

**Ονοματεπώνυμο: Γεώργιος Τσίρης**  
**Αριθμός Μητρώου: 1115201700173**

- **Περιγραφή:**

Αρχικά ορίζονται (με #define) κάποια δεδομένα της εκφώνησης όπως το μέγεθος ενός frame (4096 bytes), το πλήθος των bits που αποτελούν μια logical\_address (με βάση τα δοσμένα αρχεία αναφορών είναι 8 δεκαεξαδικά ψηφία δηλαδή 32 bits) και πως αυτά μοιράζονται στα επιμέρους τμήματα της: το offset (που θα πρέπει να μπορεί να προσδιορίσει καθένα από τα bytes ενός frame και άρα αποτελείται από  $\log_2(4096) = 12$  bits στο συγκεκριμένο παράδειγμα) και το page number (το οποίο χρησιμοποιεί τα bits της logical\_address που απομένουν, δηλαδή 32 bits – 12 bits = 20 bits). Να σημειωθεί ότι τα 20 bits (δηλαδή 5 δεκαεξαδικά ψηφία) του page number προηγούνται (βρίσκονται αριστερότερα) των 12 bits (δηλαδή 3 δεκαεξαδικών ψηφίων) του offset.

Στην συνέχεια, ορίζονται οι τύποι των βασικών οντοτήτων της προσομοίωσης που είναι: το πλαίσιο της κύριας μνήμης (Frame), η καταχώρηση του αντεστραμμένου πίνακα σελίδων (IPT\_Entry) και η αναφορά (Reference).

Έπειτα, υλοποιούνται διάφορες βοηθητικές συναρτήσεις (Logarithm(), Bit\_Size\_To\_Hex\_Size(), Print\_Not\_Null\_Terminated\_String(), TranslateBuffer()) αλλά και κάποιες που αφορούν τις ενέργειες που μπορούν να εφαρμοστούν στο λειτουργικό σύνολο μια διεργασίας (WS\_Insert\_Page(), WS\_Remove\_Page(), WS\_Includes\_This\_Page()).

Στην main() αρχικά πραγματοποιείται έλεγχος όσον αφορά τα ορίσματα που δόθηκαν από την γραμμή εντολών και οι τιμές αποθηκεύονται σε μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν αργότερα. Δεσμεύουμε κατάλληλο χώρο τόσο για την κύρια μνήμη όσο και για τον αντεστραμμένο πίνακα σελίδων (IPT). Είναι βασικό να προσέξουμε ότι κάθε καταχώρηση του IPT αντιστοιχεί και σε ένα frame της κύριας μνήμης και συνεπώς το πλήθος των καταχωρήσεων του είναι ίσο με το πλήθος των frames. Η εγκυρότητα κάθε καταχώρησης του IPT δίνεται από μια boolean μεταβλητή (valid), την οποία οφείλουμε να αρχικοποιήσουμε FALSE (αφού στην αρχή ο IPT είναι άδειος). Στην περίπτωση που έχουμε να κάνουμε με τον αλγόριθμο WS (working set), δεσμεύουμε και χώρο για ένα λειτουργικό σύνολο ανά διεργασία και τα αρχικοποιούμε (στην αρχή είναι κενά και σταδιακά γεμίζουν). Επιπλέον έχουμε διάφορους μετρητές για την εκτύπωση των στατιστικών στοιχείων που ζητούνται κατά την ολοκλήρωση της προσομοίωσης. Ανοίγουμε τα αρχεία αναφορών και με την βοήθεια ενός buffer (ο οποίος χωράει τους χαρακτήρες μιας logical\_address σε δεκαεξαδική αναπαράσταση και δύο επιπλέον χαρακτήρες: σύμφωνα με το δοσμένο format θα είναι ένα space ακολουθούμενο από 'R' για READ ή 'W' για WRITE). Επιλύουμε εναλλάξ πλήθος q αναφορών από καθένα εκ των δύο αρχείων ίχνους μέχρις ότου είτε να φτάσουμε το καθορισμένο μέγιστο πλήθος συνολικών αναφορών (max\_num\_of\_references) είτε να μην έχουμε άλλες αναφορές προς επίλυση (δηλαδή και τα δύο αρχεία να έχουν φτάσει στο τέλος τους). Αφού φορτώσουμε την πληροφορία για μία αναφορά από το τρέχον αρχείο στον buffer, μεταφράζουμε το περιεχόμενο του buffer σε τυπική μορφή αναφοράς (τύπου Reference) και προχωράμε στην ακόλουθη διαδικασία:

Αρχικά εξετάζουμε μήπως η σελίδα που προσδιορίζεται από την αναφορά βρίσκεται ήδη φορτωμένη σε κάποιο frame της κυρίας μνήμης (ο έλεγχος του περιεχόμενου ενός frame γίνεται μέσω της αντίστοιχης καταχώρησης στον IPT). Αν αυτό δεν ισχύει (page fault), τότε θα πρέπει να φορτώσουμε την σελίδα σε κάποιο frame για να μπορέσουμε να την χρησιμοποιήσουμε. Εάν υπάρχει κάποιο μη-κατειλημμένο frame το προτιμάμε. Εάν όχι, τότε θα πρέπει να αντικαταστήσουμε κάποια από τις υφιστάμενες σελίδες στα frames. Εδώ τίθεται σε ισχύ ο αλγόριθμος αντικατάστασης σελίδων που έχουμε επιλέξει. Στην περίπτωση του LRU βρίσκουμε εκείνη την

σελίδα με την μικρότερη χρονοσφραγίδα (least recently used) και την αντικαθιστούμε με αυτήν που ζητείται από την τρέχουσα αναφορά. Στην περίπτωση του WS αλγόριθμου αναζητούμε μία σελίδα που να μην συμπεριλαμβάνεται σε κανένα από τα λειτουργικά σύνολα των διεργασιών και την αντικαθιστούμε με την ζητούμενη. Αν δεν βρεθεί μία τέτοια σελίδα, τότε αναγκαστικά θα πρέπει να απομακρύνουμε μία σελίδα που ανήκει στο λειτουργικό σύνολο κάποιας άλλης διεργασίας για να χρησιμοποιήσουμε το frame που βρίσκεται. Αν ούτε αυτό είναι εφικτό (πράγμα που σημαίνει ότι δεν έχει απομείνει καμία σελίδα άλλης διεργασίας στην κύρια μνήμη) τότε το πλήθος των frames είναι πολύ μικρό για να υποστηρίξει το προσδιοριζόμενο μέγεθος λειτουργικού συνόλου (εκτυπώνεται αντίστοιχο μήνυμα λάθους και σταματά η εκτέλεση). Σε κάθε περίπτωση μόλις βρούμε ποια σελίδα θα αντικαταστήσουμε με βάση τα παραπάνω, πρώτου την απομακρύνουμε ελέγχουμε αν έχει τροποποιηθεί (δηλαδή αν έχει γίνει write σε αυτή) από την τελευταία φορά που φορτώθηκε από τον δίσκο (για τον σκοπό αυτό υπάρχει η boolean μεταβλητή modified σε κάθε καταχώρηση) και έπειτα προχωράμε στην αντικατάσταση ενημερώνοντας κατάλληλα το επιλεγμένο entry του IPT. Ως χρονοσφραγίδα των καταχωρήσεων χρησιμοποιείται το reference\_count μιας και δεν μας ενδιαφέρει ο ακριβής χρόνος αλλά η μεταξύ τους σειρά. Έχοντας φορτωμένη πλέον την ζητούμενη σελίδα, μπορούμε να προχωρήσουμε στην ενέργεια που προσδιορίζεται από την αναφορά ('R' για READ ή 'W' για WRITE) που όμως στην προσομοίωση μας είναι πλασματική (αφού δεν μας δίνονται δεδομένα για πραγματική εγγραφή και κατά συνέπεια δεν έχει νόημα ούτε η πραγματική ανάγνωση, απλώς γίνονται σχετικές εκτυπώσεις). Κάθε φορά που γίνεται WRITE, ακολούθως το modified γίνεται TRUE. Αν ο αλγόριθμος είναι ο WS, αφού η σελίδα είναι η πιο πρόσφατη με την οποία ασχοληθήκαμε θα πρέπει να γίνει προσθήκη της στο λειτουργικό σύνολο της διεργασίας που την αιτήθηκε (με κατάλληλο shift των σελίδων που βρίσκονται ήδη σε αυτό το λειτουργικό σύνολο). Ανεξαιρέτως, οι μετρητές των συμβάντων πρέπει να διατηρούνται ενήμεροι και αν τυχόν φτάσουμε στο μέγιστο πλήθος αναφορών ή τελειώσουν οι αναφορές του τρέχοντος αρχείου πριν την συμπλήρωση των q αναφορών που επιλύονται κάθε φορά, οφείλουμε να σταματήσουμε τον τρέχοντα γύρο επίλυσης q αναφορών. Όπως προαναφέρθηκε, η προσομοίωση ολοκληρώνεται είτε επειδή φτάσαμε το καθορισμένο μέγιστο πλήθος συνολικών αναφορών (max\_num\_of\_references) είτε επειδή δεν έχουμε άλλες αναφορές προς επίλυση (δηλαδή και τα δύο αρχεία να έχουν φτάσει στο τέλος τους). Τέλος, κλείνουμε τα ανοιχτά αρχεία ίχνους, μετράμε πόσα από τα διαθέσιμα frames που χρησιμοποιήθηκαν κατά την διάρκεια της προσομοίωσης, ελευθερώνουμε την δεσμευμένη μνήμη και εκτυπώνουμε τα ζητούμενα στατιστικά στοιχεία.