Johdanto huutokauppojen teoriaan

Mikko Särelä
44461B
Teknillinen Korkeakoulu Tietojenkäsittelyteorian laboratorio `Mikko.Sarela@hut.fi`

Tiivistelmä

Tämä on lyhyt johdatus huutokauppoihin ja niiden teoriaan. Paperissa käydään läpi yleisimpien huutokauppojen ominaisuuksia; tutkitaan miten tarjoajia voitaisiin mallintaa talousteorian puitteissa. Peruslähtökohta on riskineutraaleissa, itsenäisissä, symmetrisissä ja itsenäisten arvojen toimijoissa. Tätä mallia laajennetaan tutkimalla, kuinka huutokauppa muuttuu kun tarjoajat ovat riskiä kaihtavia, tai arvostavat tuotetta epäsymmetrisesti, tekevät keskenään yhteistyötä, tai kun tarjoajien arvostukset korreloivat keskenään. Lisäksi tutustutaan optimaalisten huutokauppojen teoriaan, jossa etsitään parasta mahdollista huutokauppa; esitellään yhteisarvon huutokauppa ja voittajan kirous. Lopuksi paperissa pohditaan perinteisen huutokauppateorian sopivuutta automatisoituun kaupankäyntiin.

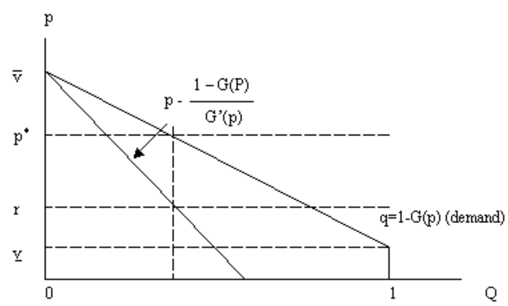
1 Esittely

Sinulla on jokin arvokas esine, kuten vanha maalaus, tai antiikkikello. Haluaisit myydä sen ja saada siitä mahdollisimman hyvän hinnan. Mitä erilaisia tapoja sinulla on myymiseen, ja millä näistä saat parhaimman hinnan tuotteestasi?

Helpoin tapa olisi ilmoittaa myyntihinta ja katsoa ostaako sitä kukaan. Ongelmana tässä on se, ettet tiedä kuinka paljon mahdolliset tarjoajat ovat valmiita maksamaan maalauksestasi ja siksi et osaa asettaa hintaa tasolle, jossa saisit antiikkiesineestäsi parhaimman mahdollisen hinnan. Siksi ennaltamäärätyllä hinnalla myynti ei ole paras mahdollinen tapa myydä tuotetta ja usein tällaisten tuotteiden myyntiin käytetään huutokauppoja. Huutokauppa antaa myyjälle mahdollisuuden saada informaatiota tarjoajien valuaatioista ja mahdollistaa siten korkeamman myyntihinnan.

2 Myynnin ongelma

Olet myymässä tuotetta. Oletetaan, että mahdollisia tarjoajia on $N > 1$ ja jokainen tuntee esineen riittävän hyvin tietääkseen, kuinka paljon on valmis esineestä maksamaan. Merkitään tarjoajien valuaatioita, siis arvostuksia $V := (V_1, \ldots, V_N)$. Koska sinä myyjänä et tunne V:tä, voidaan sitä mallintaa yhdistettynä satunnaisfunktiona $\mathcal{F} : [\underline{v}_1, \overline{v}_1] \times \ldots \times [\underline{v}_N, \overline{v}_N] \to [0,1]$, $\mathcal{F}(v_1, \ldots, v_N) := P(V_1 \leq v_1, \ldots, V_n \leq v_N)$. Vastaavasti tarjoajat tuntevat oman valuaationsa, mutteivat toisten tarjoajien. Siksi myös tarjoajille valuaatiot ovat satunnaisfunktioita, poislukien heidän omansa.



Kuva 1: Optimaalinen ota tai jätä hinta (Cournot monopoli)

Oletettavasti tiedät jonkin hinnan, jonka alle et suostu kelloa myymään. Helpoin vaihtoehto on asettaa kellolle jokin hinta, vähintään oman minimihintasi tasolle, ja myydä se ilmoitetulla hinnalla p ensimmäiselle tarjoajalle. Tällainen myyntitapa on eräänlainen variantti *Cournot'n monopoliteoreema*sta, jossa sinä (monopoli) päätät hinnan ja markkinat ratkaisevat tämän jälkeen tuotetta myytävän määrän - tässä tapauksessa myynnin todennäköisyyden.

Seuraavaksi esitetty todistus on lainaus [14].

Tästä voidaan siis piirtää tyypillinen kysyntäkäyrä. Tällöin hinta-akselilla on p ehdoton myyntihinta ja määrä-akselilla kaupan todennäköisyys

$$\pi(p) = 1 - G(p)$$

$$G(p) := \mathcal{F}(p, \ldots, p)$$

Tällöin tuoton maksimoimiseksi kannattaa valita se kohta koordinaatistosta, joka maksimoi tuoton odotusarvon $\pi(p)(p - r)$, missä r on minimihinta, jolla olet valmis myymään.

Tämä päätösongelma voidaan esittää myös määräkoordinaateissa, joissa määrä $q := 1 - G(p)$, kaupan todennäköisyys.

$$\max_q [P(q) - r]q,$$

$$P(q) := G^{-1}(1 - q)$$

Tällöin optimaalinen hinta p^* löytyy kohdasta, jossa marginaalikustannus (MC) ja marginaalituotto (MR) ovat yhtäsuuret (olettaen että ongelma on hyvin käyttäytyvä, eli tuotto on jatkuva ja monotonisesti kasvava hinnan kasvaessa). Tällöin

$$MR = p - \frac{1 - G(p)}{G'(p)} = r = MC$$

Esimerkki Oletetaan, että valuaatiot V_i ovat toisistaan riippumattomia ja tasaisesti jakautuneita välille $[0,1]$ ja minimihinta $r = 0$. Silloin kaikille $p \in [0,1]$, $G(p) = F(p)^N = p^N$. Siispä optimaalinen ota tai jätä hinta on

$$p^*(N) = \sqrt[N]{\frac{1}{N+1}}$$

Tällöin maksetun hinnan odotusarvo on hinta kertaa myynnin todennäköisyys.

$$\overline{p}(N) := p^*(N)(1 - G(p^*(N))) = p^*(N)\frac{N}{N+1}$$

2.1 Huutokaupat

Monissa tapauksissa on kuitenkin parempiakin tapoja myydä kuin ota tai jätä hinta. Näitä ovat esimerkiksi erilaiset huutokaupat. Huutokaupat ovat myyjälle hyödyllisiä siksi, että ne ovat

- nopea tapa myydä
- paljastavat informaatiota tarjoajien valuaatioista
- ehkäisevät myyjän agentin tekemiä väärinkäytöksiä

Huutokaupoista tunnetuimpia ovat

- Hollantilainen huutokauppa
- Englantilainen huutokauppa
- Suljettu korkeimman tarjouksen huutokauppa
- Suljettu toiseksi korkeimman tarjouksen huutokauppa

Hollantilainen huutokauppa

Hollantilaisessa huutokaupassa määritellään lähtöhinta, jota pudotetaan alaspäin, kunnes joku tarjoajista ilmoittaa ostavansa tuotteen.

Englantilainen huutokauppa

Englantilainen huutokauppa on kaikkien tuntema huutokauppatyyppi, jossa tarjoaminen lähtee minimihinnasta ja jokainen voi halutessaan yrittää saada tavaran tarjoamalla korkeimman tarjouksen. Tarjoaminen jatkuu kunnes kukaan ei halua ylittää jonkun tarjoajan tekemään tarjousta. Korkeimman tarjouksen tehnyt ostaa tuotteen tarjouksen hinnalla.

Suljettu korkeimman tarjouksen huutokauppa

Tässä huutokauppatavassa jokainen osallistuja jättää suljetun tarjouksen myyjälle. Kun tarjousten jättöaika on ohi, myyjä avaa tarjoukset, julkistaa ne ja julistaa korkeimman tarjouksen voittajaksi. Voittaja maksaa myyjälle tarjoamansa määrän.

Suljettu toiseksi korkeimman tarjouksen huutokauppa

Suljettu toiseksi korkeimman tarjouksen huutokauppa noudattaa samaa kaavaa kuin suljettu korkeimman tarjouksen huutokauppa. Erona on se, että tässä korkeimman tarjouksen tekijä, eli huutokaupan voittaja, maksaa toiseksi suurimman tarjouksen mukaisesti myyjälle.

2.2 Tarjoajat

Yksi tutkituimmista huutokauppamalleista on *symmetristen, riippumattomien yksityisten arvojen* (SIPV) malli riskineutraaleilla toimijoilla.

Mallissa myynnissä on yksi jakamaton kohde yhdelle monista tarjoajista (*yksikköhuutokauppa*). Lisäksi oletetaan, että kaikki osallistujat tuntevat oman valuaationsa myytävästä tuotteesta, mutteivat kenenkään muun valuaatiota (*yksityiset arvot*); osallistujien valuaatio tuotteesta on *riippumaton* toisten osallistujien valuaatiosta; tarjoajien valuaatio tuotteeseen on jatkuva todennäköisyysfunktio jostakin todennäköisyysjakaumasta ja heitä ei voi erottaa toisistaan, ja siispä jokaisen tarjoajan todennäköisyysjakauma on sama (*symmetrisyys*); myyjän varaushinta on nolla, eli $r = 0$.

3 Tuloksia yleisimmistä huutokaupoista

Neljä yleisintä huutokauppatyyppiähän olivat englantilainen, hollantilainen, suljettu korkeimman tarjouksen ja suljettu toiseksi korkeimman tarjouksen huutokauppa.

Hollantilainen ja korkeimman tarjouksen suljettu huutokauppa ovat strategisesti samanlaisia. Molemmissa tarjoajan pitää vain etukäteen valita hintataso, jonka tarjoaa ja sitten tarjota se.

Myös englantilainen ja toiseksi korkeimman suljettu huutokauppa ovat strategisesti samanlaisia. Mutta toisin kuin hollantilaisen huutokaupan kohdalla, nämä kaksi huutokauppaa eivät ole strategisesti ekvivalentit. Englantilaisessa huutokaupassa tarjoaja saa selville asioita toisten valuaatioista huutokaupan aikana. Silti molemmissa on olemassa yhtenevä tarjousperiaate, joka voittaa kaikki muut strategiat. Englantilaisessa tarjoa aina kunnes hinta on yli oman valuaatiosi. Suljetussa toiseksi korkeimman tarjouksen huutokaupassa, tarjoa oma valuaatiosi.

Englantilaisen ja suljetun toiseksi korkeimman tarjouksen huutokaupoissa totuuden kertominen on voittava strategia siksi, että tarjoajan oma valuaatio ei hänen voittaessaan vaikuta hänen maksamaansa hintaan. Siksi ei ole kannattavaa tarjota alle oman valuaationsa, eikä yli oman valuaationsa.

3.1 Tulon ekvivalenssi

Edellisessä kappaleessa havaittiin, että hollantilaisella ja suljetulla korkeimman tarjouksen huutokaupalla on yhtenevä tasapainostrategia ja näin ollen pelit ovat yhteneviä. Samoin oli myös englantilaisen ja suljetun toiseksi korkeimman tarjouksen huutokaupan kohdalla. Yllättävää kyllä kaikki huutokaupat, joissa tuote menee korkeimmalle tarjoajalle ovat ekvivalentteja tuoton suhteen SIPV-mallissa.

Propositio 1 (Tuottoekvivalenssi) *Oletetaan SIPV-malli ja* $U^*(0) = 0$. *Silloin kaikki huutokaupat, jotka antavat tuotteen eniten tarjonneelle ja joissa on sama määrä tarjoajia, tuottavat saman odotetun tuoton myyjille ja tarjoajille*

$U^*(0)$ tarkoittaa myyjän hyötyä silloin kun kukaan ei tarjoa tuotteesta mitään. Toisin sanoen oletetaan tilanne, jossa myyjän minimihinta tuotteen myynnille on 0. Varsinainen todistus ja esimerkkejä löytyy Wolfstetter “Auctions, An Introduction” [14].

3.2 Kolmannen ja korkeamman tarjouksen huutokauppoja

Aiemmin on esitelty ensimmäisen ja toisen tarjouksen huutokaupat. On varsin luonnollista yleistää tämä n:nnen tarjouksen huutokauppaan. N:nen tarjouksen suljettu huutokauppa on huutokauppa, jossa eniten tarjonnut voittaa tuotteen ja maksaa n:nen korkeimman tarjouksen mukaisen hinnan. Tällaisissa huutokaupoissa on se mielenkiintoinen puoli, että tarjoajien kannattaa tarjota yli oman valuaationsa, sillä n:ksi suurin tarjoaja todennäköisesti tarjoaa alle korkeimman tarjoajan valuaation. Kun tarjoajien määrää lisätään, tarjoajien kannattaa ryhtyä varovaisemmiksi. [5]

3.3 Hyväntekeväisyyshuutokaupat

Hyväntekeväisyyshuutokaupoissa, toiselta nimeltään ’kaikki maksavat huutokauppa’, kaikki maksavat oman tarjouksensa, ja tuote menee korkeimman tarjouksen tehneelle. Koska tässäkin tuote menee korkeimman tarjouksen tehneelle, tuottoekvivalenssiteoreema pätee. [8]

4 Muutokset SIPV-malliin

Kuten aiemmin havaittiin, kaikki huutokaupat, jotka noudattavat SIPV-mallia ja joissa tuote menee eniten tarjonneelle, tuottavat myyjälle saman verran. Seuraavaksi onkin hyödyllistä tutkia, mitä tapahtuu, jos SIPV-mallin ominaisuuksia muutetaan. Jos kaikki huutokaupat ovat yhteneviä, miksi englantilainen huutokauppa on niin yleinen.

Pääargumentti englantilaisen huutokaupan puolesta on sen yksinkertaisuus. Siinä kenen tahansa on helppo päätellä, että tarjota kannattaa omaan arvostukseen asti, muttei sen pidemmälle. Tämä yksinkertaisuus ei toteudu esimerkiksi hollantilaisessa huutokaupassa, jossa ei ole tällaista dominoivaa tasapainotilaa, vaan tarjoajien pitää arvioida kuinka paljon alle oman arvostuksensa he uskaltavat tarjota.

4.1 Riskineutraalius

SIPV-malli olettaa, että kaikki osallistujat ovat riskin suhteen neutraaleja. Tämä tarkoittaa siis sitä, että paras strategia on se, joka maksimoi tuoton odotusarvoa. Jos esimerkiksi henkilö A voi voittaa 1000 euroa todennäköisyydellä 1, tai 1000 000 euroa todennäköisyydellä 0,002 - hän valitsee mieluummin jälkimmäisen vaihtoehdon.

Todellisuudessa ihmiset eivät ole neutraaleja riskin suhteen. On siis tärkeää tutkia, kuinka riskiä välttävät tarjoajat muuttavat huutokauppaa. Englantilaiseen huutokauppaan osallistujien riskiprofiili ei vaikuta mitenkään - joka tapauksessa kannattaa tarjota aina omaan valuaatioon asti. Siispä hintakaan ei muutu. Sen sijaan hollantilaisessa huutokaupassa tarjoajat ottavat aina jonkinlaisen riskin ja alentavat tarjoustaan todellisista arvotuksistaan. Siksi riskiä kaihtavat tarjoajat eivät halua tarjota kovin paljoa oman arvostuksensa alle ja näin nostavat myyjän tuottoa ja vähentävät omaansa. [7]

4.2 Symmetrisyys

Jos oletamme, että tarjoajien tarjousten todennäköisyysjakaumat ovat erilaisia, englantilainen huutokauppa ei edelleenkään muutu. Siinä on yhä voittoisa strategia tarjota ylöspäin kunnes oma arvostus ylittyy, tai kukaan muu ei ylitä omaa tarjousta. Sen sijaan hollantilaisessa huutokaupassa tuote voi mennä tarjoajalle, jonka arvostus on matalampi kuin jonkun toisen tarjoajan. Tällöin kauppatavara voi kuitenkin mennä sellaiselle, jonka hyöty siitä ei ole suurin. Siksi julkisen vallan, joka pyrkii maksimoimaan kokonaishyötyä tulisikin käyttää toisen tarjouksen huutokauppaa. Tarkka todistus tasapainotilan olemassaolosta ja löytämisestä löytyy Plumilta. [12]

4.3 Minimihinta, tai osallistumismaksu

Kuten aiemmin havaittiin, tulon ekvivalenssiteoreema pätee kaikille SIPV-mallin huutokaupoille, joissa tavara menee eniten tarjoavalle. Vaikka tämä tuntuu aluksi varsin yleiseltä periaatteelta, sitä rikotaan varsin monissa huutokaupoissa todellisuudessa.

Jos myyjä asettaa tavaralle minimihinnan, joka on hänen omaa arvostustaan korkeampi, voi tavara jäädä myymättä, vaikka sille olisi löytynyt tarjoaja tarjoajan arvostuksen yläpuolelta. Siispä tällaisessa huutokaupassa tulon ekvivalenssiteoreema ei päde. Tällainen muutos voi olla myyjälle kuitenkin edullinen.

Jos myyjä taas asettaa osallistumismaksun, tilanne muuttuu taas. Silloin voi käydä niin, että osa niistä, jotka muuten olisivat osallistuneet eivät osallistukaan, sillä maksu on liian korkea heidän esineestä saamaan hyötyyn nähden. Kuitenkin, jos osallistumismaksu asetetaan sopivalle tasolle, tällainen huutokauppa voi olla myyjälle tuottavampi kuin perinteinen englantilainen huutokauppa, tai Cournot'n monopolimalli.

4.4 Osallistujamäärän salaisuus

Tulon ekvivalenssiteoreema vaatii, että osallistujat tietävät huutokauppaan osallistuvien ihmisten määrän. Lisäksi huutokaupan järjestäjä voi halutessaan varmistaa, että kaikki tarjoajat tuntevat osallistujamäärän, tai pyrkiä varmistamaan, ettei osallistujilla ole käytössään tätä tietoa. Siispä on hyvä tutkia, onko kannattavaa pitää tarjoajat pimeässä heidän kilpailijoidensa määrästä.

McAfee, Preston ja McMillan [3] tutkivat asiaa ja havaitsivat, että jos osallistujat ovat riskiä välttäviä, niin osallistujamäärän salaaminen nostaa tarjouksia suljetussa ensimmäisen tarjouksen huutokaupassa. Tätä tulosta voidaankin hyödyntää kokeissa selvittämään, ovatko tarjoajat riskiä kaihtavia, vai eivät [6].

4.5 Useamman yksikön kauppaaminen

Tähän asti olemme pohtineet vain huutokauppoja, joissa kaupataan yksi jakamaton tuote, joka myydään yhdelle - yleensä - eniten tarjoavalle. Jos samanlaisia myynnissä olevia tuotteita onkin enemmän, kuten asianlaita on esimerkiksi valtioiden huutokauppaamissa veloissa, muuttuu tilanne jälleen.

Ensiksi määritellään ensimmäisen ja toisen tarjouksen huutokauppojen yleistys useiden yksikköjen huutokauppaan. Myytävänä on x kappaletta identtisiä tuotteita. Toisen tarjouksen huutokauppa on kauppa, jossa hinta asetetaan sille tasolle, että kaikki muut paitsi x tarjoajaa tippuvat pois. Jäljelle jääneet osallistujat maksavat tämän rajahinnan. Ensimmäisen tarjouksen huutokaupassa taasen kaikki tekevät oman tarjouksensa. Tämän jälkeen x korkeiten tarjonnutta saa esineen ja jokainen maksaa oman tarjouksensa. Mikäli oletetaan, että jokainen osallistuja haluaa korkeintaan yhden kappaleen tuotetta, myös tuottoekvivalenssiteoreema yleistyy kauniisti. [4]

Tämä ei kuitenkaan yleisty tilanteeseen, jossa tarjoajat voivat ja haluavat hankkia useita tuotteita, tai heidän valuaationsa on hintajoustava. Tällainen monituotehuutokauppojen teoria on vielä vähän tutkittu alue.

4.6 Arvostusten riippuvuus

Jos osallistujien arvostukset korreloivat keskenään positiivisesti, kannattaa heidän tarjota hollantilaisessa huutokaupassa konservatiivisemmin. Sen sijaan positiivinen korrelaatio ei muuta osallistujien tarjoamista englantilaisessa huutokaupassa, joten tällaisessa tilanteessa englantilainen huutokauppa tuottaa paremman tuoton kuin hollantilainen.

5 Yhteistoiminta huutokaupassa

Tähän mennessä olemme tutkineet huutokauppaa tilanteessa, jossa osallistujat eivät tee yhteistyötä keskenään. Mitä tapahtuu huutokaupalle, jos osa tarjoajista päättää perustaa keskenään ringin, joka valitsee keskuudestaan voittajan etukäteen?

Osallistujat voivat voittaa paljon sillä, että he muodostavat tällaisen yhteistyöringin ja toimivat sen mukaan. Mikäli he eivät näin tekisi, nostaisivat he keskenään tarjouksillaan hinnan todennäköisesti korkeammalle kuin se nousee, jos ringin jäsenistä ainoastaan sovittu voittaja tarjoaa.

Rinki voi syntyä joko siten, että se kykenee tekemään sitovan sopimuksen huutokauppaan osallistumisesta, tai se ei kykene tähän. Englantilainen huutokauppa on otollinen vain eisitovia sopimuksia tekemään kykeneville ringeille, sillä siinä ringin ei tarvitse itse kyetä valvomaan sopimuksen noudattamista. Yksinkertaisesti rinki valitsee keskuudestaan voittajaksi sen, joka arvostaa tuotetta eniten ja antaa hänen ostaa tuotteen sillä hinnalla, jolla sen huutokaupassa saa. Kenenkään ei kannata pettää sopimusta, sillä eniten arvostava ringin jäsen voi aina tarjota muiden jäsenten tarjousten yli.

Hollantilainen huutokauppa eroaa englantilaisesta tässä. Mikäli rinki sopii keskenään voittajasta, on kaikkien muiden osallistujien intressissä tarjota hiukan yli sen, mitä sovitun voittajan kannattaa tarjota. Siispä englantilainen huutokauppa on tällaisia sopimuksia ylläpitävä, ja hollantilainen taasen niitä rikkova [13].

Jos taas huutokaupparinki voi tehdä keskenään sitovia sopimuksia, tulee vastaan ongelmaksi se, miten voittaja valitaan. Usein tämä tehdään etukäteen tehdyllä ylimääräisellä huutokaupalla. Mutta jos etukäteen tehdyllä huutokaupalla ainoastaan valitaan voittaja, joka voi ostaa tuotteen huutokaupasta halvalla, kannattaa kaikkien esittää korkeampaa arvostusta tuotteeseen kuin todellisuudessa.

Tämä ongelma voidaan ratkaista esimerkiksi sillä, että voittaja sitoutuu jakamaan ringistä saadun tuoton, eli esihuutokaupassa tarjoamansa hinnan ja varsinaisessa huutokaupassa maksamansa hinnan erotuksen ringin jäsenille.

Huutokauppaaja voi taistella rinkejä vastaan myös tekemällä kuvitteellisia huutoja huutokaupassa. Tämä pakottaa tarjoajat tarjoamaan korkeammalle kuin mitä he tarjoaisivat, mikäli huutoringit pääsisivät sanelemaan hinnan. Toisaalta joskus voi käydä niin, että valehuuto jää viralliseksi tarjoukseksi, eikä esinettä näin ollen saada kaupaksi.

6 Optimaaliset huutokaupat

Kuten edellä on havaittu, huutokaupoissa on eroja ja siksi onkin mielenkiintoista tutkia, mikä on optimaalinen huutokauppa eri tilanteissa.

Suora huutokauppa Huutokauppa on suora, jos tarjoajat ilmoittavat oman valuaationsa myyjälle ja tämän jälkeen huutokaupan säännöt ratkaisevat voittajan. Ensimmäisen ja toisen tarjouksen suljettu huutokauppa ovat suoria, sen sijaan englantilainen ja hollantilainen ovat epäsuoria.

Insentiiviyhtäläisyys Suora huutokauppa on insentiiviyhtäläinen, mikäli kaikkien tarjoajien kannattaa tarjota oma valuaationsa - siis se, että jokaiselle tarjoajalle oman valuaation tarjoaminen on Nashin tasapainotila, jota parempaa tarjousta ei voi tehdä. Esimerkiksi toisen tarjouksen suljettu huutokauppa on tällainen huutokauppa, sillä siinä totuuden kertominen on aina voittava strategia muihin tarjouksiin nähden. Sen sijaan ensimmäisen tarjouksen suljettu huutokauppa ei ole tällainen, sillä siinä kaikkien tarjoajien kannattaa tarjota vähemmän kuin oman valuaationsa.

Kaikki mahdolliset huutokaupat voidaan muuntaa suoriksi insentiiviyhtäläisiksi huutokaupoiksi [10] [11]. Se tapahtuu siten, että myyjä julkistaa huutokaupan säännöt - pyytää kaikkia ilmoittamaan oman valuaationsa hänelle, jonka jälkeen jokaisen tarjoajan tarjouksesta lasketaan hänen käyttämänsä optimaalinen strategia ja voittaja ja hänen maksunsa julkistetaan. Tässä huutokaupassa kaikkien kannattaa tarjota oma valuaationsa. Jos näin ei olisi, kannattaisi tarjoajan myös valehdella itselleen alkuperäisessä huutokaupassa. Näin ollen optimaalisten huutokauppojen tutkimuksessa voidaan keskittyä suoriin insentiiviyhtäläisiin huutokauppoihin.

Jos $\gamma_i(v_i)$ on i:nnen tarjoajan rajatuotto ostohinnalla v_i ja rajatuotto on monotonisesti kasvava funktio v_i:stä voidaan optimaalinen huutokauppa määritellä seuraavasti. Tällöin γ_i on i:nnen tarjoajan prioriteettitasoa vastaava funktio.

1. Pyydä kaikkia tarjoajia jättämään tarjouksensa ja laske jokaisen tarjoajan prioriteettitasot
2. Myy tuote sille tarjoajalle, jonka prioriteettitaso on korkein, mikäli se on korkeampi kuin oma varaushintasi.
3. Mikäli korkein prioriteettitaso on matalampi kuin oma varaushintasi, pidä tuote itselläsi.

Tarjoajalle määrätään hinta, joka on alin mahdollinen valuaatio, jonka hän olisi voinut ilmoittaa siten, että olisi vielä voittanut huutokaupan. Siten huutokauppa on eräänlainen toisen tarjouksen huutokauppatyyppi, sillä korkein tarjoaja ei maksa omaa tarjoustaan vaan hinnan, jolla hänen rajatuottonsa on juuri ja juuri korkeampi kuin kenenkään muun tarjoajan.

Esimerkki 1 Huutokaupassa on mukana kaksi osallistujaa A ja B. A:n valuaatio on tasaisesti jakautunut välille $[0, 1]$ ja B:n välille $[0, 2]$. Tällöin prioriteettiarvot ovat

$$\gamma_A(v_A) = 2v_A - 1$$

$$\gamma_B(v_B) = 2v_B - 2$$

Nyt B voi voittaa ainoastaan, mikäli hänen arvostuksensa on vähintään 1/2 suurempi kuin A:n. Huutokauppa siis diskriminoi B:tä A:n eduksi. Lisäksi huutokauppa ei ole luonnollisestikaan pareto-optimaalinen, sillä tavara saattaa päätyä A:lle, vaikka B olisi hyötynyt siitä samalla hinnalla enemmän ja ollut valmis maksamaan siitä enemmän kuin A. Toisaalta, jos B:tä ei diskriminoitaisi, hän voisi aina voittaa huutokaupan tarjoamalla tuotteesta arvon 1 (mikäli $v_B \geq 1$). Itse asiassa B voisi voittaa vielä enemmän tarjoamalla vielä vähemmän luottaen siihen, että todennäköisesti A ei kykenisi ylitarjoamaan häntä. Optimaalisessa huutokaupassa hän taas saattaa joutua maksamaan esineestä 3/2 hinnan.

7 Yhteisarvohuutokaupat ja voittajan kirous

Monissa huutokaupoissa ostettavalla tuotteella on yksityisen arvon lisäksi myös yhteinen arvo. Esimerkiksi taidehuutokaupoissa yksityinen arvo on se, että tarjoaja haluaa nauttia taulusta - yhteinen arvo on arvio siitä, miten taulun hinta kehittyy eteenpäin tulevaisuudessa. Vastaavasti öljynporausoikeuksissa esiintymästä löytyvän öljyn määrä on yhteinen arvo ja ostavan yrityksen tehokkuus sen pumppaamisessa yksityinen arvo. Kuten esimerkeistä jo havaitaan yhteinen arvo on luonteeltaan sen tyyppinen, että sen tarkkaa arvoa kukaan ei tiedä etukäteen, vaan kaikki tarjoajat tekevät oman arvionsa yhteisarvosta ennen tarjoamista.

Bazerman ja Samuelson [1] tekivät aikoinaan kokeen, jossa huutokaupattiin purkillinen kolikkoja. Jokaisessa purkissa oli kolikkoja $8 arvosta, mutta tätä ei kerrottu tarjoajille. Huutokauppa oli järjestetty suljettuna ensimmäisen tarjouksen huutokauppana. Huutokaupassa jokaisen tuli siis arvioida kuinka paljon purkissa on rahaa, ja tehdä suljettu tarjous purkillisesta tämän pohjalta.

Huutokauppoja järjestettin useita kertoja ja keskimääräinen tarjous oli $5,13; sen sijaan keskimääräinen voittava tarjous oli $10,01. Voittaja siis hävisi keskimäärin $2,01 huutokaupassa.

Tärkeä ero tässä huutokaupassa on se, että tarjoajat arvioivat ostettavan asian arvoa, joka ei ole etukäteen tiedossa. Jos tuotteen hinta on P, silloin tarjoajien arviot tuotteesta todennäköisesti vaihtelevat välillä $[P - \epsilon, P + \epsilon]$. Siksi voittavan tarjouksen tekijä on mitä suurimmalla todennäköisyydellä yliarvioinut ostettavan tuotteen arvon ja on siksi tarjonnut tuotteesta liikaa.

Jotta tällaisessa huutokaupassa voisi voittaa, täytyy tämä dynamiikka ymmärtää. Jos sinun tekemäsi arvio on niin korkea, että voitat huutokaupan perinteisesti arvioimalla huudolla, olet todennäköisesti arvioinut tuotteen arvon liian korkealle. Siksi ratkaisuna on alentaa omaa tarjousta siitä, mikä tuntuisi luonnolliselta tarjoustasolta.

8 Sovelluksia

8.1 Maakaasu- ja sähköhuutokaupat

Monesti puhutaan, että esimerkiksi sähköntuotanto on monopolistinen ala. Tämä ei kuitenkaan välttämättä pidä paikkansa, sillä sähköntuotannosta on vaikeaa löytää suuruuden tuomia tehokkuusetuja siinä määrin, että monopoli olisi luonnollinen. Sen sijaan sähkön jakelu on selkeä luonnollinen monopoli. On siis luontevaa, että sähkön ja maakaasun jakelu ja tuottaminen kannattaisi erottaa toisistaan [9].

Voisi siis kuulostaa luonnolliselta jakaa sähköntuottajat ja kuljettajat eri osiin ja kilpailuttaa sähköntuotanto. Näin on tehty esimerkiksi Iso-Britanniassa ja Suomessa. Iso-Britanniassa joka aamu *National Grid Company* pitää huutokaupan päivän sähköntuotantoa varten ja asettaa tämän ja sähköntarpeen pohjalta hinnan päivän sähkölle.

9 Yhteenveto

Tässä paperissa on esitelty erilaisia huutokauppatyyppejä, kuten ensimmäisen ja toisen tarjouksen suljetut huutokaupat ja hollantilainen ja englantilainen. Näistä 1. tarjouksen suljetussa huutokaupassa ja hollantilaisesssa huutokaupassa tarjoajien tarjousstrategiat ovat samanlaiset ja vastaavasti 2. tarjouksen suljetussa huutokaupassa ja englantilaisessa huutokaupassa.

Näitä huutokauppoja tutkittiin SIPV-mallilla, joka mallintaa tarjoajia ja huutokauppa mahdollisimman yksinkertaisesti huutokauppojen tutkimiseksi. SIPV-mallin mukaisissa huutokaupoissa, joissa tuote menee eniten tarjoavalle, tuotto-odotus on aina sama. Tämä muuttuu, kun SIPV-mallin oletuksiin tehdään muutoksia.

Seuraavassa taulukossa käydään lyhyesti läpi 1. ja 2. tarjouksen suljettujen huutokauppojen (ja näin ollen myös hollantilaisen ja englantilaisen huutokaupan) eroja, kun SIPV-malliin tehdään muutoksia.

Tyyppi	1. suljettu Hollantilainen	2. suljettu Englantilainen
SIPV	Normaali ekvivalenssiteoreeman mukainen tuotto	Normaali ekvivalenssiteoreeman mukainen tuotto
Riskineutraalisuus	Normaali tuotto	Riskiä kaihtavat maksavat enemmän
Symmetrisyys	Tuote voi päätyä sitä vähemmän arvostavalle ostajalle	Normaali tuotto
Minimihinta	Tuotto voi olla parempi	Tuotto voi olla parempi
Osallistumismaksu	Tuotto voi olla parempi	Tuotto voi olla parempi
Salainen osallistujamäärä	Riskiä kaihtavat tarjoajat maksavat enemmän	Normaali tuotto
Arvostusten korrelaatio	Positiivinen korrelaatio johtaa alhaisempaan myyntihintaan	Normaali tuotto
Huutokaupparingit	Kannustaa rikkomaan sopimuksen	Sopimukset itsevalvovia

10 Johtopäätökset

Huutokauppateoria pohjaa vahvasti SIPV-mallin oletuksiin toimijoiden itsenäisyydestä, rationaalisuudesta ja kyvykkyydestä tehdä päätelmiä omasta arvostuksestaan myynnissä olevaan tuotteeseen. Jos ja kun huutokauppoja aletaan tekemään tietoverkkojen välityksellä siten, että myyjinä ja tarjoajina toimivat tietokoneohjelmat ihmisten sijaan, on aiheellista tutkia, mitkä oletuksista pitävät paikkansa, ja mitkä eivät.

Tällaisia huutokauppoja verkon välityksellä voidaan käydä esimerkiksi automaattisen verkonhallinnan hoitamiseen. Siis tulevaisuuden verkoissa, jotka eivät ole luonteeltaan yhtä pysyviä kuin nykyiset, verkkoelementit voisivat keskenään kaupata oikeuksia liikenteeseen elementin kautta. On myös monia kauppatilanteita, joissa ihmiset varmasti mielellään luovuttaisivat aikaa ja vaivaa kuluttavan kauppatapahtuman tekemisen koneelle - tällaisiin voisi kuulua yrityksen automaattinen ohjelmisto, joka ostaa huutokaupasta tarvittavat materiaalit tehtaan pyörittämiseen mahdollisimman halvalla hinnalla.

Ensinnäkin on helppoa havaita, että ohjelmistoagentit toimivat tällaisissa huutokaupoissa juuri niin kuin ne on ohjelmoitu toimimaan. Siispä oletus tarjoajien ja myyjien riskineutraaliudesta ei päde. On hyvinkin helppo kuvitella ohjelmistoagentin käyttävän huutokaupassa jonkinlaista epälineaarista funktiota kuvaamaan riskin vaikutusta odotettuun tuottoon.

Lisäksi ohjelmistoagentit ainakin tänä päivänä ovat sellaisia, että ne ohjelmoidaan toimimaan jollain tietyllä periaatteella, pyrkimyksenä maksimoida jotain tiettyä utiliteettia. Mikäli agentit toimivat liian tarkasti määritellyissä puitteissa, on mahdollista, että joku muu kykenee hyödyntämään tätä agenttien ennalta ennustettavaa käyttäytymismallia niiden haitaksi.

Toisin kuin ihmiset, ohjelmistoagentit (nykypäivänä) eivät ole kykeneviä oppimaan aiemmista virheistään. Siispä järjestelmä, joka ihmisten välisessä toiminnassa korvautuisi paremmalla ihmisten oppimiskyvyn vuoksi ei ohjelmistoagenttien välisessä toiminnassa katoa mihinkään, ellei ihminen tule tekemään muutoksia ohjelmistoon.

Englantilainen ja toiseksi korkeimman tarjouksen suljettu huutokauppa vaikuttavat houkuttelevilta tietokoneistettuun huutokauppaan siksi, että niissä agentin tarvitsee tietää vain oma arvostuksensa ja tarjota siihen asti. Hollantilaisessa ja ensimmäisen tarjouksen suljetussa huutokaupassa tarjoaja joutuu tekemään tarkkoja laskelmia siitä, mikä on optimaalinen tarjousstrategia. Kaikilla agenteilla ei välttämättä ole riittävästi kapasiteettia tämän tasapainotilan laskemiseen ja siten oletus siitä, että toimijat pelaavat peliä etsiytyen tasapainotilaan.

Mikäli verkon välityksellä tapahtuu paljon huutokauppoja, joista yksittäisen kaupan hinta on hyvin alhainen, voi optimaalisen strategian laskeminen olla kalliimpaa kuin strategiasta mahdollisesti saatava hyöty. Huutokauppateoria ei siis ota huomioon sitä, että optimaalisen strategian löytämiselle pitää asettaa myös kustannus - joka on todennäköisesti sitä suurempi, mitä lähemmäs parasta vaihtoehtoa halutaan päästä.

Myös englantilaisessa ja toisen suljetun tarjouksen huutokaupassa on omat ongelmansa. Englantilainen huutokauppa, jossa pikkuhiljaa tarjotaan hintaa ylöspäin on tietokoneiden välisessä toiminnassa monesti auttamattoman hidasta ja kuormittaa verkkoa. Lisäksi ongelmaksi voivat tulla tarjoukset, jotka verkon hitauden vuoksi saapuvat liian myöhään, ja niin edelleen. Toisen suljetun tarjouksen huutokaupassa taas huutokauppaaja-automaatti voisi helposti lisätä aina korkeiman tarjouksen juuri alittavan (tai jonkin muun tasoisen) tarjouksen. Ohjelmistoagentit tuskin havaitsisivat petoksen tapahtumista, vaikka samassa tilanteessa ihmiset todennäköisesti haistaisivat palaneen käryä.

Huutokauppateoria tällaisenaan kuin se on esitetty, ei myöskään anna viitteitä siihen, kuinka tällaisia ohjelmistoagentteja, jotka käyvät kauppaa tulisi suunnitella. Agenttien, jotka osaavat hyödyntää utiliteettiteoriaa ja huutokauppojen teoriaa siten, että niiden toiminnassa ei ole mitään selkeitä hyödynnettäviä heikkouksia, kehittäminen on tärkeää.

Huutokauppateoriasta on siis hyötyä, kun internetissä liikkuvat tietokoneohjelmat alkavat käydä kauppaa keskenään ihmisten toivomuksesta. Kaikki asiat eivät kuitenkaan toimi kuten ne toimisivat ihmisten välisessä kommunikaatiossa, joten teoriaa on syytä kehittää erityisesti ohjelmistoagenttien toimintaa ajatellen.

Viitteet

[1] Bazerman, M., Samuelson, W. I won the auction but don't want the prize Journal of Conflict Resolution, 1983, 27:618

[2] Gibbons R. A Primer in Game Theory Harvester Wheatsheaf, UK, 1992

[3] McAfee, R., Preston, R., McMillan, J. Auctions with a stocastic number of bidders Journal of Economic Theory, 1987, 43: 1-19

[4] Harris M., Raviv, A. A theory of monopoly pricing schemes with demand uncertainty American Economic Review, 1981, 71: 347-365

[5] Kagel, J., Lewis, D. Independent private value auctions: bidder behavior in first-, second-, and third-price auctions with varying numbers of bidders University of Houston, Working Paper, 1988

[6] Kagel, J., Lewis, D. Resolving uncertainty about the number of bidders in independent private-value auctions: an experimental analysis Rand Journal of Economics, 1989, 20:268 ff

[7] Maskin, E., Riley, R. Auction Theory with Private Values American Economic Review, 1985, 75: 150-155

[8] Matthews, S. Selling to risk averse buyers with unobservable tastes Journal of Economic Theory, 1983, 30: 370-400

[9] McCabe, K., Rassenti, S., Smith, V. Designing "smart" computer-assisted markets: an experimental auction for gas networks Journal of Political Economy, 1989, 99: 259-283

[10] Myerson, R. Optimal Auction Design Mathematics of Operations Research, 1981, 6: 58-73

[11] Myerson, R. The basic theory of optimal auctions Engelbrecht-Wiggans R., Shubik, M. and Stark J. Auctions, Bidding and Contracting New York University Press, 1983, 149-163

[12] Plum, M. Characterization and computation of Nash-equilibria for auctions with incomplete information International Journal of Game Theory, 1992, 20: 393-418

[13] Robinson, M. Collusion and the choice of auction Rand Journal of Economics, 1985, 16: 141-145

[14] Wolfstetter E. Auctions, an Introduction. Journal of Economic Surveys, 1994, 10, 367-420