

Etude du raffinement d'un arbre de Steiner pour une procédure de quadri-partitionnement

Hugo Clément, Alix Munier Kordon

LIP6 Université Pierre et Marie Curie
{Hugo.Clement, Alix.Munier}@lip6.fr

Mots-clefs : Routage, quadri-partitionnement, optimisation

Situation du sujet Le projet TSUNAMI, développé au laboratoire LIP6 et soutenu par BULL et la société SILVACO a pour but de développer un environnement intégré de synthèse/placement/routage pour des circuits intégrés numériques de plusieurs dizaines de millions de transistors.

Une des particularités de ce projet est de placer et router simultanément les cellules à partir d'une procédure de quadri-partitionnement : à chaque étape, une case est divisée en quatre, et il faut alors raffiner le placement et le routage défini à l'étape précédente.

Une cellule est un composant électronique contenant, entre autre, un ensemble de connecteurs. Un signal est un ensemble de connecteurs reliés entre eux. Un circuit électronique peut être considéré comme une hypergraphe $G = (T, H_1 \cup H_2)$ où T est l'ensemble des connecteurs, H_1 une partition de T en cellules et H_2 l'ensemble des signaux de ce circuit.

A une étape donnée du processus de raffinement, le support du circuit est divisé en cases qui constituent une grille. Tous les cellules ont été placées dans une case, et on suppose qu'elles sont physiquement toutes en son centre.

On a alors calculé, pour chaque signal, un arbre de Steiner (*i.e.* un arbre qui relie tous les connecteurs d'un même signal et pour lequel on a pu définir des points intermédiaires). On utilise pour mesurer la taille d'un signal la distance de Manhattan : si $u_1 = (x_1, y_1)$ et $u_2 = (x_2, y_2)$ sont deux sommets du plan, $d(u_1, u_2) = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|$. Ainsi, la taille d'un arbre est la somme des distances de Manhattan entre les connecteurs et les points intermédiaires. D'autre part, on tient compte des contentions : le nombre de fils qui passent d'une case à une case adjacente doit être limité pour tenir compte de contraintes physique de place.

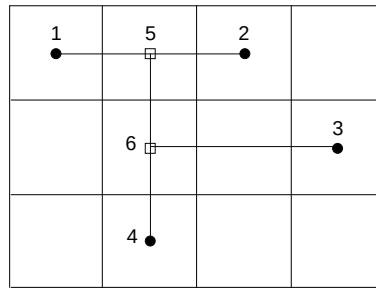


FIG. 1 – Arbre de Steiner : les sommets $\{1, 2, 3, 4\}$ sont des connecteurs reliés par un signal. $\{5, 6\}$ sont des sommets intermédiaires. Taille de l'arbre : 6

À l'étape suivant, l'algorithme de partitionnement divise chaque case c en 4 et repartit les cellules (et donc leurs connecteurs), initialement placées au centre, dans ces 4 nouvelles sous-cases. Le problème consiste alors à recalculer, pour chaque signal, un arbre de Steiner sans en modifier la structure globale, et en veillant à ne pas créer localement de contention.

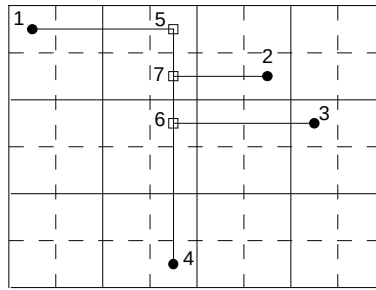


FIG. 2 – Arbre de Steiner obtenu à l'itération suivante : un sommet intermédiaire a été rajouté. Taille de l'arbre :13

Travail à réaliser Le stagiaire devra, dans un premier temps, étudier le problème sans contention, et si cela est possible, proposer un algorithme polynomial pour le résoudre. Puis, il devra étudier le problème avec contention d'un point de vue théorique (étude de la complexité de ce problème) et pratique en proposant un ou plusieurs solutions implémentables.

Conditions du stage Le stage est à réaliser au département ASIM (Architecture des systèmes intégrés et micro-électronique), laboratoire LIP6, 12 rue Cuvier, 75005 Paris et doit démarrer courant 2004. Il doit être encadré par Hugo Clément et Alix Munier Kordon.

Profil du stagiaire Le stagiaire doit avoir de bonnes connaissances en optimisation combinatoire et/ou en algorithmique. De bonnes bases en programmation sont également indispensables.