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, чего нет в оригинальной версии. 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. В модифицированном алгоритме наблюдается лучшее время и лучше стоимость разреза, но при этом на достижение такого результата затрачивается большее кол-во итераций. Это связано с тем, что в модификации при подсчете параметров вершин (gain-ов) программа проходит по ребрам гиперграфа, а в оригинальной версии по всем точкам по порядку. Из за этого для перемещения выбираются не точки с наименьшим номеров, а точки, которые принадлежат к ребрам с наименьшим номером. Таким образом, стоимость разреза уменьшается более равномерно по всем ребрам, но требует большего кол-ва итераций алгоритма. Улучшение времени связано с использованием более эффективных структур данных, позволяющих выполнять операции за меньшее количество времени.

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

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Файл | Связи | Вершины | Стоимость | Время в мс | Итерации |
| dac2012\_superblue11.hgr | 935732 | 952508 | 9847 | 21430 | 15 |
| dac2012\_superblue12.hgr | 1293437 | 1291932 | 28188 | 141630 | 35 |
| dac2012\_superblue14.hgr | 619816 | 630803 | 14928 | 43639 | 31 |
| dac2012\_superblue16.hgr | 697459 | 698340 | 27210 | 11554 | 12 |
| dac2012\_superblue19.hgr | 511686 | 522483 | 12657 | 30093 | 14 |
| dac2012\_superblue2.hgr | 990900 | 1010322 | 35914 | 41847 | 26 |
| dac2012\_superblue3.hgr | 898002 | 917945 | 19635 | 25262 | 14 |
| dac2012\_superblue6.hgr | 1006630 | 1011663 | 21458 | 33040 | 18 |
| dac2012\_superblue7.hgr | 1340419 | 1360218 | 52610 | 55450 | 18 |
| dac2012\_superblue9.hgr | 833809 | 844333 | 16012 | 33721 | 11 |
| ISPD98\_ibm01.hgr | 14112 | 12753 | 507 | 253 | 18 |
| ISPD98\_ibm02.hgr | 19585 | 19602 | 456 | 273 | 11 |
| ISPD98\_ibm03.hgr | 27402 | 23137 | 2710 | 498 | 19 |
| ISPD98\_ibm04.hgr | 31971 | 27508 | 1301 | 438 | 14 |
| ISPD98\_ibm05.hgr | 28447 | 29348 | 3909 | 773 | 22 |
| ISPD98\_ibm06.hgr | 34827 | 32499 | 1629 | 512 | 13 |
| ISPD98\_ibm07.hgr | 48118 | 45927 | 4437 | 809 | 14 |
| ISPD98\_ibm08.hgr | 50514 | 51310 | 4774 | 1473 | 21 |
| ISPD98\_ibm09.hgr | 60903 | 53396 | 3550 | 1851 | 25 |
| ISPD98\_ibm10.hgr | 75197 | 69430 | 2653 | 2024 | 19 |
| ISPD98\_ibm11.hgr | 81455 | 70559 | 5622 | 2745 | 27 |
| ISPD98\_ibm12.hgr | 77241 | 71077 | 4654 | 1964 | 17 |
| ISPD98\_ibm13.hgr | 99667 | 84200 | 3915 | 1808 | 14 |
| ISPD98\_ibm14.hgr | 152773 | 147606 | 11239 | 4077 | 18 |
| ISPD98\_ibm15.hgr | 186609 | 161571 | 6642 | 3940 | 13 |
| ISPD98\_ibm16.hgr | 190049 | 183485 | 4715 | 6112 | 18 |
| ISPD98\_ibm17.hgr | 189582 | 185496 | 5031 | 8784 | 23 |
| ISPD98\_ibm18.hgr | 201921 | 210614 | 2677 | 8709 | 24 |
| Модифицированный алгоритм | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Файл | Связи | Вершины | Стоимость | Время в мс | Итерации |
| dac2012\_superblue11.hgr | 935732 | 952508 | 22707 | 41333 | 10 |
| dac2012\_superblue12.hgr | 1293437 | 1291932 | 35214 | 67871 | 8 |
| dac2012\_superblue14.hgr | 619816 | 630803 | 21452 | 64513 | 19 |
| dac2012\_superblue16.hgr | 697459 | 698340 | 20009 | 35550 | 11 |
| dac2012\_superblue19.hgr | 511686 | 522483 | 16651 | 43888 | 12 |
| dac2012\_superblue2.hgr | 990900 | 1010322 | 52159 | 54587 | 12 |
| dac2012\_superblue3.hgr | 898002 | 917945 | 20663 | 59298 | 13 |
| dac2012\_superblue6.hgr | 1006630 | 1011663 | 21105 | 43999 | 9 |
| dac2012\_superblue7.hgr | 1340419 | 1360218 | 57791 | 93773 | 13 |
| dac2012\_superblue9.hgr | 833809 | 844333 | 25918 | 72601 | 11 |
| ISPD98\_ibm01.hgr | 14112 | 12753 | 1942 | 612 | 10 |
| ISPD98\_ibm02.hgr | 19585 | 19602 | 1197 | 855 | 9 |
| ISPD98\_ibm03.hgr | 27402 | 23137 | 4378 | 2565 | 18 |
| ISPD98\_ibm04.hgr | 31971 | 27508 | 5180 | 2587 | 14 |
| ISPD98\_ibm05.hgr | 28447 | 29348 | 6788 | 4670 | 27 |
| ISPD98\_ibm06.hgr | 34827 | 32499 | 5625 | 8698 | 39 |
| ISPD98\_ibm07.hgr | 48118 | 45927 | 8254 | 9413 | 30 |
| ISPD98\_ibm08.hgr | 50514 | 51310 | 9071 | 5871 | 15 |
| ISPD98\_ibm09.hgr | 60903 | 53396 | 10324 | 9200 | 22 |
| ISPD98\_ibm10.hgr | 75197 | 69430 | 13004 | 6987 | 13 |
| ISPD98\_ibm11.hgr | 81455 | 70559 | 13443 | 15673 | 26 |
| ISPD98\_ibm12.hgr | 77241 | 71077 | 14668 | 20867 | 34 |
| ISPD98\_ibm13.hgr | 99667 | 84200 | 16457 | 15971 | 21 |
| ISPD98\_ibm14.hgr | 152773 | 147606 | 23257 | 44654 | 30 |
| ISPD98\_ibm15.hgr | 186609 | 161571 | 30424 | 42159 | 19 |
| ISPD98\_ibm16.hgr | 190049 | 183485 | 34094 | 90286 | 57 |
| ISPD98\_ibm17.hgr | 189582 | 185496 | 40445 | 36700 | 25 |
| ISPD98\_ibm18.hgr | 201921 | 210614 | 32410 | 66709 | 46 |
| Оригинальный алгоритм | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Файл | Связи | Вершины | Стоимость | Время в мс | Итерации |
| dac2012\_superblue11.hgr | 935732 | 952508 | 2,30598152 | 1,92874 | 0,66666667 |
| dac2012\_superblue12.hgr | 1293437 | 1291932 | 1,249255 | 0,47921 | 0,22857143 |
| dac2012\_superblue14.hgr | 619816 | 630803 | 1,437031 | 1,47833 | 0,61290323 |
| dac2012\_superblue16.hgr | 697459 | 698340 | 0,735355 | 3,07686 | 0,91666667 |
| dac2012\_superblue19.hgr | 511686 | 522483 | 1,315557 | 1,45841 | 0,85714286 |
| dac2012\_superblue2.hgr | 990900 | 1010322 | 1,452331 | 1,30444 | 0,46153846 |
| dac2012\_superblue3.hgr | 898002 | 917945 | 1,052355 | 2,34732 | 0,92857143 |
| dac2012\_superblue6.hgr | 1006630 | 1011663 | 0,983549 | 1,33169 | 0,5 |
| dac2012\_superblue7.hgr | 1340419 | 1360218 | 1,098479 | 1,69113 | 0,72222222 |
| dac2012\_superblue9.hgr | 833809 | 844333 | 1,618661 | 2,15299 | 1 |
| ISPD98\_ibm01.hgr | 14112 | 12753 | 3,830375 | 2,41897 | 0,55555556 |
| ISPD98\_ibm02.hgr | 19585 | 19602 | 2,625 | 3,13187 | 0,81818182 |
| ISPD98\_ibm03.hgr | 27402 | 23137 | 1,615498 | 5,1506 | 0,94736842 |
| ISPD98\_ibm04.hgr | 31971 | 27508 | 3,981553 | 5,90639 | 1 |
| ISPD98\_ibm05.hgr | 28447 | 29348 | 1,736506 | 6,0414 | 1,22727273 |
| ISPD98\_ibm06.hgr | 34827 | 32499 | 3,453039 | 16,9883 | 3 |
| ISPD98\_ibm07.hgr | 48118 | 45927 | 1,860266 | 11,6354 | 2,14285714 |
| ISPD98\_ibm08.hgr | 50514 | 51310 | 1,900084 | 3,98574 | 0,71428571 |
| ISPD98\_ibm09.hgr | 60903 | 53396 | 2,908169 | 4,97029 | 0,88 |
| ISPD98\_ibm10.hgr | 75197 | 69430 | 4,901621 | 3,45208 | 0,68421053 |
| ISPD98\_ibm11.hgr | 81455 | 70559 | 2,391142 | 5,70965 | 0,96296296 |
| ISPD98\_ibm12.hgr | 77241 | 71077 | 3,151697 | 10,6247 | 2 |
| ISPD98\_ibm13.hgr | 99667 | 84200 | 4,203576 | 8,83352 | 1,5 |
| ISPD98\_ibm14.hgr | 152773 | 147606 | 2,069312 | 10,9527 | 1,66666667 |
| ISPD98\_ibm15.hgr | 186609 | 161571 | 4,580548 | 10,7003 | 1,46153846 |
| ISPD98\_ibm16.hgr | 190049 | 183485 | 7,230965 | 14,7719 | 3,16666667 |
| ISPD98\_ibm17.hgr | 189582 | 185496 | 8,039157 | 4,17805 | 1,08695652 |
| ISPD98\_ibm18.hgr | 201921 | 210614 | 12,10684 | 7,65978 | 1,91666667 |
| Отношение показателей оригинальный алгоритм / модифицированный алгоритм | | | | | |