

Παράλληλοι Αλγόριθμοι: Προγραμματιστική Άσκηση

“Αλγόριθμος Carry-Lookahead για άθροιση δύο N -bit αριθμών και σύγκρισή του με τον αντίστοιχο ακολουθιακό αλγόριθμο”

Περιγραφή Υλοποίησης

Το πρόγραμμα αρχικά ζητάει τον αριθμό bits και τους δύο προσθετέους από τον χρήστη. Σκοπός του αλγορίθμου Carry-Lookahead είναι η κατασκευή του δέντρου κρατούμενων σε $2 \cdot \log N + 1$ βήματα, ώστε η πρόσθεση των bits να γίνει παράλληλα σε 1 βήμα.

Στην πρώτη φάση, υπολογίζεται ο τύπος φύλλου για κάθε ζευγάρι bits των προσθετέων (σε ένα βήμα): s για bits 0 & 0, p για bits 1 & 0 ή 0 & 1 και g για bits 1 & 1. Στη συνέχεια, όσο το δέντρο δεν είναι ολοκληρωμένο (δεν υπάρχει ρίζα) κατασκευάζεται ένα νέο επίπεδο κόμβων, ως εξής: ανα δύο, οι κόμβοι του τρέχων επιπέδου γίνονται παιδιά ενός νέου κόμβου, που ανήκει στο νέο επίπεδο. Αυτός ο κόμβος-πατέρας, έχει τιμή ίδια με το αριστερότερο μη- p παιδί του - αλλιώς παίρνει τιμή p . Ενώ κάποιος πατέρας λαμβάνει την τιμή του, αντικαθιστά στο αριστερό παιδί την τιμή του δεξιού του παιδιού, και αφήνει κενή την τιμή του δεξιού παιδιού του. Έτσι συνεχίζεται ο βρόχος δημιουργίας επιπέδων προς τα πάνω. Στην περίπτωση που ο αριθμός των κόμβων σε κάποιο επίπεδο είναι περιττός, ο αριστερότερος κόμβος που περισσεύει προωθείται στο πάνω επίπεδο.

Όταν ολοκληρωθεί η φάση 1, η τιμή της ρίζας καθορίζει το αριστερότερο κρατούμενο (την τιμή του πιο σημαντικού bit εξόδου): αν είναι g , αυτό είναι 1, αλλιώς είναι 0. Η τιμή της ρίζας αντικαθίσταται ύστερα από την τιμή s .

Στη φάση 2, κάθε πατέρας προωθεί την τρέχουσα τιμή του στα παιδιά του. Τα φύλλα κρατάνε την πρώτη τιμή που είναι s ή g . Η φάση ολοκληρώνεται σε $\log n$ βήματα, όταν και το δεξιότερο φύλλο παραλάβει την τιμή s από την ρίζα (που συμβολίζει το κρατούμενο στη θέση 0).

Τέλος, η πρόσθεση γίνεται σε 1 βήμα, παράλληλα για κάθε κόμβο: προστίθενται οι τιμές των δύο bits προσθετέων με το αντίστοιχο κρατούμενο από το δέντρο. Οι αντιστοιχίες των τιμών σε bit είναι: $s=0$, $g=1$.

Οδηγίες Εκτέλεσης

Τρέχουμε το `ονομα_αρχείου` και αρχικά ζητείται ο αριθμός των bits. Αφού τον εισάγουμε, ζητείται ο πρώτος προσθετέος (a) και ο δεύτερος προσθετέος (b). Η πρόσθεση γίνεται με τους δύο αλγορίθμους και το αποτέλεσμα εμφανίζεται, μαζί με τον αριθμό βημάτων για τα οποία έτρεξε καθένας από τους δύο. Στη συνέχεια το πρόγραμμα τρέχει τους αλγορίθμους για προσθετέους με 10,20,30,40,50,60,70,80,90,100 bits και εκτυπώνει τον αριθμό βημάτων για κάθε αλγόριθμο.

Ενδεικτικές Εκτελέσεις

```
F:\Users\Peter\Dropbox\HW\parallelalgo\newsrc>python main.py
Enter number of bits: 10
a: 1011010010
b: 1001011011

Sequential result      = 10100101101
Carry-lookahead result = 10100101101

[10] bits
[11] sequential steps
[9] Carry-Lookahead steps
```

```
F:\Users\Peter\Dropbox\HW\parallelalgo\newsrc>python main.py
Enter number of bits: 10
a: 1111011101
b: 0001001001

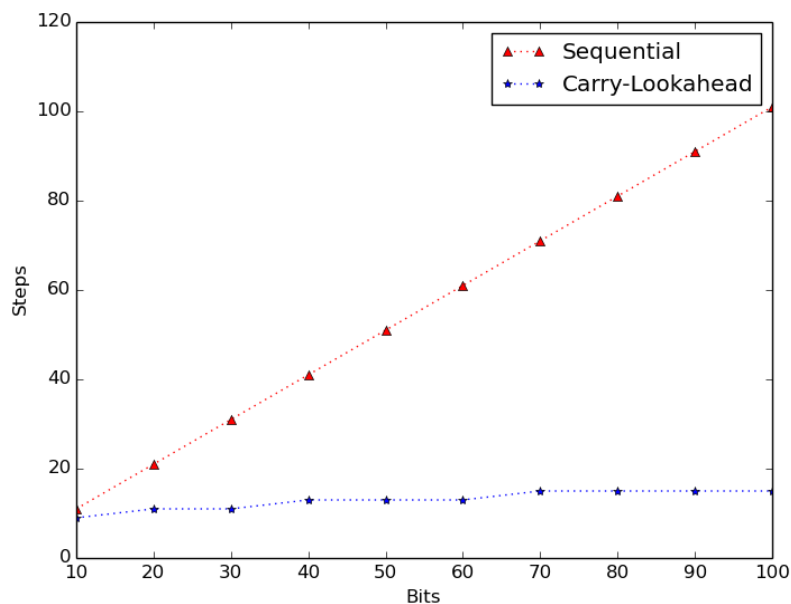
Sequential result      = 10000100110
Carry-lookahead result = 10000100110

[10] bits
[11] sequential steps
[9] Carry-Lookahead steps
```

```
[10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100] bits
[11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 101] sequential steps
[9, 11, 11, 13, 13, 13, 15, 15, 15, 15] Carry-Lookahead steps
```

Σύγκριση Αλγορίθμων

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνονται τα βήματα που εκτέλεσαν οι δύο αλγόριθμοι.



Σύγκριση αριθμού βημάτων για τους δύο αλγόριθμους