Динамические списки

Алтайский государственный университет
Математический факультет
Кафедра информатики

Барнаул 2014

Лекция 20

- План
  - Динамические списки
    - Динамические структуры данных
    - Списки: состав функций
    - Создание, добавление, поиск, удаление узлов
    - Решение задач с использованием списков

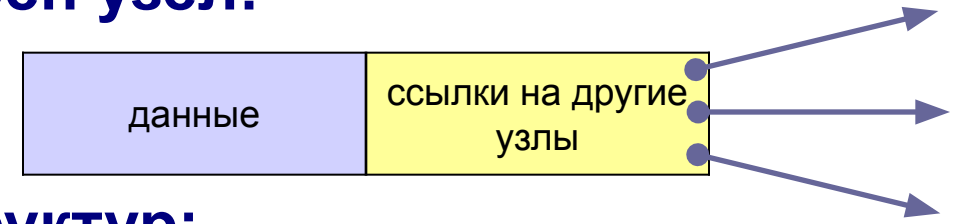
Динамические списки

- Динамические структуры данных
- Списки: состав функций
- Создание, добавление, поиск, удаление узлов
- Решение задач с использованием списков

Динамические структуры данных

Строение: набор узлов, объединенных с помощью ссылок.

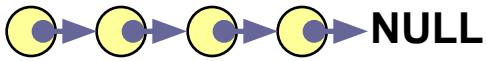
Как устроен узел:



Типы структур:

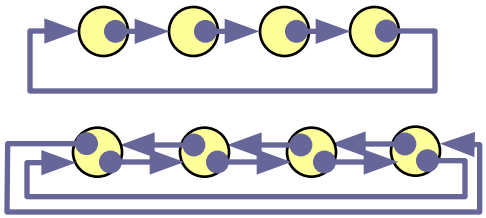
списки

односвязный

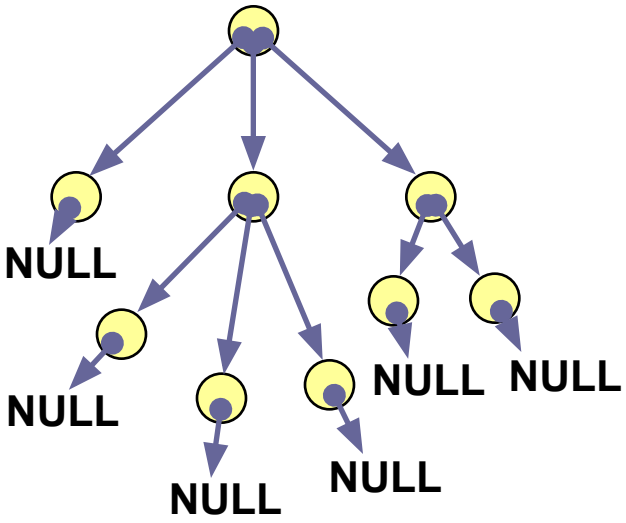


двунаправленный (двусвязный)

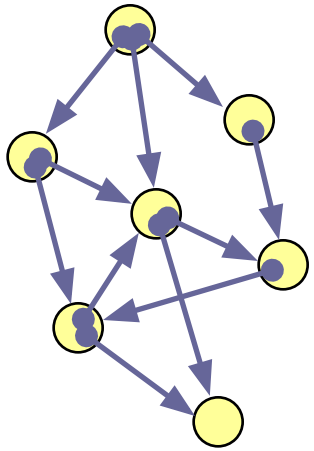
циклические списки (кольца)



деревья



графы



Когда нужны списки?

Задача (алфавитно-частотный словарь). В файле записан текст. Нужно записать в другой файл в столбик все слова, встречающиеся в тексте, в алфавитном порядке, и количество повторений для каждого слова.

Проблемы:

1) количество слов заранее неизвестно (~~статический массив~~);
2) количество слов определяется только в конце работы (~~динамический массив~~).

Решение – список.

Алгоритм:

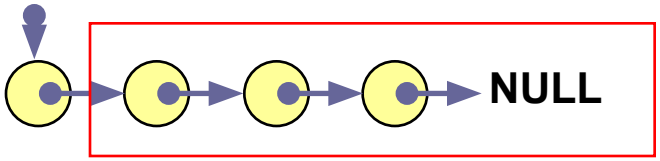
3) создать список;
4) если слова в файле закончились, то стоп.
5) прочитать слово и искать его в списке;
6) если слово найдено – увеличить счетчик повторений, иначе добавить слово в список;
7) перейти к шагу 2.

Списки: новые типы данных

Что такое список:

1) пустая структура – это список;
2) список – это начальный узел (*голова*) и связанный с ним список.

Рекурсивное определение!



Структура узла:

```
struct Node {
  char word[40];   // слово
  int  count;      // счетчик повторений
  Node *next;      // ссылка на следующий элемент
  };
```

Указатель на эту структуру:

```
typedef Node *PNode;
```

Адрес начала списка:

```
PNode Head = NULL;
```

Для доступа к списку достаточно знать адрес его головы!

Что нужно уметь делать со списком?

1. **Создать** новый узел.
2. **Добавить** узел:
   a) в начало списка;
   b) в конец списка;
   c) после заданного узла;
   d) до заданного узла.
3. **Искать** нужный узел в списке.
4. **Удалить** узел.

Создание узла

Функция `CreateNode` (*создать узел*):

вход: новое слово, прочитанное из файла;

выход: адрес нового узла, созданного в памяти.

возвращает адрес созданного узла

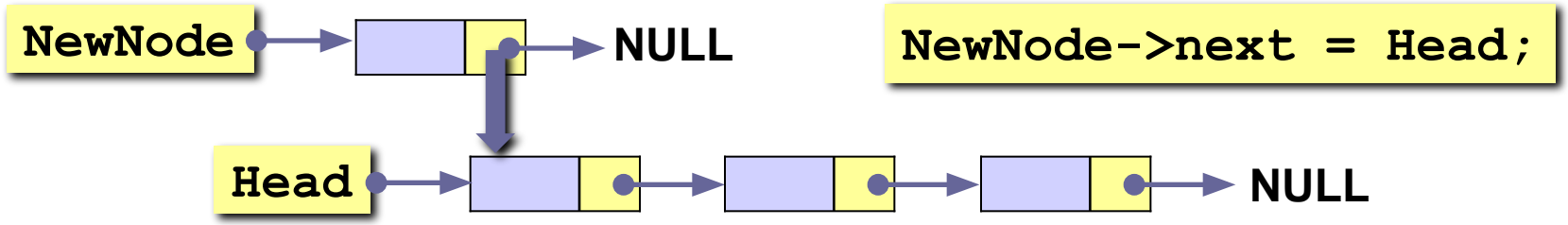
новое слово

```
PNode CreateNode ( char NewWord[] )
{
  PNode NewNode = new Node;
  strcpy(NewNode->word, NewWord);
  NewNode->count = 1;
  NewNode->next = NULL;
  return NewNode;
}
```

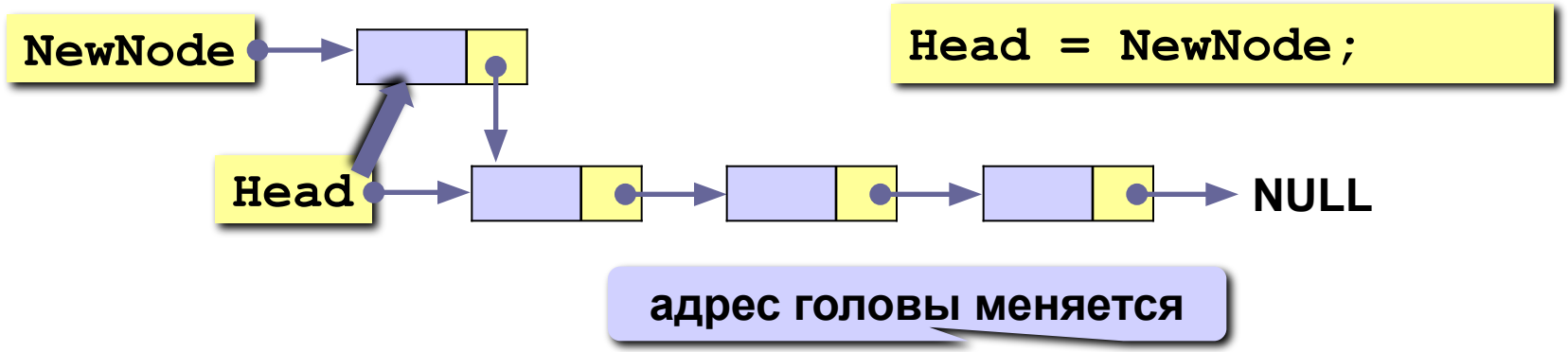
Если память выделить не удалось?

Добавление узла в начало списка

1) Установить ссылку нового узла на голову списка:



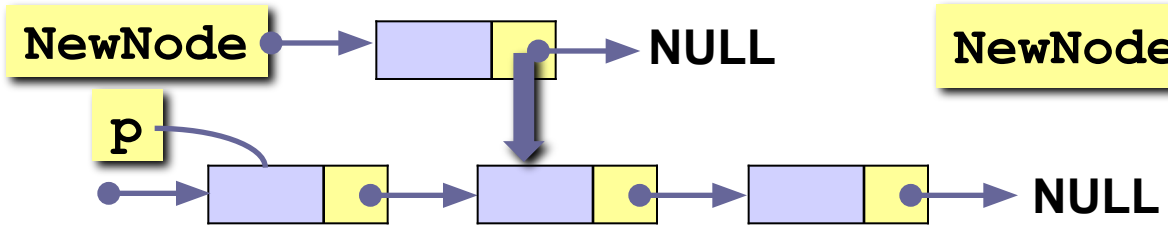
2) Установить новый узел как голову списка:




```
void AddFirst (PNode * Head, PNode NewNode)
{
  NewNode->next = *Head;
  *Head = NewNode;
}
```

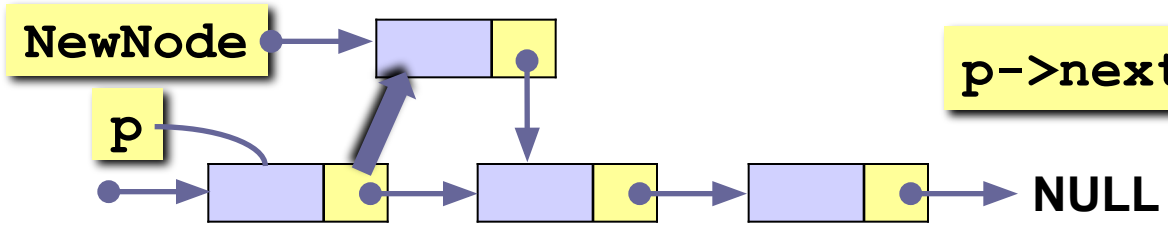
Добавление узла после заданного

1) Установить ссылку нового узла на узел, следующий за p:




```
NewNode->next = p->next;
```

2) Установить ссылку узла p на новый узел:



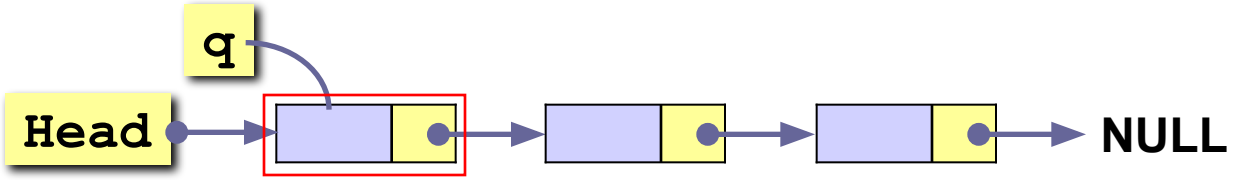

```
p->next = NewNode;
```

```
void AddAfter (PNode p, PNode NewNode)
{
    NewNode->next = p->next;
    p->next = NewNode;
}
```

Проход по списку

Задача:

сделать что-нибудь хорошее с каждым элементом списка.



Алгоритм:

1) установить вспомогательный указатель **q** на голову списка;
2) если указатель **q** равен **NULL** (дошли до конца списка), то стоп;
3) выполнить действие над узлом с адресом **q** ;
4) перейти к следующему узлу, **q->next**.

```
...
PNode q = Head;          // начали с головы
while ( q != NULL ) {    // пока не дошли до конца
  ...                    // делаем что-то хорошее с q
  q = q->next;           // переходим к следующему узлу
  }
...
```

Добавление узла в конец списка

Задача: добавить новый узел в конец списка.

Алгоритм:

1) найти последний узел **q**, такой что **q->next** равен **NULL**;
2) добавить узел после узла с адресом **q** (процедура **AddAfter**).

Особый случай: добавление в пустой список.

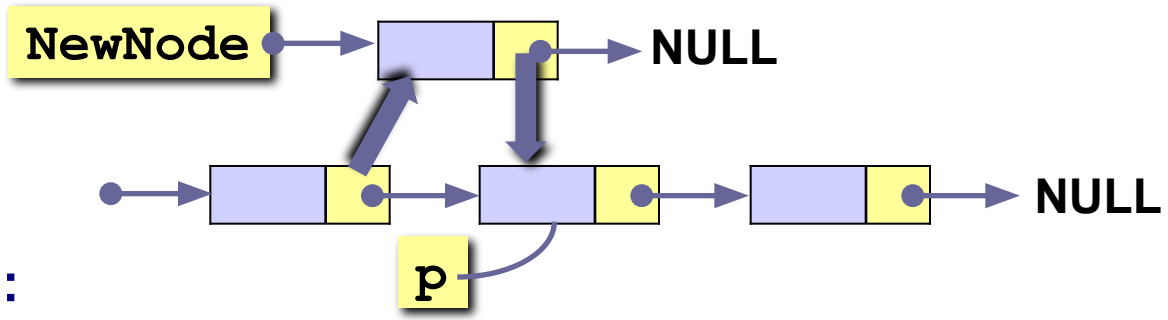
```
void AddLast ( PNode *Head, PNode NewNode )
{
PNode q = *Head;
if ( *Head == NULL ) {
   AddFirst( Head, NewNode );
   return;
}
while ( q->next ) q = q->next;
AddAfter ( q, NewNode );
}
```

особый случай – добавление в пустой список

ищем последний узел

добавить узел после узла q

Добавление узла перед заданным



Проблема:

нужно знать адрес **предыдущего** узла, а идти назад нельзя!

Решение: найти предыдущий узел **q** (проход с начала списка).

```
void AddBefore ( PNode *Head, PNode p, PNode NewNode )
{
PNode q = *Head;
if ( *Head == p ) {
   AddFirst ( Head, NewNode );
   return;
}
while ( q && q->next != p ) q = q->next;
if ( q ) AddAfter(q, NewNode);
}
```

особый случай – добавление в начало списка

ищем узел, следующий за которым – узел p

добавить узел после узла q

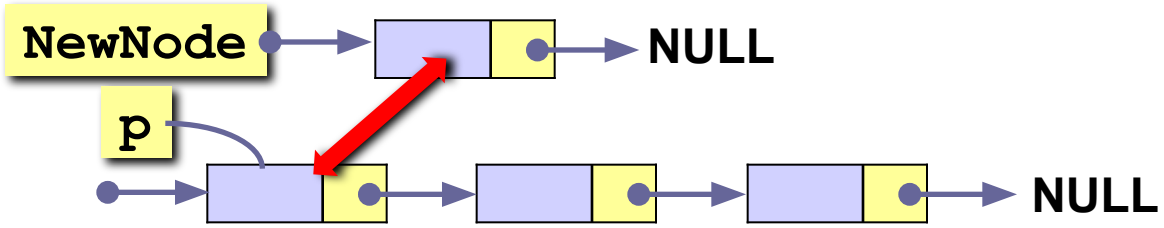
? Что плохо?

Добавление узла перед заданным (II)

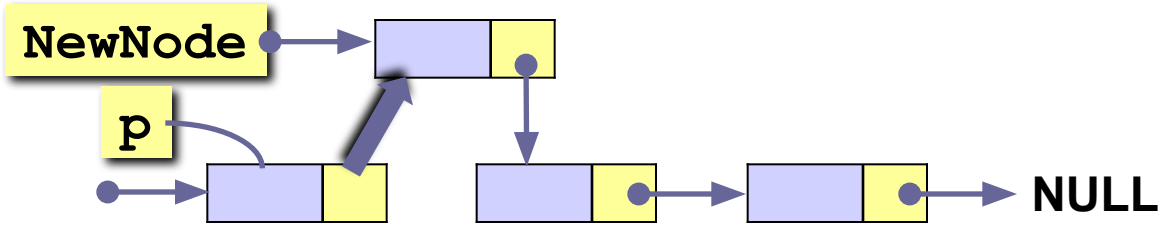
Задача: вставить узел перед заданным без поиска предыдущего.

Алгоритм:

1) поменять местами данные нового узла и узла **p**;



2) установить ссылку узла **p** на **NewNode**.




```
void AddBefore2 ( PNode p, PNode NewNode )
{
  Node temp;
  temp = *p; *p = *NewNode;
  *NewNode = temp;
  p->next = NewNode;
}
```

Так нельзя, если p == NULL или адреса узлов где-то еще запоминаются!

Поиск слова в списке

Задача:

найти в списке заданное слово или определить, что его нет.

Функция `Find`:

вход: слово (символьная строка);

выход: адрес узла, содержащего это слово или **`NULL`**.

Алгоритм: проход по списку.

результат – адрес узла

ищем это слово

```
PNode Find ( PNode Head, char NewWord[] )
{
  PNode q = Head;
  while ( q && strcmp ( q->word, NewWord) )
    q = q->next;
  return q;
}
```

пока не дошли до конца списка и слово не равно заданному

Куда вставить новое слово?

Задача:

найти узел, перед которым нужно вставить, заданное слово, так чтобы в списке сохранился алфавитный порядок слов.

Функция `FindPlace`:

вход: слово (символьная строка);

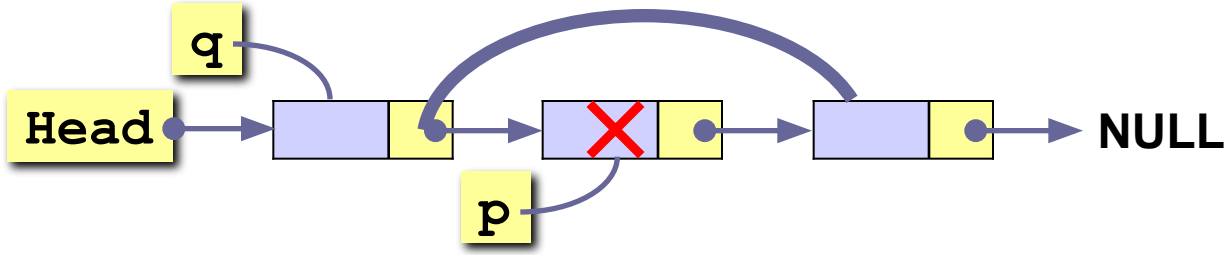
выход: адрес узла, перед которым нужно вставить это слово или **`NULL`**, если слово нужно вставить в конец списка.

```
PNode FindPlace ( PNode Head, char NewWord[] )
{
  PNode q = Head;
  while ( q  &&  strcmp(NewWord, q->word) > 0 )
    q = q->next;
  return q;
}
```

слово `NewWord` стоит по алфавиту *до* `q->word`

Удаление узла

Проблема: нужно знать адрес предыдущего узла **q**.




```
void DeleteNode ( Pnode *Head, PNode p )
{
PNode q = *Head;
if ( *Head == p )
    *Head = p->next;
else {
    while ( q  &&  q->next != p )
      q = q->next;
    if ( q == NULL ) return;
    q->next = p->next;
    }
delete p;
}
```

особый случай: удаляем первый узел

ищем предыдущий узел, такой что q->next == p

освобождение памяти

Алфавитно-частотный словарь

Алгоритм:

1) открыть файл на чтение;

read, чтение

```
FILE *in;
in = fopen ( "input.dat", "r" );
```

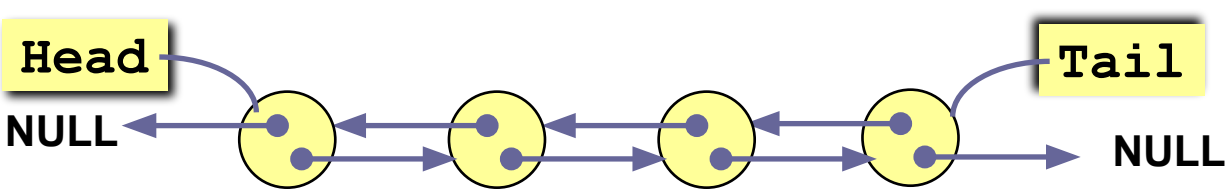
2) прочитать слово:

вводится только одно слово (до пробела)!

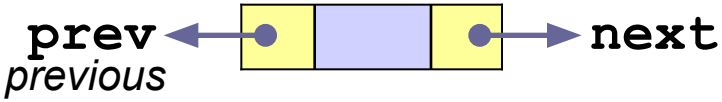
```
char word[80];
...
n = fscanf ( in, "%s", word );
```

3) если файл закончился (**n!=1**), то перейти к шагу 7;
4) если слово найдено, увеличить счетчик (поле **count**);
5) если слова нет в списке, то
   - создать новый узел, заполнить поля (**CreateNode**);
   - найти узел, перед которым нужно вставить слово (**FindPlace**);
   - добавить узел *(**AddBefore**);*
6) перейти к шагу 2;
7) вывести список слов, используя проход по списку.

Двусвязные списки



Структура узла:




```
struct Node {
  char word[40];   // слово
  int  count;      // счетчик повторений
  Node *next;      // ссылка на следующий элемент
  Node *prev;      // ссылка на предыдущий элемент
  };
```

Указатель на эту структуру:

```
typedef Node *PNode;
```

Адреса «головы» и «хвоста»:

```
PNode Head = NULL;
PNode Tail = NULL;
```

можно двигаться в обе стороны

нужно правильно работать с двумя указателями вместо одного

Вопросы?

- Динамические списки
  - Динамические структуры данных
  - Списки: состав функций
  - Создание, добавление, поиск, удаление узлов
  - Решение задач с использованием списков