

Εργασία 4 – Περιβάλλον κατανεμημένης εκτέλεσης με διαφανή μετανάστευση και εξισορρόπηση φορτίου

Περιβάλλον εκτέλεσης SimpleScript

Υλοποιήστε ένα περιβάλλον εκτέλεσης για προγράμματα στην γλώσσα SimpleScript, με την παρακάτω σύνταξη:

Program = Tag {InstrLine}.	
InstrLine = [Label] Instr.	
Instr = SET Var VarVal	Var = VarVal
ADD Var VarValI1 VarValI2	Var = VarValI1 + VarValI2
SUB Var VarValI1 VarValI2	Var = VarValI1 - VarValI2
MUL Var VarValI1 VarValI2	Var = VarValI1 * VarValI2
DIV Var VarValI1 VarValI2	Var = VarValI1 / VarValI2
MOD Var VarValI1 VarValI2	Var = VarValI1 % VarValI2
BGT VarValI1 VarValI2 Label	if (VarValI1 > VarValI2) goto Label
BGE VarValI1 VarValI2 Label	if (VarValI1 >= VarValI2) goto Label
BLT VarValI1 VarValI2 Label	if (VarValI1 < VarValI2) goto Label
BLE VarValI1 VarValI2 Label	if (VarValI1 <= VarValI2) goto Label
BEQ VarValI1 VarValI2 Label	if (VarValI1 == VarValI2) goto Label
BRA Label	goto Label
SND VarVal {VarVal}	send_to(VarVal,{VarVal}) // blocking, CSP-style
RCV VarVal {VarVal}	recv_from(VarVal,{VarVal}) // blocking, CSP-style
SLP VarValI	sleep(VarValI)
PRN {VarVal}	print the values {VarVal} in a new line
RET.	return
Tag = #SIMPLESCRIPT	
VarVal = VarValI VarValS.	
VarValI = Var IntVal.	
VarValS = Var StrVal.	
Var = '\$' {Letter Digit}.	
Label = '#' {Letter Digit}.	
IntVal = [-] Digit {Digit}.	
StrVal = " {Letter Digit} ".	

Ο κώδικας ενός προγράμματος SimpleScript δίνεται σε ASCII, με κάθε εντολή σε ξεχωριστή γραμμή. Τα τμήματα μιας εντολής χωρίζονται με έναν ή περισσότερους κενούς χαρακτήρες. Υποστηρίζονται μεταβλητές τύπου integer και string που δηλώνονται αυτόματα μέσω των εντολών που αναφέρονται σε αυτές. Το πρόγραμμα δέχεται ορίσματα που προσπελάζονται μέσω προκαθορισμένων μεταβλητών \$arg<n>, όπου n ο αριθμός του ορίσματος. Κατά σύμβαση, το \$arg0 είναι ένα string με το όνομα του προγράμματος, και η μεταβλητή \$argc είναι ο αριθμός των ορισμάτων που περάστηκαν στο πρόγραμμα.

Αναπτύξτε έναν διερμηνέα SimpleScript που δέχεται το όνομα και τα ορίσματα ενός προγράμματος, και εκτελεί το πρόγραμμα εντολή προς εντολή. Σε περίπτωση συντακτικού λάθους ή ασυμβατότητας ορισμάτων μιας εντολής, πρέπει να εκτυπώνεται κατάλληλο μήνυμα και να τερματίζεται η εκτέλεση. Σε αυτό το στάδιο, οι εντολές γλώσσας SND/RCV πρέπει να ερμηνεύονται ως ports (θα υλοποιηθούν στο επόμενο στάδιο).

Στην συνέχεια, υλοποιήστε ένα περιβάλλον που υποστηρίζει την εντολή run <prog> <arg> ... <arg> για την εκτέλεση ενός προγράμματος SimpleScript. Κάθε πρόγραμμα πρέπει να εκτελείται μέσα από ένα ξεχωριστό «νήμα». Η εναλλαγή ανάμεσα στα νήματα πρέπει να γίνεται αυτόματα, υπό τον έλεγχο του περιβάλλοντος εκτέλεσης (όπως επιθυμείτε).

Το περιβάλλον πρέπει να προσφέρει στον χρήστη την εντολή list για την εκτύπωση του αριθμού και του προγράμματος που εκτελεί κάθε νήμα, και την εντολή kill <thread id> για τον τερματισμό ενός νήματος. Επίπλέον, κατά την εκτέλεση της εντολής γλώσσας PRN, το περιβάλλον πρέπει να εκτυπώνει και το αναγνωριστικό του νήματος που εκτελεί το πρόγραμμα.

Ομαδική εκτέλεση

Επεκτείνετε το περιβάλλον εκτέλεσης για να υποστηρίξει την ομαδική εκτέλεση προγραμμάτων SimpleScript, μέσω της εντολής `run <prog> <arg> ... <arg> || <prog> <arg> ... <arg> || ... || <prog> <arg> ... <arg>`. Τα νήματα κάθε ομάδας λαμβάνουν αυξανόμενα αριθμητικά αναγνωριστικά, αρχίζοντας από το 0 για το νήμα που εκτελεί το πρώτο πρόγραμμα που εμφανίζεται στην εντολή που δίνει ο χρήστης. Κάθε ομάδα πρέπει να λαμβάνει αυτομάτως ένα μοναδικό αναγνωριστικό και να εκτελείται ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες. Μια ομάδα τερματίζει την εκτέλεση της όταν τερματιστεί και το τελευταίο νήμα της. Αν προκύψει πρόβλημα στην διερμηνεία/εκτέλεση ενός νήματος, πρέπει να τερματίζεται συνολικά ολόκληρη η ομάδα.

Σε αυτό το στάδιο πρέπει να υλοποιηθούν οι εντολές γλώσσας SND/RCV στο πνεύμα του CSP, όπου το πρώτο όρισμα είναι το αναγνωριστικό του νήματος στο οποίο πρέπει να σταλεί το μήνυμα / από το οποίο πρέπει να παραληφθεί το μήνυμα, και τα υπόλοιπα ορίσματα είναι τα περιεχόμενα του μηνύματος. Επίσης, κατά την εκτέλεση της εντολής γλώσσας PRN, πρέπει να εκτυπώνεται και το αναγνωριστικό της ομάδας στην οποία ανήκει το νήμα που εκτελεί το πρόγραμμα. Ακόμα, η εντολή list πρέπει να επεκταθεί ώστε να εμφανίζει το αναγνωριστικό της ομάδας και το αναγνωριστικό του κάθε νήματος, ενώ η kill πρέπει πλέον να δέχεται ως όρισμα το αναγνωριστικό της ομάδας (και όχι το αναγνωριστικό ενός νήματος).

Κατανεμημένη εκτέλεση με μετανάστευση

Επεκτείνετε το περιβάλλον εκτέλεσης έτσι ώστε να υποστηρίζεται η μετανάστευση νημάτων κατά την διάρκεια της εκτέλεσης (live migration) σε ένα άλλο περιβάλλον εκτέλεσης, μέσω της εντολής `migrate <grp id> <thread id> <ip addr> <port>`. Το περιβάλλον αφετηρίας πρέπει να σώζει την κατάσταση του νήματος, αυτή να μεταφέρεται αξιόπιστα πάνω από το δίκτυο μαζί με τον κώδικα του νήματος, και να αποκαθίσταται στο περιβάλλον προορισμού έτσι ώστε το νήμα να συνεχίζει την εκτέλεση του από το σημείο που σταμάτησε. Ο αριθμός της ομάδας και του νήματος παραμένουν ως έχουν στο περιβάλλον προορισμού (τα αναγνωριστικά των ομάδων πρέπει να είναι μοναδικά σε καθολικό επίπεδο).

Η υλοποίηση των εντολών γλώσσας SND/RCV πρέπει να επεκταθεί έτσι ώστε να παρέχεται διαφάνεια επικοινωνίας, ακόμα και ανάμεσα σε νήματα που βρίσκονται σε διαφορετικά περιβάλλοντα εκτέλεσης ή βρίσκονται υπό μετανάστευση.

Αυτόματη εξισορρόπηση φορτίου

Επεκτείνετε την υλοποίηση έτσι ώστε τα νήματα να μοιράζονται ισομερώς στα υφιστάμενα περιβάλλοντα εκτέλεσης. Υλοποιήστε ένα πρωτόκολλο έτσι ώστε τα περιβάλλοντα εκτέλεσης να ανακαλύπτουν το ένα το άλλο και να ανταλλάσσουν πληροφορία για τον αριθμό των νημάτων που έχει το καθένα. Υλοποιήστε έναν απλό αλγόριθμο για την αυτόματη λήψη αποφάσεων μετανάστευσης νημάτων. Πρέπει να αποφεύγονται άσκοπες παλινδρομήσεις, όπου ένα ή περισσότερα νήματα μεταναστεύουν διαρκώς χωρίς αυτό να βελτιώνει επί της ουσίας την κατανομή των νημάτων.

Υποστηρίξτε την εντολή shutdown μέσω της οποίας ο χρήστης τερματίζει ένα περιβάλλον εκτέλεσης, με ομαλό τρόπο και αυτόματη μετανάστευση των νημάτων σε άλλα διαθέσιμα περιβάλλοντα εκτέλεσης. Αν στο περιβάλλον εκτέλεσης τρέχουν ακόμα κάποια νήματα και δεν υπάρχει άλλο διαθέσιμο περιβάλλον εκτέλεσης, η εντολή πρέπει να αποτυγχάνει.

Προαιρετικά: Εντοπισμός αδιεξόδου

Πρέπει να εντοπίζονται αδιέξοδα – όταν όλα τα νήματα μιας ομάδας έχουν μπλοκάρει στις εντολές γλώσσας SND/RCV χωρίς να υπάρχει περίπτωση αυτές να επιστρέψουν.

Χρησιμοποιήστε όποια γλώσσα προγραμματισμού επιθυμείτε. Ο κώδικας σας πρέπει να μεταφράζεται και να εκτελείται κανονικά στο περιβάλλον Linux του εργαστηρίου. Εναλλακτικά, μπορείτε να επιδείξετε την υλοποίηση σε δικά σας laptops που θα πρέπει να συνδέονται στο ενσύρματο δίκτυο του εργαστηρίου. Σιγουρευτείτε ότι η επίδειξη σας δουλεύει σωστά.

Φροντιστήριο/συζήτηση: **Πέμπτη 9 Μαΐου 2019**
Ημερομηνία παράδοσης: **Σάββατο 25 Μαΐου 2019, 22:00**