

Программное средство *Mistral*

Курс «Программные средства для решения задачи
удовлетворения ограничений»

НИУ ИТМО, кафедра «Компьютерные технологии»

Mistral – обзор

- <http://www.4c.ucc.ie/~ehebrard/mistral/doxygen/html/main.html>
- Библиотека на языке C++ для решения задач удовлетворения ограничений
- *Mistral* занял первые места в нескольких категориях соревнования *International CSP Solver Competition 2009*

Название

- Frederic Mistral
- французский писатель
- Mistral IS a Terrific Recursive Acronym for a Library



Принцип работы

- В целом схож с принципом работы *Choco*
- Поиск с возвратом (backtracking)
- Распространение ограничений (constraint propagation)
- Несколько специфических методов

Binary Backtrack Search (1)

```
// End of search?  
if (limitsExpired())  
{  
    return (status = LIMITOUT);  
}  
if (allAssigned())  
{  
    return solutionFound();  
}  
// Select a variable and a value  
int idx, value = Variable::NOVAL;  
Variable *curvar = future[(idx = heuristic->  
    select(value))];
```

Binary Backtrack Search (2)

```
// Left branch
curvar->makeDecision(value);
if (curvar->assigned)
{
    bound(idx);
}
if (filtering())
{
    ++level;
    if (genericBacktrack() == SAT)
    {
        return SAT;
    }
    --level;
}
```

Binary Backtrack Search (3)

```
// Right branch
restoreTo(level - 1);
if (status != LIMITOUT)
{
    if (curvar->makeComplementary(value) && filtering() )
    {
        ++level;
        if (genericBacktrack() == SAT)
            return SAT;
    }
    else
        ++level;
    // Backtrack
    restore();
    ++BACKTRACKS;
}
else
    ++level;
return status;
```

Mistral – особенности (1)

- Для целочисленных переменных используются различные формы внутреннего представления допустимых значений
- В том числе битовые векторы и списки значений
- Поддерживается ограничение *NValue*, которое определяет число различных значений в списке целых чисел и является обобщением ограничения *AllDifferent*

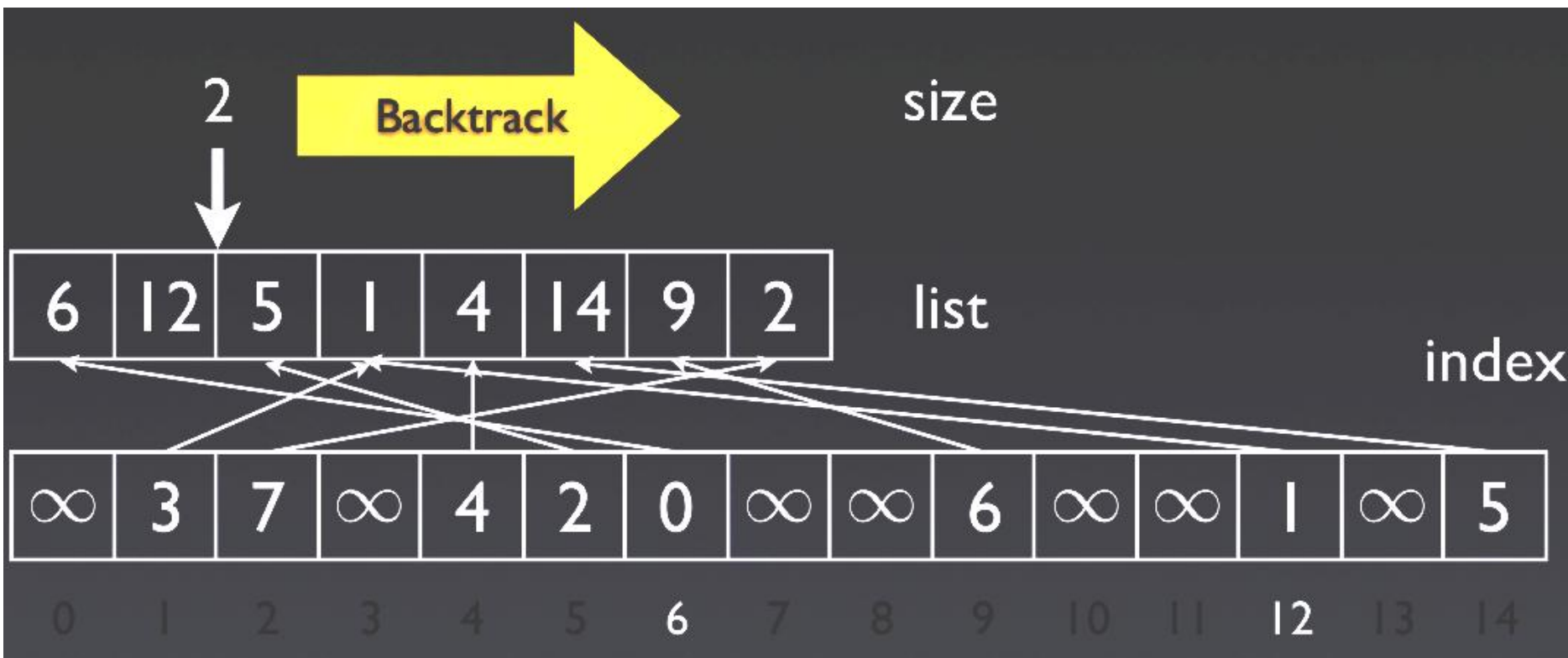
Mistral – особенности (2)

- Техника *вложенных предикатов*
- Ограничения создаются для каждого подвыражения предиката
- Пример: $x_0 \cdot x_1 + x_2 = x_3$
- Из этого выражения получаем
$$x_0 \cdot x_1 = y_0, y_0 + x_2 = y_1, y_1 = x_3$$
- y_0 и y_1 – дополнительные переменные

Представление целочисленных переменных (1)

- Битовые векторы (SVar):
 - Область значений $D(x)$ представлена как битовый вектор
 - Это означает снижение расходов на выполнение операций с множествами
- Списки (LVar):
 - Есть и битовый вектор, и двусвязный список для быстрой итерации
 - Порядок элементов в списке не лексикографический: он меняется в процессе поиска с возвратом

Представление целочисленных переменных в виде списка

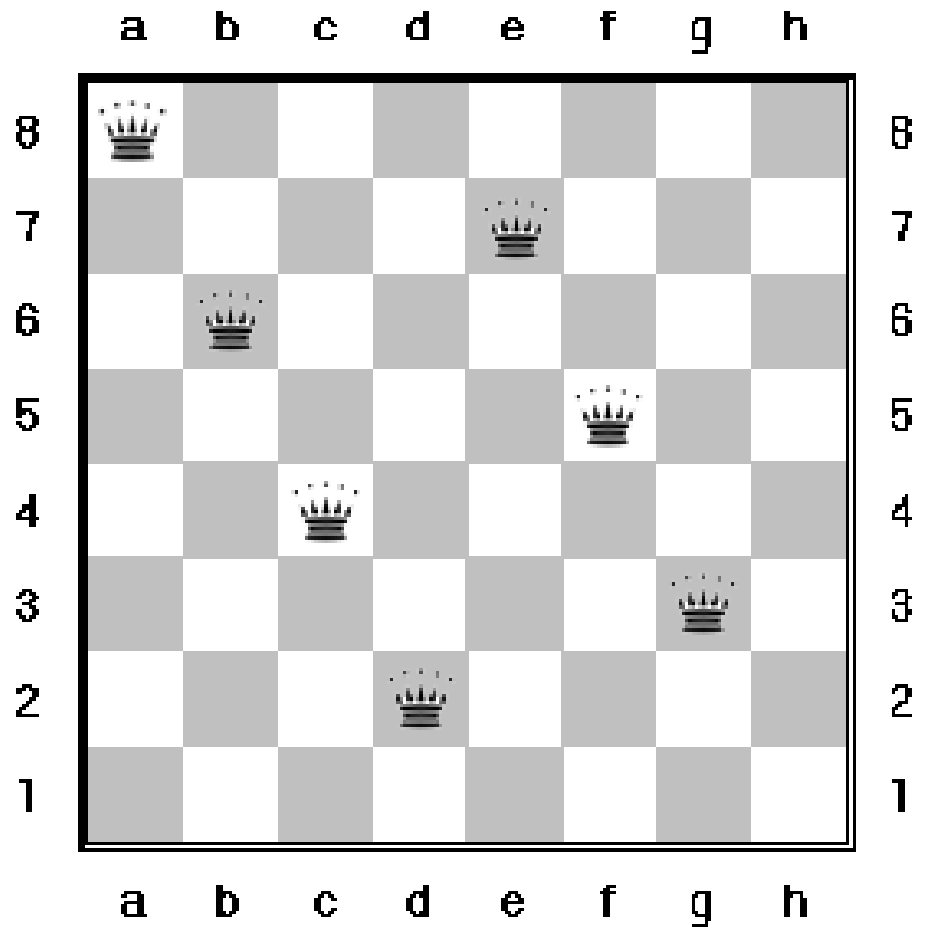


Представление целочисленных переменных (2)

- Булевы переменные (BVar):
 - Специфическое представление
 - Нет дополнительной информации для поиска с возвратом
- Интервальные переменные (RVar)
 - Хранятся левая и правая границы
 - Два дополнительных массива целых чисел

Пример: задача об N ферзях

Необходимо расставить N ферзей на доске размером $N \times N$, чтобы они не били друг друга



Решение задачи (1)

```
int N = 8;  
// создание CSP-модели и переменных  
CSP model;  
IntVar* queens[N];  
for (int i = 0; i < N; ++i)  
{  
    queens[i] = new SVar(N);  
}  
model.add(queens, N);
```

Решение задачи (2)

```
// задание ограничений
model.post(new AllDiffConstraint(queens, N));
for (int i = 0; i < N - 1; ++i)
{
    for (int j = i + 1; j < N; ++j)
    {
        IntVar *scope[2] = {queens[i],
                            queens[j]};
        model.post(new DiagonalConstraint(scope,
                                           queens[i]->id-queens[j]->id));
    }
}
```

Решение задачи (3)

```
// создание солвера  
MACSolver s(&model, "dom/deg");  
// решение задачи  
s.solve();
```


Заключение

- По своей идеологии напоминает *Choco*, но написан на C++
- Поддержка нескольких специфических ограничений
- Внимание к деталям реализации
- Различные оптимизации и эвристики позволяют увеличить скорость решения задачи удовлетворения ограничений

Спасибо за внимание!
Вопросы?