Προγραμματισμός Ι (ΗΥ120)

Διάλεξη 8:

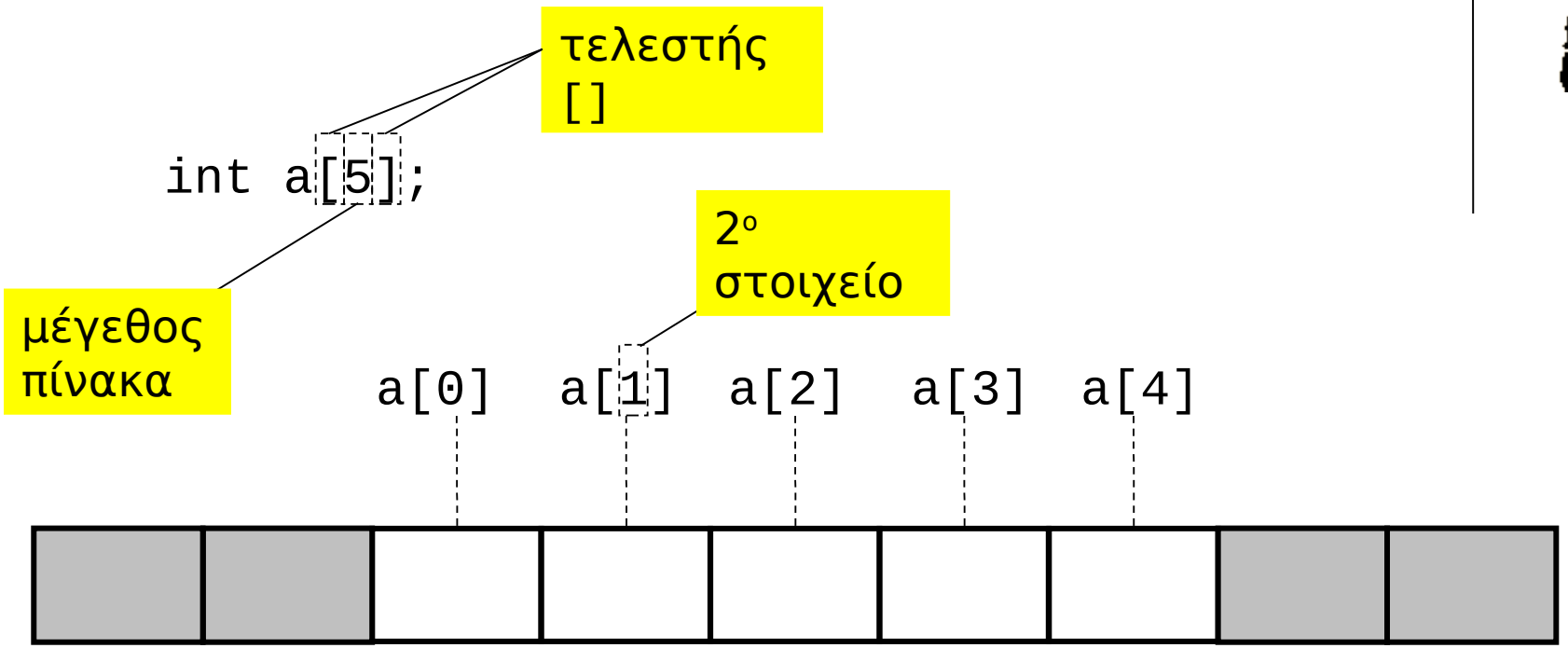
Πίνακες, Αλφαριθμητικά

Χρήστος Δ. Αντωνόπουλος
24/10/2011

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών & Δικτύων
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Πίνακες

- Ο πίνακας είναι μια ειδική δομή για την αποθήκευση μιας **σειράς** από δεδομένα του **ίδιου** τύπου.
- Η δήλωση ενός πίνακα γίνεται όπως για μια κανονική μεταβλητή, σε συνδυασμό με τον τελεστή `[]` μέσω του οποίου δηλώνεται το μέγεθος του πίνακα.
- Το μέγεθος `N` του πίνακα δηλώνει τον αριθμό των **στοιχείων** του
  - Στην ουσία, το ότι πρέπει να δεσμευτεί μνήμη για να αποθηκευτούν `N` ξεχωριστές τιμές που αντιστοιχούν στον τύπο του.
- Κάθε στοιχείο ενός πίνακα από δεδομένα τύπου `T` είναι συντακτικά συμβατό με μια μεταβλητή τύπου `T`.
- Όπως μια συμβατική μεταβλητή, κάθε στοιχείο του πίνακα πρέπει να αρχικοποιηθεί με συγκεκριμένη τιμή.


τελεστής []
int a[5];
μέγεθος πίνακα
2ο στοιχείο
a[0] a[1] a[2] a[3] a[4]

Πρόσβαση σε στοιχεία του πίνακα

- Αν ο πίνακας έχει μέγεθος N (αντικείμενα), τότε η θέση `0` αντιστοιχεί στο πρώτο στοιχείο και η θέση `N-1` στο τελευταίο στοιχείο του πίνακα.
- Η μνήμη για την αποθήκευση των τιμών που θα δοθούν στα στοιχεία του πίνακα δεσμεύεται (από τον μεταφραστή) **συνεχόμενα**, δηλαδή η τιμή του στοιχείου στη θέση `i` αποθηκεύεται στην αμέσως επόμενη διεύθυνση από αυτή του στοιχείου `i-1`.
- Η πρόσβαση του πίνακα με τιμή θέσης **εκτός ορίων** αποτελεί προγραμματιστικό **λάθος** καθώς αντιστοιχεί σε πρόσβαση μνήμης που δεν ανήκει στον πίνακα.
  - Ο μεταφραστής **δεν ελέγχει** αν η θέση που δίνει ο προγραμματιστής είναι εντός των ορίων.


```
int a;
int b[3];
int c[] = {5,8,2};


a = b[0];

a = c[2];

b[0] = c[1];

c[0]++;

b[--a] = 3;

a = c[-1];

b[3] = 5;
```

```
/* ακέραιος */
/* πίνακας 3 ακεραίων */
/* πίνακας 3 ακεραίων,
   με τιμές 5, 8, 2 */

/* a γίνεται ? */

/* a γίνεται 2 */

/* b[0] γίνεται 8 */

/* c[0] γίνεται 6 */

/* a γίνεται 1, b[1] γίνεται 3 */

/* !? */

/* !? */
```

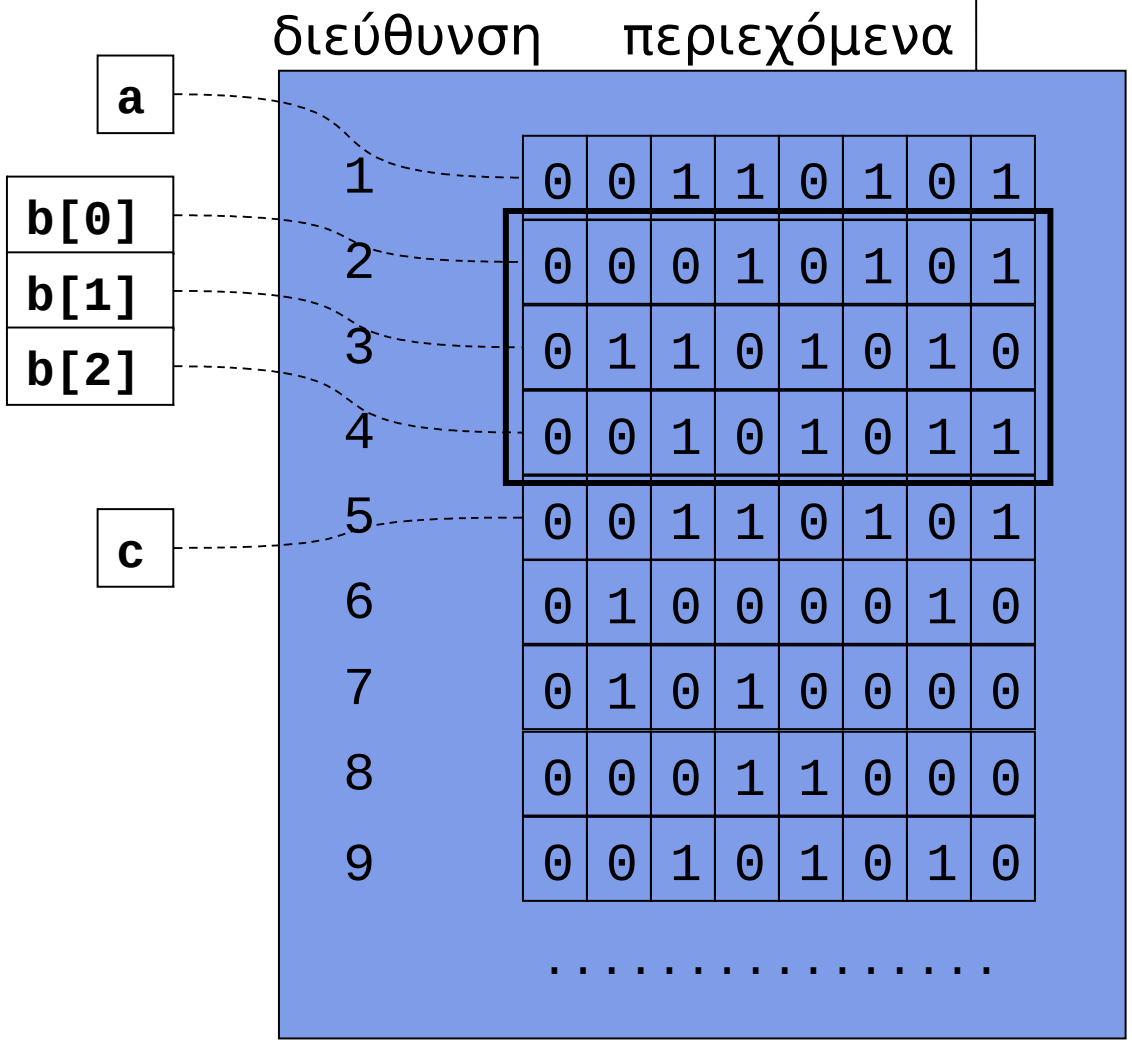
Δέσμευση μνήμη πίνακα

- Ο αριθμός των στοιχείων ενός πίνακα δίνεται (άμεσα ή έμμεσα) **κατά την δήλωση** του.
  - Το μέγεθος του πίνακα πρέπει να είναι **γνωστό** και να δοθεί την ώρα της **συγγραφής** του κώδικα.
    - Δεν υποστηρίζονται «ανοιχτοί» πίνακες, το μέγεθος των οποίων μπορεί να (επανα)προσδιοριστεί ή/και να αλλάξει κατά την διάρκεια της εκτέλεσης.
- Μνήμη για την αποθήκευση των στοιχείων ενός πίνακα μεγέθους `N` από δεδομένα τύπου `T`:
  - `N*sizeof(T)`
  - Δεσμεύεται **μονομιάς** …
    - … ανεξάρτητα με το ποια στοιχεία του πίνακα θα χρησιμοποιηθούν τελικά από το πρόγραμμα).

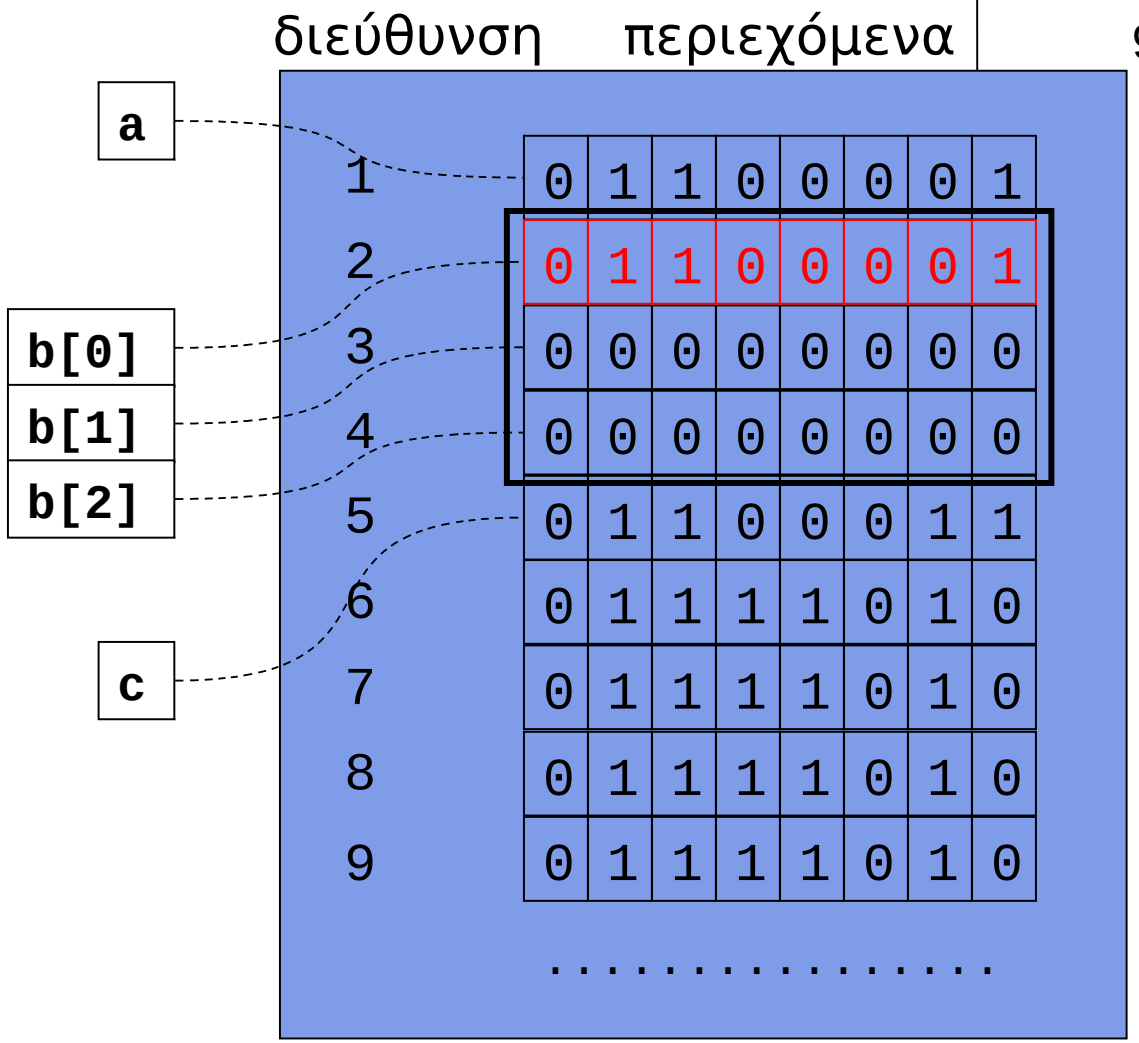
Ασφάλεια προσπέλασης μνήμης

- Με τις συμβατικές μεταβλητές ένα πρόγραμμα δεν μπορεί να προσπελάσει «λάθος» θέσεις μνήμης.
- **Αυτό δεν ισχύει όταν χρησιμοποιούμε πίνακες.**
  - Η πρόσβαση σε θέση που βρίσκεται εκτός των ορίων του πίνακα **δεν** εντοπίζεται από τον μεταφραστή…
  - **… Ούτε** (απαραίτητα) κατά την εκτέλεση.
  - Μπορεί (κατά λάθος) να διαβαστούν / γραφτούν τιμές σε θέσεις μνήμης **εκτός** της περιοχής του πίνακα με απροσδόκητα (λάθος) αποτελέσματα.
    - Υπάρχει περίπτωση το πρόγραμμα να «καταστρέφει» δεδομένα **δικών του** μεταβλητών.

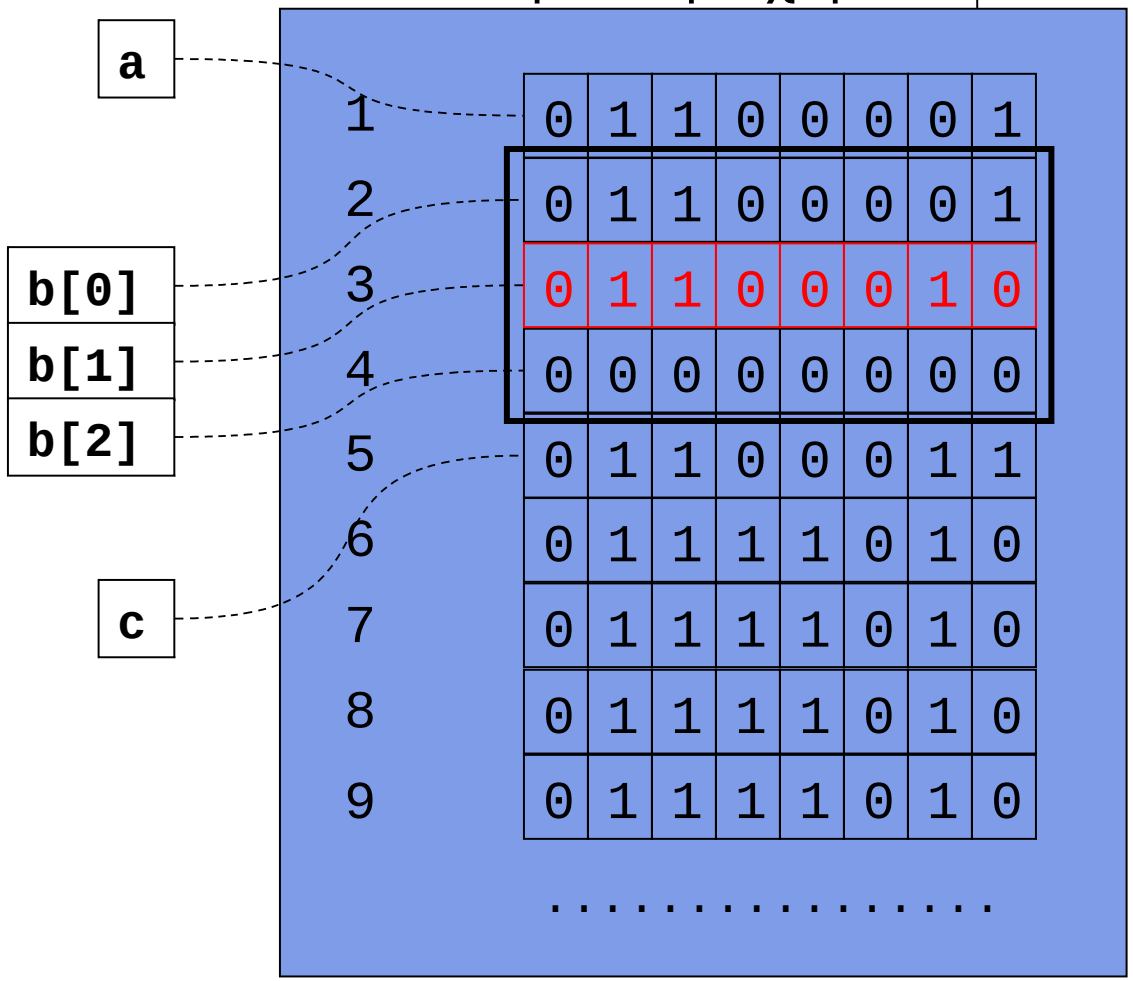
```
char a;
char b[3];
char c;
```



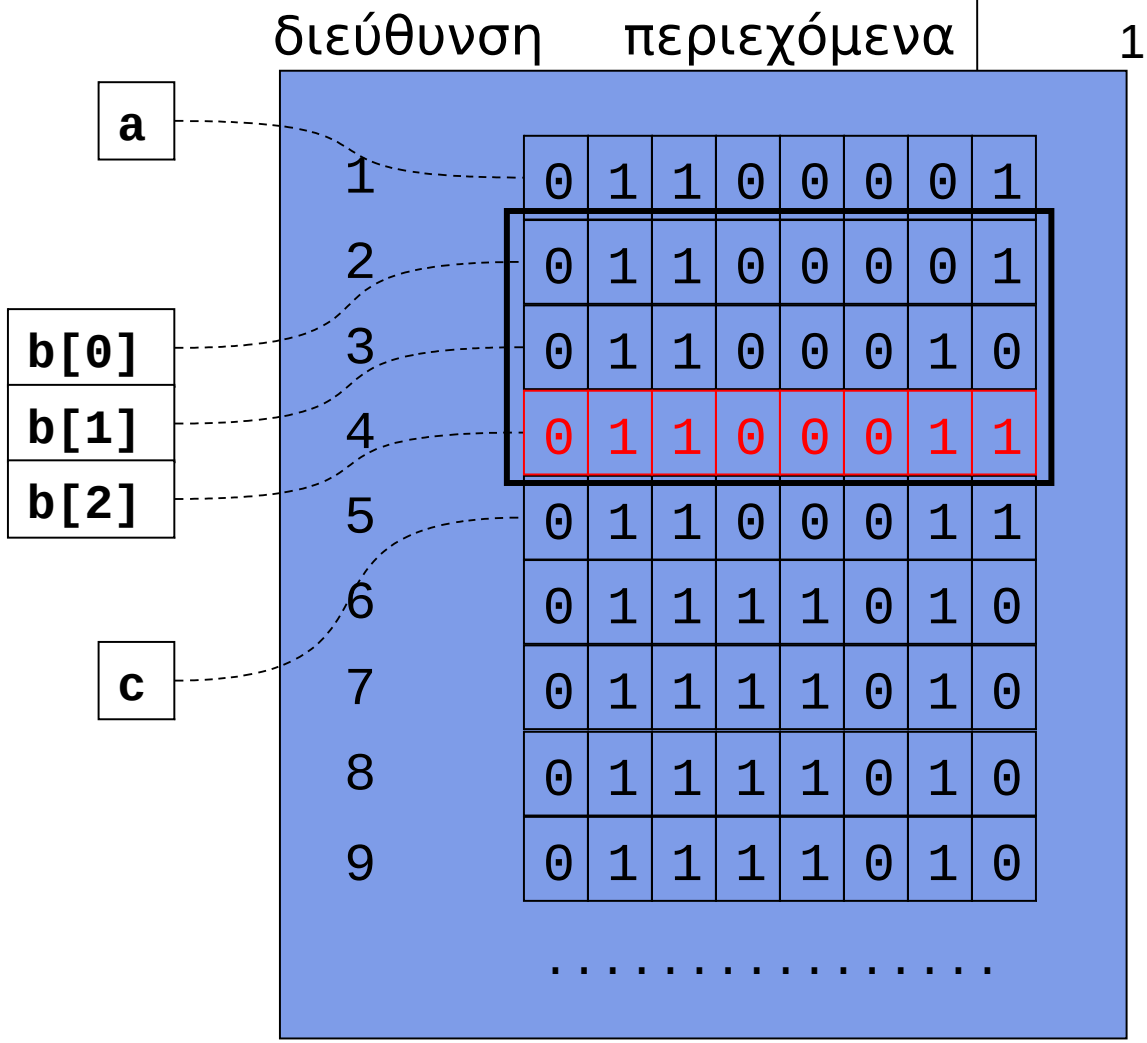
```
char a;
char b[3];
char c;

b[0]='a';
```

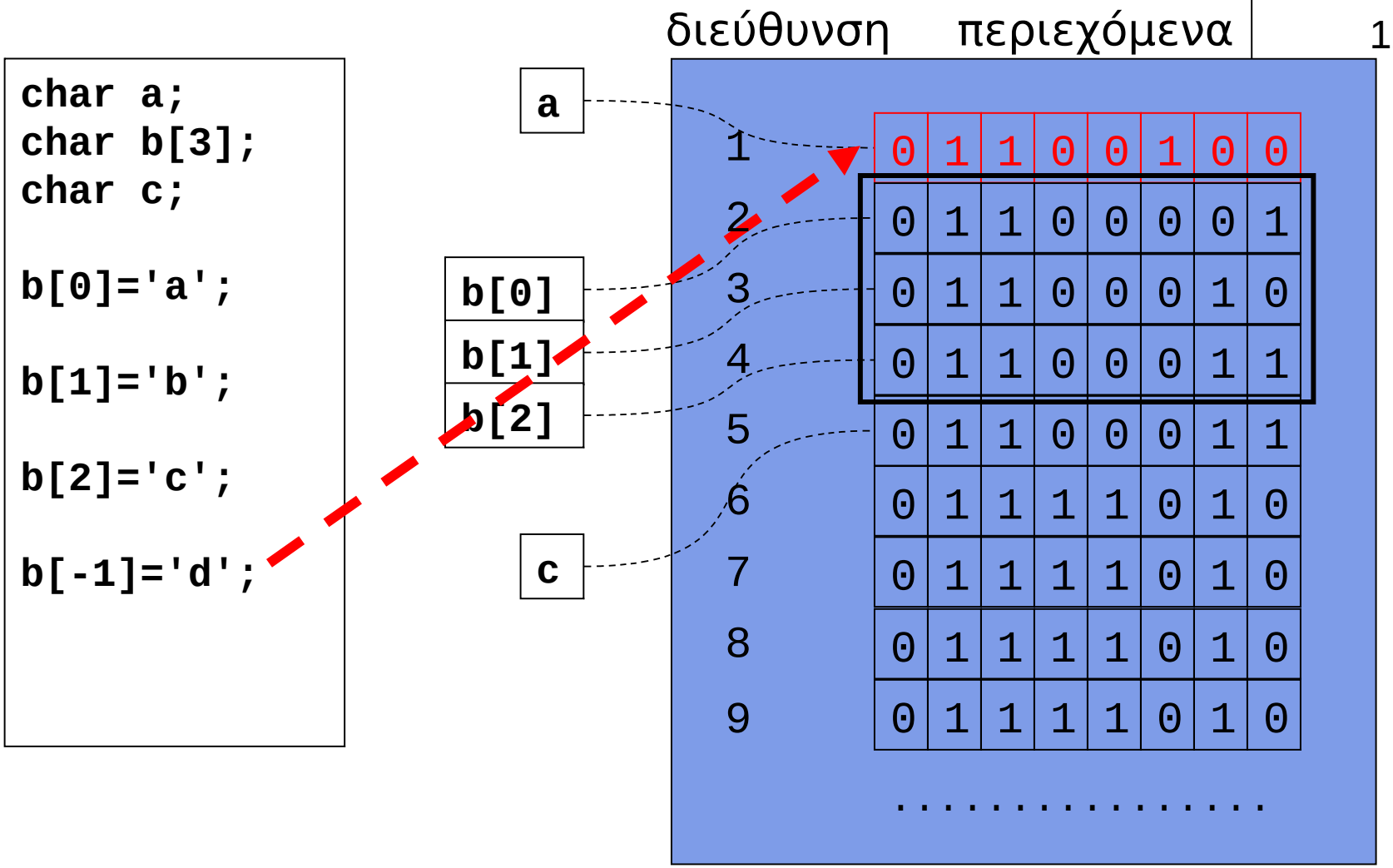


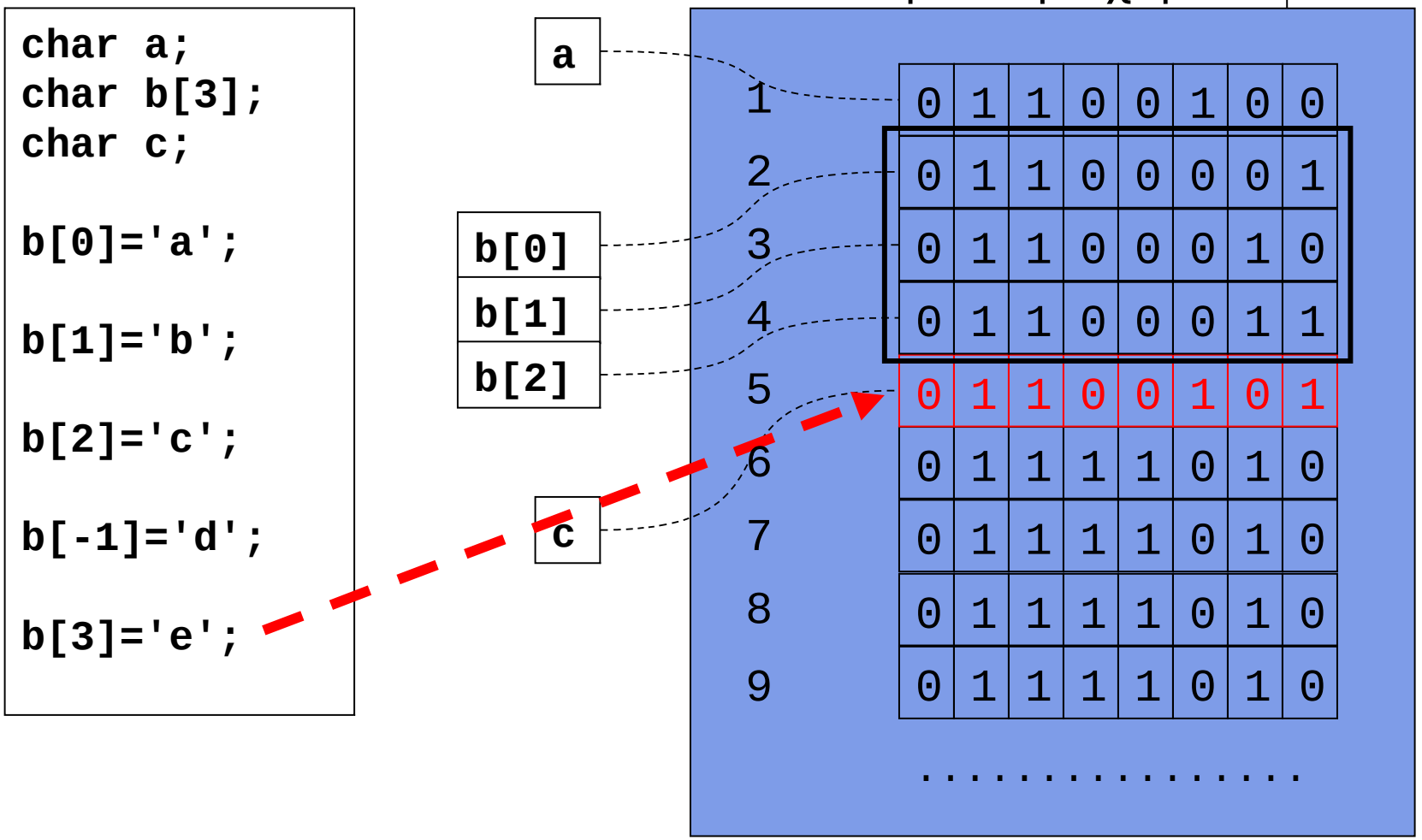
```
char a;
char b[3];
char c;

b[0]='a';

b[1]='b';
```



```
char a;
char b[3];
char c;

b[0]='a';

b[1]='b';

b[2]='c';
```




διεύθυνση
περιεχόμενα
char a;
char b[3];
char c;
b[0]='a';
b[1]='b';
b[2]='c';
b[-1]='d';
a
b[0]
b[1]
b[2]
c
1
2
3
4
5
6
7
8
9
0 1 1 0 0 1 0 0
0 1 1 0 0 0 0 1
0 1 1 0 0 0 1 0
0 1 1 0 0 0 1 1
0 1 1 0 0 0 1 1
0 1 1 1 1 0 1 0
0 1 1 1 1 0 1 0
0 1 1 1 1 0 1 0
0 1 1 1 1 0 1 0
.....


διεύθυνση
περιεχόμενα
char a;
char b[3];
char c;
b[0]='a';
b[1]='b';
b[2]='c';
b[-1]='d';
b[3]='e';
a
b[0]
b[1]
b[2]
c
1 0 1 1 0 0 1 0 0
2 0 1 1 0 0 0 0 1
3 0 1 1 0 0 0 1 0
4 0 1 1 0 0 0 1 1
5 0 1 1 0 0 1 0 1
6 0 1 1 1 1 0 1 0
7 0 1 1 1 1 0 1 0
8 0 1 1 1 1 0 1 0
9 0 1 1 1 1 0 1 0
.....

Πρόσβαση μέσω μεταβλητών

- Ο προσδιορισμός της θέσης των στοιχείου ενός πίνακα μπορεί να γίνει μέσω **οποιασδήποτε έκφρασης** αποτιμάται σε ακέραια τιμή.
- Αντί για σταθερές και κυριολεκτικά, μπορεί να χρησιμοποιούνται τιμές από μεταβλητές ακεραίων.
  - Π.χ. μπορεί να παραμετροποιηθεί η πρόσβαση στα στοιχεία ενός πίνακα a μεγέθους `N` μέσω ενός απλού σχήματος επανάληψης:
    - χρησιμοποιούμε μια μεταβλητή «μετρητή» `i`, που λαμβάνει τιμές από `0` μέχρι `N-1`
    - στο σώμα της επανάληψης αναφερόμαστε στο «επόμενο» στοιχείο του πίνακα ως `a[i]`


```c
/* ανάγνωση 10 ακεραίων και εκτύπωση αθροίσματος */
#include <stdio.h>
#define N 10 /* όπου "N" αντικατέστησε με "10" */

int main(int argc, char* argv[]) {
  int elem[N];  /* πίνακας N ακεραίων */
  int sum;      /* άθροισμα στοιχείων */
  int i;        /* μετρητής βρόγχου for */

  for (i=0; i<N; i++) {
    printf("enter int: ");
    scanf("%d", &elem[i]);
  }

  sum = 0;
  for (i=0; i<N; i++) {
    sum = sum + elem[i];
  }

  printf("sum is %d\n", sum);
  return(0);
}
```


```c
/* ανάγνωση 10 ακεραίων και εκτύπωση μέγιστης τιμής */
#include <stdio.h>
#define N 10 /* όπου "N" αντικατέστησε με "10" */

int main(int argc, char* argv[]) {
  int elem[N];  /* πίνακας N ακεραίων */
  int maxp;     /* θέση μεγαλύτερου στοιχείου */
  int i;        /* μετρητής βρόγχου for */

  for (i=0; i<N; i++) {
    printf("enter int: ");
    scanf("%d", &elem[i]);
  }

  maxp = 0;
  for (i=1; i<N; i++) {
    if (elem[maxp] < elem[i]) {
      maxp = i;
    }
  }

  printf("maximum is %d\n", elem[maxp]);
  return(0);
}
```

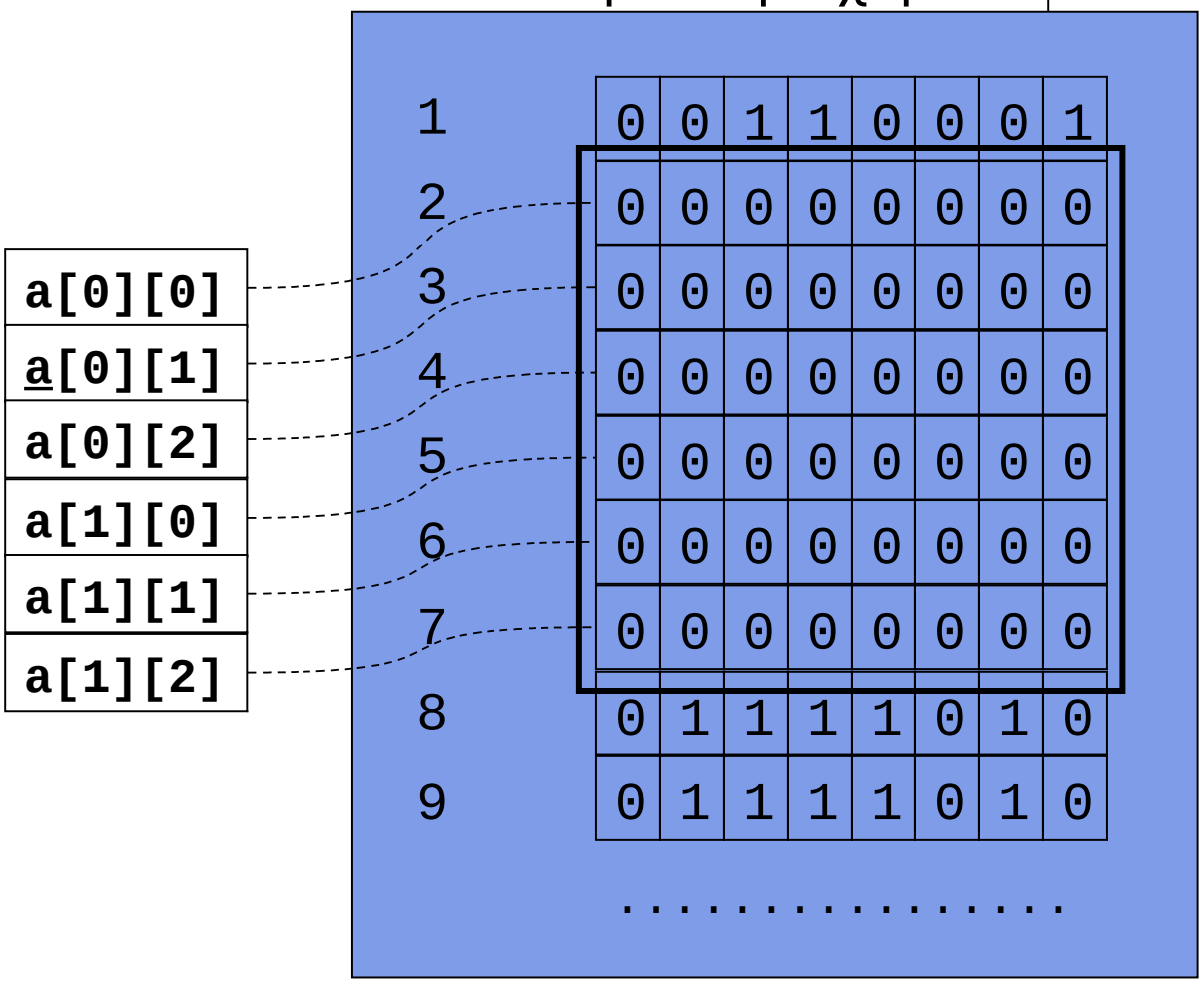
```c
/* ανάποδη εκτύπωση εισόδου – ως 79 χαρακτήρες ή '\n' */
#include <stdio.h>
#define N 80

int main(int argc, char *argv[]) {
  char buf[N];  /* πίνακας χαρακτήρων */
  int pos;      /* θέση τελευταίου έγκυρου στοιχείου */
  char c;       /* βοηθητική μεταβλητή */

  pos=0;
  do {
    c = getchar();
    buf[pos] = c;
    pos++;
  } while ((pos < N) && (c != '\n'));

  pos--;
  while (pos >= 0) {
    putchar(buf[pos]);
    pos--;
  }
  putchar('\n');
  return(0);
}
```

Πίνακες πολλών διαστάσεων

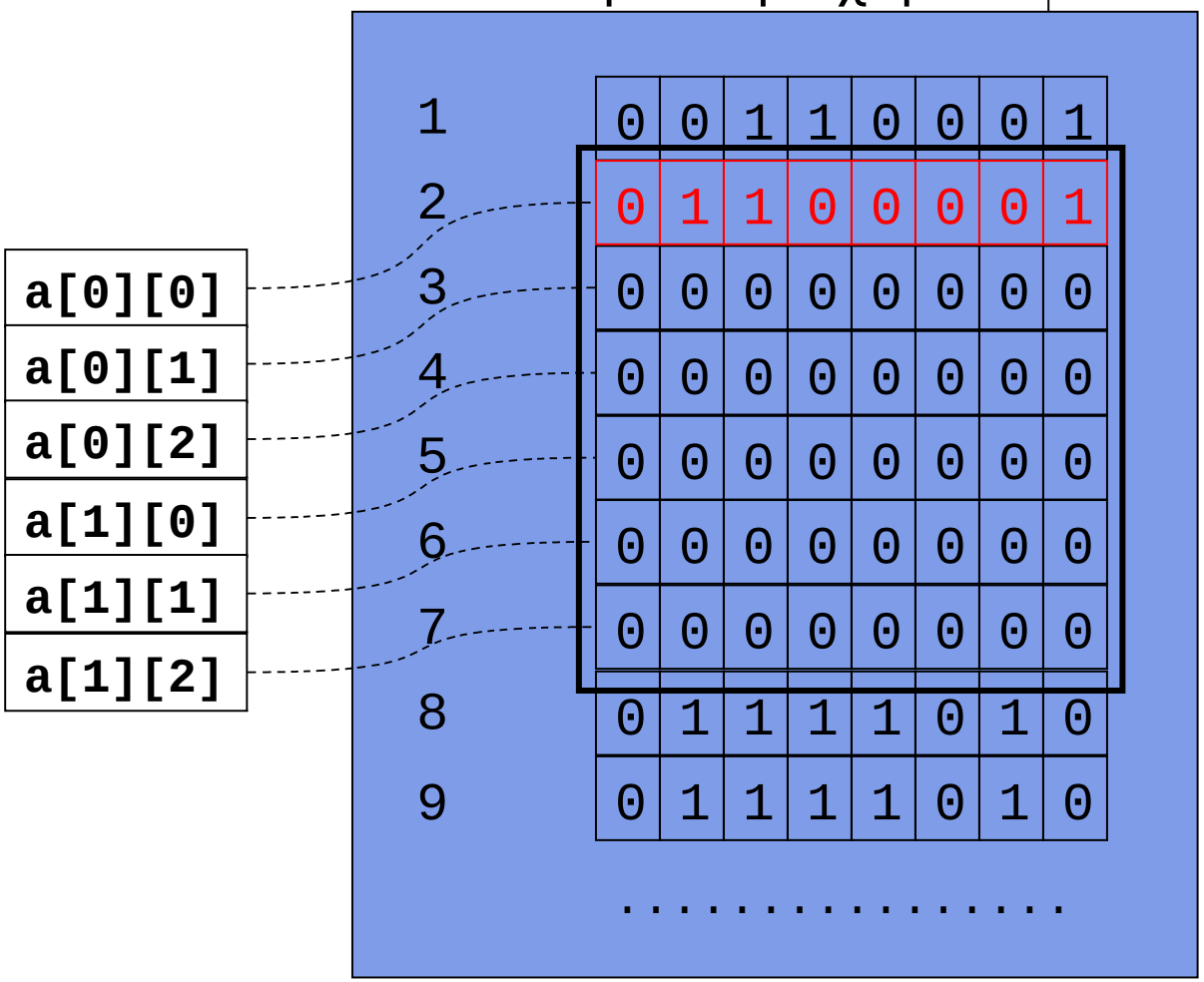
- Ένας πίνακας μπορεί να δηλωθεί ως **Ν-διάστατος**, π.χ. για 2 διαστάσεις `a[5][10]`.
  - Η προσπέλαση στα στοιχεία του πίνακα γίνεται με αντίστοιχο τρόπο, π.χ. `a[0][0]` ή `a[4][9]`.
- Όπως και στους μονοδιάστατους πίνακες, η μνήμη δεσμεύεται συνεχόμενα για όλα τα στοιχεία.
- Η αποθήκευση γίνεται «σε σειρές», δηλαδή πρώτα αποθηκεύονται τα στοιχεία ως προς την τελευταία διάσταση, μετά ως προς την προ-τελευταία κλπ.

```
a[N][M]  ⇔  b[N*M]
a[i][j]  ⇔  b[i*M + j].
```

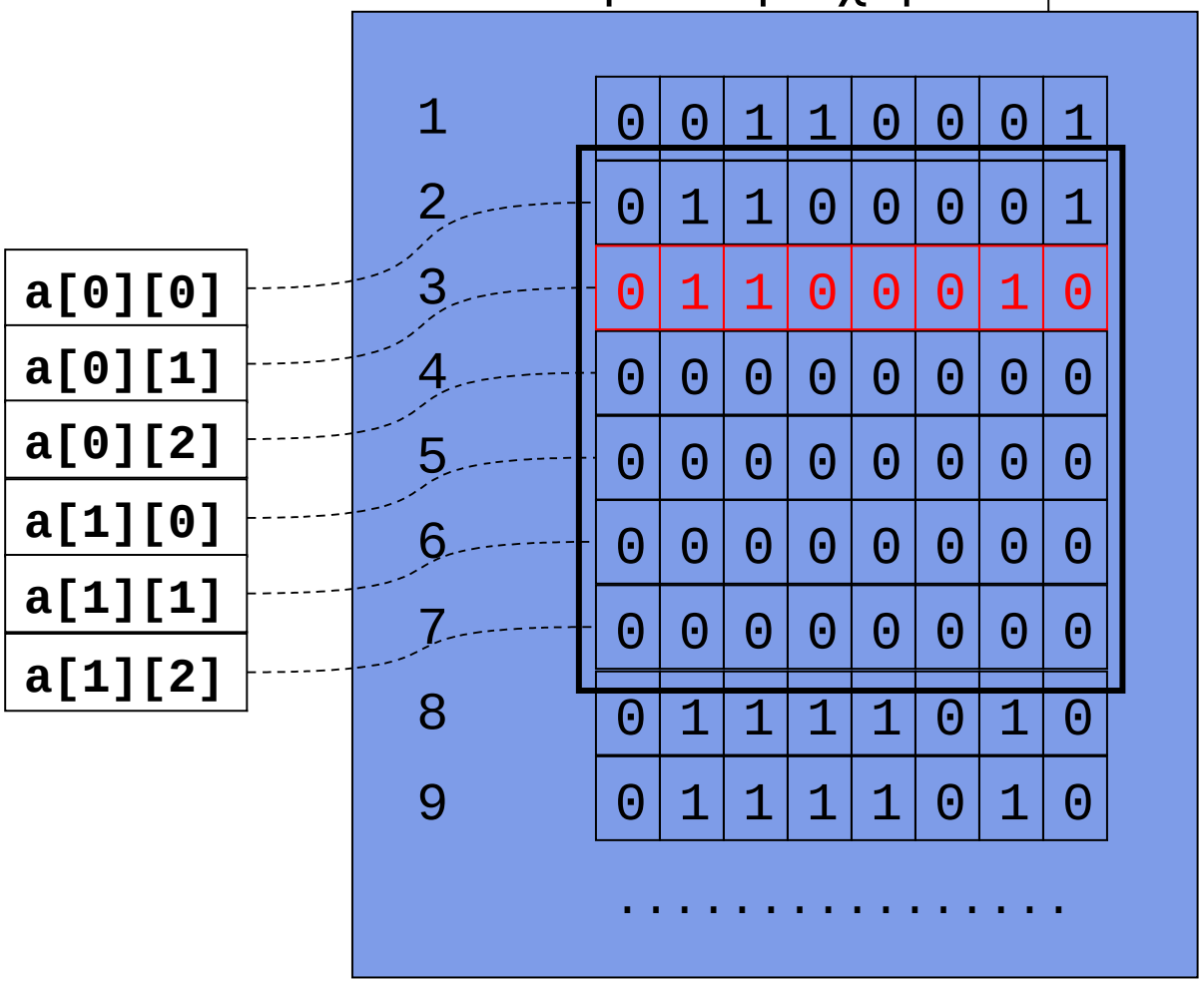
```
…
char a[2][3];
```


διεύθυνση
περιεχόμενα
a[0][0]
a[0][1]
a[0][2]
a[1][0]
a[1][1]
a[1][2]
1
2
3
4
5
6
7
8
9
0 0 1 1 0 0 0 1
0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0
0 1 1 1 1 0 1 0
0 1 1 1 1 0 1 0
.....

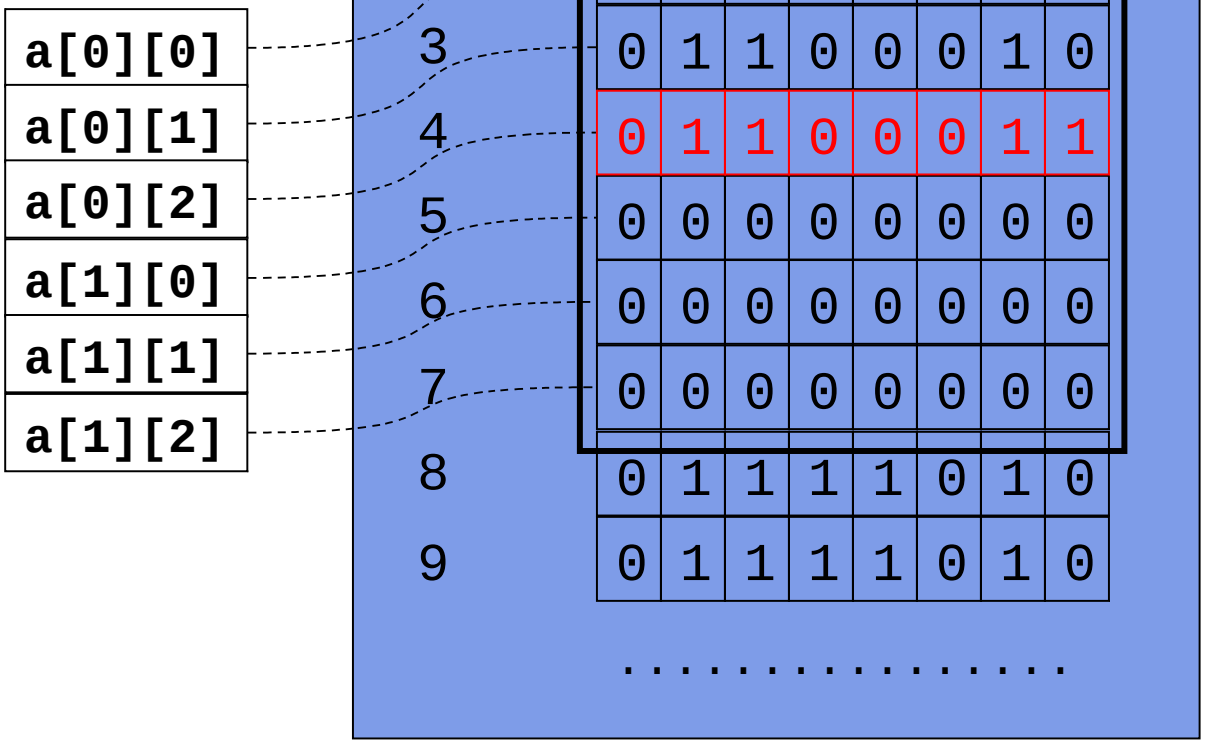
```
…
char a[2][3];

a[0][0]='a';
```



```
…
char a[2][3];

a[0][0]='a';

a[0][1]='b';
```

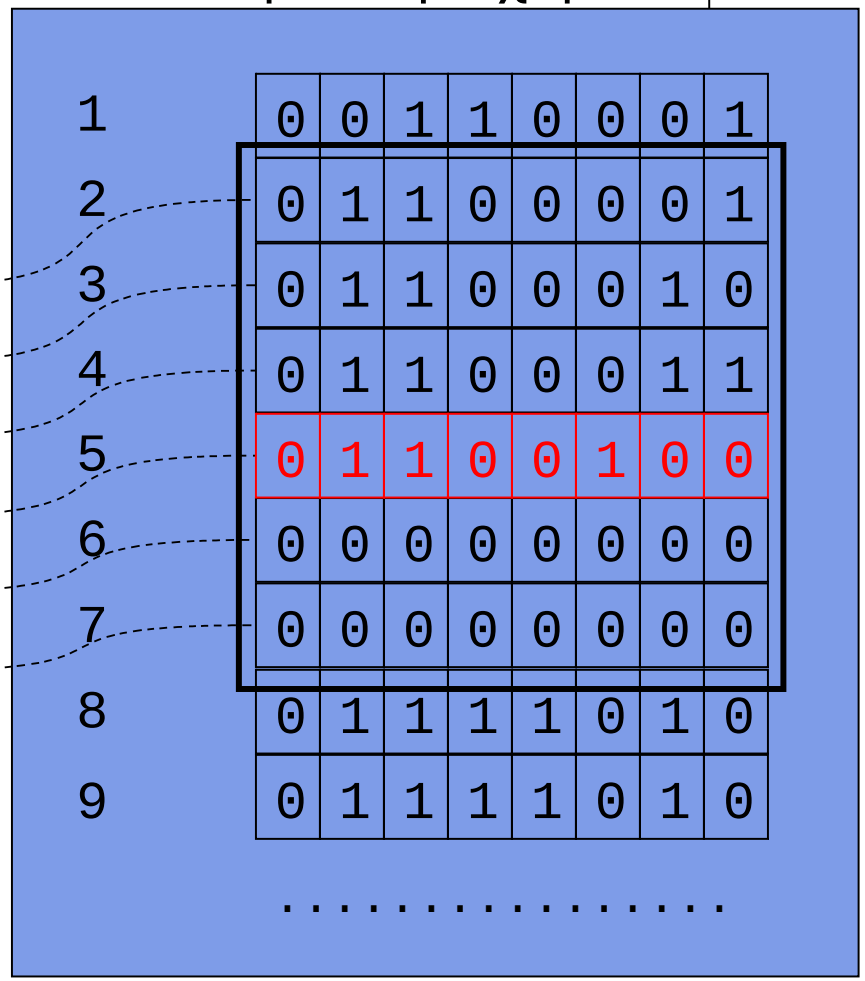


```
…
char a[2][3];

a[0][0]='a';

a[0][1]='b';

a[0][2]='c';
```

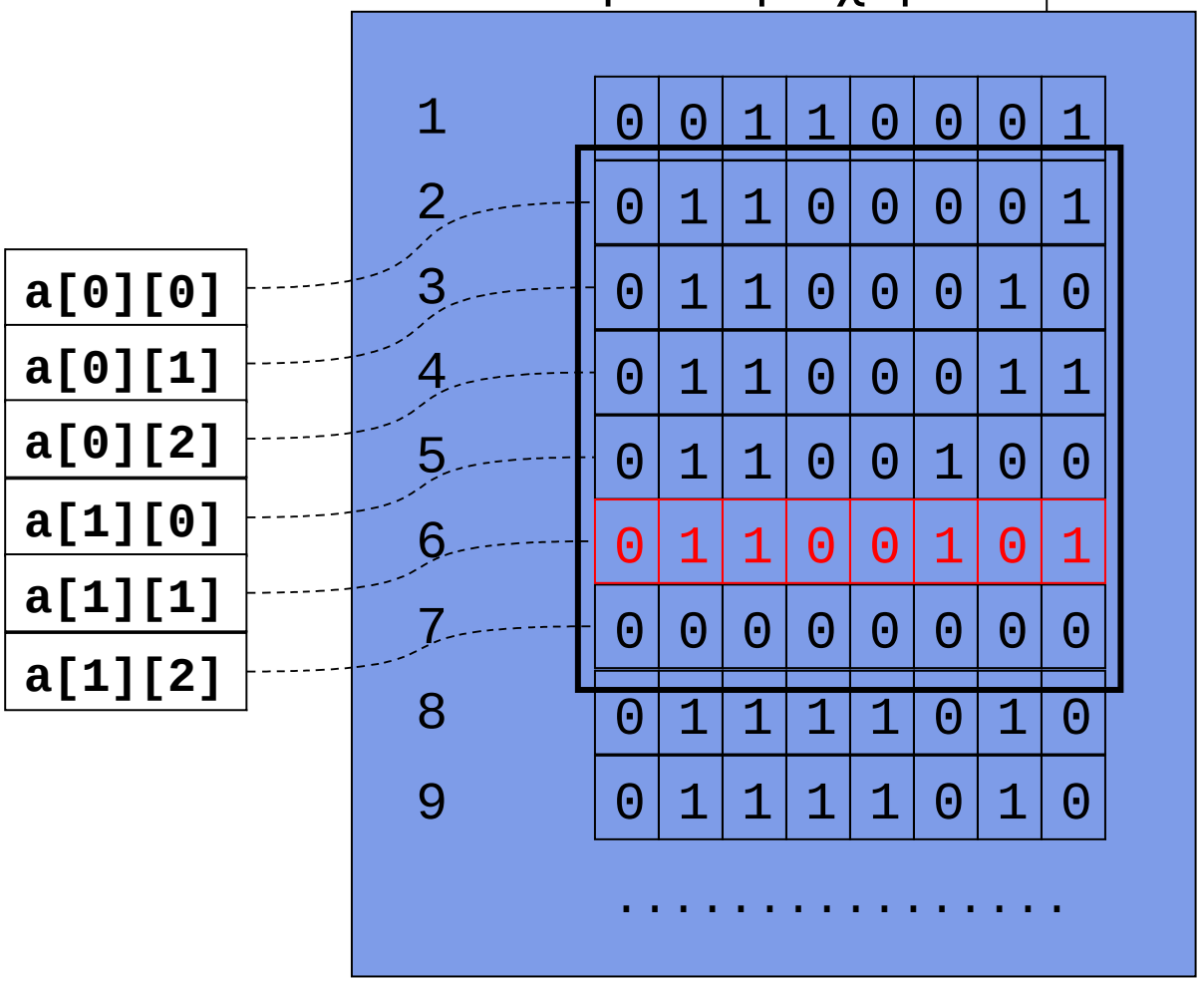


```
…
char a[2][3];

a[0][0]='a';

a[0][1]='b';

a[0][2]='c';

a[1][0]='d';
```

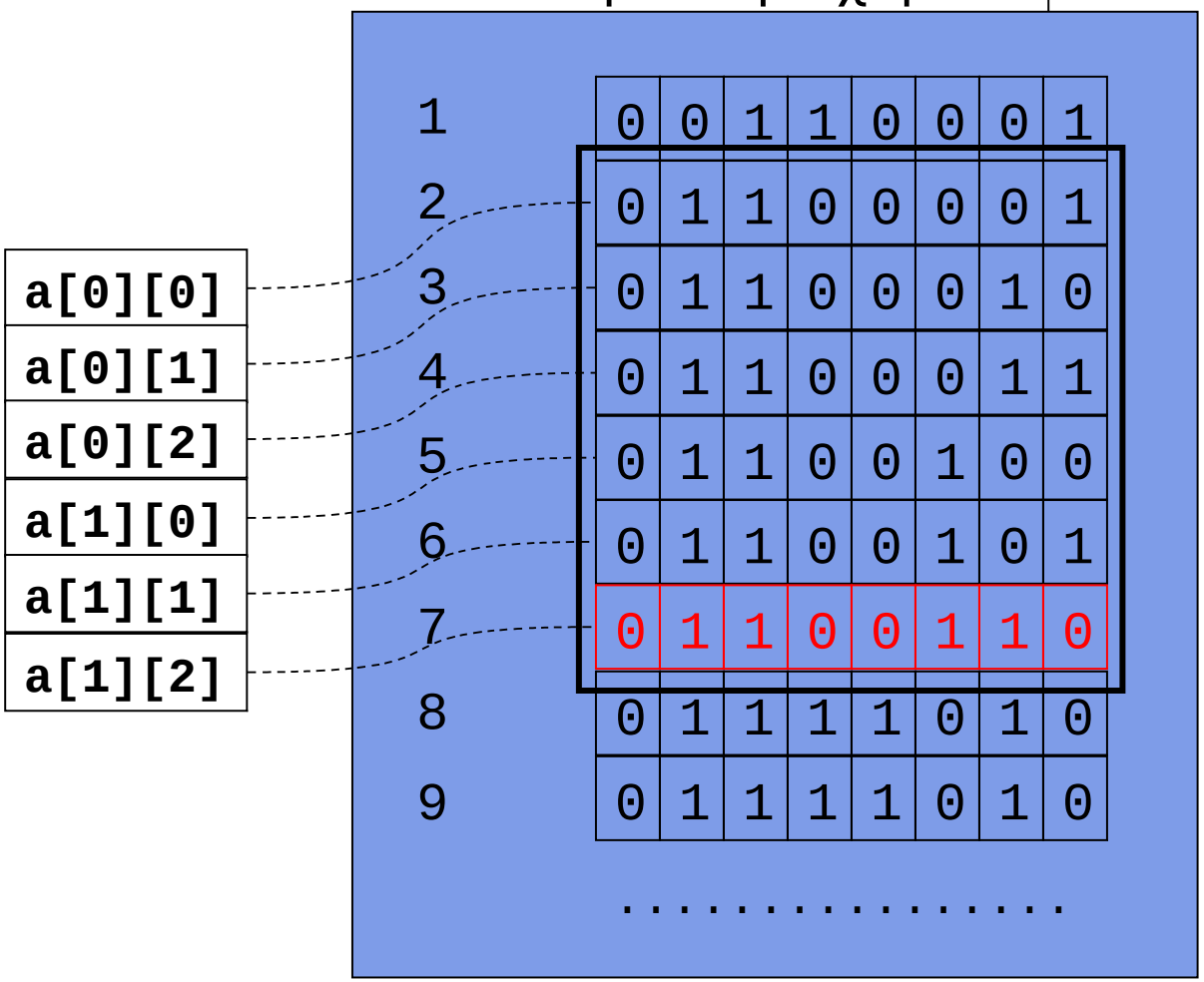
a[0][0]
a[0][1]
a[0][2]
a[1][0]
a[1][1]
a[1][2]



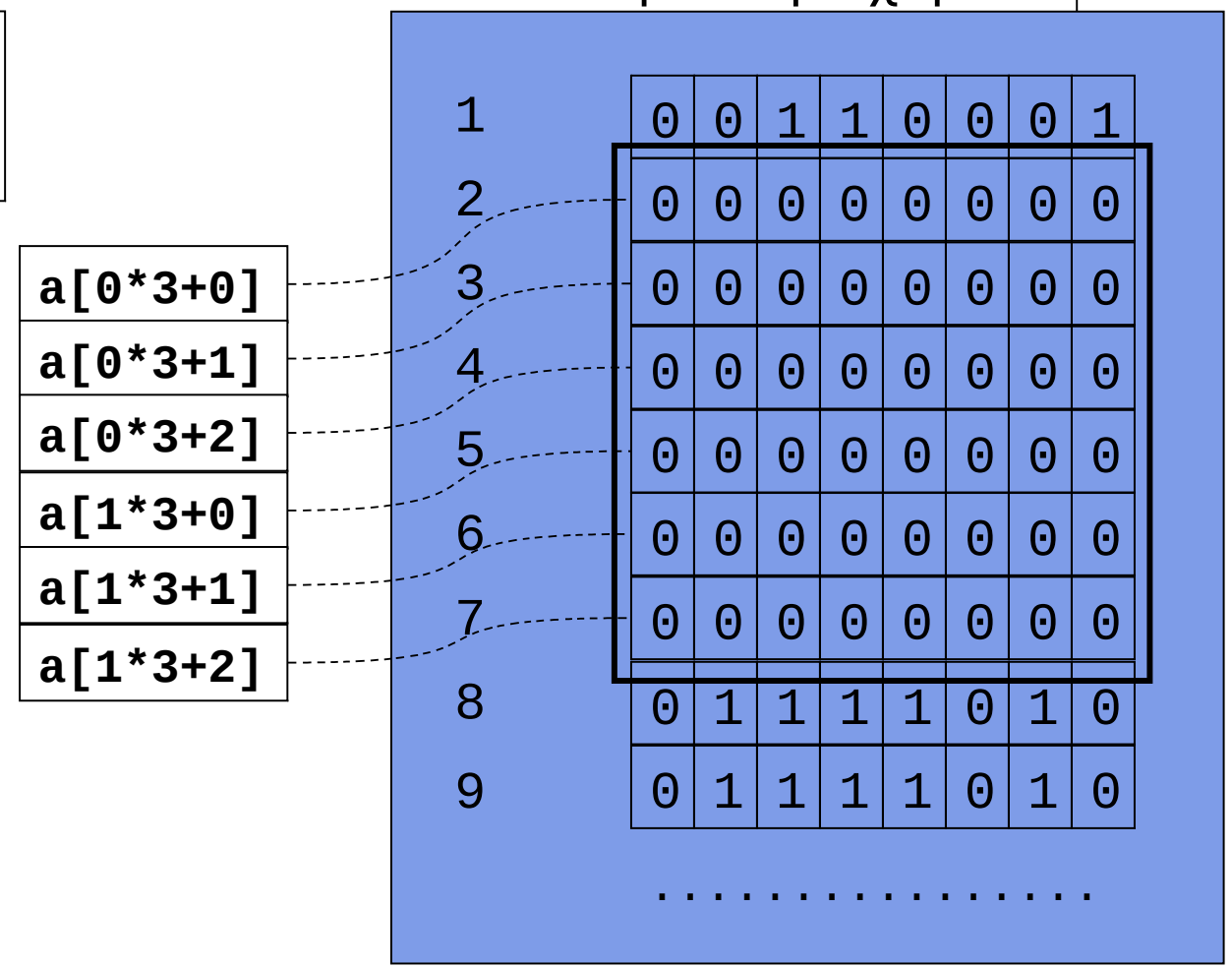
```
…
char a[2][3];

a[0][0]='a';

a[0][1]='b';

a[0][2]='c';

a[1][0]='d';

a[1][1]='e';
```



```
…
char a[2][3];

a[0][0]='a';

a[0][1]='b';

a[0][2]='c';

a[1][0]='d';

a[1][1]='e';

a[1][2]='f';
```



```
…
char a[2*3];
```


διεύθυνση
περιεχόμενα
a[0*3+0]
a[0*3+1]
a[0*3+2]
a[1*3+0]
a[1*3+1]
a[1*3+2]
1
2
3
4
5
6
7
8
9
0 0 1 1 0 0 0 1
0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0
0 1 1 1 1 0 1 0
0 1 1 1 1 0 1 0
.....

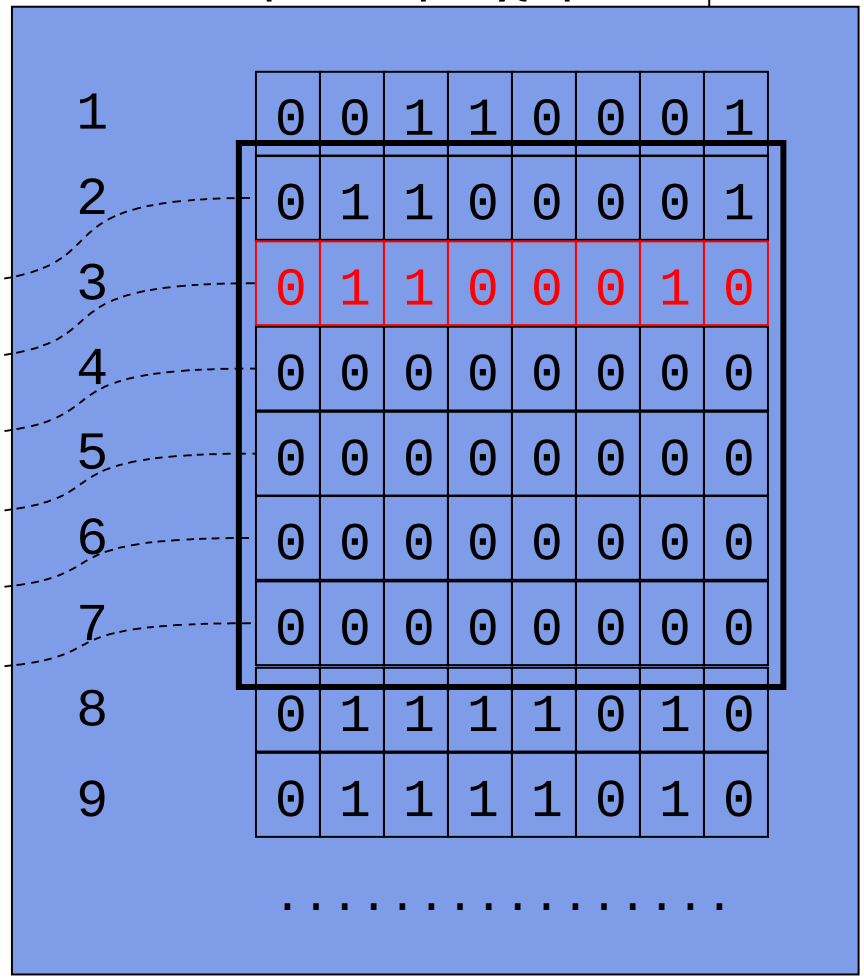
```
…
char a[2*3];

a[0]='a';
```

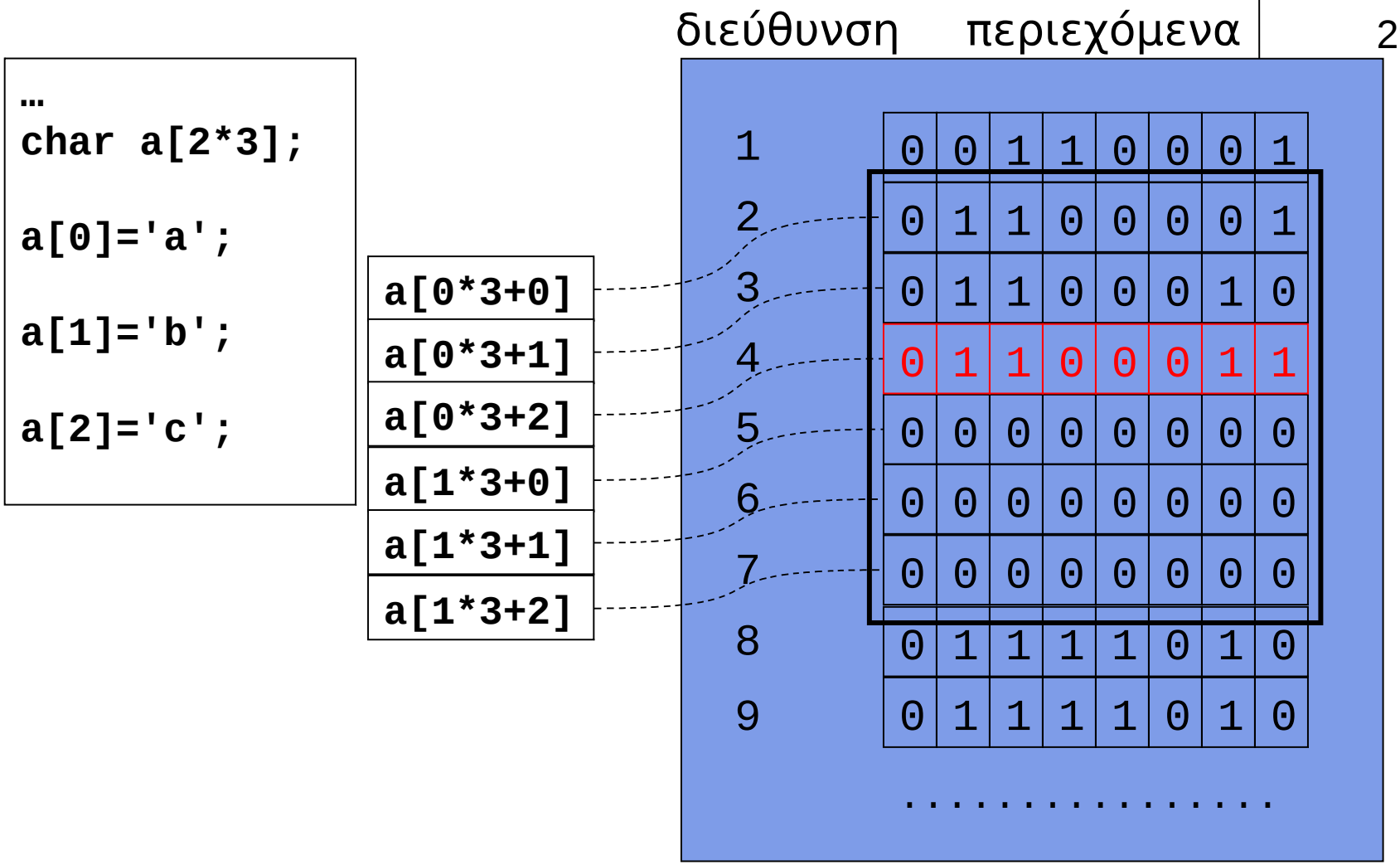
διεύθυνση	περιεχόμενα
a[0*3+0]	
a[0*3+1]	
a[0*3+2]	
a[1*3+0]	
a[1*3+1]	
a[1*3+2]	

1	0	0	1	1	0	0	0	1
2	0	1	1	0	0	0	0	1
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	1	1	1	1	0	1	0
9	0	1	1	1	1	0	1	0
	.....							

```
…
char a[2*3];

a[0]='a';

a[1]='b';
```

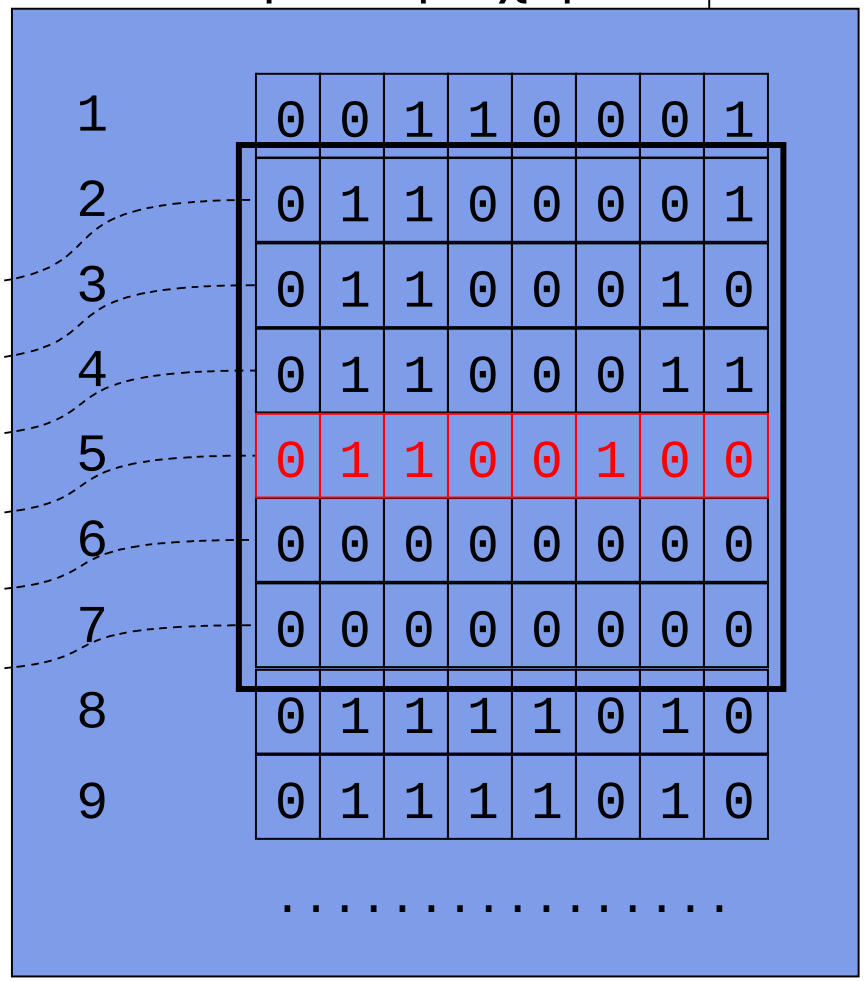
a[0*3+0]
a[0*3+1]
a[0*3+2]
a[1*3+0]
a[1*3+1]
a[1*3+2]




διεύθυνση
περιεχόμενα
…
char a[2*3];
a[0]='a';
a[1]='b';
a[2]='c';
a[0*3+0]
a[0*3+1]
a[0*3+2]
a[1*3+0]
a[1*3+1]
a[1*3+2]
1
2
3
4
5
6
7
8
9
0 0 1 1 0 0 0 1
0 1 1 0 0 0 0 1
0 1 1 0 0 0 1 0
0 1 1 0 0 0 1 1
0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0
0 1 1 1 1 0 1 0
0 1 1 1 1 0 1 0
.....

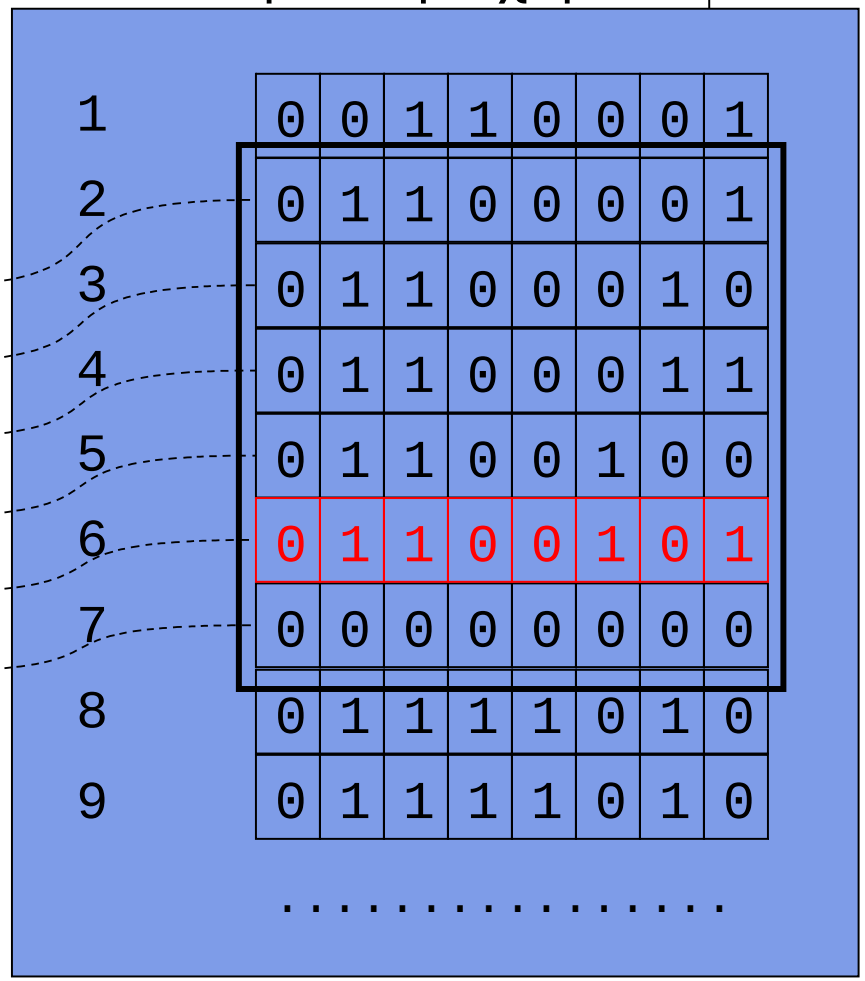
```
…
char a[2*3];

a[0]='a';

a[1]='b';

a[2]='c';

a[3]='d';
```

a[0*3+0]
a[0*3+1]
a[0*3+2]
a[1*3+0]
a[1*3+1]
a[1*3+2]

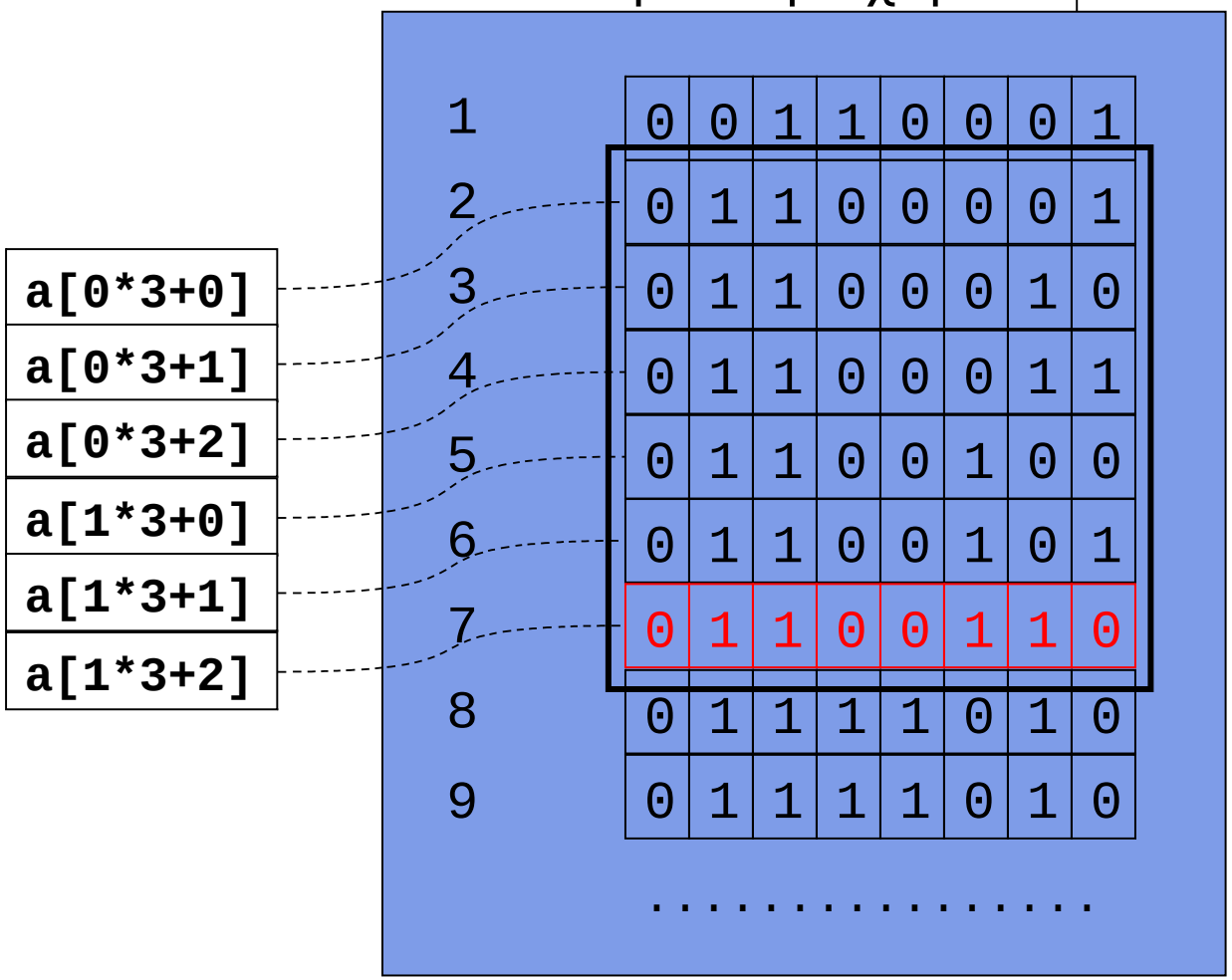


```
…
char a[2*3];

a[0]='a';

a[1]='b';

a[2]='c';

a[3]='d';

a[4]='e';
```

a[0*3+0]
a[0*3+1]
a[0*3+2]
a[1*3+0]
a[1*3+1]
a[1*3+2]



```
…
char a[2*3];

a[0]='a';

a[1]='b';

a[2]='c';

a[3]='d';

a[4]='e';

a[5]='f';
```



Συμβολοσειρές / σειρές χαρακτήρων (strings)

- **Strings** υλοποιούνται ως **πίνακες από char**
  - **Τουλάχιστον ένα** στοιχείο είναι ίσο με την τιμή '`\0`' (ή '`\0x00`' ή `0`).
  - Το πρώτο στοιχείο με την τιμή '`\0`' ορίζει το **τέλος** του string
    - Όχι απαραίτητα και του πίνακα χαρακτήρων, τα υπόλοιπα στοιχεία του οποίου δεν λαμβάνονται υπόψη στις διάφορες πράξεις string.
  - Ένα πρόγραμμα που χρησιμοποιεί strings υποθέτει πως τερματίζονται με '`\0`' και αν δημιουργεί strings φροντίζει αυτά να τερματίζονται με '`\0`' .
- Η βιβλιοθήκη **`string`** περιέχει αρκετές συναρτήσεις για τις πιο συχνές πράξεις με strings ώστε να μην χρειάζεται να υλοποιηθούν από τον προγραμματιστή.


```
char str1[] = {'w', 'i', 'n'};

char str2[] = {'w', 'i', 'n', '\0'};      /* "win" */

char str3[] = {'w', 'i', 'n', '\0', 'x'}; /* "win" */

char str4[]="win";                        /* "win" */

char str5[7];

str5[0] = str1[1];   /* 'i' */
str5[1] = ' ';       /* ' ' */
str5[2] = str1[0];   /* 'w' */
str5[3] = str2[1];   /* 'i' */
str5[4] = str3[2];   /* 'n' */
str5[5] = '\0';      /* '\0' */
str5[6] = 'x';       /* 'x' */
```

Ανάγνωση και εκτύπωση strings

- Μπορούμε να τα υλοποιήσουμε (εμείς) χαρακτήρα προς χαρακτήρα μέσω της `getchar` και `putchar`.
  - Ή να χρησιμοποιήσουμε την `scanf` και `printf` με τον αντίστοιχο προσδιορισμό, που είναι το `"%s"`.
  - Η `printf` σταματά την εκτύπωση των περιεχομένων του πίνακα όταν συναντήσει στοιχείο με τιμή `'\0'`.
  - Η `scanf` σταματά την ανάγνωση χαρακτήρων (και την αποθήκευση τους στον πίνακα) όταν βρεθεί «λευκός» χαρακτήρας
    - **Προσοχή:** μπορεί να γίνει αποθήκευση **εκτός ορίων** του πίνακα!
- Αντίθετα με ότι γνωρίζουμε, στην `scanf` **δεν** δίνουμε σαν παράμετρο την **διεύθυνση** της μεταβλητής πίνακα
  - Το γιατί προσεχώς ...

```
#include<stdio.h>

int main(int argc, char *argv[]) {
  char str[4];

  printf("enter string:");
  scanf("%s",str);
  printf("you entered %s\n",str);

  printf("enter string:");
  scanf("%3s",str);
  printf("you entered %s\n",str);
  return(0);
}
```

σαν παράμετρος δίνεται απ' ευθείας η μεταβλητή (πίνακας) αντί (όπως «θα έπρεπε») η διεύθυνση της (δεν γράφουμε &str)

αν ο χρήστης εισάγει συμβολοσειρά με περισσότερους από 3 χαρακτήρες, θα υπάρξει πρόβλημα καθώς αυτοί θα αποθηκευτούν σε θέσεις εκτός ορίων του πίνακα ...

διαβάζει το πολύ 3 χαρακτήρες (εκτός από το '\0' που θα αποθηκευτεί ως τελευταίος χαρακτήρας της συμβολοσειράς)


```
/* μήκος string s */

#include <stdio.h>
#define N 32

int main(int argc, char *argv[]) {
  int len;
  char str[N];

  printf("enter string:");
  scanf("%31s", str);

  for (len=0; str[len]!='\0'; len++) {}

  printf("length of %s is %d\n", str, len);
  return(0);
}
```

```
/* ανάποδη αντιγραφή του in στο out */

#include <stdio.h>
#define N 32

int main(int argc, char *argv[]) {
  int len,pos;
  char in[N],out[N];

  printf("enter string:");
  scanf("%31s", in);

  /* βρες το τέλος του in */
  for (len=0; in[len]!='\0'; len++) {}

  /* αντέγραψε ανάποδα στο out */
  for (pos=0,len--; len>=0; pos++,len--) {
    out[pos] = in[len];
  }
  out[pos] = '\0'; /* τερμάτισε το out */

  printf("%s in reverse is %s\n", in, out);
  return(0);
}
```


```
/* αντιγραφή του in1 "και" του in2 στο out */
#include <stdio.h>
#define N 32

int main(int argc, char *argv[]) {
  int i, j;
  char in1[N], in2[N], out[2*N-1];

  printf("enter string:");
  scanf("%31s", in1);
  printf("enter string:");
  scanf("%31s", in2);

  /* αντέγραψε το in1 στο out */
  for (i=0; in1[i]!='\0'; i++) {
    out[i] = in1[i];
  }
  /* αντέγραψε το in2 στο out */
  for (j=0; in2[j]!='\0'; j++,i++) {
    out[i] = in2[j];
  }
  out[i]='\0'; /* τερμάτισε το out */

  printf("%s + %s = %s\n", in1, in2, out);
  return(0);
}
```

Συναρτήσεις βιβλιοθήκης


```
#include <string.h>
char *strcat(char *s1, const char *s2);
char *strchr(const char *s, int c);
int strcmp(const char *s1, const char *s2);
int strncmp(const char *s1, const char *s2, size_t n);
char *strcpy(char *s1, const char *s2);
char *strdup(const char *s2);
size_t strlen(const char *s);
```

```
#include <stdlib.h>
int atoi(const char *s);
double atof(const char *s);
```

```
#include <ctype.h>
int isalpha(char c);
int isupper(char c);
int islower(char c);
int isspace(char c);
int isdigit(char c);
```