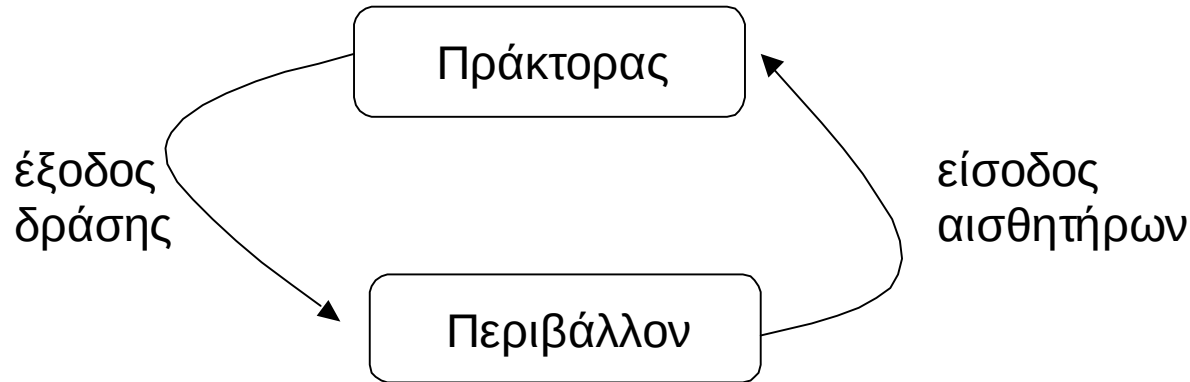


Νοήμονες Πράκτορες

## Τι είναι ευφυής πράκτορας;

- Οποιαδήποτε οντότητα λειτουργεί μέσα σε ένα **περιβάλλον**, το αντιλαμβάνεται μέσω **αισθητήρων** και επιδρά πάνω του μέσω **μηχανισμών δράσης**.
  - Άνθρωπος
  - Ρομπότ
  - Πράκτορας λογισμικού

# Πράκτορας και περιβάλλον (1)



- Είσοδος αισθητήρων = **αντιλήψεις** (percepts).
  - Ακολουθία αντιλήψεων = πλήρες ιστορικό όλων όσων έχει αντιληφθεί ο πράκτορας.
- Έξοδος δράσης = **ενέργειες** που εκτελεί ο πράκτορας στο περιβάλλον.
  - Ρεπερτόριο ενεργειών = το σύνολο όλων των ενεργειών που μπορεί να εκτελέσει ο πράκτορας.
- **Συνάρτηση πράκτορα** = αντιστοιχία ακολουθιών αντιλήψεων σε ενέργειες
- Η **επιλογή** μιας ενέργειας μια χρονική στιγμή εξαρτάται από την τρέχουσα αντίληψη του πράκτορα ή και από ολόκληρη την ακολουθία αντιλήψεών του.

## Πράκτορας και περιβάλλον (2)

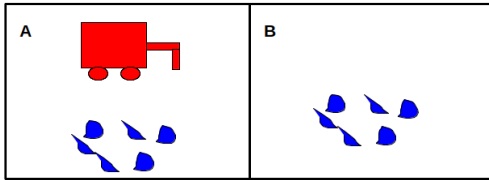
- Στη γενική περίπτωση το περιβάλλον ενός πράκτορα θεωρείται **μη-ντετερμινιστικό**:
  - Η εκτέλεση μιας ενέργειας από τον πράκτορα δεν έχει πάντα το ίδιο αποτέλεσμα.
  - Η εκτέλεση μιας ενέργειας από τον πράκτορα *δεν είναι πάντα επιτυχής*.
- Ο πράκτορας έχει ένα ρεπερτόριο ενεργειών που μπορεί να εκτελέσει.
  - Δεν εκτελούνται όλες οι ενέργειες όλες τις φορές, συνήθως κάθε μία απαιτεί συγκεκριμένες **προϋποθέσεις**.
- Το βασικό πρόβλημα για έναν πράκτορα είναι να **αποφασίζει ποιά ενέργεια** να εκτελέσει όταν περισσότερες από μια είναι πιθανές, έτσι ώστε να ικανοποιήσει τους στόχους για τους οποίους έχει σχεδιαστεί.
  - Το βασικό πρόβλημα για μας είναι να βρούμε ποιος είναι ο σωστός τρόπος να **ορίσουμε (προγραμματίσουμε)** τη συνάρτηση του πράκτορα έτσι ώστε αυτός να μπορεί να αποφασίζει ποιά ενέργεια να εκτελέσει...

# Ορθολογικός πράκτορας

- **Ορθολογικός** πράκτορας = ο πράκτορας που κάνει το σωστό.
- Σωστό = η συνάρτηση του πράκτορα είναι σωστά ορισμένη, δηλαδή για κάθε ακολουθία αντιλήψεων αντιστοιχεί η **ορθή/καλύτερη** ενέργεια.
- **Ορθή/καλύτερη** ενέργεια = εκείνη που κάνει τον πράκτορα πιο **επιτυχημένο**.
- **Επιτυχημένος** πράκτορας = ?

# Μέτρα απόδοσης για πράκτορες

- Μέτρο απόδοσης = ένα **κριτήριο** για την επιτυχημένη (ή όχι) συμπεριφορά του πράκτορα.
- Ο πράκτορας αντιλαμβάνεται το περιβάλλον. Με βάση τις αντιλήψεις του επιλέγει μια ενέργεια. Μόλις εκτελεστεί η ενέργειά του το περιβάλλον περνά σε νέα κατάσταση. Αν η νέα κατάσταση του περιβάλλοντος είναι **επιθυμητή** τότε ο πράκτορας ήταν αποδοτικός/επιτυχημένος.
- Ποιός θα αποφασίσει ποιές καταστάσεις περιβάλλοντος είναι επιθυμητές;
  - Ο ίδιος ο πράκτορας (αλλά τότε είναι υποκειμενικό το κριτήριο)
  - Ο σχεδιαστής του πράκτορα



## Μέτρο απόδοσης για πράκτορα-καθαριστή

- Πόση σκόνη καθαρίζεται μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα;
  - Ένας ορθολογικός πράκτορας θα μπορούσε να επιλέξει ...?
- Πόσο κατάφερε να διατηρήσει το χώρο καθαρό μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα;
  - “καθαρός χώρος” = ? (μέση καθαρότητα?)
  - Δύο διαφορετικοί πράκτορες μπορεί να επιτύχουν την ίδια απόδοση:
    - Ένας που δουλεύει μέτρια όλη την ώρα
    - Ένας που δουλεύει εντατικά κάποια διαστήματα αλλά κάνει μεγάλα διαλείμματα

## Επιλογή κατάλληλου μέτρου απόδοσης

- Δύσκολη!
- Προτιμότερο να επιλέγουμε μέτρα απόδοσης σύμφωνα με το **τί θέλουμε να συμβεί** στο περιβάλλον παρά σύμφωνα με το πώς νομίζουμε ότι πρέπει να συμπεριφερθεί ο πράκτορας.
- Εξάλλου, δεν είναι πάντα σίγουρο ότι ένας πράκτορας θα συμπεριφερθεί με συγκεκριμένο τρόπο! **Αυτονομία...**



## Ορθολογικός πράκτορας (ξανά...)

- Η “σωστή” ενέργεια σε μια χρονική στιγμή εξαρτάται
  - Από το μέτρο απόδοσης που χρησιμοποιείται για να ορίσει την επιτυχία
  - Από την προηγούμενη γνώση του πράκτορα για το περιβάλλον
  - Από τις ενέργειες που μπορεί να πραγματοποιεί ο πράκτορας (ποιών οι προϋποθέσεις εκπληρώνονται;)
  - Από την ακολουθία αντιλήψεων του πράκτορα μέχρι στιγμής
- Για κάθε δυνατή ακολουθία αντιλήψεων, ένας ορθολογικός πράκτορας θα πρέπει να επιλέγει μια ενέργεια που **αναμένεται** να μεγιστοποιήσει το μέτρο της απόδοσής του, με δεδομένα τα τεκμήρια που παρέχονται από την ακολουθία αντιλήψεων και την ενσωματωμένη γνώση που έχει ο πράκτορας.

# Αυτονομία πράκτορα

- Ορθολογικότητα  $\neq$  παντογνώσια
  - Ο πράκτορας παντογνώστης γνωρίζει το πραγματικό (όχι απλά το αναμενόμενο) αποτέλεσμα των ενεργειών του και πράττει ανάλογα.
  - Η ορθολογική επιλογή εξαρτάται από τις *μέχρι στιγμής* αντιλήψεις.
- Ορθολογικότητα  $\Leftarrow$  συλλογή πληροφοριών και εξερεύνηση
  - Ο ορθολογικός πράκτορας θα πρέπει να κάνει και ενέργειες που βοηθούν να μεγιστοποιηθεί η αναμενόμενη απόδοσή του (π.χ. Ο πράκτορας-καθαριστής να διατρέξει το χώρο για να εντοπίσει πού βρίσκεται σκόνη, ή που οριοθετείται ο χώρος)
- Ορθολογικότητα  $\Leftarrow$  μάθηση και αξιοποίηση εμπειρίας
- Συλλογή πληροφοριών + μάθηση + **τροποποίηση** συμπεριφοράς = **αυτονομία.**

## Περιβάλλοντα εργασιών

- Κάθε πράκτορας προορίζεται για να επιλύσει κάποιο πρόβλημα. Για να κατασκευάσουμε ορθολογικό πράκτορα πρέπει κατ'αρχήν να γνωρίζουμε το πρόβλημα, δηλαδή το **περιβάλλον εργασίας** του.
- Για να περιγράψουμε περιβάλλοντα εργασίας πρέπει να ορίσουμε
  - Το μέτρο απόδοσης που θα χρησιμοποιηθεί (**P**erformance)
  - Τα περιεχόμενα του περιβάλλοντος (**E**nvironment)
  - Τους μηχανισμούς δράσης που θα έχει ο πράκτορας (**A**ctuators)
  - Τους μηχανισμούς αντίληψης που θα έχει ο πράκτορας (**S**ensors)

## PEAS παράδειγμα: αυτόματος οδηγός ταξί

Τύπος πράκτορα	Μέτρο απόδοσης	Περιβάλλον	Μηχανισμοί δράσης	Αντιλήψεις
Οδηγός ταξί	Ασφαλές, άνετο, γρήγορο, νόμιμο δρομολόγιο, μέγιστα κέρδη	Δρόμοι, άλλα οχήματα, πεζοί, πελάτες, ισχύων ΚΟΚ, καιρικές συνθήκες	Τιμόνι, γκάζι, φρένο, σήμα, κόρνα, οθόνη	Κάμερες, σόναρ, ταχύμετρο, GPS, οδόμετρο, επιταχυνσιόμετρο, αισθητήρες κινητήρα, πληκτρολόγιο

# Κατηγορίες περιβαλλόντων εργασίας

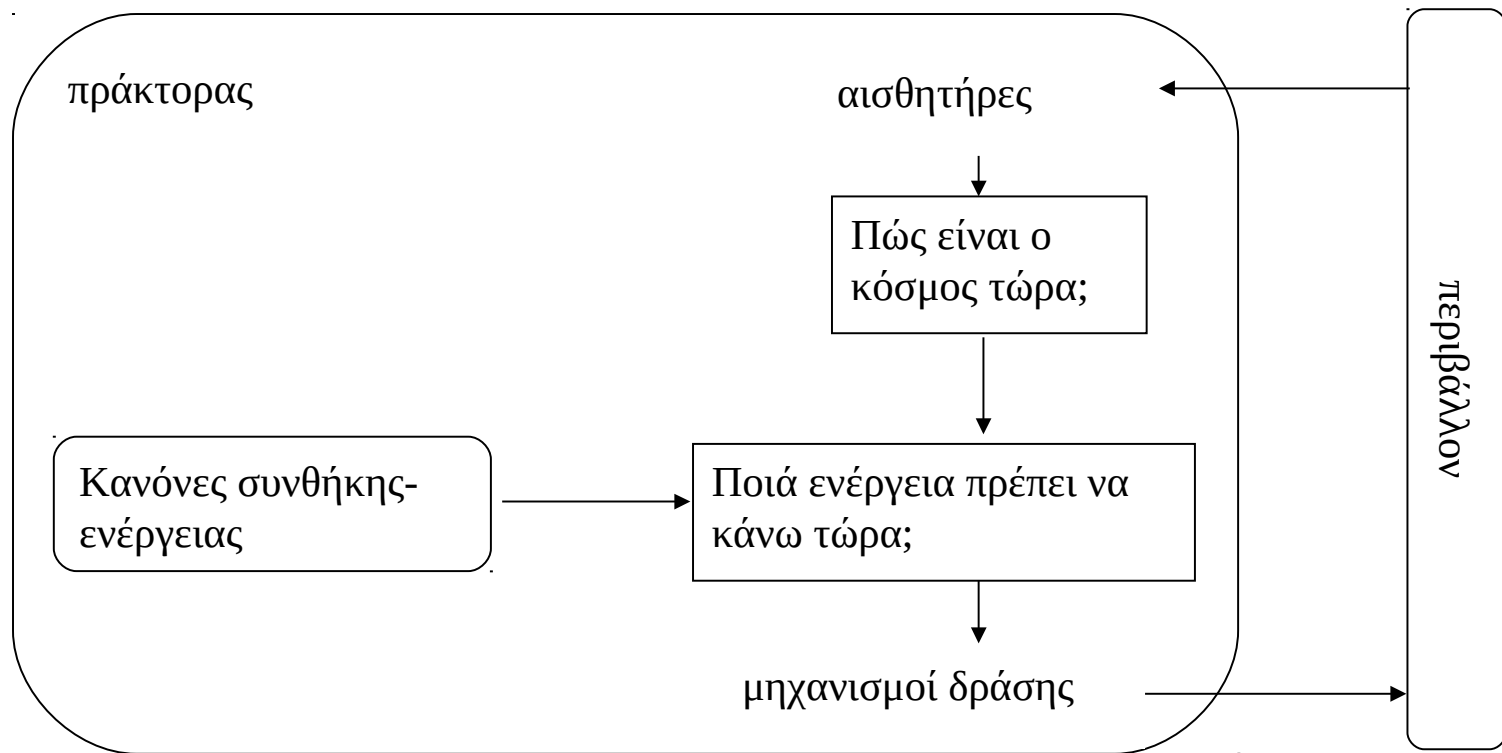
- **Πλήρως παρατηρήσιμο** (vs. μερικώς παρατηρήσιμο)
  - Οι αισθητήρες του πράκτορα έχουν πρόσβαση στην πλήρη κατάσταση του περιβάλλοντος σε κάθε χρονική στιγμή.
- **Αιτιοκρατικό** (vs. Στοχαστικό)
  - Η επόμενη κατάσταση του περιβάλλοντος καθορίζεται πλήρως από την τρέχουσα κατάσταση και την ενέργεια του πράκτορα;
- **Επεισοδιακό** (vs. Ακολουθιακό)
  - Η τρέχουσα απόφαση του πράκτορα για το ποιά ενέργεια να εκτελέσει καθορίζεται πλήρως από την τρέχουσα αντίληψή του (κι όχι από ολόκληρη την ακολουθία αντιλήψεων του μέχρι τώρα)
- **Δυναμικό** (vs. Στατικό)
  - Το περιβάλλον μπορεί να αλλάζει κατά τη διάρκεια σκέψης του πράκτορα, δηλαδή εξαιτίας παραγόντων άλλων από τις ενέργειες του πράκτορα
- **Διακριτό** (vs. Συνεχές)
  - Οι καταστάσεις στις οποίες μπορεί να βρεθεί το περιβάλλον, οι αντιλήψεις του πράκτορα και οι ενέργειές του είναι διακριτές.
- **Μονοπρακτορικό** (vs. Πολυπρακτορικό)
  - Πόσοι πράκτορες λειτουργούν μέσα στο περιβάλλον;

# Κατηγορίες προγραμμάτων πρακτόρων

- Απλοί αντανακλαστικοί πράκτορες
- Αντανακλαστικοί πράκτορες βασισμένοι σε μοντέλο
- Πράκτορες βασισμένοι στο στόχο
- Πράκτορες βασισμένοι στη χρησιμότητα

# Απλοί αντανακλαστικοί πράκτορες (1)

- Επιλέγουν ποιά ενέργεια να εκτελέσουν σε μια δεδομένη χρονική στιγμή με βάση την **τρέχουσα** αντίληψή τους για το περιβάλλον.



## Απλοί αντανεκλαστικοί πράκτορες (2)

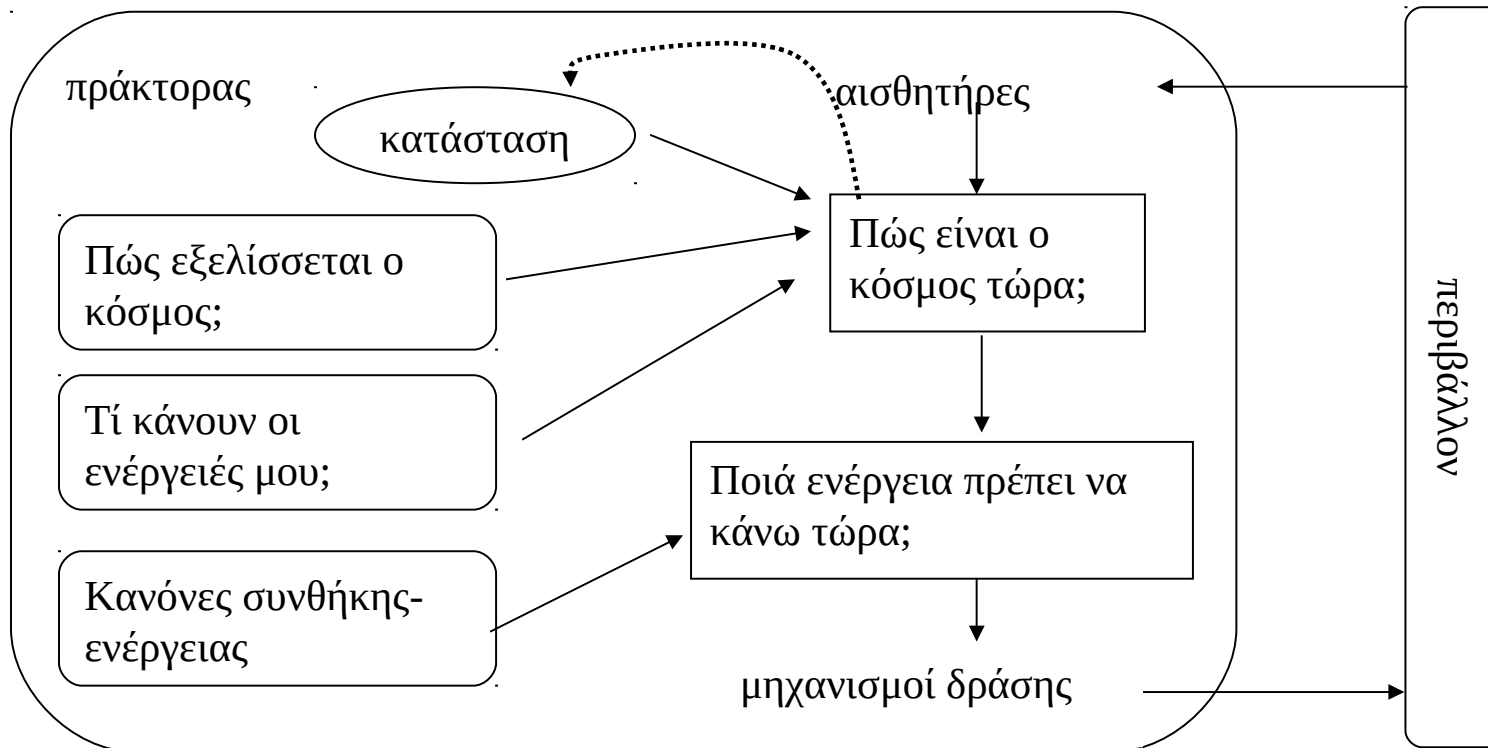
- Παράδειγμα: θερμοστάτης
- Περιορισμένη ευφυΐα
  - Επαρκούν σε περιβάλλοντα πλήρως παρατηρήσιμα.
  - Σε μερικώς παρατηρήσιμα περιβάλλοντα μπορεί να εκτελούν ατέρμονες βρόχους
- Αν ο πράκτορας-καθαριστής δεν έχει τον αισθητήρα θέσης, έχει μόνο τον αισθητήρα σκόνης, τότε
  - Ποιές αντιλήψεις είναι δυνατές;
  - Ποιά ενέργεια πρέπει να κάνει στην αντίληψη [Καθαρό];



## Αντανεκλαστικοί πράκτορες με μοντέλο (1)

- Επιλέγουν ποιά ενέργεια να εκτελέσουν σε μια δεδομένη χρονική στιγμή με βάση το **ιστορικό** των αντιλήψεών του.
- Το ιστορικό των αντιλήψεών του χρησιμοποιείται για να κατασκευάσει ο πράκτορας ένα **μοντέλο** για το πώς λειτουργεί ο κόσμος.
  - Πώς εξελίσσεται ο κόσμος ανεξάρτητα από αυτόν (νόμοι του περιβάλλοντος).
  - Πώς αλλάζει ο κόσμος εξαιτίας των ενεργειών του.

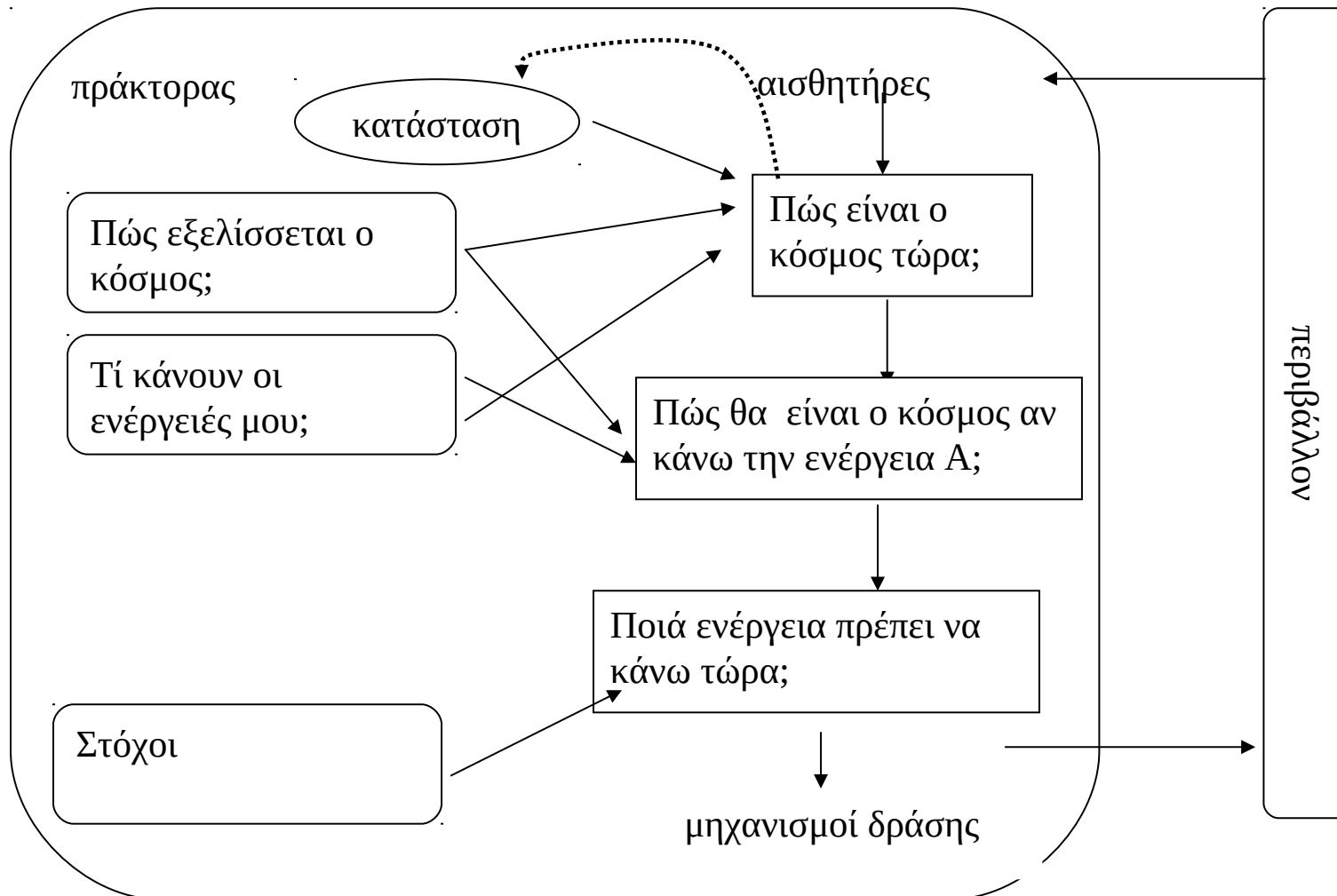
## Αντανακλαστικοί πράκτορες με μοντέλο (2)



# Πράκτορες βασισμένοι σε στόχους (1)

- Η τρέχουσα αντίληψη (ή και το ιστορικό) δεν επαρκούν σε μερικές περιπτώσεις για να ληφθεί απόφαση για το ποιά ενέργεια πρέπει να εκτελεστεί.
  - Π.χ. Σε ένα σταυροδρόμι ένα αυτοκίνητο μπορεί να στρίψει αριστερά, δεξιά ή να πάει ευθεία. Η επιλογή εξαρτάται από το πού θέλει να πάει.
- Ο πράκτορας χρειάζεται κάποια πληροφορία για το ποιός είναι ο **στόχος** του (ποιά είναι η επιθυμητή κατάσταση περιβάλλοντος που πρέπει να πετύχει).
- Ο πράκτορας πρέπει να έχει ικανότητες **αναζήτησης** και **σχεδιασμού** για να μπορεί να βρεί ποιά ακολουθία ενεργειών πετυχαίνει το στόχο του.

## Πράκτορες βασισμένοι σε στόχους (2)



# Πράκτορες βασισμένοι στη χρησιμότητα (1)

- Ένας στόχος (π.χ για τον πράκτορα-καθαριστή, να διατηρήσει τους δύο χώρους καθαρούς) ίσως επιτυγχάνεται με περισσότερους από έναν τρόπους.
- Πώς επιλέγει ένας πράκτορας ποιά ενέργεια να εκτελέσει όταν έχει επιλογή από ένα πλήθος εναλλακτικών που πετυχαίνουν το ίδιο αποτέλεσμα;
- Συνάρτηση χρησιμότητας: κάθε κατάσταση του περιβάλλοντος (ή κάθε ακολουθία καταστάσεων περιβάλλοντος) “βαθμολογείται” με πραγματικό αριθμό.
- Η συνάρτηση χρησιμότητας είναι χρήσιμη και όταν πρέπει ένας πράκτορας να αποφασίσει ποιόν από πολλούς εναλλακτικούς στόχους θα πρέπει να επιδιώξει (προτεραιότητες) ή ποιόν από συγκρουόμενους στόχους θα πρέπει να επιδιώξει.

## Πράκτορες βασισμένοι στη χρησιμότητα (2)

