

Teisinių žinių bazių lyginamoji analizė ir modelių generavimas

Laima PALIULIONIENĖ (MII)

el. paštas: laipal@ktl.mii.lt

Įvadas

Dirbtinio intelekto panaudojimas teisėje jau seniai yra daugelio tyrimų objektas [1, 2]. Šie tyrimai apima įvairias veiklos sritis – teisinių dokumentų rengimą, intelektualizuotą teisinės informacijos paiešką, veiklos optimizavimą remiantis teisės normomis, situacijų teisinį kvalifikavimą, teisminius procesus. Tačiau automatizuota lyginamoji teisinė analizė yra mažai ištirta sritis. Šios analizės objektai gali būti kelių arba vienos šalies teisiniai dokumentai (įstatymai, nutarimai ir kt.) arba jų variantai. Analizės tikslas yra nustatyti jų skirtumus.

Šiame straipsnyje nagrinėjamos automatizuotos lyginamosios analizės galimybės, kai teisiniai dokumentai formalizuojami naudojant freimų logikos (F-logikos) kalbą ir saugomi žinių bazėse. Jų skirtumas suprantamas kaip išvadų iš galimų situacijų skirtumas. Teisinių žinių bazių lyginamoji analizė nagrinėta autoriaus darbuose [3, 4]. Šiame darbe pateikta nauja išplėsta žinių bazės modelio generavimo taisyklė, pritaikyta F-logikos reiškiniams.

F-logika ir modelio generavimas

F-logika [5] – tai formalizmas, jungiantis objektinį žinių vaizdavimo būdą su loginio išvedimo mechanizmu, grindžiamu rezoliucija. F-logikos žinių bazę sudaro taisyklės, kurių forma yra *antraštė* \leftarrow *kūnas*, kur *antraštė* yra F-molekulė, *kūnas* yra F-molekulių konjunkcija. Faktas yra taisyklė be kūno. F-molekulėse naudojami sąvokų vardai, atributų vardai, atributų reikšmės, predikatų simboliai. F-molekulę sudaro F-atomai, turintys vieną iš šių pavidalų: (a) $S_1 : S$, kur S_1 žymi sąvokos S egzempliorių, (b) $S_1 :: S$, kur S_1 žymi sąvokos S specializaciją (poklasį), (c) $S[K \rightarrow R]$, kur S žymi konkrečiausią sąvoką (egzempliorių), K – tos sąvokos atributą, R – to atributo reikšmę, (d) $S[K \Rightarrow R]$, kur S žymi apibendrintą sąvoką (klasę), K – tos sąvokos atributą, R – to atributo reikšmių kitimo sritį, (e) $S[K * \rightarrow R]$, kur S žymi apibendrintą sąvoką, K – tos sąvokos atributą, kurio reikšmė yra paveldima, t.y. pagal nutylėjimą perduodama sąvokos egzemplioriams, R – to atributo paveldimą reikšmę, (f) $P(S_1, \dots, S_n)$, kur P yra predikato vardas, S_1, \dots, S_n – sąvokos. Sąvokos vardas yra identifikacinis terminas, kuris gali turėti argumentus. Atributai, gali būti daugiareikšmiai; tuomet naudojami ženklai $\rightarrow >$, $\Rightarrow >$ ir $* \rightarrow >$.

F-logikos išvedimo mechanizmas įgalina gauti atsakymą į užklausą panašiai kaip Prologe. Kad galėtume gauti visas konkrečios situacijos išvadas, F-logiką reikia praplėsti formaliu įrodymu, grindžiamu *modelių generavimu*. Pagal modelio generavimo taisyklę į

modelių pirmiausia įtraukiami faktai, toliau pagal taisyklių grandines gaunamos išvados iš šių faktų. Ankstesniuose darbuose [2, 4] modelio generavimo taisyklė buvo suformuluota žinių bazėms, kuriose nenaudojami F-logikos objektai ir klasės. Šiame darbe pateikta nauja išplėsta žinių bazės modelio generavimo taisyklė, pritaikyta F-logikos reiškiniams.

Modelio generavimo taisyklė. Pradinis modelis yra tuščia aibė. Tai, kad iš žinių bazės KB galima sugeneruoti modelį N , žymėsime $KB \vdash_M N$. Modelis generuojamas taip:

1. *Horno disjunktai.* Jei žinių bazėje yra taisyklė $C \leftarrow A$, kur A susideda iš atomų, ir egzistuoja keitinys σ toks, kad $A\sigma$ yra teisingas iki šiol sukonstruotame modelyje N , o $C\sigma$ šiam modeliui nepriklauso, tai N išplečiamas įtraukiant į jį $C\sigma$.

2. *Bendrieji disjunktai.* Jei žinių bazėje yra taisyklė $C \leftarrow A, \text{not}P_1, \dots, \text{not}P_n$ ($n > 0$), kur A susideda iš atomų ir P_1, \dots, P_n yra atomai, ir egzistuoja keitinys σ toks, kad $A\sigma$ yra teisingas iki šiol sukonstruotame modelyje N , o $C\sigma$ šiam modeliui nepriklauso, tai N išplečiamas, gaunant du modelius su specialiu modaliniu operatoriumi k – modelį $N \cup \{C\sigma, \sim k(P_1\sigma), \dots, \sim k(P_n\sigma)\}$ ir modelį $N \cup \{k(P_1\sigma; \dots; P_n\sigma)\}$. Čia $\sim k(P)$ reiškia, kad tikimasi, jog modelis neturės fakto P , o $k(P_1; \dots; P_n)$ reiškia, kad tikimasi, jog modelis turės bent vieną iš faktų P_1, \dots, P_n . Toliau generuojant modelius atmetami tie, kuriuose yra $\sim k(P)$ ir P . Jei modelyje yra $k(P_1; \dots; P_i; \dots; P_n)$ ir P_i ($i = 1, \dots, n$), iš jo pašalinamas $k(P_1; \dots; P_i; \dots; P_n)$. Iki galo sugeneravus visus modelius atmetami tie, kuriuose yra $k(P_1; \dots; P_n)$, bet nėra nė vieno P_i ($i = 1, \dots, n, n > 0$). Galutiniai modeliai gaunami iš neatmestų modelių pašalinus faktus su operatoriumi k .

3. *Lygybės predikatas.*

- a) Bet kokiai konstantai p iš žinių bazės KB Herbrand'o universumo $U(KB)$ modelis N išplečiamas įtraukiant į jį $p = p$.
- b) Jei $p = q$ priklauso modeliui N , įtraukti į jį ir $q = p$.
- c) Jei $p = q$ ir $q = r$ priklauso modeliui, įtraukti į jį ir $p = r$.
- d) Jei $p = q$ priklauso modeliui ir faktas $L1$, kuriame yra konstantų p , priklauso modeliui, įtraukti į modelį ir $L2$, gautą iš $L1$ keičiant kiekvieną konstantą p į q .
- e) Vienareikšmiškumas (čia $\sim >$ reiškia \rightarrow arba $*\rightarrow$): jei $p[m \sim > s]$ ir $p[m \sim > t]$ priklauso modeliui, įtraukti į jį ir $s = t$.

Faktai, gauti pagal punktus nuo a) iki d), reikalingi tik modelio generavimo metu. Vartotojui jie nėra įdomūs ir jam nepateikiami. Faktai, gauti pagal e) punktą, dažnai reiškia klaidą žinių bazėje.

4. *Poklasio santykis.*

- a) Bet kokiai konstantai p , priklausančiai žinių bazės KB Herbrand'o universumui $U(KB)$, modelis N išplečiamas įtraukiant į jį $p :: p$.
- b) Jei $p :: q$ ir $q :: r$ priklauso modeliui, įtraukti į jį ir $p :: r$.
- c) Jei $p :: q$ ir $q :: p$ priklauso modeliui, įtraukti į jį ir $p = q$.
- d) Jei $p : q$ ir $q :: r$ priklauso modeliui, įtraukti į jį ir $p : r$.

Faktai, gauti pagal a), b) ir d) punktus, reikalingi tik modelio generavimo metu. Vartotojui jie nėra įdomūs ir jam nepateikiami. Faktai, gauti pagal c) punktą, dažnai reiškia klaidą žinių bazėje.

5. *Signatūros reiškiny*s. Čia pateiktos taisyklės galioja vienareikšmio ir daugiareikšmio atributo signatūrai, todėl trumpumo dėlei naudojame $\approx >$ vietoje \Rightarrow ir $\Rightarrow >$.

- a) Jei $p[m \approx > s]$ priklauso modeliui ir $r :: p$ priklauso modeliui, įtraukti į jį ir $r[m \approx > s]$.
- b) Jei $p[m \approx > r]$ priklauso modeliui ir $r :: s$ priklauso modeliui, įtraukti į jį ir $p[m \approx > s]$.

6. *Reikšmės paveldėjimas*. Iki galo sugeneravus modelį pagal ankstesnius punktus, jis išplečiamas faktais su paveldėtomis atributų reikšmėmis. Tai daroma, jei tenkinamos šios sąlygos:

- a) $q[m * \rightarrow s]$ priklauso modeliui,
- b) $p : q$ priklauso modeliui,
- c) modelyje nėra fakto $p[m \rightarrow t]$,
- d) jei $p : u$ ir $u :: q$ priklauso modeliui, ir $u[m * \rightarrow t]$ priklauso modeliui, tai $u = q$ (t.y. q yra konkrečiausia klasė, kurioje apibrėžiama paveldima reikšmė).

Tuomet modelis praplečiamas faktu su specialiu modaliniu operatoriumi “*inh*” – $inh(p[m \rightarrow s])$. Jis žymi atributo reikšmės paveldėjimą (“*inh*” – nuo angliško žodžio “inheritance”). Jei modelyje jau buvo $inh(p[m \rightarrow t])$, jis pašalinamas (taip gali atsitikti sugeneravus naujus faktus po 7-o ir 8-o punkto).

7. *Modelio generavimas iš paveldėtų reikšmių Horno disjunktų atveju*. Iki galo sugeneravus modelį su paveldėtomis reikšmėmis pagal 6-ą punktą, toliau atliekamas generavimas įtraukiant taisykles, kurių kūne galima panaudoti naujus faktus. Jei žinių bazėje yra taisyklė $C \leftarrow A$, kur A susideda iš atomų, ir egzistuoja keitinys σ toks, kad:

- (a) $A\sigma$ yra teisingas iki šiol sukonstruotame modelyje N ,
- (b) $A\sigma$ turi savyje $p[m \rightarrow s]$,
- (c) $inh(p[m \rightarrow s])$ priklauso modeliui,
- (d) $C\sigma$ modeliui nepriklauso,

tai modelis N išplečiamas, gaunant du modelius – modelį $N \cup \{C\sigma, dinh(p[m \rightarrow s])\}$ ir modelį $N \cup \{\sim dinh(p[m \rightarrow s])\}$. Čia $dinh(p[m \rightarrow s])$ reiškia, kad tikimasi, jog paveldėta reikšmė nebus perklota, t.y. modelis neturės fakto $p[m \rightarrow t]$, arba turės šį faktą kartu su faktu $t = s$. $\sim dinh(p[m \rightarrow s])$ reiškia, kad tikimasi, jog paveldėta reikšmė bus perklota, t.y. modelis turės faktą $p[m \rightarrow t]$, ir neturės fakto $s = t$. Iki galo sugeneravus modelius atmetami tie, kuriuose yra $dinh(p[m \rightarrow s])$ ir $p[m \rightarrow t]$ ir nėra fakto $t = s$. Taip pat atmetami modeliai, kuriuose yra $\sim dinh(p[m \rightarrow s])$ ir nėra $p[m \rightarrow t]$. Po to vėl generuojama pagal 6-ą punktą ir atmetami modeliai, kuriuose yra $dinh(p[m \rightarrow s])$, bet nėra nei $inh(p[m \rightarrow s])$, nei $p[m \rightarrow t]$. Neatmestuose modeliuose pašalinami faktai su operatoriumi “*dinh*”, o faktai $inh(p[m \rightarrow s])$ pašalinami, jei yra faktai $p[m \rightarrow t]$, priešingu atveju $inh(p[m \rightarrow s])$ keičiami į $p[m \rightarrow s]$.

8. *Modelio generavimas iš paveldėtų reikšmių bendrųjų disjunktų atveju*. Modeliai generuojami kombinuojant 2-ą punktą neigiamai taisyklės kūno daliai ir 1-ą arba 7-ą punktą (priklausomai nuo to, ar naudojamos paveldėtos reikšmės) teigiamai daliai. Iki galo sugeneravus, atmetami modeliai, kuriuose yra $inh(p[m \rightarrow s])$ ir $\sim k(p[m \rightarrow s])$ ir arba nėra $p[m \rightarrow t]$, arba jis yra, bet $s = t$. Taip pat pašalinami modeliai, kuriuose yra kartu

$inh(p[m \rightarrow s]), k(p[m \rightarrow s])$ ir $inh(p[m \rightarrow t])$ ir nėra $s = t$. Neatmestuose modeliuose faktų aibės $\{inh(p[m \rightarrow s]), \sim k(p[m \rightarrow s]), p[m \rightarrow t]\}$ keičiamos į faktus $p[m \rightarrow t]$, o faktų aibės $\{inh(p[m \rightarrow s]), k(p[m \rightarrow s])\}$ keičiamos į $p[m \rightarrow s]$.

Skirtumų tarp žinių bazių analizė

Darbe [4] buvo suformuluota teorema, pagal kurią skirtumui tarp žinių bazių nustatyti pakanka sugeneruoti modelius iš elementarių testinių situacijų, neanalizuojant visų įmanomų situacijų. Kiekviena tokia situacija sudaroma iš žinių bazės taisyklės, konkretizuojant tos taisyklės kūno kintamuosius konstantomis, nenaudojamomis lyginamose žinių bazėse (t.y., nepriklausančiomis tų bazių Herbrand'o universumui). Išplėtus modelio generavimo taisyklę, galioja analogiška teorema. Išimti sudaro tik paveldėjimo atvejis, kuris reikalauja papildomo tyrimo. Trumpumo dėlei čia nekartosime apibrėžčių ir algoritmų, o pateiksime pavyzdį, demonstruojantį kaip lyginamos F-logikos kalba užrašytos teisinės žinių bazės, naudojant elementarias testines situacijas ir modelių generavimą.

Pavyzdyje nagrinėsime fragmentą iš Valstybinių pašalpų šeimoms, auginančioms vaikus, įstatymo. Palyginsime galiojantį šio fragmento variantą ir naujo varianto projektą.

Galiojantis įstatymas. Gimus kūdikiui, motinai (tėvui) ar globėjui mokama 6 minimalių gyvenimo lygių (toliau – MGL) dydžio vienkartinė pašalpa.

Formalizavimas (atributas *kam_ryšys* nurodo loginę jungtį tarp daugiareikšmio atributo *kam* reikšmių):

pašalpa [*kam* \rightarrow $>$ $\{motina(X), tėvas(X), globėjas(X)\}$], *kam_ryšys* \rightarrow arba, *dydis* \rightarrow *dydis*(6, *mgl*) \leftarrow *gimė* (*X*), *X*: kūdikis.

Įstatymo projektas. Gimus pirmajam kūdikiui, motinai (tėvui) ar globėjui mokama 16 minimalių gyvenimo lygių (toliau – MGL) dydžio vienkartinė pašalpa. Už antrą ir kiekvieną paskesnę vaiką pašalpa didinama 8 MGL.

Formalizavimas:

pašalpa [*kam* \rightarrow $>$ $\{motina(X), tėvas(X), globėjas(X)\}$], *kam_ryšys* \rightarrow arba, *dydis* \rightarrow *dydis*(16, *mgl*) \leftarrow *gimė*(*X*), *X*: kūdikis[*nr* \rightarrow 1].

pašalpa [*kam* \rightarrow $>$ $\{motina(X), tėvas(X), globėjas(X)\}$], *kam_ryšys* \rightarrow arba, *dydis* \rightarrow *dydis*(16 + (*N* - 1) * 8, *mgl*) \leftarrow *gimė*(*X*), *X*: kūdikis[*nr* \rightarrow *N*], *N* \geq 2.

1 lentelė

Elementarios testinės situacijos ir skirtumų aibės

| Testinė situacija | Išvada pagal galiojantį įstatymą | Išvada pagal įstatymo projektą |
|---|---|---|
| <i>gimė</i> (<i>x</i>), <i>x</i> : kūdikis | <i>pašalpa</i> [<i>kam</i> \rightarrow $>$ $\{motina(X), tėvas(X), globėjas(X)\}$], <i>kam_ryšys</i> \rightarrow arba, <i>dydis</i> \rightarrow <i>dydis</i> (6, <i>mgl</i>) | – |
| <i>gimė</i> (<i>x</i>), <i>x</i> : kūdikis [<i>nr</i> \rightarrow 1] | <i>pašalpa</i> [<i>dydis</i> \rightarrow <i>dydis</i> (6, <i>mgl</i>)] | <i>pašalpa</i> [<i>dydis</i> \rightarrow <i>dydis</i> (16, <i>mgl</i>)] |
| <i>gimė</i> (<i>x</i>), <i>x</i> : kūdikis [<i>nr</i> \rightarrow <i>n</i>], <i>n</i> \geq 2 | <i>pašalpa</i> [<i>dydis</i> \rightarrow <i>dydis</i> (6, <i>mgl</i>)] | <i>pašalpa</i> [<i>dydis</i> \rightarrow <i>dydis</i> (16 + (<i>n</i> - 1) * 8, <i>mgl</i>)] |

Elementarios testinės situacijos ir skirtumų aibės pavaizduotos 1 lentelėje.

Kaip matome, F-molekulių suskaldymas į F-atomus prieš generuojant modelius leidžia išskirti skirtumą demonstruojantį atributą iš visų objekto atributų.

Išvados

1. Šiame darbe siūlomas metodas gali būti naudojamas ne tik teisinių žinių bazių lyginamojoje analizėje, bet ir kitų žinių bazių, išreikštų loginėmis programomis, lyginamojoje analizėje. Tokia analizė iki šiol buvo mažai tyrinėta.
2. Teisinių žinių bazės analizės sėkmei yra svarbus tinkamas formalizavimas, leidžiantis išskirti esminius objektus, atributus ir jų ryšius.
3. Automatizuota lyginamoji teisinių žinių bazių analizė turi ir esminių ribojimų. Analizuodamas, žmogus gali turėti konkretų klausimą, idėją, teoriją, nagrinėti tam tikrą aspektą, tam tikru rakursu. Skirtingų šalių teisės lyginamojoje analizėje svarbus istorinis, tautinis ir socialinis kontekstai, įstatymų tikslai. Šie aspektai yra sunkiai formalizuojami. Galima mechaniškai nustatyti kokias bendras savybes turi A ir B ir kokios jų savybės skiriasi. Tačiau žmogui teks įvertinti tų skirtumų prasmę, apibendrinti rezultatus ir daryti išvadas – ar įstatymai vienas su kitu konfliktuoja, vienas kitą išplečia ar susiaurina, kuris iš jų yra griežtesnis arba švelnesnis.

Literatūra

- [1] P. Wahlgren, *Automation of Legal Reasoning: A Study on Artificial Intelligence and Law*, Kluwer Law and Taxation Publishers, Deventer-Boston (1992).
- [2] L. Paliulionienė, Kompiuterinis teisinių samprotavimų modeliavimas, *Jurisprudencija*, 16(8), 132–148 (2000).
- [3] L. Paliulionienė, Požiūrių vaizdavimas ir jų skirtumų analizė teisinių dokumentų rengimo sistemų žinių bazėse, in: *Lietuvos mokslas ir pramonė. Informacinės technologijos-99*, Konferencijos pranešimų medžiaga, A. Otas, V. Petrauskas, H. Pranevičius, R. Šeinauskas (red.), Technologija, Kaunas (1999), pp. 94–98.
- [4] L. Paliulionienė, Kai kurie teisinių žinių bazių lyginamosios analizės aspektai, in: *Lietuvos matematikų draugijos XL konferencijos darbai*, Vilnius, 1999 m. birželio mėn. 21–22 d., Technika, Vilnius (1999), pp. 230–235.
- [5] M. Kifer, G. Lausen, J. Wu, *Logical Foundations of Object-Oriented and Frame-Based Languages*, Technical Report 93/06, Department of Computer Science, University SUNY at Stony Brook (1993).

Model generation and comparative analysis of legal knowledge bases

L. Paliulionienė

The article deals with the possibilities of computerized comparative legal analysis. Legal documents are formalized using frame logic (F-logic) and are stored in knowledge bases. Their difference is defined as the difference between conclusions made from possible cases. This article presents an elaborated rule of knowledge base model generation designed for F-logic expressions.