

# Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2005)

3ο Συνέδριο Σύρου στις ΤΠΕ



Το ρομπότ και η χελώνα

Σπύρος Τσοβόλας, Αντώνης Αντωνίου

## Βιβλιογραφική αναφορά:

Τσοβόλας Σ., & Αντωνίου Α. (2024). Το ρομπότ και η χελώνα. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 686–694. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/6380>

## ΤΟ ΡΟΜΠΟΤ ΚΑΙ Η ΧΕΛΩΝΑ

**Τσοβόλας Σπύρος**  
Καθηγητής Μ.Ε.

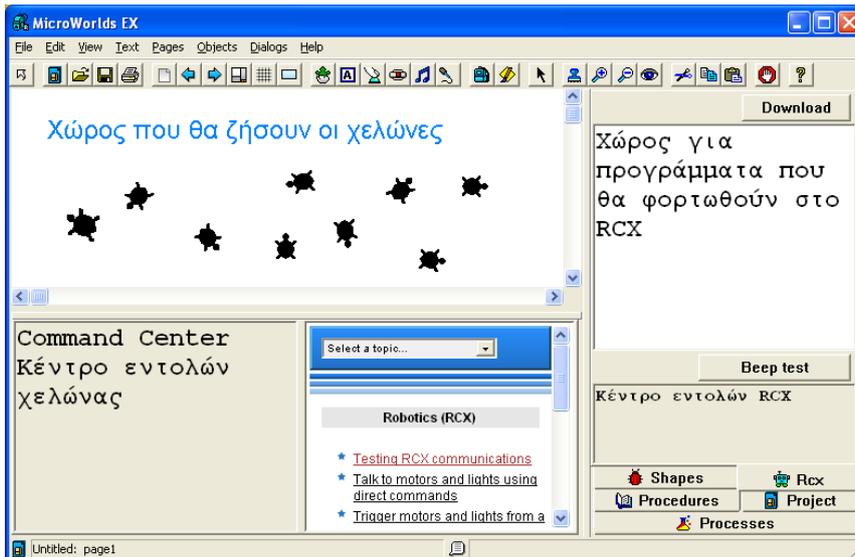
**Αντωνίου Αντόνης**  
Καθηγητής Μ.Ε.

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια τα εκπαιδευτικά ρομπότ εμφανίζονται στο προσκήνιο φιλοδοξώντας να εμπλακούν με ένα οριζόντιο τρόπο σε διδακτικά αντικείμενα. Η πληθώρα θετικών επιδράσεων από την ένταξή τους στην εκπαίδευση παρακίνησε πολλούς εκπαιδευτικούς και ερευνητές να ασχοληθούν με το θέμα. Αναμενόμενο ήταν να εμφανιστούν και διαφορετικές προσεγγίσεις. Μια ενδιαφέρουσα προσέγγιση είναι ο συνδυασμός logo like περιβάλλοντος και εκπαιδευτικής ρομποτικής. Η πλούσια παράδοση της logo μπορεί να αναβαθμίσει την ρομποτική και αυτή με τη σειρά της να δώσει νέο πλούτο στη logo. Ψηφιακά και πραγματικά αντικείμενα τίθενται σε ενιαίο περιβάλλον και ειδικά σε περιπτώσεις που τους ανατίθενται ίδια καθήκοντα αναδεικνύονται ενδιαφέροντα παιδαγωγικά σενάρια. Οι μαθητές μπορούν να μελετούν θέματα ή προβλήματα τεχνολογικής αιχμής και επικαιρότητας. Η εγχείρηση ασθενούς από μεγάλη απόσταση μπορεί σε ένα τέτοιο περιβάλλον να αναπαρασταθεί και να μελετηθεί με πολύ απλό και φυσικό τρόπο χωρίς να προκαλεί δέος στο μαθητή. Η δυναμική αναπαράσταση, σε παγκόσμιο χάρτη, του στόλου ναυτιλιακής εταιρίας δηλαδή η αναπαράσταση ανά πάσα στιγμή των θέσεων και της πορείας, μπορεί να φανεί στο μαθητή ένα απλό και λογικό πρόβλημα.

### ΤΟ Microworlds EX Robotics

Η γνωστή έκδοση της Logo το «Microworlds Project Bilder» αναβαθμίστηκε και εμπλουτίστηκε με το λεξιλόγιο υποστήριξης του προγραμματισμού τούβλου RCX ή του Cricket. Στην ηλεκτρονική διεύθυνση [www.lesci.ca](http://www.lesci.ca) διατίθεται δωρεάν η πλήρης έκδοση περιορισμένου χρόνου.



Η αναβάθμιση εντοπίζεται στην προσθήκη μιας καρτέλας με όνομα RCX (στην εγκατάσταση του προγράμματος, ο χρήστης ερωτάται αν διαθέτει το τούβλο RCX που έχει τρεις εισόδους και τρεις εξόδους ή το Cricket που έχει 4 εισόδους και τέσσερις εξόδους).

Η καρτέλα RCX είναι χωρισμένη σε δύο τμήματα. Στο κάτω τμήμα που είναι το κέντρο εντολών RCX αποστέλλονται εντολές κατευθείαν στο τούβλο RCX. Γίνεται επομένως online έλεγχος του ρομπότ. Στο πάνω τμήμα γράφονται τα προγράμματα που θα αποσταλούν (με το κουμπί download) στο RCX ώστε αυτό να λειτουργήσει αυτόνομα.

Το πρόσθετο λεξιλόγιο είναι:

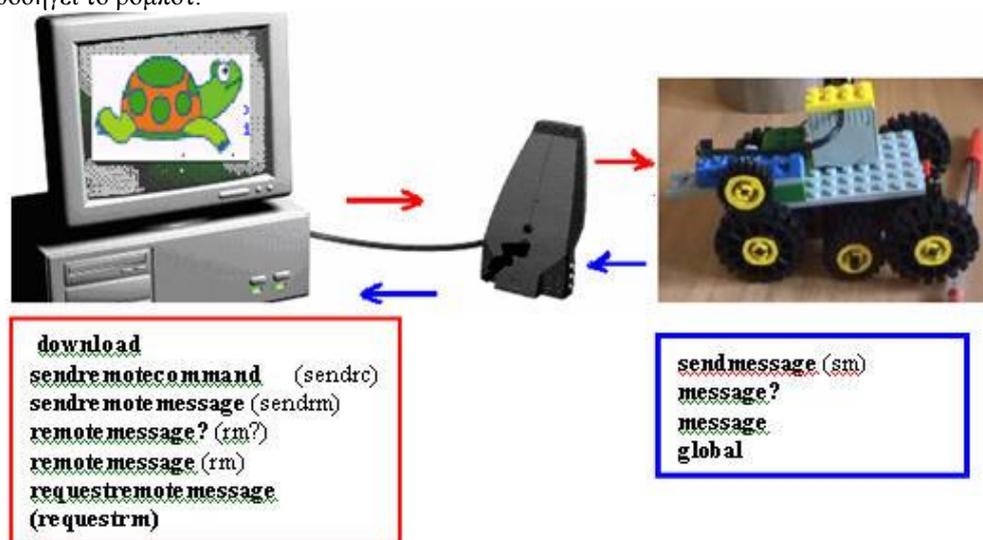
Εντολή	Σύντομη περιγραφή	Ενδεικτικό παράδειγμα
<b>aon bon con</b>	Άνοιγμα εξόδου A, B ή C αντίστοιχα και συνεπώς άναμμα την λυχνιών ή κίνηση των μοτέρ που έχουν συνδεθεί στις εξόδους.	aon con wait 20 aoff coff
<b>aonfor bonfor confor</b>	Άνοιγμα εξόδων για ορισμένο χρόνο σε 10τα του δευτερολέπτου	aonfor 20 confor 20
<b>aoff boff coff</b>	Κλείσιμο εξόδου A, B ή C αντίστοιχα	aon con wait 20 aoff coff
<b>ard brd crd</b>	Αντιστροφή υπάρχουσας φοράς ( <b>R</b> everse <b>d</b> irection).	If [switch1] [ard]
<b>athisway bthisway cthisway athatway bthatway cthatway</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ρύθμιση της φοράς σε ορθή κατεύθυνση</li> <li>• Ρύθμιση της φοράς σε αντίθετη κατεύθυνση</li> </ul>	ifelse switch1 [athisway] [athatway]
<b>asetpower bsetpower csetpower</b>	Ισχύς εξόδων (0-7).	asetpower 2
<b>angle1 angle2 angle3 resetangle1 resetangle2 resetangle3</b>  <b>reflect1 reflect2 reflect3 switch1 switch2 switch3 temp1 temp2 temp3</b>	Τιμή του αισθητήρα γωνίας. Συχνά πρέπει ο αισθητήρας να μηδενίζεται με τη resetangle Τα 1,2,3 δηλώνουν την θύρα σύνδεσης Αντίστοιχα οι τιμές για αισθητήρα φωτός  <b>Αφής</b>  <b>Θερμοκρασίας</b>	resetangle1 aon waituntil [angle1>10] aoff
<b>sensor1 sensor2 sensor3</b>	Τιμή του αισθητήρα σε μορφή raw (0-1023). Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ανάγνωση τιμής κάποιου άλλου αισθητήρα. Ενδεχόμενα θα χρειαστεί προσαρμογή της τιμής του σε κατανοητή κλίμακα.	pr requestrm "sensor3
<b>if</b>	Αν (συνθήκη αληθής) εντολές	if switch1 [ard]
<b>ifelse</b>	Αν (συνθήκη αληθής) [εντολές1] [εντολές2]	ifelse switch1 [athisway] [athatway]
<b>loop</b>	Αδιάκοπη επανάληψη εντολών ή διαδικασιών	loop [ride]
<b>output</b>	Σταματά μια διαδικασία και εμφανίζει μια τιμή	to temperature waituntil [switch1] output temp2 end
<b>repeat</b>	Συγκεκριμένο πλήθος Επανάληψης	repeat 10 [wait 10 ard]
<b>timer resett</b>	Τιμή χρονομέτρου και μηδενισμός του	resett waituntil [switch1] display timer wait 20
<b>stop</b>	Σταματά τη διαδικασία	if switch1 [stop]

<b>wait</b>	Αναμονή (καθυστέρηση) σε 10τα δευτερολέπτου	wait 20
<b>waituntil</b> συνθήκη	Περιμένει ώπου ικανοποιηθεί η συνθήκη.	waituntil [switch1] display timer wait 20
<b>beep</b>	Ηχητικό σήμα	repeat 5 [beep wait 5]
<b>note</b>	Νότα <i>συχνότητα διάρκεια</i>	note 65 100
<b>display</b>	Εμφανίζει στην οθόνη του RCX.	display temp2 wait 30
() + - * / <b>remainder</b> = < >	Μαθηματικές πράξεις και τελεστές σύγκρισης	if ((temp1 + temp2) / 20) > 25 [aon]
<b>and not or xor</b>	Λογικές πράξεις	if and switch1 switch2 [aoff boff stop]
<b>Random</b>	Τυχαίος αριθμός μεταξύ 0 και ενός αριθμού	Random 50
<b>global</b>	Δήλωση μεταβλητών στο RCX. Με την set ανατίθεται τιμή	global [isxis] .... Setisxis 2
<b>sendmessage (sm)</b>	Το RCX στέλνει ένα μήνυμα δηλαδή ένα αριθμό μεταξύ -16383 και 16383 στο MicroWorlds EX	sendmessage timer
<b>message?</b>	Επιστρεφει αληθές αν από το MicroWorlds EX εστάλη στο RCX μήνυμα με την εντολή sendremotemessage.	if message? [aonfor message]
<b>message</b>	Αντιπροσωπεύει το μήνυμα που εστάλη με την sm από το MicroWorlds EX στο RCX	
<b>download</b>	Στέλνει από το MicroWorlds (φορτώνει) ένα πρόγραμμα στο RCX	download text1
<b>sendremotecommand (sendrc)</b>	Στέλνει μια εντολή ή μια λίστα εντολών στο RCX και τις εκτελεί	sendremotecommand "aon sendremotecommand [aonfor 10]
<b>sendremotemessage (sendrm)</b>	Στέλνει το MicroWorlds EX στο RCX ένα μήνυμα που είναι ένας αριθμός από 0 έως 255. Το RCX πρέπει να χρησιμοποιήσει τις εντολές message? για να ελέγξει την παραλαβή του μηνύματος και στη συνέχεια τη message για να το αξιοποιήσει	sendremotemessage 10
<b>remotemessage? (rm?)</b> <b>remotemessage (rm)</b>	Το MicroWorlds EX ελέγχει αν υπάρχει μήνυμα για διάβαση από το RCX (που του έστειλε με εντολή sendmessage Η <b>remotemessage</b> περιέχει το μήνυμα	if remotemessage? [pr remotemessage]
<b>requestremotemessage (requestrm)</b>	Το MicroWorlds EX ζητά από το RCX μια τιμή μεταβλητής ή αισθητήρα.	pr requestrm "sensor3
<b>Clearbuffer</b>	Καθαρίζει τον καταχωρητή μηνυμάτων. Ένα μήνυμα που στέλνεται από το RCX μένει σε ένα προσωρινό καταχωρητή στο RCX μέχρι να διαβαστεί από το MicroWorlds EX με την εντολή remotemessage.	

### Η ΧΕΛΩΝΑ ΚΑΙ ΤΟ ΡΟΜΠΟΤ

Ένα τμήμα του λεξιλογίου διατίθεται για αμφίδρομη επικοινωνία του MicroWorlds EX με το RCX. Στην επόμενη εικόνα περιγράφονται οι δύο κατευθύνσεις καθώς και το λεξιλόγιο σε

κάθε περίπτωση. Όλο το λεξιλόγιο προς το ρομπότ μπορεί να ανατεθεί σαν διαδικασία ή εντολή σε χελώνα δηλαδή για παράδειγμα με κλικ η χελώνα μπορεί να ενεργοποιεί διαδικασίες και να καθοδηγεί το ρομπότ.



### Μερικά απλά παραδείγματα προγραμμάτων

1. Να κινηθούν τα μοτέρ στις εξόδους A και B μέχρι να πατηθεί ο αισθητήρας αφής. Τότε να σταματήσουν όλες οι έξοδοι. Το πρόγραμμα είναι η υλοποίηση του πρωτογενούς σεναρίου «να κινείται το αυτοκινητάκι και αν βρει εμπόδιο να σταματάει». Υπονοεί το σενάριο αυτό κατασκευαστικά στοιχεία όπως: οι πίσω τροχοί κινούνται ανεξάρτητα και κίνηση σε ευθεία επιτυγχάνεται όταν εργάζονται και οι δύο τροχοί A, B. Επίσης ο αισθητήρας αφής είναι τοποθετημένος στο μπροστινό τμήμα του αυτοκινήτου.

**to** kinisi

```
aon
bon
waituntil [switch1]
aoff boff
end
```

2. Το παρακάτω πρόγραμμα υποστηρίζει τη λειτουργία του δημόσιου φωτισμού που ανάβει αυτόματα όταν σκοτεινιάσει.

Αν ο φωτισμός μειωθεί και πέσει κάτω από ένα όριο (55) τότε να ανάψει το λαμπάκι στην έξοδο A. Ήδη σαν ιδέα προσφέρεται στα σύγχρονα αυτοκίνητα.

**to** fotismos

```
ifelse reflect1 > 55 [aoff][aon]
end
```

3. Το παρακάτω πρόγραμμα υποστηρίζει τη λειτουργία του ψυγείου των αυτοκινήτων: αν η θερμοκρασία ανεβεί πάνω από ένα ορισμένο όριο τότε λειτουργεί ο ανεμιστήρας για λίγο. Εδώ ο αισθητήρας θερμοκρασίας τοποθετήθηκε στην είσοδο 2, ο ανεμιστήρας στην έξοδο A και θα λειτουργήσει για δύο δευτερόλεπτα όταν η θερμοκρασία ξεπεράσει τους 30ο C. Το πρόγραμμα με το Microworlds EX Robotics

```

to thermostatis
  loop [thermost]
end
to thermost
  ifelse temp2 > 300 [aon wait 2][aoff]
end

```

4. Πρόγραμμα για τη λήψη τιμών θερμοκρασίας (στη θέση 1) και φωτισμού (στη θέση 3) ανά τέταρτο της ώρας (ανά 900 sec, 96 μετρήσεις για συμπλήρωση 24 ωρών).

```

global [timesfotos [ ] timesthermo [ ]]
to dedomena
repeat 96 [timesfotos additem[reflect1] timesthermo additem[temp3 / 10] wait 9000]
end

```

;οι μεταβλητές είναι πίνακες που θα γεμίσουν με στοιχεία

5. Ανίχνευση του κλέφτη (φωτεινό και ηχητικό σήμα αν περάσει αντικείμενο μπρος από τον αισθητήρα φωτός και αλλάξει φωτισμός του)  
Αισθητήρας φωτός στην θέση 1, Λαμπάκι στη θέση A και ηχητικό σήμα

Τεχνικές δυσκολίες: Το πείραμα καλό είναι να γίνεται με το φυσικό φως της ημέρας γιατί ο τεχνητός φωτισμός παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις οι οποίες ανιχνεύονται και παραπλανούν τη συσκευή.

Αρχή	<code>global [fos]</code>
Επανάλαβε συνεχώς	<code>to kleftis</code>
Αν ο φωτισμός ελαττώθηκε	<code>if or fos - sensor1 &gt; 10 sensor1 - fos&gt;10 [aonfor 1 note 60 2 aoff</code>
Να ανάψει το λαμπάκι	<code>setfos sensor1]</code>
Να δοθεί ηχητικό μπιπ	<code>end</code>
Να σβήσει το λαμπάκι	
Κλείσιμο επανάληψης	
Τέλος	

Το πέρασμα με μεγάλη ταχύτητα ίσως να μην ανιχνευτεί.

Το πέρασμα σε μεγάλη απόσταση ίσως να μην ανιχνευτεί.

6. Πιλοτήριο με τρεις αισθητήρες αφής: Πρόγραμμα ελέγχου αυτόνομης συσκευής (αυτοκινήτου) με τη βοήθεια τριών αισθητήρων αφής.

Όσο είναι πατημένος ο αισθητήρας αφής 2, το όχημα θα κινείται προς τα πίσω.

Όσο είναι πατημένος ο αισθητήρας αφής 1, το όχημα θα στρίβει αριστερά.

Όσο είναι πατημένος ο αισθητήρας αφής 3, το όχημα θα στρίβει δεξιά.

Αν κρατιούνται πατημένοι ταυτόχρονα οι αισθητήρες αφής 1 και 3, το όχημα θα ακινητοποιείται.

Το πρόγραμμα με το Microworlds EX Robotics

```
to auto1
  loop [auto2]
end
;.....
to auto3
  ifelse and switch1 switch3 [aoff coff]
    [if switch1 [athatway cthisway aon con wait 2]
     if switch3 [cthatway athisway aon con wait 2]]
  if switch2 [athatway cthatway aon con wait 2]
end
```

### ΤΟ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ ΓΙΑ ΤΟ MicroWorlds EX Robotics

Με βάση την περιγραφή του Microworlds EX Robotics φαίνεται πως ένα ψηφιακό αντικείμενο (οντότητα), η χελώνα και ένα πραγματικό φυσικό αντικείμενο, το ρομπότ **μπορούν να επικοινωνούν σε πραγματικό χρόνο**. Η επικοινωνία από τη χελώνα προς το ρομπότ περιέχει και μηνύματα και άμεσα εκτελέσιμες εντολές. Η ανάστροφη πορεία επικοινωνίας από το ρομπότ προς τη χελώνα είναι λίγο φτωχότερη και περιορίζεται σε αριθμητικά μηνύματα που με κατάλληλη κωδικοποίηση αρκούν για να στηρίξουν μια πλήρη επικοινωνία.

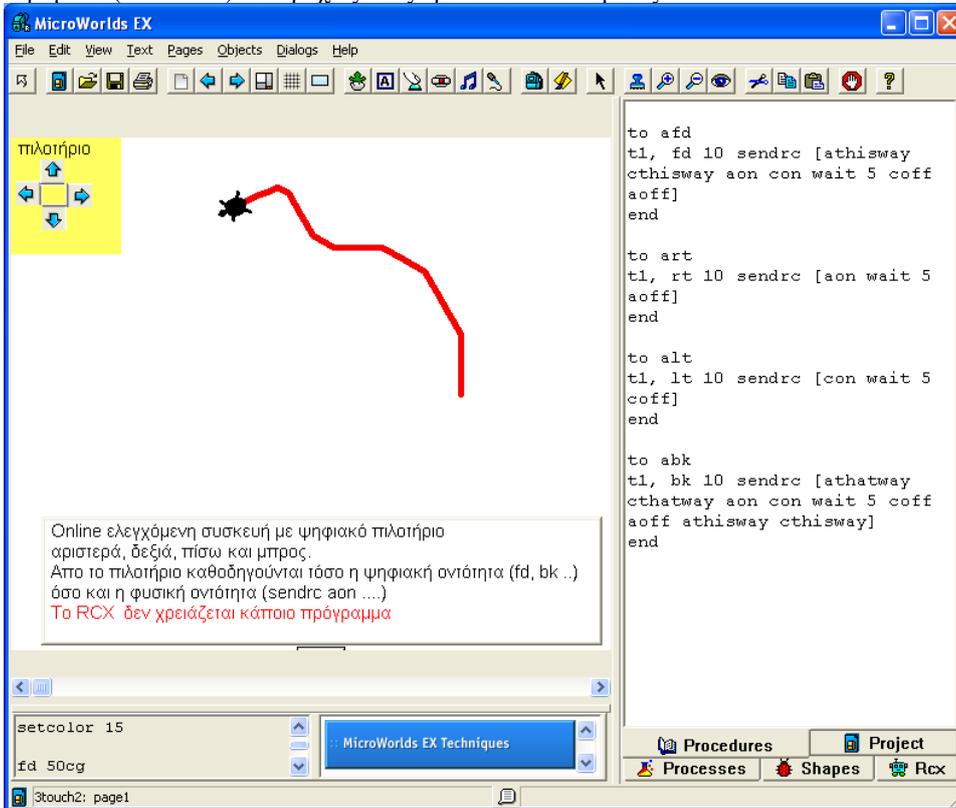
Χαρακτηριστικά χελώνας	Χαρακτηριστικά ρομπότ
Είναι ψηφιακή οντότητα	Είναι φυσική οντότητα
Είναι πανέξυμνη (παίζει μουσική, ξέρει γεωμετρία, αναπαράγει πολυμέσα, απαντά σε ερωτήσεις, υπολογίζει κλπ)	Ξέρει το πολύ 5 προγράμματα
Ζει στις οθόνες	Ζει στο επίπεδο
Ζει σε ιδανικό κόσμο (έλλειψη βαρύτητας, μηδενική αδράνεια, μηδενικές τριβές)	Ζει σε πραγματικό κόσμο (βαρύτητα, αδράνεια, τριβές)
Τελειότητα σε κινήσεις	Προσέγγιση (με πιθανές διορθωτικές κινήσεις)

Αναδεικνύεται ένα πλαίσιο που μπορεί να προσφέρει καλές ευκαιρίες για ενδιαφέροντα διαθεματικά σενάρια διδασκαλίας.

Σε ένα σενάριο οι δύο οντότητες κάνουν το ίδιο πράγμα(π.χ. ένα τετράγωνο), η χελώνα στην οθόνη και το ρομπότ στο δάπεδο. Έχουν το ίδιο πρόγραμμα και το μόνο που αλλάζει είναι η κλίμακα. Ο μαθητής πρέπει να βρει τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες του ρομπότ καθώς και την ποικιλία παραδεκτών λύσεων. Πρέπει επίσης να προβληματιστεί πάνω στις διαφορές των δύο κόσμων της οθόνης και του πραγματικού κόσμου όσον αφορά τη βαρύτητα, τις τριβές, την αδράνεια, τον προσανατολισμό, την ευκολία ή δυσκολία κλπ.

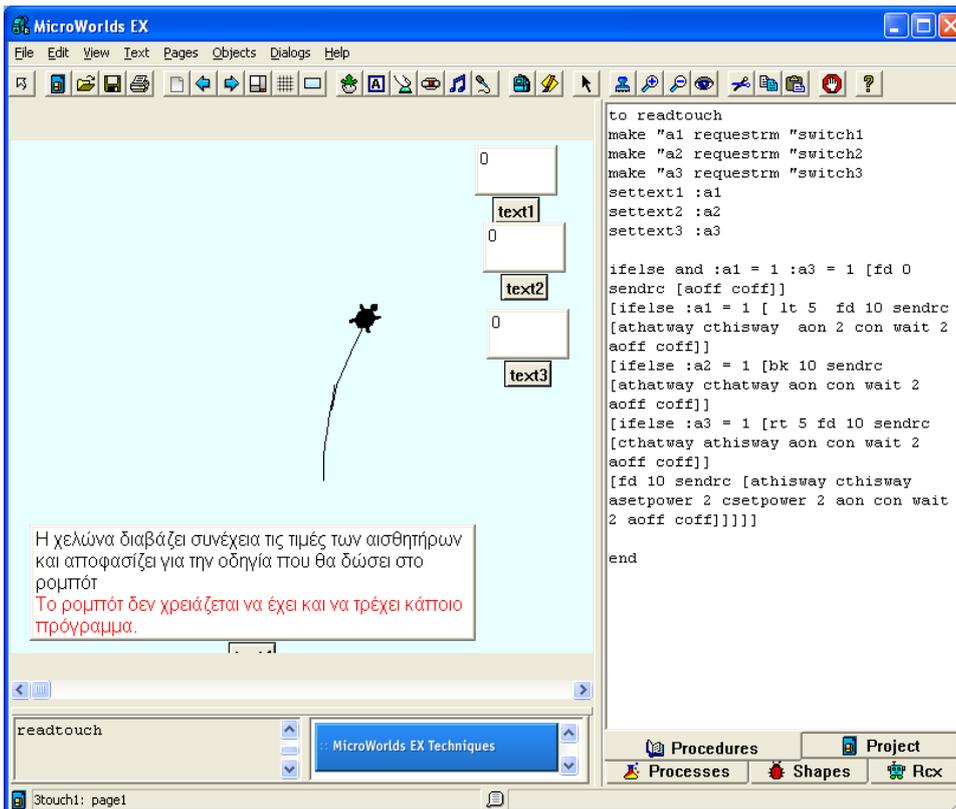
Σε κάποιο άλλο σενάριο η χελώνα εκτελεί κάποιο συγκεκριμένο προσχεδιασμένο και προαποφασισμένο καθήκον ή απλά καθοδηγείται από το χρήστη στην οθόνη του υπολογιστή. Στέλνει κατάλληλα μηνύματα στο ρομπότ σε κάθε δραστηριότητά της. Το ρομπότ αποκωδικοποιεί τα μηνύματα και προσπαθεί να κάνει και αυτό το ίδιο. Μια πανέξυπνη οντότητα καθοδηγεί μια άλλη με λιγότερη νοημοσύνη (θα μπορούσε αυτό να φανεί πολύ χρήσιμο στην ιατρική μιας και πλέον οι πιο πολύπλοκες εγχειρήσεις γίνονται με ρομπότ και αναπαριστώνται στην οθόνη του υπολογιστή).

Στο επόμενο παράδειγμα με το πιλοτήριο καθοδηγούνται τόσο η χελώνα (fd rt bk ...) όσο και το ρομπότ (sendrc ...). Οι τροχιές τους πρέπει να είναι όμοιες.



Σε ένα τρίτο σενάριο το ρομπότ δρα αυτόνομα και ανάλογα με τα σήματα των αισθητήρων του. Στέλνει συνεχώς μηνύματα για τη δράση του στη χελώνα. Η χελώνα προσπαθεί να αποκωδικοποιήσει τα μηνύματα και να αναπαραστήσει τις δραστηριότητες του ρομπότ (με ένα παρόμοιο τρόπο μια ναυτιλιακή εταιρία μπορεί να αναπαραστήσει στον παγκόσμιο χάρτη το στόλο της και να γνωρίζει με κάθε λεπτομέρεια τις θέσεις των πλοίων της).

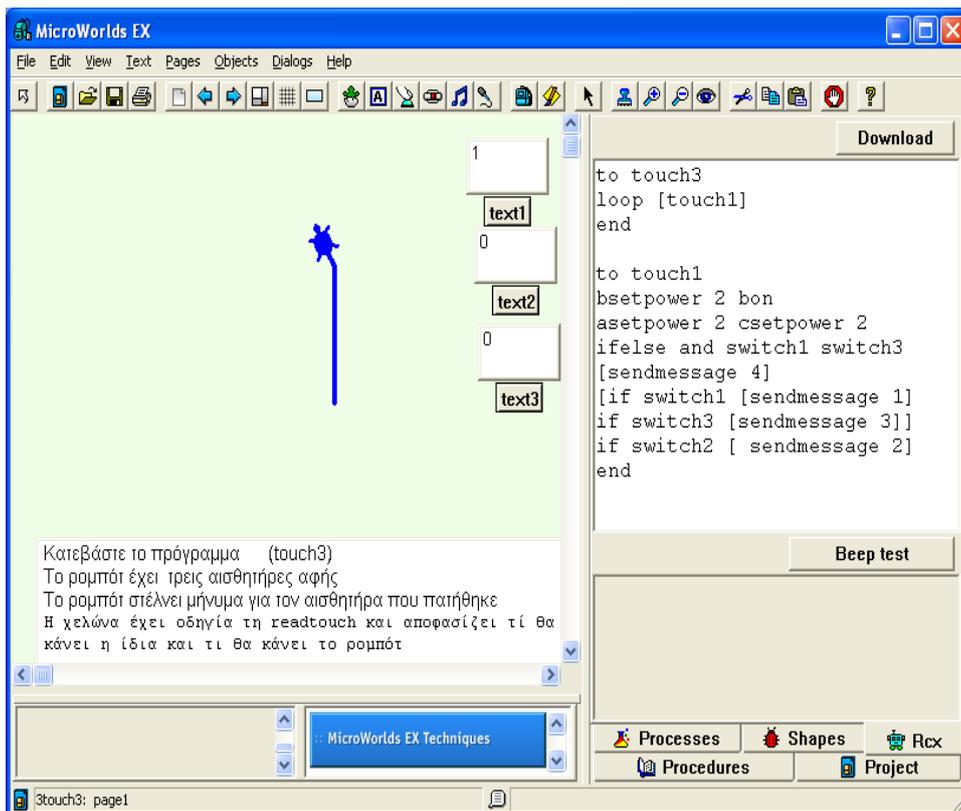
Στο επόμενο παράδειγμα η χελώνα «τρέχει» συνεχώς τη διαδικασία readtouch. Το ρομπότ έχει τρεις αισθητήρες αφής. Η χελώνα ζητά την τιμή κάθε αισθητήρα και ανάλογα πράττει δηλαδή κινείται ή στρίβει η ίδια (rt, lt, bk, fd) και καθοδηγεί και το ρομπότ (aon, aoff, athisway, thatway, ...) με την άμεσα εκτελέσιμη εντολή sendtrc. Η μέθοδος αυτή είναι πολύ αργή και χρειάζονται περίπου 8 sec για να διαβιβάσει η requestrm τις τιμές των τριών αισθητήρων.



Τέλος, στο επόμενο παράδειγμα παρουσιάζει τη δυνατότητα του ρομπότ να αποστέλλει μηνύματα ανάλογα με τις τιμές των αισθητήρων του. Τα μηνύματα αυτά τα επεξεργάζεται η χελώνα και κατευθύνει τόσο τον εαυτό της όσο και το ρομπότ. Και αυτή η μέθοδος είναι αργή (αργεί κυρίως η εντολή `rm?` που επιστρέφει αληθές αν παραλήφθηκε μήνυμα από το ρομπότ). Μπορεί να γίνει πιο γρήγορη αν το ρομπότ αποφασίζει για τον εαυτό του ανάλογα με τις τιμές των αισθητήρων του. Η χελώνα σε κάθε περίπτωση ή θα πρέπει να ζητήσει τις τιμές των αισθητήρων του ρομπότ με την εντολή `requestrm` ή να πάρει τα μηνύματα με την `rm` και να τα αποκωδικοποιήσει.

Η διαδικασία που τρέχει η χελώνα είναι η **readtouch**

```
to readtouch
if rm?
[settext1 rm
if rm = 4 [fd 0 sendrc [aoff coff]]
if rm = 1 [ lt 5 sendrc [athatway cthisway aon con wait 2]]
if rm = 2 [bk 5 sendrc [athatway cthatway aon con wait 2]]
if rm = 3 [rt 5 sendrc [cthatway athisway aon con wait 2]]
if rm = 0 [fd 5 sendrc [athisway cthisway asetpower 2 csetpower 2 aon con wait 2 aoff coff]]]
end
```



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Alain Tougas, Suzan Einhorn, *Microworlds EX Robotics RCX Edition*, LCSi
2. D. Senftleben, *Μάθετε τη logo*, Κλειδάριθμος, 1989
3. Gary Stager, Suzan Einhorn, *Exploring with Microworlds EX*, LCSi
4. *Microworlds Pro βιβλίο καθηγητή*, ITY, 1999
5. *Microworlds Pro βιβλίο μαθητή*, ITY, 1999
6. *Microworlds Pro βιβλίο χρήσιμες συμβουλές*, ITY, 1999
7. S. Papert κ.α, *Logo philosophy and implementation*, [www.lcsi.ca](http://www.lcsi.ca)
8. Tom Lough, 1999, *Μαθαίνοντας το Microworlds Pro*, Ελληνική έκδοση, LCSi, ITY και Rainbow Computer A.E.
9. Ατματζίδης Α., Γλαμπεδάκη Μ., *Γλώσσα logo*, ΙΩΝ, 1992
10. Δαπόντες κ.α. 2003, *Ο δάσκαλος δημιουργός*, εκδ. Καστανιώτη
11. Δαπόντες Ν., *Η διδασκαλία της logo στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση*, Gutenberg, 1989
12. Μικρόπουλος Τ., Λαδιάς Τ., *Η logo στην εκπαιδευτική διαδικασία*, Παν/μιο Ιωαννίνων, 2000
13. Τζαβάρας κ.α., *Πληροφορική Γυμνασίου*, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο