Algorytmy dla sieci sensorów ad hoc

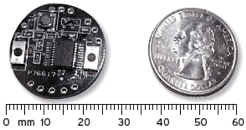
Jakub Lemiesz

Praca napisana pod kierunkiem **dra XXX YYY**

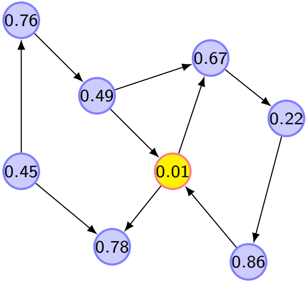
Styczeń 2022, Wrocław

Bezprzewodowe sieci sensorów ad hoc

- System rozproszony, brak centralnego sterowania
- Niewielki zasięg nadajników radiowych *(tryb multi-hop)*
- Dynamiczne zmiany, mobilność
- Niewielki rozmiar pamięci masowej
- Skromne zasoby energetyczne



Problem propagacji



Model

- model sieci: graf skierowany $\mathcal{G} = (V, E)$
- każda stacja $v_i \in V$ losuje $x_i \in [0, 1]$

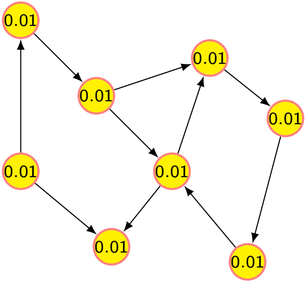
Cel

- propagacja statystyk pozycyjnych, np. $\min(x_1, \ldots, x_n)$

Dlaczego statystyki pozycyjne?

- zastosowanie do rozproszonego obliczania dowolnej funkcji *separowalnej*

Problem propagacji



Model

- model sieci: graf skierowany $\mathcal{G} = (V, E)$
- każda stacja $v_i \in V$ losuje $x_i \in [0, 1]$

Cel

- propagacja statystyk pozycyjnych, np. $\min(x_1, \ldots, x_n)$

Dlaczego statystyki pozycyjne?

- zastosowanie do rozproszonego obliczania dowolnej funkcji *separowalnej*

Propagacja minimum

<u>INITIALIZATION</u>

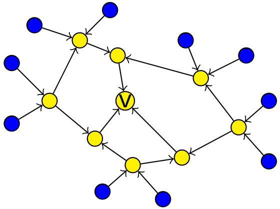
1: $\xi \leftarrow$ `Random(0,1)`
2: `broadcast` $\langle \xi \rangle$ `to neighbors`

<u>AT EACH ROUND</u>

1: `gather` $\{\xi_i\}_{i \in S}$ `from all neighbors`
2: `x` $\leftarrow$ `min`$\{\xi_i : i \in S\}$
3: `if x` $<$ ξ `then`
4: $\quad \xi \leftarrow$ `x`
5: $\quad$ `broadcast` $\langle \xi \rangle$ `to neighbors`

Analiza

$d(u, v)$ – długość ścieżki z u do v
$S(v, r) = \{u : d(u, v) = r\}$
$D(v, r) = \{u : d(u, v) \leqslant r\}$



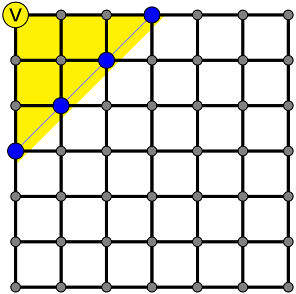
Twierdzenie 1 (Propagacja minimum)

Niech $M_{v,r}$ oznacza zdarzenie, że v nadaje w rundzie r oraz niech $\mathcal{G} = (V, E)$ będzie graf skierowanym i niech $v \in V$. Załóżmy, że $S(v, r) \neq \emptyset$. Wówczas zdarzenia $M_{v,0}, \ldots M_{v,r}$ są niezależne oraz

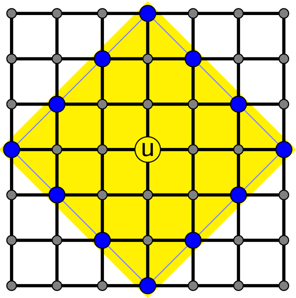
$$\Pr[M_{v,j}] = |S(v, j)| \Big/ |D(v, j)| \ .$$

Przykład

$$\Pr[M_{v,3}] = 4 \Big/ 10$$



$$\Pr[M_{u,3}] = 12 \Big/ 25$$



Twierdzenie 2 (Grafy skończone)

Dla grafu skończonego $\mathcal{G} = (V, E)$, $|V| = m$ i wierzchołka $v \in V$ mamy:

$$2 - 1/m \leqslant \mathbb{E}\left[MC^k_{v,\mathcal{G}}\right] \leqslant k\left(H_m - H_k + 1\right) .$$

Twierdzenie 3 (Grafy nieskończone)

Załóżmy, że $0 \leqslant \mu \leqslant 1$ oraz, że struktura grafu spełnia zależność

$$|\mathrm{S}(v, n)|/|\mathrm{D}(v, n)| = \Theta\left(1/n^{\mu}\right) .$$

Wówczas:

		$\mathbb{E}\left[MC^k_{v,n}\right]$	$\mathbb{V}\mathrm{ar}\left[MC^k_{v,n}\right]$
wolno rosnące grafy, np. linia, siatka, etc. $\longrightarrow$	$\mu = 1$	$\Theta\left(\ln n\right)$	$\Theta\left(\ln n\right)$
	$0 < \mu < 1$	$\Theta\left(n^{1-\mu}\right)$	$\Theta\left(n^{1-\mu}\right)$
szybko rosnące grafy, np. o strukturze drzewa $\longrightarrow$	$\mu = 0$	$\Theta\left(n\right)$	$\mathcal{O}\left(n\right)$

Dziękuję za uwagę.