ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ–ΗΥ352

ΧΕΙΜΕΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ 2020
ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΣΑΒΒΙΔΗΣ

ΕΡΓΑΣΙΑ (ομάδες μέχρι δύο άτομα)
Ανάθεση: Παρασκευή 11 Δεκεμβρίου 2020
Παράδοση: -

Θέμα – Κατασκευή γλώσσας για JSON (JavaScript Object Notation)

Θέμα της εργασίας είναι η κατασκευή μιας γλώσσας ειδικού σκοπού για τον ορισμό και χρήση δεδομένων σε μορφή JSON. Η γλώσσα που θα κατασκευάσετε (περιγράφεται παρακάτω) θα γίνεται compiled ως C++ οπότε θα χρειαστείτε ένα ή περισσότερα header files με κατάλληλους ορισμούς ώστε το πρόγραμμά σας που είναι γραμμένο στη γλώσσα ειδικού σκοπού να αντιστοιχεί σε valid C++ κώδικα και να κάνει compile σωστά. Όπως και στη C++ τα whitespaces αγνοούνται. Ένα πρόγραμμα θα έχει πάντα την εξής μορφή:

```
#include <JSONlang.h>
json variable definition1
json variable definition2
…
PROGRAM_BEGIN
      json variable definition3
      …
      json editing statement1
      json variable definitionk
      …
      json editing statement2
      …
      json editing statementn
PROGRAM_END
```

Στοιχεία της γλώσσας

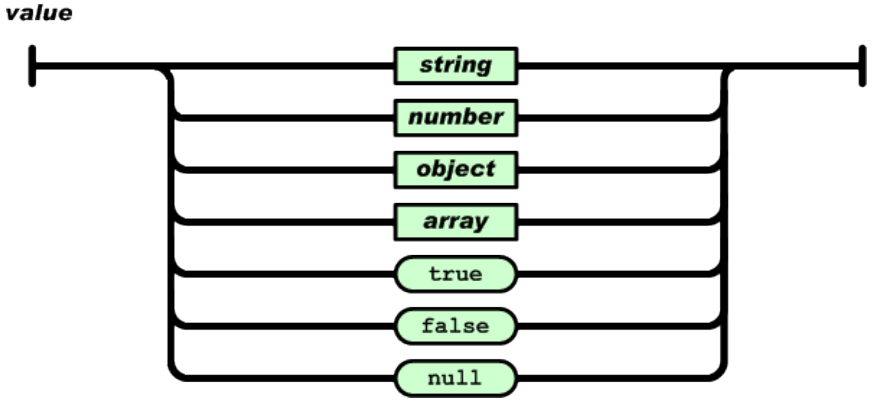
Ορισμός json variable

Η δήλωση ενός json variable γίνεται με το παρακάτω συντακτικό (προσέξτε ότι στο τέλος κάθε δήλωσης δεν υπάρχει semicolon):

- **JSON(***name***) = *value***

Το *name* είναι το αναγνωριστικό που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο json variable ώστε να μπορούμε να αναφερθούμε σε αυτό στη συνέχεια.

Το *value* είναι η τιμή που θα πάρει το json variable. Ως value θεωρούμε οτιδήποτε από αυτά που φαίνονται στην παρακάτω εικόνα:



Στον παρακάτω πίνακα ακολουθεί η ανάλυση για κάθε κατηγορία value της γλώσσας:

Value Type	*Επεξήγηση*	*Παράδειγμα*	*Συντακτικό στη γλώσσα μας*
string	*Αλφαριθμητικό (ακολουθία από χαρακτήρες)*	*"example"*	**STRING(***"example"***)**
number	*Αριθμός (ακέραιος ή δεκαδικός)*	*23*	**NUMBER(***23***)**
true	*Αληθής*	*true*	**TRUE**
false	*Ψευδής*	*false*	**FALSE**
null	*No value*	*null*	**NULL**
object	*Μη διατεταγμένο σύνολο από ζευγάρια κλειδιών με τιμές. Μεταξύ τους τα ζευγάρια χωρίζονται με κόμμα. Ένα object μπορεί να έχει κανένα,ένα ή περισσότερα ζευγάρια.*	*{ "title": "C++11", "year": 2011 }*	**OBJECT{** **KEY(***title***) :STRING(***"C++11"***),** **KEY(***year***) :NUMBER(***2011***)** **}**
array	*Διατεταγμένο σύνολο από τιμές. Οι τιμές μεταξύ τους χωρίζονται με κόμμα. Ένας πίνακας μπορεί να περιέχει καμία, μία ή περισσότερες τιμές.*	*[] // empty array [2020, "HY352", { "id": 352 }]*	**ARRAY***// empty array* **ARRAY[** **NUMBER(***2020***),** **STRING(***"HY352"***),** **OBJECT{** **KEY(***id***): NUMBER(***352***)** **}** **]**

Παραδείγματα:

```
//define emptyObj json with empty object
JSON(emptyObj) = OBJECT {}
//define emptyArray json with empty array
JSON(emptyArray) = ARRAY
//define book json with an object containing data for a book
JSON(book) = OBJECT {
      KEY(title) : STRING("Gone Girl"),
      KEY(published) : NUMBER(2012),
      KEY(type) : STRING("Thriller"),
      KEY(author) : OBJECT{
         KEY(firstname) : STRING("GILLIAN"),
         KEY(surname) : STRING("FLYNN"),
         KEY(age) : NUMBER(45)
      }
}


//define week_temperatures json with an array of numbers
JSON(week_temperatures) = ARRAY [
      NUMBER(20),NUMBER(19.5),NUMBER(19),NUMBER(20),
      NUMBER(19),NUMBER(18.5),NUMBER(19)
]
```

```
//define students json with an array of objects representing students
JSON(students) = ARRAY [
      OBJECT {
            KEY(name)   : STRING("Kevin Malone"),
            KEY(id)     : NUMBER(4444),
            KEY(grades) : ARRAY[
                  OBJECT { KEY(hy100) : NUMBER(9.5) },
                  OBJECT { KEY(hy150) : NUMBER(9) },
                  ...
            ]
      },
      ...
]
```

Επεξεργασία json variables και values

Η γλώσσα θα πρέπει να υποστηρίζει την επεξεργασία τιμών των json variables που έχουν οριστεί. Για αυτό το λόγο υπάρχουν οι παρακάτω ενέργειες:

➢ **SET** *json_lvalue* **ASSIGN** *value*

Αναθέτει τιμή σε εσωτερικούς κόμβους ενός json variable ή και σε ολόκληρο το json variable. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει ο κόμβος προστίθεται ένα νέο στοιχείο. Παραδείγματα με βάση τα παραπάνω ορισμένα json variables:

```
//change 3rd day temperature from 19 to 22
SET week_temperatures[2] ASSIGN NUMBER(22)
//add email address for 1st student
SET students[0]["email"] ASSIGN STRING("csd404@csd.uoc.gr")
//assign new object in emptyObj json
SET emptyObj ASSIGN OBJECT{ KEY(a) : STRING("alpha") }
```

➢ **SET** *json_array* **APPEND** *value1*, *value2*, …

Προσθέτει τα values που δίνονται ως όρισμα (value1, value2, …) στο json value που θα πρέπει να είναι πίνακας. Για παράδειγμα, αν θέλουμε να προσθέσουμε 3 επιπλέον θερμοκρασίες στο json week_temperatures:

```
//appends values 23, 22, 20 to the end of the temperature array
SET week_temperatures APPEND NUMBER(23), NUMBER(22), NUMBER(20)
//appends a grade for course hy255
SET students[0]["grades"] APPEND OBJECT { KEY(hy255) : NUMBER(9) }
```

➢ **ERASE** *json_value_or_variable*

Διαγράφει εσωτερικά json values από τα json objects ή arrays στα οποία περιέχονται. Σε περίπτωση json variable (που θα πρέπει να είναι object ή array) σβήνει όλα τα στοιχεία του.

Παραδείγματα:

```
ERASE book["author"]["age"] //removes age from author object of book
ERASE book["type"] //removes type of book
ERASE book //removes all book data, now book is an empty object
```

➢ **Χρήση των json values ως εκφράσεις με υποστήριξη αριθμητικών, λογικών, συσχετιστικών τελεστών και τελεστών ισότητας**

- Οι αριθμητικοί τελεστές (+, -, *, /, %) και συσχετιστικοί τελεστές (>, >=, <, <=) υποστηρίζονται μόνο μεταξύ αριθμών.
- Ειδική περίπτωση είναι ο τελεστής + που μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης και μεταξύ strings, arrays ή object.
    - Για τα αλφαριθμητικά το + θα ενώνει τα αλφαριθμητικά. Π.χ. Η πράξη `STRING("hello") + STRING(" world")` θα έχει ως αποτέλεσμα το value `STRING("hello world")`.
    - Για τα ARRAY και OBJECT θα δημιουργεί νέο value με την ένωση των τιμών. Π.χ. Η πράξη `ARRAY[ NUMBER(1), NUMBER(2)] + ARRAY[ NUMBER(3), NUMBER(4)]` θα έχει ως αποτέλεσμα το value `ARRAY[ NUMBER(1), NUMBER(2), NUMBER(3), NUMBER(4)]`
- Οι λογικοί τελεστές (&&, ||, !) υποστηρίζονται μόνο μεταξύ boolean values.
- Οι τελεστές ισότητας (==, !=) υποστηρίζονται μεταξύ values του ίδιου τύπου
    - Για arrays και objects συγκεκριμένα η ισότητα θα πρέπει να τσεκάρει αναδρομικά να είναι ίσα όλα τα περιεχόμενα τους

➢ Οποιοσδήποτε άλλος συνδυασμός τελεστών θα θεωρείται λάθος και θα πρέπει η γλώσσα να πετάει αντίστοιχο μήνυμα λάθους.

Οι αριθμητικές πράξεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν και κατά το definition των json, π.χ.:

```
JSON(hy352_ang) = OBJECT{ KEY(exam) : NUMBER(7), KEY(project) : NUMBER(8) }
JSON(students) = ARRAY[
  OBJECT {
    KEY(name) : STRING("Angela ") + STRING("Martin"),
    KEY(id) : NUMBER(4444),
    KEY(grades) : ARRAY[
       OBJECT {
        KEY(hy352):
        hy352_ang["exam"] * NUMBER(0.75) + hy352_ang["project"] * NUMBER(0.25)
       }
    ]
  }
]
```

Επιπλέον η γλώσσα θα πρέπει να υποστηρίζει τις παρακάτω συναρτήσεις

➢ **SIZE_OF(***json_value_or_variable***)**

- Επιστρέφει το πλήθος των στοιχείων σε ένα array ή object (για τις υπόλοιπες τιμές επιστρέφει 1)

➢ **IS_EMPTY(***json_value_or_variable***)**

- Ελέγχει αν ένα array ή object είναι κενό (για τις υπόλοιπες τιμές επιστρέφει false)

➢ **HAS_KEY(***json_value_or_variable, key***)**

- Ελέγχει αν υπάρχει το κλειδί στο object (για τις υπόλοιπες τιμές επιστρέφει false)

➢ **TYPE_OF(***json_value_or_variable***)**

- Επιστρέφει τον τύπο του ορίσματός του ως string (δηλαδή ένα εκ των "string", "number", "boolean", "object", "array", "null").

Εκτύπωση json variables και values

Η γλώσσα πρέπει να υποστηρίζει την εκτύπωση json expressions με το εξής συντακτικό:

➢ **PRINT** *json_expression*$_1$, *json_expression*$_2$, …

Παραδείγματα:

```
PRINT book["title"]   //prints:Gone Girl
PRINT book["author"]  //prints:
{firstname:"Gillian",surname:"Flynn",age:45}
PRINT book          //prints: the whole json for book
PRINT HAS_KEY(book, "author")//prints: true
//prints: Book has key author? True
PRINT STRING("Book has key author? "), HAS_KEY(book, "author")
```

Hints

Για να μετατρέψετε το συντακτικό της γλώσσας σε valid C++ χρησιμοποιήστε:

- Τη δυνατότητα για operator overloading που σας προσφέρει η C++, δίνοντας μεγάλη προσοχή στην προτεραιότητα των operators.
  - `operator[]`
    - Για τον ορισμό arrays
  - `operator,`
    - Για να μαζεύετε εκφράσεις που έχουν κόμμα ανάμεσα τους, πχ για τα arrays, για print πολλαπλών values κλπ.

- Δημιουργία προσωρινών στιγμιοτύπων ως επιστρεφόμενα αποτελέσματα, αλλά και ως βοηθητικά στιγμιότυπα σε εκφράσεις.

- Αρκετά τον preprocessor αφού λέξεις κλειδιά της γλώσσας όπως *JSON, OBJECT, ARRAY, STRING, κτλ.* Θα είναι macros που θα κρύβουν μετατροπές σε strings, κλήσεις συναρτήσεων, κάποιους operators ή και βοηθητικά προσωρινά στιγμιότυπα.

- Τους initializers της C++11 –{}– για κλήση constructors και αρχικοποίηση μεταβλητών