# Développement logiciel dans le cadre de la génération de processeurs très hautes-performances

Adnane BENITTO
Rémi BUISSON
Mohamed Amine EL AFRIT
Stéphanie GATTI
Benoît PORTRAT
Thomas RATOUIT
Ludovic STORDEUR

Client: Bertrand LE GAL

**Encadrant**: Philippe DUCHON

# Présentation de l'outil GraphLab

#### Définition

Outil de création, de manipulation et de visualisation de graphes.

#### Rôle

Conception de processeurs hautes-performances.

#### Chaîne de développement GraphLab Travail Création de Ecriture du Génération Création de d'analyse et portes Processeur code source d'un fichier liens dans la optimisation dédié logiques Matl ab VHDI mémoire du graphe câblées

# Fonctionnalités à implanter

#### Architecture logicielle de l'outil

- Architecture modulaire centrée autour d'un noyau compact,
- Fonctionnalités implantées sous la forme de plugins.

#### Avantages :

- Limite l'instabilité de l'outil dans le cas d'un plugin mal développé,
- Possibilité d'utiliser des licences différentes et donc potentiellement moins restrictives que celles du coeur de l'outil.

# Fonctionnalités à implanter

#### Architecture logicielle de l'outil

- Architecture modulaire centrée autour d'un noyau compact,
- Fonctionnalités implantées sous la forme de plugins.

#### Avantages :

- Limite l'instabilité de l'outil dans le cas d'un plugin mal développé,
- Possibilité d'utiliser des licences différentes et donc potentiellement moins restrictives que celles du coeur de l'outil.

#### Liste des fonctionnalités à implanter

- Un parser MatLab
- Un module de détection et de substitution de motifs dans un graphe.
- Un module de linéarisation et de parallélisation de motifs dans un graphe.

- Présentation de nos engagements
  - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- Organisation
  - Diagramme de Gantt
- Développement et difficultés rencontrées
  - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- Organisation effective
  - Diagramme de Gantt
  - Communication

- Présentation de nos engagements
  - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- Organisation
  - Diagramme de Gantt
- Développement et difficultés rencontrées
  - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- Organisation effective
  - Diagramme de Gantt
  - Communication



# Le Parser MatLab : Présentation (1/2)

#### Existant fonctionnel

- Affectation des variables;
- Evaluation des expressions arithmétiques;
- Définition de fonctions limitées;
- Utilisation des tableaux;
- Dépliage des boucles

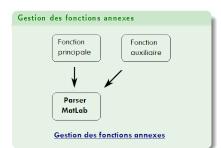
# Le Parser MatLab: Nos engagements (2/2)

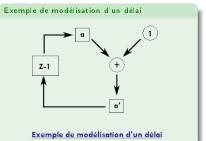
#### Au niveau de l'analyse syntaxique

- Définition de fonctions à plusieurs variables de retour ;
- Amélioration de l'utilisation des tableaux ;
- Gestion des boucles

#### Au niveau de l'analyse sémantique

- Gestion des variables globales ;
- Gestion des fonctions annexes :
- Gestion du noeud Z-1





7 / 41

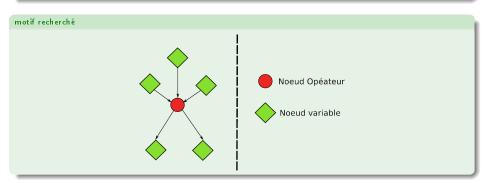
- Présentation de nos engagements
  - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- Organisation
  - Diagramme de Gantt
- Développement et difficultés rencontrées
  - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- Organisation effective
  - Diagramme de Gantt
  - Communication

→ロト → □ ト → 三 → りへ○

# Les remplacements de motifs dans un graphe (1/2)

#### Description des motifs recherchés

- Noeud de type opérateur
- Noeuds parents
  - Noeuds fils



# Les remplacements de motifs dans un graphe (2/2)

#### Langage de spécification des règles de transformation

- transformation d'un motif en un motif plus simple ou plus complexe.
- simple d'utilisation

#### Remplacement de motifs

#### Il existe deux types de transformation de motifs :

- la substitution par un autre motif,
- le calcul d'un nouveau motif.

#### Exemple : substitution de motifs

$$b = 2 * a$$
 se transforme en  $b = a + a$ 

# b=1+10 se calcule en b=11

Exemple : calcul de motifs

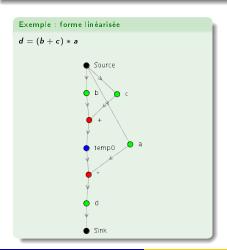
- 4 ロ ト 4 個 ト 4 種 ト 4 種 ト 章 め 9 G

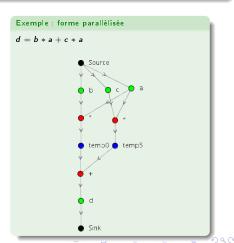
- Présentation de nos engagements
  - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- - Diagramme de Gantt
- - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- - Diagramme de Gantt
  - Communication

# Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe (1/2)

#### Parallélisation

Détection d'un motif en forme de peigne orienté à gauche ou à droite et transformation en le motif parallélisé correspondant

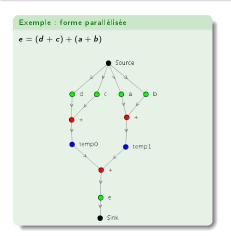


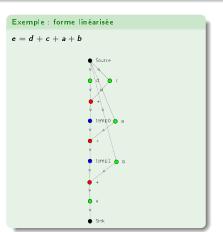


# Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe (2/2)

#### Linéarisation

Détection d'un motif en forme d'arbre bien équilibré et transformation en le motif linéarisé correspondant



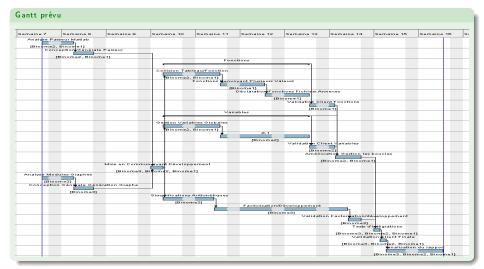


- Présentation de nos engagements
  - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- Organisation
  - Diagramme de Gantt
- Développement et difficultés rencontrées
  - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- Organisation effective
  - Diagramme de Gantt
  - Communication

- - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- Organisation
  - Diagramme de Gantt
- - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- - Diagramme de Gantt
  - Communication



# Diagramme de Gantt



- Présentation de nos engagements
  - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- Organisation
  - Diagramme de Gantt
- Oéveloppement et difficultés rencontrées
  - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- Organisation effective
  - Diagramme de Gantt
  - Communication

- Présentation de nos engagements
  - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- Organisation
  - Diagramme de Gantt
- Oéveloppement et difficultés rencontrées
  - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- Organisation effective
  - Diagramme de Gantt
  - Communication



#### Rôle

Déplier les structures de contrôle de type for

```
Exemple: avant dépliage

N = 3;
for i = 1 :2 :N+1,
for j = 2 :1,
a = i + j;
end
end
```

```
Exemple: après dépliage

N = 3;
a = 1 + 2;
a = 1 + 1;
a = 3 + 2;
a = 3 + 1;
```

#### Prise de contact avec l'existant

#### Présence de nombreux problèmes :

- Trop peu de commentaires,
- Choix architecturaux douteux.
- Code non évolutif.

Groupe 8 (E.N.S.E.I.R.B.)

#### Prise de contact avec l'existant

#### Présence de nombreux problèmes :

- Trop peu de commentaires,
- Choix architecturaux douteux,
- Code non évolutif.

#### Eléments conservés :

- JFlex et CUP pour générer les analyseurs lexicaux et syntaxiques.
- L'essentiel de la grammaire du langage.



#### Prise de contact avec l'existant

#### Présence de nombreux problèmes :

- Trop peu de commentaires,
- Choix architecturaux douteux,
- Code non évolutif.

#### Eléments conservés :

- JFlex et CUP pour générer les analyseurs lexicaux et syntaxiques.
- L'essentiel de la grammaire du langage.

#### Problème de compréhension entre le client et nous

#### Spécification du cahier des charges :

« Dépliage des boucles dont le nombre d'itérations est connu à la compilation. »

- ◀ □ ▶ ◀ @ ▶ ◀ 필 ▶ 《 필 · 씨 Q (C)

# Le parser MatLab : seconde phase

#### Rôle

Simplifier les expressions arithmétiques dans les affectations.

Utilisation d'une bibliothèque externe JEP (Java Expression Parser).

```
Exemple : avant simplification

a = b + b + b + 4;

x = 16;

y = 4*x;
```

```
Exemple: après simplification

a = 3*b + 4;

x = 16;

y = 64;
```

# Le parser MatLab : seconde phase

#### Rôle

Simplifier les expressions arithmétiques dans les affectations.

Utilisation d'une bibliothèque externe JEP (Java Expression Parser).

#### Exemple: avant simplification

```
a = b + b + b + 4;
x = 16;
y = 4*x;
```

#### ${\sf Exemple}: {\sf après \ simplification}$

```
a = 3*b + 4;
x = 16;
y = 64;
```

#### Limitation

Impossibilité pour JEP de détecter correctement les appels de fonctions.

Le parser MatLab: troisième phase (1/7)

#### Taches réalisées

O Toutes les tâches ont été réalisées mais ...



Le parser MatLab : troisième phase (1/7)

#### Taches réalisées

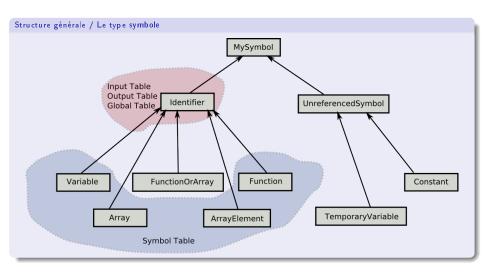
- O Toutes les tâches ont été réalisées mais ...
- Nous avons dû refaire toute la phase,

# Le parser MatLab : troisième phase (1/7)

#### Taches réalisées

- Toutes les tâches ont été réalisées mais ...
- Nous avons dû refaire toute la phase,
- La réalisation des tâches ne s'est pas faite dans l'ordre prévu.

# Le parser MatLab : troisième phase (2/7)



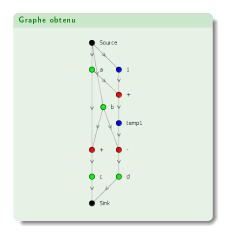
# Le parser MatLab : troisième phase (3/7)

#### Expression-Affectation

$$function[c,d] = f(a,b)$$

$$c = a + b$$
:

$$c = a + b;$$
  
 $d = a - b + 1;$ 



# Le parser MatLab : troisième phase (4/7)

#### Collision Tableau/Fonction

- t(1,3) = 2; a = t(1,3);  $\rightarrow t \text{ est un tableau}$
- a = t(1,3);  $\rightarrow t \text{ est une fonction}$
- t(1,3) = t(1,3) + 1; $\rightarrow \text{ erreur}$

# Le parser MatLab : troisième phase (5/7)

## Gestion des variables globales

- Variable globale : global non obligatoire Exemple : a = b + 1; où b est global
- Tableau global : global obligatoire

# Le parser MatLab : troisième phase (5/7)

# Gestion des variables globales

- Variable globale : global non obligatoire Exemple : a = b + 1; où b est global
- Tableau global : global obligatoire

$$Z-1$$

- lacksquare Condition d'ajout de noeud Z-1 : l'utilisation avant affectation
- Attribut adaptation ou vieillissement : → adaptation a = b:
  - $\rightarrow$  vieillissement a = b + 1;

Le parser MatLab : troisième phase (6/7)

Fonctions dans les fichiers annexes

Récupération des noms des fonctions utilisées

# Le parser MatLab : troisième phase (6/7)

Fonctions dans les fichiers annexes

Récupération des noms des fonctions utilisées

Après la 3<sup>eme</sup> phase

Réorganisation des noeuds d'entrée et de sortie (GraphCleaner),



# Le parser MatLab : troisième phase (6/7)

Fonctions dans les fichiers annexes

Récupération des noms des fonctions utilisées

Après la 3<sup>eme</sup> phase

- Réorganisation des noeuds d'entrée et de sortie (GraphCleaner).
- Suppression des chemins inutiles (GraphCleaner),

## Le parser MatLab : troisième phase (6/7)

### Fonctions dans les fichiers annexes

Récupération des noms des fonctions utilisées

### Après la 3<sup>eme</sup> phase

- Réorganisation des noeuds d'entrée et de sortie (GraphCleaner).
- Suppression des chemins inutiles (GraphCleaner),
- Suppression des doublets d'éléments variables et constants (RemoveUnusedVariable),

# Le parser MatLab : troisième phase (7/7)

### Evolutions possibles

- Optimiser le temps de calcul sur 2 points :
  - $\rightarrow$  Ne plus supprimer de noeuds temporaires
  - → Supprimer la table des labels

# Le parser MatLab : troisième phase (7/7)

#### Evolutions possibles

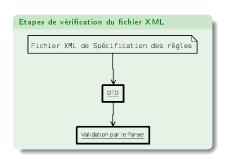
- Optimiser le temps de calcul sur 2 points :
  - → Ne plus supprimer de noeuds temporaires
  - → Supprimer la table des labels
- Améliorations et ajouts de fonctionnalités
  - Gestion des erreurs améliorée
  - $\rightarrow \ \mathsf{Structures} \ \mathsf{conditionnelles} \ \mathsf{(if}, \mathsf{while}) \ ?$
  - → Fonctions dans les fichiers séparés?

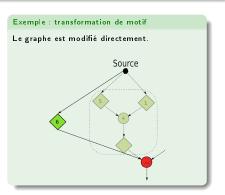
- - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- - Diagramme de Gantt
- Développement et difficultés rencontrées
  - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- - Diagramme de Gantt
  - Communication

## Les remplacements de motifs dans un graphe (1/3)

#### Problèmes à la conception

- spécification DTD insuffisante => utilisation d'un parser
- rapidité => transformation directement sur le graphe



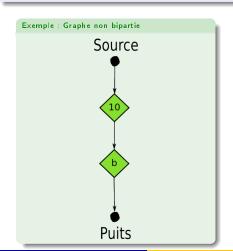


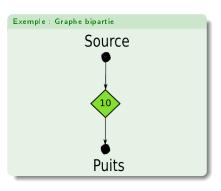
- 4 ロ ト 4 個 ト 4 差 ト 4 差 ト - 差 - かく()

## Les remplacements de motifs dans un graphe (2/3)

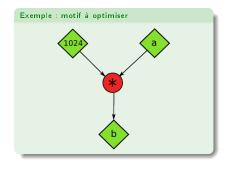
### Problèmes lors de l'implantation

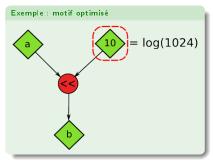
- spécification insuffisante de la forme du graphe
- onception inadaptée du langage de spécification des règles





# Les remplacements de motifs dans un graphe (3/3)





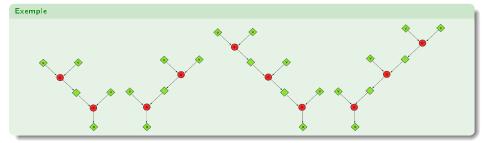
Groupe 8 (E.N.S.E.I.R.B.)

- Présentation de nos engagements
  - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- Organisation
  - Diagramme de Gantt
- Développement et difficultés rencontrées
  - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- Organisation effective
  - Diagramme de Gantt
  - Communication

4 11 2 4 12 2 4 12 2 2 4 12 2 4

#### Parallélis ations

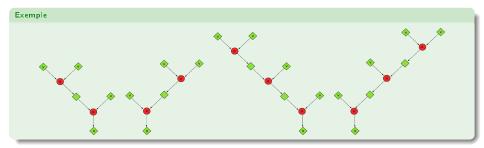
Ajout d'un analyseur pour la vérification sémantique du fichier de déclarations des remplacements de motifs,



◆ロト ◆卸ト ◆恵ト ◆恵ト ・恵 ・ 釣り

#### Parallélis ations

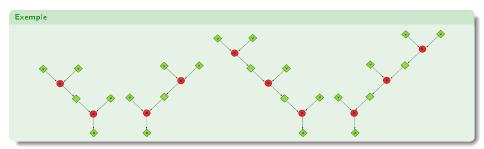
- Ajout d'un analyseur pour la vérification sémantique du fichier de déclarations des remplacements de motifs,
- Une classe par type de remplacement,



→□▶ →□▶ →□▶ →□▶ □ ● ♥Q♥

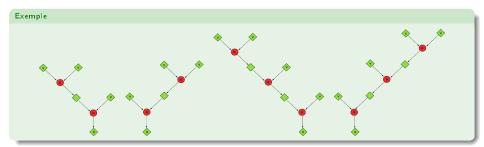
#### Parallélis ations

- Ajout d'un analyseur pour la vérification sémantique du fichier de déclarations des remplacements de motifs,
- Une classe par type de remplacement,
- Factorisation → parallélisation,



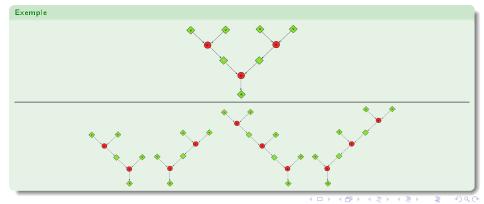
#### Parallélis ations

- Ajout d'un analyseur pour la vérification sémantique du fichier de déclarations des remplacements de motifs,
- Une classe par type de remplacement,
- Factorisation → parallélisation,
- Evolutivité du plugin.



#### Linéarisations

- Ajout d'un analyseur pour la vérification sémantique du fichier de déclarations des remplacements de motifs,
- Une classe par type de remplacement,
- Développement → linéarisation,
- Evolutivité du plugin.

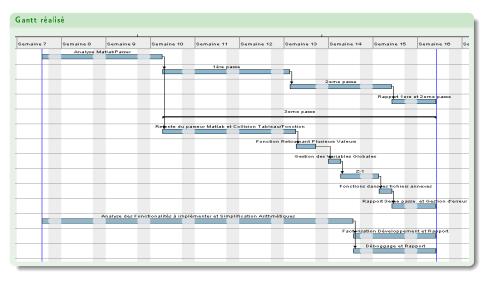


- Présentation de nos engagements
  - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- Organisation
  - Diagramme de Gantt
- Développement et difficultés rencontrées
  - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- Organisation effective
  - Diagramme de Gantt
  - Communication

- Présentation de nos engagements
  - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- Organisation
  - Diagramme de Gantt
- Développement et difficultés rencontrées
  - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- Organisation effective
  - Diagramme de Gantt
  - Communication



# Diagramme de Gantt



- Présentation de nos engagements
  - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- Organisation
  - Diagramme de Gantt
- Développement et difficultés rencontrées
  - Le parser MatLab
  - Les remplacements de motifs dans un graphe
  - Les linéarisations/parallélisations de motifs dans un graphe
- Organisation effective
  - Diagramme de Gantt
  - Communication



### Communication

#### Communication

Moyens de communication efficaces et rapides

### Moyens

- SVN,
- Forum de discussion.
- Mail.
- Calendrier électronique,
- Réunions internes au groupe,
- Réunions hebdomadaires (client et encadrant),
- Compte-rendus.

#### Résultat et ouverture

- Le parser;
- Le module d'optimisation;
- Le module de Parallélisation/Linéarisation

#### Expérience profitable

- Au niveau technique;
- Au niveau organisationnel