Διάλεξη 21 - Λίστες και Δέντρα

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εισαγωγή στον Προγραμματισμό

Θανάσης Αυγερινός

Ανακοινώσεις / Διευκρινήσεις

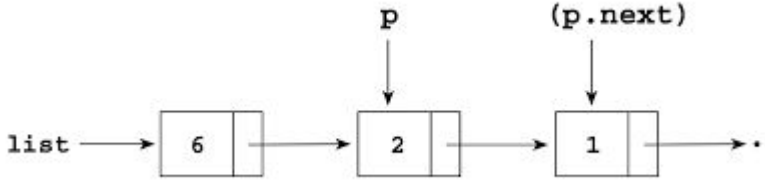
- BMP format: ο έλεγχος ορθότητας μετράει στην βαθμολογία
- DNA: χρειάζεται ελαχιστοποίηση της μνήμης για τις "δύσκολες" αλυσίδες

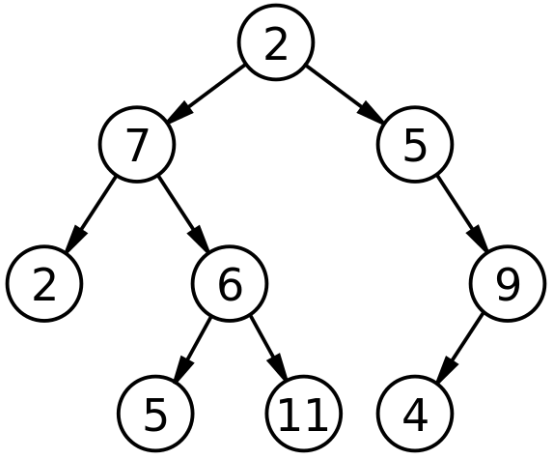
Την προηγούμενη φορά

- Προχωρημένες Δομές
  - Πεδία Δυφίων (Bit Fields)
  - Ενώσεις (Unions)
  - Απαριθμήσεις (Enumerations)
  - Αυτοαναφορικές (Self-Referential)

Σήμερα

- Αυτοαναφορικές Δομές
  - Λίστες
  - ~~Δέντρα~~
  - Αλγόριθμοι χρήσης και διάσχισης
  - Hands-on χειρισμός δυαδικών αρχείων





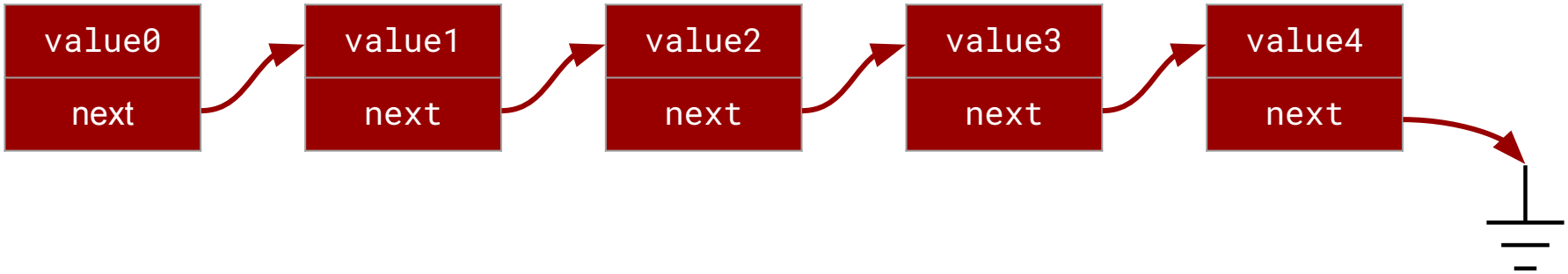
Απλά Συνδεδεμένη Λίστα (Single Linked List)

Στην γενική μορφή δηλώνεται ως:

```
struct listnode {
  int value;
  struct listnode * next;
};
```

Απλά Συνδεδεμένη Λίστα (Single Linked List)

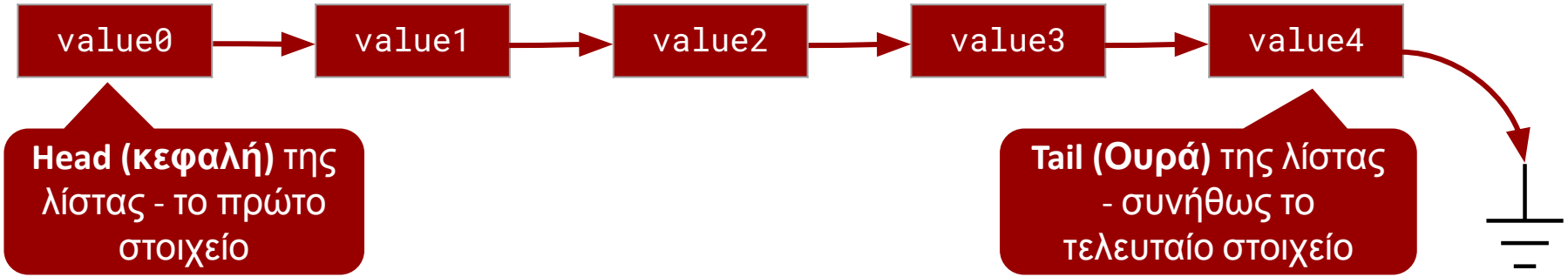
Η απλά συνδεδεμένη λίστα (single linked list) είναι ένας τύπος δεδομένων που το κάθε στοιχείο δείχνει (links) στο επόμενο και το τελευταίο δείχνει στο NULL.



Μήκος λίστας (list length): ο αριθμός των στοιχείων που περιέχει (5 παραπάνω)

Απλά Συνδεδεμένη Λίστα (Single Linked List)

Η απλά συνδεδεμένη λίστα (single linked list) είναι ένας τύπος δεδομένων που το κάθε στοιχείο δείχνει (links) στο επόμενο και το τελευταίο δείχνει στο NULL.



Μήκος λίστας (list length): ο αριθμός των στοιχείων που περιέχει (5 παραπάνω)

Βασικές Λειτουργίες με Λίστες

1. is_empty: Έλεγχος αν η λίστα είναι άδεια
2. insert: Προσθήκη στοιχείου στην λίστα
3. print: Τύπωμα στοιχείων λίστας
4. length: Εύρεση μήκους λίστας
5. find: Εύρεση στοιχείου σε λίστα
6. delete: Αφαίρεση στοιχείου από λίστα

is_empty: Έλεγχος αν η λίστα είναι άδεια

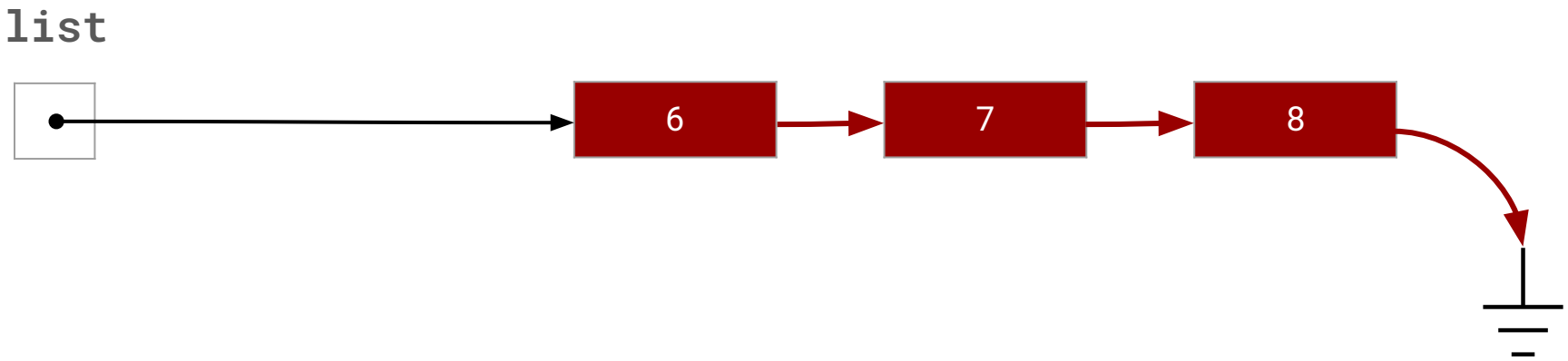
```c
#include <stdio.h>

typedef struct listnode {int value; struct listnode * next;} * List;

int is_empty(List list) {
  return list == NULL;
}

int main() {
  struct listnode node = {42, NULL};
  List list1 = &node;
  List list2 = NULL;
  printf("Is empty: %d\n", is_empty(list1));
  printf("Is empty: %d\n", is_empty(list2));
  return 0;
}
```

is_empty: Έλεγχος αν η λίστα είναι άδεια

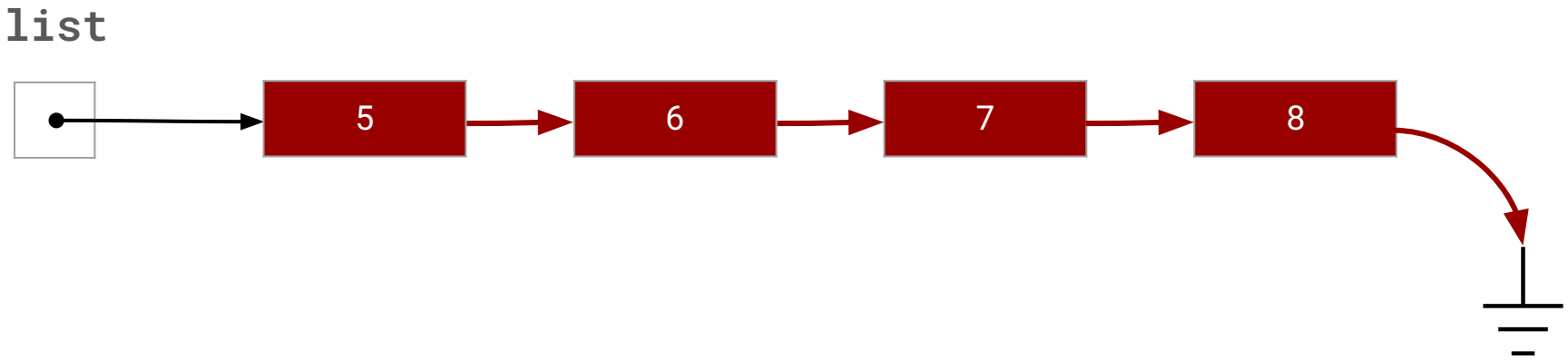
```c
#include <stdio.h>

typedef struct listnode {int value; struct listnode * next;} * List;

int is_empty(List list) {
  return list == NULL;
}

int main() {
  struct listnode node = {42, NULL};
  List list1 = &node;
  List list2 = NULL;
  printf("Is empty: %d\n", is_empty(list1));
  printf("Is empty: %d\n", is_empty(list2));
  return 0;
}
```

```
$ ./list
Is empty: 0
Is empty: 1
```

Θέλω να προσθέσω ένα στοιχείο (π.χ., το 5) σε λίστα. Πως;



Θέλω να προσθέσω ένα στοιχείο (π.χ., το 5) σε λίστα. Πως;



insert: Προσθήκη στοιχείου στην λίστα

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
typedef struct listnode {int value; struct listnode * next;} * List;
void insert(List * list, int value) {
  List current_head = *list;
  List new_head = malloc(sizeof(struct listnode));
  new_head->value = value;
  new_head->next = current_head;
  *list = new_head;
}
int main() {
  List list = NULL;
  insert(&list, 42); insert(&list, 43); insert(&list, 44);
  print(list);
  return 0;
}
```

Δημιουργία νέου κόμβου λίστας στον σωρό (heap)

Αρχικοποίηση κόμβου

Ο νέος κόμβος γίνεται η νέα κεφαλή της λίστας

insert: Προσθήκη στοιχείου στην λίστα

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
typedef struct listnode {int value; struct listnode * next;} * List;
void insert(List * list, int value) {
  List current_head = *list;
  List new_head = malloc(sizeof(struct listnode));
  new_head->value = value;
  new_head->next = current_head;
  *list = new_head;
}
int main() {
  List list = NULL;
  insert(&list, 42); insert(&list, 43); insert(&list, 44);
  print(list); // commented out for size
  return 0;
}
```

Τι θα τυπώσει το πρόγραμμα;

insert: Προσθήκη στοιχείου στην λίστα

```c
#include <stdio.h>

#include <stdlib.h>

typedef struct listnode {int value; struct listnode * next;} * List;

void insert(List * list, int value) {

  List current_head = *list;

  List new_head = malloc(sizeof(struct listnode));

  new_head->value = value;

  new_head->next = current_head;

  *list = new_head;

}

int main() {

  List list = NULL;

  insert(&list, 42); insert(&list, 43); insert(&list, 44);

  print(list); // commented out for size

  return 0;

}
```

Τι θα τυπώσει το πρόγραμμα;

```
$ ./insert
list:  -> 44 -> 43 -> 42 -> NULL
```

print: Τύπωμα στοιχείων λίστας

```
void print(List list) {
  printf("list: ");
  while(list) {
    printf(" -> %d", list->value);
    list = list->next;
  }
  printf(" -> NULL\n");
}
```

length: Εύρεση μήκους λίστας

length: Εύρεση μήκους λίστας

```
int length(List list) {
  int counter = 0;
  while(list) {
    counter++;
    list = list->next;
  }
  return counter;
}
```

Πως θα το κάναμε αναδρομικά;

length: Εύρεση μήκους λίστας

```
int length(List list) {
  int counter = 0;
  while(list) {
    counter++;
    list = list->next;
  }
  return counter;
}
```

```
int length(List list) {
  if (!list) return 0;
  return 1 + length(list->next);
}
```

Ποια η πολυπλοκότητα των παραπάνω ως προς χρόνο και χώρο;

length: Εύρεση μήκους λίστας

```
int length(List list) {
  int counter = 0;
  while(list) {
    counter++;
    list = list->next;
  }
  return counter;
}
```

Χρόνος: O(n)
Χώρος: O(1)

```
int length(List list) {
  if (!list) return 0;
  return 1 + length(list->next);
}
```

Ποια η πολυπλοκότητα των παραπάνω ως προς χρόνο και χώρο;

Χρόνος: O(n)
Χώρος: O(n)

find: Εύρεση στοιχείου σε λίστα

```c
#include <stdio.h>

#include <stdlib.h>

typedef struct listnode {int value; struct listnode * next;} * List;

List find(List list, int value) {

  while(list && list->value != value) {

    list = list->next;

  }

  return list;

}

int main() {

  List list = NULL;

  insert(&list, 42); insert(&list, 43); insert(&list, 44);

  printf("Found 43: %x\n", find(list, 43));

  printf("Found 34: %x\n", find(list, 34));

  return 0;

}
```

Τι θα τυπώσει το πρόγραμμα;

find: Εύρεση στοιχείου σε λίστα

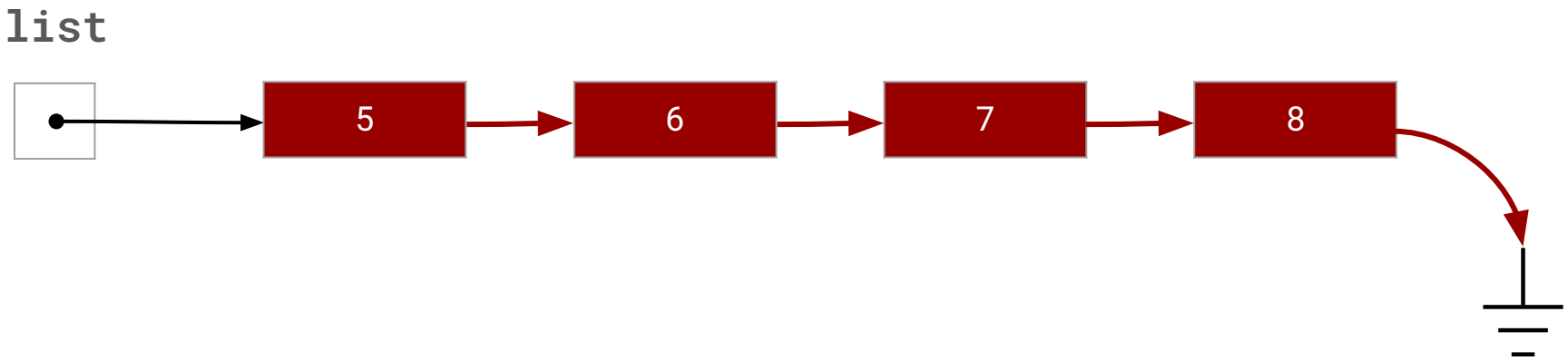
```c
#include <stdio.h>

#include <stdlib.h>

typedef struct listnode {int value; struct listnode * next;} * List;

List find(List list, int value) {

  while(list && list->value != value) {

    list = list->next;

  }

  return list;

}

int main() {

  List list = NULL;

  insert(&list, 42); insert(&list, 43); insert(&list, 44);

  printf("Found 43: %x\n", find(list, 43));

  printf("Found 34: %x\n", find(list, 34));

  return 0;

}
```

Τι θα τυπώσει το πρόγραμμα;

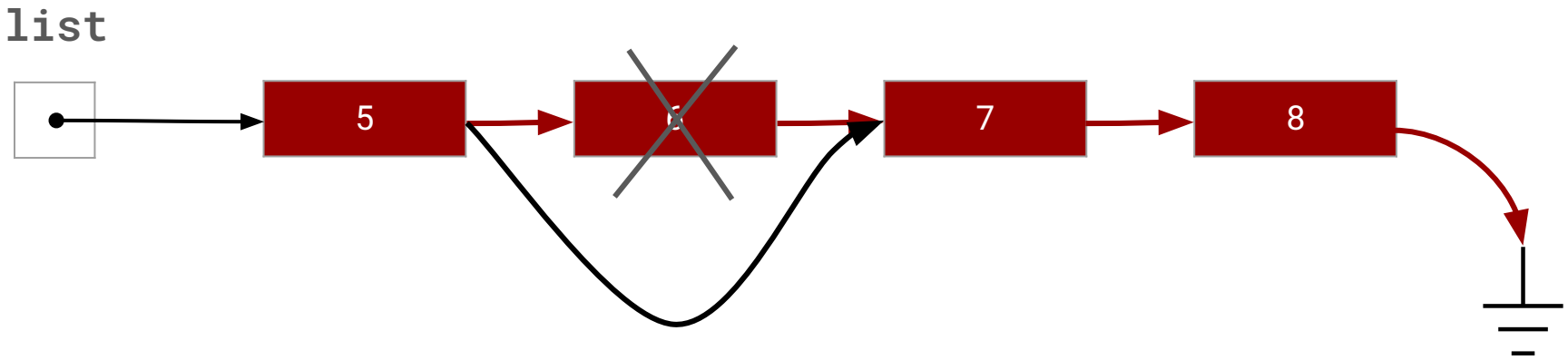
```
$ ./find
Found 43: 161862c0
Found 34: 0
```

Χρόνος: O(n)
Χώρος: O(1)

Θέλω να αφαιρέσω ένα στοιχείο (π.χ., το 6). Πως;



Θέλω να αφαιρέσω ένα στοιχείο (π.χ., το 6). Πως;



delete: Αφαίρεση στοιχείου από λίστα

```
void delete(List * list, int value) {
  List temp;
  while(*list && (*list)->value != value) {
      list = &((*list)->next);
  }
  if (*list) {
      temp = *list;
      *list = temp->next;
      free(temp);
  }
}
```

Πίνακες vs Λίστες

Πίνακες

1. Τα στοιχεία αποθηκεύονται σε συνεχόμενες θέσεις στην μνήμη
2. Ο χώρος μνήμης είναι όσος χρειάζεται για την αποθήκευση των στοιχείων
3. Πρόσβαση σε κάθε στοιχείο σε σταθερό χρόνο (O(1)) χρησιμοποιώντας array[i]
4. Αναδιάταξη στοιχείων συνήθως παίρνει O(n) χρόνο (π.χ., εισαγωγή στο array[0])
5. Στην δήλωσή τους χρειάζεται να ξέρουμε πόσα στοιχεία θα εισάγουμε (πιο στατικό ως δομή δεδομένων)

Λίστες

1. Τα στοιχεία μπορούν να αποθηκευτούν σε οποιαδήποτε θέση στην μνήμη
2. Ο χώρος μνήμης είναι επαυξημένος κατά ένα sizeof(pointer) για κάθε στοιχείο
3. Πρόσβαση σε κάθε στοιχείο σε γραμμικό χρόνο (O(n))
4. Εύκολη / γρήγορη αναδιάταξη στοιχείων με χρήση δεικτών
5. Στην δήλωσή τους δεν χρειάζεται να ξέρουμε πόσα στοιχεία θα εισάγουμε (πιο δυναμικό ως δομή δεδομένων)

Για την επόμενη φορά

Από τις διαφάνειες του κ. Σταματόπουλου προτείνω να διαβάσετε τις σελίδες

120-135

- Linked List
- Αφηρημένοι Τύποι Δεδομένων (ΑΤΔ) - Abstract Data Types

Ευχαριστώ και καλή μέρα εύχομαι!
Keep Coding ;)