



Μέσα, Πολυμέσα και Μέτρηση Πληροφορίας

Κλήμης Νταλιάνης
Λέκτορας ΠΔ 407/80



Περίγραμμα

- Επικοινωνία
- Μέσα Επικοινωνίας
- Βασικοί Ορισμοί
- Μοντέλα Επικοινωνίας
- Η Πληροφορία ως Συνάρτηση
- Εντροπία
- Πλεονασμός



ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ I

- ...μηχανισμός μέσω του οποίου υπάρχουν και αναπτύσσονται οι ανθρώπινες σχέσεις - όλα τα σύμβολα του νου, μαζί με τα μέσα μεταβίβασής τους στο χώρο και διατήρησής τους στο χρόνο.
- ... έκφραση του προσώπου, τη στάση και τη χειρονομία, τους τόνους της φωνής, τις λέξεις, τη γραφή, την τυπογραφία, τους σιδηροδρόμους τον τηλεγράφο, το τηλέφωνο και οποιοδήποτε άλλο πρόσφατο επίτευγμα στην κατάκτηση του χώρου και του χρόνου.
 - Cooley (1909) «Η σημασία της επικοινωνίας»
- ... «επικοινωνία» είναι οι τρόποι έκφρασης που κάθε κοινότητα προσφέρει στα μέλη της – έχει δηλ. σχέση με το κυρίαρχο γνωστικό σύστημα και τη θεώρηση του «κόσμου» του «εγώ» και του «άλλου».
 - Κωνσταντοπούλου (1995)



ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ II

- Τι συντελεί στην επικοινωνία;
 - οι πληροφορικοί και οι μηχανικοί τηλεπικοινωνιών μελετούν την επικοινωνία ως διαδικασία μεταφοράς ενός σήματος πάνω στο οποίο βρίσκεται κωδικοποιημένη η πληροφορία
 - οι ανθρωπολόγοι και οι κοινωνιολόγοι βλέπουν την επικοινωνία ως αμοιβαία ανάπτυξη νοημάτων μεταξύ των μελών μιας κοινωνικής ομάδας
- Δύο άξονες ανάλυσης του φαινομένου της επικοινωνίας:
 - Ο μηχανικός βλέπει την πληροφορία κύρια ως ποσότητα (ανεξάρτητα από το νόημά της) και ενδιαφέρεται να την μεταφέρει αποτελεσματικά και αποδοτικά
 - Ο ανθρωπολόγος ενδιαφέρεται για την ποιότητα στην πληροφορία, δηλ. τα κοινά νοήματα που διαμορφώνονται στα πλαίσια της κοινωνικής συνδιαλλαγής και μελετά την επικοινωνία ως μηχανισμό ανάπτυξής τους



Μέσα Επικοινωνίας I

- Μέσο (medium):
 - Έννοια-κλειδί στη μελέτη της επικοινωνίας (όποια προσέγγιση κι αν υιοθετήσει κανείς) είναι η έννοια του μέσου
 - Ένα μέσο (medium) μπορεί να περιγραφεί ως ένα **ολοκληρωμένο σύστημα** (φυσικό ή τεχνητό) που **μεσολαβεί** μεταξύ των συμμετεχόντων στην επικοινωνία, ώστε να μεταφέρονται από και προς αυτούς τα αισθητηριακά ερεθίσματα που αποτελούν στοιχεία της επικοινωνίας
- Μέσα επικοινωνίας: με τη χρήση τους ο άνθρωπος έρχεται σε επαφή με τον κόσμο, δηλ. δέχεται και στέλνει πληροφορίες από και προς το περιβάλλον του.
Παραδείγματα:
 - Η τυπογραφία (έντυπο μέσο)
 - το ραδιόφωνο και η τηλεόραση (ηλεκτρονικά μέσα)
 - ο κινηματογράφος, το θέατρο
 - το ανθρώπινο νευρικό σύστημα και η ανθρώπινη ομιλία
 - το Διαδίκτυο (Internet)



Μέσα Επικοινωνίας II

- Τα μέσα διαμεσολαβούν την εμπειρία μας με τον κόσμο:
 - κάθε πληροφορία που μπορεί να διαθέτει ένας άνθρωπος για τον κόσμο προέρχεται από τη χρήση κάποιου μέσου, και
 - ο τρόπος διαχείρισης των πληροφοριών από ένα μέσο (πχ. η επιλογή, κωδικοποίηση, μετάδοση και έμφασή τους) μορφοποιεί μια εικόνα του κόσμου που μεταφέρει και ενισχύει το μέσο στον άνθρωπο-δέκτη.
- Τρεις βασικές κατηγορίες μέσων:
 - **Παραστατικά** μέσα (πχ. φωνή, πρόσωπο, σώμα). Προϋποθέτουν την παρουσία του πομπό-επικοινωνού
 - **Αναπαραστατικά** μέσα (πχ. βιβλία, πίνακες ζωγραφικής, φωτογραφία, γραπτός λόγος, αρχιτεκτονική, κ.ά.). Παράγουν έργα επικοινωνίας στα οποία μπορούν να εγγραφούν τα παραστατικά μέσα ενώ είναι ανεξάρτητα από τον πομπό-επικοινωνώ
 - **Μηχανικά** μέσα (πχ. τηλέφωνο, ραδιόφωνο, τηλεόραση, υπολογιστής). Μπορούν να μεταδώσουν προϊόντα επικοινωνίας των παραστατικών και αναπαραστατικών μέσων



Βασικοί Ορισμοί

- **Μέσο**: τεχνολογικό σύστημα (πχ. βιβλίο, κινηματογράφος, υπολογιστής, κλπ.),
- **Κώδικας αναπαράστασης** (representational code): το συμβολικό σύστημα που χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση της πληροφορίας (πχ. γραπτός λόγος, εικόνα, σχεδιάγραμμα, σχεδιοκίνηση, video)
- **Τροπικότητα** (modality): κανάλι επεξεργασίας της πληροφορίας που χρησιμοποιεί ο δέκτης για να επεξεργαστεί την πληροφορία (πχ. λεκτικό, ακουστικό ή οπτικό κανάλι)
- Τα μέσα χρησιμοποιούν διάφορους τρόπους αναπαράστασης και απευθύνονται σε διαφορετικές τροπικότητες,
 - πχ. οπτικό-λεκτικό πληροφοριακό υλικό (όπως το κείμενο & εικόνες στο βιβλίο)

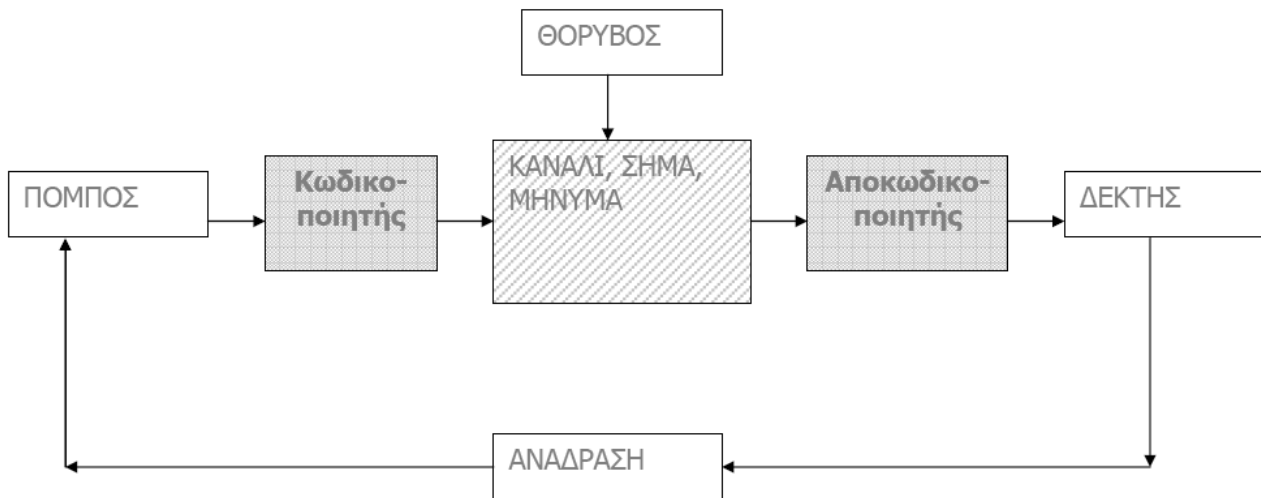


Μοντέλα Επικοινωνίας

- Η χρήση ενός μοντέλου:
 - Ένα μοντέλο είναι σαν χάρτης: επιλέγει ορισμένα χαρακτηριστικά στοιχεία ενός συστήματος και προβάλλει τις σχέσεις τους. Το μοντέλο συνήθως δεν φιλοδοξεί να περιγράψει στην πληρότητά του ένα σύστημα αλλά κύρια προσπαθεί να βοηθήσει στην κατανόηση μιας όψης της συμπεριφοράς ή λειτουργίας του συστήματος
- Το μοντέλο επικοινωνίας των Shannon & Weaver:
 - αντιλαμβάνεται την επικοινωνία ως λειτουργία διαβίβασης του σήματος που περιέχει κωδικοποιημένο το μήνυμα
 - Προτάθηκε από τους Claude Shannon και Warren Weaver (Shannon & Weaver, 1949) και αποτελεί βασικό στοιχείο της Θεωρίας Πληροφοριών (Information Theory).



Μοντέλο Επικοινωνίας Shannon & Weaver



Πηγή – Κωδικοποιητής

- Κάθε επικοινωνία περιλαμβάνει μια **πηγή** («πηγή πληροφορίας» - (information source) σύμφωνα με την ορολογία των Shannon & Weaver) και ξεκινά με κάποιο σκοπό
- **Κωδικοποιητής** (coder): Η αποστολή του κωδικοποιητή είναι να παραλάβει την ιδέα της πηγής και να της δώσει συγκεκριμένη μορφή χρησιμοποιώντας τον διαθέσιμο κώδικα
- Ο **κώδικας** (code) τέλος είναι ένα σύστημα σημείων με τα οποία κωδικοποιείται το μήνυμα και μετατρέπεται σε σήμα. Κώδικες είναι η ανθρώπινη γλώσσα, το αλφάβητο Μορς, τα σύμβολα «0» και «1» του δυαδικού συστήματος, η νοηματική γλώσσα, κλπ.



Μήνυμα

- Η μετάδοση του **μηνύματος** (message) είναι η ουσία της επικοινωνίας. Το μήνυμα είναι κάτι που αφορά αποκλειστικά την ανθρώπινη διάσταση της επικοινωνίας
- Το μοντέλο των Shannon-Weaver δεν μελετά καθόλου τη μετάδοση του μηνύματος ή, σωστότερα, θεωρεί πως η μετάδοση του μηνύματος επιτυγχάνεται με τη μετάδοση του σήματος
- Η απλοποιημένη αυτή θέση έχει δεχτεί σημαντικές επικρίσεις αφού τα μηνύματα έχουν νοήματα που προκύπτουν από τη συσχέτισή τους με άλλες φυσικές ή νοητικές διαστάσεις του πραγματικού κόσμου άσχετες με τα μηχανικά προβλήματα μετάδοσης της πληροφορίας



Κανάλι

- Πρόκειται για εκείνο το **υλικό σώμα** μέσα από το οποίο μεταδίδεται το σήμα για να φτάσει από τον πομπό στο δέκτη
- Παράδειγμα...
 - Μιλάτε στο μικρόφωνο του υπολογιστή σας....
 -
 -
 -
 - Ήχος από τα ηχεία του υπολογιστή του συνομιλητή σας
- Από ποια κανάλια πέρασε το σήμα κατά τη μετάδοσή του;



Φυσικός Θόρυβος

- Κάθε **ανεπιθύμητη** και **παραμορφωτική** αλλαγή στη μορφή του σήματος καθώς αυτό μεταδίδεται μέσα στο κανάλι
- Παραδείγματα φυσικού θορύβου:
 - ο θόρυβος ενός αυτοκινήτου που παρεμποδίζει τη συζήτησή μας
 - ένα παιδί μπροστά στη τηλεόραση
 - υγρασία επάνω στον υαλοπίνακα του αυτοκινήτου
 - «χιόνι» στην εικόνα της τηλεόρασης
 - «μπλέξιμο» τηλεφωνικών γραμμών



Σημασιολογικός Θόρυβος και ο ρόλος του Αποκωδικοποιητή

- Για να είναι επιτυχής η επικοινωνία πρέπει να υπάρχει στην πλευρά του δέκτη ένας **αποκωδικοποιητής** (decoder) που να «μεταφράζει» το σήμα σε μορφή κατανοήσιμη από τον δέκτη
- Αλλιώς το μήνυμα δεν γίνεται αντιληπτό. Το είδος αυτό του θορύβου που οφείλεται στην αδυναμία κατάλληλης αποκωδικοποίησης ονομάζεται **σημασιολογικός θόρυβος** (semantic noise)
- Ο **σημασιολογικός θόρυβος** είναι **δυσκολότερο** να αντιμετωπιστεί στην ανθρώπινη επικοινωνία καθώς τις περισσότερες φορές οφείλεται σε πολιτισμικές διαφορές μεταξύ πομπού και δέκτη, διαφορές που είναι δύσκολο να εξαλειφθούν σε μικρό χρονικό διάστημα



Δέκτης

- Ο **δέκτης** (receiver) πρέπει να είναι σύστημα ομόλογο του πομπού, δηλ. να περιλαμβάνει συστήματα ανάλογα που να μπορούν να αποκωδικοποιούν και να επεξεργάζονται με παρόμοιο τρόπο την πληροφορία
- Πχ. ένας υπολογιστής επικοινωνεί με έναν υπολογιστή και όχι με ένα ραδιόφωνο. Στην άλλη άκρη μιας τηλεφωνικής γραμμής βρίσκεται επίσης ένα τηλέφωνο και όχι μια τηλεοπτική συσκευή



Ανάδραση

- Κατά την επικοινωνία η **ανάδραση** (feedback) είναι η δυνατότητα να επιστρέφει ο δέκτης πληροφορίες στον πομπό και να τον ενημερώνει για την πορεία της επικοινωνίας
- Η ανάδραση υλοποιείται με την ύπαρξη ενός ακόμη καναλιού που επιτρέπει στον δέκτη να επιστρέφει στον πομπό χαρακτηριστικές πληροφορίες που τον ενημερώνουν για την εξέλιξη της επικοινωνίας



Κριτική του διαβιβαστικού μοντέλου των Shannon-Weaver

- Πρόκειται για ένα **απλό** μοντέλο. Περιλαμβάνει ότι είναι απολύτως απαραίτητο για να υπάρξει επικοινωνία εστιάζοντας στη **μηχανική** πλευρά του φαινομένου
- Στη βασική του μορφή πρόκειται για **γραμμικό** μοντέλο. Περιγράφει την επικοινωνία ως μονοδιάστατη διαδικασία με πορεία από τον πομπό προς το δέκτη
- **Ταυτίζει τη μετάδοση του μηνύματος με τη μετάδοση του σήματος**. Θεωρεί πως η μετάδοση του σήματος συνεπάγεται και επιτυχή μετάδοση του μηνύματος αφού ο δέκτης το μόνο που έχει να κάνει είναι να αποκωδικοποιήσει το μήνυμα



Μέτρηση Πληροφορίας I

- Τι ακριβώς όμως είναι «πληροφορία» και πώς μπορούμε να την μετρήσουμε;
 - για να αποτελεί κάτι «πληροφορία» θα πρέπει να μπορεί να το αντιλαμβάνεται ο δέκτης, δηλ.
 - (α) να γίνεται αισθητό από τον αισθητήριο μηχανισμό του και
 - (β) να μπορεί να το αποκωδικοποιεί σωστά και να αντιλαμβάνεται έτσι το νόημά του
- Ακόμη:
 - η «αξία» μιας πληροφορίας συνδέεται με την αβεβαιότητα που αίρει



Μέτρηση Πληροφορίας II

- Στρίβουμε ένα νόμισμα και θέλουμε να απαντήσουμε στο ερώτημα: «τι έφερε το νόμισμα, κορώνα ή γράμματα;». Πότε είναι πιο εύκολη η απάντηση;
 - όταν το νόμισμα είναι γνήσιο και επομένως τα γεγονότα «κορώνα» και «γράμματα» είναι ισοπίθανα ;
 - όταν το νόμισμα είναι επηρεασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να εμφανίζονται «γράμματα» με πιθανότητα 0.9 και «κορώνα» με πιθανότητα 0.1;
- Στην πρώτη περίπτωση περιμένει κανείς να βρίσκει τη σωστή απάντηση στις μισές από τις δοκιμές που κάνει ενώ στη δεύτερη μπορεί να απαντά σωστά 9 στις 10 φορές



Μαθηματική έκφραση για τον υπολογισμό της πληροφορίας

- Αν E είναι ένα γεγονός που εμφανίζεται με πιθανότητα $P(E)$ η ποσότητα που μετρά την πληροφορία θα πρέπει να είναι **αντιστρόφως ανάλογη με την πιθανότητα να συμβεί αυτό το γεγονός**
- **Ορίζουμε** ως πληροφορία που παίρνουμε, όταν συμβαίνει αυτό το γεγονός, την ποσότητα:

$$I(E) = \log \frac{1}{P(E)}$$



Ιδιότητες της συνάρτησης πληροφορίας

- Η συνάρτηση I ορίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να **αυξάνει** όταν η πιθανότητα εμφάνισης του γεγονότος **μειώνεται**
- Ακόμη γίνεται χρήση της λογαριθμικής συνάρτησης ώστε η συνάρτηση I να εμφανίζει την προσθετική ιδιότητα

$$\begin{aligned} I(AB) &= \log \frac{1}{P(AB)} = \log \frac{1}{P(A)P(B)} = \log \left(\left(\frac{1}{P(A)} \right) \cdot \left(\frac{1}{P(B)} \right) \right) = \\ &= \log \left(\frac{1}{P(A)} \right) + \log \left(\frac{1}{P(B)} \right) = I(A) + I(B) \end{aligned}$$



Εντροπία I

- Θα υπολογίσουμε την πληροφορία μιας πηγής όταν αυτή εκπέμπει κάποιο σύμβολο
- Πηγή & «αλφάβητο» της πηγής:
 - $N = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_j, \dots, a_N\}$
- Όταν εκπέμπεται ένα σύμβολο a_i : $I(a_i) = \log \left(\frac{1}{P(a_i)} \right)$
- Πολλαπλασιάζοντας την πιθανότητα $P(a_i)$ να εμφανιστεί κάποιο σύμβολο a_i επί την πληροφορία που μεταφέρει και αθροίζοντας για όλα τα σύμβολα που μπορεί να εκπέμψει η πηγή, παίρνουμε την ποσότητα H_0

$$H_0 = \sum_{i=1}^N \left(P(a_i) \cdot \log \left(\frac{1}{P(a_i)} \right) \right)$$

- που παριστάνει την μέση τιμή εκπεμπόμενης πληροφορίας ανά σύμβολο της πηγής



Εντροπία II

- Η ποσότητα H_0 ονομάζεται «**εντροπία**» (entropy) της πηγής μηδενικής μνήμης (ή εντροπία πρώτης τάξης)
- Όταν ο λογάριθμος στην προηγούμενη σχέση έχει βάση το δύο, δηλαδή:

$$H_0 = \sum_{i=1}^N \left(P(a_i) \cdot \log_2 \left(\frac{1}{P(a_i)} \right) \right)$$

- η εντροπία μετριέται σε bits/σύμβολο



Η πρακτική σημασία της εντροπίας

- Η εντροπία της πληροφορίας εκφράζει το **βαθμό αβεβαιότητας** που χαρακτηρίζει την εκπομπή των συμβόλων μιας πηγής πληροφορίας και επομένως το **πόσο οργανωμένο** (ή ανοργάνωτο) εμφανίζεται το μήνυμα στον δέκτη
- **Υψηλή εντροπία** σημαίνει **μεγάλη αβεβαιότητα** για το ποιο σύμβολο θα ακολουθήσει (πχ. σύμβολα ισοπίθανα)
- **Χαμηλή εντροπία** σημαίνει πως η πηγή δεν έχει απόλυτη ελευθερία στην εκπομπή των συμβόλων και **υπάρχουν κάποιοι κανόνες που καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο ακολουθούν τα σύμβολα το ένα το άλλο**



Παράδειγμα

- Εντροπία κατά τη ρίψη ενός νομίσματος:
- Αλφάβητο Πηγής: {Κ, Γ}
 - Π.χ. μήνυμα: {...ΚΚΓΚΓΓΓΚΚΓΚΚΓΓΚΚΓΚΚΓΓΓΚΚΓΚΚΓΚΚ...}
- Πληροφορία του κάθε γεγονότος:

$$I(K) = \log_2\left(\frac{1}{P(K)}\right) \quad I(\Gamma) = \log_2\left(\frac{1}{P(\Gamma)}\right)$$

- Στην περίπτωση του γνήσιου νομίσματος είναι $P(K)=P(\Gamma)=0.5$ οπότε $H_0 = 1$ bit/σύμβολο
- Ενώ αν το νόμισμα είναι κάλπικο και $P(K)=0.9$, $P(\Gamma)=0.1$ τότε η εντροπία της πηγής είναι $H_0 = 0.47$ bit/σύμβολο



Πλεονασμός

- Αν H η εντροπία της πηγής και H_{max} η μέγιστη τιμή της τότε ορίζουμε ως «**πλεονασμό**» της πηγής την ποσότητα:

$$R = \frac{H_{max} - H}{H_{max}} \cdot 100\%$$

- ο πλεονασμός εκφράζει ποσοστιαία την απόκλιση της πηγής από την κατάσταση μέγιστης εντροπίας. Όσο μικρότερη η εντροπία της πηγής από τη μέγιστη τιμή H_{max} τόσο μεγαλύτερος ο πλεονασμός



Η πρακτική σημασία του πλεονασμού

- Ο πλεονασμός αντίστοιχα είναι ένας καθαρός αριθμός (ένα ποσοστό) που αποτελεί μέτρο των **δεσμών** (των κανόνων) που υφίστανται ανάμεσα στα σύμβολα
- Όταν η εντροπία είναι μεγάλη ο πλεονασμός είναι χαμηλός, κάτι που δείχνει πως δεν υπάρχει κάποιος καλύτερος τρόπος κωδικοποίησης για το μήνυμα: χρειαζόμαστε όλα τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται
- Αντίστροφα ο πλεονασμός εμφανίζει υψηλότερη τιμή και το μήνυμα μπορεί να κωδικοποιηθεί αποδοτικότερα (δηλ. να συμπιεσθεί) όταν η εντροπία είναι χαμηλή, δηλ. υπάρχουν περιορισμοί στον τρόπο που η πηγή εκπέμπει τα σύμβολα