

LOG3210 - Élément de langages et compilateur

TP5 : Aide

Ettore Merlo – Professeur
Doriane Olewicki – Chargée de laboratoire

Hiver 2020

1 Etapes

1. Traduire le code intermédiaire en code machine (CODE, liste de MachLine).

Exemple:

- $a = b * c$: [MUL, @a, @b, @c]. Attention que si b et c n'existent pas avant la ligne, il faut les charger de la mémoire ([LD, @b, b] et [LD, @c, c]).
- $a = - b$: [SUB, @a, #0, @b]. Attention que si b n'existe pas avant la ligne, il faut le charger de la mémoire ([LD, @b, b]).
- $a = b$: [ADD, @a, #0, @b]. Attention que si b n'existe pas avant la ligne, il faut le charger de la mémoire ([LD, @b, b]).

2. Définissez les ensembles DEF, REF, PRED et SUCC pour toutes les lignes.
3. Calculez les ensembles Life_IN et Life_OUT. La dernière ligne devra contenir les variables dans l'expression return, moins les variables remises en mémoires (via l'expression ST)

Rappel de l'algorithme :

```
forall (node in nodeSet) {
    IN[node] = {}
    OUT[node] = {}
}

workList = {}
workList.push(stop_node);

while (!workList.empty()) {
    node = workList.pop();

    for (succNode in successors(node)) {
        OUT[node] = OUT[node] union IN[succNode];
    }

    OLD_IN = IN[node];
    IN[node] = (OUT[node] - DEF[node]) union REF[node];

    if (IN[node] != OLD_IN) {
```

```

    for(predNode in predecessors(node)) {
        workList.push(predNode);
    }
}

```

Variation possible : plutôt que d'utiliser les PRED et SUCC, baser vous sur les numéros de lignes. Si vous êtes à la ligne "n", sont successeurs est "n+1" et sont prédécesseurs et "n-1".

4. Calculez les ensembles Next_IN et Next_OUT.

Algorithme:

```

forall (node in nodeSet) {
    IN[node] = {}
    OUT[node] = {}
}

workList = {}
workList.push(stop_node);

while(!workList.empty()) {
    node = workList.pop();

    for (succNode in successors(node)) {
        OUT[node] = OUT[node] union IN[succNode];
    }

    OLD_IN = IN[node];
    for ((v,n) in OUT[node]) {
        if (v not in DEF[node]) {
            IN[node] = IN[node] union {(v,n)}
        }
    }

    for (v in REF[node]) {
        IN[node] = IN[node] union {(v, current_line_number)}
    }

    if(IN[node] != OLD_IN) {
        for(predNode in predecessors(node)) {
            workList.push(predNode);
        }
    }
}

```

N.B.: dans l'expression "(v,n)", "v" est une variable et "n" un numéro de ligne d'utilisation. "current_line_number" est le numéro de la ligne de code qu'on est entrain de parcourir ("node").

5. Générez le graphe interférence du bloc de code. Le graphe d'interférence est un graphe non-dirigé dont les nœuds et arrêtes sont définis comme suit:

- Nœuds: pour chaque pointeur d'identifiants ("@*something*"), on crée un noeud.

- Arrêtes: Next_OUT, ajouter des arrêtes entre chaque pointeur présent dans le set. Exemple:

```
MUL @a @a @c (Next_OUT : [a:1, b:2, c:1, d:3])
=> 4 noeuds (@a, @b, @c, @d)
=> 6 arretes (@a-@b, @a-@c, @a-@d, @b-@c, @b-@d, @c-@d)
```

6. Coloration de graphe. Assignment de registre en utilisation la coloration de graphe. Une fois votre graphe interférence généré, vous voulez "colorer" les noeuds (c'est-à-dire donner une numéro de registre à chaque pointeur, ex: "@a" devient "R0"). Dans un premier temps implémentez une coloration sans limite de registre (la limite est tout de même à 256 donc garder vos morceaux de code petit).

(Sans contrainte, vous n'aurez pas besoin de do_spill() en commençant.)

```
G: Graph d interference
REG: nombre de registres disponibles
Stack: stack vide
ColorMap: hashmap (noeud-couleur)

while (!G.empty()) {
    // Choisir le noeud avec le nombre de voisin le plus proche et
    // inferieur a REG. Enlever le noeud et ses arretes dans G.
    node = G.getNode()

    if (no node find) {
        do_spill(node)
        stop // arreter la coloration
    }

    Stack.push(node)
}

while (!Stack.empty()) {
    node = Stack.pop()

    // remet le node dans le Graph G avec ses arretes par rapports aux
    // noeuds deja replaces
    G.putback(node)

    color = 0
    while (color in [ColorMap.get(neigh) for neigh in node.neighbours]) {
        color++
    }
    ColorMap.put(node, color)
}
```

7. Maintenant, gérons en plus la limitation de registre. Le nombre de registres limite est donné au début des fichiers tests et est déjà stocké dans la variable "REG" du visiteurs.

Un problème arrive à l'étape (??) s'il n'y a plus de noeuds ayant moins de k voisins lors de l'empilage de la Stack. Alors, il faut arrêter l'empilage et "do_spill()" le noeud, ensuite, recommencer le coloriage.

```
CODE: Array de MachLine
node: registre a spill
```

```

first: numero de ligne de la premiere utilisation de node dans une
expression "OP" (pas "ST" ni "LD")

if (node is modified) {
    // Ajouter une ligne de code machine pour sauver en memoire le node
    // apres l'utilisation a la ligne first.
    CODE.add(first+1, MachLine("ST", node))
}

if (!node.NEXT_USE.empty()) {
    // Si la variable liee au node est utilisee plus tard, charger de la
    // memoire dans un nouveau noeud+"!" (renomme)
    CODE.add(node.NEXT_USE.get(0), MachLine("LD", node+"!"))

    for (int i in [node.NEXT_USE.get(0), CODE.size-1]) {
        if (CODE.get(i) is ST_statement) {
            CODE.remove(i)
        }
        else if (CODE.contains(node)) {
            CODE.replace(node, node+"!")
        }
    }
}
}

```

8. Réduction de code. Si des expressions dans votre code machine final sont triviales, vous pouvez les enlever. Exemple: la ligne "ADD R0, #0, R0" peut-être supprimée. Si vous faites des réductions complémentaires, veuillez le préciser dans le rapport.
9. Affichage de l'output. Vous devez écrire dans "m_writer" vos résultats sous le format suivant:

```

*code machine Line0*
// ===== LINE 0 =====
// Life_IN = [...]
// Life_OUT = [...]
// Next_IN = [...]
// Next_OUT = [...]
*code machine Line1*
// ===== LINE 1 =====
(etc.)

```

Un exemple vous est donné dans le dossier test-suite pour la version "full" mais à vous de trouver le résultat pour 3 registres et 5 registres. Une fonction d'impression vous est aussi fournie.

10. Testez le code de Fibonacci (voir énoncé pour lancer les scripts).
11. Générez des tests supplémentaires et justifiez les (voir énoncé).