Analiza (društvenih) mreža i semantički Web

Dr. sc. Markus Schatten

Fakultet organizacije i informatike,
Sveučilište u Zagrebu
Pavlinska 2, 42000 Varaždin
http://www.foi.hr/nastavnici/schatten.markus/index.html
markus.schatten@foi.hr

02.12.2010.

Sadržaj

1. Uvod
2. “Nova” znanost o mrežama
   - Primjeri mreža
   - Formalizacija
   - Statističke vrijednosti mreža
3. Semantički Web
   - F-logika - sintaksa i semantika
   - F-logika i društveno označavanje
4. Semantičke društvene mreže
   - Anotacija semantičkih društvenih mreža
5. Primjena na upravljanje znanjem
   - Pronalaženje vođe
   - Upravljanje ulogama temeljeno na znanju
   - Upravljanje timovima temeljeno na znanju

Pitanja

- Što su to mreže i zašto bi se njima bavili?
- Kako povezati društvene mreže sa semantičkim Webom?
- Možemo li upotrijebiti semantičke društvene mreže za upravljanje znanjem?

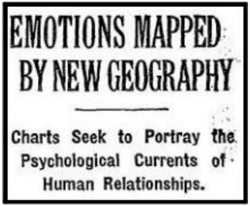
Pitanja

- Što su to mreže i zašto bi se njima bavili?
- Kako povezati društvene mreže sa semantičkim Webom?
- Možemo li upotrijebiti semantičke društvene mreže za upravljanje znanjem?

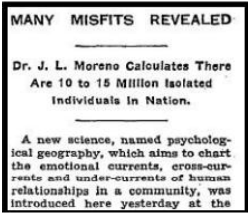
Pitanja

- Što su to mreže i zašto bi se njima bavili?
- Kako povezati društvene mreže sa semantičkim Webom?
- Možemo li upotrijebiti semantičke društvene mreže za upravljanje znanjem?

Rana istraživanja


EMOTIONS MAPPED BY NEW GEOGRAPHY

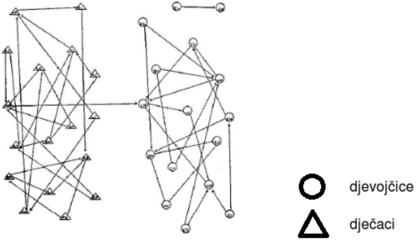
Charts Seek to Portray the Psychological Currents of Human Relationships.


MANY MISFITS REVEALED

Dr. J. L. Moreno Calculates There Are 10 to 15 Million Isolated Individuals in Nation.

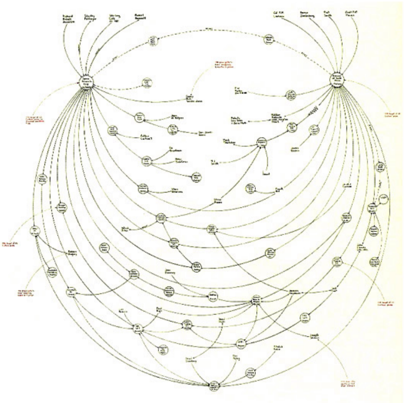
A new science, named psychological geography, which aims to chart the emotional currents, cross-currents and under-currents of human relationships in a community, was introduced here yesterday at the

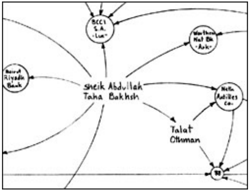
Izvor: The New York Times (3. travnja 1933., str. 17).



Izvor: An Attraction Network in a Fourth Grade Class (Moreno, 'Who shall survive?', 1934).

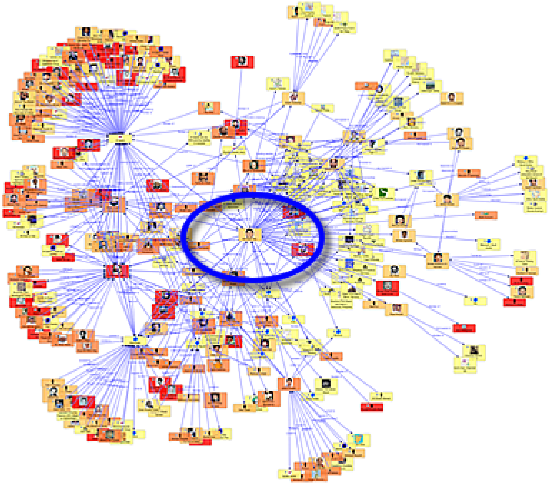
Političke i financijske mreže



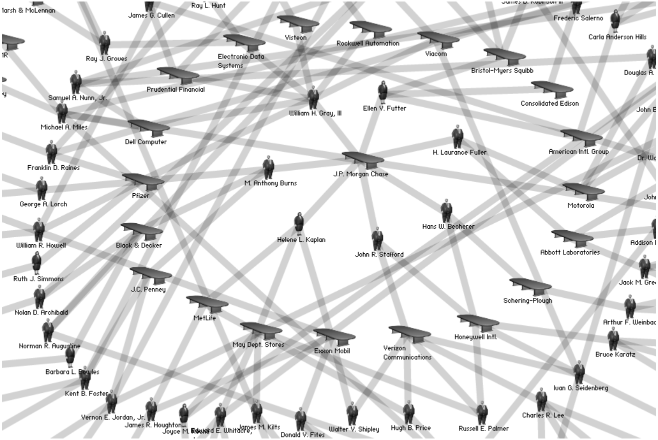


Mark Lombardi (1980-te i 1990-te)

Mreže terorista

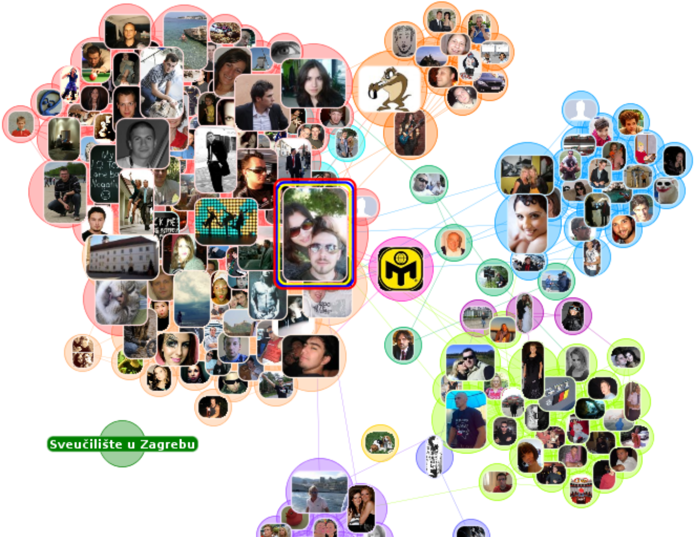


Mreže članova nadzornih odbora

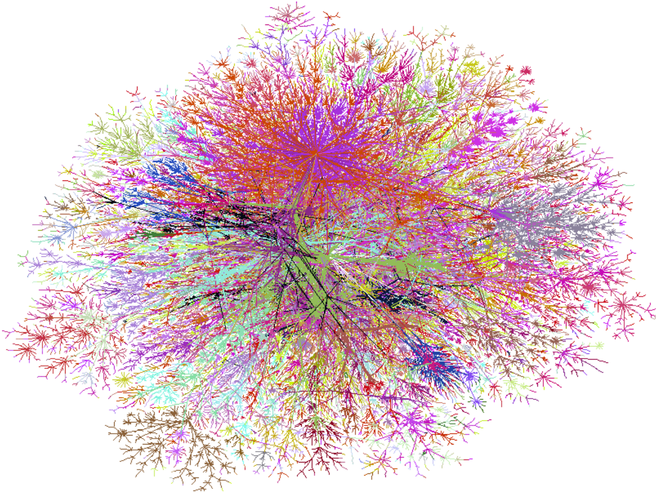


Izvor: `http://theyrule.net`

On-line društvene mreže

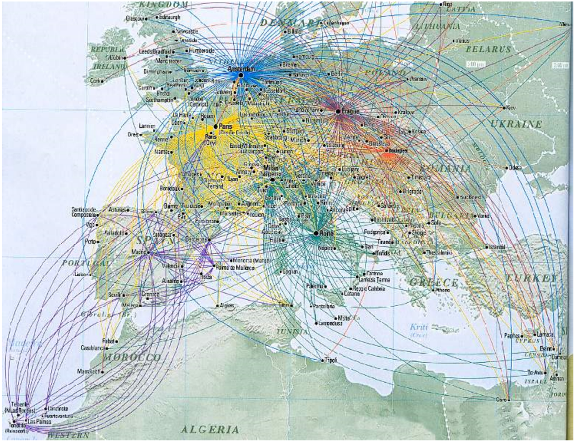


Internet



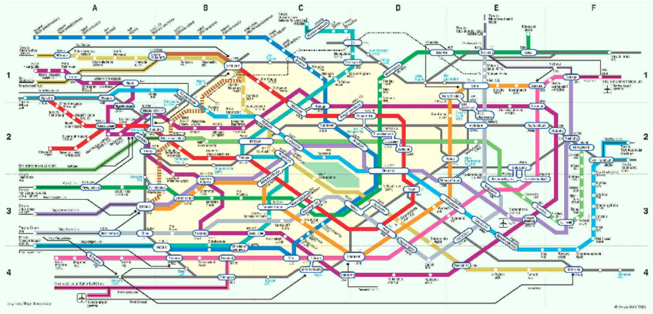
Izvor: Bill Cheswick `http://www.cheswick.com/ches/map/gallery/index.html`

Mreže zrakoplovnih linija



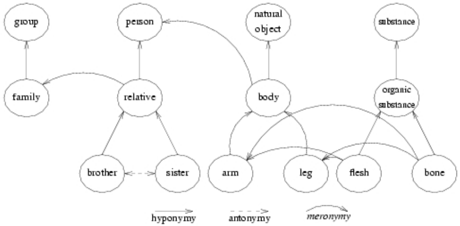
Izvor: Northwest Airlines WorldTraveler Magazine

Željezničke mreže



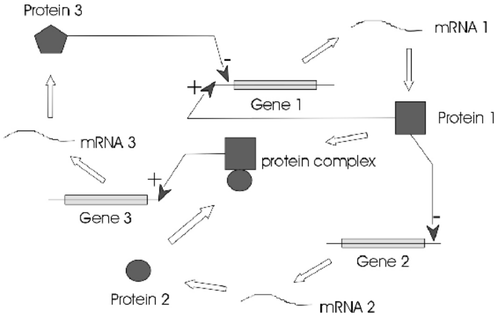
Izvor: TRTA, March 2003 - Tokyo rail map

Semantičke mreže



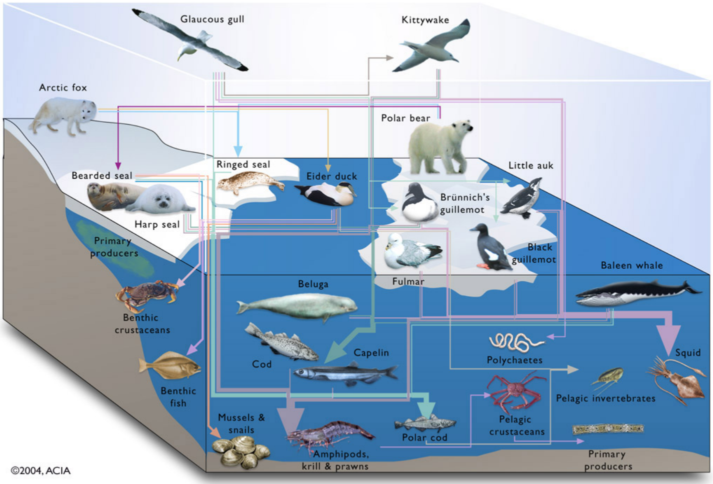
Izvor: `http://wordnet.princeton.edu/man/wnlicens.7WN`

Mreže gena



Izvor: `http://www.zaik.uni-koeln.de/bioinformatik/regulatorynets.html.en`

Hranidbeni lanci



Izvor: `http://marinebio.org/Oceans/Biotic-Structure.asp`

Mreže najčešće prikazujemo jezikom teorije grafova:

Definicija

Graf $\mathcal{G}$ je par $(\mathcal{N}, \mathcal{E})$ u kojem je $\mathcal{N}$ skup svih vrhova ili čvorova, a $E \subseteq N \times N$ je skup bridova ili veza koje povezuju parove iz $\mathcal{N}$.

Definicija

Neka je $\mathcal{G}$ graf definiran skupom čvorova $\{n_1, n_2, ..., n_m\}$ i skupom veza $\{e_1, e_2, ..., e_l\}$. Za svaki i, j ($1 \leqslant i \leqslant m$ i $1 \leqslant j \leqslant m$) definiramo:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{ako postoji veza između } n_i \text{ i } n_j \\ 0, & \text{u suprotnom} \end{cases}$$

Matrica $A = [a_{ij}]$ je tzv, matrica incidencije (engl. adjacency matrix) grafa $\mathcal{G}$. Matrica je simetrična obzirom da ako postoji veza između čvorova n_i i n_j tada je jasno da postoji i veza između čvorova n_j i n_i. Stoga $A = [a_{ij}] = [a_{ji}]$.

Mreže najčešće prikazujemo jezikom teorije grafova:

Definicija

Graf $\mathcal{G}$ je par $(\mathcal{N}, \mathcal{E})$ u kojem je $\mathcal{N}$ skup svih vrhova ili čvorova, a $E \subseteq N \times N$ je skup bridova ili veza koje povezuju parove iz $\mathcal{N}$.

Definicija

Neka je $\mathcal{G}$ graf definiran skupom čvorova $\{n_1, n_2, ..., n_m\}$ i skupom veza $\{e_1, e_2, ..., e_l\}$. Za svaki i, j $(1 \leqslant i \leqslant m$ i $1 \leqslant j \leqslant m)$ definiramo:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{ako postoji veza između } n_i \text{ i } n_j \\ 0, & \text{u suprotnom} \end{cases}$$

Matrica $A = [a_{ij}]$ je tzv, matrica incidencije (engl. adjacency matrix) grafa $\mathcal{G}$. Matrica je simetrična obzirom da ako postoji veza između čvorova n_i i n_j tada je jasno da postoji i veza između čvorova n_j i n_i. Stoga $A = [a_{ij}] = [a_{ji}]$.

Usmjereni i težinski grafovi

Definicija

Usmjereni graf ili digraf $\mathcal{G}$ je par $(\mathcal{N}, \mathcal{A})$, pri čemu je $\mathcal{N}$ skup čvorova, a $\mathcal{A} \subseteq \mathcal{N} \times \mathcal{N}$ skup uređenih parova elemenata iz $\mathcal{N}$ (skup veza).

Definicija

Težinski ili vrijednosni digraf $\mathcal{G}_{\mathcal{V}}$ je trojka $(\mathcal{N}, \mathcal{A}, \mathcal{V})$ pri čemu je $\mathcal{N}$ skup čvorova, $\mathcal{A} \subseteq \mathcal{N} \times \mathcal{N}$ skup uređenih parova elemenata iz $\mathcal{N}$ (skup veza), a $\mathcal{V} : \mathcal{N} \rightarrow \mathbb{R}$ funkcija koja čvorovima pridodaje vrijednosti.

Usmjereni i težinski grafovi

Definicija

Usmjereni graf ili digraf $\mathcal{G}$ *je par* $(\mathcal{N}, \mathcal{A})$*, pri čemu je* $\mathcal{N}$ *skup čvorova, a* $\mathcal{A} \subseteq \mathcal{N} \times \mathcal{N}$ *skup uređenih parova elemenata iz* $\mathcal{N}$ *(skup veza).*

Definicija

Težinski ili vrijednosni digraf $\mathcal{G}_{\mathcal{V}}$ *je trojka* $(\mathcal{N}, \mathcal{A}, \mathcal{V})$ *pri čemu je* $\mathcal{N}$ *skup čvorova,* $\mathcal{A} \subseteq \mathcal{N} \times \mathcal{N}$ *skup uređenih parova elemenata iz* $\mathcal{N}$ *(skup veza), a* $\mathcal{V} : \mathcal{N} \rightarrow \mathbb{R}$ *funkcija koja čvorovima pridodaje vrijednosti.*

Društvene mreže

- Društvene mreže možemo predstaviti grafovima pri čemu su:
  - **Čvorovi** - društveni entiteti/protagonisti (engl. actors): ljudi, grupe, organizacije, države ...
  - **Veze** - suštinska povezanost protagonista: komunikacija, koautorstvo, trgovina, politički odnosi ...
- Ako je povezanost **usmjerena** koristimo usmjerene grafove.
- Ako su protagonisti ili povezanost **mjerljivi** koristimo težinske grafove.

Društvene mreže

- Društvene mreže možemo predstaviti grafovima pri čemu su:
  - **Čvorovi** - društveni entiteti/protagonisti (engl. actors): ljudi, grupe, organizacije, države ...
  - **Veze** - suštinska povezanost protagonista: komunikacija, koautorstvo, trgovina, politički odnosi ...
- Ako je povezanost **usmjerena** koristimo usmjerene grafove.
- Ako su protagonisti ili povezanost **mjerljivi** koristimo težinske grafove.

Društvene mreže

- Društvene mreže možemo predstaviti grafovima pri čemu su:
  - **Čvorovi** - društveni entiteti/protagonisti (engl. actors): ljudi, grupe, organizacije, države ...
  - **Veze** - suštinska povezanost protagonista: komunikacija, koautorstvo, trgovina, politički odnosi ...
- Ako je povezanost **usmjerena** koristimo usmjerene grafove.
- Ako su protagonisti ili povezanost **mjerljivi** koristimo težinske grafove.

Društvene mreže

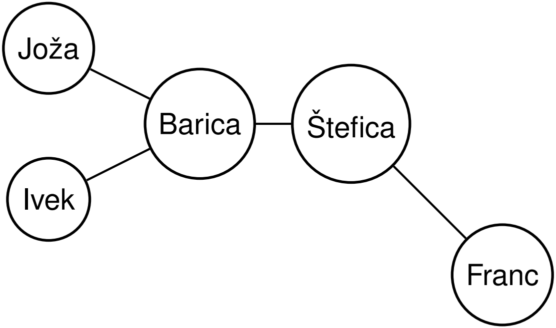
- Društvene mreže možemo predstaviti grafovima pri čemu su:
  - **Čvorovi** - društveni entiteti/protagonisti (engl. actors): ljudi, grupe, organizacije, države ...
  - **Veze** - suštinska povezanost protagonista: komunikacija, koautorstvo, trgovina, politički odnosi ...
- Ako je povezanost **usmjerena** koristimo usmjerene grafove.
- Ako su protagonisti ili povezanost **mjerljivi** koristimo težinske grafove.

Društvene mreže

- Društvene mreže možemo predstaviti grafovima pri čemu su:
  - **Čvorovi** - društveni entiteti/protagonisti (engl. actors): ljudi, grupe, organizacije, države ...
  - **Veze** - suštinska povezanost protagonista: komunikacija, koautorstvo, trgovina, politički odnosi ...
- Ako je povezanost **usmjerena** koristimo usmjerene grafove.
- Ako su protagonisti ili povezanost **mjerljivi** koristimo težinske grafove.

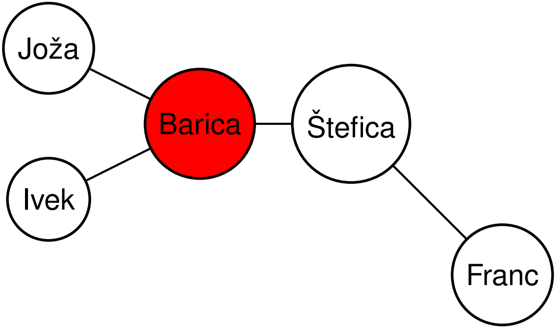
Statističke vrijednosti

Tko je “najvažniji” čvor?



Uvodni primjer

Ima najviše veza!



Stupanj čvora

Stupanj čvora (engl. degree) definira se kao broj veza s kojima je čvor povezan (incidentan).

Kod usmjerenih grafova imamo ulazni i izlazni stupanj (engl. in-degree odnosno out-degree), tj.:

$$k_{\mathrm{in},i} = \sum_j a_{ji} \quad \text{odnosno} \quad k_{\mathrm{out},i} = \sum_j a_{ij}$$

Stupanj čvora

Stupanj čvora (engl. degree) definira se kao broj veza s kojima je čvor povezan (incidentan).

Kod usmjerenih grafova imamo ulazni i izlazni stupanj (engl. in-degree odnosno out-degree), tj.:

$$k_{\mathrm{in},i} = \sum_j a_{ji} \quad \text{odnosno} \quad k_{\mathrm{out},i} = \sum_j a_{ij}$$

Centralnost čvora

Centralnost čvora govori o tome koliko je neki čvor centralan za mrežu u kojoj se nalazi.

Postoje različite definicije, npr. centralnost blizine (engl. closeness centrality):

$$g_i = \frac{1}{\sum_{j \neq i} \ell_{ij}}$$

pri čemu je ℓ_{ij} najkraća putanja između čvorova i i j.

Centralnost čvora

Centralnost čvora govori o tome koliko je neki čvor centralan za mrežu u kojoj se nalazi.

Postoje različite definicije, npr. centralnost blizine (engl. closeness centrality):

$$g_i = \frac{1}{\sum_{j \neq i} \ell_{ij}}$$

pri čemu je ℓ_{ij} najkraća putanja između čvorova i i j.

Centralnost čvora

Centralnost čvora govori o tome koliko je neki čvor centralan za mrežu u kojoj se nalazi.

Postoje različite definicije, npr. centralnost međusobnosti (engl. betweeness centrality):

$$b_i = \sum_{h \neq j \neq i} \frac{\sigma_{hj}(i)}{\sigma_{hj}}$$

pri čemu je σ_{hj} ukupan broj najkraćih putanja između čvorova h i j, a $\sigma_{hj}(i)$ broj tih putanja koje prolaze kroz čvor i.

Centralnost svojstvenih vektora

Uzima u obzir ne samo broj povezanih čvorova nego i njihove težine:

Definicija

Neka je p_i težina ili vrijednost čvora n_i, neka je $[a_{ij}]$ matrica incidencije mreže. Neka je centralnost čvora n_i proporcionalna sumi svih težina ćvorova koji su s njime povezani, tj.:

$$p_i = \frac{1}{\lambda} \cdot \sum_{j \in M(j)} p_j = \frac{1}{\lambda} \cdot \sum_{j=1}^{N} a_{ij} \cdot p_j$$

pri čemu je $M(i)$ skup čvorova koji su povezani s i-tim čvorom, N je ukupan broj čvorova a λ je konstanta. Vektorskim zapisom jednadžba postaje $p = \frac{1}{\lambda} \cdot A \cdot p$ ili kao zapis svojstvenog vektora (engl. eigenvector) $A \cdot p = \lambda \cdot p$.

PageRank

PageRank je varijanta ove centralnosti, a računa se iterativno uz pomoć sljedeće jednadžbe:

$$\text{PageRank}(i) = \frac{q}{N} + (1 - q) \sum_{j \in M(i)} \frac{\text{PageRank}(j)}{L(j)}$$

Pri čemu je $M(i)$ skup čvorova koji pokazuju na čvor i, $L(j)$ je ukupan broj izlaznih veza čvora j, $0 < q < 1$ je konstanta, a N je broj svih čvorova.

Uvod


What we say to dogs
Okay, Ginger! I've had it! You stay out of the garbage! Understand, Ginger? Stay out of the garbage, or else!
What they hear
blah blah GINGER blah blah blah blah blah blah blah blah GINGER blah blah blah blah blah...

Sintaksa F-logike

Abeceda logike temeljene na okvirima sastoji se od:

- skupa konstruktora objekata, $\mathcal{F}$;
- beskonačnog skupa varijabli, $\mathcal{V}$;
- pomoćnih simbola poput, (,), [,], $\rightarrow$, $\twoheadrightarrow$, $\bullet\!\!\rightarrow$, $\bullet\!\!\twoheadrightarrow$, $\Rightarrow$, $\Rrightarrow$, itd.; i
- uobičajenih logičkih veznika i kvantifikatora, $\vee$, $\wedge$, $\neg$, $\longleftarrow$, $\forall$, $\exists$.

Sintaksa F-logike

Korištenjem simbola iz abecede konstruiraju se formule jezika. Najjednostavnije formule su tzv. F-molekule koju mogu biti:

- Izrazi hijerarhije klasa oblika $C :: D$ (C je podklasa od D) ili oblika $O : C$ (O je instanca klase C), pri čemu su C, D i O id-termi;
- Molekule objekata oblika O [specifikacija atributa i metoda objekta] u kojem je O id-term koji označava identitet objekta. Metode mogu biti nasljedive, nenasljedive ili opisnici.

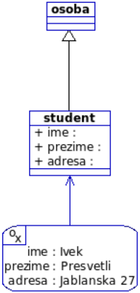
Sintaksa F-logike

Ostale formule se definiraju na uobičajen način:

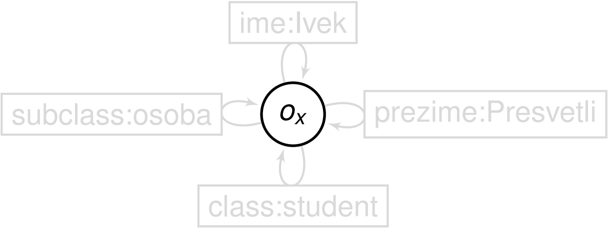
- F-molekule su F-formule;
- $\varphi \vee \psi$, $\varphi \wedge \psi$, i $\neg\varphi$, su F-formule ako su φ i ψ F-formule;
- $\forall X \varphi$ i $\exists Y \psi$ su F-formule, ako su to φ i ψ, te ako su X i Y varijable.

Primjer F-formule

$$\begin{array}{rcl} student & :: & osoba \ \wedge \\ o_x & : & student\ [\\ ime & \rightarrow & Ivek; \\ prezime & \rightarrow & Presvetli; \\ adresa & \rightarrow & Jablanska\ 27] \end{array}$$

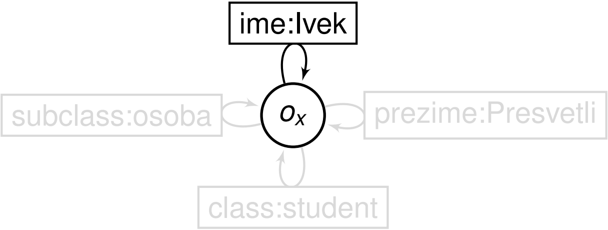


Uvodni primjer



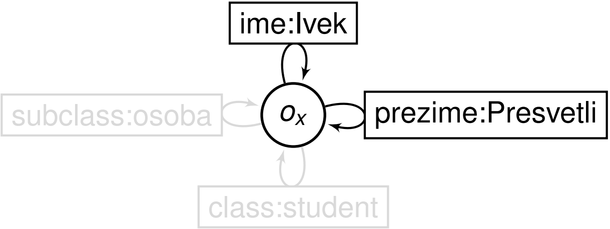
$$\begin{aligned} student &:: osoba \wedge \\ o_x &: student\ [\\ ime &\rightarrow Ivek; \\ prezime &\rightarrow Presvetli\ ] \end{aligned}$$

Uvodni primjer



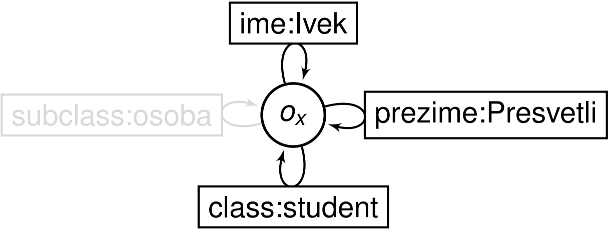
$$
\begin{aligned}
\text{student} &:: \text{osoba} \ \wedge \\
o_x &: \text{student} \ [\\
\text{ime} &\rightarrow \text{Ivek}; \\
\text{prezime} &\rightarrow \text{Presvetli} \ ]
\end{aligned}
$$

Uvodni primjer



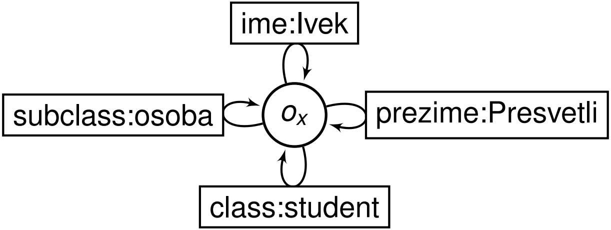
$$\begin{array}{rcl} \text{student} & :: & \text{osoba} \ \wedge \\ o_x & : & \text{student} \ [\\ \text{ime} & \rightarrow & \text{Ivek}; \\ \text{prezime} & \rightarrow & \text{Presvetli} \ ] \end{array}$$

Uvodni primjer



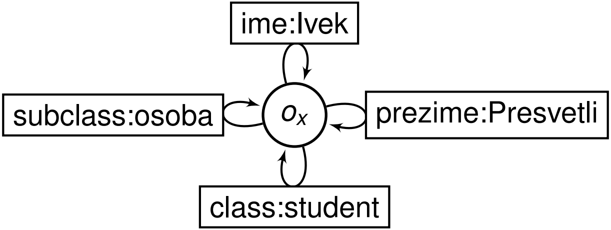
$$\begin{array}{rcl} student & :: & osoba \ \wedge \\ o_x & : & student\ [\\ ime & \rightarrow & Ivek; \\ prezime & \rightarrow & Presvetli\ ] \end{array}$$

Uvodni primjer



$$
\begin{array}{rcl}
\text{student} & :: & \text{osoba} \ \wedge \\
o_x & : & \text{student} \ [\\
\text{ime} & \rightarrow & \text{Ivek}; \\
\text{prezime} & \rightarrow & \text{Presvetli} \ ]
\end{array}
$$

Uvodni primjer



$$
\begin{array}{rcl}
\text{student} & :: & \text{osoba} \;\wedge \\
o_x & : & \text{student} \; [\\
\text{ime} & \rightarrow & \text{Ivek}; \\
\text{prezime} & \rightarrow & \text{Presvetli} \;]
\end{array}
$$

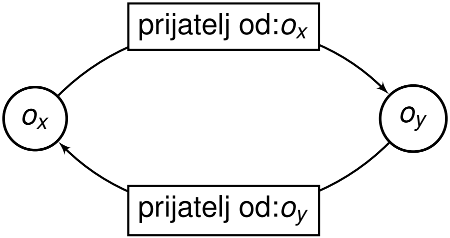
Relacije

$$o_x\ [\ \text{prijatelj od} \rightarrow o_y\ ]\ \wedge$$
$$o_y\ [\ \text{prijatelj od} \rightarrow o_x\ ]$$

Relacije

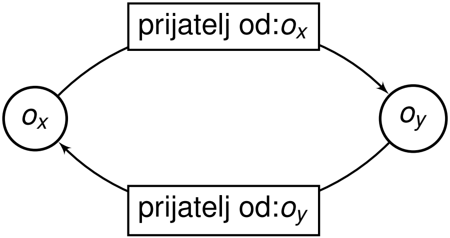
$$o_x \, [\, \text{prijatelj od} \rightarrow o_y \,] \wedge$$
$$o_y \, [\, \text{prijatelj od} \rightarrow o_x \,]$$

Relacije



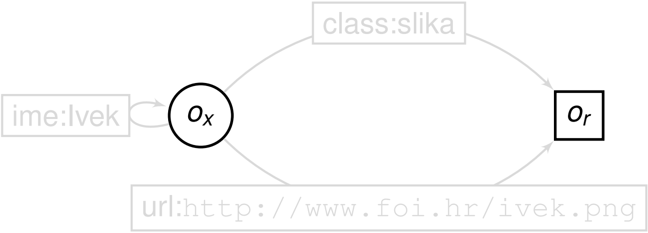
$$o_x \, [\, \text{prijatelj od} \rightarrow o_y \,] \land$$
$$o_y \, [\, \text{prijatelj od} \rightarrow o_x \,]$$

Relacije



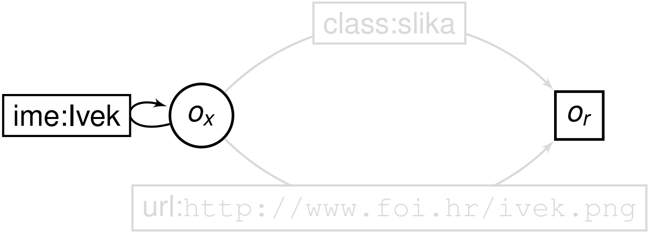
$$
\begin{aligned}
o_x\ [\ \text{prijatelj od} &\rightarrow o_y\ ]\ \wedge \\
o_y\ [\ \text{prijatelj od} &\rightarrow o_x\ ]
\end{aligned}
$$

Resursi



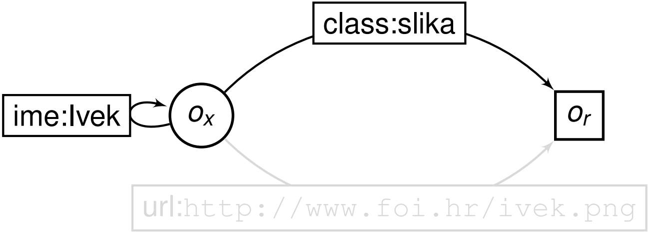
$$
\begin{aligned}
o_x\,[\,\mathrm{ime} &\rightarrow \mathrm{Ivek}\,] \wedge \\
o_r : \mathit{slika}\,[\,\mathrm{url} &\rightarrow \texttt{http://www.foi.hr/ivek.png}\,]
\end{aligned}
$$

Resursi



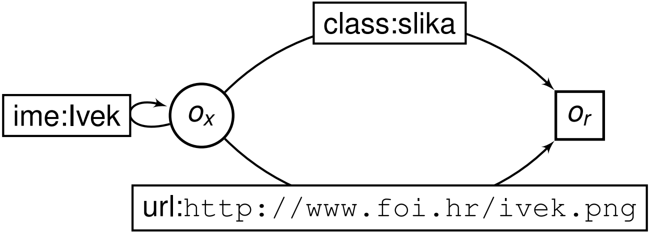
$$\begin{aligned} o_x\,[\,\text{ime} &\rightarrow \text{Ivek}\,] \wedge \\ o_r : \textit{slika}\,[\,\text{url} &\rightarrow \texttt{http://www.foi.hr/ivek.png}\,] \end{aligned}$$

Resursi



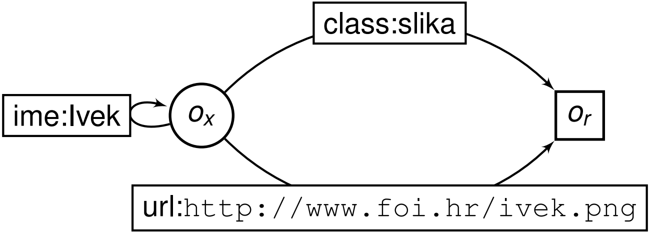
$$
\begin{aligned}
o_x\,[\,\mathrm{ime} &\rightarrow \mathrm{Ivek}\,] \wedge \\
o_r : \mathit{slika}\,[\,\mathrm{url} &\rightarrow \texttt{http://www.foi.hr/ivek.png}\,]
\end{aligned}
$$

Resursi



$$
\begin{aligned}
o_x \,[\, \mathrm{ime} &\rightarrow \mathrm{Ivek} \,] \wedge \\
o_r : \mathit{slika} \,[\, \mathrm{url} &\rightarrow \texttt{http://www.foi.hr/ivek.png} \,]
\end{aligned}
$$

Resursi

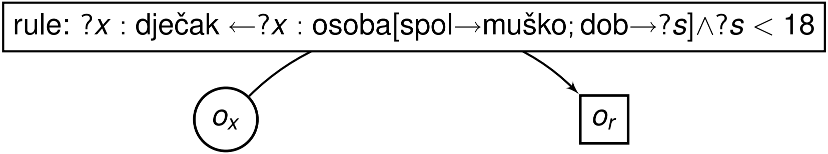


$$\begin{aligned} o_x\ [\ \mathrm{ime} &\rightarrow \mathrm{Ivek}\ ]\ \wedge \\ o_r\ :\ \mathit{slika}\ [\ \mathrm{url} &\rightarrow \texttt{http://www.foi.hr/ivek.png}\ ] \end{aligned}$$

Pravila

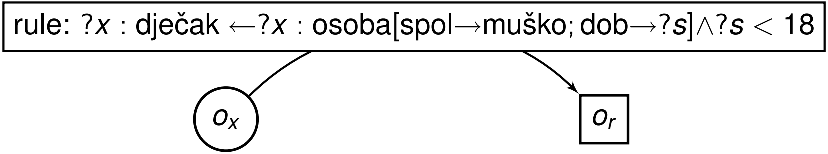
$?x : \text{dječak} \leftarrow ?x : \text{osoba}\ [\ \text{spol} \rightarrow \text{muško};\ \ \text{dob} \rightarrow ?s\ ] \wedge ?s < 18$

Pravila



$?x : \text{dječak} \leftarrow ?x : \text{osoba}\,[\,\text{spol} \rightarrow \text{muško};\ \text{dob} \rightarrow ?s\,] \wedge ?s < 18$

Pravila



$$?x : \text{dječak} \leftarrow ?x : \text{osoba}\ [\ \text{spol} \rightarrow \text{muško};\ \ \text{dob} \rightarrow ?s\ ] \wedge ?s < 18$$

Jednostavna označena semantička društvena mreža

Definicija

Neka je $\mathcal{T} = \{t_1, t_2, \ldots, t_m\}$ *proširivi skup relacija odnosno oznaka. Neka je* $\mathcal{A} = \{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n\}$ *skup protagonista (čvorova) pri čemu svaki čvor odgovara jednom objektu u F-logici, te neka je* $\mathcal{E} = \{(\alpha_i, \alpha_j, t) | \alpha_i, \alpha_j \in \mathcal{A}, t \in \mathcal{T}\}$ *skup označenih veza. Jednostavna označena semantička društvena mreža (engl. basic typed or tag annotated semantic social network)* $\mathcal{SSN}$ *je definirana kao trojka* $\mathcal{SSN} = (\mathcal{A}, \mathcal{E}, \mathcal{T})$.

Povjerenje

Definicija

Neka je $\mathcal{SSN} = (\mathcal{A}, \mathcal{E}, \mathcal{T})$ *jednostavna označena društvena mreža. Neka* $t_{trust} \in \mathcal{T}$ *izrazita oznaka. Neka* $(\alpha_i, \alpha_j, t_{trust}) \in \mathcal{E}$ *označava da protagonist* α_i *vjeruje protagonistu* α_j*. Razina ili rank povjerenja* $\pi(\alpha)$ *nekog protagoniste* α *definirana je kao bilo koja funkcija* $\pi : \mathcal{A} \longrightarrow [0, 1]$*.*

Anotacija

Definicija

Neka je $\mathcal{SSN} = (\mathcal{A}, \mathcal{E}, \mathcal{T})$ *jednostavna označena društvena mreža. Pozitivna anotacija* $t_{\alpha_i} \,\overline{\overline{\wedge}}\, \Sigma^+(t_{\alpha_i})$ *neke oznake nad određenim protagonistom* α_i, t_{α_i} *definirana je kao:*

$$\Sigma^+(t_{\alpha_i}) = \sum_{(\alpha_i, \alpha_j, t_{\alpha_i}) \in \mathcal{E}} \pi(\alpha_j)$$

Definicija

Neka je $\mathcal{SSN} = (\mathcal{A}, \mathcal{E}, \mathcal{T})$ *jednostavna označena društvena mreža. Negativna anotacija* $t_{\alpha_i} \,\overline{\overline{\wedge}}\, \Sigma^-(t_{\alpha_i})$ *neke oznake nad određenim protagonistom* α_i, t_{α_i} *definirana je kao:*

$$\Sigma^-(t_{\alpha_i}) = \sum_{(\alpha_i, \alpha_j, -t_{\alpha_i}) \in \mathcal{E}} \pi(\alpha_j)$$

Anotacija

Definicija

Neka je $\mathcal{SSN} = (\mathcal{A}, \mathcal{E}, \mathcal{T})$ jednostavna označena društvena mreža. Pozitivna anotacija $t_{\alpha_i} \overline{\overline{\wedge}} \Sigma^+(t_{\alpha_i})$ neke oznake nad određenim protagonistom α_i, t_{α_i} definirana je kao:

$$\Sigma^+(t_{\alpha_i}) = \sum_{(\alpha_i, \alpha_j, t_{\alpha_i}) \in \mathcal{E}} \pi(\alpha_j)$$

Definicija

Neka je $\mathcal{SSN} = (\mathcal{A}, \mathcal{E}, \mathcal{T})$ jednostavna označena društvena mreža. Negativna anotacija $t_{\alpha_i} \overline{\overline{\wedge}} \Sigma^-(t_{\alpha_i})$ neke oznake nad određenim protagonistom α_i, t_{α_i} definirana je kao:

$$\Sigma^-(t_{\alpha_i}) = \sum_{(\alpha_i, \alpha_j, -t_{\alpha_i}) \in \mathcal{E}} \pi(\alpha_j)$$

Potpuna anotacija

Definicija

Neka je $\mathcal{SSN} = (\mathcal{A}, \mathcal{E}, \mathcal{T})$ *jednostavna označena društvena mreža. Potpuna anotacija* $t_{\alpha_i} \overline{\overline{\wedge}} \Sigma(t_{\alpha_i})$ *neke oznake nad određenim protagonistom* α_i, t_{α_i} *definirana je kao:*

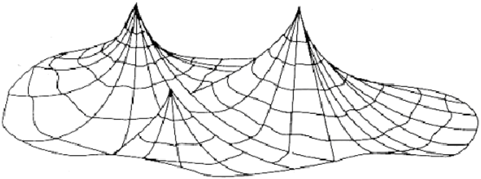
$$\Sigma(t_{\alpha_i}) = \begin{cases} \Sigma^+(t_{\alpha_i}) - \Sigma^-(t_{\alpha_i}) & \textit{akko} \;\; \Sigma^+(t_{\alpha_i}) > \Sigma^-(t_{\alpha_i}) \\ 0 & \textit{akko} \;\; \Sigma^+(t_{\alpha_i}) \leqslant \Sigma^-(t_{\alpha_i}) \end{cases}$$

Semantičke društvene mreže anotirane povjerenjem

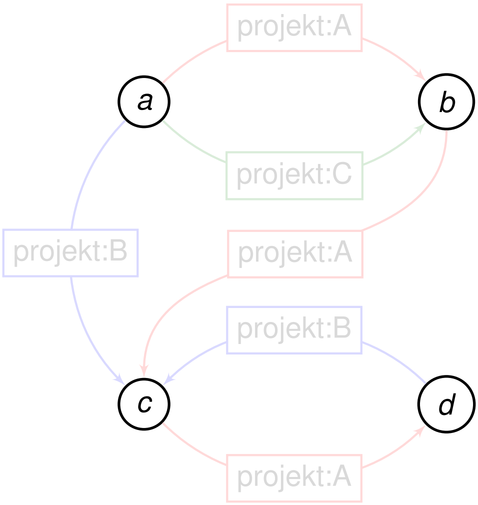
Definicija

Neka je $\mathcal{SSN} = (\mathcal{A}, \mathcal{E}, \mathcal{T})$ *jednostavna označena društvena mreža. Neka je, nadalje* $t_{trust} \in \mathcal{T}$ *izrazita oznaka, te neka je* Σ *potpuna anotacija definirana nad* t_{trust}*. Društvena mreža anotirana povjerenjem* $\mathcal{SSN}^{\Sigma}$ *definirana je kao petorka* $\mathcal{SSN}^{\Sigma} = (\mathcal{A}, \mathcal{E}, \mathcal{T}, \Sigma, t_{trust})$*.*

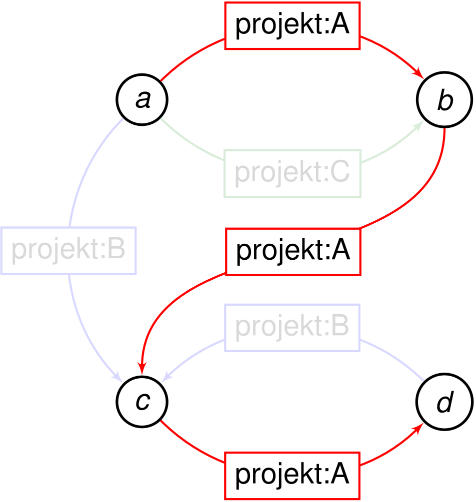
Primjer - Organizacija ribarske mreže



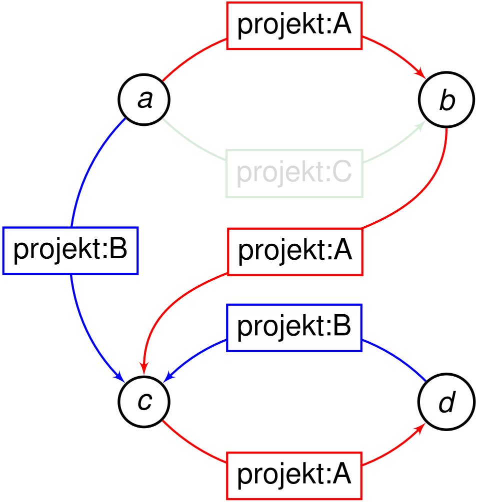
Primjer - Organizacija ribarske mreže



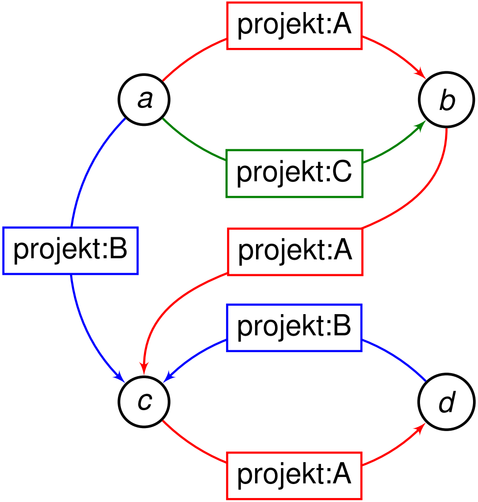
Primjer - Organizacija ribarske mreže



Primjer - Organizacija ribarske mreže



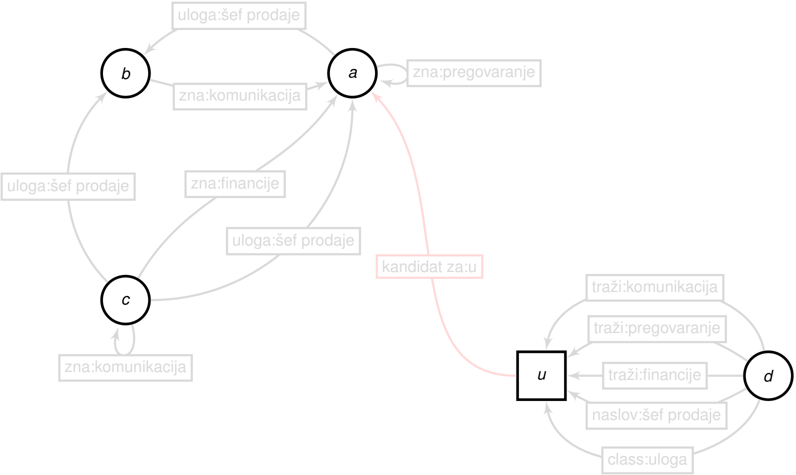
Primjer - Organizacija ribarske mreže



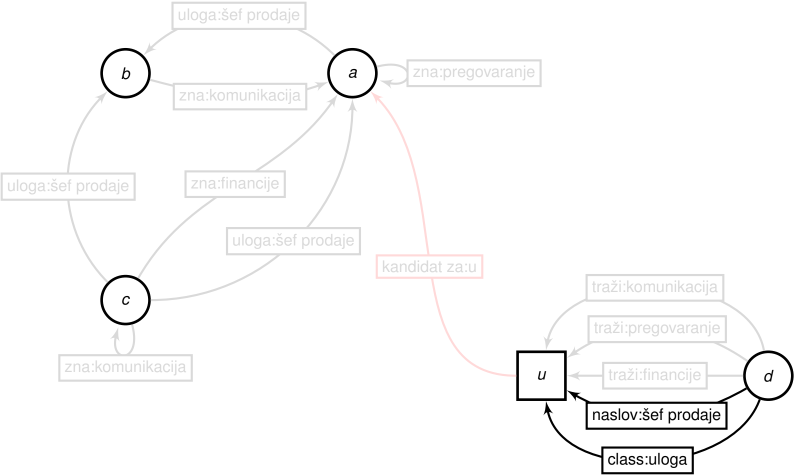
Primjer - Organizacija ribarske mreže

Protagonist	projekt:A	projekt:B	projekt:C
a	0.07	0.07	0.07
b	0.11	0.25	**0.43**
c	0.15	**0.61**	0.25
d	**0.67**	0.07	0.25

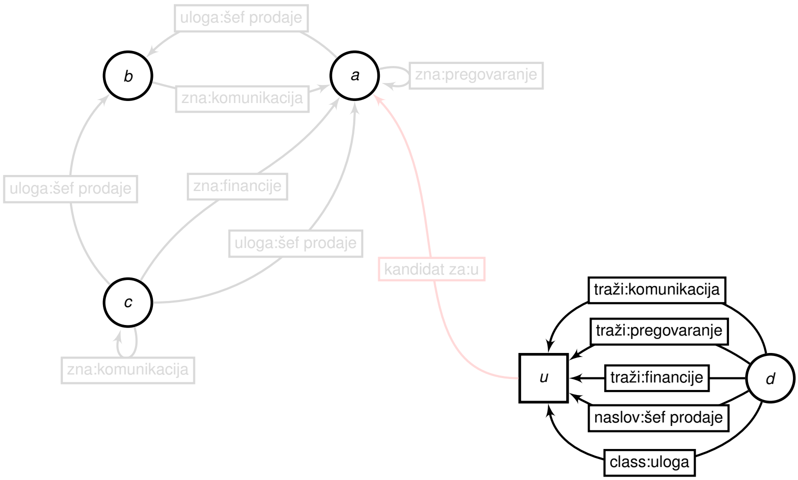
Primjer - šef prodaje



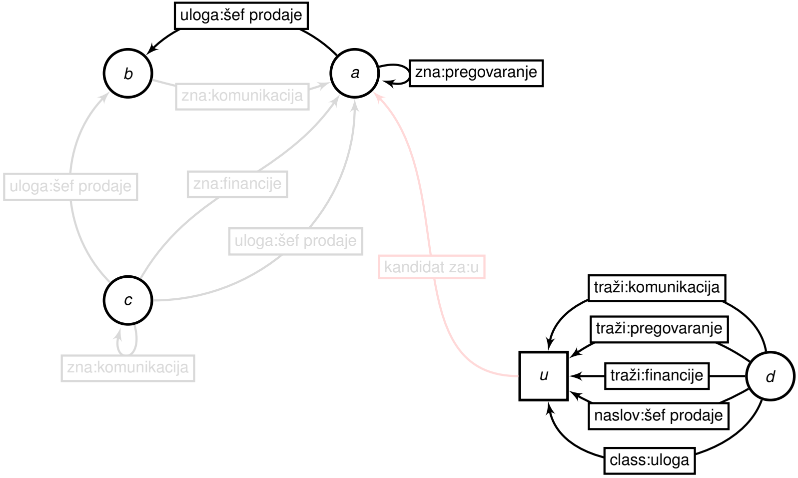
Primjer - šef prodaje



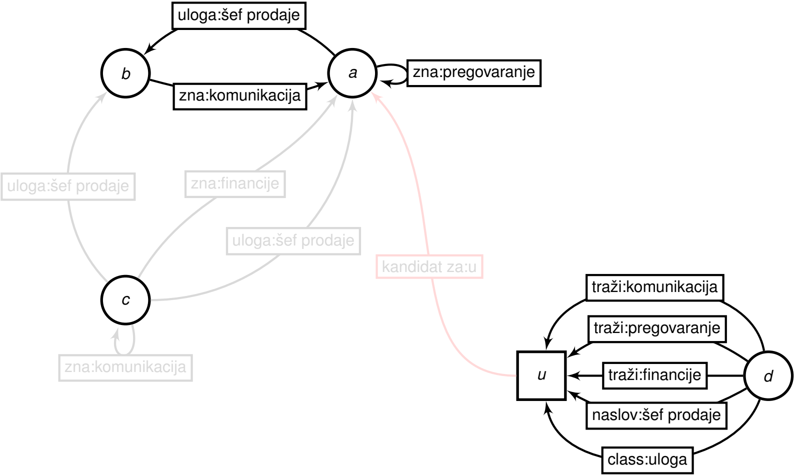
Primjer - šef prodaje



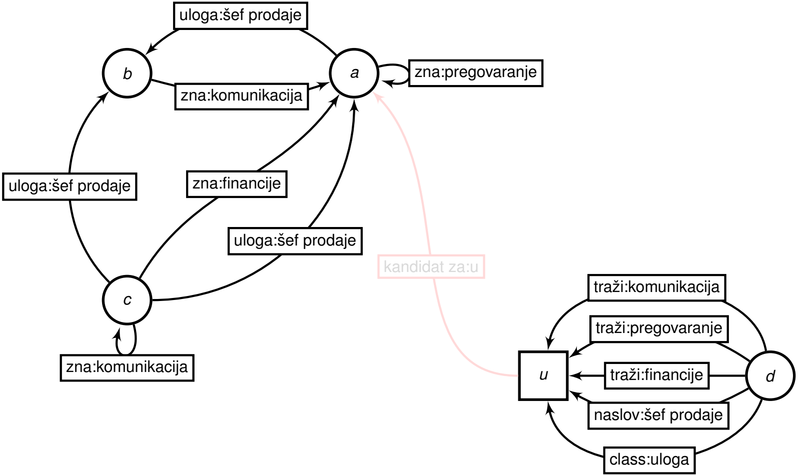
Primjer - šef prodaje



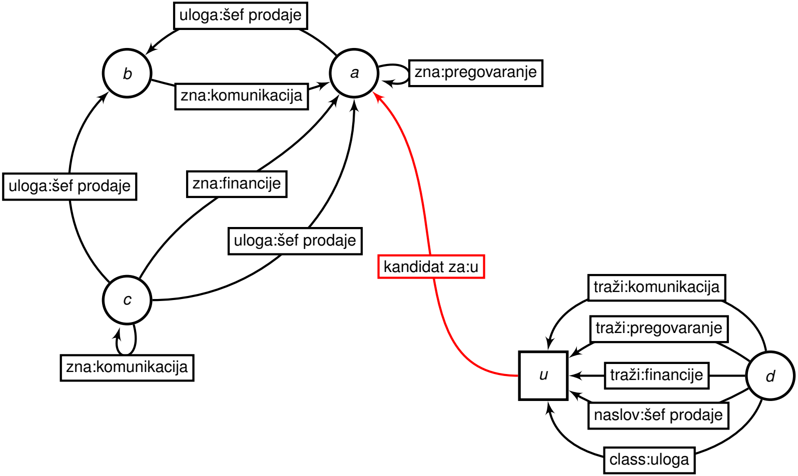
Primjer - šef prodaje



Primjer - šef prodaje



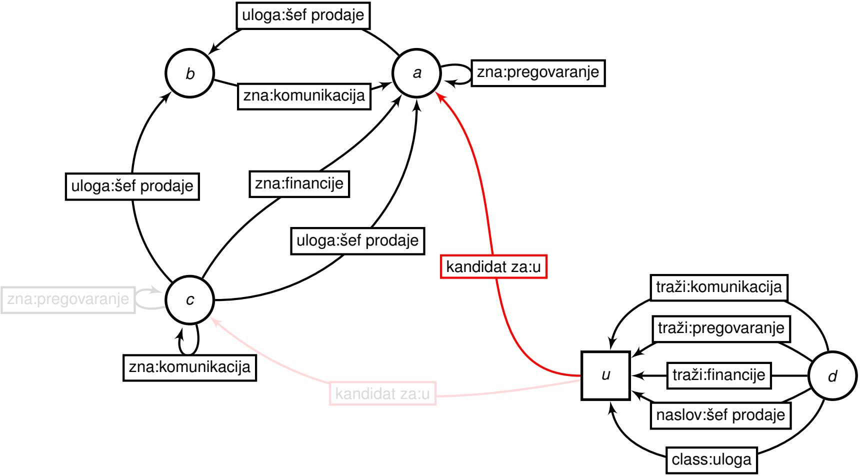
Primjer - šef prodaje



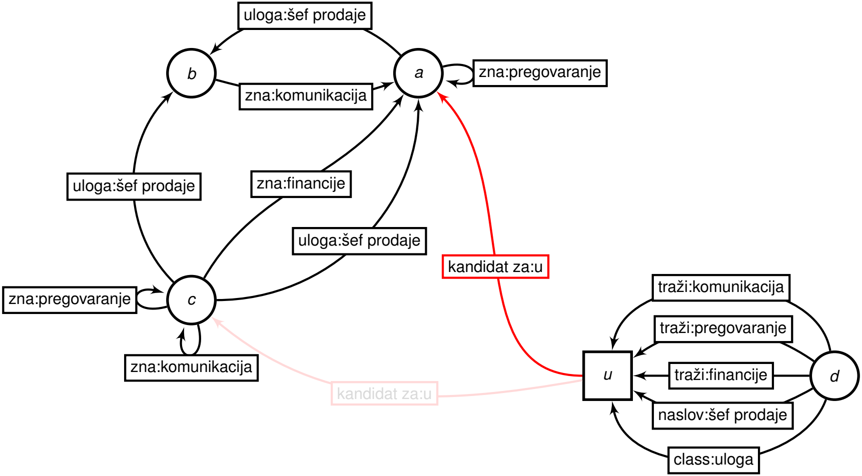
Primjer - šef prodaje

$$
\begin{array}{lcl}
\text{?osoba [kandidat za}\rightarrow\text{?uloga]} & \longleftarrow & \text{?uloga} \; : \; \text{uloga} \\
 & \wedge & \text{?uloga [traži}\twoheadrightarrow\text{?znanje]} \\
 & \wedge & \text{?osoba [zna}\twoheadrightarrow\text{?znanje]}
\end{array}
$$

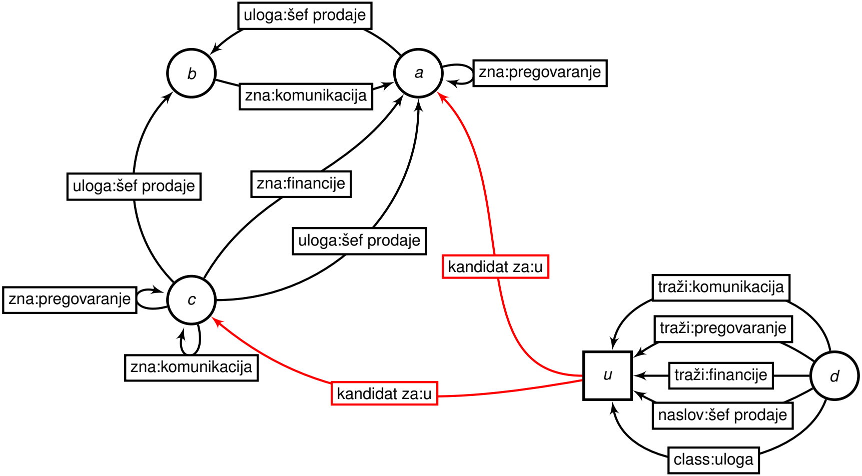
Primjer - šef prodaje



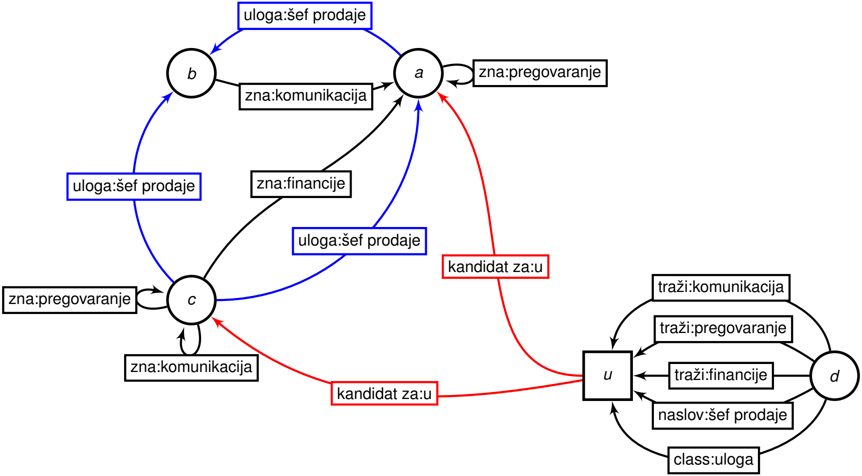
Primjer - šef prodaje



Primjer - šef prodaje



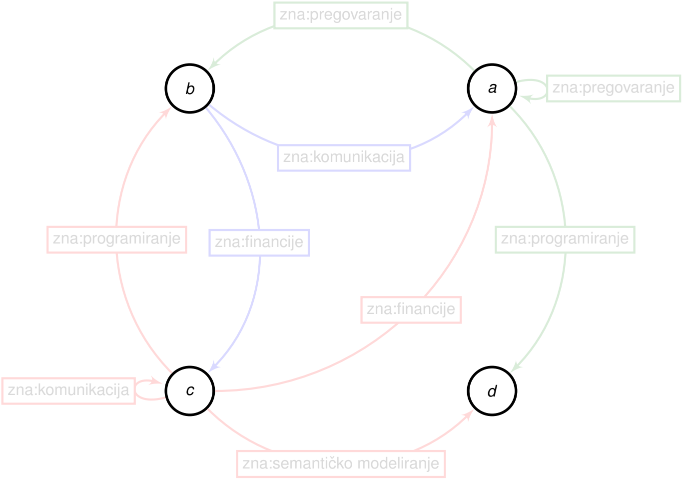
Primjer - šef prodaje



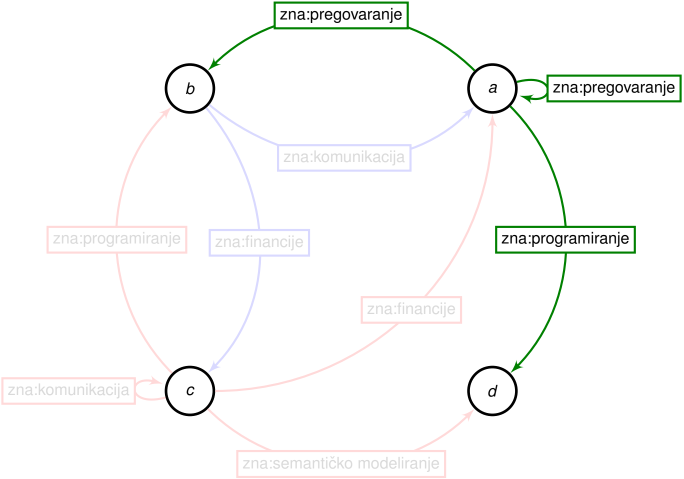
Prijer - šef prodaje

Osoba	Razina povjerenja
b	0.81
a	**0.12**
c	0.07

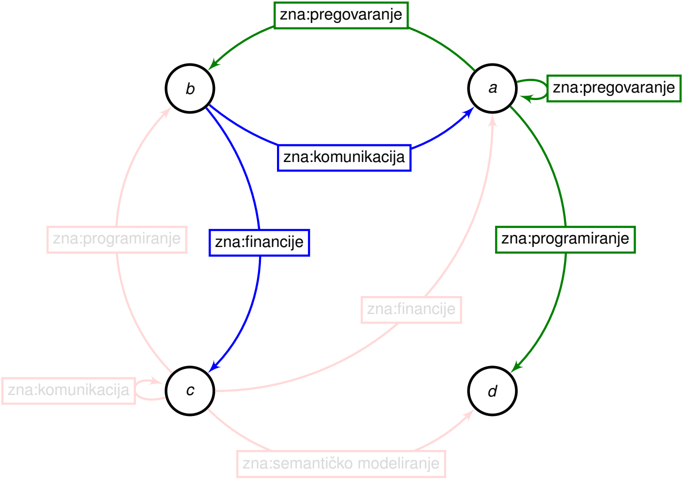
Primjer - programerski tim



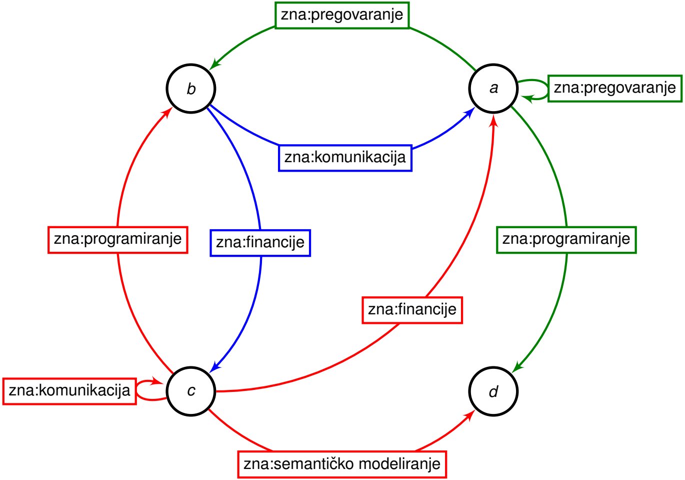
Primjer - programerski tim



Primjer - programerski tim



Primjer - programerski tim



Primjer - programerski tim

Problem - pronaći minimalan tim koji ima sljedeća znanja:

- komunikacija
- programiranje
- semantičko modeliranje

Algoritam

Ulaz: $\mathcal{SSN} = (\mathcal{A}, \mathcal{E}, \mathcal{T})$; N_k skup potrebnih znanja
Izlaz: $\{\mathcal{A}^{\mathrm{min}}\} = \{\mathcal{A}_k^{\mathrm{min}} | \mathcal{A}_k^{\mathrm{min}} \subseteq \mathcal{A}\}$ skup minimalnih timova

Pronađi sve protagoniste α_i koji imaju barem jedno od potrebnih znanja ($\exists k(\alpha_i$ [zna$\rightarrow k$] $\wedge k \in N_k$)) te ih stavi u $\mathcal{A}_{\mathrm{kandidati}}$
Pronađi najmanje podskupove $\mathcal{A}_k^{\mathrm{min}} \subseteq \mathcal{A}_{\mathrm{candidate}}$ za koje vrijedi $k_1 \cup k_2 \cup \ldots \cup k_n \supseteq N_k$, gdje je $\mathcal{A}_k^{\mathrm{min}} = \{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n\}$ i α_1 [zna$\twoheadrightarrow k_1$], α_2 [zna$\twoheadrightarrow k_2$], ... , α_n [zna$\twoheadrightarrow k_n$].
Stavi podskupove u $\{\mathcal{A}^{\mathrm{min}}\}$
vrati $\{\mathcal{A}^{min}\}$

Algoritam 1: Pronalazak minimalnog tima za određeni zadatak u semantičkim društvenim mrežama

U našem slučaju:

$$\begin{aligned}\mathcal{A}_{\text{kandidati}} &= \{a, b, c, d\} \\ \{\mathcal{A}^{\text{min}}\} &= \{\{a, d\}, \{c, d\}\}\end{aligned}$$

Izvori

1. Adamic, L.: **Why networks are interesting to study**, University of Michigan, School of Information, `https://open.umich.edu/education/si/si508/fall2008`
2. Barratm M., Barthélemy, M., Vespignani, A.: **Dynamical Processes on Complex Networks**, Cambridge University Press, 2008.
3. Divjak, B., Lovrenčić, A.: **Diskretna matematika s teorijom grafova**, TIVA & FOI, 2005
4. Newman, M., Barabási, A.-L., Watts, D. j.: **The Structure and Dynamics of Networks**, Princeton University Press, 2006.
5. Razne web stranice (slike, grafikoni)

- Pitanja?
- Komentari?
- Sugestije?
- Kritike?