

Δανεισμός διαύλων

- **Βασική ιδέα:** η κυψέλη που εμφανίζει συμφόρηση μπορεί να δανειστεί ελεύθερους διαύλους από τις γειτονικές κυψέλες, με την προϋπόθεση ότι ο δανεισμός θα επιφέρει την ελάχιστη ζημιά στις γειτονικές κυψέλες.
- Ποιο εύκολη και οικονομική λύση από το DCA.
- **Αλγόριθμοι**
 - Απλού δανεισμού
 - Υβριδική εκχώρηση
 - Δανεισμού με διάταξη διαύλων
 - Διάταξη διαύλων και επανεκχώρηση
 - Δανεισμού με κατευθυντικό κλείδωμα

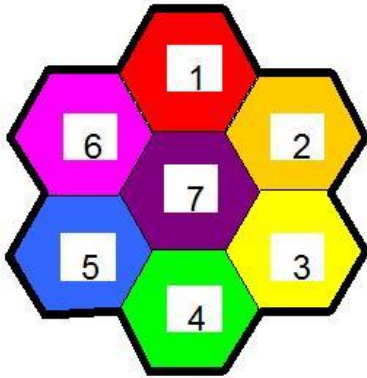
Δανεισμός διαύλων

Απλός δανεισμός

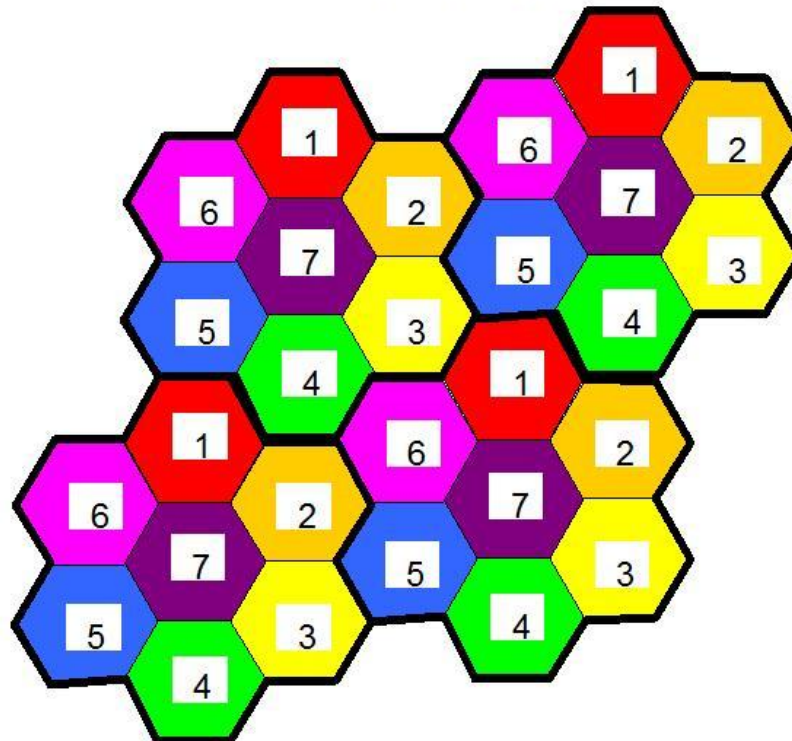
- Η κυψέλη που εμφανίζει συμφόρηση δανείζεται ένα δίαυλο από τις γειτονικές κυψέλες, δημιουργώντας ελάχιστη παρεμβολή στις εξυπηρετούμενες κλήσεις.
- Ο δίαυλος «κλειδώνεται» και δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε απόσταση μικρότερη από την απόσταση ομοδιαυλικής παρεμβολής.
- Αποδοτικό σε συνθήκες μέτριας ανομοιομόρφης κίνησης
- Σε υψηλή κίνηση λιγότερο αποδοτικό από την FCA λόγω μεγαλύτερης απόστασης ομοδιαυλικής παρεμβολής.
- Υβριδική εκχώρηση: Περιορισμός δανειζόμενων διαύλων.

Ιδανική κυψελωτή δομή

7-cell
cluster



Coverage area 'tiled'
with 7-cell clusters



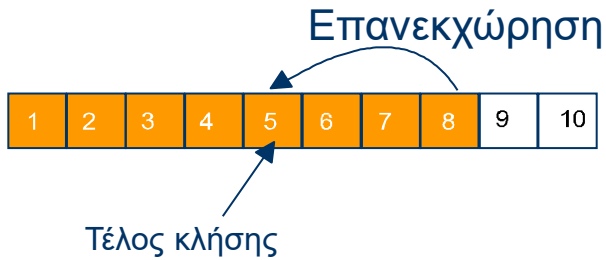
Δανεισμός διαύλων

Δανεισμός με διάταξη διαύλων

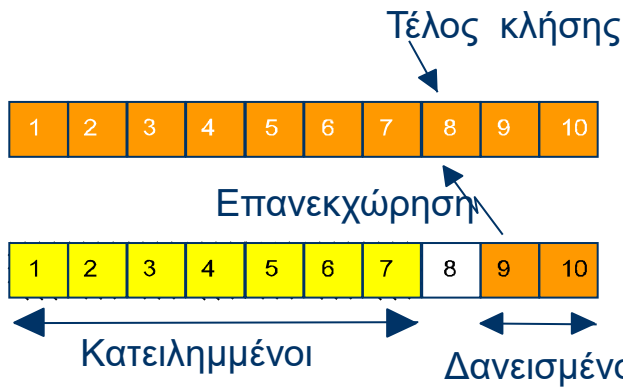
- Οι δίαυλοι κάθε κυψέλης είναι διατεταγμένοι με βάση την πιθανότητα δανεισμού τους.
- Μια τοπική κλήση λαμβάνει το δίαυλο με την μικρότερη πιθανότητα δανεισμού
- Εάν σε μια κυψέλη δεν υπάρχει διαθέσιμος δίαυλος, δανειζεται από τις γειτονικές το δίαυλο με τη μεγαλύτερη πιθανότητα δανεισμού.
- Οι πιθανότητες μπορούν να προσδιορίζονται με διάφορες τεχνικές (π.χ. ομοδιαυλικής παρεμβολής).
- Όμοια με τον άπλό δανεισμό κάθε δίαυλος που δανείζεται κλειδώνεται.

Δανεισμός διαύλων

Δανεισμός με διάταξη διαύλων και επανεκχώρηση



Δίαυλοι της θεωρούμενης κυψέλης



Κατειλημμένοι δίαυλοι της θεωρούμενης κυψέλης

Δίαυλοι γειτονικής κυψέλης



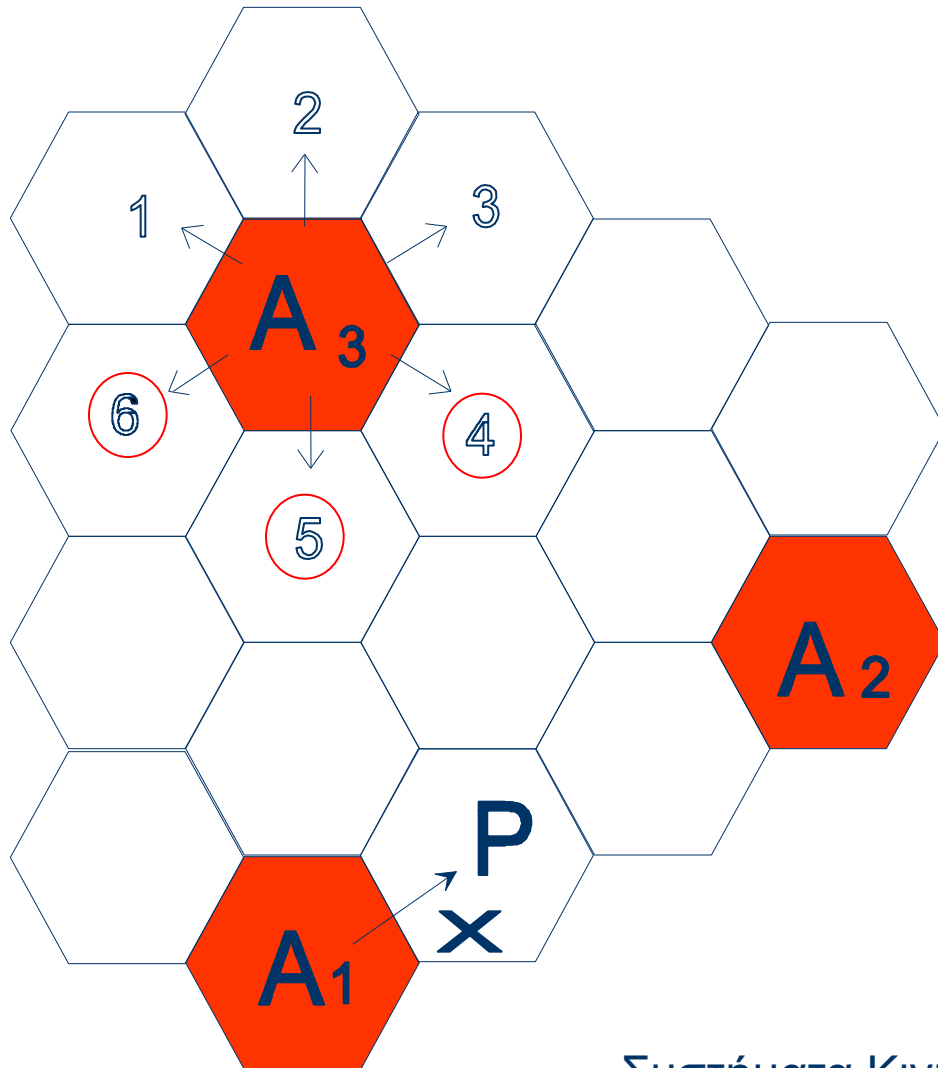
Κατειλημμένοι δίαυλοι της θεωρούμενης κυψέλης

Δίαυλοι γειτονικής κυψέλης

Συστήματα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Δανεισμός διαύλων

Δανεισμός με κατευθυντικό κλείδωμα



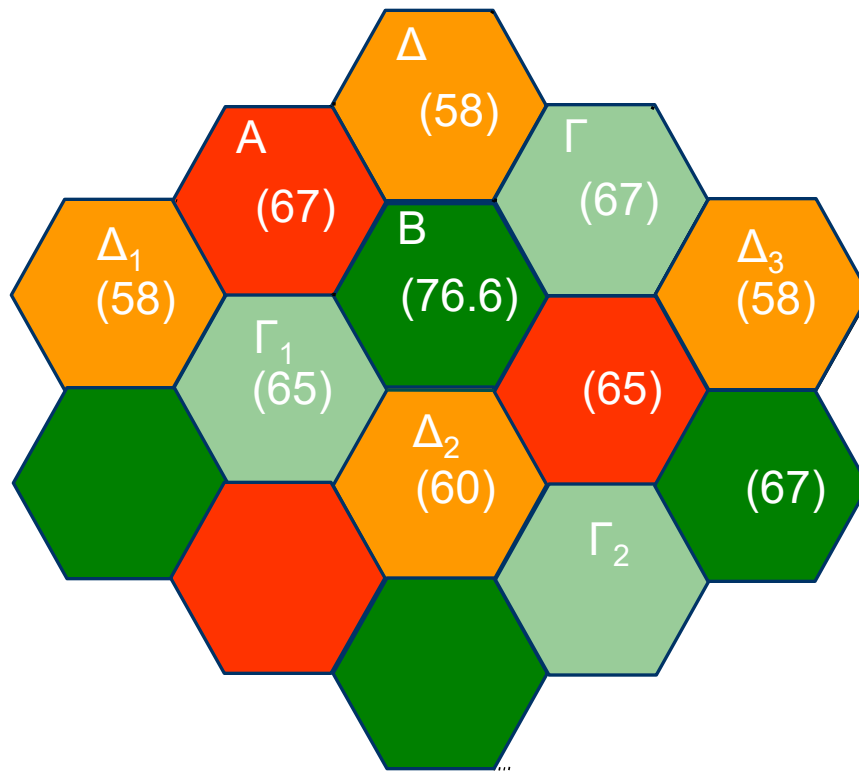
Ο δίαυλος x δε μπορεί να εκχωρηθεί στις κυψέλες 4,5,6

Μπορεί να εκχωρηθεί στις 1,2,3

Δανεισμός διαύλων

Αλγόριθμοι δανεισμού

Παράδειγμα 5.3



$$C_{o\lambda} = 332$$

$$K = 4$$

$$GOS \leq 1\%$$

Δανεισμός με κλείδωμα

A) Πόσοι δίαυλοι Δ->B

B) Ποιες ομοδιαυλικές της Δ επηρεάζονται

Σε κάθε κυψέλη ένας δίαυλος ελέγχου

Υπολογισμός βαθμού εξυπηρέτησης

Erlang B

C	Προσφερόμενη κίνηση A (erlang)											
	Πιθανότητα αποκλεισμού B (%)											
	0.01	0.05	0.1	0.5	1	2	5	10	15	20	30	40
51	29.63	32.09	33.33	36.85	38.80	41.19	45.53	50.64	55.19	59.75	69.88	82.65
52	30.40	32.90	34.15	37.72	39.70	42.12	46.53	51.73	56.35	60.99	71.31	84.32
53	31.17	33.70	34.98	38.60	40.60	43.06	47.53	52.81	57.50	62.22	72.73	85.98
54	31.94	34.51	35.80	39.47	41.51	44.00	48.54	53.89	58.66	63.46	74.15	87.65
55	32.72	35.32	36.63	40.35	42.41	44.94	49.54	54.98	59.82	64.70	75.58	89.31
56	33.49	36.13	37.46	41.23	43.32	45.88	50.54	56.06	60.98	65.94	77.00	90.97
57	34.27	36.95	38.29	42.11	44.22	46.82	51.55	57.14	62.14	67.18	78.43	92.64
58	35.05	37.76	39.12	42.99	45.13	47.76	52.55	58.23	63.31	68.42	79.85	94.30
59	35.84	38.58	39.96	43.87	46.04	48.70	53.56	59.32	64.47	69.66	81.27	95.97
60	36.62	39.40	40.80	44.76	46.95	49.64	54.57	60.40	65.63	70.90	82.70	97.63
61	37.41	40.22	41.63	45.64	47.86	50.59	55.57	61.49	66.79	72.14	84.12	99.30
62	38.20	41.05	42.47	46.53	48.77	51.53	56.58	62.58	67.95	73.38	85.55	101.0
63	38.99	41.87	43.31	47.42	49.69	52.48	57.59	63.66	69.11	74.63	86.97	102.6
64	39.78	42.70	44.16	48.31	50.60	53.43	58.60	64.75	70.28	75.87	88.40	104.3
65	40.58	43.52	45.00	49.20	51.52	54.38	59.61	65.84	71.44	77.11	89.82	106.0
66	41.38	44.35	45.85	50.09	52.44	55.33	60.62	66.93	72.60	78.35	91.25	107.6
67	42.17	45.18	46.69	50.98	53.35	56.28	61.63	68.02	73.77	79.59	92.67	109.3
68	42.97	46.02	47.54	51.87	54.27	57.23	62.64	69.11	74.93	80.83	94.10	111.0
69	43.77	46.85	48.39	52.77	55.19	58.18	63.65	70.20	76.09	82.08	95.52	112.6
70	44.58	47.68	49.24	53.66	56.11	59.13	64.67	71.29	77.26	83.32	96.95	114.3
71	45.38	48.52	50.09	54.56	57.03	60.08	65.68	72.38	78.42	84.56	98.37	116.0
72	46.19	49.36	50.94	55.46	57.96	61.04	66.69	73.47	79.59	85.80	99.80	117.6
73	47.00	50.20	51.80	56.35	58.88	61.99	67.71	74.56	80.75	87.05	101.2	119.3
74	47.81	51.04	52.65	57.25	59.80	62.95	68.72	75.65	81.92	88.29	102.7	120.9
75	48.62	51.88	53.51	58.15	60.73	63.90	69.74	76.74	83.08	89.53	104.1	122.6
76	49.43	52.72	54.37	59.05	61.65	64.86	70.75	77.83	84.25	90.78	105.5	124.3
77	50.24	53.56	55.23	59.96	62.58	65.81	71.77	78.93	85.41	92.02	106.9	125.9
78	51.05	54.41	56.09	60.86	63.51	66.77	72.79	80.02	86.58	93.26	108.4	127.6
79	51.87	55.25	56.95	61.76	64.43	67.73	73.80	81.11	87.74	94.51	109.8	129.3
80	52.69	56.10	57.81	62.67	65.36	68.69	74.82	82.20	88.91	95.75	111.2	130.9
81	53.51	56.95	58.67	63.57	66.29	69.65	75.84	83.30	90.08	96.99	112.6	132.6
82	54.33	57.80	59.54	64.48	67.22	70.61	76.86	84.39	91.24	98.24	114.1	134.3
83	55.15	58.65	60.40	65.39	68.15	71.57	77.87	85.48	92.41	99.48	115.5	135.9
84	55.97	59.50	61.27	66.29	69.08	72.53	78.89	86.58	93.58	100.7	116.9	137.6
85	56.79	60.35	62.14	67.20	70.02	73.49	79.91	87.67	94.74	102.0	118.3	139.3
86	57.62	61.21	63.00	68.11	70.95	74.45	80.93	88.77	95.91	103.2	119.8	140.9
87	58.44	62.06	63.87	69.02	71.88	75.42	81.95	89.86	97.08	104.5	121.2	142.6
88	59.27	62.92	64.74	69.93	72.82	76.38	82.97	90.96	98.25	105.7	122.6	144.3
89	60.10	63.77	65.61	70.84	73.75	77.34	83.99	92.05	99.41	107.0	124.0	145.9
90	60.92	64.63	66.48	71.76	74.68	78.31	85.01	93.15	100.6	108.2	125.5	147.6
91	61.75	65.49	67.36	72.67	75.62	79.27	86.04	94.24	101.8	109.4	126.9	149.3
92	62.58	66.35	68.23	73.58	76.56	80.24	87.06	95.34	102.9	110.7	128.3	150.9

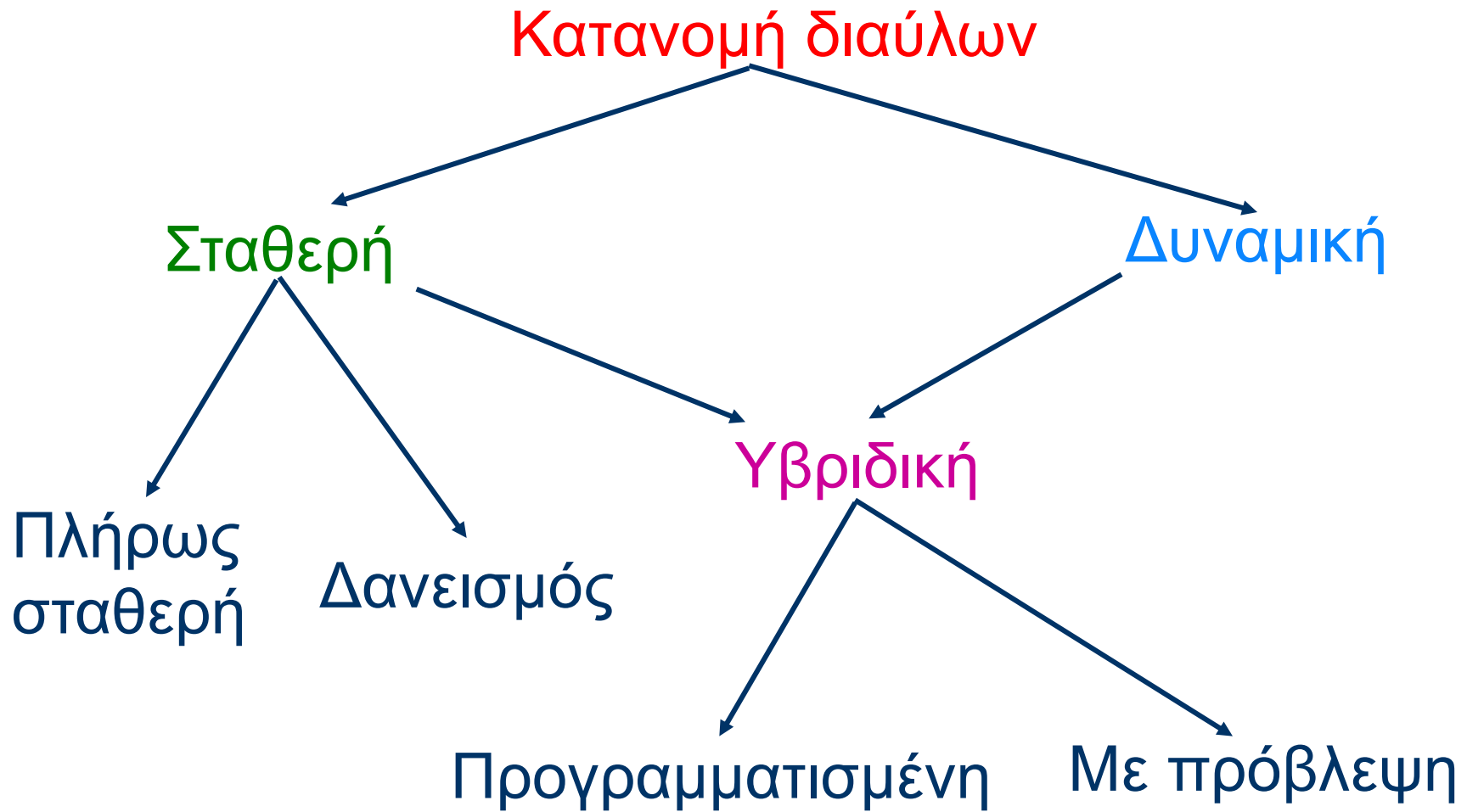
Συστήματα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Δανεισμός διαύλων

Αλγόριθμοι δανεισμού

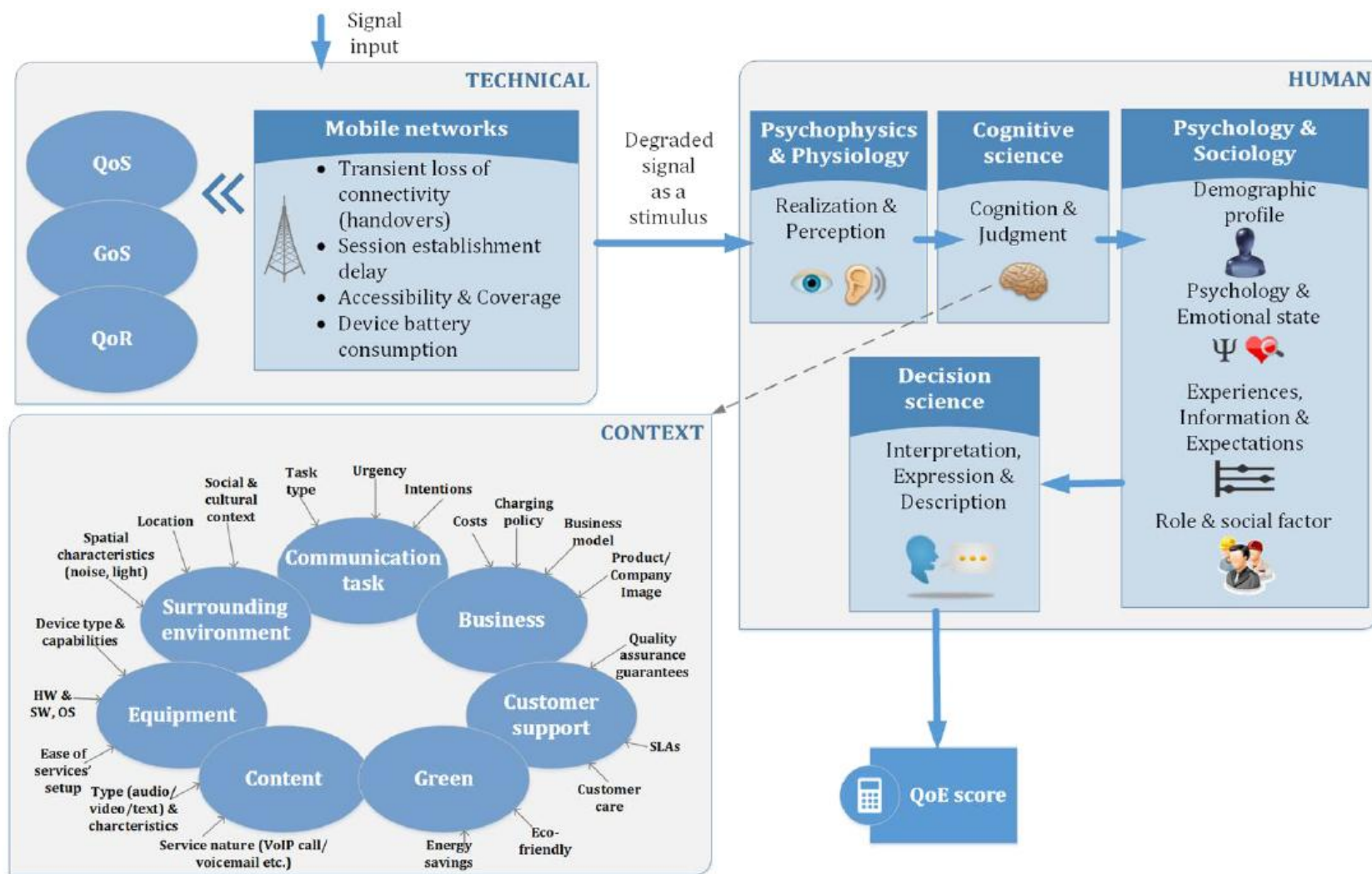
- Πολύπλοκη διαχείριση του συστήματος.
 - Απαιτείται κατανεμημένη διαχείριση του συστήματος.
- Αυξημένο φορτίο σηματοδοσίας.
- Διάδοση του δανεισμού.

Ανακεφαλαίωση κατανομής διαύλων



Πρωτόκολλα Πολλαπλής Πρόσβασης

Ποιότητα εμπειρίας - QoE



Ποιότητα εμπειρίας - QoE

Aspect	Quality Influence Factors	
Mobile networks	Vertical and horizontal handovers Battery consumption Session establishment delay	Accessibility Coverage
Service	Call setup success ratio Blocking probability Call setup time	Call cut-off ratio Availability & Reliability
Transport / Network	Round trip / one-way delay Jitter Packet loss ratio Delay burstiness distribution	Loss burstiness distribution Bottleneck bandwidth Congestion period
Physical	SNR / SIR / SINR Bit rate BLER Outage probability Packet / Symbol / Bit Error Probability Outage capacity	Ergodic capacity / rate Throughput Diversity order / coding gain Area spectral efficiency Energy efficiency

Εξασφάλιση ποιότητας υπηρεσίας

- Ποιότητα Υπηρεσίας (Quality of Service – QoS):
Η «αποδοτική» μετάδοση πληροφορίας που έχει σαν αποτέλεσμα την «ικανοποιητική» λειτουργία μιας δικτυακής εφαρμογής έτσι όπως την αντιλαμβάνεται ο χρήστης
- Τι σημαίνει «ικανοποιητική» λειτουργία; Είναι συχνά υποκειμενική και εξαρτάται από τις προτιμήσεις του χρήστη, αλλά και τις συγκεκριμένες ανάγκες του
- Συχνά αναφέρεται ως Ποιότητα εμπειρίας - QoE: Quality of Experience

Εξασφάλιση ποιότητας υπηρεσίας

- Τι σημαίνει «**αποδοτική**» μετάδοση; Είναι η μετάδοση της κίνησης που ικανοποιεί συγκεκριμένα χαρακτηριστικά (παραμέτρους ποιότητας υπηρεσίας), τα οποία εξάγονται με βάση την «**ικανοποιητική**» λειτουργία της δικτυακής εφαρμογής
- Τυπικές παράμετροι ποιότητας υπηρεσίας:
 - μέση καθυστέρηση από άκρο σε άκρο (**mean delay**),
 - μέγιστη καθυστέρηση από άκρο σε άκρο (**maximum delay**)
 - μέγιστη επιτρεπτή διαφορά στην καθυστέρηση (**delay jitter**)
 - μέσος ρυθμός απώλειας πακέτων (**mean packet error rate**)

Εξασφάλιση ποιότητας υπηρεσίας

- Ανάλογα με το είδος της κίνησης και τις ανάγκες ή προτιμήσεις του χρήστη προκύπτουν οι συγκεκριμένες παράμετροι ποιότητας υπηρεσίας (QoS parameters)
- Οι εφαρμογές **πραγματικού χρόνου** (φωνή, βίντεο) έχουν απαίτηση για **μικρή μέση και μέγιστη καθυστέρηση** (100-200msec end-to-end), αλλά έχουν κάποια ανοχή σε απώλειες πακέτων (π.χ., 10^{-2})
- Οι εφαρμογές **μη πραγματικού χρόνου** (email, file transfer) έχουν απαίτηση για **απολύτως σωστά δεδομένα** (ρυθμός απώλειας πακέτων ουσιαστικά μηδέν), αλλά έχουν μεγάλη ανοχή στην καθυστέρηση (π.χ., αρκετά δευτερόλεπτα).

Εξασφάλιση ποιότητας υπηρεσίας

- Οι τιμές των παραμέτρων «διαμοιράζονται» από τα ανώτερα επίπεδα σε τιμές ανά ζεύξη (link)
- Στόχος κάθε πρωτοκόλλου στο επίπεδο-2 (Data-Link) είναι να εξασφαλίζει τις τιμές των παραμέτρων αυτών για τη ζεύξη που αυτό ελέγχει.

Πολλαπλή πρόσβαση

Επίλυση του προβλήματος

- Αρχικά, επιλέγουμε μια **βασική τεχνολογία** για να διαχωρίσουμε την κίνηση που προέρχεται από διαφορετικούς χρήστες (τερματικά).
 - Μπορεί να είναι στο πεδίο του χρόνου ή στο πεδίο της συχνότητας.
- Στη συνέχεια, επιλέγουμε πώς να κατανέμουμε έναν περιορισμένο αριθμό πόρων μετάδοσης σε μεγαλύτερο σύνολο ανταγωνιζόμενων χρηστών.
- Η ύπαρξη σταθμού βάσης διευκολύνει την πολλαπλή πρόσβαση.