Digitalna topologija na grafih

Predstavitev diplomskega dela

Jakob Drusany

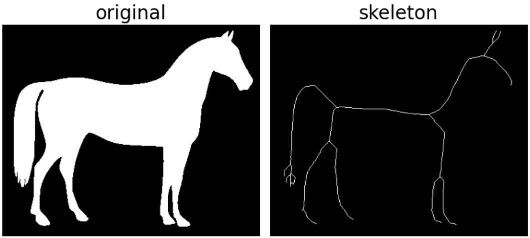
Fakulteta za računalništvo in informatiko
Fakulteta za matematiko in fiziko
Univerza v Ljubljani

18. september 2024

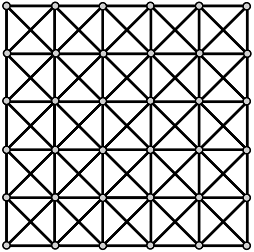
Mentor: prof. dr. Petar Pavešić

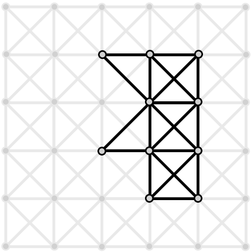
Motivacija

- Topološke lastnosti slik
- Teoretična osnova za algoritme v računalniškem vidu



Graf na sliki





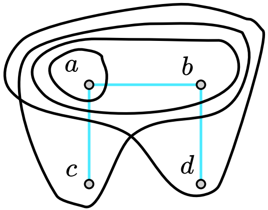
Topologije na grafih

Definicija

Naj bo $G = (V, E)$ graf. Naj bo $\mathcal{T}$ topologija na V. $\mathcal{T}$ imenujemo kompatibilna topologija na G, če velja, da je $V' \subseteq V$ topološko povezan če in samo če je $G[V']$ grafovsko povezan.

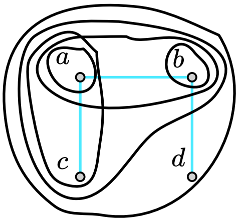
Primer kompatibilne topologije

$$\mathcal{T}_k = \{\emptyset, \{a\}, \{a, b\}, \{a, b, c\}, \{a, b, d\}, \{a, b, c, d\}\}.$$



Primer topologije na grafu, ki ni kompatibilna

$$\mathcal{T}_n = \{\emptyset, \{a\}, \{b\}, \{a,b\}, \{a,c\}, \{a,b,c\}, \{a,b,c,d\}\}.$$



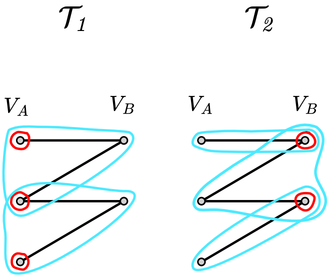
Kompatibilne topologije na dvodelnih grafih

Izrek

Vsak povezan, dvodelen graf $G^b = (V, E)$, ki ima vsaj tri vozlišča, ima natanko dve kompatibilni topologiji. To sta $\mathcal{T}_1$ in $\mathcal{T}_2$:

$$\begin{aligned} \mathcal{T}_1 : \quad & U_x := \{x\} \;\; \forall x \in V_A, \quad U_x := \{x\} \cup N_x \;\; \forall x \in V_B \\ \mathcal{T}_2 : \quad & U_x := \{x\} \cup N_x \;\; \forall x \in V_A, \quad U_x := \{x\} \;\; \forall x \in V_B \end{aligned}$$

Kompatibilne topologije na dvodelnih grafih



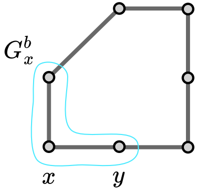
$$\mathcal{T}_1: \quad U_x := \{x\} \;\; \forall x \in V_A, \quad U_x := \{x\} \cup N_x \;\; \forall x \in V_B$$
$$\mathcal{T}_2: \quad U_x := \{x\} \cup N_x \;\; \forall x \in V_A, \quad U_x := \{x\} \;\; \forall x \in V_B$$

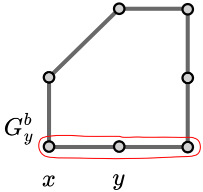
Kompatibilna topologija na lihem ciklu

Izrek

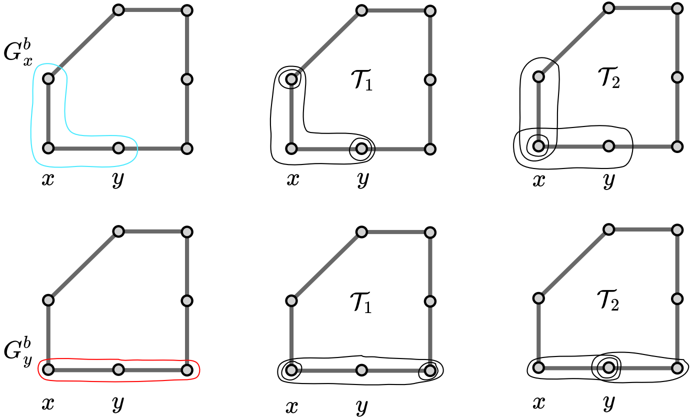
Cikel C, ki ima liho število vozlišč $n > 3$, nima kompatibilne topologije.

$$G_v^b := C[\{v\} \cup N_v]$$

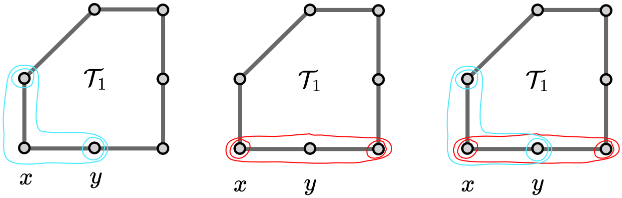




Kompatibilna topologija na lihem ciklu



Kompatibilna topologija na lihem ciklu

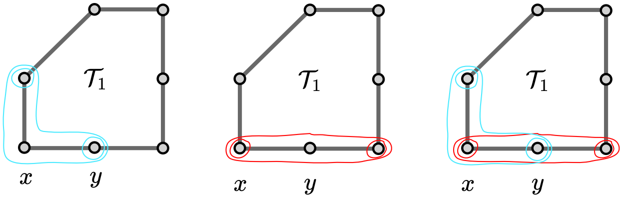


Za vsaki dve sosednji točki $x, y \in V(C)$ velja

$$\mathcal{T}|_{V(G_x^b)} \cong \mathcal{T}_1 \iff \mathcal{T}|_{V(G_y^b)} \cong \mathcal{T}_2.$$

sicer bi $U_x = \{x\}$ in $U_y = \{y\}$, kar bi pomenilo, da je množica $\{x, y\}$ nepovezana.

Kompatibilna topologija na lihem ciklu



Za vsaki dve sosednji točki $x, y \in V(C)$ velja

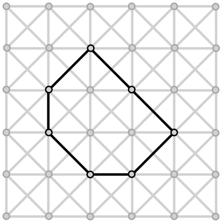
$$\mathcal{T}|_{V(G_x^b)} \cong \mathcal{T}_1 \iff \mathcal{T}|_{V(G_y^b)} \cong \mathcal{T}_2.$$

sicer bi $U_x = \{x\}$ in $U_y = \{y\}$, kar bi pomenilo, da je množica $\{x, y\}$ nepovezana.

Izrek

Naj bo G graf, v katerem obstaja induciran podgraf, ki je cikel lihe dolžine. Potem G nima kompatibilne topologije.

Zaradi izreka lahko sklepamo, da 8-povezana mreža nima kompatibilne topologije, saj v njem obstaja induciran podgraf, ki je cikel lihe dolžine.

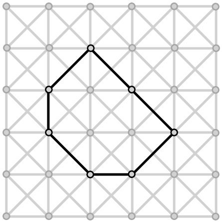


Obstoj kompatibilne topologije

Izrek

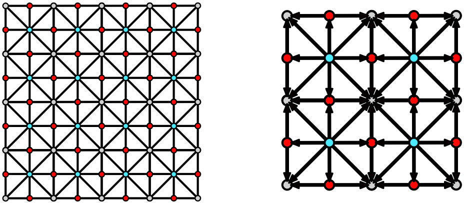
Naj bo G graf, v katerem obstaja induciran podgraf, ki je cikel lihe dolžine. Potem G nima kompatibilne topologije.

Zaradi izreka lahko sklepamo, da 8-povezana mreža nima kompatibilne topologije, saj v njem obstaja induciran podgraf, ki je cikel lihe dolžine.



Zaključek

- Predlagan popravek za 8-povezane mreže z uporabo celičnih kompleksov



- Predlagan popravek za topologijo, "graphic topology" (AN ALEXANDROFF TOPOLOGY ON GRAPHS - S. M. JAFARIAN AMIRI, A. JAFARZADEH, AND H. KHATIBZADEH)

Vprašanja