Leilões aplicados a compartilhamento dinâmico de viagens

Aluno: Leonardo Yvens Schwarzstein

MO829

Outline

Compartilhamento de viagens

O compartilhamento de viagens ocorre quando um motorista cede espaço no seu carro para transportar passageiros, com a motivação de diminuir custos.

- Não dinâmico: BlaBlaCar, caronas combinadas em redes sociais.
- Dinâmico: Uber, Cabify, Lyft.

Compartilhamento de viagens dinâmico

Requisitos compartilhamento de viagens dinâmico:

- Dinâmico, a designação deve ser feita rapidamente pois novas requisições chegam continuamente;
- Compartilhamento de custos, os participantes são motivados por obter um custo menor;
- Viagens não-recorrentes, viagens únicas ao invés de viagens recorrentes agendadas;
- Automático, o sistema deve requerer o mínimo de esforço dos participantes.

Precificação

Quanto cobrar de cada passageiro? E quando houverem mais passageiros do que motoristas?

- O Uber utiliza o preço dinâmico.
- Leilões são uma alternativa interessante.
- Veremos um leilão de segundo preço.

Leilão de segundo preço

No leilão de segundo preço, o maior lance ganha pagando o segundo maior lance. Similar ao leilão inglês.

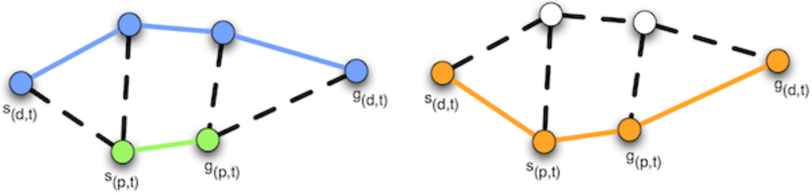
- À prova de estratégia, jogador não obtém vantagem mentindo o lance.
- Maximiza bem estar social pois maior lance é escolhido.
- Equilibra o orçamento através de preço reserva (lance do vendedor).

Segundo Preço Aplicado a Ridesharing

Proposto em ”A Mechanism for Dynamic Ride Sharing based on Parallel Auctions”, Kleiner et al., IJCAI 2011.

- Motorista possui uma posição atual, um destino e um tempo limite de chegada.
- Passageiros possuem uma origem e destino e tempo limite de chegada.
- O passageiro i tem um valor positivo v_i quando servido.
- O passageiro i revela um lance b_i para ser servido.
- Motorista pode pegar no máximo um passageiro.

Segundo Preço Aplicado a Ridesharing



A seguinte heurística determina o custo do motorista c_d.

- Seria inviável pedir que o motorista desse um lance para cada passageiro.
- $cost(i)$ é custo do desvio para pegar o passageiro i.
- $pres(i)$ é o custo da presença de i, baseado em preferências do motorista e proximidade social.
- $c_d(i) = cost(i) + pres(i)$.
- Assume-se $c_d(i) \geq 0$.

Ganhador e preço

O ganhador w e os preços p_i são definidos como:

- São considerados apenas passageiros tais que $b_i \geq c_d(i)$.
- $w = \arg\max b_i - c_d(i)$.
- $p_w = c_d(w) + \max\{b_i - c_d(i) : i \neq w\}$.
- $p_i = 0$ para $i \neq w$.

Como consequência as utilidades serão:

- Passageiro: $u_i = v_i - p_i$.
- Motorista: $u_d = p_w - c_d(w)$.
- Se i não é servido $p_i = 0$ e $v_i = 0$ logo $u_i = 0$.

Exemplo

Exemplo com três passageiros, assumindo $b_i = v_i$:

	b_i	$c_d(i)$	$b_i - c_d(i)$
pa_1	8	2	6
pa_2	9	5	4
pa_3	4	1	3

Ganhador $w = 1$ com $p_1 = c_d(1) + b_2 - c_d(2) = 6$.
Utilidades $u_1 = v_1 - p_1 = 2$ e $u_d = p_1 - c_d(1) = 4$.
Bem estar social de $u_1 + u_d = 6$.

Individualmente racional

Theorem (Preço menor que lance: $p_i \leq b_i$)

Caso $i \neq w$, $p_i = 0$. Caso $i = w$:

$$\max\{b_i - c_d(i) : i \neq w\} \leq \max b_i - c_d(i) \implies$$

$$\max\{b_i - c_d(i) : i \neq w\} \leq b_w - c_d(w) \implies$$

$$c_d(w) + \max\{b_i - c_d(i) : i \neq w\} \leq c_d(w) + b_w - c_d(w) \implies$$

$$p_w \leq b_w$$

Theorem (Individualmente racional: Existe b_i tal que $u_i \geq 0$)

Como $p_i \leq b_i$ e $u_i = v_i - p_i$ temos $u_i \geq 0$ quando $b_i = v_i$.

À prova de estratégia

Theorem (O mecanismo é à prova de estratégia)

Primeiro observamos que p_w não depende de b_w, portanto a utilidade do jogador muda apenas se ele passa de ganhador para não-ganhador ou vice versa. Se $i \neq w$ então $u_i = 0$, como $u_i \geq 0$ se $b_i = v_i$ não há melhora em deixar de ser ganhador. Considere que $b_i > v_i$ e i passa a ser ganhador. Logo $v_i - c_d(i) \leq b_j - c_d(j)$ para o antigo ganhador j assim temos:

$$p_i = c_d(i) + b_j - c_d(j) \geq c_d(i) + v_i - c_d(i) = v_i$$

Concluimos que $p_i \geq v_i$ logo $u_i \leq 0$.

Balanceia o orçamento

Theorem (Balanceia o orçamento: $u_d \geq 0$)

Das definição $u_d = p_w - c_d(w)$, do preço menor que lance temos $u_d \geq b_w - c_d(w)$, como supomos lance maior que o custo então $u_d \geq 0$.

Maximiza bem estar social

O mecanismo maximiza o bem estar social?

- Não se consideramos apenas o bem estar dos passageiros, pois o mecanismo não escolhe o lance máximo.
- Sim se considerarmos o valor do motorista, pois o mecanismo maximiza $b_w - c_d(w)$.

Uma variação

E se o motorista escolhesse o passageiro ganhador?

- Passageiros listados em ordem decrescente de $b_i - c_d(i)$.
- Motorista escolhe o ganhador j que pagará $c_d(j) + b_{j+1} - c_d(j+1)$.
- Este mecanismo é a prova de estratégia?

Vantagens e desvantagens

Vantagens:

- Possui propriedades desejáveis para um leilão.
- Rápido de calcular.
- Não requer lance do motorista.

Desvantagens:

- Permite apenas um passageiro por viagem.
- Como determinar $c_d(i)$?