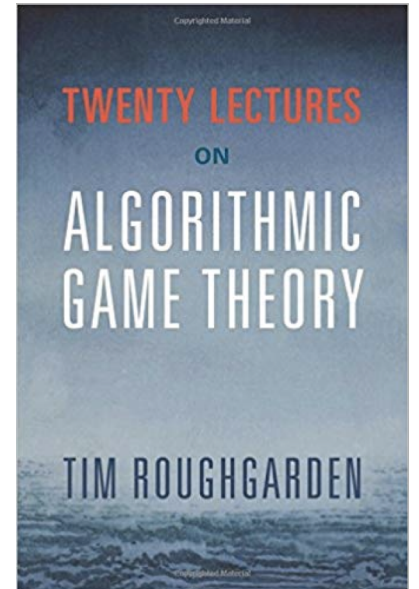


Ζητήματα Στρατηγικής στη Λήψη Αποφάσεων

Γιάννης Καραγιάννης
caragian@ceid.upatras.gr

Σήμερα ...

- Ανακοίνωση 1^{ου} σετ ασκήσεων (ύλη των δύο πρώτων διαλέξεων)
- Chapter 2: Mechanism design basics
- Δημοπρασίες ενός αντικειμένου
- Δημοπρασίες για μηχανές αναζήτησης (sponsored search auctions)



Δημοπρασίες



Understanding the eBay Auction Automatic Bidding System

eBay auctions accept bids only for a specific amount of time.



You must place a bid that is higher than the current bid.



You may pay less than your bid if you win.



If your bid wins, you must buy.



the balance



Spectrum auction ends

India's biggest sale of spectrum concluded on Thursday after five days, during which just 41% of the radio waves on offer was sold. The government raised just a fraction of the value of spectrum (at base price) it put on the block.

Total spectrum put on sale
2,354.55 MHz
in seven bands

Value of total spectrum put on sale
Rs5.63 trillion

Total spectrum sold
965 MHz

Actual value of spectrum sold
Rs65,789.12cr

- Total upfront payment to be received: **Rs32,000 crore**
- Unsold bands: **700 MHz and 900 MHz**
- Most in demand: **1,800 MHz, 2,100 MHz, 2,300 MHz, 2,500 MHz**

Who paid how much and for what:

Airtel: 173.8 MHz spectrum across 1,800/2,100/2,300 MHz bands for **Rs14,244 crore**

Idea: 349.20 MHz in 800/2,100/2,300/2,500 MHz bands for **Rs12,798 crore**

Jio: 269.9 MHz in 800/1,800/2,300 bands for **Rs13,672 crore**

Band activity

Bands	Quantity put-up for sale (in MHz)	Quantity sold (in MHz)
800	73.75	15
1,800	222	175
2,100	320	320
2,300	360	85
2,500	600	370

Source: Govt, companies



ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΙ ΠΛΕΙΣΤΗΡΙΑΣΜΟΙ

Έτοιμοι να πατήσουν το κουμπί

Οι τραπεζές ελπίζουν πως μέχρι το τέλος του έτους θα έχουν βγει στο σφυρί 500 ακίνητα από τα 5.000, με απώτερο στόχο να καλύψουν τα 30 δισεκατομμύρια από τα 48 των «κόκκινων» δανείων

Δημοπρασίες ενός αντικειμένου

- Ένας **πωλητής**, που θέλει να πουλήσει ένα αντικείμενο (π.χ., ένα κινητό τηλέφωνο)
- η υποψήφιοι **αγοραστές**
- Οι αγοραστές **ενδιαφέρονται για το αντικείμενο** και είναι έτοιμοι να δράσουν **στρατηγικά** προκειμένου να το αποκτήσουν
- Βασικό πρόβλημα: πως σχεδιάζουμε τον τρόπο με τον οποίο θα πουληθεί το αντικείμενο;
- Ενδιάμεσο πρόβλημα: τι θέλουν οι αγοραστές; Π.χ., κάποιιοι θέλουν περισσότερο από άλλους το αντικείμενο

Τι θέλουν οι αγοραστές;

Μοντελοποίηση των υποψήφιων αγοραστών:

- Ο αγοραστής i έχει μια μη αρνητική **αποτίμηση** v_i του αντικειμένου
- Η αποτίμηση είναι **ιδιωτική**, δηλαδή άγνωστη στους άλλους υποψήφιους αγοραστές και στον πωλητή
- Quasi-linear utilities

Ωφέλεια του αγοραστή i :

- 0 αν δεν πάρει το αντικείμενο
- $v_i - p$ αν πάρει το αντικείμενο και πληρώσει p

Δημοπρασίες με σφραγισμένες προσφορές

Sealed-bid auctions

1. Κάθε υποψήφιος αγοραστής i **στέλνει την προσφορά του** b_i (μέσα σε σφραγισμένο φάκελο) στον πωλητή
 2. Ο πωλητής αποφασίζει **ποιος θα πάρει το αντικείμενο** (ή ότι δεν θα το πάρει κανένας)
 3. Ο πωλητής αποφασίζει την **τιμή** του αντικειμένου
- Υλοποίηση του βήματος 2; Με τον προφανή τρόπο
 - Υλοποίηση του βήματος 3; Υπάρχουν αρκετοί τρόποι (π.χ., $p = 0$)

Δημοπρασίες πρώτης τιμής

First-price auction

- Ο αγοραστής με τη μεγαλύτερη προσφορά κερδίζει το αντικείμενο (βήμα 2) και πληρώνει την προσφορά του (βήμα 3)

Προβλήματα

- Δύσκολο για τους αγοραστές να αποφασίσουν **πως να συμπεριφερθούν**
- Δύσκολο για τον πωλητή ή το σχεδιαστή της δημοπρασίας να προβλέψει **τι θα συμβεί**

Δημοπρασία πρώτης τιμής (μια άσκηση)

Υποθέστε ότι η αποτίμησή σας για το αντικείμενο είναι 10

- Συμμετέχετε στην ίδια δημοπρασία καθημερινά
- Πάντα υπάρχει ένας μόνο ανταγωνιστής υποψήφιος αγοραστής που έχει αποτίμηση είτε 5 με πιθανότητα $2/3$ είτε 20 με πιθανότητα $1/3$

Δημοπρασία δεύτερης τιμής

Second-price auction

- Ο αγοραστής με τη μεγαλύτερη προσφορά κερδίζει το αντικείμενο (βήμα 2) και **πληρώνει τη δεύτερη μεγαλύτερη προσφορά** (βήμα 3)
- Ορισμός: **Κυρίαρχη στρατηγική** είναι μια στρατηγική (προσφορά) που μεγιστοποιεί το όφελος ενός υποψήφιου αγοραστή ό,τι και να κάνουν (δηλαδή, ό,τι και να στείλουν ως προσφορές) οι υπόλοιποι υποψήφιοι αγοραστές

Δημοπρασία δεύτερης τιμής

Θεώρημα: Σε μια δημοπρασία δεύτερης τιμής, κάθε υποψήφιος αγοραστής i έχει μια κυρίαρχη στρατηγική: **να δηλώσει ως προσφορά του την ιδιωτική αποτίμησή του** για το αντικείμενο ($b_i = v_i$)

Τι μας λέει το Θεώρημα;

- Είναι **απλό για τους υποψήφιους αγοραστές** να αποφασίσουν πως θα συμπεριφερθούν
- Είναι **εύκολο για τον πωλητή** ή το σχεδιαστή της δημοπρασίας να προβλέψει πως θα συμπεριφερθούν οι υποψήφιοι αγοραστές

Δημοπρασία δεύτερης τιμής

Θεώρημα: Σε μια δημοπρασία δεύτερης τιμής, κάθε υποψήφιος αγοραστής i έχει μια κυρίαρχη στρατηγική: **να δηλώσει ως προσφορά του την ιδιωτική αποτίμησή του** για το αντικείμενο ($b_i = v_i$)

Απόδειξη: Ας επικεντρωθούμε στον υποψήφιο αγοραστή i , υποθέτοντας ότι μεταξύ των υπολοίπων η μεγαλύτερη προσφορά είναι B

Περίπτωση 1: $v_i < B$


- Αν χάσει ο υποψήφιος αγοραστής i το αντικείμενο, θα έχει όφελος 0
- Αν κερδίσει, θα έχει προσφορά $b_i \geq B$ οπότε η τιμή θα είναι $p = B$ και το όφελος του θα είναι $v_i - p = v_i - B < 0$
- Επομένως, το να δηλώσει ως προσφορά την αποτίμησή του $b_i = v_i$ είναι κυρίαρχη στρατηγική

Δημοπρασία δεύτερης τιμής

Θεώρημα: Σε μια δημοπρασία δεύτερης τιμής, κάθε υποψήφιος αγοραστής i έχει μια κυρίαρχη στρατηγική: **να δηλώσει ως προσφορά του την ιδιωτική αποτίμησή του** για το αντικείμενο ($b_i = v_i$)

Απόδειξη: Ας επικεντρωθούμε στον υποψήφιο αγοραστή i , υποθέτοντας ότι μεταξύ των υπολοίπων η μεγαλύτερη προσφορά είναι B

Περίπτωση 2: $v_i \geq B$

- Αν χάσει ο υποψήφιος αγοραστής i το αντικείμενο, θα έχει όφελος 0
 - Αν κερδίσει, θα έχει προσφορά $b_i \geq B$ οπότε η τιμή θα είναι $p = B$ και το όφελος του θα είναι $v_i - p = v_i - B \geq 0$
 - Επομένως, πάλι, το να δηλώσει ως προσφορά την αποτίμησή του $b_i = v_i$ είναι κυρίαρχη στρατηγική
- 

Δημοπρασία δεύτερης τιμής

Θεώρημα: Σε μια δημοπρασία δεύτερης τιμής, κάθε φιλαλήθης υποψήφιος αγοραστής i έχει πάντα μη αρνητικό όφελος

Τι μας λέει το Θεώρημα;

- Είναι προτιμότερο για τους υποψήφιους αγοραστές να συμμετέχουν στη δημοπρασία από το να μη συμμετέχουν
- **Εθελοντική συμμετοχή** (voluntary participation)

Δημοπρασία δεύτερης τιμής

Θεώρημα: Σε μια δημοπρασία δεύτερης τιμής, κάθε φιλαλήθης υποψήφιος αγοραστής i έχει πάντα μη αρνητικό όφελος

Απόδειξη: Πάλι, ας επικεντρωθούμε στον υποψήφιο αγοραστή i

Αν χάσει το αντικείμενο, τότε το όφελός του είναι 0

Αν κερδίσει το αντικείμενο (δηλώνοντας ως προσφορά του την αποτίμησή του), τότε το όφελός του είναι $v_i - p = b_i - p \geq 0$



Οι δημοπρασίες δεύτερης τιμής είναι ιδανικές

Ορισμός: Μια δημοπρασία έχει την ιδιότητα της φιλαλήθειας σε κυρίαρχες στρατηγικές (dominant strategy incentive compatible – **DSIC**) αν το να δηλώσει αληθώς την αποτίμησή του ως προσφορά είναι κυρίαρχη στρατηγική για κάθε υποψήφιο αγοραστή και πάντα του δίνει μη αρνητικό όφελος

Ζητήματα **απόδοσης:**

- Ποιος παίρνει το αντικείμενο;
- Πάντα αυτός που έχει τη μεγαλύτερη αποτίμηση
- **Μεγιστοποίηση του κοινωνικού πλούτου/οφέλους** (social welfare)

Οι δημοπρασίες δεύτερης τιμής είναι ιδανικές

Μια δημοπρασία δεύτερης τιμής ικανοποιεί τις παρακάτω τρεις ιδιότητες:

- Είναι δημοπρασία τύπου **DSIC**
- Το αποτέλεσμά της **μεγιστοποιεί τον κοινωνικό πλούτο/όφελος**
- **Υλοποιείται αποδοτικά** (σε γραμμικό χρόνο)

Ποια είναι η πιο σημαντική ιδιότητα από τις παραπάνω;

- Π.χ., η ιδιότητα DSIC είναι εύκολο να επιτευχθεί από μόνη της (**πώς;**)

Δημοπρασίες για μηχανές αναζήτησης

- **Sponsored search auctions**

- Αποτελέσματα αναζήτησης στο google: «οργανικά» αποτελέσματα, [διαφημίσεις](#), εγκυκλοπαιδικές πληροφορίες, χάρτες, φωτογραφίες, κλπ
- Γιατί εμφανίζονται οι συγκεκριμένες διαφημίσεις;
- Με κάθε query, το google τρέχει μια δημοπρασία σε πραγματικό χρόνο
- Παλαιότερα, αυτές οι δημοπρασίες έφερναν το 98% των εσόδων της Google (ακόμα προσοδοφόρο [σήμερα](#))

Ένα απλό μοντέλο για sponsored search auctions

- Υπάρχουν k **slots** $1, 2, \dots, k$ που αντιστοιχούν σε θέσεις στη σελίδα από πάνω προς τα κάτω
- **Διαφημιστές** που, για ένα συγκεκριμένο query, επιθυμούν να εμφανιστεί η διαφήμισή τους σε κάποιο από τα slots
- Κάθε slot j έχει ένα **click-through-rate** (CTR) a_j : πόσο συχνά βλέπουν οι χρήστες μια διαφήμιση στο συγκεκριμένο slot
- Το CTR είναι ανεξάρτητο από τη διαφήμιση που φιλοξενεί
- CTRs: $a_1 \geq a_2 \geq \dots \geq a_k$
- Διαφημιστής i : έχει μια **ιδιωτική αποτίμηση** v_i για κάθε click της διαφήμισής του και αποτιμά την τοποθέτησή της στο slot j κατά $a_j v_i$

Σχεδιασμός sponsored search auction

Στόχοι:

- Δημοπρασία τύπου **DSIC** (**φιλαλήθεια** σε κυρίαρχες στρατηγικές, **εθελοντική συμμετοχή**)
- **Μεγιστοποίηση του κοινωνικού οφέλους**: η συνολική αποτίμηση των διαφημιστών για τις αποτιμήσεις τους είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερη
- **Απλότητα**, χαμηλή υπολογιστική πολυπλοκότητα: π.χ., όπως στη δημοπρασία δεύτερης τιμής

Δημοπρασία γενικευμένης δεύτερης τιμής

Generalized second price auction

- Διαφημιστές: δηλώνουν **προσφορές** προς τη Google
- Google: ερμηνεύει τις προσφορές ως αποτιμήσεις ανά click και **αναθέτει** τη διαφήμιση με την j -στή μεγαλύτερη αποτίμηση ανά click στο slot j
- Google: ορίζει ως **τιμή** p_j για κάθε click στο slot j την $(j + 1)$ -οστή μεγαλύτερη προσφορά
- **DSIC, μεγιστοποίηση social welfare, απλότητα;**

Δημοπρασία γενικευμένης δεύτερης τιμής

Generalized second price auction

- Διαφημιστές: δηλώνουν **προσφορές** προς τη Google
- Google: ερμηνεύει τις προσφορές ως αποτιμήσεις ανά click και **αναθέτει** τη διαφήμιση με την i -στή μεγαλύτερη αποτίμηση ανά click στο slot i
- Google: ορίζει ως **τιμή** για κάθε click στο slot i την $(i + 1)$ -οστή μεγαλύτερη προσφορά

Στόχοι:

- DSIC: **???**
- Μεγιστοποίηση του κοινωνικού οφέλους: **ναι**, αν οι διαφημιστές δηλώνουν **αληθείς** προσφορές
- Απλότητα: **απλούστερα δε γίνεται!**

Μεγιστοποίηση κοινωνικού οφέλους

Βασικές υποθέσεις:

- CTRs: $a_1 \geq a_2 \geq \dots \geq a_k$
- Αποτιμήσεις: $v_1 \geq v_2 \geq \dots \geq v_n$
- Ανάθεση του χρήστη $\sigma(j)$ στο slot j

- Κοινωνικός πλούτος = $\sum_{j=1}^n a_j v_{\sigma(j)}$
- Πότε μεγιστοποιείται;
- Όταν $\sigma(j) = j$ για κάθε j

Παράδειγμα

- 2 slots με CTRs 5clicks/min και 4clicks/min ($a_1 = 5, a_2 = 4$)
- 3 διαφημιστές με αποτιμήσεις ανά click 2\$, 1\$, και 0.5\$ ($v_1 = 2, v_2 = 1, v_3 = 0.5$)
- Ας υποθέσουμε ότι οι διαφημιστές δηλώνουν τις αληθείς αποτιμήσεις ανά click ως προσφορές
- **Ο διαφημιστής 1 τοποθετείται στο slot 1 και η διαφήμιση 2 στο slot 2**
- **Οι τιμές/click για τα δύο slots είναι 1 και 0.5**
- Τα οφέλη τους είναι $5(2 - 1) = 5$ για τον πρώτο, $4(1 - 0.5) = 2$ για τον δεύτερο, και 0 για τον τρίτο
- Τι θα συμβεί **αν ο διαφημιστής 1 αλλάξει την προσφορά του** σε 0.8?

Δημοπρασία γενικευμένης δεύτερης τιμής

Generalized second price auction

- Διαφημιστές: δηλώνουν **προσφορές** προς τη Google
- Google: ερμηνεύει τις προσφορές ως αποτιμήσεις ανά click και **αναθέτει** τη διαφήμιση με την i -στή μεγαλύτερη αποτίμηση ανά click στο slot i
- Google: ορίζει ως **τιμή** για κάθε click στο slot i την $(i + 1)$ -οστή μεγαλύτερη προσφορά

Στόχοι:

- DSIC: **δεν ισχύει**
- Μεγιστοποίηση του κοινωνικού οφέλους: **όχι απαραίτητα**
- Απλότητα: **απλούστερα δε γίνεται!**
- και όμως, **χρησιμοποιείται** από Google, Bing, Yahoo! (όχι από Facebook)

Σχεδιασμός sponsored search auction

Νέοι στόχοι:

- Πως πρέπει να ορίζονται οι τιμές ανά slot ώστε να έχουμε την ιδιότητα **DSIC** και να επιτυγχάνεται **μεγιστοποίηση του κοινωνικού οφέλους**;
- **Απλότητα**, χαμηλή υπολογιστική πολυπλοκότητα: π.χ., όπως στη δημοπρασία δεύτερης τιμής

Σύνοψη

- Σχεδιασμός δημοπρασιών
- Δημοπρασία ενός αντικειμένου
- Ιδιότητα DSIC
- Δημοπρασίες για μηχανές αναζήτησης

Ερωτήσεις

- Υπάρχουν ιδανικές δημοπρασίες μηχανών αναζήτησης; (επόμενο μάθημα)
- Πως σχεδιάζουμε δημοπρασίες σε πιο πολύπλοκα περιβάλλοντα; (π.χ., τηλεοπτικές άδειες)