std::vector

Denis Bakin

Мотивация

Зачем нужны контейнеры

- В задачах часто требуется сохранять последовательность данных
- Количество элементов заранее может быть неизвестно
- Пример: получение цифр числа и их вывод в правильном порядке
- Решение: контейнер, способный хранить объекты произвольного типа и изменяемого размера
- В C++ стандартный контейнер: `std::vector`

std::vector

Основные сведения

- Динамический массив, умеет автоматически расширяться
- Быстро добавляет элементы в конец (`push_back`)
- Хранит последовательность объектов одного типа

Примеры объявления:

```
std::vector<int> v1;           // пустой
std::vector<int> v2(10);       // размер 10
std::vector<int> v3(10, -1);   // 10 элементов со значением -1
std::vector<int> v4 = {1, 2, 3, 4}; // список инициализации
```

Итерация по вектору

Range-based for

```
std::vector<std::string> data = {"Just", "some", "random", "words"};
for (std::string &word : data) {
    std::cout << word << ' ';
}
```

- Нужно подключить заголовок: `#include <vector>`
- В <> указывается тип элементов (`int`, `std::string`, ...)
- Range-based for удобен для чтения

Итерация по индексам

```
for (size_t i = 0; i < data.size(); ++i) {
    std::cout << data[i] << ' ';
}
```

- Тип индекса — `size_t`
- Это беззнаковое целое (нельзя хранить отрицательные числа)
- Размер зависит от архитектуры: 4 байта (32-бит), 8 байт (64-бит)

Основные методы std::vector

```
data.size();        // количество элементов
data.empty();       // пуст ли вектор
data.front();       // первый элемент
data.back();        // последний элемент

data.push_back(x);  // добавление в конец
data.erase(it);     // удаление по итератору
```

Пример: вывод числа в произвольной системе

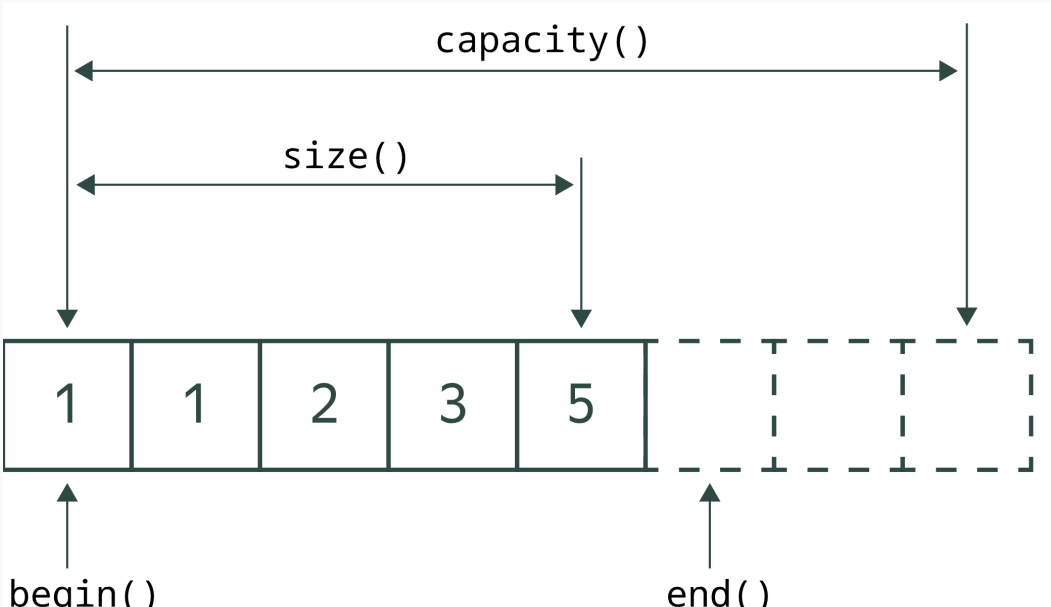
Пример: вывод числа в произвольной системе

```
std::vector<int> digits;
while (num) {
    digits.push_back(num % d);
    num /= d;
}

for (size_t i = digits.size(); i > 0; --i) {
    std::cout << digits[i - 1];
}
```

- Элементы сохраняются при делении
- Выводим с конца к началу — получаем правильный порядок

size vs capacity



size vs capacity

- **size** — текущее число элементов
- **capacity** — выделенная память (вместимость)
- При нехватке памяти вектор удваивает `capacity`
- `push_back`:
  - если места хватает $\to O(1)$
  - если места нет $\to O(n)$, но амортизированно всё равно $O(1)$

Демонстрация роста capacity

```
std::vector<int> data = {1, 2};
std::cout << data.size() << " " << data.capacity() << "\n"; // 2 2

data.push_back(3);
std::cout << data.size() << " " << data.capacity() << "\n"; // 3 4

data.push_back(4);
std::cout << data.size() << " " << data.capacity() << "\n"; // 4 4
```

Вывод: вместимость растёт скачками (обычно в 2 раза).

Оптимизация ввода

Сравнение подходов

```
std::vector<int> data(length); // память выделена сразу
```

или

```
std::vector<int> data;
data.reserve(length);          // зарезервировать память
```

- В обоих случаях все `push_back` выполняются за O(1)
- Полезно при известной длине последовательности

Вложенные векторы

```
std::vector<std::vector<int>> matrix = {
    {1, 2, 3},
    {4, 5, 6},
    {7, 8, 9}
};

std::cout << matrix[0][0] << " " << matrix[1][1]; // 1 5
```

- Каждый элемент — это вектор
- Доступ: `matrix[row][col]`

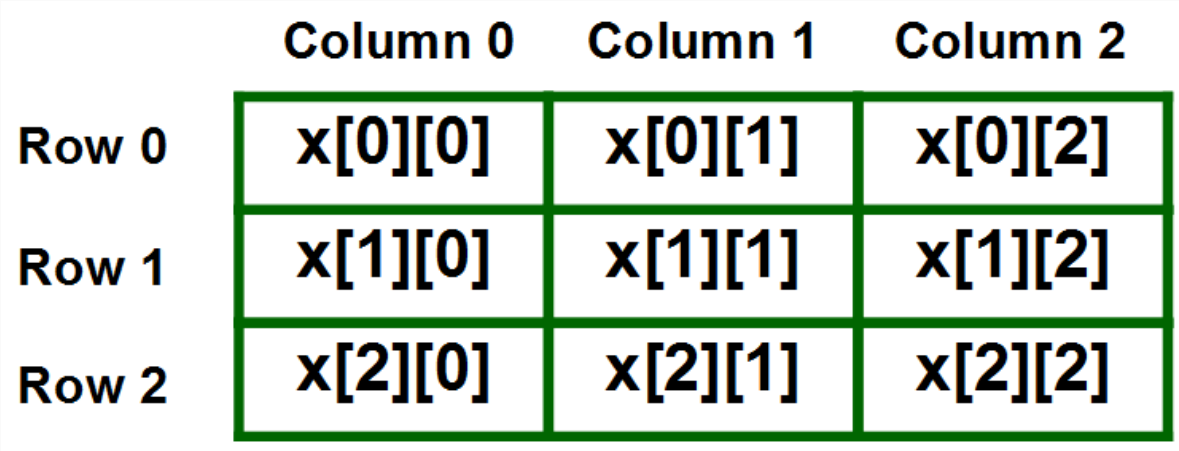


Figure 2: Индексация в двумерном векторе: сначала получаем ряд, потом элемент в этом ряду

Пример: чтение матрицы

```
std::vector<std::vector<int>> matrix(m);
for (size_t i = 0; i < m; ++i) {
    matrix[i].resize(n);
    for (size_t j = 0; j < n; ++j) {
        std::cin >> matrix[i][j];
    }
}
```

- Индексация привычна: `matrix[i][j]`
- Можно хранить прямоугольные и «рваные» матрицы

Поиск максимального элемента

```cpp
std::vector<std::vector<int>>& matrix;
// some input to fill matrix
int max_value = matrix[0][0];
for (const std::vector<int>& row : matrix) {
    for (int val : row) {
        if (val > max_value) max_value = val;
    }
}
// max_value is the maximum
```

- Легко обобщить задачи обхода последовательностей
- Приём работы аналогичен одномерному вектору

Итоги

- `std::vector` — универсальный контейнер для динамических массивов
- Поддерживает работу с элементами по индексу и через итераторы
- Важные понятия: **size**, **capacity**, амортизированная сложность `push_back`
- Легко использовать вложенные вектора для двумерных структур
- Основной контейнер, который чаще всего применяют в C++