Преобразования*

Лекция 4

* значений и функций

План лекции

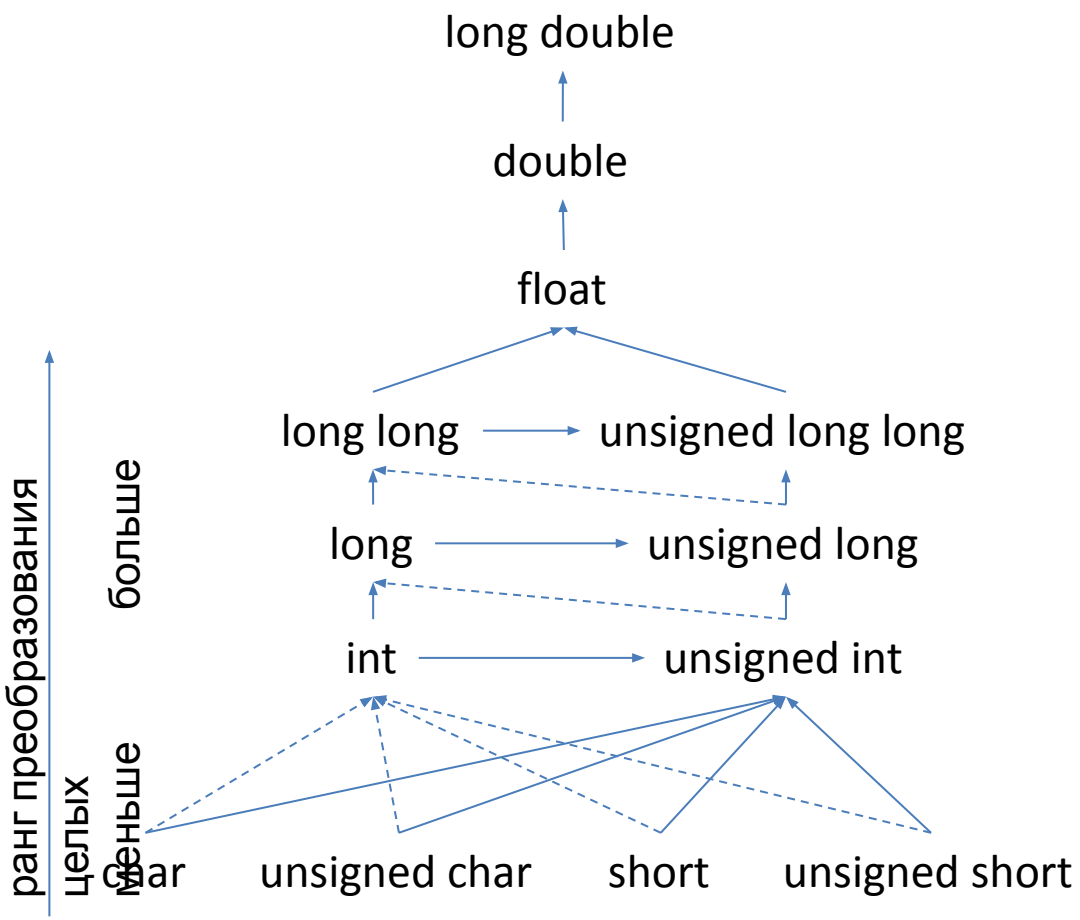
- Преобразования
  - Целых и типов с плавающей точкой
  - l-value
  - Массивов
  - Функциональных типов
  - С типом void
  - Указателей

Простая часть

- Неявные (автоматические)
- Явные
- Преобразование в совместимый тип сохраняет значение и представление значения
- Конец простой части

Непростая часть

Неявные арифметические преобразования



- При выполнении операции x op y, кроме операций присваивания и сдвига, с операндами числовых типов T1 и T2, значения выражений x и y преобразуются к типу T, который удовлетворяет условиям
  - Есть путь из T1 в T
  - Есть путь из T2 в T
  - T – наименьший из возможных (если есть путь из T1 в TT и из T2 в TT, то есть путь из T в TT для любого TT)
- Пунктирная стрелка выбирается, если множество значений нижнего типа ⊆ множество значений верхнего типа; иначе выбирается сплошная стрелка
- Переход от битового поля, char, unsigned char, short, unsigned short к int или unsigned int называется целочисленное повышение
- Для присваивания и сдвига результат всегда преобразуется к типу левого операнда

Преобразования целых

- Если значение представимо в T, то преобразование к T сохраняет значение
  - И может изменить представление
- Если T беззнаковый, то к значению добавляется или вычитается 1 + max(диапазон T) до тех пор, пока результат не попадет в диапазон T
- Иначе результат преобразования зависит от реализации (implementation-defined)
  - Например, преобразование может привести к возникновению «исключительной ситуации» (exception)

Преобразования целых и с плавающей точкой

- Преобразование конечного числа с плавающей точкой в целое = округление к нулю
  - Если целая часть выходит за диапазон целого типа, то поведение не определено
- Если целое представимо в типе с плавающей точкой точно, то значение сохраняется
  - Представление может измениться
- Если целое попадает в диапазон типа с плавающей точкой, то ближайшее к нему меньшее и большее значение с плавающей точкой
  - Выбор зависит от реализации
- Если целое не попадает в диапазон типа с плавающей точкой, то результат не определен

Преобразования для типов с плавающей точкой

- Преобразования по цепочке float --> double --> long double сохраняют значение
  - Представление может измениться

- Преобразование к меньшему типу T с плавающей точкой
  - Если значение представимо в T точно, то оно сохраняется
  - Если значение попадает в диапазон T, то выбирается ближайшее меньшее или большее значение T
    - Зависит от реализации
  - Если не попадает в диапазон T, то поведение не определено

Преобразования других целых типов

- Ранг расширенного целого типа ниже ранга стандартного типа той же ширины
  - Соотношение рангов расширенных целых типов одинаковой ширины является implementation-defined

- C99: Ранг _Bool ниже ранга любого другого целого типа

Преобразование l-value в обычное значение 1/2

- L-value – это выражение имеющее полный тип или неполный тип, отличный от void, и обозначающее значение в памяти

- Изменяемое l-value – это l-value, которое
  - Не является массивом
  - Имеет полный тип без квалификатора const
    - Если это struct или union, то все его элементы (рекурсивно) имеют тип без квалификатора const

Преобразование l-value в обычное значение 2/2

- Если l-value не является массивом и не является операндом sizeof, унарного &, ++, --, ., оператора присваивания, то оно преобразуется в обычное значение
  - Тип результата = тип l-value без квалификаторов

- Если l-value имеет неполный тип, не является массивом и является операндом, то поведение не определено

Преобразование массивов

- Массив типа T преобразуется в указатель на нулевой элемент массива
  - Этот указатель не является l-value

- Кроме массивов, являющихся
  - Операндом sizeof
  - Операндом унарного &
  - Строковым литералом, инициализирующим массив

Преобразование функциональных типов

- Именующее выражение функции (function designator) – это выражение, имеющее функциональный тип
- «Функция, возвращающая T», преобразуется к типу «указатель на функцию, возвращающую T»
- Кроме именующих выражений функции, являющихся
  - Операндом sizeof
    - При этом операнду sizeof запрещено иметь функциональный тип
      - Как вы это понимаете?
  - Унарного &

Преобразования типа void

- Тип void нельзя преобразовывать
- Любой тип можно преобразовать к void при этом значение
  - Вычисляется
    - Так как вычисление может иметь побочные эффекты
  - Становится недоступным

Безопасные преобразования указателей

- Целое 0 в указатель любого типа
  - Получается нулевой указатель, отличный от всех остальных указателей

- void* в любой T*
- Любой T* в void*
- T* в const T* и volatile T*

- Во всех случаях:
  - Меняется только тип выражения
  - Значение указателя не меняется
  - well-defined

Другие преобразования указателей

- Целое в указатель
  - Implementation-defined, результат может быть «негодным» указателем
- Указатель T* в целое типа T1
  - Implementation-defined, если sizeof(T*) <= sizeof(T1)
  - Undefined behavior иначе
- Любой T1* в T2*
  - Меняется тип выражения, значение указателя сохраняется
  - Undefined behavior, если значение указателя не выравнено для типа T2
- Указатель на функцию в указатель на любую другую функцию
  - Меняется тип выражения, значение указателя сохраняется
  - Undefined behavior, если при вызове тип именующего выражения функции не совместим с типом вызываемой функции

Заключение

- Преобразования
  - Целых и типов с плавающей точкой
  - l-value
  - Массивов
  - Функциональных типов
  - С типом void
  - Указателей