

## Ευφυείς Τεχνολογίες → Πράκτορες

**Ενότητα 6:**

- *Επικοινωνία Πρακτόρων*
- *Εισαγωγή στη JADE*

Δημοσθένης Σταματής  
demos@it.teithe.gr  
www.it.teithe.gr/~demos

ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΠΜΣ «ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ»






### Μαθησιακοί Στόχοι της ενότητας 7

- ☞ Η κατανόηση του θεωρητικού μοντέλου για την επικοινωνία των πρακτόρων σε ένα πολυπρακτορικό σύστημα
- ☞ Η εισαγωγή στις γλώσσες επικοινωνίας πρακτόρων
- ☞ Η υλοποίηση της επικοινωνίας στα πλαίσια ενός προγραμματιστικού περιβάλλοντος ανάπτυξης πρακτόρων

2

ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ – ΠΡΑΚΤΟΡΕΣ ΕΝΟΤΗΤΑ 6 Δ. ΣΤΑΜΑΤΗΣ

## Η ύλη της ενότητας 7

-  Η επικοινωνία ως μέσο για την αλληλεπίδραση των πρακτόρων
-  Αναφορά σε μοντέλα επικοινωνίας για την επίλυση προβλήματος
-  Η θεωρία “Speech Act”
-  Πρωτόκολλα Επικοινωνίας & Αλληλεπίδρασης - Γλώσσες
-  Το περιβάλλον JADE και η υλοποίηση της επικοινωνίας

3

## Αλληλεπίδραση στα ΠΠΣ

**Ορισμός:** Μία αλληλεπίδραση προκύπτει όταν δύο ή περισσότεροι πράκτορες σχετίζονται δυναμικά μέσω ενός συνόλου αμοιβαίων δράσεων

[Ferber 1999]

- ❖ Οι αλληλεπιδράσεις προκύπτουν ως αποτέλεσμα μιας σειράς δράσεων, οι συνέπειες των οποίων **επηρεάζουν τη μελλοντική συμπεριφορά των πρακτόρων.**
- ❖ Οι δράσεις μπορεί να είναι **άμεσες** ή **έμμεσες**, με **πρόθεση** ή **χωρίς πρόθεση.**

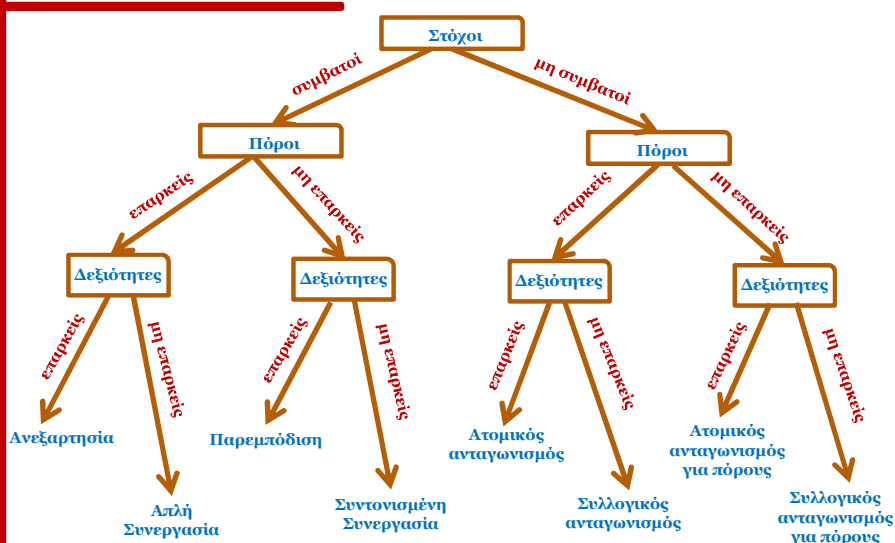
4

## Τύποι Αλληλεπίδρασης στα ΠΠΣ (γλωσσάρι)

- ⊙ **Ανεξαρτησία (*Independence*)**
- ⊙ **Απλή Συνεργασία (*Simple Cooperation*)**
- ⊙ **Παρεμπόδιση (*Obstruction*)**
- ⊙ **Συντονισμένη Συνεργασία (*Coordinated Cooperation*)**
- ⊙ **Ατομικός Ανταγωνισμός (*Individual Competition*)**
- ⊙ **Συλλογικός ανταγωνισμός (*Collective Competition*)**
- ⊙ **Ατομικός Ανταγωνισμός για πόρους  
(*Individual Competition over resources*)**
- ⊙ **Συλλογικός Ανταγωνισμός για πόρους  
(*Collective Competition over resources*)**

5

## Τύποι Αλληλεπίδρασης στα ΠΠΣ



6

## Πως μπορούμε να υλοποιήσουμε την επικοινωνία και την αλληλεπίδραση μεταξύ πρακτόρων ?

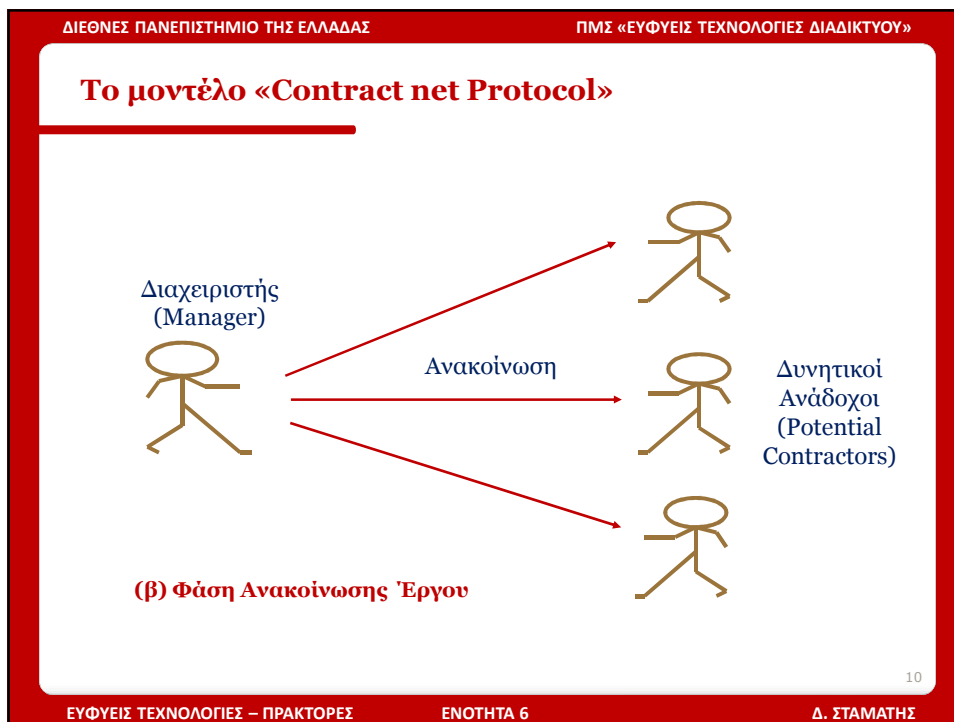
- ❖ Επικοινωνία με φυσική γλώσσα (NLP) ?
  - ❖ Όχι ακόμα
  - ❖ Ίσως ποτέ !
- ❖ Επικοινωνία με τυποποιημένη εξειδικευμένη γλώσσα !
  - ❖ Ονομάζονται **ACLs** (**A**gent **C**ommunication **L**anguages)
  - ❖ Μπορεί να είναι διαφορετικές μεταξύ τους, αλλά
  - ❖ Πρέπει να βασίζονται σε κοινώς αποδεκτά σταθερότυπα.
- ❖ Για τη συνολική αλληλεπίδραση απαιτούνται συγκεκριμένα πρωτόκολλα
  - ❖ Ορίζουν προκαθορισμένες ακολουθίες ανταλλαγής μηνυμάτων μεταξύ των πρακτόρων ενός ΠΠΣ.

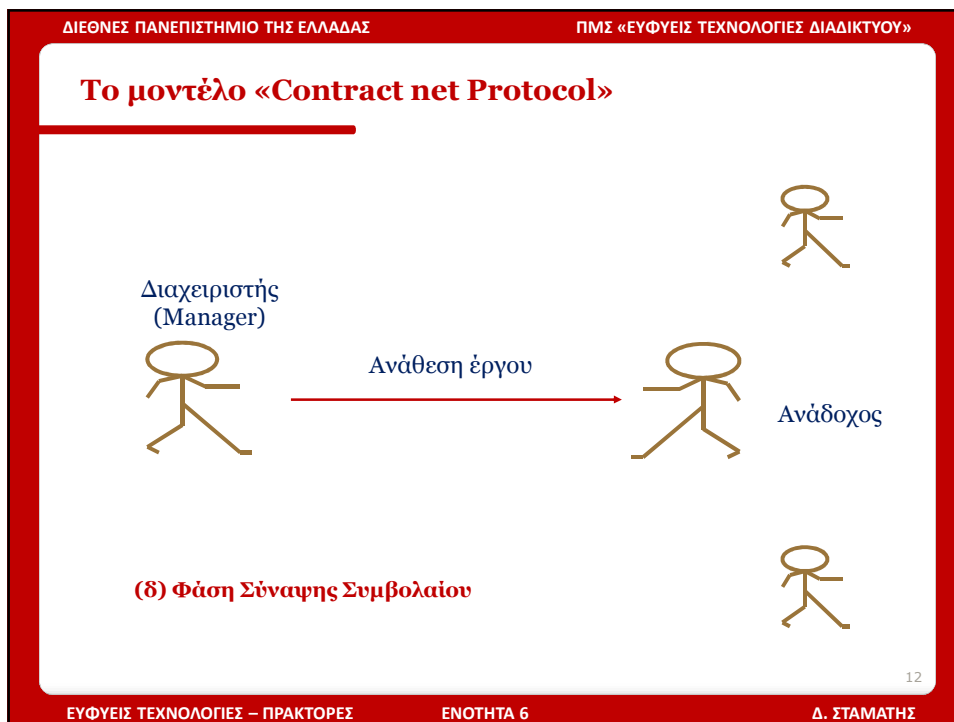
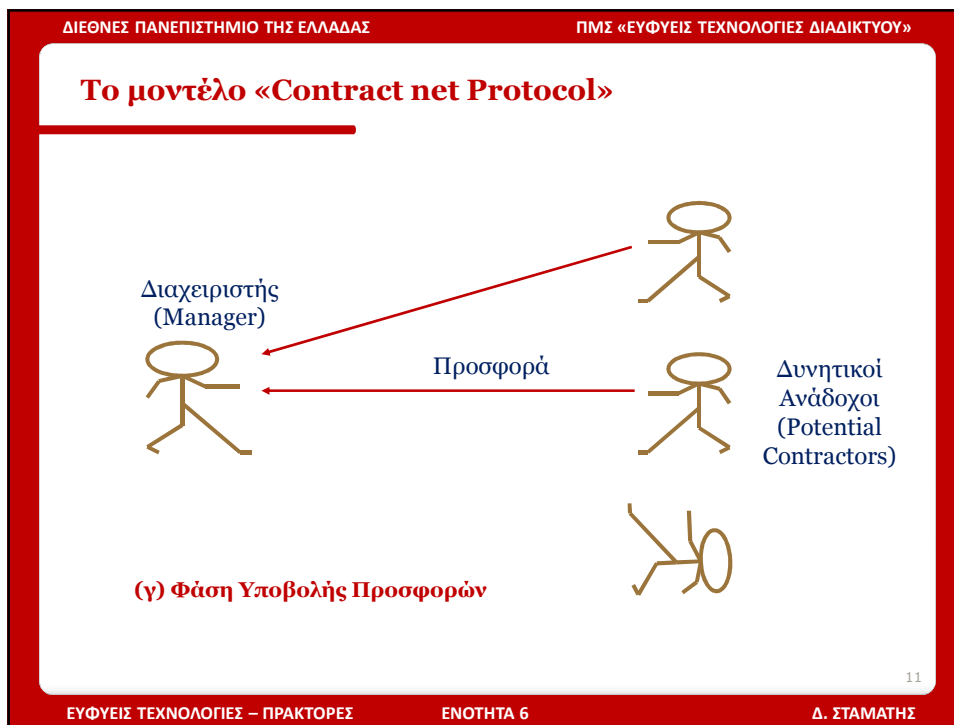
7

## Συνεργασία Πρακτόρων για επίλυση προβλήματος Ένα παράδειγμα: Το μοντέλο «Contract net Protocol»

- ❖ Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο οι πράκτορες ενός ΠΠΣ μπορούν να αποκτήσουν δύο ρόλους: του **διαχειριστή** (manager) και του **αναδόχου** (contractor)
- ❖ Εάν ένας πράκτορας δεν μπορεί να λύσει μόνος του ένα πρόβλημα (χρησιμοποιώντας τις δικές του ικανότητες και τους τοπικούς πόρους), αποσυνθέτει το πρόβλημα σε **επιμέρους έργα** (tasks) και λειτουργώντας ως **διαχειριστής** προσπαθεί να βρει άλλους πράκτορες που να διαθέτουν τις απαραίτητες ικανότητες και πόρους για να αναλάβουν τα επιμέρους έργα ως **ανάδοχοι**

8





### Συνεργασία Πρακτόρων για επίλυση προβλήματος: Το μοντέλο «Κατάστρωσης Πλάνων»

- ❖ Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο το πρόβλημα αντιμετωπίζεται ως πρόβλημα **κατάστρωσης πλάνου** (planning). Οι πράκτορες ενός ΠΠΣ συνεργάζονται για την δημιουργία ενός κοινού πλάνου το οποίο **περιλαμβάνει τις μελλοντικές ενέργειες και αλληλεπιδράσεις** μεταξύ των πρακτόρων για την επίλυση του προβλήματος.
- ❖ Στις παραπάνω ενέργειες προβλέπεται και η **δυνατότητα επαναδιατύπωσης του πλάνου**.

13

### Συνεργασία Πρακτόρων για επίλυση προβλήματος: Το μοντέλο «Κατάστρωσης Πλάνων»

Η Πολυπρακτορική Κατάστρωση Πλάνου μπορεί να πάρει δύο μορφές:

- ❖ **Κεντροποιημένη κατάστρωση Πλάνου:** Στην περίπτωση αυτή ένας πράκτορας παίζει το ρόλο του **συντονιστή**. Δέχεται όλα τα επιμέρους πλάνα των άλλων πρακτόρων, τα ελέγχει για πιθανές συγκρούσεις, τα τροποποιεί κατάλληλα και **παράγει το κοινό πλάνο**.
- ❖ **Κατανεμημένη κατάστρωση Πλάνου:** Στην περίπτωση αυτή κάθε πράκτορας αποκτά ένα **μοντέλο των πλάνων των υπόλοιπων πρακτόρων**. Οι πράκτορες επικοινωνούν μεταξύ τους για να καταστρώσουν και να ενημερώσουν το πλάνο τους και τα μοντέλα των άλλων, **έως ότου αρθούν όλες οι πιθανές συγκρούσεις**.

14

## Η Θεωρία των Λεκτικών Δράσεων (Speech Act theory)

- ❖ Οι γλώσσες επικοινωνίας πρακτόρων βασίζονται **στη Θεωρία των Λεκτικών Δράσεων (Speech Act theory)**  
[John Langshaw Austin, 1962]
- ❖ Η θεωρία διατυπώνει ότι η επικοινωνία είναι μία μορφή δράσης. Σύμφωνα με αυτήν περιγράφεται πως η χρήση **λεκτικών εκφράσεων** οδηγούν στην **επιτυχημένη υλοποίηση των προθέσεων ενός ατόμου** (ή και πράκτορα).
- ❖ Κάθε λεκτική έκφραση αποτελεί μία **δράση (action)** που προκαλεί **αλλαγή κατάστασης του κόσμου** (του πράκτορα).

15

## Η Θεωρία των Λεκτικών Δράσεων (Speech Act theory)

- ❖ Θεωρείται ότι ένας ομιλητής μέσω των λεκτικών δράσεων εκφράζει **ισχυρισμούς, αιτήσεις, προτάσεις, επιθυμίες κ.λπ.** και οι δράσεις αυτές προκαλούν **αλλαγή νοητικής κατάστασης** στον αποδέκτη-ακροατή.
- ❖ **Παράδειγμα λεκτικής δράσης: «κλείσε το παράθυρο»**
- ❖ Σύμφωνα με τη θεωρία Speech Act υπάρχουν **3 όψεις** αυτής της λεκτικής δράσης:
  - **Η φύση της έκφρασης (Locution):** π.χ. ποιός το λέει, ποιός είναι ο παραλήπτης, ποιό παράθυρο
  - **Σκοπούμενο νόημα (Illocution):** Δράση μεταφοράς πρόθεσης (αυτός που μιλάει θέλει αυτός που τον ακούει να κλείσει το παράθυρο)
  - **Δράση που προκαλείται (Perlocution):** π.χ. αυτός που άκουσε κλείνει το παράθυρο.

16



## ΠΠΣ: Πρωτόκολλα επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης

- Τα **πρωτόκολλα επικοινωνίας (communication)** καθορίζουν κανόνες ανταλλαγής μηνυμάτων και ορίζουν διαλόγους με νόημα.
- Τα **πρωτόκολλα αλληλεπίδρασης** διέπουν την ανταλλαγή σειράς μηνυμάτων μεταξύ πρακτόρων, όπως:
  - Τα **πρωτόκολλα συνεργασίας (cooperation protocols)** καθορίζουν ένα πλαίσιο μέσα στο οποίο οι πράκτορες μπορούν να συντονίσουν τις δράσεις τους για να πετύχουν την επίλυση σύνθετων/δύσκολων προβλημάτων συνεργαζόμενοι
  - Τα **πρωτόκολλα διαπραγμάτευσης (Negotiation)** χρησιμοποιούνται σε περιστάσεις που οι πράκτορες έχουν μη συμβατούς στόχους έτσι ώστε να γίνει δυνατός ο συμβιβασμός μέσω επίλυσης των συγκρούσεων

17

## ΠΠΣ: Γλώσσες Επικοινωνίας Πρακτόρων

- ❖ Για να γίνει δυνατή η **αλληλεπίδραση** των πρακτόρων απαιτείται η επικοινωνία τους να **καθορίζεται με σαφήνεια από το πρωτόκολλο.**
- ❖ Για την περιγραφή της επικοινωνίας απαιτούνται ειδικές γλώσσες, οι **Γλώσσες Επικοινωνίας Πρακτόρων (Agent Communication Languages - ACL)**
- ❖ Στην περίπτωση που ένα ΠΠΣ χρησιμοποιεί τη δική του ACL, για να είναι δυνατή η ανάπτυξη ανοικτών και συμβατών ΠΠΣ είναι απαραίτητη η **χρήση ενός κοινού πρωτοκόλλου.**

18

## ΠΠΣ: Γλώσσες Επικοινωνίας Πρακτόρων

- ❖ Η γλώσσα **KQML**  
(**K**nowledge and **Q**uery **M**anipulation **L**anguage)
- ❖ **FIPA ACL**  
(**F**oundation for **I**ntelligent **P**hysical **A**gents)
- ❖ **JADE** (**J**ava **A**gent **D**evelopment Framework)  
Υλοποιεί την επικοινωνία με έτοιμες κλάσεις που επεκτείνονται

19

## ΠΠΣ: Γλώσσες Επικοινωνίας Πρακτόρων

- ❖ Σε κάθε γλώσσα επικοινωνίας περιλαμβάνονται **3 συνιστώσες συντακτικού**:
  - ✓ **Η εξωτερική γλώσσα**: καθορίζει τις λεκτικές εκφράσεις (speech acts) που χρησιμοποιούν οι πράκτορες για να επικοινωνήσουν και ορίζει ένα **φάκελο** αποστολής του μηνύματος.
  - ✓ **Η εσωτερική γλώσσα**: (ή γλώσσα περιεχομένου) καθορίζει τον τρόπο (συντακτικό) που γράφεται το περιεχόμενο του μηνύματος.
  - ✓ **Το λεξικό**: Περιγράφει το πεδίο ορισμού των όρων που χρησιμοποιούνται για το περιεχόμενο του μηνύματος με τη μορφή εννοιών και σχέσεων μεταξύ τους

20

## Μορφή μηνύματος σε KQML

```
(KQML-act
  :sender <word>
  :receiver <word>
  :in-reply-to <word>
  :language <word>
  :ontology <word>
  :content <expression>
  ...
)
```

Η KQML ορίζει 41 μηνύματα χωρισμένα σε 11 κατηγορίες

21

## Παράδειγμα μηνύματος σε KQML

```
(ask-one
  :sender Agent450
  :receiver Agent435
  :language KIF
  :ontology cycbase
  :content (salary 980765 ?amount)
)
```

22

## Παράδειγμα μηνύματος σε KQML

```
(tell
  :sender Agent435
  :receiver Agent450
  :in-reply-to id-msg-005
  :language KIF
  :ontology cycbase
  :content (salary 980765 31500)
)
```

23

## Οι τύποι μηνυμάτων (επικοινωνιακών πράξεων) κατά FIPA ACL

### FIPA Communicative Acts (22)

Accept Proposal	Propagate
Agree	Propose
Cancel	Proxy
Call for Proposal	Query IF
Confirm	Query Ref
Disconfirm	Refuse
Failure	Reject Proposal
Inform	Request
Inform IF	Request When
Inform Ref	Request Whenever
Not Understood	Subscribe

24

## Κατηγοριοποίηση πράξεων επικοινωνίας σε FIPA ACL

Κατηγορία	Επικοινωνιακή Πράξη (communicative act)
Μετάδοση Πληροφορίας (information passing)	confirm, disconfirm, inform, inform-if, inform-ref
Αίτηση Πληροφόρησης (requesting information)	query-if, query-ref, subscribe
Διαπραγμάτευση (negotiation)	accept-proposal, cfp, propose, reject-proposal
Εκτέλεση Ενεργειών (action performing)	agree, cancel, refuse, request, request-when, request-whenever
Μηνύματα Λάθους (error handling)	failure, not-understood

25

## Παράδειγμα μηνύματος σε FIPA ACT

```
(request
:sender (agent-identifier :name niki@it.teithe.gr)
:receiver (agent-identifier :name bob@lisbon.pt)
:ontology travel-assistant-europe
:language FIPA-SL
:protocol fipa-request
:content
  ""((action
    (agent-identifier :name bob@lisbon.pt)
    (book-hotel :arrival 15/06/2019 :departure 20/06/2019)
  ))""
)
```

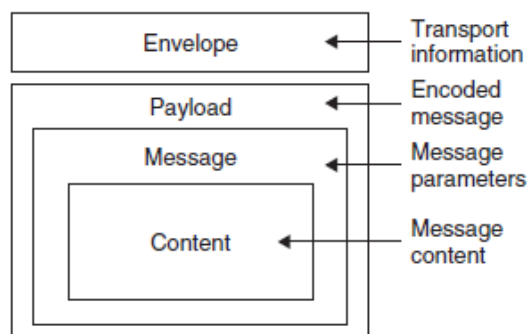
26

## Οι πιθανές παράμετροι μηνύματος σε FIPA ACT

Parameter	Category of Parameters
performative	Type of communicative acts
sender	Participant in communication
receiver	Participant in communication
reply-to	Participant in communication
content	Content of message
language	Description of Content
encoding	Description of Content
ontology	Description of Content
protocol	Control of conversation
conversation-id	Control of conversation
reply-with	Control of conversation
in-reply-to	Control of conversation
reply-by	Control of conversation

27

## Φάκελος και περιεχόμενο Μηνύματος κατά FIPA



28

ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΠΜΣ «ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ»

## Υπό-επίπεδα (sub-layers) επικοινωνίας κατά FIPA

<b>Sub-layer 7 : Interaction protocol</b>
<b>Sub-layer 6: Communicative act</b>
<b>Sub-layer 5: Content expression</b>
<b>Sub-layer 4: Ontology</b>
<b>Sub-layer 3: Messaging</b>
<b>Sub-layer 2: Encoding</b> ( <i>XML, String, Bit-Efficient</i> )
<b>Sub-layer 1: Transport</b> ( <i>HTTP, IIOP, WAP</i> )

29

ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ – ΠΡΑΚΤΟΡΕΣ ΕΝΟΤΗΤΑ 6 Δ. ΣΤΑΜΑΤΗΣ

ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΠΜΣ «ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ»

## Πρωτόκολλα Αλληλεπίδρασης Πρακτόρων

**Είναι απολύτως απαραίτητα:**

- ❖ Για την αποφυγή καταστάσεων χάους
- ❖ Την ικανοποίηση καθολικών περιορισμών
- ❖ Την εκμετάλλευση κατανεμημένης εμπειρίας
- ❖ Την αύξηση της αποδοτικότητας του ΠΠΣ

30

ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ – ΠΡΑΚΤΟΡΕΣ ΕΝΟΤΗΤΑ 6 Δ. ΣΤΑΜΑΤΗΣ

ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΠΜΣ «ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ»

## Γενικές Κατηγορίες Πρωτόκολλων Αλληλεπίδρασης Πρακτόρων

- ❖ Πρωτόκολλα Βασισμένα στην Οργάνωση (Organisational Structure Protocols)
- ❖ Πρωτόκολλα Σύναψης Συμβολαίων (Contract net Protocols)
- ❖ Πρωτόκολλα Πολυπρακτορικής Κατάστρωσης Πλάνων (Multi-Agent Planning)
- ❖ Πρωτόκολλα Διαπραγμάτευσης (Negotiation Protocols)

31

ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ – ΠΡΑΚΤΟΡΕΣ ΕΝΟΤΗΤΑ 6 Δ. ΣΤΑΜΑΤΗΣ

ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΠΜΣ «ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ»

## Πρωτόκολλα Αλληλεπίδρασης κατά FIPA

Interaction Protocol Specifications

About Specifications Activities Resources Members

Up

ACL

Interaction Protocols Communicative Acts Content Languages

FIPA Interaction Protocols (IPs) specifications deal with pre-agreed message exchange protocols for ACL messages. Below are the [Preliminary](#), [Experimental](#) and [Standard](#) specifications relating to IPs.

These are available in one download file from [here](#).

Identifier	Title
SC00026	<a href="#">FIPA Request Interaction Protocol Specification</a>
SC00027	<a href="#">FIPA Query Interaction Protocol Specification</a>
SC00028	<a href="#">FIPA Request When Interaction Protocol Specification</a>
SC00029	<a href="#">FIPA Contract Net Interaction Protocol Specification</a>
SC00030	<a href="#">FIPA Iterated Contract Net Interaction Protocol Specification</a>
XC00031	<a href="#">FIPA English Auction Interaction Protocol Specification</a>
XC00032	<a href="#">FIPA Dutch Auction Interaction Protocol Specification</a>
SC00033	<a href="#">FIPA Brokering Interaction Protocol Specification</a>
SC00034	<a href="#">FIPA Recruiting Interaction Protocol Specification</a>
SC00035	<a href="#">FIPA Subscribe Interaction Protocol Specification</a>
SC00036	<a href="#">FIPA Propose Interaction Protocol Specification</a>

IPs

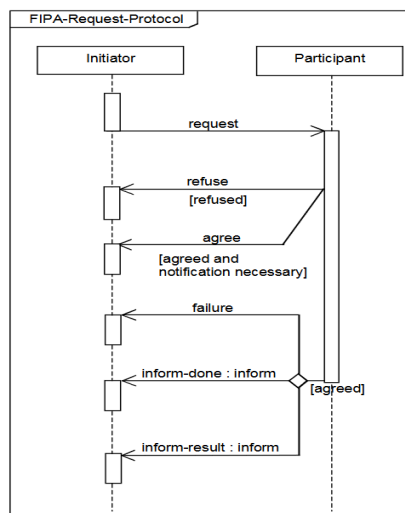
<https://www.fipa.org/repository/ips.php3>

32

ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ – ΠΡΑΚΤΟΡΕΣ ΕΝΟΤΗΤΑ 6 Δ. ΣΤΑΜΑΤΗΣ

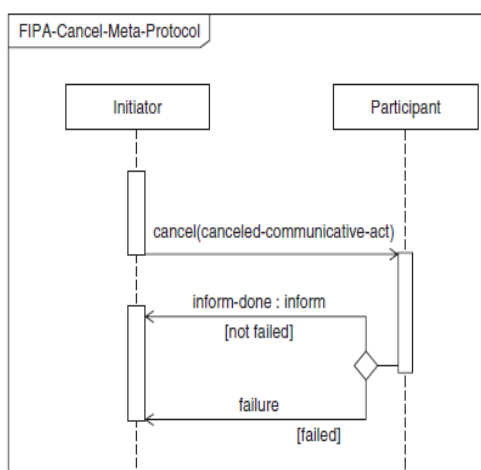


## Πρωτόκολλα Αλληλεπίδρασης κατά FIPA

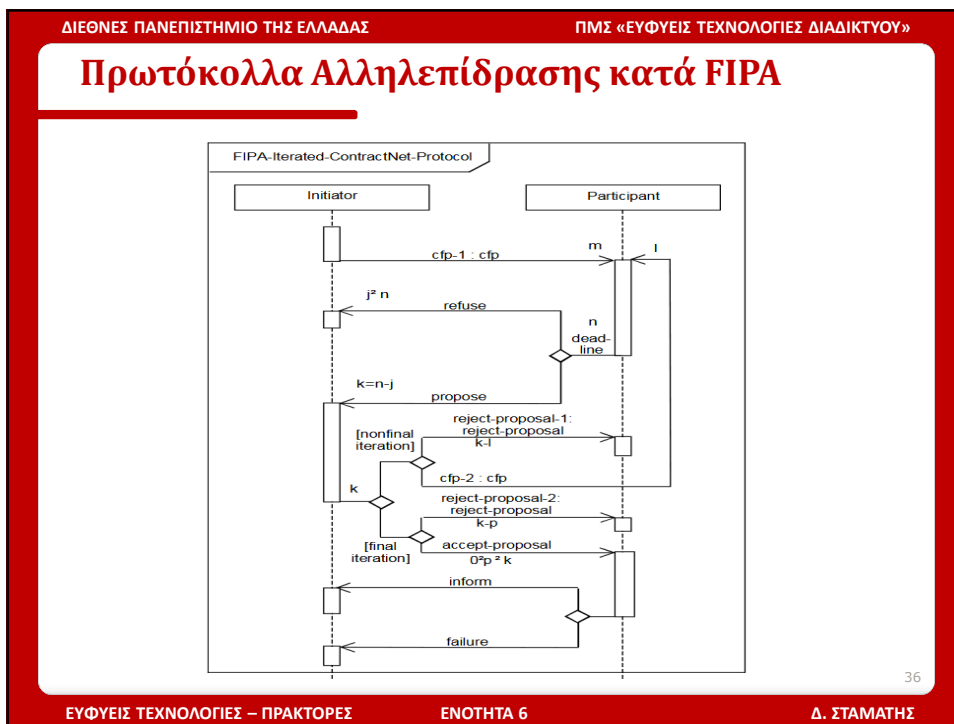


33

## Πρωτόκολλα Αλληλεπίδρασης κατά FIPA



34







## JADE: Περιβάλλον ανάπτυξης πολλαπλών πρακτόρων

-  JADE: Java Agent Development Environment (Framework)
-  Ελεύθερο Λογισμικό (Open Source)  
Web site: <http://jade.tilab.com>
-  (Η) JADE είναι πλήρως υλοποιημένη σε Java. Η δημιουργία, ο προγραμματισμός και η επικοινωνία των πρακτόρων συνίστανται στην επέκταση κλάσεων των πακέτων που παρέχονται.

37

## JADE: Περιβάλλον ανάπτυξης πολλαπλών πρακτόρων

-  Είναι πλήρως συμβατή με τις προδιαγραφές (σταθερότυπα) της FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents)
-  Παρέχει ένα ολοκληρωμένο γραφικό περιβάλλον για τη διαχείριση, την αποσφαλμάτωση και την παρακολούθηση των πρακτόρων
-  Επιτρέπει την κινητικότητα (mobility) του κώδικα και της κατάστασης των πρακτόρων
-  Υποστηρίζει σύνθετες ακολουθίες επικοινωνίας πρακτόρων

38

ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΠΜΣ «ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ»

## JADE αποτελεί λογισμικό τύπου middleware

The diagram illustrates two architectural models. On the left, a traditional model shows three vertical bars representing applications (Εφαρμογές) sitting on a grey rectangular block for the Operating System (OS), which in turn sits on another grey block for Hardware. On the right, the JADE model shows the same three vertical bars for applications (Εφαρμογές) sitting on an orange rectangular block for Middleware, which sits on the OS and Hardware blocks.

39

ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ – ΠΡΑΚΤΟΡΕΣ ΕΝΟΤΗΤΑ 6 Δ. ΣΤΑΜΑΤΗΣ

ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΠΜΣ «ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ»

## JADE

The diagram shows the JADE architecture stack. At the top is a light blue box labeled 'Multi-agent distributed application' containing five purple smiley-face icons representing agents. Below this is a horizontal line labeled 'JADE LAYER'. Underneath the line are four orange boxes labeled 'Container'. Below the containers is a yellow box labeled 'JADE'. Underneath the JADE box is another horizontal line labeled 'JAVA VM LAYER'. Below this line are four red boxes labeled 'J2SE', 'J2EE', 'PersonalJava', and 'CLDC'. At the bottom, there are two groups of devices: 'Internet' (a desktop computer) and 'Wireless environment' (a server, a PDA, and a mobile phone), connected by lines.

40

ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ – ΠΡΑΚΤΟΡΕΣ ΕΝΟΤΗΤΑ 6 Δ. ΣΤΑΜΑΤΗΣ

ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΠΜΣ «ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ»

## Γενική εικόνα ενός ΠΠΣ στη JADE :

41

ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ – ΠΡΑΚΤΟΡΕΣ ΕΝΟΤΗΤΑ 6 Δ. ΣΤΑΜΑΤΗΣ

ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΠΜΣ «ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ»

## Αρχιτεκτονική JADE

**Η JADE βασίζεται στο μοντέλο υβριδικής αρχιτεκτονικής P2P**

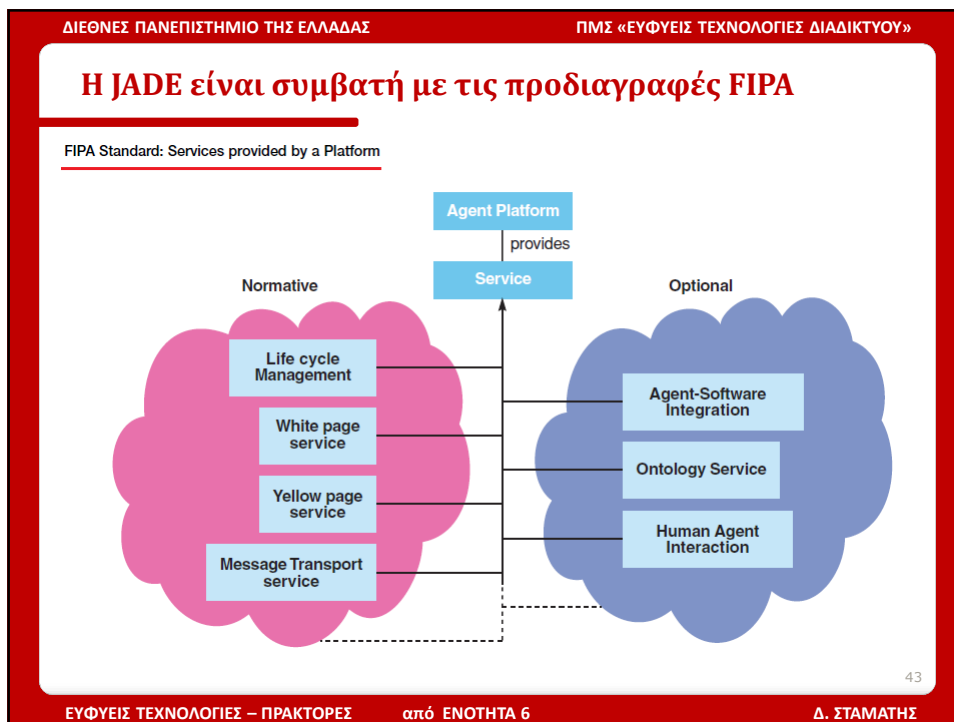
Αρχιτεκτονική  
Client/Server

Αρχιτεκτονική  
Peer to Peer (P2P)

Υβριδική  
Αρχιτεκτονική  
Peer to Peer (P2P)

42

ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ – ΠΡΑΚΤΟΡΕΣ ΕΝΟΤΗΤΑ 6 Δ. ΣΤΑΜΑΤΗΣ



ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΠΜΣ «ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ»

## Το περιβάλλον της JADE

The screenshot shows the JADE Remote Agent Management GUI. The tree view on the left displays the following structure:

- AgentPlatforms
  - "192.168.15.47:1099/JADE"
    - Main-Container
      - ams@192.168.15.47:1099/JADE
      - df@192.168.15.47:1099/JADE
      - rma@192.168.15.47:1099/JADE

Annotations on the left side of the screenshot:

- container: points to the "Main-Container" folder.
- AMS (Agent Management System): points to the "ams@192.168.15.47:1099/JADE" agent.
- DF (Directory Facilitator): points to the "df@192.168.15.47:1099/JADE" agent.

The table on the right side of the screenshot has the following columns:

name	addresses	state	owner
NAME	ADDRESSES	STATE	OWNER

ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ – ΠΡΑΚΤΟΡΕΣ από ΕΝΟΤΗΤΑ 6 Δ. ΣΤΑΜΑΤΗΣ

ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΠΜΣ «ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ»

## Διαχείριση και Επικοινωνία Πρακτόρων στην JADE

*Περιγραφή Οντολογίας διαχείρισης Πρακτόρων*

The diagram illustrates the ontology for JADE agent management. The entities and their relationships are as follows:

- Director Facilitator** (DF) contains 0..n **Agent Service Description**.
- Agent Platform** has 0..n **Agent** and has\_a **AMS**.
- Agent** has 0..n **Agent Service Description** and uses\_a **MTS**.
- AMS** (Agent Management System) contains 0..n **Agent Description**.
- Agent** has\_a **Agent Description**.
- MTS** (Message Transport Service) is used by **Agent**.

Annotations on the diagram:

- Director Facilitator: points to the DF entity.
- Agent Management System: points to the AMS entity.
- Yellow Page Services: points to the Agent Service Description entity.
- Message Transport Service: points to the MTS entity.

Διαχειρίζεται όλες τις ανταλλαγές μηνυμάτων μεταξύ των πρακτόρων είτε αυτοί βρίσκονται στην ίδια πλατφόρμα είτε σε διαφορετικές

ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ – ΠΡΑΚΤΟΡΕΣ ΕΝΟΤΗΤΑ 6 Δ. ΣΤΑΜΑΤΗΣ 46

## Δημιουργία Πρακτόρων στη JADE



Η JADE παρέχει μία βασική **κλάση ορισμού πράκτορα «Agent»**



Ο Προγραμματιστής ορίζει ένα νέο πράκτορα **επεκτείνοντας** τη βασική κλάση του πράκτορα.



```
import jade.core.Agent;

public class MyAgent extends Agent {
    protected void setup() {
        // Υλοποίηση αρχικής μεθόδου
        System.out.println("Hello! I am"
            + getAID().getName() + " and I am ready!");
    }
}
```

47

## Συμπεριφορές Πρακτόρων στη JADE



Στη JADE οι **ικανότητες** ενός πράκτορα υλοποιούνται με τη βοήθεια **συμπεριφορών (behaviours)**



Η JADE διαθέτει σχετική βιβλιοθήκη με κλάσεις στις οποίες ορίζονται οι βασικές λειτουργίες και τα χαρακτηριστικά των **συμπεριφορών**. Ο Προγραμματιστής υλοποιεί μία συμπεριφορά ενός πράκτορα που αναπτύσσει **επεκτείνοντας** τις κλάσεις αυτές.



Οι **ενέργειες** του πράκτορα είναι αποτέλεσμα της εκτέλεσης των **συμπεριφορών**. (μέσω της κλήσης οριζόμενης μεθόδου action() κάθε συμπεριφοράς)

48



## Συμπεριφορές Πρακτόρων στη JADE (2)

Ορίζονται τριών ειδών **συμπεριφορές** (*behaviours*)



**Συμπεριφορές Απλής Εκτέλεσης**  
(*One Shot Behaviours*)



**Κυκλικές Συμπεριφορές**  
(*Cyclic Behaviours*)



**Συμπεριφορές Γενικού Τύπου**  
(*Generic Behaviours*)

49

## Συμπεριφορές Πρακτόρων στη JADE (3)

Παράδειγμα ορισμού συμπεριφοράς:

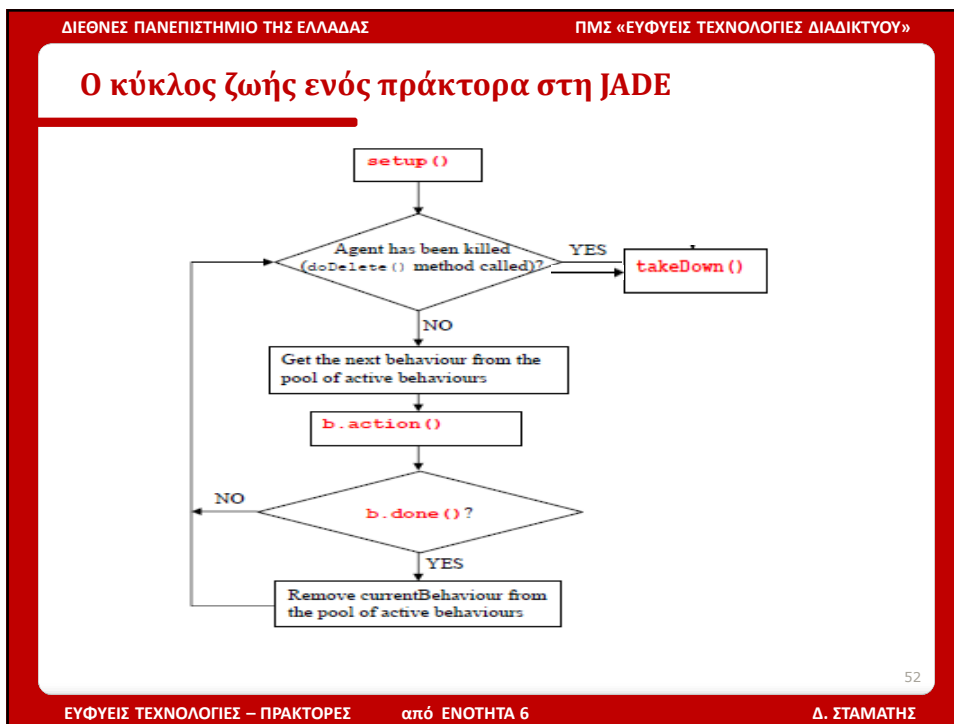
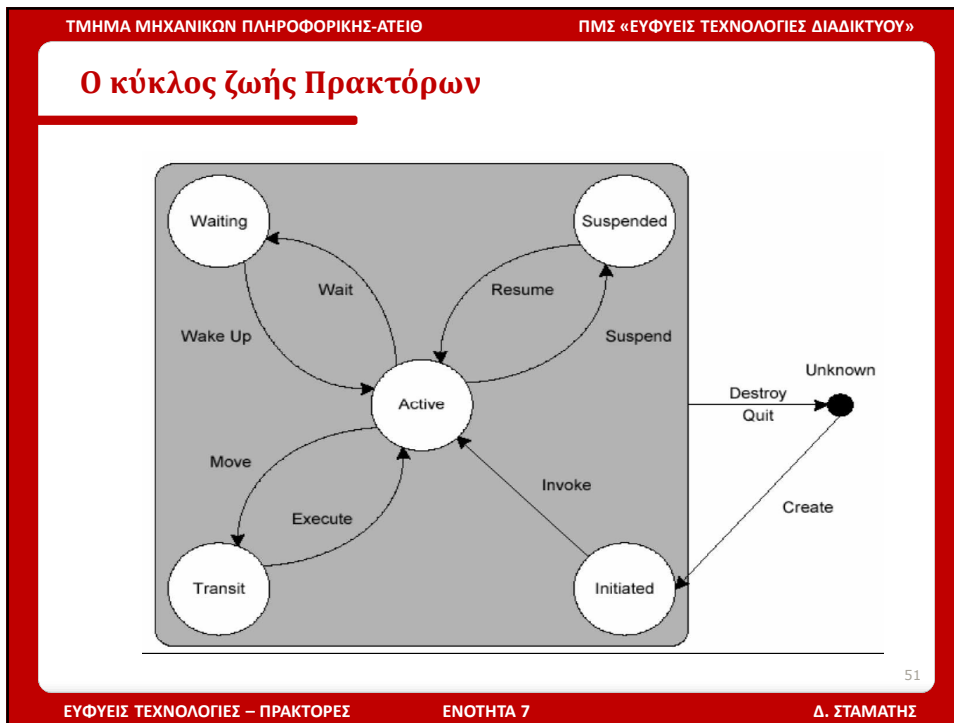
```
import jade.core.behaviours.*;

public class myBehaviour1 extends Behaviour {

    public void action() {
        while (true) {
            // ο κώδικας υλοποίησης της μεθόδου action()
        }
    }

    public boolean done() {
        System.out.println("Bye bye");
        return true;
    }
}
```

50



## Επικοινωνία Πρακτόρων στην JADE

- ❖ Η επικοινωνία μεταξύ πρακτόρων στην JADE βασίζεται σε **ασύγχρονο πέρασμα μηνυμάτων** (*asynchronous message passing*)
- ❖ Κάθε πράκτορας διαθέτει μία **ουρά υποδοχής μηνυμάτων** (*message queue*), στην οποία το περιβάλλον εκτέλεσης της JADE αποθέτει τα μηνύματα που αποστέλλονται από άλλους πράκτορες και τον ενημερώνει.
- ❖ Το **πότε** ο πράκτορας θα εξάγει ένα μήνυμα από την ουρά και αν θα το εξυπηρετήσει είναι **στη δική του δικαιοδοσία** (ουσιαστικά αποτελεί σχεδιαστική απόφαση του προγραμματιστή του πράκτορα)

53

## Αποστολή Μηνύματος στη JADE

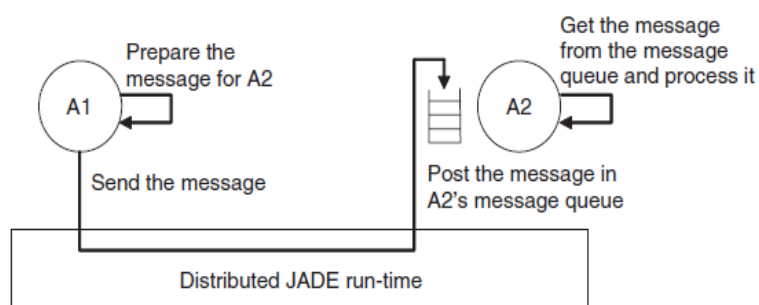


Figure 4.4 The JADE asynchronous message passing paradigm

54

## Αποστολή Μηνύματος στη JADE

- ❖ Η **αποστολή μηνύματος** σε έναν άλλο πράκτορα βασίζεται στη δημιουργία ενός **αντικειμένου** τύπου **ASLMessage** και η τοποθέτηση τιμών στα πεδία του (data members)

```
...
ASLMessage msg = new ASLMessage (ACLMessage.INFORM);
msg.addReceiver(new AID("Peter", AID.ISLOCALNAME));
msg.setLanguage("English");
msg.setOntology("Weather-forecast");
msg.setContent("Today it is raining");
send(msg);
```

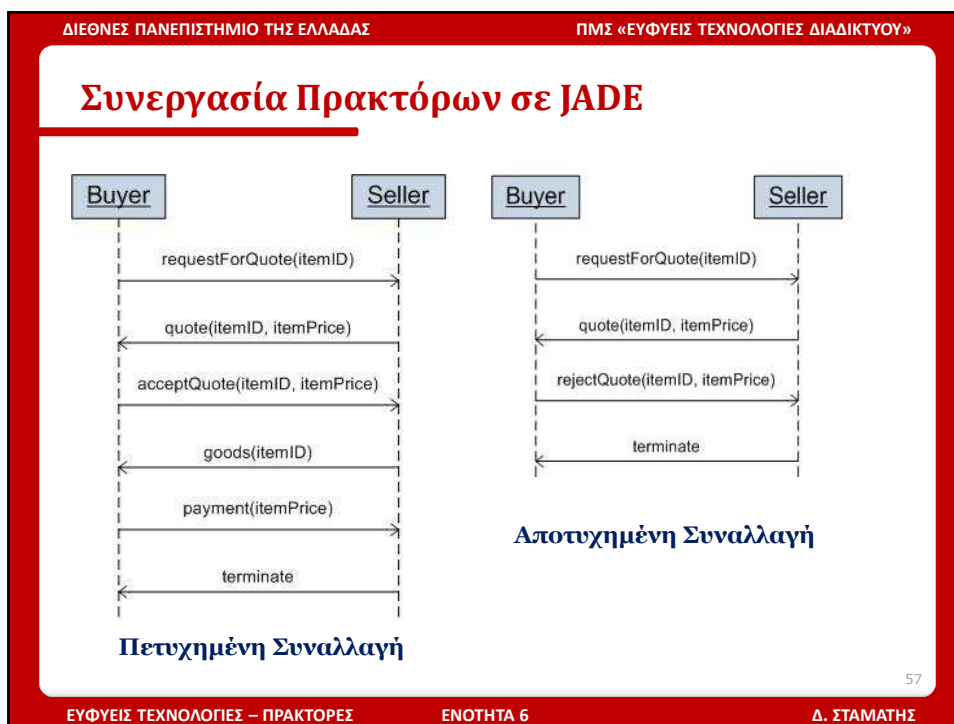
55

## Εξυπηρέτηση Μηνύματος στη JADE

- ❖ Ο πράκτορας εκτελεί τη μέθοδο **receive()** η οποία πραγματοποιεί **πράξη εξαγωγής** (dequeue) από την **ουρά υποδοχής μηνυμάτων** και στη συνέχεια το επεξεργάζεται

```
...
ASLMessage msg = receive();
if (msg != null)
{
    // κώδικας για την εξυπηρέτηση του μηνύματος
}
```

56



ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΠΜΣ «ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ»

## Μόλις βρείτε χρόνο:



Εγκαταστήστε και δουλέψτε στο περιβάλλον της JADE.

58

ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ – ΠΡΑΚΤΟΡΕΣ ΕΝΟΤΗΤΑ 6 Δ. ΣΤΑΜΑΤΗΣ