Алгоритм Фидуччи-Матейсиса

Задача

На вход подается файл, описывающий гиперграф. В файле содержится информация о всех вершинах и всех соединениях этих вершин в этом гиперграфе. Следует разбить гиперграф на два блока таким образом, чтобы количество связей, проходящих через границу разбиения было минимальным.

Для решения данной задачи следует перемещать вершины в противоположный блок и при этом постепенно уменьшать число разрезаемых связей. В качестве Gain для вершины c обозначим разность FS(c) – TE(c), где FS(c) это количество сетей, связанных с c, но не связанных с другими ячейками компоненты c, а TE это количество неразрезанных сетей, связанных с c. В противоположный блок перемещается вершина с наибольшим Gain. Кроме этого, следует учитывать критерий балансировки, чтобы не допустить перемещения всех вершин в один блок. Алгоритм заканчивает свою работу, когда следующее перемещение вершины не дает какого-либо улучшения.

Различия оригинальной и модифицированной версии

В модифицированной версии для хранения информации об обоих частях (“справа” и ‘’слева” от разреза) используется std::map<int, std::list<int>>, в то время как в оригинальной применяется std::map<int, std::set<int>>. Информация о заблокированных вершинах хранится в std::vector, а не в std::set. Кроме этого, для каждой вершины просчитывается вклад в стоимость и помещается в отдельный std::vector, чего нет в оригинальной версии. Кроме этого, в оригинальном алгоритме обход совершается от первой вершины до последней, а в модифицированном – от всех точек первой связи до всех точек последней. Благодаря всем этим изменениям все проверки вершин выполняются за фиксированное время вне зависимости от их количества.

Результаты

Ниже приведены таблицы с результатами для обоих алгоритмов. В каждой таблице представлены итоговая стоимость разреза после всех изменений и время выполнения программы в миллисекундах. Кроме этого, в последней таблице сравниваются показатели обоих алгоритмов при помощи подсчета отношения показателей.

Выводы

Был реализован алгоритм Фидуччи-Матейсиса для оптимального разбиения гиперграфа на 2 сбалансированные части. Модифицированный алгоритм продемонстрировал в большинстве тестов как лучшую стоимость, так и меньшее время работы. Улучшение времени связано с использованием более эффективных структур данных, позволяющих выполнять операции за меньшее количество времени. Что касается стоимости разреза, то одной из причин такого уменьшения стоимости разреза может являться использование std::list вместо std::set (где по умолчанию точки сортируются по возрастанию). Вместе с альтернативным методом обхода гиперграфа это позволяет “перемешивать” точки в Gain\_container, что положительно влияет на стоимость разреза в большинстве бенчмарков.

Исходный код: <https://github.com/GELGOOG-STUTZER/FM_Algorithm>

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Файл | Связи | Вершины | Стоимость | Время в мс |
| dac2012\_superblue11.hgr | 935732 | 952508 | 14002 | 23126 |
| dac2012\_superblue12.hgr | 1293437 | 1291932 | 32238 | 140399 |
| dac2012\_superblue14.hgr | 619816 | 630803 | 15209 | 55709 |
| dac2012\_superblue16.hgr | 697459 | 698340 | 24325 | 36656 |
| dac2012\_superblue19.hgr | 511686 | 522483 | 13033 | 30970 |
| dac2012\_superblue2.hgr | 990900 | 1010322 | 37014 | 51584 |
| dac2012\_superblue3.hgr | 898002 | 917945 | 13955 | 29816 |
| dac2012\_superblue6.hgr | 1006630 | 1011663 | 15884 | 35053 |
| dac2012\_superblue7.hgr | 1340419 | 1360218 | 49491 | 122897 |
| dac2012\_superblue9.hgr | 833809 | 844333 | 17919 | 24719 |
| ISPD98\_ibm01.hgr | 14112 | 12753 | 786 | 204 |
| ISPD98\_ibm02.hgr | 19585 | 19602 | 962 | 555 |
| ISPD98\_ibm03.hgr | 27402 | 23137 | 1695 | 810 |
| ISPD98\_ibm04.hgr | 31971 | 27508 | 3269 | 665 |
| ISPD98\_ibm05.hgr | 28447 | 29348 | 2371 | 1538 |
| ISPD98\_ibm06.hgr | 34827 | 32499 | 1590 | 1336 |
| ISPD98\_ibm07.hgr | 48118 | 45927 | 2513 | 1889 |
| ISPD98\_ibm08.hgr | 50514 | 51310 | 3260 | 3300 |
| ISPD98\_ibm09.hgr | 60903 | 53396 | 3856 | 1846 |
| ISPD98\_ibm10.hgr | 75197 | 69430 | 2580 | 2182 |
| ISPD98\_ibm11.hgr | 81455 | 70559 | 7680 | 3296 |
| ISPD98\_ibm12.hgr | 77241 | 71077 | 4436 | 2130 |
| ISPD98\_ibm13.hgr | 99667 | 84200 | 3350 | 2358 |
| ISPD98\_ibm14.hgr | 152773 | 147606 | 10996 | 7384 |
| ISPD98\_ibm15.hgr | 186609 | 161571 | 10291 | 9216 |
| ISPD98\_ibm16.hgr | 190049 | 183485 | 5455 | 9219 |
| ISPD98\_ibm17.hgr | 189582 | 185496 | 11696 | 15807 |
| ISPD98\_ibm18.hgr | 201921 | 210614 | 4073 | 10345 |
| Модифицированный алгоритм | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Файл | Связи | Вершины | Стоимость | Время в мс |
| dac2012\_superblue11.hgr | 935732 | 952508 | 22707 | 64362 |
| dac2012\_superblue12.hgr | 1293437 | 1291932 | 35214 | 110963 |
| dac2012\_superblue14.hgr | 619816 | 630803 | 21452 | 100158 |
| dac2012\_superblue16.hgr | 697459 | 698340 | 20009 | 51604 |
| dac2012\_superblue19.hgr | 511686 | 522483 | 16651 | 62469 |
| dac2012\_superblue2.hgr | 990900 | 1010322 | 52159 | 86503 |
| dac2012\_superblue3.hgr | 898002 | 917945 | 20663 | 93793 |
| dac2012\_superblue6.hgr | 1006630 | 1011663 | 21105 | 69831 |
| dac2012\_superblue7.hgr | 1340419 | 1360218 | 57791 | 135187 |
| dac2012\_superblue9.hgr | 833809 | 844333 | 25918 | 85258 |
| ISPD98\_ibm01.hgr | 14112 | 12753 | 1942 | 676 |
| ISPD98\_ibm02.hgr | 19585 | 19602 | 1197 | 1113 |
| ISPD98\_ibm03.hgr | 27402 | 23137 | 4378 | 2534 |
| ISPD98\_ibm04.hgr | 31971 | 27508 | 5180 | 2456 |
| ISPD98\_ibm05.hgr | 28447 | 29348 | 6788 | 4750 |
| ISPD98\_ibm06.hgr | 34827 | 32499 | 5625 | 8036 |
| ISPD98\_ibm07.hgr | 48118 | 45927 | 8254 | 9533 |
| ISPD98\_ibm08.hgr | 50514 | 51310 | 9071 | 5565 |
| ISPD98\_ibm09.hgr | 60903 | 53396 | 10324 | 9049 |
| ISPD98\_ibm10.hgr | 75197 | 69430 | 13004 | 7807 |
| ISPD98\_ibm11.hgr | 81455 | 70559 | 13443 | 15591 |
| ISPD98\_ibm12.hgr | 77241 | 71077 | 14668 | 21818 |
| ISPD98\_ibm13.hgr | 99667 | 84200 | 16457 | 16360 |
| ISPD98\_ibm14.hgr | 152773 | 147606 | 23257 | 47260 |
| ISPD98\_ibm15.hgr | 186609 | 161571 | 30424 | 38246 |
| ISPD98\_ibm16.hgr | 190049 | 183485 | 34094 | 127508 |
| ISPD98\_ibm17.hgr | 189582 | 185496 | 40445 | 60906 |
| ISPD98\_ibm18.hgr | 201921 | 210614 | 32410 | 111093 |
| Оригинальный алгоритм | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Файл | Связи | Вершины | Стоимость | Время в мс |
| dac2012\_superblue11.hgr | 935732 | 952508 | 1,6216969 | 2,7831 |
| dac2012\_superblue12.hgr | 1293437 | 1291932 | 1,092313 | 0,79034 |
| dac2012\_superblue14.hgr | 619816 | 630803 | 1,410481 | 1,79788 |
| dac2012\_superblue16.hgr | 697459 | 698340 | 0,822569 | 1,40779 |
| dac2012\_superblue19.hgr | 511686 | 522483 | 1,277603 | 2,01708 |
| dac2012\_superblue2.hgr | 990900 | 1010322 | 1,40917 | 1,67693 |
| dac2012\_superblue3.hgr | 898002 | 917945 | 1,480688 | 3,14573 |
| dac2012\_superblue6.hgr | 1006630 | 1011663 | 1,328696 | 1,99215 |
| dac2012\_superblue7.hgr | 1340419 | 1360218 | 1,167707 | 1,1 |
| dac2012\_superblue9.hgr | 833809 | 844333 | 1,446398 | 3,44909 |
| ISPD98\_ibm01.hgr | 14112 | 12753 | 2,470738 | 3,31373 |
| ISPD98\_ibm02.hgr | 19585 | 19602 | 1,244283 | 2,00541 |
| ISPD98\_ibm03.hgr | 27402 | 23137 | 2,582891 | 3,1284 |
| ISPD98\_ibm04.hgr | 31971 | 27508 | 1,584582 | 3,69323 |
| ISPD98\_ibm05.hgr | 28447 | 29348 | 2,862927 | 3,08843 |
| ISPD98\_ibm06.hgr | 34827 | 32499 | 3,537736 | 6,01497 |
| ISPD98\_ibm07.hgr | 48118 | 45927 | 3,28452 | 5,04659 |
| ISPD98\_ibm08.hgr | 50514 | 51310 | 2,782515 | 1,68636 |
| ISPD98\_ibm09.hgr | 60903 | 53396 | 2,677386 | 4,90195 |
| ISPD98\_ibm10.hgr | 75197 | 69430 | 5,04031 | 3,57791 |
| ISPD98\_ibm11.hgr | 81455 | 70559 | 1,750391 | 4,73028 |
| ISPD98\_ibm12.hgr | 77241 | 71077 | 3,306583 | 10,2432 |
| ISPD98\_ibm13.hgr | 99667 | 84200 | 4,912537 | 6,93808 |
| ISPD98\_ibm14.hgr | 152773 | 147606 | 2,115042 | 6,40033 |
| ISPD98\_ibm15.hgr | 186609 | 161571 | 2,95637 | 4,14996 |
| ISPD98\_ibm16.hgr | 190049 | 183485 | 6,250046 | 13,831 |
| ISPD98\_ibm17.hgr | 189582 | 185496 | 3,45802 | 3,8531 |
| ISPD98\_ibm18.hgr | 201921 | 210614 | 7,95728 | 10,7388 |
| Отношение показателей оригинальный алгоритм / модифицированный алгоритм | | | | |