



UNIVERSITY OF  
**PATRAS**  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

**ΑΝΟΙΚΤΑ** ακαδημαϊκά  
μαθήματα ΠΠ

# ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

Ενότητα #13: Internet of Things & Cloud Computing

Καθηγητής Χρήστος Ι. Μπούρας

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής,  
Πανεπιστήμιο Πατρών

email: [bouras@cti.gr](mailto:bouras@cti.gr), site:

<http://ru6.cti.gr/ru6/bouras?language=el>

# Σκοποί ενότητας

- Εξοικείωση με την έννοια του Internet of Things (IoT)
- Ανασκόπηση των σχετικών συσκευών
- Κατανόηση της αρχιτεκτονικής αναφοράς για το Internet of Things
- Εξοικείωση με την έννοια του cloud computing
- Ανασκόπηση των μοντέλων για cloud computing
- Ανασκόπηση προτύπων για cloud computing
- Εξοικείωση με θέματα υποδομής cloud computing



# Περιεχόμενα ενότητας

- Internet of Things:
  - Ορισμός
  - Απαιτήσεις
  - Αρχιτεκτονική αναφοράς
  - Πεδία εφαρμογής
- Cloud computing:
  - Ορισμός
  - Χαρακτηριστικά
  - Μοντελοποίηση
  - Υποδομή



# Internet of Things (IoT)

# Τι είναι το Internet of Things;

- Το Internet of Things (IoT) μπορεί να οριστεί σαν ένα δίκτυο από φυσικά αντικείμενα, που μπορούν να επικοινωνούν και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους ανταλλάσσοντας πληροφορίες και πραγματοποιώντας διάφορες ενέργειες.
- Ο όρος εισήχθη από τον Kevin Ashton το 1999.
- Το πεδίο του IoT έγινε γνωστό από το Auto-ID center του MIT.
- Ο όρος του IoT είναι συνδεδεμένος με την τεχνολογία Machine To Machine (M2M).



# Ορισμός IoT

- Ο όρος Internet of Things προστέθηκε στο λεξικό oxford τον Αύγουστο του 2013.
- Ορισμός: Μία προτεινόμενη ανάπτυξη του διαδικτύου, στην οποία κάθε αντικείμενο έχει συνδεσιμότητα στο διαδίκτυο επιτρέποντάς του να στείλει και να λάβει δεδομένα.



# Συσκευές στο IoT (1/2)

- Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων:
  - Μετρήσεις θερμοκρασίας, αποφυγή πλημμυρών, κλπ.
- Εξατομικευμένες φορητές συσκευές με συνδεσιμότητα στο Διαδίκτυο.
  - Έξυπνα ρούχα, έξυπνα ρολόγια, κλπ.
- Συσκευές, που συνδέονται με bluetooth σε κινητές συσκευές με πρόσβαση στο Διαδίκτυο.



# Συσκευές στο IoT (2/2)

- Χαμηλής κατανάλωσης ενσωματωμένες συσκευές.
- Έξυπνες οικίες με συστήματα αυτοματισμού για διάφορες λειτουργίες.
- Έξυπνες κινητές συσκευές, που χρησιμοποιούνται για την καταγραφή και επεξεργασία διαφόρων πηγών δεδομένων.





# Κατηγορίες Συσκευών στο IoT

- Κατώτερο επίπεδο:
  - Ενδεικτικά: ενσωματωμένοι 8-bit ελεγκτές, αλλά χωρίς λειτουργικό σύστημα, πχ Arduino.
- Μέσο επίπεδο:
  - Ενδεικτικά: συσκευές βασισμένες στις τεχνολογίες Atheros και ARM με περιορισμένων δυνατοτήτων αρχιτεκτονική 32-bit και ενσωματωμένο λειτουργικό σύστημα, π.χ. Arduino Zero.
- Ανώτερο επίπεδο:
  - Ενδεικτικά: υπολογιστικές πλατφόρμες 32 ή 64-bit, που τρέχουν ένα πλήρες λειτουργικό σύστημα, όπως Linux.
  - Πχ BeagleBone



# Συνδεσιμότητα

- Υπάρχουν πολλές διαφορετικές επιλογές συνδεσιμότητας στο IoT:
  - Ethernet ή WiFi συνδεσιμότητα χρησιμοποιώντας TCP ή UDP.
  - Bluetooth χαμηλής κατανάλωσης.
  - Τεχνολογία Near Field Communication (NFC).
  - Zigbee ή άλλου τύπου ασύρματα δίκτυα πλέγματος.
  - point-to-point ασύρματες συνδέσεις.



# Αρχιτεκτονική αναφοράς για το IoT

- Γιατί είναι απαραίτητη;
  - Ο αριθμός των IoT συσκευών, που αυξάνεται εκθετικά συνεπάγεται πως μία συγκεκριμένη αρχιτεκτονική είναι απαραίτητη για την κλιμακώσιμη λειτουργία τους.
  - Για την απομακρυσμένη υποστήριξη και διαχείριση των συσκευών.
  - Για την εφαρμογή πολιτικών πρόσβασης και προστασίας στις συσκευές αυτές.



# Απαιτήσεις της IoT αρχιτεκτονικής

- Συνδεσιμότητα και επικοινωνία
- Διαχείριση συσκευών
- Συλλογή και επεξεργασία δεδομένων
- Κλιμακωσιμότητα
- Ασφάλεια



# Αρχιτεκτονική αναφοράς

- Επίπεδο συσκευών
- Επίπεδο επικοινωνίας
- Επίπεδο συγκέντρωσης
- Επίπεδο επεξεργασίας συμβάντων
- Επίπεδο εξωτερικής επικοινωνίας
- Διαχείριση συσκευών
- Διαχείριση πρόσβασης



# Επίπεδο συσκευών

- Κάθε συσκευή του IoT θα πρέπει να έχει ένα μοναδικό αναγνωριστικό (UUID) και μία απευθείας ή μη σύνδεση με το διαδίκτυο.
  - Απευθείας σύνδεση μέσω ethernet ή WiFi.
  - Μη απευθείας σύνδεση μέσω gateways, bluetooth ή κάποιας άλλης ασύρματης σύνδεσης χαμηλής κατανάλωσης.



# Επίπεδο επικοινωνίας

- Πρέπει να προσφέρει συνδεσιμότητα μεταξύ των συσκευών του IoT υποστηρίζοντας πολλαπλά υποψήφια πρωτοκόλλα.
- Τα πιο κοινά πρωτόκολλα, που χρησιμοποιούνται μέχρι τώρα είναι:
  - HTTP/HTTPS
  - MQTT 3.1/3.1.1
  - Constrained Application Protocol (CoAP)



# Επίπεδο συγκέντρωσης

- Υποστηρίζει, συγκεντρώνει και συνδυάζει την επικοινωνία από πολλαπλές διαφορετικές συσκευές του IoT.
- Είναι υπεύθυνο για τη γεφύρωση και πιθανούς απαραίτητους μετασχηματισμούς μεταξύ διαφορετικών πρωτοκόλλων.
- Επίσης, έχει ένα ρόλο διαχείρισης της ασφάλειας, επικυρώνοντας τους πόρους, που συμμετέχουν στην επικοινωνία, καθώς και εφαρμόζοντας πολιτικές πρόσβασης μέσω του επιπέδου διαχείρισης πρόσβασης.





# Επίπεδο επεξεργασίας συμβάντων

- Προσφέρει τη δυνατότητα επεξεργασίας και εκτέλεσης ενεργειών σύμφωνα με κάποια «συμβάντα», που προωθούνται από το επίπεδο συγκέντρωσης.
- Υπάρχει, επίσης, η απαίτηση για δυνατότητα αποθήκευσης σε βάση δεδομένων.
- Το επίπεδο αυτό μπορεί επίσης να υποστηρίζει παραδοσιακές πλατφόρμες.
  - Π.χ. JAX-RS logic.



# Επίπεδο εξωτερικής επικοινωνίας

- Το επίπεδο αυτό περιλαμβάνει:
  - Web portal: αλληλεπίδραση με τις συσκευές και το επίπεδο επεξεργασίας συμβάντων.
  - Dashboard: πρόσβαση σε στατιστικά στοιχεία, καθώς και στην επεξεργασία συμβάντων.
  - API: αλληλεπίδραση με συστήματα εκτός του δικτύου χρησιμοποιώντας machine-to-machine επικοινωνία.



# Επίπεδο διαχείρισης συσκευών

- Το επίπεδο αυτό είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία με τη συσκευή μέσω διαφόρων πρωτοκόλλων για τον έλεγχο και την απομακρυσμένη διαχείριση εφαρμογών, που έχουν εγκατασταθεί στη συσκευή.
- Οι συσκευές ανάλογα με τις λειτουργίες, που προσφέρουν στο επίπεδο διαχείρισης κατηγοριοποιούνται σε:
  - Πλήρως διαχειρίσιμες
  - Ημι-διαχειρίσιμες
  - Μη διαχειρίσιμες



# Επίπεδο διαχείρισης πρόσβασης

- Το επίπεδο αυτό προσφέρει συνήθως:
  - Εξακρίβωση πρόσβασης βασισμένη σε tokens.
  - Συνεργασία με άλλες υπηρεσίες εξακρίβωσης ταυτότητας για την εξακρίβωση αιτημάτων, που προέρχονται από το διαδίκτυο.
  - Καταλόγους χρηστών.
  - Διαχείριση πολιτικών πρόσβασης.



# State of the Art τεχνολογίες του IoT

- Τεχνολογία RFID
- Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων
- Τεχνολογίες Ασύρματης τηλεπικοινωνίας
- Τεχνολογίες προσανατολισμένες στη χαμηλή κατανάλωση
- Cloud computing
- Internet Protocol v6 (IPv6)



# Βασικότερες προκλήσεις

- Διαχείριση και επεξεργασία big data
- Μεγάλος αριθμός συστατικών στοιχείων
- Ασφάλεια και ιδιωτικότητα
- Εξέλιξη του Internet Protocol
- Κατανάλωση ενέργειας



# Πεδία εφαρμογής

- Έξυπνες οικίες
- Έξυπνο περιβάλλον
- Έξυπνη ενέργεια
- Έξυπνη γεωργία
- Έξυπνα μέσα μεταφοράς
- Ηλεκτρονική υγεία
- Logistics
- Βιομηχανικός έλεγχος



# Στρατηγικές εφαρμογής πολιτικών πρόσβασης στο IoT (1/2)

- Αισιόδοξη στρατηγική:
  - Θεωρούνται όλες οι συσκευές αξιόπιστες μέχρι να αποδειχθεί το αντίθετο.
- Απαισιόδοξη στρατηγική:
  - Θεωρούνται όλες οι συσκευές μη αξιόπιστες μέχρι να αποδειχθεί το αντίθετο.





# Στρατηγικές εφαρμογής πολιτικών πρόσβασης στο IoT (2/2)

- Κεντριοποιημένη στρατηγική:
  - Εμπιστεύεται πληροφορίες, που προέρχονται και διαχειρίζονται από κάποιο κεντριοποιημένο φορέα.
- Διερευνητική στρατηγική:
  - Ελέγχει και αξιολογεί τις συσκευές για να καθορίσει την αξιοπιστία τους.
- Διάφανη στρατηγική:
  - Αναλύει ολόκληρα δίκτυα συσκευών για να καθορίσει την αξιοπιστία τους.



# Cloud Computing

# Ορισμός cloud computing

- Το cloud computing είναι ένα μοντέλο, που προσφέρει την από οπουδήποτε κατ' απαίτηση δικτυακή πρόσβαση σε μία κοινή «δεξαμενή» προσαρμόσιμων υπολογιστικών πόρων (π.χ., δίκτυα, servers, συστήματα αποθήκευσης, εφαρμογές και υπηρεσίες), που μπορεί γρήγορα να τεθεί σε εφαρμογή και να απενεργοποιηθεί με ελάχιστη διαχειριστική προσπάθεια και αλληλεπίδραση με τους παρόχους των υπηρεσιών.



# Βασικά χαρακτηριστικά cloud computing

- Διαμοιρασμένη-κοινή φυσική υποδομή
- Δυναμική παροχή
- Δικτυακή πρόσβαση
- Εύκολη διαχείριση



# Μοντέλο Cloud Computing (1/2)

- 3 βασικά μοντέλα υπηρεσιών, που εμφανίζονται:
  - Software as a Service (SaaS)
  - Platform as a Service (PaaS)
  - Infrastructure as a Service (IaaS)

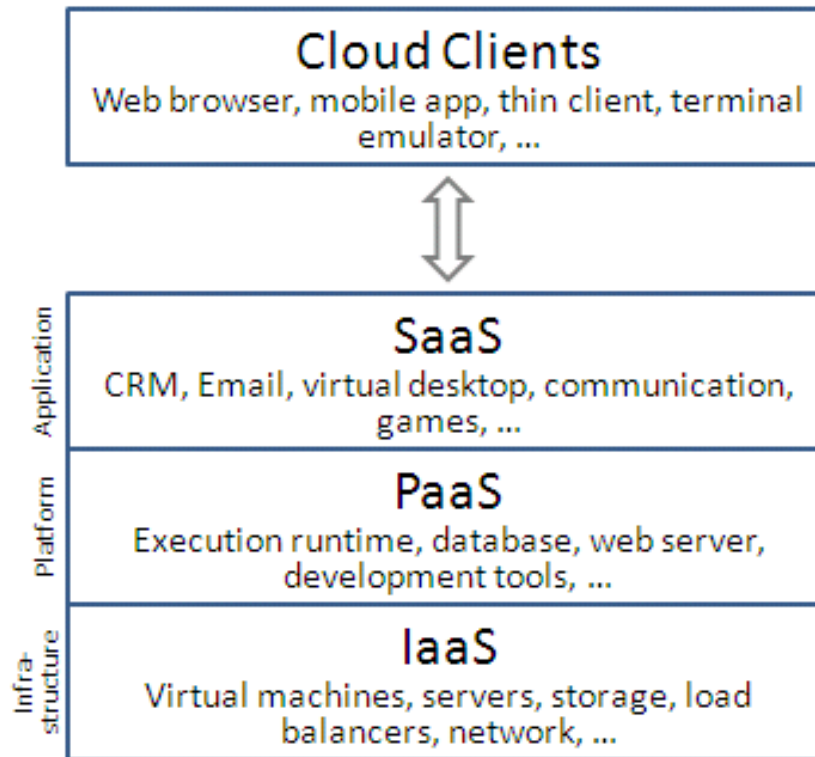


# Μοντέλα Cloud Computing (2/2)

- Μπορεί να επεκταθεί σε Οτιδήποτε as a Service!
  - XaaS
  - Π.χ. Συνδυασμός των επιπέδων του μοντέλου:
    - Platform και Infrastructure σαν μία συνδυασμένη νέα υπηρεσία.
  - Περαιτέρω διαχωρισμός των μοντέλων:
    - Π.χ. Ανάλογα με Software ή Hardware:
      - Software Infrastructure as a Service-SIaaS
      - Hardware Infrastructure as a Service-HIaaS



# Μοντέλο Cloud Computing (3/3)



## Μοντέλο Cloud Computing

(πηγή:

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cloud\\_computing\\_layers.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cloud_computing_layers.png))



# Μοντέλα Cloud ανάπτυξης (1/2)

- Ιδιωτικό Cloud:
  - Αποκλειστική χρήση από έναν ενιαίο οργανισμό, λειτουργεί και υποστηρίζεται στην ίδια εγκατάσταση.
- Public Cloud:
  - Μη αποκλειστική χρήση από πολλούς οργανισμούς, παρέχεται και υποστηρίζεται από έναν εξωτερικό πάροχο.





# Μοντέλα Cloud ανάπτυξης (2/2)

- Community Cloud:
  - Χρησιμοποιείται από πολλούς οργανισμούς με κοινή όμως σχέση.
    - Π.χ. Πελάτες / Προμηθευτές
- Υβριδικό Cloud:
  - Συνδυασμός δύο ή περισσότερων από τα προηγούμενα μοντέλα ανάπτυξης.



# Προκλήσεις ασφαλείας

- Σχεδιασμός ενός γενικού μοντέλου αξιοπιστίας.
- Απώλεια ελέγχου της φυσικής υποδομής.
- Έλεγχος των υλοποιήσεων, που αναπτύσσονται και εγκαθίστανται στο Cloud.
- Απομακρυσμένη διαχειριστική πρόσβαση.



# Διάφορα Πρότυπα των επιπέδων του Cloud (1/5)

- User interface:
  - Τελικοί χρήστες, διαχειριστές
  - Πρότυπα:
    - IETF—Cloud Service Broker
    - OGF—Open Cloud Computing Interface (IaaS)
    - SNIA—Cloud Data Management Interface



# Διάφορα Πρότυπα των επιπέδων του Cloud (2/5)

- Virtualization interface:
  - μονάδες αποθήκευσης, δικτύωση, υλικό
  - Πρότυπα:
    - DMTF—Open Virtualization Format
    - OGF—Open Grid Services Architecture



# Διάφορα Πρότυπα των επιπέδων του Cloud (3/5)

- Management interface:
  - Παροχή υπηρεσιών, monitoring, ασφάλεια, θέματα χρεώσεων, έλεγχος του lifecycle των υπηρεσιών.
  - Πρότυπα:
    - DMTF—Cloud Management Working Group
    - OpenStack—Compute
    - OASIS—IDCloud
    - TM Forum—Cloud Initiative
    - CSA—security and identity
    - SNIA—Cloud Data Management Interface



# Διάφορα Πρότυπα των επιπέδων του Cloud (4/5)

- Αρχιτεκτονική:
  - Πρότυπα
    - ODCA—unified customer vision for data centre
    - IETF—Cloud Reference Framework



# Διάφορα Πρότυπα των επιπέδων του Cloud (5/5)

- Σύναψη διατομεακών συμφωνιών:
  - Πρότυπα
    - ITU-T Focus Group on Cloud Computing—telecommunications aspects
    - ATIS Cloud Service Forum—the provision of cloud services by service providers
    - NIST Cloud Computing Program—adoption of cloud computing in the US government
    - ARTS—Cloud Computing for Retailers
    - ETSI—standards requirements (IaaS)



# Φυσική υποδομή Cloud

- Virtualization:
  - Το virtualization αποτελεί μία οδηγό τεχνολογία για την ανάπτυξη και εξάπλωση του cloud computing.
- Συστατικά στοιχεία
  - Υπολογιστικοί πόροι
  - Δικτύωση





# Υπολογιστικοί πόροι

- Hypervisors:
  - Vmware
  - Citrix
  - Microsoft
  - OpenStack
  - κ.ά.
- Server OS:
  - Linux
  - Windows
  - κ.ά.
- Virtual Machines (VM):
  - Τρέχουν και διαχειρίζονται από τους hypervisors.



# Δικτύωση

- OpenFlow:
  - Ένα νέο πρότυπο για δικτύωση
- Πρωτόκολλα tunneling:
  - GRE
  - NVGRE
  - VXLAN
  - CAPWAP



# Βασικά ζητήματα cloud υποδομής (1/2)

- Συνδεσιμότητα:
  - Παροχή βασικής συνδεσιμότητας μεταξύ του cloud παρόχου και των clients.
  - Αξιοπιστία: οι διάφορες υπηρεσίες πρέπει να διατηρούνται πάντα διαθέσιμες ανεξάρτητα από σφάλματα στη συνδεσιμότητα.
  - Απόδοση – ανεξάρτητα από την φυσική τοποθεσία των υπηρεσιών cloud. Οι clients θέλουν το ίδιο επίπεδο απόδοσης υπηρεσιών, όπως όταν δημιουργήθηκαν αρχικά.
  - Τρέχουσες τεχνολογίες:
    - Metro Ethernet και 4G LTE



# Βασικά ζητήματα cloud υποδομής (2/2)

- Διαχείριση:
  - Παροχή: δημιουργία και διαγραφή υπηρεσιών σε όλα τα στρώματα.
  - Παρακολούθηση: καταγραφή της χρήση των πόρων και της διαθεσιμότητας – Στατιστικά στοιχεία.
  - Migration: δυνατότητα μετακινήσεις των υπηρεσιών μεταξύ τοποθεσιών και της φυσικής υποδομής.
  - Πρότυπα: μία κρίσιμη προϋπόθεση για τη μακροπρόθεσμη επιτυχία του cloud – μεγάλη η ανάγκη για υποστήριξη διαλειτουργικότητας.



# Βασικοί όροι της υποδομής του cloud (1/2)

- Virtual networks:
  - Ένα κοινό σύνολο από δικτυακά στοιχεία, που διέπονται από κοινούς κανόνες λειτουργίας.
- Tunnel mesh:
  - Χρήση πρωτοκόλλων tunneling για τη δημιουργία ορίων σε virtual networks.
- Network services:
  - Συγκεκριμένες δικτυακές εφαρμογές, που παρέχονται σε ένα virtual network.
    - Π.χ. firewall.



# Βασικοί όροι της υποδομής του cloud (2/2)

- Gateway:
  - Μία φυσική συσκευή, που λειτουργεί μεταξύ ενός virtual network και ενός παραδοσιακού δικτύου.
- Physical Fabric:
  - Η βασική δικτυακή υποδομή, που παρέχει συνδεσιμότητα στο virtualization.
- Controller Cluster:
  - Το σύστημα διαχείρισης, που παρέχει virtual networks και network services.



# Σύντομη ανασκόπηση

- Internet of Things:
  - Ορισμός
  - Απαιτήσεις
  - Αρχιτεκτονική αναφοράς
  - Πεδία εφαρμογής
- Cloud computing:
  - Ορισμός
  - Χαρακτηριστικά
  - Μοντελοποίηση
  - Υποδομή



# Βιβλιογραφία (1/2)

- Δημοσιεύσεις:
  - A Reference Architecture for the Internet of Things, Paul Fremantle, White Paper, WSO2
  - The NIST Definition of Cloud Computing, Recommendations of the National Institute of Standards and Technology, National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce
  - Introduction to Cloud Computing, White Paper, Dialogic





# Βιβλιογραφία (2/2)

- Links:
  - <http://ru6.cti.gr/ru6/bouras/undergraduate-courses/thlematikh?language=el> (Δικτυακός τόπος μαθήματος)
  - <http://sites.ieee.org/wf-iot/> (IEEE World Forum)
  - <http://blogs.cisco.com/ioe/> (Cisco World Forum)
  - <http://internetofthings.electronicsforu.com>
  - <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>



# Ερωτήσεις



# Τέλος Ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την 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.



Σημειώματα

# Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση **2.0**.



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Χρήστος Μπούρας 2017. «Τηλεματική και Νέες υπηρεσίες. Cloud computing – Internet of Things». Έκδοση: 2.0. Πάτρα 2017. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:  
<https://eclass.upatras.gr/courses/CEID1089/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

