**Υπολογιστική Νοημοσύνη Αναφορά 2ης Εργασίας**

Σεργιάννης Παρασκευάς - Βασίλειος  
ΑΜ: 1067467  
Έτος: 5ο

*Github Link: https://github.com/PSergiannis/Computational\_Intelligence2023.git*

(Φάκελος Genetic\_Algorithms)

**Β1. Σχεδιασμός ΓΑ**

**α) Κωδικοποίηση:**i) Αφού κάθε άτομο αντιπροσωπεύει ένα διάνυσμα που αντιστοιχεί στις τιμές των 4 αισθητήρων που φέρει το ρομπότ (12 τιμές συνολικά), θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε μια αναπαράσταση πραγματικών τιμών για τα χρωμοσώματά μας.   
Κάθε γονίδιο αντιστοιχει στην ένδειξη ενός συγκεκριμένου αισθητήρα και η τιμή του γονιδίου αντιπροσωπεύει την τιμή του αισθητήρα.  
ii) Επειδή το εύρος των τιμών αυτών ενδέχεται να επηρεάσει τις μετρικές ομοιότητας και τη συνάρτηση καταλληλότητας, έχει χρησιμοποιηθεί το normalized dataset του προηγούμενου ερωτήματος ‘’normalized\_dataset.csv’’.  
  
**β) Πλεονάζουσες τιμές:**Αυτές μπορούν να αντιμετωπιστούν κατά τη διάρκεια μετάλλαξης ή διασταύρωσης. Εάν παράγεται ένα νέο άτομο με τιμές εκτός του έγκυρου εύρους (ίσως λόγω διασταύρωσης ή μετάλλαξης), θα μπορούσαμε απλώς να περικόψουμε αυτές τις τιμές ξανά στο έγκυρο εύρος (αυτό είναι γνωστό ως "clipping"). Αυτό θα πρέπει να διασφαλίζει ότι όλες οι τιμές βρίσκονται εντός ενός έγκυρου εύρους μετά την κανονικοποίηση.   
  
  
**γ) Αρχικός πληθυσμός:**  
Θα μπορούσατε να δημιουργήσετε έναν αρχικό πληθυσμό ατόμων χρησιμοποιώντας τυχαίες τιμές εντός του έγκυρου εύρους τιμών αισθητήρα. Εφόσον έχουμε κανονικοποιήσει το σύνολο δεδομένων μας, οι τιμές θα πρέπει να βρίσκονται μεταξύ του ελάχιστου και του μέγιστου κάθε στήλης χαρακτηριστικών.  
  
**δ) Υπολογισμός ομοιότητας:**Η ομοιότητα συνημιτόνου είναι ένα μέτρο που υπολογίζει το συνημίτονο της γωνίας μεταξύ δύο διανυσμάτων. Αυτό το μέτρο είναι μια καλή επιλογή εδώ γιατί επηρεάζεται λιγότερο από το μέγεθος των διανυσμάτων και περισσότερο από την κατεύθυνσή τους. Αυτό μπορεί να είναι βοηθητικό στην περίπτωσή μας, καθώς μας ενδιαφέρει το μοτίβο των τιμών των αισθητήρων και όχι οι απόλυτες τιμές τους.  
  
 **ε) Συνάρτηση καταλληλότητας:**Χρησιμοποιώ την συνάρτηση καταλληλότητας που μας δίνεται**:**

A picture containing font, text, line, white

Description automatically generated  
Η συνάρτηση καταλληλότητας που δίνεται συνδυάζει τα δύο κριτήρια όπως απαιτείται.   
1. Είναι πιο κοντά στις μετρήσεις των αισθητήρων για τη συγκεκριμένη κατάσταση/στάση. 2. Απέχει περισσότερο από τις μετρήσεις των αισθητήρων που αντιστοιχούν στις υπόλοιπες καταστάσεις.   
Η συνάρτηση αυξάνεται όταν οι ενδείξεις του ατόμου είναι πιο κοντά στις ενδείξεις της κατάστασης καθιστικού και μειώνεται όταν είναι πιο κοντά στις ενδείξεις των άλλων καταστάσεων.  
  
i. Η μέγιστη τιμή του F εμφανίζεται όταν το cos(𝑣, 𝑡𝑠) είναι 1 και το άθροισμα των ομοιοτήτων συνημίτονου με άλλες καταστάσεις είναι ελάχιστο. Η ελάχιστη τιμή του F μπορεί να είναι 0 ή αρνητική ανάλογα με το αν έχουμε αρνητικά διανύσματα ή όχι. Εδώ επειδή δεν έχουμε λόγω της κανονικοποίησης δεν μπορει να έιναι αρνητικη. Εάν εμφανίζονταν αρνητικές τιμές, θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν με την εφαρμογή μιας απόλυτης συνάρτησης ή με την προσθήκη μιας σταθεράς σε όλες τις τιμές καταλληλότητας ώστε να γίνουν θετικές.  
  
ii. O παραπάνω τύπος φαίνεται κατάλληλη επιλογή καθώς ευνοεί άτομα που είναι στην κατάσταση ‘sitting’ και διαφορετικά από τις υπόλοιπες καταστάσεις.  
  
iii. Η επιλογή της τιμής του c εξαρτάται από και την κλίμακα των διανυσμάτων και το συγκεκριμένο πρόβλημα. Θα μπορούσαμε να ξεκινήσουμε με c=0 και να προσαρμόσουμε με βάση την απόδοση.  
  
  
**στ) Γενετικοί Τελεστές:  
  
i. Επιλογή:**   
Στην επιλογή τουρνουά K-Way, επιλέγουμε K άτομα από τον πληθυσμό τυχαία και επιλέγουμε τα καλύτερα από αυτά για να γίνουμε γονείς. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται για την επιλογή του επόμενου γονέα. Η επιλογή τουρνουά θα μπορούσε να είναι μια πολύ καλή επιλογή, καθώς είναι εύκολη στην εφαρμογή και μπορεί να είναι υπολογιστικά αποδοτική. Η επιλογή ρουλέτας θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιηθεί, αλλά μπορεί να οδηγήσει σε πρόωρη σύγκλιση.  
  
**ii. Διασταύρωση:** Η διασταύρωση ενός σημείου είναι μια απλή μέθοδος, αλλά μπορεί να διαταράξει πολλά δομικά στοιχεία στο χρωμόσωμα σε σύγκριση με άλλες μεθόδους όπως η διασταύρωση πολλαπλών σημείων ή η ομοιόμορφη διασταύρωση. Η ομοιόμορφη διασταύρωση, που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή την περίπτωση, μπορεί να διατηρήσει περισσότερα δομικά στοιχεία εφόσον διαλέγει αυθαίρετα τα γονίδια από κάθε γονέα, αντί να διακόπτει τα χρωμοσώματα σε συγκεκριμένα σημεία.  
  
**iii. Μετάλλαξη:** Η χρήση ελιτισμού μπορεί να είναι αρκετά βοηθητική για να διασφαλιστεί ότι οι καλύτερες λύσεις δεν θα χαθούν μεταξύ των γενεών. Στην περίπτωση αυτή, η μετάλλαξη λειτουργεί προσθέτοντας ένα τυχαίο ποσό που ακολουθεί μια κανονική κατανομή (με μέσο όρο mu και τυπική απόκλιση sigma) στο επιλεγμένο γονίδιο, εφόσον ένα τυχαίο ποσοστό είναι μικρότερο από την πιθανότητα μετάλλαξης. Το αποτέλεσμα υπόκειται σε έναν ελέγχο για να διασφαλιστεί ότι παραμένει εντός των επιθυμητών ορίων (διαδικασία γνωστή ως clipping).

**Β2. Υλοποίηση ΓΑ**

Η υλοποίηση βρίσκεται στο παρακάτω github repo:  
*Github Link: https://github.com/PSergiannis/Computational\_Intelligence2023.git*

**Β3. Αξιολόγηση και Επίδραση Παραμέτρων**

Έχω χρησιμοποιήσει τα ακόλουθα κριτήρια τερματισμούMax αριθμος γενεών = 1000  
Γεννιές χωρίς βελτίωση = 100  
Bελτίωση κάτω από 0.1%

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Α/Α | ΜΕΓΕΘΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ | ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗΣ | ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΜΕΤΑΛΛΑΞΗΣ | ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΥ | ΜΕΣΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΕΝΕΩΝ |
| 1 | 20 | 0.6 | 0.00 | 0.97870934 | 109 |
| 2 | 20 | 0.6 | 0.01 | 0.99270812 | 191 |
| 3 | 20 | 0.6 | 0.10 | 0.99776168 | 113 |
| 4 | 20 | 0.9 | 0.01 | 0.99006717 | 340 |
| 5 | 20 | 0.1 | 0.01 | 0.98200577 | 107 |
| 6 | 200 | 0.6 | 0.00 | 0.99731369 | 112 |
| 7 | 200 | 0.6 | 0.01 | 0.99789268 | 110 |
| 8 | 200 | 0.6 | 0.10 | 0.99820725 | 112 |
| 9 | 200 | 0.9 | 0.01 | 0.99818262 | 109 |
| 10 | 200 | 0.1 | 0.01 | 0.99308960 | 330 |

**Διαγράμματα**

**Πείραμα 1**

A picture containing text, screenshot, display, line

Description automatically generated

**Πείραμα 2**

A picture containing text, screenshot, diagram, line

Description automatically generated

**Πείραμα 3**

A picture containing text, screenshot, diagram, plot

Description automatically generated

**Πείραμα 4**

A picture containing text, screenshot, diagram, line

Description automatically generated

**Πείραμα 5**

A picture containing text, screenshot, line, diagram

Description automatically generated

**Πείραμα 6**A picture containing text, screenshot, diagram, line

Description automatically generated

**Πείραμα 7**

A picture containing text, screenshot, diagram, line

Description automatically generated

**Πείραμα 8**

A picture containing text, screenshot, diagram, line

Description automatically generated

**Πείραμα 9**

A picture containing text, screenshot, line, plot

Description automatically generated

**Πείραμα 10**A picture containing text, screenshot, diagram, line

Description automatically generated

**Συμπεράσματα:**

**Μέγεθος Πληθυσμού:** Οι αλγόριθμοι με μεγαλύτερο μέγεθος πληθυσμού (200) φαίνεται να έχουν καλύτερα αποτελέσματα σε ό,τι αφορά τη μέση τιμή του βέλτιστου σε σχέση με αυτούς με μικρότερο μέγεθος πληθυσμού (20). Αυτό είναι λογικό, καθώς οι μεγαλύτεροι πληθυσμοί παρέχουν μεγαλύτερη γενετική ποικιλομορφία, επιτρέποντας στον αλγόριθμο να εξερευνήσει ευρύτερο χώρο λύσεων.

**Πιθανότητα Διασταύρωσης:** Η πιθανότητα διασταύρωσης φαίνεται να μην έχει σαφή επίπτωση στη μέση τιμή του βέλτιστου. Ωστόσο, όταν η πιθανότητα διασταύρωσης είναι χαμηλή (0.1), ο μέσος αριθμός γενεών που απαιτούνται για να επιτευχθεί στασιμότητα είναι σημαντικά υψηλότερος. Αυτό είναι επίσης λογικό, καθώς η διασταύρωση είναι ο βασικός μηχανισμός εξερεύνησης σε έναν γενετικό αλγόριθμο.

**Πιθανότητα Μετάλλαξης:** Η πιθανότητα μετάλλαξης επηρεάζει εξίσου την απόδοση του αλγορίθμου. Με μεγαλύτερες πιθανότητες μετάλλαξης (0.1), το αποτέλεσμα παραμένει παρόμοιο ή ελαφρώς καλύτερο. Ωστόσο, οι πιθανότητες μετάλλαξης 0.01 φαίνεται να επιφέρουν καλύτερα αποτελέσματα στην περίπτωση των πληθυσμών μεγέθους 20.

**Μέση Τιμή Βέλτιστου και Μέσος Αριθμός Γενεών:** Οι περιπτώσεις με την καλύτερη μέση τιμή του βέλτιστου συνήθως έχουν και τον χαμηλότερο μέσο αριθμό γενεών, δείχνοντας μια αποτελεσματική εξερεύνηση του χώρου λύσεων.