

HY240: Δομές Δεδομένων

Χειμερινό Εξάμηνο – Ακαδημαϊκό Έτος 2018-2019

Διδάσκουσα: Παναγιώτα Φατούρου

Προγραμματιστική Εργασία - 1ο Μέρος

Ημερομηνία Παράδοσης: Δευτέρα, 19 Νοεμβρίου 2018, ώρα 23:59

Τρόπος Παράδοσης: Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα turnin. Πληροφορίες για το πώς λειτουργεί το πρόγραμμα turnin παρέχονται στην ιστοσελίδα του μαθήματος.



Κι απ' την θαυμάσια πανελλήνιαν εκστρατεία,
την νικηφόρα, την περιλαμπρή,
την περιλάλητη, την δοξασμένη
ως άλλη δεν δοξάσθηκε καμιά,
την απaráμιλλη: βγήκαμ' εμείς
ελληνικός καινούριος κόσμος, μέγας.

Εμείς. Οι Αλεξανδρείς, οι Αντιοχείς,
οι Σελεύκεις, κ' οι πολυάριθμοι
επίλοιποι Έλληνες Αιγύπτου και Συρίας,
κ' οι εν Μηδία, κ' οι εν Περσίδι, κι όσοι άλλοι.
Με τες εκτεταμένες επικράτειες,
με την ποικίλη δράσι των στοχαστικών προσαρμογών.
Και την Κοινήν Ελληνική Λαλιά
ως μέσα στην Βακτριανή την πήγαμεν, ως τους Ινδούς.

«Στα 200 π.Χ.»
Κ.Π. Καβάφης

Φωτογραφία:

<http://www.historyofmacedonia.org/AncientMacedonia/AlexandertheGreat.html>

«Ο Μέγας Αλέξανδρος ήταν ο καταλύτης για την παγκοσμιοποίηση του Ελληνισμού. Ένας άνθρωπος που παρήγαγε πολιτισμικό «παράδειγμα» με διάρκεια ιστορικού βίου δεκαοχτώ περίπου αιώνων.

Στον κυρίως γεωγραφικό χώρο της ελληνικής παρουσίας – στις δύο ακτές του Αιγαίου και στο ενδιάμεσο Αρχιπέλαγος – γεννήθηκε, για πρώτη φορά στην ιστορία του ανθρώπου, η ανάγκη να επαληθεύεται η γνώση: Να μπορούν να ξεχωρίζουν οι άνθρωποι τη βέβαιη από την αβέβαιη γνώση, την αξιόπιστη από την αναξιόπιστη πληροφορία, εντύπωση, πιστοποίηση, - να διακρίνουν το σωστό από το λάθος, την αλήθεια από το ψέμα. Γεννήθηκε η κριτική σκέψη.»

Χρήστος Γιανναράς

Γενική Περιγραφή Εργασίας

Στη εργασία αυτή καλείστε να υλοποιήσετε ένα πρόγραμμα που να προσομοιώνει τη μάχη των Γαυγαμήλων, η οποία υπήρξε η τελευταία, μεγαλύτερη και πιο αποφασιστική μάχη που έδωσε ο στατός του Μεγάλου Αλέξανδρου έναντι του Δαρείου Γ' Κοδομανού το 331 ΠΚΕ, χάρη στην οποία ο Αλέξανδρος έκαμψε την τελευταία αντίσταση του μεγάλου βασιλέα στην πορεία του για την κατάληψη της αυτοκρατορίας των Αχαιμενιδών.

Αναλυτική Περιγραφή Ζητούμενης Υλοποίησης

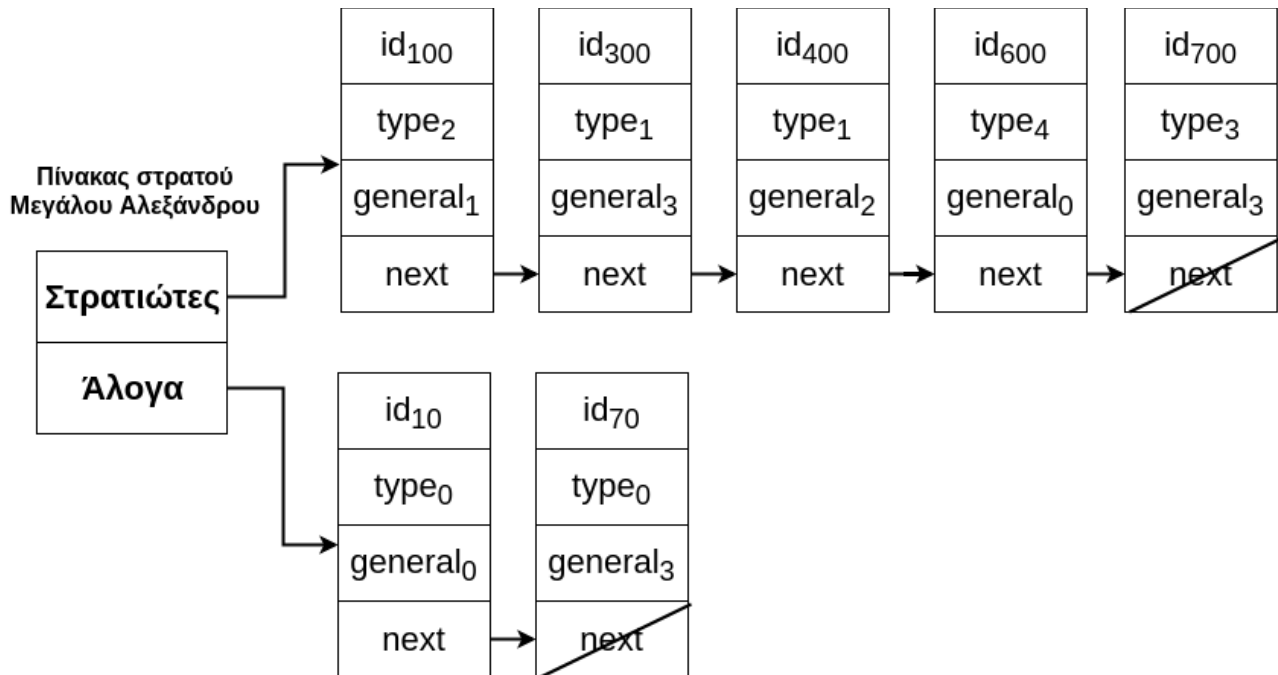
Ο στρατός του Μεγάλου Αλέξανδρου αποτελείται από ένα σύνολο στρατιωτών και αλόγων και αποθηκεύεται σε δύο απλά συνδεδεμένες λίστες οι οποίες δεικτοδοτούνται από ένα πίνακα δύο θέσεων με όνομα **πίνακας στρατού Μεγάλου Αλέξανδρου**. Η πρώτη θέση του πίνακα δεικτοδοτεί τη λίστα όπου αποθηκεύονται οι στρατιώτες, η οποία ονομάζεται **λίστα στρατιωτών Μεγάλου Αλέξανδρου** και η δεύτερη θέση δεικτοδοτεί τη λίστα που αποθηκεύονται τα άλογα με όνομα **λίστα αλόγων Μεγάλου Αλέξανδρου**. Τα στοιχεία των παραπάνω λιστών είναι **ταξινομημένα** με βάση το αναγνωριστικό του εκάστοτε στρατιώτη/αλόγου. Ο κάθε κόμβος των λιστών είναι μία εγγραφή τύπου *struct Army* με τα ακόλουθα πεδία:

- **id**: Αναγνωριστικό (τύπου *int*) που χαρακτηρίζει μοναδικά τον στρατιώτη/άλογο.
- **type**: Ακέραιος του οποίου η ερμηνεία εξαρτάται από το αν η εγγραφή περιγράφει στρατιώτη ή άλογο:
 - Αν η εγγραφή περιγράφει στρατιώτη:
 - 1: Δηλώνει πως ο στρατιώτης είναι ιππέας.
 - 2: Δηλώνει πως ο στρατιώτης είναι λογχοφόρος/σαρισσοφόρος.
 - 3: Δηλώνει πως ο στρατιώτης είναι οπλίτης.
 - 4: Δηλώνει πως ο στρατιώτης είναι τοξότης.
 - Αν η εγγραφή περιγράφει άλογο:
 - 0: Πρόκειται για άλογο.
- **general**: Ακέραιος που δηλώνει το αναγνωριστικό του στρατηγού του Μεγάλου Αλέξανδρου στον οποίο υπακούει ο στρατιώτης (ή ανήκει το άλογο).
- **next**: Δείκτης (τύπου *struct Army*) στον επόμενο κόμβο της λίστας.

Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται ο πίνακας στρατού του Μεγάλου Αλέξανδρου και οι λίστες στρατιωτών και αλόγων.



Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο Ισπανίας.
Ο Δαρείος στη μάχη των Γαυγαμήλων.
Ανάγλυφη σύνθεση εμπνευσμένη από
ζωγραφικό πίνακα του Charles le Brun.
(W.W Tarn, Ο Αλέξανδρος πίσω από το Μέγα)



Σχήμα 1: Ο πίνακας στρατού του Μεγάλου Αλεξάνδρου και οι λίστες στρατιωτών και αλόγων που δεικτοδοτούν οι θέσεις του πίνακα. Οι λίστες είναι ταξινομημένες με βάση το αναγνωριστικό των στρατιωτών/αλόγων.

«Την 1η Οκτώβριου του 331 ΠΚΕ τελευταία του Βοηδρωμιώνα που είχε ορίσει ο χρησμός του Αρίστανδου, παρέταξε ο Αλέξανδρος σε δύο τάξεις το στρατό, που συγκροτείτο συνολικά από 40.000 πεζούς και 7.000 ιππείς. Προβλέποντας το σχέδιο του Δαρείου, ο Αλέξανδρος παρέταξε τις δυνάμεις του έτσι ώστε να μην υπάρχει δυνατότητα υπερφαλάγγισής τους. Στο κέντρο παρατάχθηκαν έξι τάξεις της φάλαγγας και δεξιά τους οι υπασπιστές έχοντας στο πλευρό τους τις ίλες των εταίρων. Αριστερά της φάλαγγας τάχθηκαν 500 πεζοί και 2.000 Θεσσαλοί ιππείς. Πίσω από την πρώτη γραμμή αναπτύχθηκαν οι υπόλοιποι οπλίτες και πελταστές του στρατού σχηματίζοντας αμφίστομη φάλαγγα, ώστε σε οποιαδήποτε προσπάθεια υπερφαλάγγισης και κύκλωσης να μπορούν να σχηματίσουν νέο μέτωπο πλάγιο ή αντίθετο του αρχικού.» (Wikipedia - Θα βρείτε περισσότερο υλικό για τη μάχη στην ιστοσελίδα του μαθήματος.)

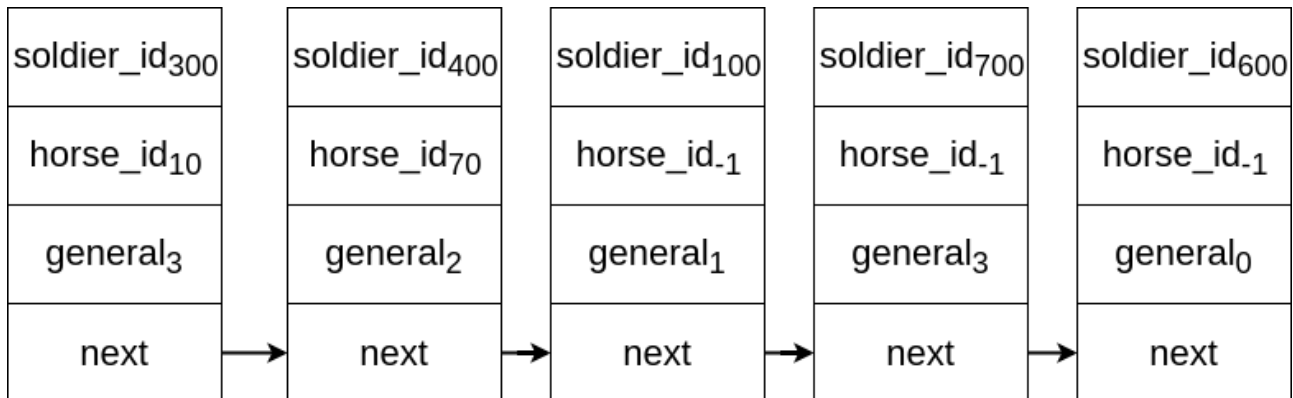


Νομισματικό Μουσείο Αθηνών. Χρυσός στατήρας του Λυσιμάχου της Θράκης, στον εμπροσθότυπο του οποίου απεικονίζεται ο Μέγας Αλέξανδρος. (W.W Tarn, Ο Αλέξανδρος πίσω από το Μέγα)

Για την προετοιμασία του στρατού του Μεγάλου Αλεξάνδρου για τη μάχη των Γαυγαμήλων, οι στρατιώτες μαζί με τα άλογα αποθηκεύονται σε μία απλά συνδεδεμένη, **μη ταξινομημένη** λίστα με όνομα **λίστα μάχης Μεγάλου Αλεξάνδρου**. Ο κάθε κόμβος της λίστας είναι μία εγγραφή τύπου `struct GA_Battle` που περιέχει τα ακόλουθα πεδία:

- **soldier_id**: Αναγνωριστικό (τύπου `int`) που χαρακτηρίζει μοναδικά τον στρατιώτη.
- **horse_id**: Αναγνωριστικό (τύπου `int`) που χαρακτηρίζει μοναδικά το άλογο (-1 αν ο στρατιώτης είναι πεζός).
- **general**: Ακέραιος που δηλώνει τον στρατηγό του Μεγάλου Αλεξάνδρου στον οποίο υπακούει ο στρατιώτης.
- **next**: Δείκτης (τύπου `struct GA_Battle`) στον επόμενο κόμβο της λίστας.

Στο Σχήμα 2 παρουσιάζεται η λίστα μάχης του Μεγάλου Αλέξανδρου.



Σχήμα 2: Η λίστα μάχης του Μεγάλου Αλέξανδρου έπειτα από την προετοιμασία για τη μάχη των Γαυγαμήλων.

«Στα Γαυγάμηλα ο Δαρείος παρέταξε στην άκρα αριστερή πλευρά τους Βακτρίους, με τον Βήσσο τον σατράπη της Βακτριανής. Δίπλα σύνεταξε τους Δάες και τους Αραχώτους υπό τον Βερσαέντη, τον σατράπη της Αραχωσίας. Κατόπιν παρέταξε τους δικούς του Πέρσες, ιππείς και πεζούς, τους Σούσιους υπό τον Οξάτρη και τους Καδούσιους. Στην άκρα δεξιά πλευρά παρατάχθηκαν και στην ανατολική και τη δυτική πλευρά του Ευφράτη τα συριακά στρατεύματα υπό τον Μαζαίο. ... Επιπλέον, ο Δαρείος φέρεται πως είχε στα Άρβηλα 15 οπλισμένους ελέφαντες, που για πρώτη φορά αναφέρονται ότι παρατάχθηκαν σε πεδίο μάχης.» (Wikipedia - Θα βρείτε περισσότερο υλικό για τη μάχη στην ιστοσελίδα του μαθήματος.)



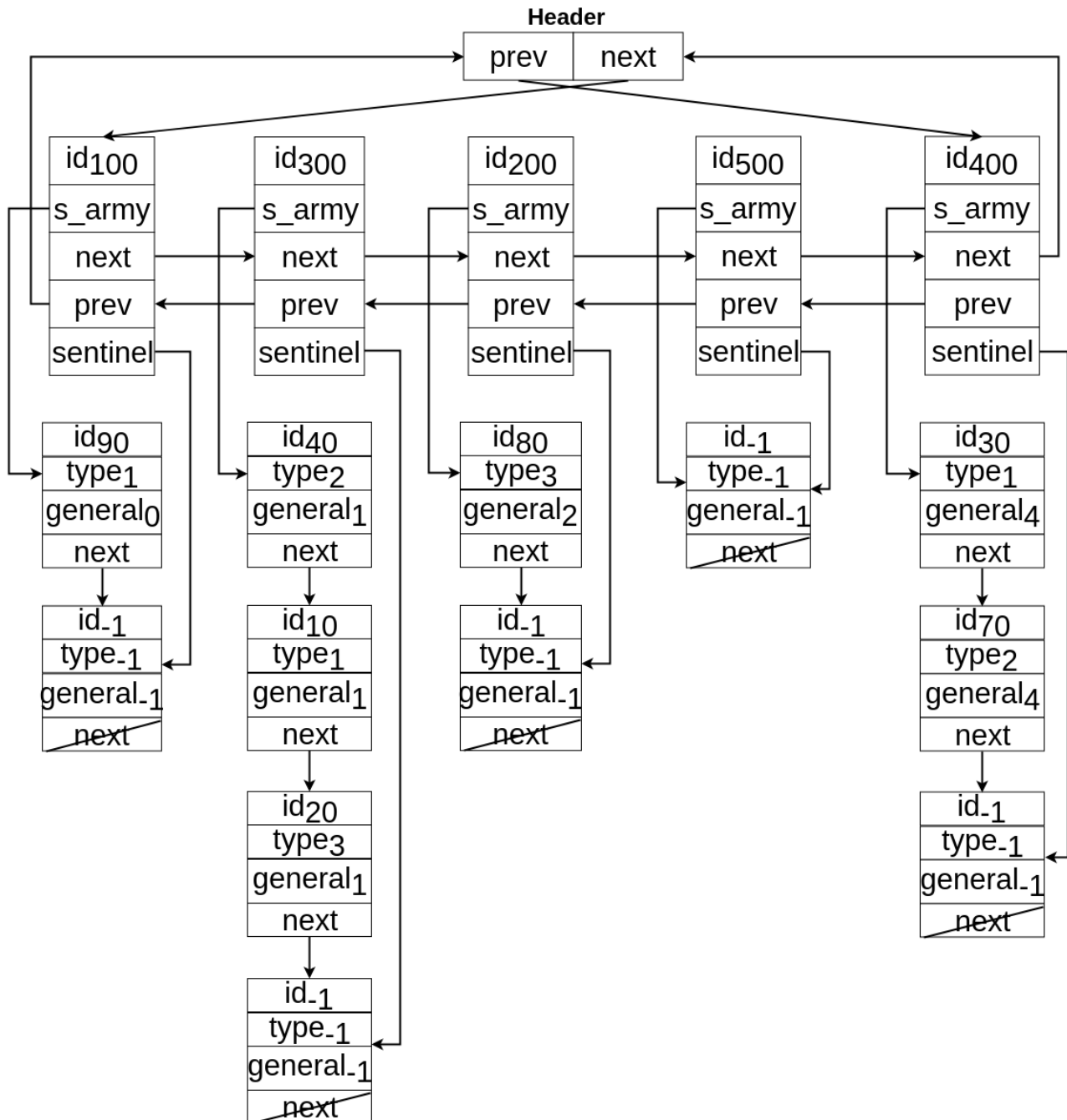
Πέρσες στρατιώτες. Λεπτομέρεια από τη βόρεια κλίμακα του ανακτόρου Απαντάνα (Αίθουσα Ακροάσεων) στην Περσέπολη. (W.W Tarn, Ο Αλέξανδρος πίσω από το Μέγα)

Έναντι στα στρατεύματα του Μεγάλου Αλέξανδρου, βρισκόταν τα στρατεύματα του Δαρείου Γ' Κοδομανού. Ο στρατός του Δαρείου ήταν οργανωμένος σε σατραπείες οι οποίες αποτελούνταν από πεζούς στρατιώτες, ιππείς και χειριστές ελεφάντων. Πληροφορίες για τις σατραπείες αποθηκεύονται σε μία **διπλά συνδεδεμένη, μη ταξινομημένη, κυκλική λίστα με όνομα λίστα σατραπειών**. Ο κάθε κόμβος της λίστας αποτελεί μία εγγραφή τύπου *struct Satrapy* που περιέχει τα ακόλουθα πεδία:

- **id:** Αναγνωριστικό (τύπου *int*) που χαρακτηρίζει μοναδικά τη σατραπεία.
- **s_army:** Δείκτης (τύπου *struct Army*) στην αρχή μιας απλά συνδεδεμένης, **μη ταξινομημένης** λίστας, με **κόμβο φρουρό**, που ονομάζεται **λίστα στρατιωτών σατραπείας**. Το κάθε στοιχείο της λίστας αποτελεί μια εγγραφή τύπου *struct Army* με τα ακόλουθα πεδία:
 - **id:** Αναγνωριστικό (τύπου *int*) που χαρακτηρίζει μοναδικά τον στρατιώτη.
 - **type:** Ακέραιος με τις παρακάτω τιμές:
 - 1: Δηλώνει πως ο στρατιώτης είναι ιππέας.
 - 2: Δηλώνει πως ο στρατιώτης είναι χειριστής ελεφάντων.
 - 3: Δηλώνει πως ο στρατιώτης είναι πεζός.

- **general**: Ακέραιος που δηλώνει τον σατράπη στον οποίο υπακούει ο στρατιώτης.
- **next**: Δείκτης (τύπου struct Army) στον επόμενο κόμβο της λίστας.
- **next**: Δείκτης (τύπου struct Satrapy) στον επόμενο κόμβο της λίστας σατραπειών.
- **prev**: Δείκτης (τύπου struct Satrapy) στον προηγούμενο κόμβο της λίστας σατραπειών.
- **sentinel**: Δείκτης (τύπου struct Army) στον κόμβο φρουρό της λίστας στρατιωτών σατραπείας.

Στο Σχήμα 3 παρουσιάζεται η λίστα σατραπειών του Δαρείου και οι λίστες στρατιωτών των σατραπειών.

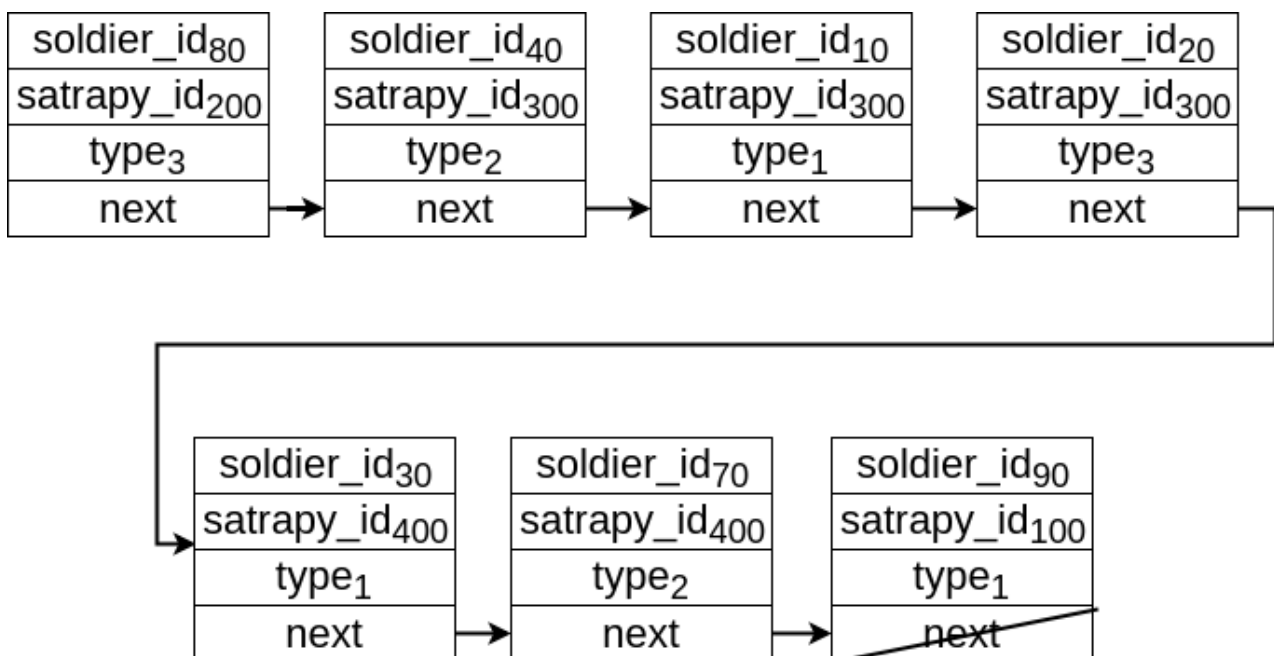


Σχήμα 3: Η λίστα σατραπειών κάθε κόμβος της οποίας δεικτοδοτεί μία λίστα στρατιωτών σατραπείας.

Για την προετοιμασία για τη μάχη των Γαυγαμήλων, τα στρατεύματα του Δαρείου αποθηκεύονται σε μία απλά συνδεδεμένη, **μη ταξινομημένη** λίστα με όνομα **λίστα μάχης σατραπειών**. Ο κάθε κόμβος της λίστας είναι μία εγγραφή τύπου *struct S_Battle* που περιέχει τα ακόλουθα πεδία:

- **soldier_id**: Αναγνωριστικό (τύπου int) που χαρακτηρίζει μοναδικά τον στρατιώτη.
- **satrapy_id**: Αναγνωριστικό (τύπου int) που χαρακτηρίζει μοναδικά τη σατραπεία στην οποία ανοίκει ο στρατιώτης.
- **type**: Ακέραιος με τις παρακάτω τιμές:
 - 1: Δηλώνει πως ο στρατιώτης είναι ιππέας.
 - 2: Δηλώνει πως ο στρατιώτης είναι χειριστής ελεφάντων.
 - 3: Δηλώνει πως ο στρατιώτης είναι πεζός.
- **next**: Δείκτης (τύπου struct S_Battle) στον επόμενο κόμβο της λίστας.

Στο Σχήμα 4 παρουσιάζεται η λίστα μάχης σατραπειών.



Σχήμα 4: Η λίστα μάχης σατραπειών έπειτα από την προετοιμασία των στρατευμάτων του Δαρείου για μάχη.

Τρόπος Λειτουργίας Προγράμματος

Το πρόγραμμα που θα δημιουργηθεί θα πρέπει να εκτελείται καλώντας την ακόλουθη εντολή:

<executable> <input-file>

όπου <executable> είναι το όνομα του εκτελέσιμου αρχείου του προγράμματος (π.χ. a.out) και <input-file> είναι το όνομα ενός αρχείου εισόδου (π.χ. testfile) το οποίο περιέχει γεγονότα των ακόλουθων μορφών:

R <sid> <type> <general>

Γεγονός τύπου Register Alexander the Great soldier που υποδηλώνει την εισαγωγή ενός νέου στρατιώτη στα στρατεύματα του Μεγάλου Αλέξανδρου με αναγνωριστικό <sid>. Οι παράμετροι <type> και <general> υποδηλώνουν την ιδιότητα του στρατιώτη και τον στρατηγό στον οποίο υπακούει αυτός. Κατά το γεγονός αυτό, θα γίνεται εισαγωγή ενός νέου κόμβου τύπου struct Army στη λίστα που δεικτοδοτείται από το πρώτο κελί του πίνακα στρατού του Μεγάλου Αλέξανδρου. Μετά από κάθε εισαγωγή, η λίστα στρατιωτών του Μεγάλου Αλέξανδρου πρέπει να μένει ταξινομημένη. Μετά το πέρας της εκτέλεσης ενός τέτοιου γεγονότος, το πρόγραμμα θα πρέπει να τυπώνει την ακόλουθη πληροφορία:

```
R <sid> <type> <general>
    GA Soldiers = <sid1,type1,general1>, <sid2,type2,general2>, ... , <sidn,typen,generaln>
DONE
```

όπου n είναι ο αριθμός των κόμβων στη λίστα στρατιωτών του Μεγάλου Αλέξανδρου και για κάθε $i \in \{1, \dots, n\}$, <sid _{i i i i-οστό κόμβο της λίστας αυτής.}

H <hid> <type> <general>

Γεγονός τύπου register Alexander the Great Horse που υποδηλώνει την εισαγωγή ενός νέου αλόγου στα στρατεύματα του Μεγάλου Αλέξανδρου με αναγνωριστικό <hid>. Οι παράμετροι <type> και <general> υποδηλώνουν την ιδιότητα του αλόγου (πάντα 0) και τον στρατηγό στον οποίο υπακούει αυτό. Κατά το γεγονός αυτό, θα γίνεται εισαγωγή ενός νέου κόμβου τύπου struct Army στη λίστα που δεικτοδοτείται από το δεύτερο κελί του πίνακα στρατού του Μεγάλου Αλέξανδρου. Μετά από κάθε εισαγωγή, η λίστα αλόγων του Μεγάλου Αλέξανδρου πρέπει να μένει ταξινομημένη. Μετά το πέρας της εκτέλεσης ενός τέτοιου γεγονότος, το πρόγραμμα θα πρέπει να τυπώνει την ακόλουθη πληροφορία:

```
H <hid> <type> <general>
    GA Horses = <hid1,type1,general1>, <hid2,type2,general2>, ... , <hidn,typen,generaln>
DONE
```

όπου n είναι ο αριθμός των κόμβων στη λίστα αλόγων του Μεγάλου Αλέξανδρου και για κάθε $i \in \{1, \dots, n\}$, <hid _{i i i i-οστό κόμβο της λίστας αυτής.}

S <sid>

Γεγονός τύπου register Satrapy που υποδηλώνει την εισαγωγή μίας νέας σατραπείας στα στρατεύματα του Δαρείου με αναγνωριστικό <sid>. Κατά το γεγονός αυτό, θα γίνεται εισαγωγή ενός νέου κόμβου τύπου struct Satrapy στη λίστα σατραπειών. Μετά το πέρας της εκτέλεσης ενός τέτοιου γεγονότος, το πρόγραμμα θα πρέπει να τυπώνει την ακόλουθη πληροφορία:

```
S <sid>
    Satrapies = <sid1>, <sid2>, ... , <sidn>
DONE
```

όπου n είναι ο αριθμός των κόμβων στη λίστα σατραπειών και για κάθε $i \in \{1, \dots, n\}$, <sid_i> είναι το αναγνωριστικό της σατραπείας που αντιστοιχεί στον i -οστό κόμβο της λίστας αυτής.

A <sid> <aid> <type> <general>

Γεγονός τύπου register satrapy soldier που υποδηλώνει την εισαγωγή ενός νέου στρατιώτη με αναγνωριστικό <aid> στη σατραπεία με αναγνωριστικό <sid>. Οι παράμετροι <type> και <general> υποδηλώνουν την ιδιότητα του στρατιώτη της σατραπείας και τον σατράπη στον οποίο υπακούει αυτός. Κατά το γεγονός αυτό, θα αναζητείτε τον κόμβο με αναγνωριστικό <sid> στη λίστα σατραπειών και έπειτα θα εισάγετε στη λίστα στρατιωτών της σατραπείας τον κόμβο με αναγνωριστικό <aid>. Μετά το πέρας της εκτέλεσης ενός τέτοιου γεγονότος, το πρόγραμμα θα πρέπει να τυπώνει την ακόλουθη πληροφορία:

```
A <sid> <aid> <type> <general>
    Satrapy1 = <aid1,1, type1,1, general1,1>, <hid1,2, type1,2, general1,2>, ... , <hid1,m1, type1,m1, general1,m1>
    Satrapy2 = <aid2,1, type2,1, general2,1>, <hid2,2, type2,2, general2,2>, ... , <hid2,m2, type2,m2, general2,m2>
    ...
    Satrapyn = <aidn,1, typen,1, generaln,1>, <hidn,2, typen,2, generaln,2>, ... , <hidn,mn, typen,mn, generaln,mn>
DONE
```

για κάθε i , $1 \leq i \leq n$, m_i είναι το πλήθος των κόμβων της λίστας στρατιωτών της i -οστής σατραπείας, και για κάθε $j \in \{1, \dots, m_i\}$, aid_{i,j}, type_{i,j} και general_{i,j} είναι αντίστοιχα το αναγνωριστικό, η ιδιότητα και ο σατραπής του στρατιώτη που αντιστοιχεί στον j -οστό κόμβο της λίστας στρατιωτών της i -οστής σατραπείας.

P

Γεγονός τύπου prepare for battle για τα στρατεύματα του Μεγάλου Αλέξανδρου. Κατά το γεγονός αυτό, θα διασχίζετε τις λίστες που δεικτοδοτούνται από τον πίνακα στρατού του Μεγάλου Αλέξανδρου και για κάθε κόμβο τις λίστες στρατιωτών, θα εισάγετε ένα νέο κόμβο, τύπου struct GA_Battle, στη λίστα μάχης του Μεγάλου Αλέξανδρου. Ο νέος κόμβος της λίστας μάχης θα έχει ως τιμή στο πεδίο soldier_id το αναγνωριστικό του στρατιώτη. Το πεδίο horse_id θα λάβει ως τιμή το αναγνωριστικό του 1ου διαθέσιμου αλόγου από τη λίστα αλόγων του Μεγάλου Αλέξανδρου εάν ο στρατιώτης έχει την ιδιότητα του ιππέα και -1 διαφορετικά. Στο πεδίο general θα αποθηκευθεί η τιμή του σατραπή στον οποίο υπακούει ο στρατιώτης. **Η λίστα μάχης θα πρέπει να δημιουργηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε όλοι οι ιππείς να βρίσκονται σε θέσεις τις λίστες που προηγούνται εκείνων οι οποίες αντιστοιχούν σε πεζούς στρατιώτες. Επιπροσθέτως, οι λογχοφόροι θα πρέπει προηγούντε των οπλιτών και οι οπλίτες των τοξοτών. Η διάσχιση των**

δύο λιστών θα πρέπει να πραγματοποιηθεί με πολυπλοκότητα $O(n+m)$, όπου n, m είναι το μέγεθος της λίστας στρατιωτών και της λίστας αλόγων του Μεγάλου Αλέξανδρου, αντίστοιχα. Μετά το πέρας της εκτέλεσης ενός τέτοιου γεγονότος, το πρόγραμμα θα πρέπει να τυπώνει την ακόλουθη πληροφορία:

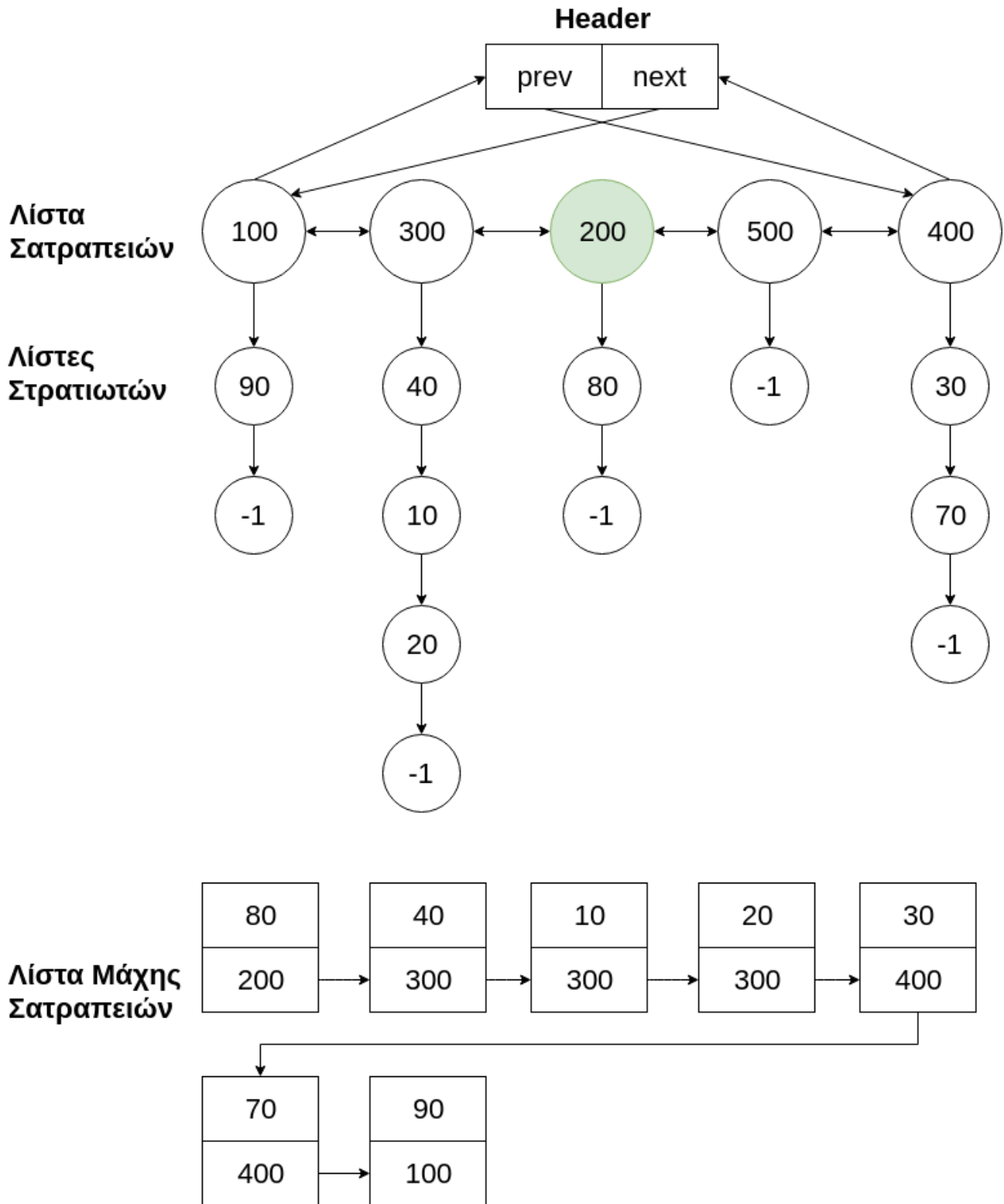
```
P
    GA Battle = <sid1,hid1,general1>, <sid2,hid2,general2>, ... , <sidn,hidn,generaln>
DONE
```

όπου n είναι ο αριθμός των κόμβων στη λίστα μάχης του Μεγάλου Αλέξανδρου και για κάθε $i \in [1, \dots, n]$, $\langle \text{sid}_i \rangle$, $\langle \text{hid}_i \rangle$ και $\langle \text{general}_i \rangle$ είναι αντίστοιχα το αναγνωριστικό του στρατιώτη, το αναγνωριστικό του αλόγου και ο στρατηγός στον οποίο υπακούει ο στρατιώτης που αντιστοιχεί στον i -οστό κόμβο της λίστας αυτής.

B <sid>

Γεγονός τύπου prepare for battle για τα στρατεύματα του Δαρείου. Κατά το γεγονός αυτό, θα αναζητήσετε στη λίστα σατραπειών τη σατραπεία με αναγνωριστικό $\langle \text{sid} \rangle$. Έπειτα, για κάθε κόμβο της λίστας στρατιωτών της σατραπείας, θα εισάγετε ένα νέο κόμβο τύπου struct S_Battle στη λίστα μάχης σατραπειών, με τιμές στα πεδία soldier_id, satrapy_id και type, το αναγνωριστικό του τρέχοντος στρατιώτη σατραπείας, το αναγνωριστικό της σατραπείας και την ιδιότητα του στρατιώτη, αντίστοιχα. Στη συνέχεια, διασχίζετε τη λίστα σατραπειών της προηγούμενης και της επόμενης σατραπείας, εναλλάξ, όπου για κάθε στρατιώτη σατραπείας, εισάγετε ένα νέο κόμβο στη λίστα μάχης σατραπειών με τον ίδιο τρόπο, έως ότου διασχίσετε ολόκληρη τη λίστα σατραπειών. Έτσι, η λίστα μάχης σατραπειών θα περιέχει κόμβους που αντιστοιχούν στους στρατιώτες όλων των σατραπειών.

Στο σχήμα 5, παρουσιάζεται το αποτέλεσμα της εκτέλεσης ενός τέτοιου γεγονότος:



Σχήμα 5: Μια απλουστευμένη μορφή της λίστας σατραπειών (της οποίας κάθε κόμβος δεικτοδοτεί τη λίστα στρατιωτών της σατραπείας που αντιστοιχεί στον κόμβο) και η λίστα μάχης που προκύπτει μετά το πέρας της εκτέλεσης του γεγονότος: **B 200**.

Μετά το πέρας της εκτέλεσης ενός τέτοιου γεγονότος, το πρόγραμμα θα πρέπει να τυπώνει την ακόλουθη πληροφορία:

B <sid>
 Satrapy Battle = <aid₁,sid₁,type₁>, <aid₂,sid₂,type₂>, ... , <aid_n,sid_n,type_n>
DONE

όπου n είναι ο αριθμός των κόμβων στη λίστα μάχης σατραπειών και για κάθε $i \in [1, \dots, n]$, <aid _{i} >, <sid _{i} > και <type _{i} > είναι αντίστοιχα το αναγνωριστικό του στρατιώτη, το αναγνωριστικό της σατραπείας και η ιδιότητα του στρατιώτη που αντιστοιχεί στον i -οστό κόμβο της λίστας αυτής.

K <sid> <flag>

Γεγονός τύπου soldier's death. Κατά το γεγονός αυτό, θα εξετάζετε την τιμή της παραμέτρου <flag>. Στην περίπτωση που η τιμή είναι 0, θα αναζητείτε τον κόμβο με αναγνωριστικό <sid> στη λίστα μάχης σατραπειών και θα τον διαγράφετε από αυτή. Ο στρατιώτης θα πρέπει να διαγράφεται στη συνέχεια και από τη λίστα στρατιωτών της σατραπείας στην οποία υπηρετεί.

Στην περίπτωση που η τιμή της παραμέτρου flag ισούται με 1, θα αναζητείτε τον κόμβο με αναγνωριστικό <sid> στη λίστα μάχης του Μεγάλου Αλέξανδρου και θα τον διαγράφετε από αυτήν. Ο στρατιώτης θα πρέπει να διαγράφεται στη συνέχεια και από τη λίστα στρατιωτών του Μεγάλου Αλεξάνδρου.

Μετά το πέρας της εκτέλεσης ενός τέτοιου γεγονότος, το πρόγραμμα θα πρέπει να τυπώνει την ακόλουθη πληροφορία:

K <sid> <flag>
 GA Battle = <sid₁,hid₁,general₁>, <sid₂,hid₂,general₂>, ... , <sid_n,hid_n,general_n>
 Satrapy Battle = <aid₁,sid₁,type₁>, <aid₂,sid₂,type₂>, ... , <aid_m,sid_m,type_m>
DONE

όπου n είναι ο αριθμός των κόμβων στη λίστα μάχης του Μεγάλου Αλέξανδρου και για κάθε $i \in [1, \dots, n]$, <sid _{i} >, <hid _{i} > και <general _{i} > είναι αντίστοιχα το αναγνωριστικό του στρατιώτη, το αναγνωριστικό του αλόγου και ο στρατηγός στον οποίο υπακούει ο στρατιώτης που αντιστοιχεί στον i -οστό κόμβο της λίστας αυτής. Επίσης, θεωρείστε ότι m είναι ο αριθμός των κόμβων στη λίστα μάχης σατραπειών και για κάθε $j \in [1, \dots, m]$, <aid _{j} >, <sid _{j} > και <type _{j} > είναι αντίστοιχα το αναγνωριστικό του στρατιώτη, το αναγνωριστικό της σατραπείας και η ιδιότητα του στρατιώτη που αντιστοιχεί στον j -οστό κόμβο της λίστας αυτής.

V

Γεγονός τύπου νίκης υπέων Μεγάλου Αλέξανδρου. Κατά το γεγονός αυτό, θα διασχίσετε τη λίστα μάχης σατραπειών και θα διαγράφετε όλους τους κόμβους που έχουν στο πεδίο type την τιμή 0 (δηλαδή θα διαγραφούν όλοι οι υπεείς από τη λίστα μάχης των σατραπειών, αφού νικήθηκαν). Στη συνέχεια, θα διασχίσετε τη λίστα μάχης του Μεγάλου Αλέξανδρου και θα διαγράφετε κάθε 3ο κόμβο με τιμή διαφορετική του -1 στο πεδίο horse_id, με αποτέλεσμα να διαγραφεί το ένα τρίτο των υπέων του Μεγάλου Αλέξανδρου (το οποίο θεωρείστε ότι αντιστοιχεί στις απώλειες του Μεγάλου Αλεξάνδρου στη μάχη). Μετά το πέρας της εκτέλεσης ενός τέτοιου γεγονότος, το πρόγραμμα θα πρέπει να τυπώνει την ακόλουθη πληροφορία:

V

GA Battle = $\langle \text{sid}_1, \text{hid}_1, \text{general}_1 \rangle, \langle \text{sid}_2, \text{hid}_2, \text{general}_2 \rangle, \dots, \langle \text{sid}_n, \text{hid}_n, \text{general}_n \rangle$ Satrapy Battle = $\langle \text{aid}_1, \text{sid}_1, \text{type}_1 \rangle, \langle \text{aid}_2, \text{sid}_2, \text{type}_2 \rangle, \dots, \langle \text{aid}_m, \text{sid}_m, \text{type}_m \rangle$

DONE

όπου n είναι ο αριθμός των κόμβων στη λίστα μάχης του Μεγάλου Αλέξανδρου και για κάθε $i \in \{1, \dots, n\}$, $\langle \text{sid}_i \rangle$, $\langle \text{hid}_i \rangle$ και $\langle \text{general}_i \rangle$ είναι αντίστοιχα το αναγνωριστικό του στρατιώτη, το αναγνωριστικό του αλόγου και ο στρατηγός στον οποίο υπακούει ο στρατιώτης που αντιστοιχεί στον i -οστό κόμβο της λίστας αυτής. Έπειτα, όπου m είναι ο αριθμός των κόμβων στη λίστα μάχης σατραπειών και για κάθε $j \in \{1, \dots, m\}$, $\langle \text{aid}_j \rangle$, $\langle \text{sid}_j \rangle$ και $\langle \text{type}_j \rangle$ είναι αντίστοιχα το αναγνωριστικό του στρατιώτη, το αναγνωριστικό της σατραπείας και η ιδιότητα του στρατιώτη που αντιστοιχεί στον j -οστό κόμβο της λίστας αυτής.

D

«Ο θάνατος του Αλέξανδρου και η έλλειψη ουσιαστικά διαδόχου επέφερε ένα κενό εξουσίας στο τεράστιο κράτος που είχε δημιουργήσει και που εκτεινόταν από την Ελλάδα (Μακεδονία και υπόλοιπες ελληνικές πόλεις) μέχρι την Βακτριανή και περιλάμβανε μέρος της Ινδίας και την Αίγυπτο.» (wikipedia)

Γεγονός που δηλώνει το θάνατο του Μεγάλου Αλέξανδρου και τον διαμοιρασμό του στρατού του στους εξής 5 διαδόχους: **Πτολεμαίος, Δημήτριος ο Πολιορκητής, Κάσσανδρος, Λυσίμαχος και Σέλευκος**. Κατά το γεγονός αυτό, θα διαμοιράσετε τη λίστα μάχης του Μεγάλου Αλέξανδρου σε 5 μικρότερες λίστες με βάση το πεδίο `general`. Μετά το πέρας της εκτέλεσης ενός τέτοιου γεγονότος, το πρόγραμμα θα πρέπει να τυπώνει την ακόλουθη πληροφορία:

D

General₁ = $\langle \text{sid}_{1,1}, \text{hid}_{1,1}, \text{general}_{1,1} \rangle, \langle \text{sid}_{1,2}, \text{hid}_{1,2}, \text{general}_{1,2} \rangle, \dots, \langle \text{sid}_{1,n_1}, \text{hid}_{1,n_1}, \text{general}_{1,n_1} \rangle$ General₂ = $\langle \text{sid}_{2,1}, \text{hid}_{2,1}, \text{general}_{2,1} \rangle, \langle \text{sid}_{2,2}, \text{hid}_{2,2}, \text{general}_{2,2} \rangle, \dots, \langle \text{sid}_{2,n_2}, \text{hid}_{2,n_2}, \text{general}_{2,n_2} \rangle$

...

General₅ = $\langle \text{sid}_{5,1}, \text{hid}_{5,1}, \text{general}_{5,1} \rangle, \langle \text{sid}_{5,2}, \text{hid}_{5,2}, \text{general}_{5,2} \rangle, \dots, \langle \text{sid}_{5,5m}, \text{hid}_{5,5m}, \text{general}_{5,5m} \rangle$

DONE

για κάθε i , $1 \leq i \leq 5$, m_i είναι το πλήθος των κόμβων της νέας λίστας στρατιωτών του i -οστού στρατηγού, και για κάθε $j \in \{1, \dots, m_i\}$, $\text{sid}_{i,j}$, $\text{hid}_{i,j}$ και $\text{general}_{i,j}$ είναι αντίστοιχα το αναγνωριστικό του στρατιώτη, το αναγνωριστικό του αλόγου και ο στρατηγός του στρατιώτη που αντιστοιχεί στον j -οστό κόμβο της λίστας στρατιωτών του i -οστού στρατηγού.

X

Γεγονός το οποίο σηματοδοτεί την εκτύπωση του πίνακα στρατού του Μεγάλου Αλέξανδρου. Μετά το πέρας της εκτέλεσης ενός τέτοιου γεγονότος το πρόγραμμα θα πρέπει να τυπώνει την ακόλουθη πληροφορία:

X

GA Soldiers = $\langle \text{sid}_1, \text{type}_1, \text{general}_1 \rangle, \langle \text{sid}_2, \text{type}_2, \text{general}_2 \rangle, \dots, \langle \text{sid}_n, \text{type}_n, \text{general}_n \rangle$
 GA Horses = $\langle \text{hid}_1, \text{type}_1, \text{general}_1 \rangle, \langle \text{hid}_2, \text{type}_2, \text{general}_2 \rangle, \dots, \langle \text{hid}_m, \text{type}_m, \text{general}_m \rangle$

DONE

όπου n είναι ο αριθμός των κόμβων στη λίστα στρατιωτών του Μεγάλου Αλέξανδρου και για κάθε $i \in \{1, \dots, n\}$, $\langle \text{sid}_i \rangle$, $\langle \text{type}_i \rangle$ και $\langle \text{general}_i \rangle$ είναι αντίστοιχα το αναγνωριστικό, η ιδιότητα και ο στρατηγός του στρατιώτη που αντιστοιχεί στον i -οστό κόμβο της λίστας αυτής και όπου m είναι ο αριθμός των κόμβων στη λίστα αλόγων του Μεγάλου Αλέξανδρου και για κάθε $j \in \{1, \dots, m\}$, $\langle \text{sid}_j \rangle$, $\langle \text{type}_j \rangle$ και $\langle \text{general}_j \rangle$ είναι αντίστοιχα το αναγνωριστικό, η ιδιότητα και ο στρατηγός του αλόγου που αντιστοιχεί στον i -οστό κόμβο της λίστας αυτής.

Y

Γεγονός το οποίο σηματοδοτεί την εκτύπωση της λίστας σατραπειών. Μετά το πέρας της εκτέλεσης ενός τέτοιου γεγονότος το πρόγραμμα θα πρέπει να τυπώνει την ακόλουθη πληροφορία:

Y

Satrapy₁ = $\langle \text{aid}_{1,1}, \text{type}_{1,1}, \text{general}_{1,1} \rangle, \langle \text{hid}_{1,2}, \text{type}_{1,2}, \text{general}_{1,2} \rangle, \dots, \langle \text{hid}_{1,m_1}, \text{type}_{1,m_1}, \text{general}_{1,m_1} \rangle$
 Satrapy₂ = $\langle \text{aid}_{2,1}, \text{type}_{2,1}, \text{general}_{2,1} \rangle, \langle \text{hid}_{2,2}, \text{type}_{2,2}, \text{general}_{2,2} \rangle, \dots, \langle \text{hid}_{2,m_2}, \text{type}_{2,m_2}, \text{general}_{2,m_2} \rangle$
 ...
 Satrapy_n = $\langle \text{aid}_{n,1}, \text{type}_{n,1}, \text{general}_{n,1} \rangle, \langle \text{hid}_{n,2}, \text{type}_{n,2}, \text{general}_{n,2} \rangle, \dots, \langle \text{hid}_{n,m_n}, \text{type}_{n,m_n}, \text{general}_{n,m_n} \rangle$

DONE

για κάθε i , $1 \leq i \leq n$, m_i είναι το πλήθος των κόμβων της λίστας στρατιωτών της i -οστής σατραπείας, και για κάθε $j \in \{1, \dots, m_i\}$, $\text{aid}_{i,j}$, $\text{type}_{i,j}$ και $\text{general}_{i,j}$ είναι αντίστοιχα το αναγνωριστικό, η ιδιότητα και ο στρατηγός του στρατιώτη που αντιστοιχεί στον j -οστό κόμβο της λίστας στρατιωτών της i -οστής σατραπείας.

Δομές Δεδομένων

Στην υλοποίησή σας δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιήσετε έτοιμες δομές δεδομένων (π.χ., ArrayList στη Java, κ.α.). Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι δομές σε C που πρέπει να χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση της παρούσας εργασίας.

```
struct Army {
    unsigned int id;
    unsigned int type;
    unsigned int general;
    struct Army *next;
};

struct GA_Battle {
    unsigned int soldier_id;
    unsigned int horse_id;
    unsigned int general;
    struct GA_Battle *next;
};

struct Satrapy {
    unsigned int id;
    struct Army *s_army;
    struct Satrapy *next;
    struct Satrapy *prev;
    struct Army *sentinel;
};

struct S_Battle {
    unsigned int soldier_id;
    unsigned int satrapy_id;
    unsigned int type;
    struct S_Battle *next;
};
```

Βαθμολογία Γεγονότων

R	10
H	10
S	10
A	10
P	12
B	12
K	8
V	12
D	12
X	2
Y	2

Χρονολόγιο (W.W. Tarn, «Ο Αλέξανδρος πίσω από τον Μέγα», Ηγέτες, Επιστημονική Επιμέλεια: Μιλτιάδης Χατζόπουλος)

360 π.Χ.	350 π.Χ.	340 π.Χ.	330 π.Χ.	320 π.Χ.	310 π.Χ.
359 π.Χ. Ο Φίλιππος Β', πατέρας του Αλέξανδρου, ανέρχεται στο θρόνο της Μακεδονίας.	354 π.Χ. Ο Δημοσθένης αντιμάχεται την ιδέα της εκστρατείας των Ελλήνων εναντίον της Περσίας.	340 π.Χ. Ο Αλέξανδρος σταματά τις σπουδές του κοντά στον Αριστοτέλη και επιστρέφει στην Πέλλα. Καταστέλλει την εξέγερση των Μαιδών, ενώ ο Φίλιππος απουσιάζει.	335 π.Χ. Εκστρατείες του Αλέξανδρου κατά των Ιλλυριών, των Τριβαλλών, των Αγριάνων και των Παϊόνων. Τον Νοέμβριο πολιορκεί και καταλαμβάνει τη Θήβα.	326 π.Χ. Ο Αλέξανδρος στον Ινδό ποταμό. Εισβολή στην κυρίως Ινδία και μάχη με τον Πύρω στον Υδάσπη. Πεθαίνει ο Βουκειράλας. Οι στρατιώτες αντιδρούν στη συνέχιση της εκστρατείας μετά τον Υάραση. Το στράτευμα αρχίζει την κάθοδο πλωτών ποταμών προς τη θάλασσα, για να επιστρέψει στην πατρίδα.	
	349 π.Χ. Ο Λεωνίδας, συγγενής της Ολυμπιάδας, αναλαμβάνει την αναστροφή του Αλέξανδρου.	338 π.Χ. Μάχη της Χαιρώνειας. Ο Φίλιππος συντρίβει τους Αθηναίους και τους Θηβαίους, με τον Αλέξανδρο επικεφαλής του ιππικού.	336 π.Χ. Ο Παρμενίων με το στρατό των Μακεδόνων φτάνει στη Μικρά Ασία. Δολοφονείται ο Φίλιππος και ανεβαίνει στο θρόνο ο Αλέξανδρος.	325 π.Χ. Ο Αλέξανδρος στα Πάταλα. Από εκεί ξεκινά για να διασχίσει την έρημο της Γεδρωσίας. Ο Νέαρχος παραπλέει τις ακτές της Μεγάλης Θάλασσας.	
	344 π.Χ. Ο Φίλιππος, άρχοντας της Θεσσαλίας.	334 π.Χ. Ο Αριστοτέλης γίνεται δάσκαλος του Αλέξανδρου.	334 π.Χ. Εκστρατεία κατά της Ασίας. Μάχη του Γρανικού και κατάληψη της Μιλήτου και της Αλικαρνασσού, της Χίου και της Λέσβου, της Φρυγίας, της Παμφυλίας και της Λυκίας. Ο Αλέξανδρος λύνει τον Γόρδιο Δεσμό.		
		337 π.Χ. Ο Φίλιππος χωρίζει με την Ολυμπιάδα και παντρεύεται την Κλεοπάτρα. Αλέξανδρος και Ολυμπιάδα καταφεύγουν στην Ήπειρο.	330 π.Χ. Καταλαμβάνονται η Περσέπολη, που πυρπολείται, και τα Εκβάτανα. Ο Βήσσος δολοφονεί τον Δαρείο. Εκτελείται ο Φιλώτας, που κατηγορήθηκε για συνωμοσία, και δολοφονείται ο πατέρας του, ο Παρμενίων.		
			329 π.Χ. Πορεία στη Σογδιανή. Σύλληψη και εκτέλεση Βήσσου. Κατάληψη Σαμαρκάνδης.		
			328 π.Χ. Φόνος του Κλείτου.	327 π.Χ. Ο Αλέξανδρος παντρεύεται τη Ρωξάνη και εκστρατεύει στην Ινδία.	
			333 π.Χ. Καταλαμβάνεται η Καπαδοκία και η Κιλικία. Μάχη της Ισσού.		
356 π.Χ. Γεννιέται ο Αλέξανδρος στην Πέλλα, πρωτεύουσα του μακεδονικού κράτους.				323 π.Χ. Ο Αλέξανδρος πεθαίνει στη Βαβυλώνα.	
				332 π.Χ. Πολιορκούνται και καταλαμβάνονται η Τύρος και η Γάζα. Ο Αλέξανδρος στην Αίγυπτο.	
				331 π.Χ. Ο Αλέξανδρος επισκέπτεται το μαντείο του Άμμωνα στην όαση Σίβα και ιδρύει την Αλεξάνδρεια. Κατευθύνεται προς τη Μεσοποταμία και περνά τον Ευφράτη και τον Τίγρη. Μάχη στα Γαυγάμηλα. Καταλαμβάνονται η Βαβυλώνα και τα Σούσα.	