

Αρχές Γλωσσών Προγραμματισμού & Μεταφραστών**Τμήμα Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής****Πανεπιστήμιο Πατρών****Εαρινό Εξάμηνο 2022****Διδάσκοντες: Ι. Γαροφαλάκης, Σ. Σιούτας, Π. Χατζηδούκας****Εργαστηριακή Άσκηση**

Σκοπός της εργαστηριακής άσκησης είναι να εξοικειωθείτε με την περιγραφή μιας γλώσσας σε μορφή BNF, βασικές έννοιες των μεταγλωττιστών και τελικά να υλοποιήσετε δύο από τα τμήματα ενός μεταγλωττιστή, έναν συντακτικό και ένα λεκτικό αναλυτή με τη χρήση των εργαλείων Bison και Flex.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΤΙΚΑ**Παραδοτέα**

- ❖ **Γραπτή Αναφορά** που περιλαμβάνει:
 - Τα στοιχεία των μελών της ομάδας (Ονοματεπώνυμο, ΑΜ, Έτος, e-mail)
 - Την περιγραφή της γραμματικής της γλώσσας σε BNF.
 - Τα **ΤΕΛΙΚΑ** αρχεία περιγραφής της γλώσσας, τα οποία δίνονται ως **είσοδος** στα Flex και Bison
 - Screenshots παραδειγμάτων εφαρμογής (τουλάχιστον ένα παράδειγμα για κάθε ερώτημα, για επιτυχημένη και ανεπιτυχή ανάλυση)
 - Σχόλια - Παραδοχές που έγιναν για την ανάπτυξη της εργασίας
- ❖ Συμπιεσμένα σε **ένα αρχείο (zip)** τα:
 - Την παραπάνω γραπτή αναφορά.
 - Τα **ΤΕΛΙΚΑ** αρχεία εισόδου για το flex και το bison.
 - Τον **ΤΕΛΙΚΟ** κώδικα σε C (και το .h αρχείο) που παράγεται από τα δύο προγράμματα και ο εκτελέσιμος κώδικας του parser.
 - Τα δοκιμαστικά αρχεία που δόθηκαν σαν είσοδο στον parser για να ελεγχθεί η σωστή λειτουργία του.

Το αρχείο zip πρέπει να έχει όνομα τους αριθμούς μητρώου των ατόμων της ομάδας διαχωρισμένους με _ και από τον μικρότερο στο μεγαλύτερο (π.χ. 1000_1543_2788_3972.zip), και να υποβληθεί (ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΑ) στο eclass του μαθήματος και στο μήνυμα να αναφέρονται τα ονοματεπώνυμα, το έτος και οι αντίστοιχοι αριθμοί μητρώου των μελών της ομάδας, καθώς και οι e-mail διευθύνσεις όλων των μελών της ομάδας

Διευκρινίσεις

- ❖ Για τη λειτουργία των εργαλείων Flex και Bison μπορείτε να βρείτε πληροφορίες στο eclass του μαθήματος.
- ❖ Η άσκηση θα γίνει σε ομάδες από 1 έως 4 άτομα.
- ❖ Η συμβολή της στον τελικό βαθμό είναι 30%.
- ❖ Η άσκηση είναι υποχρεωτική και πρέπει ο βαθμός της να είναι τουλάχιστον 5.
- ❖ Οι τελικές ημερομηνίες παράδοσης θα καθοριστούν αναλόγως με τις ημερομηνίες γραπτών εξετάσεων περιόδου Ιουνίου και Σεπτεμβρίου αντίστοιχα. Αναλόγως θα καθοριστεί και η ημερομηνία της προφορικής εξέτασης της εργασίας.
- ❖ Τυχόν απορίες ή υποδείξεις αναρτώνται **ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΑ** στο χώρο “Συζητήσεις” στην σελίδα του μαθήματος στο eclass

(<https://eclass.upatras.gr/modules/forum/?course=CEID1091>)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΚΗΣΗΣ

Το JSON αποτελεί ένα ανοικτό πρότυπο το οποίο χρησιμοποιεί κείμενο αναγνώσιμο από τον άνθρωπο με σκοπό τη μετάδοση πληροφοριακών αντικειμένων δεδομένων. Η συντομογραφία του JavaScript Object Notation είναι μια μορφή κειμένου που βασίζεται σε ένα υποσύνολο της γλώσσας προγραμματισμού JavaScript, αλλά είναι εντελώς ανεξάρτητη από την οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού. Χρησιμοποιείται ως μια εναλλακτική λύση της XML για τη μετάδοση δεδομένων μεταξύ του εξυπηρετητή και των εφαρμογών διαδικτύου.

Το JSON αποτελείται από δυο δομές. Η πρώτη δομή είναι μια συλλογή από ζεύγη ονομάτων/τιμών, στις περισσότερες γλώσσες προγραμματισμού αυτό μπορεί να γίνει αντιληπτό ως ένα αντικείμενο, μια δομή ένα λεξικό ή μια λίστα κλειδιών.

Η δεύτερη δομή είναι μια ταξινομημένη λίστα τιμών, στις περισσότερες γλώσσες προγραμματισμού αυτό μπορεί να γίνει αντιληπτό ως ένας πίνακας, μια λίστα ή μια ακολουθία.

Τα παραπάνω στο JSON παίρνουν τις παρακάτω μορφές:

- **JSON String**

Είναι μια συλλογή από 0 ή περισσότερους UNICODE χαρακτήρες, που περιέχονται σε διπλά εισαγωγικά "...", χρησιμοποιώντας το χαρακτήρα διαφυγής \.

Παραδείγματα από JSON Strings:

- " "
- "test"
- "info \"within quotes\""

- **JSON Number**

Μοιάζουν με τους αριθμούς της C ή της Java, εκτός όμως από την οκταδική και δεκαεξαδική μορφή. Επιπλέον δεν χρειάζονται τα διπλά εισαγωγικά.

Παραδείγματα από JSON Numbers:

- 20 (ακέραιος)
- -20.50 (πραγματικός)
- 5.3e-3 (επιστημονική σημειογραφία)

- **JSON Array**

Αποτελεί μια συλλογή από τιμές σε σειρά που εμπεριέχονται μεταξύ [] και διαχωρίζονται με , (κόμμα).

Παραδείγματα από JSON Arrays:

- Πίνακας με Strings: ["one", "two", "three"]
- Πίνακας με Numbers: [50, -12, 0.75]
- Πίνακας με διαφορετικούς τύπους: [15, "string", -12.34]

Τα web services είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει στις εφαρμογές να επικοινωνούν μεταξύ τους ανεξαρτήτως πλατφόρμας και γλώσσας προγραμματισμού. Ένα web service είναι μια διεπαφή λογισμικού (software interface) που περιλαμβάνει μια συλλογή από λειτουργίες, οι οποίες μπορούν να προσεγγιστούν από το δίκτυο μέσω πρότυπων μηνυμάτων, για να περιγράψουν μία λειτουργία προς εκτέλεση και τα δεδομένα προς ανταλλαγή με κάποια άλλη εφαρμογή.

Η ΟΠΑΠ ΑΕ παρέχει τις παρακάτω διαδικτυακές υπηρεσίες μέσω web services τύπου REST (Representational State Transfer), προκειμένου να χρησιμοποιηθούν από οποιοδήποτε ενδιαφερόμενο μέρος. Τα σχετικά δεδομένα επιστρέφονται σε μορφή JSON.

Για τη χρήση των web services μέσω του url <https://www.opap.gr/web-services> δεν θα χρειαστεί να δημιουργήσετε λογαριασμό ή να εισάγετε κάποιο API KEY. Το Swagger αρχείο για τα Web Services βρίσκεται στο: <https://api.opap.gr/numerics/v1.0/api-swagger>

Για τα παιχνίδια KINO, POWERSPIN, SUPER3, ΠΡΟΤΟ, ΛΟΤΤΟ, ΤΖΟΚΕΡ και EXTRA5 παρέχονται οι παρακάτω μέθοδοι:

Περιγραφή	Κλήση
Επιστρέφει το DrawID, τα στοιχεία, και τα αποτελέσματα της πιο πρόσφατης κλήρωσης/διαγωνισμού του παιχνιδιού	https://api.opap.gr/draws/v3.0/{gameId}/last-result-and-active
Επιστρέφει κληρώσεις/διαγωνισμούς του παιχνιδιού για συγκεκριμένο εύρος ημερομηνιών	https://api.opap.gr/draws/v3.0/{gameId}/draw-date/{fromDate}/{toDate}
Επιστρέφει τους τελευταίους διαγωνισμούς/κληρώσεις για το παιχνίδι	https://api.opap.gr/draws/v3.0/{gameId}/last/{limit}
Επιστρέφει τα DrawIds του παιχνιδιού για συγκεκριμένο εύρος ημερομηνιών	https://api.opap.gr/draws/v3.0/{gameId}/draw-date/{fromDate}/{toDate}/draw-id
Επιστρέφει τα στοιχεία και τα αποτελέσματα κλήρωσης ή διαγωνισμού παιχνιδιού για συγκεκριμένο DrawId	https://api.opap.gr/draws/v3.0/{gameId}/{drawId}
Επιστρέφει τα αποτελέσματα/την κλήρωση του παιχνιδιού για συγκεκριμένο εύρος Draw Ids	https://api.opap.gr/draws/v3.0/{gameId}/draw-id/{fromDrawId}/{toDrawId}
Επιστρέφει την επερχόμενη κλήρωση του παιχνιδιού	https://api.opap.gr/draws/v3.0/{gameId}/upcoming/1
Επιστρέφει τον ενεργό διαγωνισμό του παιχνιδιού	https://api.opap.gr/draws/v3.0/{gameId}/active
Επιστρέφει στατιστικά στοιχεία του παιχνιδιού (για όλα τα παιχνίδια εκτός από το KINO)	https://api.opap.gr/games/v1.0/{gameId}/statistics
Επιστρέφει στατιστικά στοιχεία του παιχνιδιού για το KINO	https://api.opap.gr/games/v1.0/1100/statistics?drawRange=1801

Σημειώσεις	
{gameId} - Παιχνίδι 1100 Kino 1110 Powerspin 2100 Super3 2101 Proto 5103 Lotto 5104 Tzoker 5106 Extra5	{fromDate} / {toDate} : Μορφή ημερομηνίας: yyyy-mm-dd (πχ 2018-06-01 για την 1η Ιουνίου, 2018)
	{limit} : Αριθμός των τελευταίων διαγωνισμών/κληρώσεων για τους οποίους θα επιστραφούν δεδομένα
	{drawId} : ID διαγωνισμού/κλήρωσης

	{fromDrawId} / {toDrawId} : από – έως εύρος DrawIDs κληρώσεων/διαγωνισμών για τους οποίους θα επιστραφούν δεδομένα
--	--

Για να λάβουμε τα αποτελέσματα της πιο πρόσφατης κλήρωσης του παιχνιδιού TZOKER (Gameid:5104 : Tzoker), θα χρησιμοποιήσουμε την παρακάτω κλήση, η οποία επιστρέφει τα αποτελέσματα σε μορφή JSON:

<https://api.opap.gr/draws/v3.0/5104/last-result-and-active>

Τα αποτελέσματα μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με το πότε θα έχει πραγματοποιηθεί η κλήση, καθώς αφορούν πάντα τη τελευταία κλήρωση. Στο συνοδευτικό αρχείο **last_result.json** θα βρείτε ένα παράδειγμα επιστρεφόμενων αποτελεσμάτων για την συγκεκριμένη κλήση, βάσει του οποίου δίνονται οι προδιαγραφές της γλώσσας ακολούθως.

Προδιαγραφές γλώσσας

- Εάν δεν αναφέρεται ρητά κάτι διαφορετικό, οι χαρακτήρες λευκού διαστήματος (whitespaces) δεν αποτελούν μέρος της γλώσσας και δεν παίζουν ρόλο στη σύνταξη.
- Το στοιχείο **“last”** θα πρέπει να εμφανίζεται πριν το στοιχείο **“active”**.
- Το στοιχείο **“last”** θα πρέπει να περιέχει τα ακόλουθα στοιχεία:
 - **“gameId”** - τύπου θετικού ακεραίου
 - **“drawId”** - τύπου θετικού ακεραίου
 - **“drawTime”** - τύπου θετικού ακεραίου
 - **“status”** - τύπου αλφαριθμητικού
 - **“drawBreak”** - τύπου θετικού ακεραίου
 - **“visualDraw”** - τύπου θετικού ακεραίου
 - **“pricePoints”** - το στοιχείο αυτό θα πρέπει να περιέχει το στοιχείο amount - τύπου θετικού πραγματικού
 - **“winningNumbers”** - δείτε ακολούθως λεπτομέρειες
 - **“prizeCategories”** - δείτε ακολούθως λεπτομέρειες
 - **“wagerStatistics”** - δείτε ακολούθως λεπτομέρειες
- Το στοιχείο **“winningNumbers”** (εντός του στοιχείου **“last”**) θα πρέπει να περιέχει τα ακόλουθα στοιχεία:
 - **“list”** - τύπου array, στο οποίο περιέχονται θετικοί ακέραιοι
 - **“bonus”** - τύπου array, στο οποίο περιέχεται θετικός ακέραιος
- Το στοιχείο **“active”** θα πρέπει να περιέχει τα ακόλουθα στοιχεία:
 - **“gameId”** - τύπου θετικού ακεραίου
 - **“drawId”** - τύπου θετικού ακεραίου
 - **“drawTime”** - τύπου θετικού ακεραίου
 - **“status”** - τύπου αλφαριθμητικού
 - **“drawBreak”** - τύπου θετικού ακεραίου
 - **“visualDraw”** - τύπου θετικού ακεραίου
 - **“pricePoints”** - το στοιχείο αυτό θα πρέπει να περιέχει το στοιχείο amount - τύπου θετικού πραγματικού
 - **“prizeCategories”** - δείτε ακολούθως λεπτομέρειες
 - **“wagerStatistics”** - δείτε ακολούθως λεπτομέρειες
- Το στοιχείο **“prizeCategories”** (είτε εμπεριέχεται στο στοιχείο **“last”** είτε στο στοιχείο **“active”**) είναι τύπου array, στο οποίο θα εμπεριέχονται εμφωλευμένα JSON αντικείμενα, τα οποία θα πρέπει να έχουν τα ακόλουθα στοιχεία:
 - **“id”** - τύπου θετικού ακεραίου, στο εύρος 1 - 8
 - **“divident”** - τύπου θετικού πραγματικού
 - **“winners”** - τύπου θετικού ακεραίου

- “distributed” - τύπου θετικού πραγματικού
- “jackpot” - τύπου θετικού πραγματικού
- “fixed” - τύπου θετικού πραγματικού
- “categoryType” - τύπου θετικού ακεραίου 0 ή 1
- “gameType” - τύπου αλφαριθμητικού
- “minimumDistributed” - τύπου θετικού πραγματικού. Το συγκεκριμένο στοιχείο εμφανίζεται μόνο όταν “id”:1.
- Το στοιχείο “wagerStatistics” (είτε εμπεριέχεται στο στοιχείο “**last**” είτε στο στοιχείο “**active**”) θα πρέπει να περιέχει τα ακόλουθα στοιχεία:
 - “columns” - τύπου θετικού ακεραίου
 - “wagers” - τύπου θετικού ακεραίου
 - “addOn” - τύπου JSON Array

Ερωτήματα

1. (60%)
 - a. Δώστε σε BNF το συντακτικό ορισμό της γραμματικής της γλώσσας.
 - b. Χρησιμοποιώντας τα προγράμματα Flex και Bison, υλοποιήστε έναν λεξικό και συντακτικό αναλυτή, ο οποίος θα παίρνει ως είσοδο ένα αρχείο γραμμένο στη ψευδογλώσσα που περιγράφηκε παραπάνω και θα ελέγχει σε ένα πέραςμα αν το πρόγραμμα είναι συντακτικά ορθό. Το πρόγραμμά σας θα καλείται από τη γραμμή εντολών ως εξής:
prompt> myParser.exe file
και θα επιστρέφει το ίδιο το πρόγραμμα στην οθόνη και ένα διαγνωστικό μήνυμα για το αν ήταν ορθώς γραμμένο, ή κατάλληλο μήνυμα σφάλματος (πρέπει να φαίνεται η γραμμή όπου υπάρχει το σφάλμα).

2. (30%)

ΕΠΕΚΤΕΙΝΕΤΕ τον παραπάνω αναλυτή με τις ακόλουθες λειτουργίες:

Ο αναλυτής θα πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίσει δεδομένα που μπορεί να έχουν επιστραφεί είτε από την παραπάνω κλήση είτε από την κλήση

<https://api.opap.gr/draws/v3.0/5104/draw-date/{fromDate}/{toDate}>

όπου τα στοιχεία fromDate και toDate δηλώνουν το εύρος ημερομηνιών για το οποίο έχουν ζητηθεί δεδομένα και έχουν μορφή YYYY-MM-DD, όπου Y: Year, M: Month, D: Day.

Στο συνοδευτικό αρχείο **range_result.json** μπορείτε να βρείτε ένα παράδειγμα επιστρεφόμενων αποτελεσμάτων για την συγκεκριμένη κλήση, βάσει του οποίου δίνονται οι επιπρόσθετες προδιαγραφές της γλώσσας ακολούθως.

Επομένως, ο ίδιος αναλυτής θα πρέπει να αναγνωρίζει δοκιμαστικά αρχεία, το περιεχόμενο των οποίων ακολουθεί είτε τη μορφή του last_result.json, είτε του range_result.json (και όχι συνδυασμό αυτών).

Πρόσθετες προδιαγραφές γλώσσας

- Για τα ακόλουθα στοιχεία, θα πρέπει να ισχύει η σειρά εμφάνισης: **“content”**, **“totalPages”**, **“totalElements”**, **“last”**, **“numberOfElements”**, **“sort”**, **“first”**, **“size”**, **“number”**.
- Το στοιχείο **“content”** είναι τύπου array, το οποίο περιέχει εμφωλευμένα JSON αντικείμενα τα οποία περιέχουν τα ακόλουθα στοιχεία:
 - **“gameId”** - τύπου θετικού ακεραίου
 - **“drawId”** - τύπου θετικού ακεραίου
 - **“drawTime”** - τύπου θετικού ακεραίου
 - **“status”** - τύπου αλφαριθμητικού
 - **“drawBreak”** - τύπου θετικού ακεραίου
 - **“visualDraw”** - τύπου θετικού ακεραίου
 - **“pricePoints”** - το στοιχείο αυτό θα πρέπει να περιέχει το στοιχείο amount - τύπου θετικού πραγματικού
 - **“winningNumbers”** - όπως ορίστηκε στο 1ο ερώτημα
 - **“prizeCategories”** - όπως ορίστηκε στο 1ο ερώτημα
 - **“wagerStatistics”** - όπως ορίστηκε στο 1ο ερώτημα
- Το στοιχείο **“totalPages”** είναι τύπου θετικού ακεραίου.
- Το στοιχείο **“totalElements”** είναι τύπου θετικού ακεραίου.
- Το στοιχείο **“last”** είναι τύπου Boolean, με δυνατές τιμές true, false.
- Το στοιχείο **“numberOfElements”** είναι τύπου θετικού ακεραίου.
- Το στοιχείο **“sort”** είναι τύπου array, το οποίο περιέχει εμφωλευμένο JSON αντικείμενο με τα ακόλουθα στοιχεία:
 - **“direction”** - τύπου αλφαριθμητικού
 - **“property”** - τύπου αλφαριθμητικού (σύνταξη property κλάσης)
 - **“ignoreCase”** - τύπου Boolean, με δυνατές τιμές true, false
 - **“nullHandling”** - τύπου αλφαριθμητικού
 - **“descending”** - τύπου Boolean, με δυνατές τιμές true, false
 - **“ascending”** - τύπου Boolean, με δυνατές τιμές true, false
- Το στοιχείο **“first”** είναι τύπου Boolean, με δυνατές τιμές true, false.
- Το στοιχείο **“size”** είναι τύπου θετικού ακεραίου.
- Το στοιχείο **“number”** είναι τύπου θετικού ακεραίου

3. (10%)

Κάντε τις απαραίτητες αλλαγές στα παραπάνω, ώστε:

- a. να γίνεται έλεγχος ορθότητας της τιμής του στοιχείου "gameId". Οι έγκυρες τιμές για το στοιχείο φαίνονται στο 2ο πίνακα προηγουμένως.
- b. το στοιχείο "prizeCategories" να περιέχει ακριβώς 8 εμφωλευμένα JSON αντικείμενα.
- c. στο στοιχείο "list" του "winningNumbers" να περιέχονται ακριβώς 5 θετικοί ακέραιοι, στο εύρος 1 - 45.

Διαφορετικά η διαδικασία της ανάλυσης να διακόπτεται με εμφάνιση σχετικού σφάλματος.

Παρατήρηση: Ως δοκιμαστικά αρχεία (επιπλέον των 2 που δίνονται στο zip αρχείο) μπορείτε είτε να δημιουργήσετε δικά σας, τα οποία θα καλύπτουν τις περιπτώσεις σωστής και λανθασμένης σύνταξης, είτε να χρησιμοποιήσετε τις κλήσεις που δίνονται παραπάνω προς το API του ΟΠΑΠ.