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 модуля разности показателей. Зеленый цвет обозначает, что лучшие показатели продемонстрировал модифицированный алгоритм, а красный – оригинальный.

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 неумышленное изменение условия балансировки.

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Файл | Связи | Вершины | Стоимость | Время в мс |
| dac2012\_superblue11.hgr | 935732 | 952508 | 14002 | 20570 |
| dac2012\_superblue12.hgr | 1293437 | 1291932 | 32238 | 115421 |
| dac2012\_superblue14.hgr | 619816 | 630803 | 15209 | 45732 |
| dac2012\_superblue16.hgr | 697459 | 698340 | 24325 | 30316 |
| dac2012\_superblue19.hgr | 511686 | 522483 | 13033 | 25395 |
| dac2012\_superblue2.hgr | 990900 | 1010322 | 37014 | 44539 |
| dac2012\_superblue3.hgr | 898002 | 917945 | 13955 | 25624 |
| dac2012\_superblue6.hgr | 1006630 | 1011663 | 15884 | 31021 |
| dac2012\_superblue7.hgr | 1340419 | 1360218 | 49491 | 118921 |
| dac2012\_superblue9.hgr | 833809 | 844333 | 17919 | 28742 |
| ISPD98\_ibm01.hgr | 14112 | 12753 | 786 | 330 |
| ISPD98\_ibm02.hgr | 19585 | 19602 | 962 | 734 |
| ISPD98\_ibm03.hgr | 27402 | 23137 | 1695 | 934 |
| ISPD98\_ibm04.hgr | 31971 | 27508 | 3269 | 551 |
| ISPD98\_ibm05.hgr | 28447 | 29348 | 2371 | 1693 |
| ISPD98\_ibm06.hgr | 34827 | 32499 | 1590 | 1231 |
| ISPD98\_ibm07.hgr | 48118 | 45927 | 2513 | 1599 |
| ISPD98\_ibm08.hgr | 50514 | 51310 | 3260 | 2765 |
| ISPD98\_ibm09.hgr | 60903 | 53396 | 3856 | 1516 |
| ISPD98\_ibm10.hgr | 75197 | 69430 | 2580 | 1843 |
| ISPD98\_ibm11.hgr | 81455 | 70559 | 7680 | 2927 |
| ISPD98\_ibm12.hgr | 77241 | 71077 | 4436 | 1820 |
| ISPD98\_ibm13.hgr | 99667 | 84200 | 3350 | 2024 |
| ISPD98\_ibm14.hgr | 152773 | 147606 | 10996 | 6397 |
| ISPD98\_ibm15.hgr | 186609 | 161571 | 10291 | 8177 |
| ISPD98\_ibm16.hgr | 190049 | 183485 | 5455 | 7952 |
| ISPD98\_ibm17.hgr | 189582 | 185496 | 11696 | 13567 |
| ISPD98\_ibm18.hgr | 201921 | 210614 | 4073 | 8680 |

Результаты (модифицированный алгоритм)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Файл | Связи | Вершины | Стоимость | Время в мс |
| dac2012\_superblue11.hgr | 935732 | 952508 | 22707 | 56089 |
| dac2012\_superblue12.hgr | 1293437 | 1291932 | 35214 | 94638 |
| dac2012\_superblue14.hgr | 619816 | 630803 | 21452 | 84515 |
| dac2012\_superblue16.hgr | 697459 | 698340 | 20009 | 45015 |
| dac2012\_superblue19.hgr | 511686 | 522483 | 16651 | 58572 |
| dac2012\_superblue2.hgr | 990900 | 1010322 | 52159 | 81125 |
| dac2012\_superblue3.hgr | 898002 | 917945 | 20663 | 103808 |
| dac2012\_superblue6.hgr | 1006630 | 1011663 | 21105 | 61654 |
| dac2012\_superblue7.hgr | 1340419 | 1360218 | 57791 | 124257 |
| dac2012\_superblue9.hgr | 833809 | 844333 | 25918 | 79890 |
| ISPD98\_ibm01.hgr | 14112 | 12753 | 1942 | 556 |
| ISPD98\_ibm02.hgr | 19585 | 19602 | 1197 | 961 |
| ISPD98\_ibm03.hgr | 27402 | 23137 | 4378 | 2143 |
| ISPD98\_ibm04.hgr | 31971 | 27508 | 5180 | 2123 |
| ISPD98\_ibm05.hgr | 28447 | 29348 | 6788 | 3803 |
| ISPD98\_ibm06.hgr | 34827 | 32499 | 5625 | 6852 |
| ISPD98\_ibm07.hgr | 48118 | 45927 | 8254 | 8160 |
| ISPD98\_ibm08.hgr | 50514 | 51310 | 9071 | 4581 |
| ISPD98\_ibm09.hgr | 60903 | 53396 | 10324 | 7795 |
| ISPD98\_ibm10.hgr | 75197 | 69430 | 13004 | 6730 |
| ISPD98\_ibm11.hgr | 81455 | 70559 | 13443 | 13789 |
| ISPD98\_ibm12.hgr | 77241 | 71077 | 14668 | 18543 |
| ISPD98\_ibm13.hgr | 99667 | 84200 | 16457 | 13880 |
| ISPD98\_ibm14.hgr | 152773 | 147606 | 23257 | 40333 |
| ISPD98\_ibm15.hgr | 186609 | 161571 | 30424 | 31900 |
| ISPD98\_ibm16.hgr | 190049 | 183485 | 34094 | 106861 |
| ISPD98\_ibm17.hgr | 189582 | 185496 | 40445 | 51212 |
| ISPD98\_ibm18.hgr | 201921 | 210614 | 32410 | 93590 |

Результаты (оригинальный алгоритм)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Файл | Стоимость | Время в мс |
| dac2012\_superblue11.hgr | 8705 | 35519 |
| dac2012\_superblue12.hgr | 2976 | 20783 |
| dac2012\_superblue14.hgr | 6243 | 38783 |
| dac2012\_superblue16.hgr | 4316 | 14669 |
| dac2012\_superblue19.hgr | 3618 | 33177 |
| dac2012\_superblue2.hgr | 15145 | 36586 |
| dac2012\_superblue3.hgr | 6708 | 78184 |
| dac2012\_superblue6.hgr | 5221 | 30633 |
| dac2012\_superblue7.hgr | 8300 | 5336 |
| dac2012\_superblue9.hgr | 7999 | 51148 |
| ISPD98\_ibm01.hgr | 1156 | 226 |
| ISPD98\_ibm02.hgr | 235 | 227 |
| ISPD98\_ibm03.hgr | 2683 | 1209 |
| ISPD98\_ibm04.hgr | 1911 | 1572 |
| ISPD98\_ibm05.hgr | 4417 | 2110 |
| ISPD98\_ibm06.hgr | 4035 | 5621 |
| ISPD98\_ibm07.hgr | 5714 | 6561 |
| ISPD98\_ibm08.hgr | 5811 | 1816 |
| ISPD98\_ibm09.hgr | 6568 | 6279 |
| ISPD98\_ibm10.hgr | 10424 | 4887 |
| ISPD98\_ibm11.hgr | 5763 | 10862 |
| ISPD98\_ibm12.hgr | 10232 | 16723 |
| ISPD98\_ibm13.hgr | 13107 | 11856 |
| ISPD98\_ibm14.hgr | 12261 | 33936 |
| ISPD98\_ibm15.hgr | 20133 | 23723 |
| ISPD98\_ibm16.hgr | 28639 | 98909 |
| ISPD98\_ibm17.hgr | 28749 | 37645 |
| ISPD98\_ibm18.hgr | 28337 | 84910 |

*Сравнение оригинального и модифицированного алгоритмов (зеленый – лучше модифицированный, красный - оригинальный)*