serveur, composant, couche, répartition,OO,…*

Une règle de base de conception

12

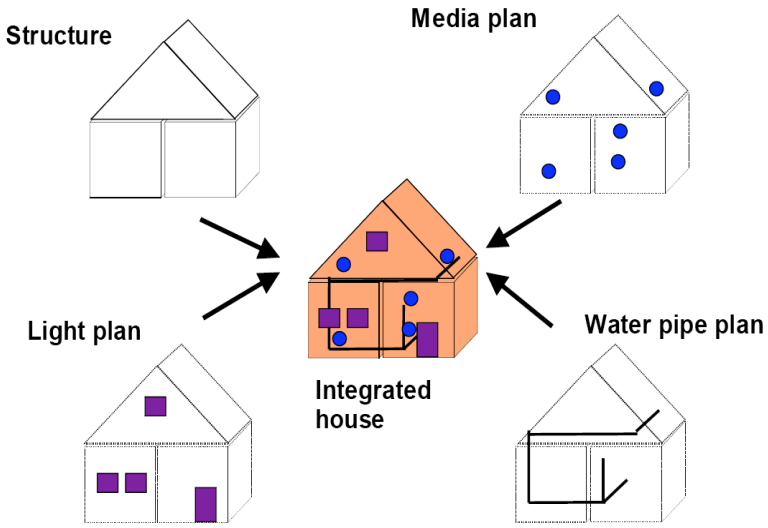
- L'abstraction : Se focaliser sur un problème à la fois et oublier les autres
- *Abstraction is negletion of unnecessary detail*
  - *Considérer uniquement les informations essentielles*

- Séparation des préoccupations
  - *Les concepts doivent être séparés -> ils peuvent être spécifiés de façon indépendante*
  - *Spécifications dimensionnelles*
  - *Spécifier différents points de vue*

- Un exemple de SoC
  - *Mécanisme :*
    - La réalisation technique d'une solution
  - *Politique*
    - La paramétrisation de la solution
  - *Séparer mécanisme et politique : leur permettre d'évoluer indépendamment*

Préoccupation dans une architecture

13



Les points de vues de Kruchten : 4+1

14

4 + 1 :

- **Vue logique** : spécification des besoins fonctionnels d'un point de vue comportemental (diagramme de classe et d'objets)
- **Vue de processus** : les objets sont projetés en processus - aspects non fonctionnels liés à la distribution, la concurrence, la tolérance aux pannes et l'intégrité du système
- **Vue de développement** : organisation des modules et des librairies dans le processus de développement
- **Vue physique** : projection des autres éléments aux noeuds de traitement et de communication (qualité de performance et de disponibilité)
- **Vue « plus un »** : les autres vues sont projetées entre elles. Permet de voir les interactions

Construire une architecture

15

Deux façons de concevoir une architecture
- par décomposition d'un système en un ensemble d'éléments le constituant
- par composition d'un système à partir d'éléments (existants)

Deux approches idéales
- descendante (top-down)
  - *décomposition d'un problème en sous-problèmes*
  - *implantation ou réutilisation de composants qui résolvent les sous-problèmes*
- ascendante (bottom-up)
  - *création ou réutilisation de composants*
  - *composition des composants pour créer le nouveau système*

Une méthode « réaliste » utilise les deux approches

Décomposition

16

Comment arriver aux
- composants
- connecteurs
- la configuration du système

Quel est le niveau de granularité adéquat pour un composant ?

Quelles sont les contraintes imposées sur les composants par
- les besoins fonctionnels
- les besoins non-fonctionnels
- le dimensionnement du système
- les évolutions prévues
- l'environnement d'exécution
- les utilisateurs

Quelles sont les suppositions qu'un composant peut faire sur un autre ?

Décomposition

17

Comment les composants interagissent ?

Quels sont les connecteurs du système

Quel est le rôle des connecteurs ?

- médiation
- coordination
- communication

Quelle est la nature des connecteurs ?

- type d'interaction
- degré de concurrence
- degré d'échange d'information

Composition

18

Résumé et extension des problèmes de la réutilisation

- où sont localisés les
  - *composants existants*
  - *connecteurs existants*
  - *configurations existantes*
- comment détermine-t-on les éléments nécessaires ?
  - *Au moment du développement et au moment de la réutilisation*
- quel est le niveau de granularité adéquate pour un élément ?
- comment est effectué la composition des éléments hétérogènes ?
- comment est déterminé le fait que l'on ait le système nécessaire ?

Définitions de la notion de style

19

Les styles architecturaux sont **des patrons et des expressions** organisationnels et récurrents [Shaw & Garlan]

La compréhension établie et partagée de formes de conception communes est une **marque de maturité** dans le domaine de l'ingénierie du logiciel [Shaw & Garlan]

Le style architectural est une abstraction des caractéristiques de composition et d'interaction récurrentes d'un ensemble d'architectures [Taylor]

Les styles sont des **expressions de conception** qui permettent l'exploitation de patrons structurels et évolutifs adéquats et qui facilitent la réutilisation de composants, de connecteurs et de processus [Medvidovic]

Catégories de styles

20

Patrons et expressions

- structures d'organisation globale
  - *Ensemble de règles de bonne formation*
- indépendant du domaine d'application
  - *pipe & filtre*
  - *client/serveur*
  - *tableau noir (blackboard)*
  - *couche*

Modèles de référence

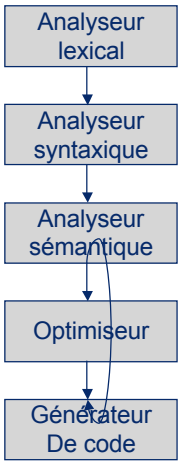
- configurations spécifiques pour certains domaines d'application
- peut être appliqués en dehors de leur domaine initial
- garant de certains attributs de qualité (maintenabilité, performance, fiabilité

Exemple de style

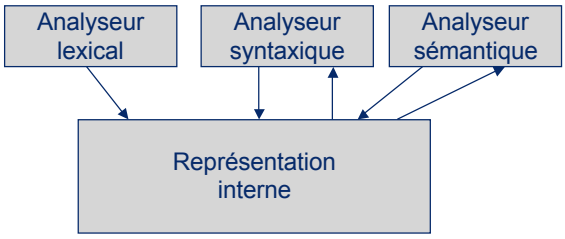
21

Un compilateur

Séquentiel



Parallèle



Séquentiel
+ Conception simple
+ L'architecture reflète le flot de contrôle
- Performance

Parallèle
+ Performance
+ Adaptabilité
- Synchronisation
- Coordination

Propriétés de base des styles

22

- Un vocabulaire d'éléments de conception
  - types de composants et de connecteurs
  - e.g. pipes, filtres, objets, serveurs
- Un ensemble de règles de configuration
  - des contraintes topologiques qui déterminent les compositions permises d'un ensemble d'éléments
  - e.g. un composant peut être connecté au plus à deux autres composants
- Une interprétation sémantique
  - les compositions d'éléments de conception ont un sens bien défini
- Les analyses possibles des systèmes construits selon un style
  - la génération de code est un type particulier d'analyse

Les avantages des styles

23

Réutilisation de la règles de conception
- ☞ des solutions bien comprises appliquées à de nouveaux problèmes

Réutilisation de code
- ☞ des implantations partagées des aspects invariants d'un style

La compréhension de l'organisation d'un système
- ☞ une expression telle que « client-serveur » comprend beaucoup d'information

L'interopérabilité
- ☞ gérée par la standardisation
- ☞ e.g. CORBA, EJB,…

Les analyses spécifiques aux styles utilisés
- ☞ permises par les espaces de conception contraints

Visulalisation
- ☞ représentation du style en correspondance avec le modèle mental de l'ingénieur

Qualité dans les architectures logicielles

24

Une décision architecturale doit être conduite par une recherche de qualité

« *Ce ne sont pas les fonctionnalités attendues qui conduisent les décisions architecturale mais la qualité recherchée* »

Exemple de logiciel en couche -> recherche de maintenabilité

Quelques exemples de critères de qualité [ISO 9126]:
- ☞ capacité fonctionnelles
- ☞ portabilité
- ☞ fiabilité
- ☞ utilisabilité
- ☞ efficacité
- ☞ maintenabilité
- ☞ portabilité

Autre : testabilité, compréhensibilité, flexibilité

25

III. Modèles & langages à Composants

Approche

26

Avoir une vision de l'architecture de l'application

- ☞ des composants logiciels utilisés et leur dépendance
- ☞ des modes de communication entre composants
- ☞ de la politique de répartition

Démarche

- ☞ le concepteur spécifie l'architecture
  - ➥ *par un langage déclaratif : langage d'interconnexion de module, langage de configuration, langage de définition d'architecture*
  - ➥ *analyse des propriétés de composition, de sûreté et vivacité*
- ☞ L'architecture est ensuite déployée
  - ➥ *Service système de déploiement*

Différents langages

27

Rôles des ADLs

- Supporter des abstractions
  - *spécifiques à l'application et à l'utilisateur*
- Fournir un langage et un environnement
  - *le langage permet des spécifications précises*
  - *l'environnement les rend (ré) utilisables*

Principaux ADLs

ACME ArchJava Darwin Aesop C2 Wright Rapide Unicon
Olan MetaH SADL Weaves xADL
AADL SafArchie ASAAM FRACTAL ArchWare UML 2.0

Langages de construction d'architectures à base de composants

28

Un ADL est un langage (formel ou semi-formel) qui fournit des dispositifs pour modéliser l'architecture conceptuelle d'un système logiciel, qu'on distingue de son implémentation

- Contrats d'interfaces et description des comportements
- Accompagnement par une démarche de construction ou d'évolution
- Prise en compte de la dynamique de l'architecture
- Abstraction du langage vis-à-vis d'une plate-forme d'exécution
- Déploiement sur une infrastructure physique

3 grandes familles

- Modèles à composants académiques : ArchJava, Fractal
- Langages de description d'architecture (ADLs) : Wright, Darwin
- Les standards : AADL, UML 2.0

29

III.1 Modèles à composants académiques

Définition d'un composant logiciel

30

Clemens Sziperski :

Un composant est une unité de composition qui spécifie par contractualisation ses interfaces et qui explicite ses dépendances de contexte uniquement. Un composant logiciel peut être déployé indépendamment et est sujet à composition par des entités tierces.

UML 2.0 :

Un composant est une partie modulaire d'un système qui encapsule son contenu et dont la manifestation est remplaçable dans son environnement. Un composant défini son comportement en termes d'interfaces fournies et requises. En tant que tel un composant sert comme un type, dont la conformité est définie par ses interfaces fournies et requises (incluant à la fois leur sémantique statique et dynamique)

Dans le domaine des architectures abstraites:

on se focalise sur la description abstraite du logiciel en vue d'une analyse des propriétés de qualités- on se limite aux phases d'analyse et de conception

Dans le domaine des plates-formes *:*

On s'intéresse au modèle d'exécution lié à l'intergiciel : implémentation, déploiement, exécution

Modèles à composants

31

- Modèles à composants
  - *Composants = code applicatif*
  - *Connecteurs = interaction, glue, adaptateur*
  - *Points de liaisons : Ports*
  - le mode de communication est « transparent »
- Technique de composition
  - code d'adaptation et de glue via des connecteurs
  - Séparation du code applicatif et des interactions
- Langage de composition : un ADL est un langage simple de composition

Composant et Composition

32

Composant = partie servant à composer un tout
Souvent boîte noire : spec. externe + code

Composition = action de composer un tout par l'agencement de plusieurs parties

différents mécanismes de composition

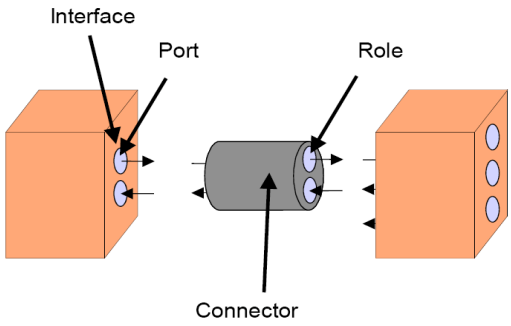
- **Structurelle** : Etablissement et contrôle des liaisons entre composants
  - Interaction *(services fournis/requis)*
  - Implantation *(décomposition hiérarchique)*
- **Comportementale** : Composition d'automates
- **Contractuelle** (QoS) : Composition de contrats comportant des obligations et/ou des hypothèses

Modèle à composant dans une architecture

33

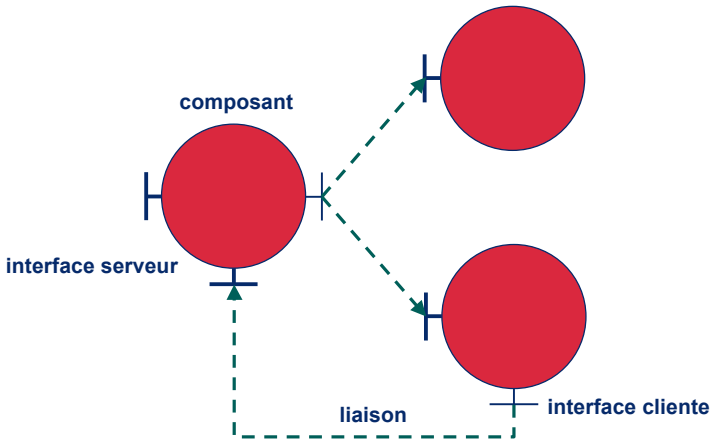
Port : points d'interfaces abstraits (événements, messages)- spécifie les flux entrants et sortants d'un composant

Connecteur : composant dédié à la communication - les connecteurs sont liés à des ports via des roles



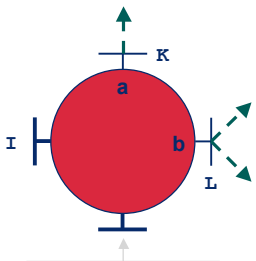
Modèle à composants
Vue abstraite

34



Modèle à composants
Typage

35



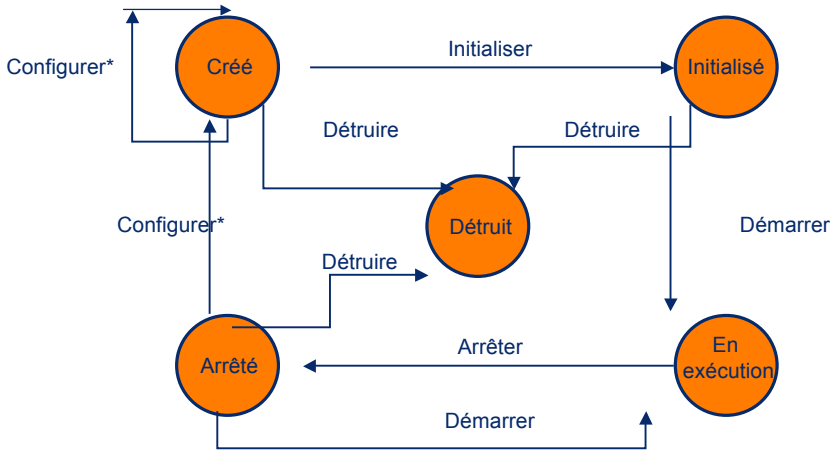

```
interface J {
  void m ();
  // …
}
```

Type =

- types des interfaces serveur =
  - I
  - J
- types des interfaces clientes =
  - a → { K, obligatoire, 1 → 1 }
  - b → { L, optionelle, 1 → n }

Modèle à composants
Cycle de vie

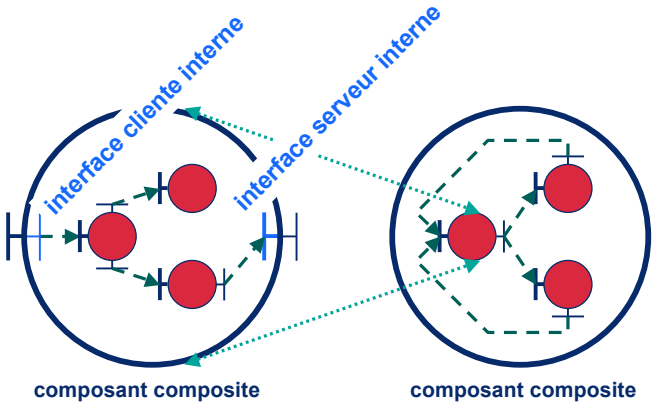
36



* bind, unbind, rebind, …

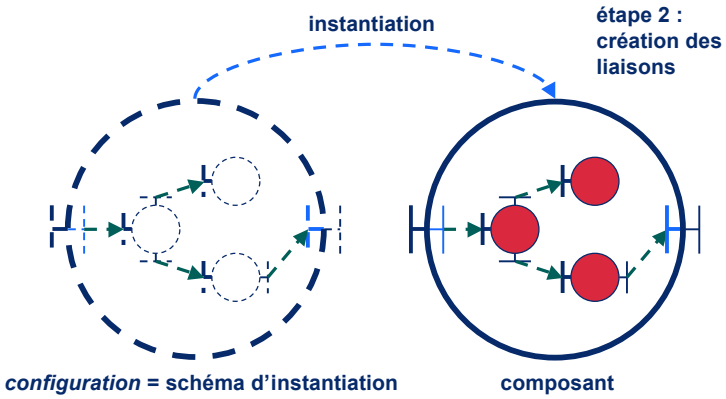
Modèle à composants
Composites

37



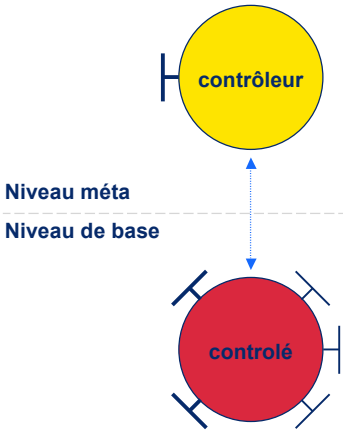
Instantiation de composants

38



Modèle à composants
Niveaux d'exécution

39



Réifie :

- **la structure → typage**
- **les liaisons → contexte de nomage**
- **l'état d'exécution → cycle de vie**

composant = (controleur,controlé)

Implante les fonctionalités du composant : « Composant de base »

ArchJava

40

Univ. Washington [Aldrich 2002]

Langage de description d'architecture à la frontière entre

- un modèle à composants
- un ADL

Objectifs :

- améliorer la compréhension des programmes
- garantir l'architecture de l'application
- assurer l'évolutivité des applications
- encourager les développeurs à se servir des concepts de composants, connecteurs, configurations

ArchJava

41

Le composant ArchJava
- unité de traitement + interface décrivant les services fournis et requis
- composant primitif et composant composite
- un composite peut contenir du code logiciel

Le connecteur ArchJava
- communication à l'aide de l'appel de méthode
- garantie des com. entre composants par respect des connexions définies dans l'architecture
- vérification par compilation
- définition de classes de connexions appelées connecteurs complexes

La configuration ArchJava
composants composites = unité de configuration

Quelques propriétés d'ArchJava

42

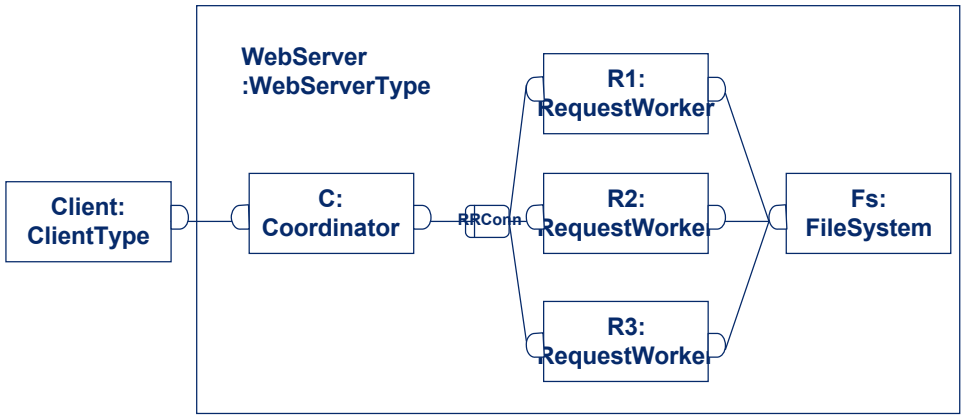
Déploiement
- pas de modèle de déploiement - pas de localisation des éléments
- à faire manuellement

Dynamique
- création de composants et de liaisons dans les composites
- toute nouvelle connexion à l'exécution doit déclarée afin de garantir la capacité d'analyse à la compilation
- prise en charge limitée
  pas de possibilité de destruction
  pas de possibilité de déplacement d'instance ds un composite

Comportement
- pas de possibilité de description du comportement

Exemple

43



Un peu de description textuelle

44

```
Public component class WebServer
  private final Coordinator c= new coordinator();
  private final RequestWorker R1 = new RequestWorker(« R1 »);
  private final RequestWorker R2 = new RequestWorker(« R2 »);
  private final RequestWorker R3 = new RequestWorker(« R3 »);
  private final FileSystem fs = new FileSystem(new File (« /home/test »));

// déclaration des liaisons
  connect c.serviceHttp, rserviceHttp;
  connect R1.handleRequest, c.handleRequest with RoundRobinConnector.getConnector (connection);
  connect R2.handleRequest, c.handleRequest with RoundRobinConnector.getConnector (connection);
  connect R3.handleRequest, c.handleRequest with RoundRobinConnector.getConnector (connection);
  connect R1.AccessFS, fs.AccessFS;
  connect R2.AccessFS, fs.AccessFS;
  connect R3.AccessFS, fs.AccessFS;

Public port serviceHttp{
  provides String get (URL url) {…}
}

Public port rserviceHttp{
  requires String get (URL url) {…}
}
}
```

Un peu de description textuelle

45

```
public component class Coordinator{
  public port serviceHttp{
    provides String get (URL url){…}
 }
Public port handleRequest{
  requires String handleRequest(URL url);
}
}

public component class RequestWorker {
 private String_name;
 public RequestWorker(String name){this._name=name;}

Public port AccessFS {
 requires boolean open (File f);
 requires Sring read (File f);
 requires void close (File f);
}
}
```

Un peu de description textuelle

46

```
Public component FileSystem {
 public port AccessFS{
 provides boolean open (File f){…}
 provides String read (File f){…}
 provides void close (File f){…}
}
}

Public class RoundRobinConnector extends Connector {

 private port otherPort;
 private ArrayList ports = new ArrayList();
 private static RoundRobinConnector instance = null;

Public static RoundRobinConnector getConnector (archjava.reflect.Connection c){
…
}
}
```

Conclusion avec ArchJava

47

Approche orientée langage de programmation
Compilateur utilisé sur des applications de taille importante

Avantages :
- garantie de l'intégrité de l'architecture pendant la phase de développement
- les communications respectent la structure de l'application
- bonne traçabilité de la structure
- compilateur éprouvé + Java -> bonne attractivité

Inconvénients
- reste proche de l'implantation - travaux avec ACME pour couche d'abstraction supplémentaire
- spécification de la structure uniquement
- mélange architecture et objet -> complexité du code

Conclusion sur les modèles à composants

48

Très nombreux modèles

Pouvoirs d'expression très variés

- pb d'assemblage (structurel, comportemental, architectural, contractuel)
- pb fonctionnel
- pb techniques
- évolution/adaptabilité
- qualités
- …

III.1 Les ADLs Classiques

Wright

Wright [Allen 97] :

Description de comportement des composants
spécification de l'architecture et de ses éléments
pas de générateur de code, ni de plate-forme de simulation

Composant

Unité de traitement abstraite localisée et indépendante
Instance de composant/ sémantique = processus
- Interface = ens. de Ports / spécification formelle CSP
- Partie calcul = Comportement du composant

Connecteur

Interaction entre une collection de composants
Réutilisable
deux parties : rôle (CSP) et glue(interaction entre les rôles)

Configuration

architecture du système
déclaration des composants et des connecteurs,
déclaration des instances des composants et connecteurs,
description des liens entre les instances de composants

Wright

51

Orienté vérification formelle
- uniquement la description des composants et des interactions

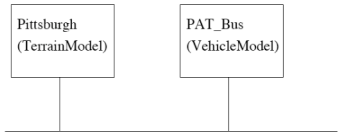
Dynamique
- description à l'aide d'un « configurateur »
- langage ad-hoc pour définir les reconfigurations

Comportement
- utilisation de CSP
- description du comportement du processus
- pas de variable commune - communication par message - RDV
- exécution en parallèle

Analyse de propriétés
- propriétés de sûreté : rien de mauvais n'arrive
- propriété de vivacité : quelque chose de bon peut toujours arriver

Exemple

52




```
Configuration SimpleSimulation
        Component TerrainModel(map : Function)
                Port ProvideMap = [Interaction Protocol]
                Computation = [provide terrain data]
        Component = VehicleModel
                Port Environment = [Interaction Protocol]
                Computation = [compute vehicle movement]
        Connector UpdateValues(nsims : 1..)
                Role Model 1::nsims = [Interaction Protocol]
                Glue = [Data travels from one Model to another]
        Instances
                Pittsburgh : TerrainModel([map of Pittsburgh])
                PAT Bus : VehicleModel
                C : UpdateValues(2)
        Attachments
                Pittsburgh.ProvideMap, PAT Bus.Environment as C.Model
End SimpleSimulation.
```

Fournit une valeur maj

Role Model = update!x ->Model

Soit

Π request ->newValue?y-> Model

Π §

Demande une nouvelle valeur

Fin

Fournit une valeur

Une autre forme avec style

53

```
Style Simulation
        Interface Type SimInterface = [Interaction of one simulation]
        Connector UpdateValues(nsims : 1..)
                Role Model 1::nsims = SimInterface
                Glue = [Data travels from one Model to another]
        Constraints
                ∃ C : Connectors | {C} = Connectors
                        ^ Type(C) = UpdateValues
End Style.

Configuration SimpleSimulation2
        Style Simulation
            Component TerrainModel(map : Function)
                Port ProvideMap = SimInterface
                Computation = [provide terrain data]
            Component = VehicleModel
                Port Environment = SimInterface
                Computation = [compute vehicle movement]
            Instances
                Pittsburgh : TerrainModel([map of Pittsburgh])
                PAT Bus : VehicleModel
                C : UpdateValues(2)
        Attachments
                Pittsburgh.ProvideMap, PAT Bus.Environment as C.Model
End SimpleSimulation2
```

Exemple : Architecture Client/serveur avec Wright (CMU)

Détenteur du compte bancaire / Client — Compte bancaire/ Serveur


```
COMPONENT Client
PORT Appel-debiter = requete → reponse  → Appel-debiter ∏ §
COMPUTATION = Traitementinterne → Appel-debiter.requete → Appel-debiter.reponse → COMPUTATION ∏ §

COMPONENT Compte
PORT Debiter-compte = requete → reponse → Debiter-compte ∏ §
COMPUTATION = Traitementinterne → Debiter-compte.requete → Debiter-compte.reponse → COMPUTATION ∏ §

CONNECTOR Connecteur-RPC
ROLE appelant = requete → reponse → appelant ∏ §
ROLE appele = requete → reponse → appele ≈ §
GLUE = appelant.requete → appele.requete → GLUE
       ≈ appelant.reponse → appele.reponse → GLUE
       ≈ §
CONFIGURATION Application-bancaire
COMPONENT Client
COMPONENT Compte
CONNECTOR Connecteur-Rpc
INSTANCE
            client1 :Client;
            compte1 :Compte;
            appel-rpc : Connecteur-RPC ;
ATTACHMENTS
client1.Appel-debiter as appel-rpc.appelant;
compte1.Debiter-compte as appel-rpc.appele;
End Application-bancaire
```

Conclusion sur Wright

55

Avantages
- langage formel CSP pour les composants et des connecteurs
- description des comportements
- analyse de propriétés
- communication sans ambiguïté entre les acteurs

Inconvénients
- éloigné des habitudes du développeur
- description pauvre des contrats (syntaxique et sémantique)
- pas d'environnement d'exécution - pas de génération de code
- ne supporte pas la répartition

Travail à faire
- Décrire l'exemple web serveur en Wright

http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/project/able/www/wright/wright_bib.html

Darwin

56

Imperial College [Magee 95]

- Modèle de composants pour la construction d'applications réparties
- Spécification de la dynamique d'une application

Composant
- instance définie par une interface fournie et requise
- sémantique associée : processus
- chaque composant est un processus

Connecteur
- pas explicit
- chaque interaction est représentée par un lien entre serv. fourni et serv. requis
- l'objet port permet la définition des objets de communication

Configuration
- composant primitif - composant composite

Darwin

57

Support d'exécution spécifique
- Regis : C++ pour construire et exécuter des archi. Darwin

Déploiement
- en accord avec Regis
- association site et composant

Description de la dynamique
- schéma d'instanciation des composants - création dynamique des composants
- instanciation paresseuse : pré-déclaration des instances à créer lors du premier appel
- instanciation dynamique : création d'instance en lui fournissant les paramètres d'initialisation - se fait au sein d'un composite

Description de comportement
- Extension Tracta- description des comportements : FSP/LTS
- propriétés de sureté et de vivacité

Un exemple : Darwin

```
Component Client (int nbAnuaire) {
   require lookupAnnuaire[nbAnnuaire]<port,string,string>;
}
Component Annuaire(int pays){
   provide lookup <port,string,string>
}
Component ClientFactory{
   require createClient <component>;
}
```

```
Component Application {
   const int nbMaxAnnuaire=2
   inst clientFact : ClientFactory; // créateur de clients
   array Annuaire[0..nbMaxAnnuaire-1]:Annuaire // ensemble d'annuaires
   bind clientFact.createClient–dyn Client(nbMaxannuaire);
                //création dynamique de clients
   forall k:([0..nbMaxAnnuaire-1] //itérateur-crée les annuaires et
               // les interconnexions entre tout client et les annuaires
         inst Annuaires[i] : Annuaire(i)
         bind Client.lookupAnnuaire[k] – Annuaire[k].lookup;
}
```

Darwin : Evaluation

59

Intégration
- ☞ rien de fait

Structure de l'application
- ☞ Notion de groupe d'instances limité
- ☞ Interconnexions sont des liaisons
  - ➥ *Protocole de communication : utilisation de mécanisme de communication est à la charge du programmeur*

Dynamique
- ☞ Prise en compte
- ☞ Description des contrats de comportement

Répartition
- ☞ Configurable

Bilan sur les ADLs

60

Avantages
- Conçus spécifiquement pour les architectures - DSLs
- Plan global d'application : modèle pivot de modélisation
- Séparation claire entre composants et interactions

Inconvénients
- manque d'effort commun de la communauté pour un langage commun
- Reste un travail académique - difficile à prendre en main
- Passage à l'échelle ?
- Peu de description de la dynamique

En résumé

61

A qui servent-ils ?

- Description de l'architecture intégrant
  - *La description hiérarchique des composants logiciels*
  - *Spécification externalisée de la communication*
  - *Spécification d'une partie du comportement dynamique*
    - instanciation/suppression de composants
    - de la communication
- Modèle d'intégration et de description et logiciels existants
  - *Traitement de l'hétérogénéité des types de logiciels (exécutables, code interprété, bibliothèques,…)*
  - *De la plate-forme d'exécution*
  - *Du modèle d'exécution propre aux composants*
- Pour le déploiement
  - *En lien avec la définition de l'architecture*
  - *Étude de structures d'exécution adéquates*

62

III.3 Les Standards

AADL

63

Dérivé de MetaH[Vestal 1998]

Dédié aux systèmes avioniques (Darpa et US Army)

Effort de standardisation à partir de 2001 : AADL

AADL : Architecture Analysis & Design Language

Par la SAE : Society of Automotive Engineers

Très bon accueil des industriels

Besoin spécifique des systèmes embarqués temps-réel

Spécification de la QoS : exigences temporelles et spatiales, fautes, erreurs, sûreté, certification…

AADL

64

Langage textuel & graphique

Composant:

- description du type de composant : interface fonctionnelle
- description de l'implantation : contenu du composant
- catégorie pré-définie : mémoire, bus, périphérique, processeur, donnée, …
- communication par l'intermédiaire de ports : data, event, data event

Connecteur

- définition de connexions entre ports in et out
- possibilité d'ajout de propriétés ex: délai de transmission)

Configuration

- modèle hiérarchique

AADL

65

Propriétés
- caractérisation du composant par un couple attribut-valeur
- ex: processus léger : période, échéance, durée d'exécution

Annexes
- utilisation de déclaration écrites dans d'autres sous-langages
- précision facultative

AADL

66

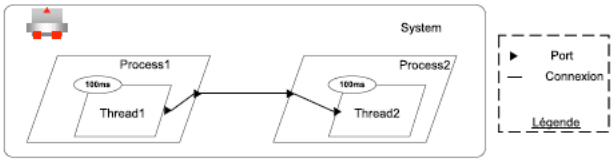
Déploiement
- prise en compte des éléments matériels
- maximum d'infos sur l'infrastructure

Dynamique
- mécanisme de gestion de la reconfiguration
- notion de mode : différentes configurations admissibles d'un système - évolutions possibles

Comportement
- pas complètement défini - diagramme de flot
- pas de description des interactions

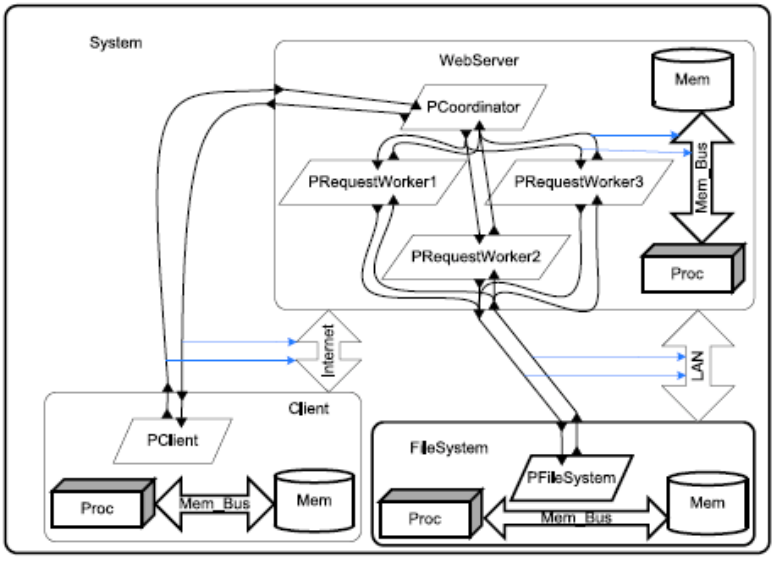
Exemple AADL

67



Un autre exemple

68



Conclusion AADL

69

Avantages

- monde de l'industrie du transport
- prise en compte de sémantiques différentes au niveau du composant / description des éléments matériels
- notion de propriétés et d'annexes : ajout à la demande

Inconvénients

- pas de comportement pour spécifier les relations entre E/S d'un composant
- pas de sémantique claire de la composition
  - ☞ outils ad-hoc pour les propriétés, mais pas de sémanique définie au niveau de la norme pour pb de composition
- très orienté mise en œuvre / pas utilisable tout le long de la conception

UML 2.0

70

Introduction d'un diagramme d'architecture
- diagramme de structure composite
- comble les lacunes de la 1ere version

Composant
- entité modulaire et réutilisable avec interfaces R/F
- interface : définition du type du composant
- interface attachée à un port qui est point d'interaction du composant
- composant basique : étend la notion de classe
- composant empaqueté : entité composée d'autres éléments

Connecteur
- décrit les interactions
- relie les ports d'un composant à un autre composant
- connecteur de délégation pour connecter un port externe au port d'un sous-composant interne

Configuration
- Notion de partie (Part) : description de la partie interne d'une classe
- structure interne d'un composant : ensemble de parties
- modèle hiérarchique

UML 2.0

71

Modèle partiellement défini

- la sémantique de certaines constructions sont floues
  - attachement de plusieurs connecteurs à un même port : pas de description comportementale
- point de variation sémantique
- rend UML 2.0 difficilement utilisable tel quel pour décrire une architecture

UML 2.0

72

Déploiement

- prise en compte du déploiement sur une infrastructure physique répartie
- ressources = nœuds interconnectés entre eux
- pas de processus de déploiement, ni information minimale

Dynamique

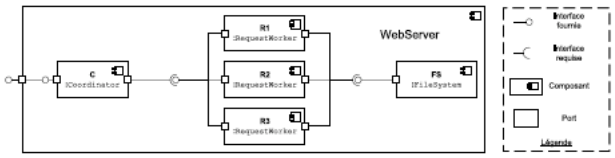
- diagramme de séquences : création et destruction d'instances
- aucune opération liée à la reconfiguration ou à la migration

Spécification du comportement

- diagramme de séquences : définition des interactions entre deux entités d'application
- MSC (Message Sequence Charts) - outils de validation

Exemple UML 2.0

73



Conclusion UML 2.0

74

Convergence avec les ADLs et le modèle de composant UML 2.0

Mais

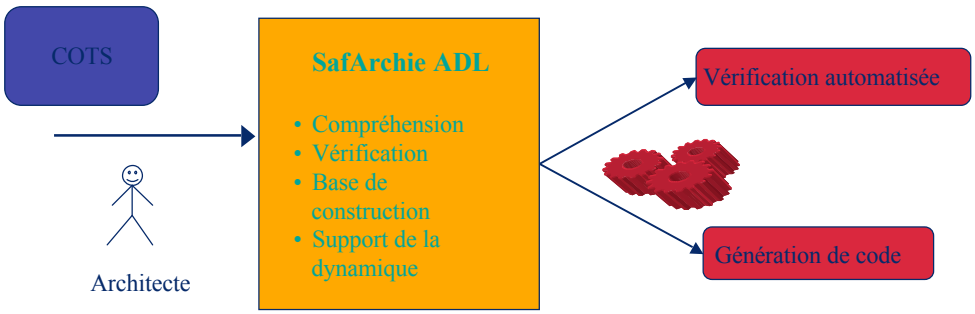
- relations entre les concepts mal définies
- signification des constructions trop imprécises
- exemple
  - *le comportement d'un composant peut etre modélisé par une machine à états*
  - *un port peut se voir attaché un comportement*
  - *un composite peut se voir attacher une collaboration*
  - *rien n'est assuré de la cohérence de ces 3 informations*
- nécessité de redéfinir ou de préciser la sémantique avec des profils UML ou des DSL.

75

IV. Un modèle d'évolution d'architecture logicielle

Vue globale

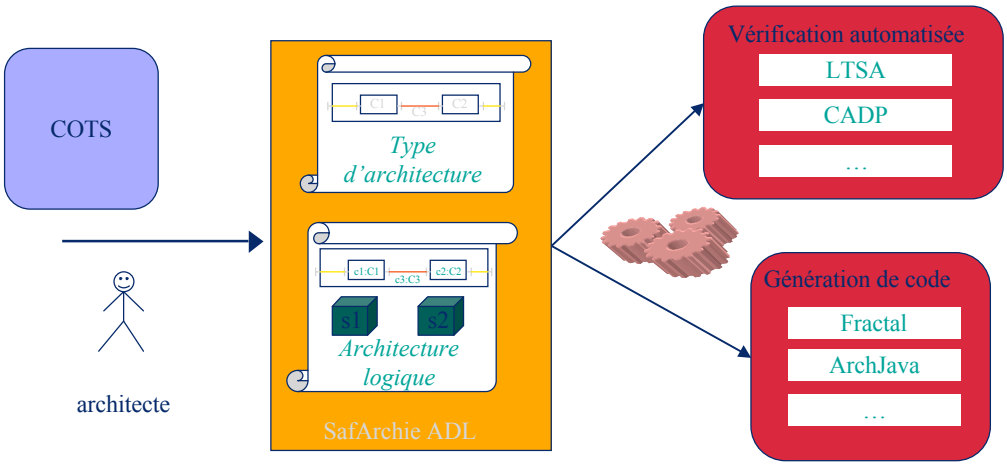
76



SafArchie Studio:
Un IDE complet pour la construction d'architecture logicielle

Vue globale du projet

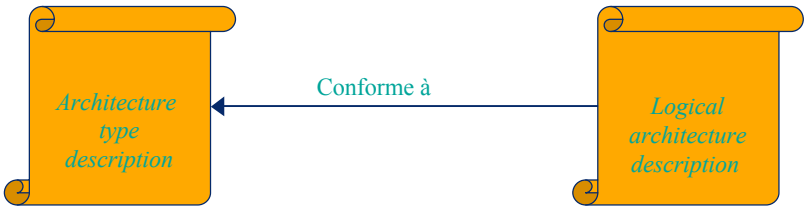
77



Le modèle SafArchie

78

Deux niveaux de description

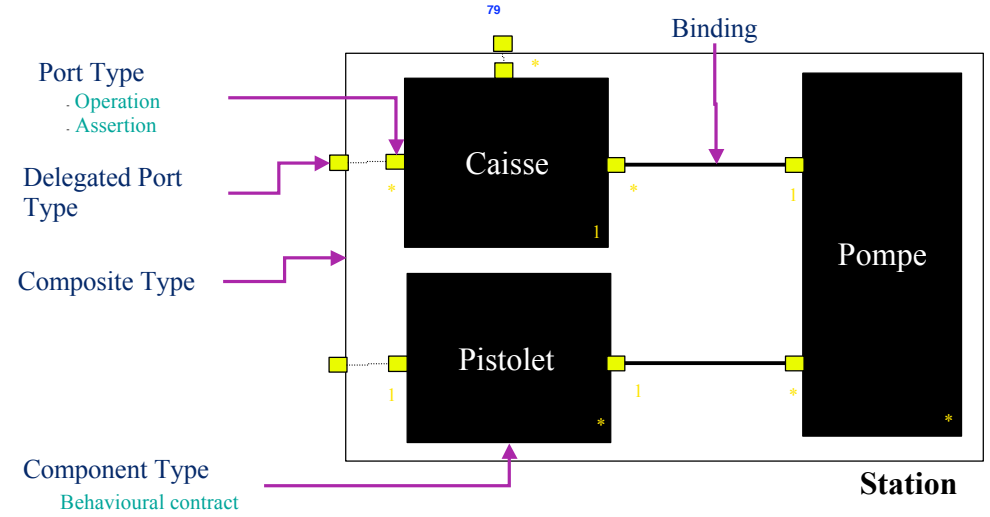


–Respects des invariants
–Vérifications

–Dynamique
–Etat du système
–Déploiement

Type d'architecture

79



Modèle d'architecture logicielle : Exemple de description textuelle

80

```
component CashRegister {
  Port Payement {
    require void start();
    provide void stop(int price);
  }
  Port Auth {
    require boolean askauth(string clientID);
    require boolean sale(string clientID, int price);
  }
  Port UserInterface {
    provide void putcard(Card c);
    provide void entercode(int code);
    require void givecard(Card c);          }
    require void givereceipt(Ticket t);
}
```

```
component Station {
                // Declaration des composants du composite
                include Cash_Register, Gun, Pump;

                // Declaration de l'assemblage
                bind CashRegister.Payement Pump.PayementFunction;
                bind Pump.ProvideGas Gun.GetGas;

                // Declaration des ports du composite
                Port ProvideGas redirect Gun.ProvideGas;
                Port UserInterface redirect CashRegister.UserInterface;
                Port Auth redirect Cash_Register.Auth;
```

Les contrats

81

Les assertions

- Expression de logique du premier ordre sur les types de paramètres des opérations

```
Require void sale(int price)
  @[PRE:self.parameter.price > 5,
  @POST : true];@*/
```

Le contrat de comportement

- Primitif : Traces finies indéterministes des messages que le composant peut échanger avec son environnement

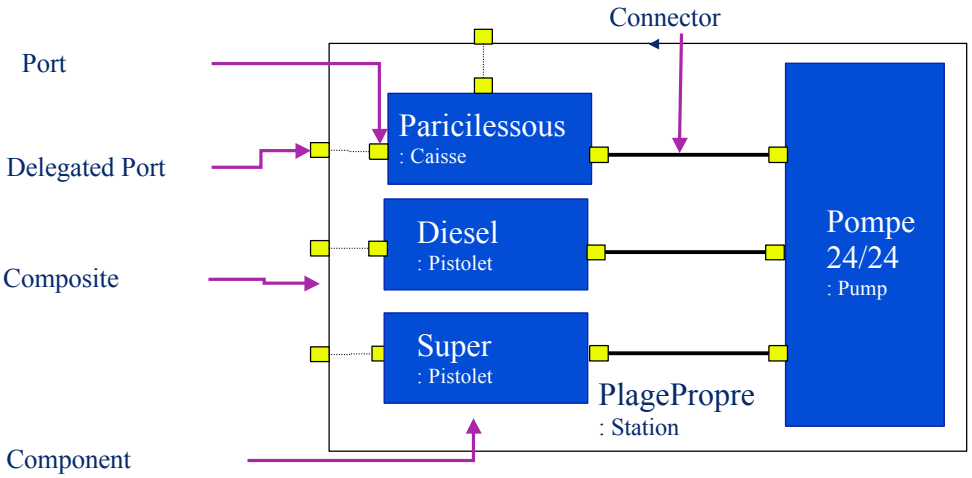
```
GUN = (guit.getgaz -> pgt.providegaz -> GUN) +
{guit.ClientStation2, pgt.PumpGun}.
```

- Composite : Description de l'assemblage et des communications possibles vers l'extérieur du composite

```
||STATION = (CASHREGISTER || PUMP ||GUN) @{crui.ClientStation1,
    guit.ClientStation2, aut.BankStation}.
```

Architecture logique

82



Vérification automatisée 1/3

83

Compatibilité structurelle entre types de port reliés

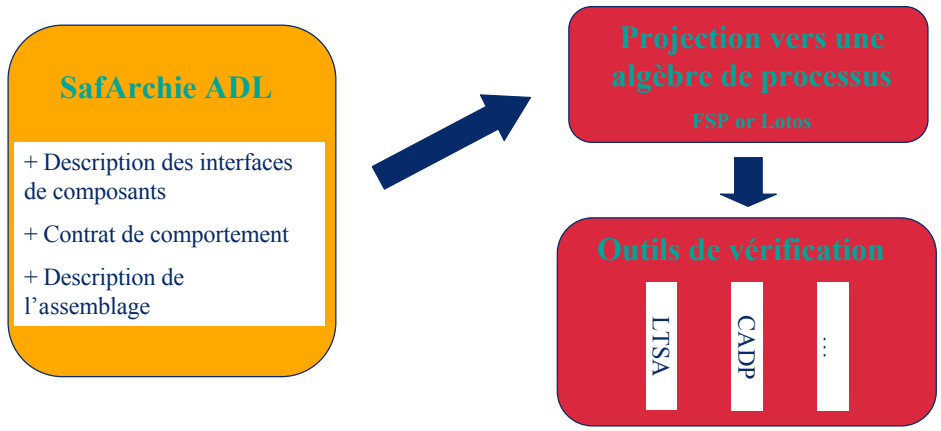
```
<PortType PortID="port5" Name="PumpCR">
<Operation Name="stop" Sens= "require" Return="Void">
        <Parameters Name="price" Type="Integer"></Parameters>
</Operation>
….
</PortType>
....

<PortType PortID="port4" Name="CRPump">
<Operation Name="stop" Sens= "provide" Return="Void">
        <Parameters Name="price" Type="Integer"></Parameters>
</Operation>
….
</PortType>
```

Vérification automatisée 2/3

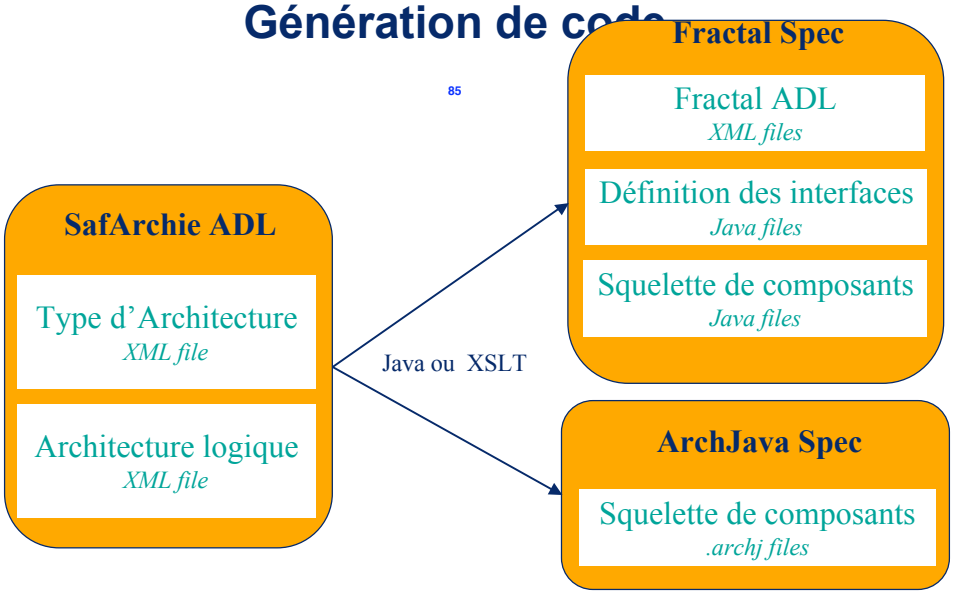
84

Synchronisation de types de composant liés



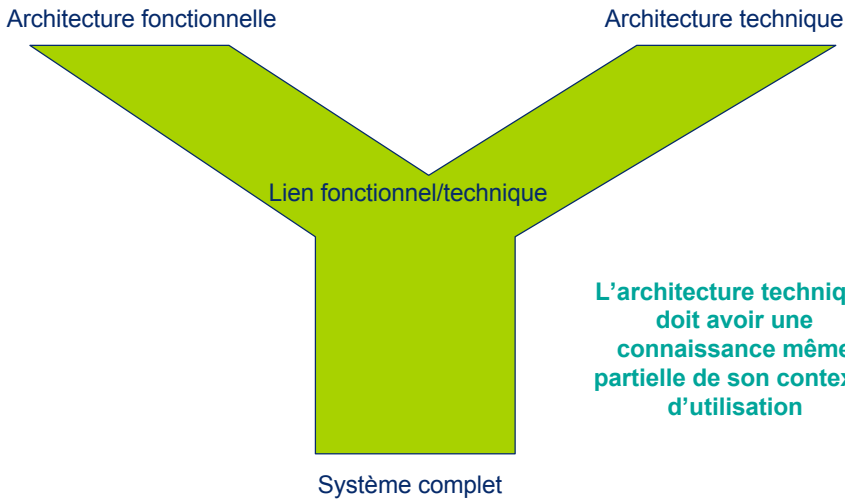
Génération de code

85



insertion de préoccupations

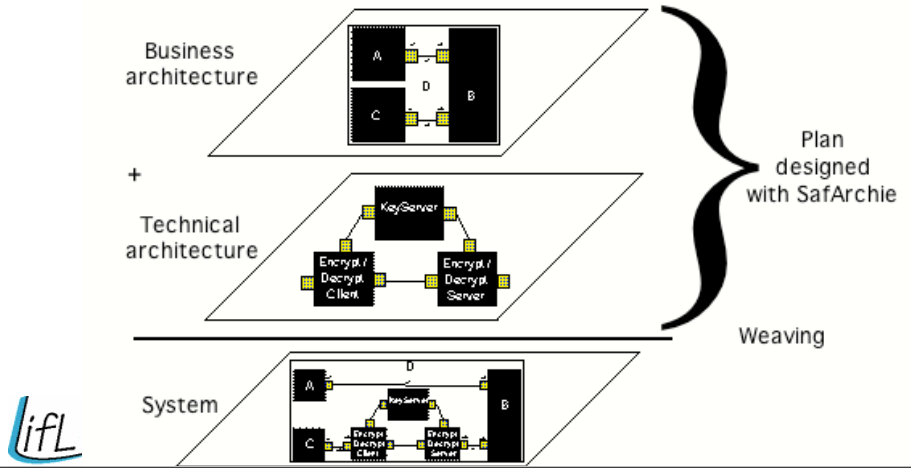
86



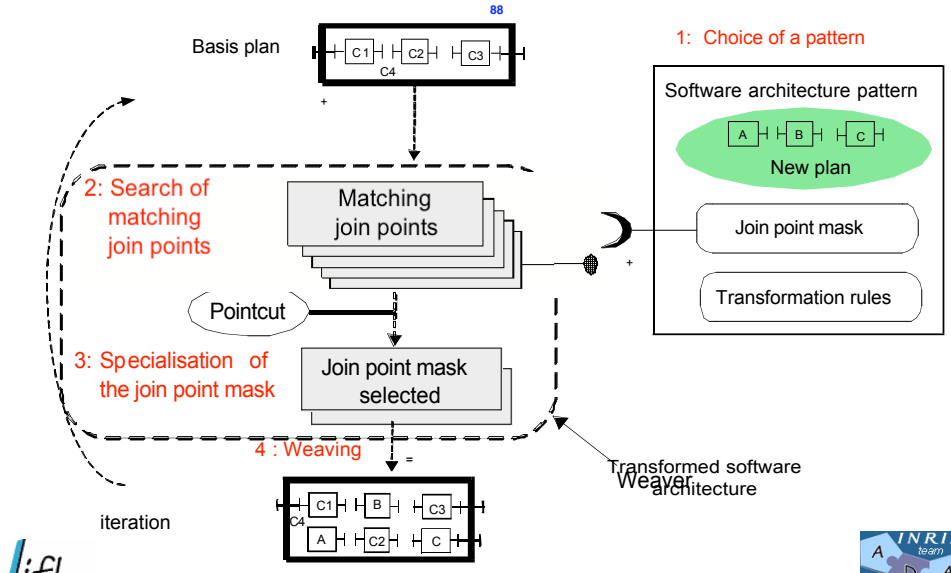
L'architecture technique doit avoir une connaissance même partielle de son contexte d'utilisation

A unified transformation approach

Building a software architecture by superposing plans



Iterative integration process



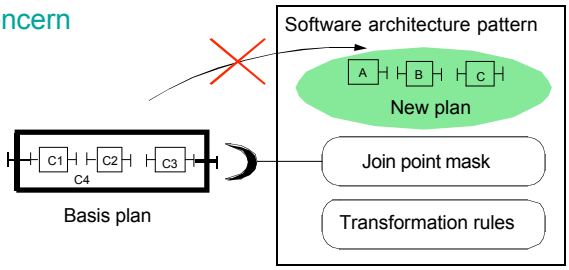
The software architecture pattern

89

A new entity to modularize a concern

Respect the dependency inversion principle

Inspired by AOP



TranSAT

Basis plan

Software architecture pattern

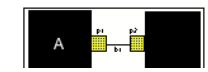
- ☞new plan of architecture
- ☞join point mask
- ☞transformation rules

AOP

Basis program

Aspect

- ☞advice
- ☞join point type (static)
- ☞weaving (implicit)



TranSAT process

90

91

VI. Conclusion

Conclusion

92

Les ADLs sont des langages de modélisation

- prédominance d 'artefacts pour l 'assemblage dès la phase de modélisation

Tentatives de combiner UML avec les ADLs

- « ***Reconciling the Needs of Architectural Description with Object-Modeling Notations*** » David Garlan and Andrew J. Kompanek

Tentative de définir une taxinomie de connecteurs

- « *Towards a taxonomy of Software Connectors* », *Nenad Medvidovic, Mehta, Phadke*

Conclusion

93

Description de l'architecture en intégrant

- structuration hiérarchique des composants logiciels
- spécification externalisée de la communication
  - *Connecteurs*
- spécification d'une partie du comportement dynamique
  - *Instantiation/suppression de composants*
    - Collection
  - *Communication*
    - Désignation associative

Modèle d'intégration de description

- Traitement de l'hétérogénéité des types de logiciels