

---

## 8. Νέες Τεχνολογίες στην Ανάπτυξη Πληροφοριακών Συστημάτων

### Σύνοψη

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζουμε τεχνολογίες ή προσεγγίσεις που είναι είτε σε φάση να εφαρμοστούν στο αμέσως επόμενο χρονικό διάστημα (επόμενα πέντε χρόνια) ή αναμένεται να επηρεάσουν τη λειτουργικότητα που παρέχουν τα πληροφοριακά συστήματα επιχειρήσεων σε πιο μακροπρόθεσμο ορίζοντα. Αν και υπάρχουν πολλές υποσχόμενες τεχνολογίες, στο κεφάλαιο αυτό επιλέχθηκε να παρουσιαστούν η τεχνολογία του υπολογιστικού νέφους (cloud computing), τεχνολογία που χρησιμοποιείται ήδη από αρκετές επιχειρήσεις, η επεξεργασία δεδομένων εντός μνήμης (In memory computing) που υποβοηθά σημαντικά την επεξεργασία δεδομένων μεγάλου όγκου (big data) και δίνει νέες δυνατότητες, καθώς και το διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things - IoT). Για καθεμιά από αυτές τις τεχνολογίες παρουσιάζονται οι βασικές έννοιες και αρχές καθώς και οι αλλαγές που μπορούν να επιφέρουν στα πληροφοριακά συστήματα επιχειρήσεων.

### Προαπαιτούμενη γνώση

Το κεφάλαιο απαιτεί κατανόηση των βασικών αρχών λειτουργίας πληροφοριακών επιχειρήσεων, της τεχνολογίας λογισμικού, καθώς και του τρόπου που οι νέες τεχνολογίες εντάσσονται στις επιχειρήσεις ώστε να μπορούν να καινοτομήσουν παράγοντας νέα προϊόντα ή παρέχοντας νέες προηγμένες υπηρεσίες.

### 8.1 Εισαγωγή

Οι επιχειρήσεις σήμερα καλούνται να αντιμετωπίσουν και να προσαρμοστούν στις τεχνολογικές εξελίξεις που λαμβάνουν χώρα με έναν πρωτοφανή γρήγορο ρυθμό. Επιπλέον, η πληροφορική σήμερα αποτελεί καταναλωτικό προϊόν, γεγονός που κάνει την επιλογή των κατάλληλων τεχνολογιών ακόμη πιο δύσκολη.

Μέσα σε αυτό το ασαφές, διαρκώς και όλο ταχύτερα μεταβαλλόμενο περιβάλλον, η επιλογή τεχνολογιών που θα επηρεάσουν σημαντικά τα πληροφοριακά συστήματα επιχειρήσεων είναι εξαιρετικά δύσκολη. Έχοντας λοιπόν ως σκοπό να παρουσιάσουμε επιλεκτικά και εν συντομία τεχνολογίες που θα έχουν αντίκτυπο, επιλέξαμε βασικές τεχνολογίες που έχουν βραχυπρόθεσμο ορίζοντα εφαρμογής και τεχνολογίες που έχουν μεσοπρόθεσμο ορίζοντα εφαρμογής.

Στον βραχυπρόθεσμο ορίζοντα εφαρμογής ξεχωρίζει με διαφορά η ανάπτυξη του υπολογιστικού νέφους και η χρήση του για την εγκατάσταση και λειτουργία των πληροφοριακών συστημάτων σε αυτό, ως υπηρεσίες. Σύμφωνα με τη διεθνή συμβουλευτική εταιρεία Gartner, μέχρι το 2018 το 30% των επιχειρήσεων που παρέχουν υπηρεσίες θα λειτουργεί τα συστήματά του από το υπολογιστικό νέφος (Gartner, 2014).

Συνεχίζοντας, σε βραχυπρόθεσμο χρονικό ορίζοντα σημαντική ώθηση αναμένεται να δώσουν τεχνολογίες που επιτρέπουν την ανάλυση δεδομένων μεγάλου όγκου (big data) σε πραγματικό χρόνο (real time). Η χρήση υπολογιστικών διατάξεων με επεξεργασία των δεδομένων στη μνήμη (in memory computing) μας επιτρέπει σήμερα να δίνουμε απάντηση σε ερωτήματα που στο παρελθόν απαιτούσαν ημέρες υπολογισμών. Έτσι η διοίκηση της επιχείρησης αποκτά ένα στρατηγικό και πολύ δυνατό εργαλείο ανάλυσης των επιχειρηματικών προβλημάτων.

Σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα, το διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things - IoT) ή καλύτερα το διαδίκτυο των πάντων (Internet of Everything) αναμένεται να έχει καταλυτική επίδραση στα πληροφοριακά συστήματα επιχειρήσεων, αφού θα επιτρέψει μεταξύ άλλων την άμεση επικοινωνία των μηχανών παραγωγής, αλλάζοντας δραματικά τον τρόπο παραγωγής της σύγχρονης επιχείρησης. Αντίστοιχα, η τεχνολογία και οι συσκευές φορητού υπολογισμού (wearable computing) θα αποτελέσουν τη νέα τεχνολογική εξέλιξη, μετά την επανάσταση των κινητών υπολογιστικών συσκευών (mobile computing) και θα οδηγήσουν σε δραστική αλλαγή στην αλληλεπίδραση ανθρώπου με υπολογιστή.

Προφανώς είναι αδύνατο να περιγράψουμε σε βάθος τις παραπάνω τεχνολογίες και άλλωστε αυτό δεν αποτελεί και στόχο του παρόντος κεφαλαίου. Στόχος είναι να κατανοήσουμε το πώς αυτές οι τεχνολογίες θα αλλάξουν τη δομή αλλά και τον τρόπο λειτουργίας των πληροφοριακών συστημάτων επιχειρήσεων. Το βέβαιο είναι ότι η εφαρμογή των παραπάνω τεχνολογιών θα οδηγήσει, μέσα σε μια δεκαετία, σε μια νέα γενιά πληροφοριακών συστημάτων που δεν θα είναι μονολιθικά, θα είναι ανοικτά στην αρχιτεκτονική τους, και θα δίνουν έμφαση στην ταχύτητα προσαρμογής, στην ολοκλήρωση ετερογενών συστημάτων, σε νέους τρόπους αλληλεπίδρασης με τους χρήστες καθώς και στην καινοτομία.

## 8.2 Το υπολογιστικό νέφος

Όπως αναφέραμε και στο κεφάλαιο 2, Υπολογιστικό Νέφος (ΥΝ) ονομάζεται η μετά από αίτηση, διαδικτυακή διάθεση κεντρικών υπολογιστικών πόρων (όπως δίκτυο, εξυπηρετητές, εφαρμογές και υπηρεσίες) με υψηλή ευελιξία, ελάχιστη προσπάθεια από τον χρήστη και υψηλή αυτοματοποίηση (NIST, 2011). Στο ΥΝ η αποθήκευση, η επεξεργασία και η χρήση δεδομένων, λογισμικού και υπηρεσιών γίνεται διαδικτυακά, μέσω απομακρυσμένων υπολογιστών σε κεντρικά υπολογιστικά κέντρα. Υπηρεσίες όπως η κατ' αίτηση παροχή εικονικών μηχανών, το διαδικτυακό ηλεκτρονικό ταχυδρομείο ή τα κοινωνικά δίκτυα συχνά βασίζονται στην τεχνολογία του ΥΝ.

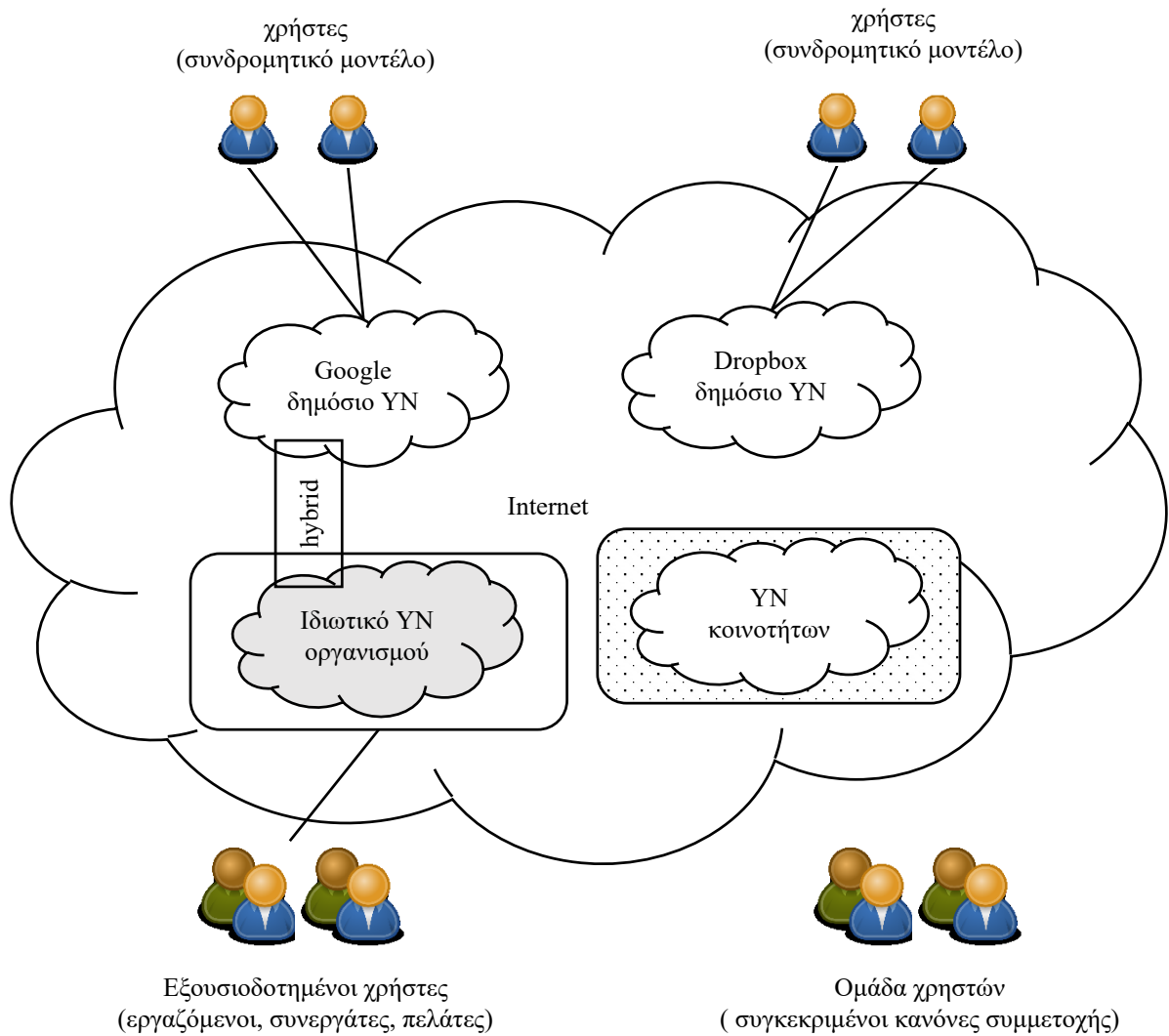
Ο ορισμός του NIST (National Institute of Standards and Technology) απαριθμεί πέντε βασικά χαρακτηριστικά του ΥΝ:

- Είναι διαθέσιμο κατ' απαίτηση (on-demand), δηλαδή η επιχείρηση μπορεί να προμηθευτεί υπολογιστικούς πόρους όπως π.χ. χρόνο στον διακομιστή ή χώρο αποθήκευσης όποτε το χρειαστεί αυτομάτως, χωρίς να απαιτείται η παρέμβαση από τον πάροχο της κάθε υπηρεσίας.
- Οι χρήστες αυτοεξυπηρετούνται (self-service),
- Παρέχεται ευρυζωνική πρόσβαση στο διαδίκτυο (broadband),
- Οι υπολογιστικοί πόροι είναι συγκεντρωμένοι κεντρικά,
- Παρέχει ελαστικότητα στην παροχή των πόρων, ενώ οι παρεχόμενες υπηρεσίες παρέχονται σε εγγυημένο επίπεδο (χρήση SLA). Για παράδειγμα, όποτε διαπιστώνεται αυξημένη χρήση μιας υπηρεσίας, μέσω του υπολογιστικού νέφους είναι πολύ απλό να προστεθεί επιπλέον δυναμικό σε αυτή, κάτι για το οποίο θα απαιτείτο πολύ περισσότερος χρόνος ή και θα ήταν αδύνατο εάν μια εταιρεία υποχρεωνόταν να εγκαταστήσει νέες μηχανές στο δικό της κέντρο δεδομένων άμεσα.

Το Υπολογιστικό Νέφος (ΥΝ) αποτελεί μια επέκταση εννοιών που έγιναν γνωστές μέσω της εικονικοποίησης (virtualization) και αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 2. Μπορούμε να πούμε λοιπόν ότι ΥΝ είναι μια εγκατάσταση όπου ένας ελεγκτής/διαχειριστής διαχειρίζεται έναν αριθμό από εικονικές μηχανές. Οι μηχανές αυτές μπορούν να λειτουργήσουν ως ανεξάρτητες μηχανές, έτσι ώστε να φαίνεται στον χρήστη σαν να αξιοποιούνται πραγματικές συσκευές υλικού (hardware) ή μπορούν να λειτουργήσουν μαζί ως μια συστοιχία υπολογιστών.

Υπάρχουν τέσσερις τύποι ΥΝ (βλέπε Εικόνα 8.1), τέσσερα «μοντέλα ανάπτυξης» που κατηγοριοποιούν τους τρόπους για την παροχή υπηρεσιών (Reiner, 2014):

10. Τα δημόσια ΥΝ,
11. Τα ιδιωτικά ΥΝ,
12. ΥΝ κοινοτήτων χρηστών και
13. Τα υβριδικά ΥΝ.



**Εικόνα 8.1** Αλληλεπίδραση με το YN.

Ένα δημόσιο YN είναι γενικά αρκετά μεγάλο στην εγκατάστασή του, ώστε να παρέχει επαρκείς πόρους και να δίνει τη δυνατότητα σε όποιον χρήστη επιθυμεί να έχει πρόσβαση στους πόρους του υπολογιστικού νέφους μέσω διαδικτύου και συνήθως προσφέρεται επί πληρωμή. Τα ιδιωτικά YN είναι γενικά μικρότερα σε κλίμακα σε σχέση με τα αντίστοιχα δημόσια, παρόλα αυτά μπορούν επίσης να γίνουν αρκετά μεγάλα αναφορικά με τις φυσικές μηχανές που χρησιμοποιούνται για τους εξυπηρετητές. Τα ιδιωτικά YN είναι ακριβώς αυτό, ιδιωτικά, δηλαδή είναι προσβάσιμα μόνο εντός των ορίων που καθορίζονται από την πολιτική της εταιρείας η οποία λειτουργεί το υπολογιστικό νέφος. Το YN κοινότητας χρηστών παρέχεται για αποκλειστική χρήση από μία συγκεκριμένη κοινότητα καταναλωτών από οργανισμούς που έχουν κοινές πολιτικές (πχ: προϋποθέσεις ασφάλειας, πολιτική χρήσης και παράγοντες συμμόρφωσης). Ενδεχομένως ένας ή περισσότεροι οργανισμοί κατέχουν, διαχειρίζονται και λειτουργούν το YN, ενώ ένα τρίτο μέρος ή κάποιος συνδυασμός όλων αυτών, μπορεί επίσης να λειτουργεί εντός ή εκτός των εγκαταστάσεων. Ένα παράδειγμα τέτοιας κατηγορίας είναι το YN των Ακαδημαϊκών Ιδρυμάτων που έχει συγκεκριμένο σκοπό και κανόνες χρήσης. Οι άλλες κατηγορίες αποτελούν συνδυασμούς των δύο πρώτων κατηγοριών.

Οι βασικές αρχές του YN είναι ίδιες, είτε πρόκειται για δημόσιο είτε για ιδιωτικό υπολογιστικό νέφος. Το υλικό αποτελείται από έναν ή περισσότερους φυσικούς εξυπηρετητές στους οποίους έχει εγκατασταθεί και λειτουργεί το λογισμικό υποδομής του υπολογιστικού νέφους. Ένα YN έχει έναν ή πολλαπλούς ελεγκτές. Ο ελεγκτής αποτελεί το μέρος του λογισμικού υποδομής που είναι υπεύθυνο για την οργάνωση της υλοποίησης των εικονικών μηχανών στην υποδομή του υπολογιστικού νέφους (οι φυσικοί εξυπηρετητές που σχηματίζουν το υπολογιστικό νέφος). Το λογισμικό του ελεγκτή εγκαθίσταται και λειτουργεί σε έναν εξυπηρετητή ο οποίος αναφέρεται ως κύριος κόμβος ή κόμβος ελέγχου. Ο ελεγκτής γενικά μπορεί να είναι επίσης μια εικονική μηχανή. Ανάλογα με τον τρόπο υλοποίησης του λογισμικού υποδομής του YN, ενδέχεται να απαιτηθεί η εκτέλεση λογισμικού το οποίο είναι μέρος του συνόλου των λύσεων λογισμικού της υποδομής του υπολογιστικού νέφους οι οποίες είναι εγκατεστημένες στους κόμβους/υπολογιστές του YN, τους φυσικούς εξυπηρε-

τητές δηλαδή οι οποίοι σχηματίζουν το ΥΝ. Στους κόμβους του ΥΝ λειτουργεί η τεχνολογία Hypervisor και ο hypervisor που χρησιμοποιείται αποφασίζει γενικά για τη μορφή των εικονικών μηχανών. Το σύνολο των λύσεων λογισμικού του υπολογιστικού νέφους γενικά περιλαμβάνει συνήθως και κάποιο τύπο ελεγκτή αποθηκευτικού χώρου, καθώς οι εικονικές μηχανές χρειάζεται να είναι κάπου αποθηκευμένες και να αντιγράφονται κατά την εκκίνηση λειτουργίας (<https://el.opensuse.org/Portal:Cloud>).

Συνοπτικά τα βασικά χαρακτηριστικά του ΥΝ είναι τα ακόλουθα:

- **Αποϋλοποίηση:** Η διάρθρωση, ο τόπος εγκατάστασης και η συντήρηση αυτών των υπηρεσιών πληροφορικής τους πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο αόρατες για τους χρήστες, είτε πρόκειται για ιδιώτες είτε για επιχειρήσεις.
- **Ευκολία πρόσβασης:** Εφόσον διαθέτουν σύνδεση στο Διαδίκτυο, οι χρήστες έχουν πρόσβαση στα δεδομένα και στις εφαρμογές τους από οποιονδήποτε τόπο και από οποιαδήποτε συσκευή, είτε πρόκειται για προσωπικό υπολογιστή, ταμπλέτα ή έξυπνο τηλέφωνο.
- **Κλιμακωσιμότητα:** Ο προμηθευτής προσαρμόζει σε πραγματικό χρόνο την υπολογιστική ισχύ στις ανάγκες του εκάστοτε χρήστη. Αυτό σημαίνει ότι ο χρήστης θα μπορεί να καλύπτει τις ανάγκες του ακόμη και σε περίοδο αιχμής, χωρίς να πρέπει να επενδύσει σε εξοπλισμό πληροφορικής που θα χρησιμοποιεί ελάχιστα ανάμεσα σε δύο περιόδους αιχμής.
- **Κοινή χρήση:** Η κλιμακωσιμότητα είναι εφικτή επειδή ο πάροχος θέτει τα εργαλεία πληροφορικής στη διάθεση πολλών χρηστών ταυτόχρονα. Η πρακτική αυτή επιτρέπει τη μέγιστη και καλύτερη δυνατή αξιοποίηση τεράστιων πάρκων εξυπηρετητών με πολλές χιλιάδες ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Επίσης θα πρέπει να διαθέτει το χαρακτηριστικό της ταχείας ελαστικότητας (rapid elasticity) ώστε οι πόροι να είναι διαθέσιμοι ανάλογα με τη ζήτηση.
- **Τιμολόγηση ανάλογη με τη χρήση:** Ο χρήστης καταβάλλει μόνον το ποσό που αντιστοιχεί στις υπηρεσίες που χρησιμοποίησε πραγματικά, ανάλογα με τις ανάγκες του σε υπολογιστική ισχύ. Οι συμβάσεις ΥΝ είναι συχνά ακόμη εξατομικευμένες, αλλά τείνουν ολοένα και περισσότερο προς την τυποποίηση.

Κατά κανόνα, το ΥΝ εφαρμόζεται με τη χρήση ενός από τα τρία ακόλουθα πρότυπα (ή κάποιου συνδυασμού τους), τα οποία κλιμακώνονται από τη μερική έως την πλήρη χρήση του ΥΝ και απευθύνονται σε διαφορετικούς τύπους πελατών (NIST, 2011):

- **IaaS (Infrastructure as a Service)**, όπου παρέχεται ως υπηρεσία μέσω του νέφους η χρήση των υποδομών, κυρίως υλικού. Απευθύνεται σε επιχειρήσεις που δεν επιθυμούν να επενδύσουν σε υπολογιστικά κέντρα, εξοπλισμό και τεχνογνωσία διαχείρισης πληροφοριακής υποδομής. Οι μεγαλύτεροι πάροχοι τέτοιων υπηρεσιών είναι οι εταιρείες Amazon web services ([aws.amazon.com](https://aws.amazon.com)), Microsoft azure (<https://azure.microsoft.com>) και Google compute engine (<https://cloud.google.com/compute>).
- **PaaS (Platform as a Service)**, όπου τόσο οι υποδομές όσο και τα βασικά λογισμικά συστημάτων προσφέρονται μέσω του νέφους. Απευθύνεται σε επιχειρήσεις και άτομα που αναπτύσσουν λογισμικό, σε απομακρυσμένες γεωγραφικά ομάδες ανάπτυξης λογισμικού κ.ά.
- **SaaS (Software as a Service)**, όπου η συνολική λύση παρέχεται πλήρως από το νέφος, συμπεριλαμβανομένων των εφαρμογών, και απευθύνεται σε τελικούς χρήστες που δεν είναι απαραίτητως ειδικοί στον τομέα της πληροφορικής, π.χ. σύστημα ERP, CRM. Η αρχιτεκτονική αυτή επιλέγεται επίσης από μεγάλους κατασκευαστές λογισμικού πληροφοριακών συστημάτων για να παρέχουν ολοκληρωμένες υπηρεσίες σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις που δεν έχουν την τεχνική δυνατότητα να εγκαταστήσουν και να λειτουργήσουν συστήματα ERP, CRM. Παραδείγματα τέτοιων υπηρεσιών είναι η υπηρεσία SAP Business ByDesign (<http://scn.sap.com/community/business-bydesign>), η υπηρεσία της εταιρείας ORACLE (<https://cloud.oracle.com/>) κ.ά.

Στην Εικόνα 8.2 παρουσιάζονται οι διαφορετικές παραλλαγές χρήσης του ΥΝ. Το γκρι αντιπροσωπεύει υπηρεσίες ή υλικό που πρέπει να παρέχεται από την επιχείρηση στην κάθε περίπτωση. Για παράδειγμα, σε μια παραδοσιακή εγκατάσταση όλες οι υπηρεσίες παρέχονται από την ίδια την επιχείρηση.

Παραδοσιακή εγκατάσταση	Infrastructure as a Service (IaaS)	Platform as a Service (PaaS)	Software as a Service (SaaS)
Πληροφοριακά συστήματα	Πληροφοριακά συστήματα	Πληροφοριακά συστήματα	Πληροφοριακά συστήματα
Δεδομένα	Δεδομένα	Δεδομένα	Δεδομένα
Λειτουργικό σύστημα	Λειτουργικό σύστημα	Λειτουργικό σύστημα	Λειτουργικό σύστημα
Εικονικός εξυπηρετητής	Εικονικός εξυπηρετητής	Εικονικός εξυπηρετητής	Εικονικός εξυπηρετητής
Εξυπηρετητές	Εξυπηρετητές	Εξυπηρετητές	Εξυπηρετητές
Αποθήκευση Δεδομένων	Αποθήκευση Δεδομένων	Αποθήκευση Δεδομένων	Αποθήκευση Δεδομένων
Δίκτυο	Δίκτυο	Δίκτυο	Δίκτυο

Εικόνα 8.2 Παραλλαγές παροχής υπηρεσιών από το ΥΝ.

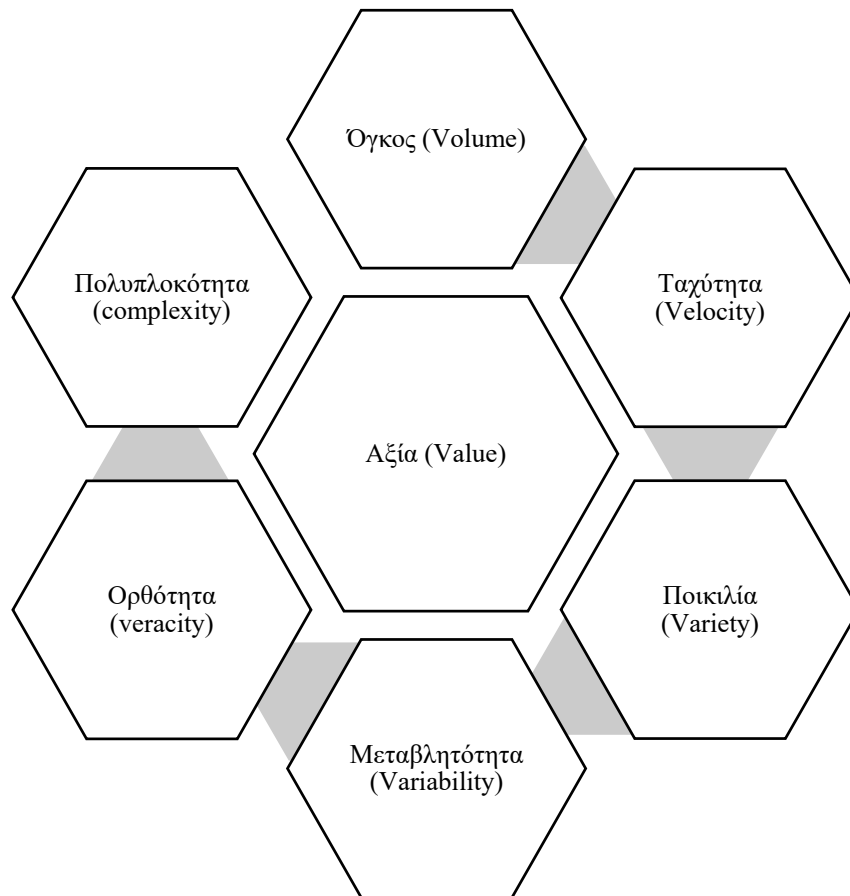
Ως πλεονεκτήματα αναφέρονται συχνά από τις ίδιες τις επιχειρήσεις τα ακόλουθα:

- **Μικρότερο ύψος αρχικής επένδυσης:** Η χρήση υποδομής, υπηρεσιών ΥΝ δεν απαιτεί σημαντική επένδυση αφού το μοντέλο χρήσης είναι είτε συνδρομητικό είτε με βάση τη χρήση και συνεπώς δεν απαιτείται αγορά εξοπλισμού.
- **Άμεση λειτουργία:** Η χρήση του ΥΝ είναι άμεσα διαθέσιμη προς χρήση προς τις επιχειρήσεις. Επομένως η επιχείρηση εστιάζει την προσοχή της στη βασική της επιχειρηματική δραστηριότητα και όχι σε τεχνικά θέματα.
- **Μείωση του κόστους λειτουργίας:** Με το ΥΝ, οι δαπάνες πληροφορικής εντάσσονται στο μεταβλητό κόστος λειτουργίας και όχι στο πάγιο κόστος της επιχείρησης. Το κόστος συντήρησης απορρέει από τη συμφωνία μισθώσεως, ενώ η ανανέωση του εξοπλισμού δεν απασχολεί την επιχείρηση, αφού η επιχείρηση λαμβάνει υπηρεσίες με συμφωνημένο επίπεδο παροχής (Service Level Agreement).
- **Υψηλή διαθεσιμότητα:** Το ΥΝ χαρακτηρίζεται από υψηλή διαθεσιμότητα λόγω πολλαπλών εφεδρειών που χρησιμοποιούνται. Έτσι οι βλάβες ή οι διακοπές υπηρεσιών ελαχιστοποιούνται.
- **Διαθεσιμότητα μέσω διαδικτύου:** Το χαρακτηριστικό αυτό σημαίνει ότι οι προσφερόμενες υπηρεσίες είναι διαθέσιμες παντού.

### 8.3 Μεγάλα δεδομένα και τεχνολογίες επεξεργασίας δεδομένων εντός μνήμης

Τα μεγάλα δεδομένα (big data) είναι ένας νέος δημοφιλής όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει την εκπληκτικά γρήγορη αύξηση του όγκου των δεδομένων, σε δομημένη και αδόμητη μορφή. Ως δομημένα δεδομένα ορίζουμε αυτά που έχουν προκαθορισμένη δομή (π.χ. τα δεδομένα στους πίνακες μιας βάσης δεδομένων), ενώ ως αδόμητα δεδομένα ορίζουμε τα δεδομένα που είναι συνήθως με μορφή κειμένου (π.χ. μια ιστοσελίδα, ένα έγγραφο). Αυτά λοιπόν, τα μεγάλα δεδομένα, είναι ιδιαίτερα σημαντικά για την επιχείρηση, αφού μπορούν να αναλυθούν και να αξιοποιηθούν από την επιχείρηση στη λήψη αποφάσεων. Είναι σημαντικά διότι χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν γνώση, γνώση που θα επιτρέπει στην επιχείρηση να χαράξει στρατηγική πορεία με ασφαλέστερο τρόπο.

Τα μεγάλα δεδομένα έχουν τα παρακάτω βασικά χαρακτηριστικά (βλέπε Εικόνα 8.3) (Laney, 2013; Demchenko, 2013):



**Εικόνα 8.3** Χαρακτηριστικά μεγάλων δεδομένων.

- **Όγκος (Volume).** Είναι πολλοί οι παράγοντες που συμβάλλουν στη συνεχή αύξηση του όγκου των δεδομένων. Συνήθως τα δεδομένα παράγονται από πολλές πηγές όπως:
  - ο Δεδομένα επιχειρηματικών συναλλαγών που αποθηκεύονται για χρόνια,
  - ο Αδόμητα δεδομένα συνεχούς ροής από τα κοινωνικά δίκτυα,
  - ο Δεδομένα που συλλέγονται από αισθητήρες καταγραφής (sensors) καθώς και από επικοινωνία μεταξύ υπολογιστικών συστημάτων ή μηχανών, καθώς και
  - ο Επιστημονικά δεδομένα που προέρχονται από παρατήρηση, πειραματισμό ή άλλες πηγές.
- Στο παρελθόν, ο υπερβολικός όγκος δεδομένων δημιουργούσε προβλήματα στην αποθήκευση. Όμως σήμερα με τη μείωση του κόστους αποθήκευσης το πρόβλημα αυτό δεν υφίσταται. Προκύπτουν, όμως, νέα προβλήματα, όπως η διαχείριση και η ανάλυση των δεδομένων ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα καθώς και γενικότερα χρήσιμη πληροφορία.
- **Ταχύτητα (Velocity).** Τα δεδομένα παράγονται με πολύ μεγάλη ταχύτητα και πρέπει να τα χειριστούμε έγκαιρα. Για παράδειγμα, οι αισθητήρες, τα έξυπνα συστήματα, οι ετικέτες RFID (Radio Frequency IDs) οδηγούν στην ανάγκη να αντιμετωπίσουμε μεγάλους όγκους δεδομένων σε σχεδόν πραγματικό χρόνο.
- **Ποικιλία (Variety).** Τα δεδομένα σήμερα παράγονται σε πολλές διαφορετικές μορφές: δομημένα δεδομένα, αριθμητικά δεδομένα αποθηκευμένα σε παραδοσιακές βάσεις, πληροφορίες που δημιουργούνται από ποικίλες εφαρμογές, έγγραφα κειμένου, email, εικόνες, ήχου, δεδομένα χρηματιστηριακών συναλλαγών αλλά και εμπορικών συναλλαγών. Η διαχείριση, η συγχώνευση και η αξιοποίηση όλων αυτών των διαφορετικών ειδών δεδομένων είναι ένα θέμα σύνθετο που ακόμη και σήμερα παρουσιάζει τεχνικά προβλήματα στην αντιμετώπισή του.
- **Μεταβλητότητα (Variability).** Αναφέρεται στην ασυνέπεια την οποία παρουσιάζει η μορφή των δεδομένων η οποία μπορεί να εμποδίσει σημαντικά την ανάλυση και γενικότερα την αξιοποίηση των δεδομένων. Δεν θα πρέπει να συγχέουμε την ποικιλία με τη μεταβλητότητα. Η ποικιλία αναφέρεται στους διαφορετικούς τύπους δεδομένων, ενώ η μεταβλητότητα αναφέρεται στην ασυνέπεια που εμφανίζεται στον συγκεκριμένο τύπο δεδομένων.
- **Ορθότητα (Veracity).** Αναφέρεται στην ορθότητα των δεδομένων που συλλέγονται.

- Πολυπλοκότητα (Complexity). Η διαχείριση των δεδομένων μπορεί να γίνει πολύ περίπλοκη, ειδικά όταν έχουμε μεγάλους όγκους δεδομένων προερχόμενα από πολλαπλές πηγές. Πολλές φορές τα δεδομένα που πρέπει να επεξεργαστούμε συνδέονται μεταξύ τους, και συνεπώς θα πρέπει να κατανοήσουμε τη δομή αλλά και τις σχέσεις μεταξύ τους ώστε να εξάγουμε τις υπάρχουσες συσχετίσεις και να βγάλουμε συμπεράσματα.
- Η αξία (value) καθορίζει την αξία της ανάλυσης των μεγάλων δεδομένων για την επιχείρηση.

Για την επεξεργασία των μεγάλων δεδομένων υπάρχει μεγάλος αριθμός τεχνολογιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Μεταξύ αυτών των τεχνολογιών ιδιαίτερη αξία έχουν:

- Οι αποθήκες δεδομένων και εφαρμογές άμεσης αναλυτικής επεξεργασίας δεδομένων (On-Line Analytical Processing - OLAP) και
- Οι εφαρμογές εξόρυξης δεδομένων (data mining),

οι οποίες παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 4 και αναμένεται να αποτελούν βασικές τεχνολογίες διαχείρισης μεγάλων δεδομένων. Όμως οι τεχνολογίες αυτές είναι ήδη αρκετά ώριμες, αφού χρησιμοποιούνται εδώ και αρκετά χρόνια. Νέες τεχνολογίες με ιδιαίτερη αξία για την επεξεργασία των μεγάλων δεδομένων είναι οι τεχνολογίες της επεξεργασίας των δεδομένων εντός μνήμης (in memory computing) ή αλλιώς οι βάσεις δεδομένων εντός μνήμης (In Memory DataBase - IMDB), καθώς και οι αλγόριθμοι επεξεργασίας μεγάλων δεδομένων με χρήση παραλληλισμού ή κατανομής της επεξεργασίας των δεδομένων.

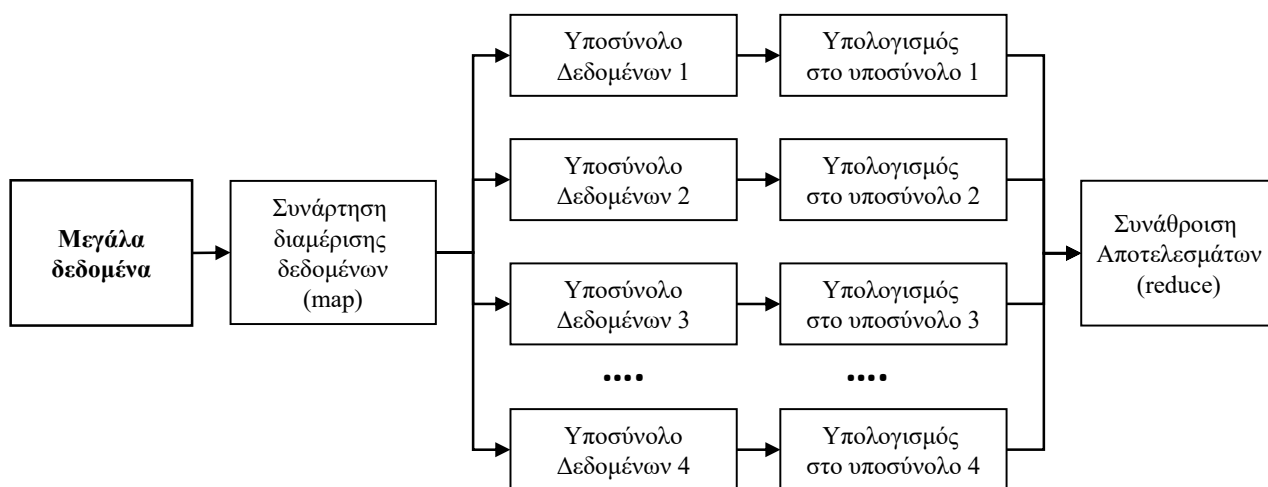
Μια βάση δεδομένων IMDB είναι ένα σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων που βασίζεται κατά κύριο λόγο στην κύρια μνήμη για αποθήκευση δεδομένων υπολογιστή. Αυτό έρχεται σε αντιδιαστολή με τα συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων που χρησιμοποιούν μηχανισμούς αποθήκευσης δεδομένων σε μαγνητικούς δίσκους. Το γεγονός ότι τα δεδομένα είναι αποθηκευμένα στην κύρια μνήμη οδηγεί σε σημαντικά μεγαλύτερες ταχύτητες προσπέλασης των δεδομένων, αφού εξαιρείται η ανάγκη να υπάρχουν μηχανικά συστήματα τα οποία ως γνωστό προσφέρουν πολύ μικρότερες ταχύτητες προσπέλασης (Monk, 2012). Για να γίνει κατανοητή η διαφορά στην απόδοση των συστημάτων αυτών μπορούμε να αναφέρουμε ότι ο χρόνος αναμονής (latency), που ορίζεται ως ο χρόνος από τη στιγμή που γίνεται μια αίτηση για δεδομένα από μια συσκευή αποθήκευσης έως τη στιγμή που τα δεδομένα αυτά παραδίδονται, είναι για έναν μαγνητικό δίσκο, περίπου 13 χιλιοστά του δευτερολέπτου. Αντίστοιχα, για μια μνήμη, η καθυστέρηση αυτή είναι κάτω από 100 νανοδευτερόλεπτα. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει μια διαφορά της τάξεως μεγέθους του ενός εκατομμυρίου. Η τεχνολογία αυτή κατέστη δυνατή με τη δραματική μείωση του κόστους της μνήμης και ειδικά της μνήμης του τύπου Solid State.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό των IMDB είναι ότι τα δεδομένα αποθηκεύονται σε στήλες, σε αντίθεση με τις σχεσιακές βάσεις δεδομένων που αποθηκεύονται σε γραμμές. Η αποθήκευση σε στήλες είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν πρέπει να επεξεργαστούμε πολλές συναλλαγές ή εγγραφές. Ένα παράδειγμα για να γίνει κατανοητή η διαφορά είναι το ακόλουθο: Έστω ένας πίνακας του συστήματος ERP SAP, με λογιστικές εγγραφές, όπου κάθε εγγραφή έχει 150 ιδιότητες-πεδία. Έστω ότι κατά τη διάρκεια των τελευταίων χρόνων έχουν αποθηκευτεί 35 εκατομμύρια εγγραφές. Εάν κατά προσέγγιση 1000000 εγγραφές απαιτούν 1 GB χώρο στον δίσκο, ο συνολικός απαιτούμενος χώρος του πίνακα είναι 35 GB. Αν θελήσουμε να υπολογίσουμε το άθροισμα των τιμών ενός πεδίου, π.χ. τιμή, θα πρέπει να προσπελάσουμε όλα τα δεδομένα του πίνακα. Στην περίπτωση που τα δεδομένα αυτά ήταν αποθηκευμένα σε στήλες, θα έπρεπε να προσπελάσουμε μόνο ένα μικρό τμήμα αυτών των δεδομένων. Αξίζει να σημειωθεί ότι ένα συνηθισμένο ερώτημα (query) προς μια βάση δεδομένων αναφέρεται μόνο σε ένα τμήμα των πεδίων (π.χ. 10% των πεδίων και όχι σε όλα). Συνεπώς, αν χρειαζόμασταν το 10% των πεδίων, θα χρειαζόταν να προσπελάσουμε κατά προσέγγιση το 10% των δεδομένων, δηλαδή περίπου 3,5 GB (Plattner, 2009). Αντίστοιχα, βασικές τυπικές λειτουργίες μια βάσης δεδομένων, όπως προσπέλαση στοιχείων πίνακα (table scan), ένωση πινάκων (table joins) και συναθροίσεις δεδομένων (data aggregation) γίνονται με πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα.

Μεγάλοι κατασκευαστές πληροφοριακών συστημάτων πληροφορικής όπως η εταιρεία SAP και η εταιρεία ORACLE έχουν δώσει μεγάλη βαρύτητα στην ανάπτυξη IMDB καθώς δίνουν το στρατηγικό πλεονέκτημα να μπορούν να συνδυάσουν με τον καλύτερο τρόπο τα συστήματα συναλλαγών (OLTP) και των συστημάτων άμεσης αναλυτικής επεξεργασίας δεδομένων (OLAP). Για παράδειγμα, η εταιρεία SAP έχει κατασκευάσει το προϊόν SAP HANA (Färber, 2012) (<http://hana.sap.com>), η εταιρεία ORACLE το προϊόν EXADATA (<https://www.oracle.com/engineered-systems/exadata/index.html>) κ.ά.

Για τη διαχείριση και την υπολογιστική επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων, το πιο δημοφιλές αλγοριθμικό μοντέλο είναι το MapReduce (Dean et all, 2008; Hadoop, 2015a) το οποίο διαμερίζει το αλγοριθμικό

πρόβλημα και τα δεδομένα σε μικρότερα τμήματα και τα αναθέτει προς εκτέλεση σε καθένα υπολογιστή-κόμβο μιας συστάδας υπολογιστών, ενός cluster. Αυτή είναι η φάση που ονομάζεται Map. Στη συνέχεια τα αποτελέσματα από κάθε κόμβο συναθροίζονται για να υπολογιστεί η τελική λύση, εργασία που αποτελεί τη φάση Reduce. Βασικές αρχές αυτού του μοντέλου είναι η μεταφορά και εκτέλεση του αλγοριθμικού κώδικα στον κόμβο που έχει τα δεδομένα (move code to data) και η γραμμική σάρωση των δεδομένων από την αρχή προς το τέλος. Η βασική λογική του αλγορίθμου παρουσιάζεται στην Εικόνα 8.4.



Εικόνα 8.4 Ο αλγόριθμος MapReduce.

Η πλατφόρμα Apache Hadoop (Hadoop, 2015b) είναι η πιο ευρέως διαδεδομένη υλοποίηση αυτού του μοντέλου. Είναι ανοικτό λογισμικό, γενικής εφαρμογής, που επιτρέπει την ανάπτυξη και εκτέλεση καταναμημένων εφαρμογών σε πολύ μεγάλο όγκο δεδομένων, κλίμακας Terabyte και Petabyte. Προσφέρει τη δυνατότητα στους επιστήμονες να δημιουργήσουν τέτοιες εφαρμογές επικεντρώνοντας μόνο στο αλγοριθμικό σκέλος – η παραλληλοποίηση και το καταναμημένο σύστημα αρχείων είναι φροντίδα της πλατφόρμας. Ταυτόχρονα διευκολύνει την κλιμάκωση προσθέτοντας καινούριους κόμβους. Τέλος αντιμετωπίζει αποτελεσματικά προβλήματα ασφάλειας των δεδομένων εξασφαλίζοντας μέσω του τεμαχισμού των αρχείων σε data chunks και της πολλαπλής αποθήκευσης κάθε chunk ότι ακόμα και σε περίπτωση φυσικής ή λογισμικής αστοχίας σε έναν κόμβο θα συνεχιστεί η εργασία μέσω ανάθεσης σε άλλο κόμβο.

## 8.4 Το διαδίκτυο των πραγμάτων

Η έννοια του διαδικτύου των πραγμάτων (Internet of Things – IoT) χρησιμοποιήθηκε αρχικά σε μια ομιλία του, από τον Kevin Ashton το 1999. Σύμφωνα με τον Ashton «οι άνθρωποι δεν είναι και πολύ καλοί στην καταγραφή των δεδομένων σχετικά με το τι συμβαίνει στον πραγματικό κόσμο με βάση την ακρίβεια και την προσοχή... Αν είχαμε υπολογιστές που ήξεραν τα πάντα για τα αντικείμενά τους θα ήμασταν σε θέση να παρακολουθήσουμε και να μετρήσουμε τα πάντα. Θα γνωρίζαμε πότε χρειάζονται συντήρηση ή επισκευή. Επομένως πρέπει να ενισχύσουμε τους υπολογιστές με τα δικά τους μέσα για τη συλλογή πληροφοριών ώστε να μπορούν να δουν, να ακούσουν και να γευτούν τον κόσμο για τον εαυτό τους».

Αυτή αποτελεί τη βασική ιδέα του IoT, το οποίο πιστεύεται από πολλούς ότι είναι η επερχόμενη εξέλιξη του σημερινού διαδικτύου των υπηρεσιών. Πρόκειται για ένα δίκτυο όχι μόνο υπολογιστών αλλά και διασυνδεδεμένων αντικειμένων. Τα αντικείμενα αυτά θα περιέχουν ενσωματωμένα ηλεκτρονικά συστήματα και μπορούν να είναι διάφορες οικιακές συσκευές, μέσα μεταφοράς, μέσα τηλεπικοινωνίας, βιβλία, αυτοκίνητα, ακόμα και τρόφιμα. Πέρα από την εξασφάλιση της καλής λειτουργίας των διασυνδεδεμένων αυτών αντικειμένων, θα γίνει προσπάθεια να επιτευχθεί και συνεργασία μεταξύ των συστημάτων αυτών.

Το IoT θα είναι η κορύφωση της προσπάθειας για την ολοκλήρωση και αυτοματοποίηση των υπηρεσιών που παρέχουν τα ενσωματωμένα συστήματα παντός είδους. Το διαδίκτυο θα γίνει διαδραστικό, ένα τεράστιο ιεραρχικά οργανωμένο «νευρικό σύστημα» που θα απολήγει σε συσκευές με αισθητήρες και ενεργοποιητές που θα συνεργάζονται για έξυπνες υπηρεσίες για τις επιχειρήσεις, την υγεία, τις μεταφορές, τη διανομή και κατανάλωση ενέργειας κ.λπ.

Επομένως, το IoT είναι ένα αναπτυσσόμενο δίκτυο των καθημερινών πραγμάτων - από βιομηχανικές μη-



χανές έως και καταναλωτικά αγαθά - που μπορεί να μοιράζονται πληροφορίες ώστε να ολοκληρώνουν εργασίες. Αποτελούμενο από εκατομμύρια αισθητήρες και συσκευές που παράγουν συνεχείς ροές δεδομένων, το Ίντερνετ των πραγμάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση των επιχειρηματικών διεργασιών αλλά και να αποτελέσει αφορμή για σημαντική επιχειρηματική καινοτομία.

Το IoT αποτελείται από:

- Τα πράγματα ή αντικείμενα,
- Τα δίκτυα επικοινωνιών που τα συνδέουν,
- Τα υπολογιστικά συστήματα που χρησιμοποιούν τα δεδομένα που ρέουν προς και από τα αντικείμενα.

Τα πράγματα έχουν βασικά χαρακτηριστικά και ιδιότητες όπως (Sundmaeker, 2010):

- Είναι είτε φυσικά αντικείμενα είτε εικονικές οντότητες,
- Έχουν ταυτότητα και παρέχουν λειτουργικότητα για τον αυτόματο εντοπισμό τους,
- Είναι ασφαλή για το περιβάλλον που σημαίνει ότι δεν μπορεί να είναι κακόβουλα,
- Σέβονται την ιδιωτικότητα (privacy) και την ασφάλεια (security) άλλων πραγμάτων ή των ατόμων με τα οποία αλληλεπιδρούν,
- Χρησιμοποιούν πρωτοκόλλα για να επικοινωνούν μεταξύ τους καθώς και με την πληροφοριακή υποδομή,
- Ανταλλάσσουν πληροφορίες μεταξύ των πραγματικών και ψηφιακών οντοτήτων.

Επίσης τα πράγματα ανταγωνίζονται για υπολογιστικούς πόρους και πολλές φορές έχουν ενσωματωμένους αισθητήρες ώστε να μπορούν να αντιλαμβάνονται και να καταγράφουν την κατάσταση των φυσικών παραμέτρων. Ειδικές κατηγορίες πραγμάτων (αντικειμένων) μπορούν να είναι αυτόνομα, που σημαίνει ότι είναι σε θέση με βάση τις πληροφορίες που συλλέγουν από το περιβάλλον και τους κανόνες που πρέπει να εφαρμόζουν να παίρνουν αποφάσεις, ακόμη και να εξελίσσονται με βάση τη γνώση που έχουν συλλέξει.

Από τεχνικής άποψης, το IoT δεν είναι μια νέα ενιαία τεχνολογία (Sachs et al., 2010). Αντ' αυτού είναι ένα σύνολο πολλών συμπληρωματικών τεχνολογιών που συμβάλλουν στο τελικό αποτέλεσμα. Οι τεχνολογίες αυτές περιλαμβάνουν τεχνολογίες:

- Επικοινωνίας και συνεργασίας: Τα αντικείμενα έχουν τη δυνατότητα να δικτυωθούν με άλλους πόρους του διαδικτύου ή ακόμα και μεταξύ τους, κάνοντας χρήση τεχνολογιών όπως GSM, UMTS, Wi-Fi, Bluetooth, καθώς και άλλα διάφορα ασύρματα πρότυπα δικτύωσης.
- Διευθυνσιοδότηση (Addressability): Μέσα στο IoT, τα αντικείμενα έχουν ταυτότητα και συνεπώς μπορούν να εντοπιστούν, να ερωτηθούν και να απαντήσουν παρέχοντας τις πληροφορίες τις οποίες έχουν σχεδιαστεί να παρέχουν.
- Ταυτότητα (Identity): Τα αντικείμενα είναι μοναδικά αναγνωρίσιμα. Για αντικείμενα που είναι παθητικά και δεν έχουν ενσωματωμένους ενεργειακούς πόρους (π.χ. μπαταρίες) μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις τεχνολογίες RFID ή NFC (Near Field Communication) ή απλούς οπτικά αναγνώσιμους γραμμωτούς κώδικες.
- Τηλεπισκόπηση (sensing): Τα αντικείμενα συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον τους με τη χρήση αισθητήρων, και αλληλεπιδρούν με αυτούς.
- Ενεργοποίηση (Actuation): Τα αντικείμενα περιέχουν ενεργοποιητές που είναι ικανοί να χειραγωγήσουν το περιβάλλον τους (για παράδειγμα, η μετατροπή ηλεκτρικών σημάτων σε μηχανική κίνηση). Τέτοιοι ενεργοποιητές μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο εξ' αποστάσεως του πραγματικού κόσμου μέσω του διαδικτύου.
- Ενσωματωμένη επεξεργασία πληροφοριών: Τα έξυπνα (smart) αντικείμενα διαθέτουν επεξεργαστή ή μικροελεγκτή, με δυνατότητες αποθήκευσης πληροφορίας. Αυτοί οι υπολογιστικοί πόροι μπορούν να χρησιμοποιηθούν, για παράδειγμα, για να επεξεργάζονται και να ερμηνεύουν τις πληροφορίες του αισθητήρα ή για να δώσουν στα αντικείμενα αυτά «μνήμη».
- Εντοπισμός θέσης (positioning): Τα έξυπνα αντικείμενα, δηλαδή αυτά που έχουν υπολογιστικές ικανότητες, έχουν επίγνωση της φυσικής τους θέσης στον χώρο, ικανότητα που επιτυγχάνεται με τη χρήση συσκευών GPS ή μέσω του δικτύου κινητής τηλεφωνίας ή με άλλες κατάλληλες τεχνολογίες.
- Διεπαφές χρήστη (user interfaces): Τα έξυπνα αντικείμενα μπορούν να επικοινωνούν και με τους ανθρώπους με κατάλληλους τρόπους.

Όπως είπαμε, το IoT αποτελεί σημαντική ευκαιρία καινοτομίας, αφού τα δεδομένα συνεχούς ροής θα δημιουργήσουν νέες αγορές, θα εμπνεύσουν θετικές αλλαγές ή θα βελτιώσουν υφιστάμενες υπηρεσίες. Ας δούμε μερικά παραδείγματα από κλάδους που βρίσκονται στο επίκεντρο αυτών των εξελίξεων ([http://www.sas.com/el\\_gr/insights/big-data/internet-of-things.html](http://www.sas.com/el_gr/insights/big-data/internet-of-things.html)):

- Έξυπνες λύσεις στον κλάδο των μεταφορών επιτυγχάνουν μείωση της κίνησης στους δρόμους, μείωση της κατανάλωσης καυσίμων, θέτουν προτεραιότητες στα προγράμματα επισκευής των οχημάτων και σώζουν ζωές.
- Έξυπνα ηλεκτρικά δίκτυα που ενσωματώνουν περισσότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, βελτιώνουν την αξιοπιστία των συστημάτων και μειώνουν τις χρεώσεις των καταναλωτών, προσφέροντας έτσι φθηνότερη ηλεκτρική ενέργεια.
- Απομακρυσμένη παρακολούθηση ασθενών, που παρέχει εύκολη πρόσβαση στην ιατροφαρμακευτική περίθαλψη, βελτιώνοντας την ποιότητα των υπηρεσιών, αυξάνοντας τον αριθμό των ατόμων που εξυπηρετούνται και εξοικονομώντας χρήματα.
- Αισθητήρες σε σπίτια και αεροδρόμια ή ακόμη και στα παπούτσια σας ή τις πόρτες βελτιώνουν την ασφάλεια, στέλνοντας σήματα, όταν μένουν αχρησιμοποίητα για ορισμένο χρονικό διάστημα ή όταν χρησιμοποιούνται σε λάθος στιγμή.
- Αισθητήρες μηχανών παρακολούθησης, που εντοπίζουν και προβλέπουν ζητήματα συντήρησης, αναπλήρωσης αποθεμάτων, και ορίζουν ακόμη και προτεραιότητες στα χρονοδιαγράμματα των εργασιών συντήρησης, για επισκευές και περιφερειακές εργασίες.
- κ.ά.

## Βιβλιογραφία/Αναφορές

- Dean, J. & Ghemawat, S. (2008). MapReduce: simplified data processing on large clusters. *Communications of the ACM*, 51(1), 107-113.
- Demchenko, Y., Grosso, P., De Laat, C. & Membrey, P. (2013). Addressing big data issues in scientific data infrastructure. In *Collaboration Technologies and Systems (CTS), 2013 International Conference on* (pp. 48-55). IEEE.
- Färber, F., May, N., Lehner, W., Große, P., Müller, I., Rauhe, H. & Dees, J. (2012). The SAP HANA Database--An Architecture Overview. *IEEE Data Eng. Bull.*, 35(1), 28-33.
- Hadoop, A. (2015a). *MapReduce Tutorial*. Ανακτήθηκε 22/09/2015 από <http://hadoop.apache.org/docs/current/hadoop-mapreduce-client/hadoop-mapreduce-client-core/MapReduceTutorial.html>.
- Hadoop, A. (2015b). *Hadoop*. Ανακτήθηκε 22/09/2015 από <http://hadoop.apache.org/docs/current/index.html>.
- Gartner (2014). *Predicts 2014: The Rise of the Postmodern ERP and Enterprise Applications World*. Ανακτήθηκε 22/09/2015 από <http://www.gartner.com/doc/2633315>.
- Laney, D. (2001). *3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety*, Meta Group. Ανακτήθηκε 22/09/2015 από <http://blogs.gartner.com/doug-laney/files/2012/01/ad949-3D-Data-Management-Controlling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf>
- Monk, E. & Wagner, B. (2012). *Concepts in enterprise resource planning*. 4<sup>th</sup> Edition, Cengage Learning.
- NIST (2011). *Final Version of NIST Cloud Computing Definition Published*. Ανακτήθηκε 22/09/2015 από <http://www.nist.gov/itl/csd/cloud-102511.cfm>
- Plattner, H. (2009). A common database approach for OLTP and OLAP using an in-memory column database. In *Proceedings of the 2009 ACM SIGMOD International Conference on Management of data* (pp. 1-2). ACM.
- Sachs, K., Petrov, I. & Guerrero, P. (2010). From Active Data Management to Event-Based Systems and More. *Lecture Notes in Computer Science*, 6462.
- Sundmaeker, H., Guillemin, P., Friess, P. & Woelfflé, S. (2010). Vision and challenges for realising the Internet of Things. *European Commission*.

## Κριτήρια Αξιολόγησης

### Κριτήριο αξιολόγησης 1

Περιγράψτε τα χαρακτηριστικά του υπολογιστικού νέφους.

### Κριτήριο αξιολόγησης 2

Με τη χρήση του διαδικτύου δώστε ένα παράδειγμα τιμολόγησης υπηρεσιών ΥΝ.

### Κριτήριο αξιολόγησης 3

Η πλατφόρμα Apache Hadoop είναι η πιο ευρέως διαδεδομένη υλοποίηση του μοντέλου MapReduce. Με τη χρήση του διαδικτύου βρείτε προβλήματα εφαρμογής αυτής της τεχνολογίας.

