



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

Αρχιτεκτονική Υπολογιστών

Ασκήσεις Εργαστηρίου

Ενότητα: ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ Νο 08

Δρ. Μηνάς Δασυγένης

mdasyg@ieee.org

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

Εργαστήριο Ψηφιακών Συστημάτων και Αρχιτεκτονικής Υπολογιστών

[http:// arch.ict.e.uowm.gr/mdasyg](http://arch.ict.e.uowm.gr/mdasyg)

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ψηφιακά Μαθήματα του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Περιεχόμενα

1.	Σκοπός της άσκησης	4
2.	Εργαστηριακή Άσκηση	4
3.	Πίνακες εντολών	5
4.	Συναρτήσεις	6
4.1	check_ready.....	6
4.2	print_menu.....	7
4.3	input_command	7
4.4	send_command	8
4.5	check_command_execution.....	8
4.6	examine	9
5.	Ερωτήσεις Κατανόησης	10
6.	BONUS	11
6.1	BONUS1 Αυτοματοποίησης.....	11
6.2	BONUS2 Ευφυΐας	12

1. Σκοπός της άσκησης

- Είσοδος/Εξοδος με Polling.
- Χειρισμός περιφερειακής συσκευής με εντολές εισόδου εξόδου.

(A) 10 Ασκήσεις

(C) 6 Εργασίες

(B) 2 Bonus

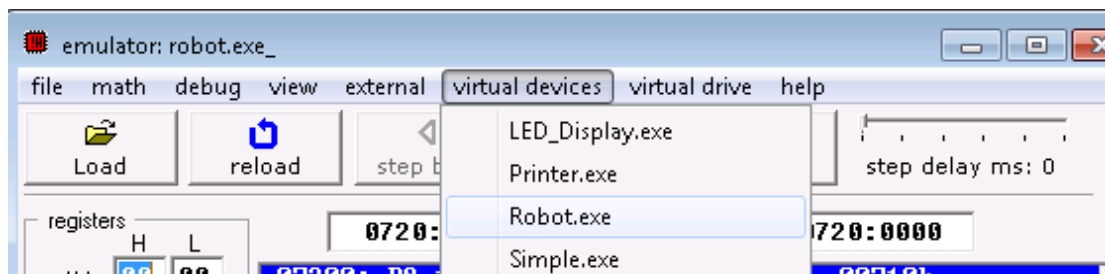
2. Εργαστηριακή Άσκηση

Σε αυτό το εργαστήριο θα αναπτυχθεί ένα πρόγραμμα για το χειρισμό μιας συσκευής η οποία είναι συνδεδεμένη στο σύστημά μας.

Η συσκευή είναι ένα τηλεκατευθυνόμενο όχημα robot το οποίο εκτελεί πλήθος κινήσεων (μπροστά, στροφή 90ο δεξιά, στροφή 90ο αριστερά) και ενεργειών (άνοιγμα λάμπας, κλείσιμο λάμπας, ανίχνευση μπροστινού αντικειμένου).

Το όχημα είναι μια μηχανική συσκευή και απαιτείται κάποιο χρονικό διάστημα προκειμένου να εκτελέσει μια κατάσταση και να είναι σε θέση ετοιμότητας να δεχτεί μια επόμενη εντολή. Θα πρέπει λοιπόν πριν στείλουμε μια οδηγία να ελέγξουμε την ετοιμότητά της συσκευής (ότι είναι έτοιμη να δεχτεί μια εντολή).

→ Για να εμφανίσουμε το όχημα θα πρέπει από το μενού του emulator με όνομα virtual devices, να επιλέξουμε το robot.exe.



Το όχημα επικοινωνεί με τον υπολογιστή μας χρησιμοποιώντας 3 θύρες εισόδου/εξόδου.

- Τη θύρα 9 που είναι θύρα εντολών, δηλαδή στέλνουμε εντολές στο robot.
- Τη θύρα 10 που είναι θύρα δεδομένων, δηλαδή το robot μας στέλνει δεδομένα.
- Τη θύρα 11 που είναι θύρα κατάστασης, δηλαδή το robot μας λέει σε ποια κατάσταση είναι (αν υπάρχει σφάλμα ή όχι).

3. Πίνακες εντολών

Οι παρακάτω πίνακες μας δείχνουν τις εντολές που δέχεται και τι δεδομένα επιστρέφει στις θύρες 9,10,11:

Θύρα εντολών (9):

decimal value	binary value	action
0	00000000	do nothing.
1	00000001	move forward.
2	00000010	turn left.
3	00000011	turn right.
4	00000100	examine. examines an object in front using sensor. when robot completes the task, result is set to data register and bit #0 of status register is set to 1 .
5	00000101	switch on a lamp.
6	00000110	switch off a lamp.

Θύρα δεδομένων (10):

decimal value	binary value	meaning
255	11111111	wall
0	00000000	nothing
7	00000111	switched-on lamp
8	00001000	switched-off lamp

Θύρα κατάστασης (11):

bit number	description
bit #0	zero when there is no new data in data register , one when there is new data in data register .
bit #1	zero when robot is ready for next command, one when robot is busy doing some task.
bit #2	zero when there is no error on last command execution, one when there is an error on command execution (when robot cannot complete the task: move, turn, examine, switch on/off lamp).

1. Ξεκινήστε από το Template (B).
2. Πριν από τον τερματισμό του προγράμματος τοποθετήστε την αντίστοιχη εντολή JMP ώστε να πηγαίνει η εκτέλεση πάλι από την αρχή του κώδικα. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούμε ένα αέναο βρόχο που θα εκτελείται συνεχώς (δε θα τερματίζει ποτέ). Όλες οι κλήσεις των συναρτήσεων θα βρίσκονται μέσα σε αυτό το βρόχο.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Όλες οι συναρτήσεις σας να είναι **διαφανείς**. Δηλαδή, όποιοι καταχωρητές τροποποιούνται μέσα στις συναρτήσεις σας να έχουν τις αντίστοιχες εντολές PUSH, POP. Με αυτόν τον τρόπο δε θα αλλάζουν τιμή (δε θα τροποποιείται δηλαδή το περιβάλλον κλήσης) μετά την επιστροφή από τη συνάρτηση.

→ (Αν δε γίνει αυτό θα υπάρχουν σφάλματα που δε θα μπορείτε να βρείτε με εύκολο τρόπο)

4. Συναρτήσεις

4.1 check_ready

(C1) Δημιουργία της συνάρτησης check_ready

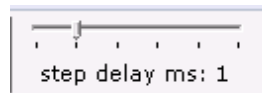
3. Η συνάρτηση check_ready είναι η συνάρτηση η οποία όταν καλείται θα διαβάζει συνεχώς τη θύρα κατάστασης (δηλαδή θα διαβάζει από τη θύρα 11) και θα εξετάζει το bit#1. Αν αυτό το bit είναι 1, τότε θα επαναλαμβάνεται η διαδικασία της ανάγνωσης της θύρας 11 και εξέτασης του bit. Όταν αυτό το bit είναι 0, τότε θα εκτελείται το RET και θα επιστρέφει η συνάρτηση. Αυτού του είδους ή είσοδος/έξοδος ονομάζεται rolling. Δημιουργήστε τη συνάρτηση check_ready με τις παρακάτω οδηγίες.
4. Μέσα στη συνάρτηση θα υπάρχει μια ετικέτα **againcheck**:
5. Αμέσως μετά θα διαβάζουμε από τη θύρα 11 μια τιμή byte και θα την τοποθετούμε σε έναν καταχωρητή (μεγέθους Byte). Η ανάγνωση της τιμής γίνεται με την εντολή `in al,11`.
6. Μας ενδιαφέρει να εξετάσουμε το bit#1, δηλαδή το δεύτερο bit. Για να απομονώσουμε αυτό το bit θα χρησιμοποιήσουμε τη μάσκα 00000010b και την λογική πράξη AND. Η εντολή γίνεται λοιπόν:

```
and al,00000010b.
```

7. Ο al αμέσως μετά την εκτέλεση θα έχει το bit που μας ενδιαφέρει. Αυτό το bit είτε θα έχει τιμή 0, οπότε ο al θα είναι 00000000 δηλαδή θα έχει τιμή 0 (έχουμε απομονώσει αυτό το bit, όλα τα άλλα bit είναι σίγουρα 0), είτε αν το bit#1 έχει τιμή 1, ο al θα έχει τιμή 00000010 δηλαδή θα έχει τιμή 2. Δημιουργήστε τη σύγκριση: **“Αν ο AL έχει τιμή 2, τότε πηγαίνει στην ετικέτα againcheck διαφορετικά συνέχισε κανονικά στο RET”**. Με τον παραπάνω βρόχο ο επεξεργαστής δε προχωράει παρακάτω, δηλαδή δεν επιστρέφει από τη συνάρτηση, μέχρι να είναι έτοιμη η συσκευή για επικοινωνία.

8. Τοποθετήστε τις αντίστοιχες εντολές PUSH στην αρχή της συνάρτησης και POP πριν από το RET για τους καταχωρητές που τροποποιούνται (στο παράδειγμά μας μόνο για τον AX).
9. Στο κυρίως πρόγραμμα τοποθετήστε την κλήση της συνάρτησης και επιβεβαιώστε την ορθή λειτουργία. Αν το εκτελέσετε δε θα πρέπει να δείτε να κάνει κάτι το robot.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Αν έχετε πρόβλημα χρήσης του περιφερειακού, τότε τροποποιήστε το step delay κατά την προσομοίωση.



4.2 print_menu

(C2) Η συνάρτηση print_menu

10. Η συνάρτηση αυτή θα εμφανίζει ένα μενού λειτουργιών στο χρήστη. Το μενού που θα πρέπει να εμφανίζει είναι το παρακάτω:

```
Press the following keys
1 Forward
2 Left
3 Right
4 Examine
5 On Lamp
6 Off Lamp
```

11. . Μπορείτε να εκτυπώσετε όλο το μενού είτε με πολλαπλές κλήσεις της LEA και θα έχει όνομα το κάθε string παραπάνω, είτε με μια κλήση της LEA στην οποία θα έχετε όλο το string.
12. Τοποθετήστε τις αντίστοιχες εντολές PUSH στην αρχή της συνάρτησης και POP πριν από το RET για τους καταχωρητές που τροποποιούνται .
13. Στο κυρίως πρόγραμμα τοποθετήστε την κλήση της συνάρτησης κάτω από την προηγούμενη συνάρτηση και επιβεβαιώστε την ορθή λειτουργία.

4.3 input_command

(C3) Η συνάρτηση input_command

14. Η συνάρτηση αυτή θα διαβάζει από το πληκτρολόγιο ένα χαρακτήρα χωρίς εμφάνιση. Ο χαρακτήρας θα αντιστοιχεί στο εύρος 1 έως 6, σύμφωνα με το παραπάνω μενού. Όσο ο χρήστης πληκτρολογεί χαρακτήρες που δεν ανήκουν στο εύρος από "1" έως "6" (προσοχή στην ASCII τιμή), τότε θα επαναλαμβάνεται η είσοδος.
15. Μόλις ο χρήστης πληκτρολογήσει μια τιμή από "1" έως "6" τότε η τιμή θα μετατρέπεται στην καθαρή τιμή.

16. Στη συνέχεια η τιμή αυτή θα αποθηκεύεται σε μια θέση μνήμης στο τμήμα δεδομένων με το όνομα `command` που θα είναι τύπου `db`.
17. Τοποθετήστε τις αντίστοιχες εντολές `PUSH` στην αρχή της συνάρτησης και `POP` πριν από το `RET` για τους καταχωρητές που τροποποιούνται .
18. Στο κυρίως πρόγραμμα τοποθετήστε την κλήση της συνάρτησης κάτω από την προηγούμενη συνάρτηση και επιβεβαιώστε την ορθή λειτουργία.

4.4 `send_command`

(C4) Η συνάρτηση `send_command`

19. Η συνάρτηση αυτή θα διαβάζει την εντολή που έχει αποθηκευτεί στη θέση μνήμης `command` και θα τη στέλνει στη θύρα εντολών.
20. Κάντε κλήση της `check_ready` για να βεβαιωθούμε ότι το `robot` είναι έτοιμο να δεχτεί την εντολή μας.
21. Θα πρέπει να μηδενίσουμε κάθε εντολή που υπάρχει στη θύρα 9. Για να γίνει αυτό θα τοποθετήσετε το 0 στον καταχωρητή `al` και στη συνέχεια θα στείλετε το `al` στο `robot` στη θύρα 9 ως εξής:

`out 9, al`

22. Μεταφέρετε στον καταχωρητή `al` το περιεχόμενο που έχει η θέση μνήμης `command`.
23. Κάντε κλήση της `check_ready` για να βεβαιωθούμε ότι το `robot` είναι έτοιμο να δεχτεί την εντολή μας.
24. Στείλτε την τιμή που έχει ο `al` στο `robot` στη θύρα 9.
25. Τοποθετήστε τις αντίστοιχες εντολές `PUSH` στην αρχή της συνάρτησης και **`POP`** πριν από το **`RET`** για τους καταχωρητές που τροποποιούνται .
26. Στο κυρίως πρόγραμμα τοποθετήστε την κλήση της συνάρτησης κάτω από την προηγούμενη συνάρτηση και επιβεβαιώστε την ορθή λειτουργία. Πατήστε τους χαρακτήρες οδήγησης (1, 2, 3) και τους χαρακτήρες που ανάβουν ή σβήνουν λάμπα, σύμφωνα με τους παραπάνω πίνακες. Παρατηρήστε ότι το `robot` σας υπακούει και εκτελεί τις εντολές σας.

4.5 `check_command_execution`

(C5) Η συνάρτηση `check_command_execution`

27. Αυτή η συνάρτηση θα εκτελείται αμέσως μετά την αποστολή μιας εντολής στο `robot` και θα μας αναφέρει αν υπάρχει σφάλμα. Για παράδειγμα αν οδηγήσετε το `robot` σε ένα τοίχο και προκαλέσετε σύγκρουση τότε θα δημιουργηθεί σφάλμα. Επίσης, αν δώσετε εντολή να σβήσει μια λάμπα που είναι ήδη σβηστή θα δημιουργήσει σφάλμα.
28. Δημιουργήστε ένα `string` μέσα στο τμήμα δεδομένων με το όνομα `errmsg` τύπου `db` και με μήνυμα "ERROR"

29. Μέσα σε αυτή τη συνάρτηση καλέστε τη συνάρτηση `check_ready` για να βεβαιωθούμε ότι μπορούμε να επικοινωνήσουμε με το `robot`.
30. Διαβάστε από τη θύρα 11 (*θύρα κατάστασης*) και τοποθετήστε το περιεχόμενο στον καταχωρητή AL. Ο AL τώρα θα έχει όλα τα bit που μας έδωσε η θύρα 11.
31. Σύμφωνα με τον πίνακα για τη θύρα 11 μας ενδιαφέρει το bit#2. Δημιουργήστε την κατάλληλη μάσκα απομόνωσης του bit αυτού και ταυτόχρονα κάντε την ανάλογη ΛΟΓΙΚΗ πράξη.
32. Ο καταχωρητής al ύστερα από την παραπάνω πράξη θα έχει είτε τιμή 00000100 είτε 00000000. Δημιουργήστε τον επόμενο έλεγχο:

Αν ο AL έχει τιμή 4 τότε να εκτυπωθεί το μήνυμα `errormsg`, διαφορετικά η προηγούμενη εντολή έχει εκτελεστεί με επιτυχία και δε χρειάζεται να εκτυπωθεί κάτι.

33. Τοποθετήστε τις αντίστοιχες εντολές PUSH στην αρχή της συνάρτησης και POP πριν από το RET για τους καταχωρητές που τροποποιούνται .
34. Η συνάρτηση αυτή θα καλείται μέσα από τη συνάρτηση `send_command` ακριβώς κάτω από τη γραμμή `out 9,al` στην οποία στέλνουμε την εντολή προς το `robot`.
35. Επιβεβαιώστε την ορθή λειτουργία με το να οδηγήσετε το `robot` σε μια σύγκρουση με ένα τοίχο είτε να σβήσετε μια σβηστή λάμπα. Θα πρέπει να σας εμφανιστεί το μήνυμα "ERROR".

4.6 examine

(C6) Η συνάρτηση `examine`

36. Η συνάρτηση αυτή θα καλείται όταν ο χρήστης πατήσει το "4". Η συνάρτηση αυτή θα λέει στο χρήστη αν το αντικείμενο μπροστά στο `robot` είναι τοίχος, κλειστή λάμπα ή ανοιχτή λάμπα. Αν δεν υπάρχει αντικείμενο μπροστά δε θα εμφανίζει τίποτα.
37. Τοποθετήστε στο τμήμα δεδομένων τα string:
 1. **wallmsg**, το οποίο θα έχει το μήνυμα "Wall"
 2. **offlampmsg**, το οποίο θα έχει το μήνυμα "switched-off lamp"
 3. **onlampmsg**, το οποίο θα έχει το μήνυμα "switched-on lamp"
38. Μέσα στη συνάρτηση αυτή καλέστε τη συνάρτηση `check_ready`
39. Διαβάστε από τη θύρα 10 (*θύρα δεδομένων*) και τοποθετήστε την τιμή στον καταχωρητή AL.
40. Ο AL θα έχει μια από τις τέσσερις αποδεκτές τιμές που εμφανίζονται στον πίνακα στην αρχή του εργαστηρίου. Υλοποιήστε τους παρακάτω ελέγχους:
 1. Αν η τιμή του AL είναι 255, τότε να εμφανιστεί το μήνυμα **wallmsg**
 2. Αν η τιμή του AL είναι 7, τότε να εμφανιστεί το μήνυμα **onlampmsg**
 3. Αν η τιμή του AL είναι 8, τότε να εμφανιστεί το μήνυμα **offlampmsg**
 4. Αν ο AL έχει τιμή 0 δε θα εμφανίζεται **τίποτα**.

41. Τοποθετήστε τις αντίστοιχες εντολές **PUSH** στην αρχή της συνάρτησης και **POP** πριν από το **RET** για τους καταχωρητές που τροποποιούνται .
42. Η συνάρτηση αυτή θα καλείται μέσα από τη συνάρτηση `send_command` αμέσως μετά την κλήση της συνάρτησης `check_command_execution`, Αν ο χρήστης έχει ζητήσει τη λειτουργία `examine`, δηλαδή Αν το **AL** έχει την τιμή 4.
43. Επιβεβαιώστε την ορθή λειτουργία με το να οδηγήσετε το robot σε μπροστά από αντικείμενα και να πατάτε το πλήκτρο `examine`. Θα πρέπει να σας αναφέρει το είδος του αντικειμένου.

5. Ερωτήσεις Κατανόησης

1. **(A1)** Σε μια εξωτερική μνήμη, υπάρχουν τα εξής δεδομένα: Στο BYTE0 υπάρχει η τιμή FFh ενώ στο BYTE1 υπάρχει η τιμή 01h. Αν αυτά τα 2Byte αντιπροσωπεύουν μια τιμή συμπληρώματος ως προς 2 ποια είναι η δεκαδική προσημασμένη τιμή AN αυτά τα 2 Byte αντιστοιχούν σε:

1. οργάνωση big-endian
2. οργάνωση little-endian

2. **(A2)** Ποια είναι τα 3 προβλήματα στο παρακάτω κομμάτι κώδικα;

```

function1 proc
    cmp al,4
    jne next_iteration
    call examine

    POP AX
    RET
function1 endp

function3 proc
    ush dx
    ush ax
next_iteration:
    lea dx,offlampmsg
    mov ah,09
    int 21h
    pop ax
    pop dx
    ret
function3 endp

```

3. **(A3)** Ποια είναι τα 3 συντακτικά προβλήματα στο παρακάτω κομμάτι κώδικα;

```

function1 proc
    push al
        mov al,4

        call examine
        out 9,0 ;steile to 0 sth thira 9
    POP AI
    RET
function2 endp

```

4. **(A4)** Γράψτε 3 διαφορετικούς τρόπους για να κάνουμε τη λογική πράξη AND με την τιμή 00000010b.
5. **(A5)** Στο πρόγραμμά σας ποια είναι η μέγιστη χρήση του σωρού σε Byte;
6. **(A6)** Αποκωδικοποιήστε την παρακάτω εντολή βήμα-προς-βήμα (αναλυτική παρουσίαση) E8h 63h 00h.
7. **(A7)** Αποκωδικοποιήστε την παρακάτω εντολή βήμα-προς-βήμα (αναλυτική παρουσίαση) EBh F2h.
8. **(A8)** Αποκωδικοποιήστε την παρακάτω εντολή βήμα-προς-βήμα (αναλυτική παρουσίαση) E6h 09h.
9. **(A9)** Αποκωδικοποιήστε την παρακάτω εντολή 58h.
10. **(A10)** Πόσα Bytes είναι το τμήμα κώδικα και πόσα Bytes το τμήμα δεδομένων του προγράμματός σας; Πως το υπολογίσατε;

6. BONUS

6.1 BONUS1 Αυτοματοποίησης

(+100% μονάδες αν υλοποιηθεί το παρακάτω)

Η παρακάτω συνάρτηση `random_command` δίνει μια τυχαία τιμή από 0 έως και 3 στη θέση μνήμης `command`.

```
random_command proc
    PUSH AX
    PUSH DX
    PUSH CX
    mov AH,0      ;Read ticks.
    int 1Ah      ;Time of day interrupt.
                ;To DX low word
                ;To CX high word

    and DX,11b
    mov command, dl
    POP CX
    POP DX
    POP AX
    RET
random_command endp
```

Να αυτοματοποιήσετε το πρόγραμμά σας, ώστε να ψάχνει και να βρίσκει τη σβηστή λάμπα και να την ανάβει. Μερικές Οδηγίες:

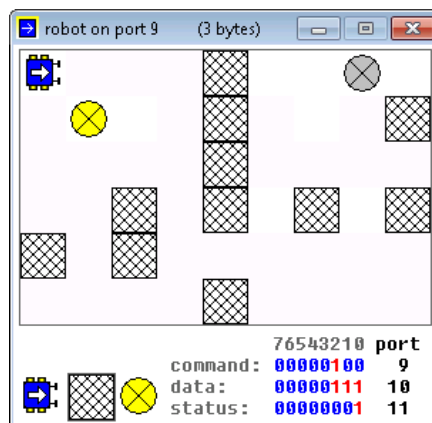
- Να τοποθετήσετε μια νέα καταχώρηση στο μενού με τίτλο **7 Autopilot**
- Να τροποποιήσετε κατάλληλα το `input_command` ώστε να δεχόμαστε και την τιμή 7 ως έγκυρη τιμή και να την τοποθετεί στο `command`.
- Να τροποποιήσετε το κυρίως πρόγραμμα, ώστε:
 - Αν ο χρήστης πατήσει 7 τότε ΔΕ θα καλείται η συνάρτηση **send_command**, αλλά η συνάρτηση **autopilot**.
 - Αν ο χρήστης πατήσει οποιοδήποτε άλλο πλήκτρο θα καλείται η **send_command** κανονικά.

- Η συνάρτηση autopilot θα κάνει το εξής:
 - Θα προχωράει συνεχώς μπροστά μέχρι να συγκρουστεί με κάποιο αντικείμενο (δηλαδή στη θύρα status θα υπάρχει τιμή στο bit#2)
 - Αν συγκρουστεί
 - Θα καλεί τη συνάρτηση examine για να δει αν είναι λάμπα. Αν είναι λάμπα ΚΑΙ είναι σβηστή θα την ανάβει, διαφορετικά δε θα την ανάβει.
 - Θα καλεί τη συνάρτηση random_command για να δημιουργηθεί μια νέα εντολή.
 - Θα εκτελείται η νέα εντολή.
 - Θα πηγαίνει στο βήμα **(α)** δηλαδή στο βήμα να προχωράει συνεχώς μπροστά μέχρι να συγκρουστεί. Αυτό θα επαναλαμβάνεται συνεχώς.

6.2 BONUS2 Ευφυΐας

(1 μονάδα αν υλοποιηθεί το παρακάτω)

- Τοποθετήστε ευφυΐα στο πρόγραμμά σας, ώστε να μπορεί να μετακινηθεί προς τη λάμπα με έξυπνο τρόπο. Αν υλοποιήσετε το προηγούμενο βήμα θα δείτε ότι το όχημα τις περισσότερες φορές ακολουθεί μια μη έξυπνη διαδρομή ιδιαίτερα αν υπάρχουν πολλά εμπόδια (κολλάει σε μια περιοχή).
- Θα πρέπει να υλοποιηθεί κάποιος αλγόριθμος που να δημιουργεί ένα έξυπνο όχημα το οποίο θα μπορεί π.χ. Να καταγράφει τις διαδρομές που έχει ακολουθήσει είτε να μπορεί με κάποιο τρόπο να μην επαναλαμβάνει διαδρομές που έχει κάνει, ώστε κάποια στιγμή να πλησιάζει τη λάμπα και να τη σβήνει.
- Δοκιμάστε το όχημα στον ενδεικτικό παρακάτω χάρτη (μπορείτε να δημιουργήσετε το χάρτη αν πατήσετε στα εικονίδια στο κάτω μέρος του παραθύρου αυτού και στη συνέχεια να κάνετε κλικ πάνω στο παράθυρο του χώρου):
- Αν το πρόγραμμα που έχετε κατασκευάσει μπορεί να βρει τη κλειστή λάμπα μέσα σε 10 λεπτά στο emu8086 σε οποιοδήποτε χάρτη, τότε θα πάρετε το bonus.



Ημερομηνία παράδοσης **μόνο** για το Bonus Ευφυΐας είναι η πρώτη εβδομάδα μετά τις διακοπές των Χριστουγέννων

Αποστολή με e-mail.

Θα ακολουθήσει παρουσίαση/εξέταση.