

Kai kurie metodologiniai modeliavimo aspektai

Joana Kastickaitė

Mykolo Romerio universitetas, Ekonomikos ir finansų valdymo fakulteta

Ateities g. 20, LT-08303 Vilnius

E. paštas: kasjoa@mruni.eu

Santrauka. Straipsnyje nagrinėjama modelių tipologija pagal M.W. Wartofsky, modelio santykis su modeliavimo objektu, modelio panaudojimas idėjos realizavimui, dinamišku aspektu modelis kaip priemonė tikslui pasiekti.

Raktiniai žodžiai: modelis, analogija, reprezentacija, relevantinės savybės.

Įvadas

Modeliavimo praktikoje susiduriama su rimtomis filosofinėmis problemomis, todėl nagrinėjama tema aktuali modeliavimo srityje dirbantiems specialistams, matematikos taikytojams.

Šiuo metu beveik visoms žmogaus veiklos sritims tirti pasitelkiami matematiniai modeliai,¹ skaičiavimo technika ir technologijos. Tikrovė yra modeliuojama ir bet kurie modeliai yra tikrovės supaprastinimas, juos tirti yra lengviau nei modeliavimo objektus, o modelių panašumas į originalus leidžia ne tik paaiškinti žinomus reiškinius, bet ir prognozuoti, numatyti nežinomus.

S. Kanišauskas teigia, kad „tiriant kaip modeliai konstruojami moksle, aiškėja, kad jie nėra kildinami nei iš teorijų, nei iš duomenų. Teorijos neteikia leidžiančių sukonstruoti modelius algoritmų, jos nėra, vaizdžiai sakant, „smulkioms prekėms pardavinėti skirti automatai“, kurie pateikus problemą bematant išmes sprendimą. Modelių kūrimas esąs menas, o ne mechaninė procedūra. Pavyzdžiui, superlaidumo modelis neturi jokie teorinio pagrindimo ir motyvuojamas tik fenomenologiniais² svarstymais“ [4].

Dažnai modeliai laikomi teorijų papildymu. Modeliai papildo teorijas, aiškindami detales, susijusias su konkrečiomis situacijomis [4]. M. Hollis rašo: „Racionalistinė metodologija buvo linkusi priežasties ir jos padarinio ryšio „būtinumą“ tapatinti su „būtinumu“, kuris priežastinį dėsnį skiria nuo paprastos koreliacijos, po to juos abu tapatinti su logikos ir matematikos tiesų „būtinumu“. Empirizmo kelias atrodė realesnis. Pasaulis turėjo būti sudarytas iš konkrečių stebimų objektų; indukcija ir prognozė turėjo atlikti metodologijos vaidmenį; griežta epistemologija³ turėjo padėti empiriniam pažinimui atsikratyti visų būtinybių – tiek priežastinių, tiek loginių“ [3].

¹ Modelis (pranc. *modele* < it. *modello* < lot. *modus* – matas, polinkis) – originalo atvaizdas, tapatus pasirinktu struktūros lygmeniu arba pasirinktomis funkcijomis.

² Fenomenologija – filosofijos šaka, tirianti sąmonės raidą nuo jutimo iki visiško žinojimo.

³ Epistemologija – filosofijos šaka, tirianti pažinimo (žinių, žinojimo) prigimtį ir principus.

1 Modelių tipologija ir atstovavimas pagal M.W. Wartofsky (1928–1997)

Plačiai modeliavimo galimybes socialiniuose, humanitariniuose, gamtos ir tiksliuose moksluose nagrinėjo filosofijos profesorius M.W. Wartofsky knygoje: „Modeliai; reprezentacija ir mokslinis supratimas“ (1979) [7]. Egzistuoja prielaida, kad modelis turi nežinomų savybių, kurias stengiamasi pažinti. Kuo mažiau modelyje aptinkama savybių nei modeliavimo objekte, modelio relevantiškumas⁴ mažėja. Modelis – tai žmogaus abstraktus tam tikrų pažinimo objekto savybių suvokimas. Faktiškai modelis struktūra, kurioje atsispindi patirties ar mąstymo simboliai, kad būtų pasiekta sisteminė tos patirties ar mąstymo reprezentacija.⁵

Siūloma sujungti terminus „teorija“, „hipotezė“, „modelis“, „analogija“ į vieną terminą „reprezentacija“. Šis žodis suprantamas dviem prasmėmis:

a) jis reiškia „panašumo“ arba „tapatumo“ santykį, pagal kurį lengvai randami vieno daikto panašumai į kitą;

b) tai papildomai reiškia, kad vienas daiktas tam tikrais aspektais gali „pakeisti“, „pateikti“, „atstovauti“ kitam. Šia prasme atstovavimas gali būti panašumo sąvoka. Čia pabrėžiamas funkcionalumo aspektas.

Modelių tipologija⁶ hierarchiškai klasifikuojama pagal jų egzistencinio ryšio (nuo silpniausio iki stipriausio), kuris naudojamas modeliuose, svarbą:

1. *Ad hoc*⁷ analogija – tai gerai žinomi kokybės modeliai, fiksuojantys akivaizdžius, bet atskirus panašumus tarp atstovaujamojo ir atstovaujančiojo. Tokie modeliai labiau turi didaktinį nei mokslinį pritaikymą. Galima rasti skirtumus tarp formalios ir kokybinės analogijos, atskirti ir teigti, kad įvairių išraiškų fizinės interpretacijos naudojamos analogijose turi nepriklausomas nuo struktūrinių arba loginių analogijų reikšmes.

2. Formalūs modeliai – formalus atstovavimas: duomenų tvarkymas, duomenų aprašymas teigiant, kad eksperimentiniu būdu gautus faktus galima sutvarkyti siūlomomis būdais, tai gali būti nieko daugiau kaip duomenų sutvarkymas. Jie naudojami kuriant formalias reprezentacines struktūras eksperimentinių faktų pagrindu. Pavyzdžiui, žmonių elgesio grupėse matematinis modelis. Tokie modeliai susieti tik su tais reiškiniiais, su kuriais eksperimentuojama, ir aprašomi bei paaiškinami matematiškai.

Šie modeliai, kurių paradigmos⁸ yra matematiniai modeliai socialiniuose ir psichologijos moksluose, yra daugiau sisteminiai ontologiniai⁹ teiginiai, būtent jie gali parodyti sutvarkytų duomenų savybes ir iš tikrųjų yra makro ir universalių kintamųjų modeliai, kurie parodo indukcinis apibendrinimus, gautus iš dažnų įvykių analizės. Dėl to jie gali būti laikomi hipotezėmis.

3. Modeliai kaip skaičiavimo ar išvadų priemonės. Šių modelių pagrindas yra jų struktūrinis ar formalus izomorfizmas¹⁰ su deskripciniais¹¹ teiginiais ir santykiais tarp

⁴ Relevantiškumas – svarbumas, aktualumas.

⁵ Reprezentacija (pranc. *représentation*) – atstovavimas.

⁶ Tipologija – mokslinis pažinimo metodas – objektų grupavimas į tam tikras grupes, remiantis jų panašumais arba skirtumais pagal pasirinktus kriterijus.

⁷ Lot. *ad hoc* – specialus, šiam tikslui.

⁸ Paradigma – prielaidų, savokų, vertybių ir veiklų visuma, atspindinti tam tikros bendruomenės (dažniausiai mokslinės) pasaulėžiūrą ir tikrovės suvokimą.

⁹ Ontologija – filosofinė būties teorija.

¹⁰ Izomorfizmas (izo- + gr. *morphē* – forma) – abipusis, vienareikšmis atitikimas.

¹¹ Deskripcinis – aprašomasis.

šių empirinio mokslo teiginių. Tokiu atveju, modeliai yra teorijų pasekmė ir atlieka pagalbinę funkciją, patikrinant teorines žinias, gautas eksperimentiniu būdu. Taigi šie modeliai atlieka prognozių patikrinimo funkciją.

4. Teoriniai ar hipotetiniai modeliai iš tipo „tarsi“ konstrukcijų. Jie atlieka euristinę funkciją sudėtingų teorijų ir mokslinio mąstymo srityse, yra panašūs į *ad hoc* analogijas, tačiau su stipresne orientacine sąveika, sistemingumu ir platesne apimtimi, pavyzdžiui, „juodoji dėžė“.¹² Šiuose modeliuose išreikštas akcentas dėl „kognityvinių žemėlapių“ naudingumo.

5. Aproximacinė reprezentacija – modeliai pretenduojantys į tikrovės pažinimą. Aproximacinė reprezentacija laikoma „teisingais“ faktais, apie kuriuos nėra žinoma, kad jie klaidingi plečiant sritį. M. Hesse apie juos teigia, kad jie „analogijos, kurios pozityvios plius neutralios“ [2]. Šiuos modelius pagal sukauptus faktus galima stipriai modifikuoti ir patobulinti palaipsniui asimptotiškai artėjant prie „teisingo modelio“.

6. Modeliai, esantys prie racionalaus tikėjimo ribos, – tai modeliai su stipriais egzistenciniais teiginiais, kurie peržengia eksperimentinio patikrinimo ribą. Šie modeliai yra daugiau ar mažiau sąmoninga metafizinė orientacija, pagrįsta ne bendrais filosofiniais metafizikiniais teiginiais, o bandymais teiginius padaryti visiems suprantamais teiginiais.

2 Ryšys tarp modelio ir modeliavimo objekto

Modeliai turi būti paremti reprezentuojamojo analize. Kitaip tariant, reikalinga ne tik struktūrinių savybių analizė, bet ir ryšys tarp šių savybių ir numatomų modeliavimo objektų. M.W. Wartofsky mano, kad painiava tarp modelių yra semantinė.¹³ Atrinkimas kai kurių dalykų modeliams vyksta dėl atitinkamų relevantinių savybių, kurios jungia šiuos dalykus tarpusavyje. Modelis turi atspindėti tik kai kurias modeliavimo objekto savybes, kurios tenkina subjekto siekiamus tikslus.

Taigi modeliui yra taikomas paprastas apribojimas, kuris gali būti laikomas arba modelio apibrėžimu arba atitinkamu susitarimu: esantis modeliu negali būti laikomas savęs modeliu, nei kažko identiško sau modeliu ir modeliniai santykiai tam tikra prasme yra asimetriniai. Modelis – sąmoningai sukurta struktūra. Teigiant, kad modelyje turi būti tik kai kurios modeliavimo objekto savybės, t. y. tos, kurios atitinka subjekto poreikius ir interesus, modelio ryšys turėtų būti konvertuojamas iš dvejetainio į triadinį. Bet kuris objektas gali būti traktuojamas kaip modelis tik tada, kai galima išskirti objektams bendras relevantines savybes, kuriomis vienas objektas panašus į kitą ir turi apribotas atitinkamas savybes. Modelyje yra tik tos modeliavimo objekto savybės, kurios domina subjektą. Modelis ir modeliavimo objektas negali būti tapatūs, jie skiriasi apimtimi, nes modeliavimo objektas didesnis už modelį, modelyje naudojamos ir išivaizduojamos tos modeliavimo objekto savybės, kurias galima iš anksto žinoti, atsižvelgiant kokių tikslų siekiama.

M.W. Wartofsky suformuluoja triadinį ryšį taip:

$$M(S, x, y), \tag{1}$$

čia subjektas S nagrinėja x kaip y modelį.

¹² Principas, pagal kurį turinys yra paslėptas ir yra atsiribota nuo detalių, kadangi jos nėra svarbios arba nėra žinomos. Žinoma, kas įeina ir kas išeina, bet nežinoma kaip ta „juodoji dėžė“ veikia.

¹³ Semantinis – prasminis, susijęs su žodžio reikšme.

Ši asimetrija nėra pastovi, ji priklauso nuo subjekto S poreikių, nes subjektas S gali lengvai pakeisti savo poziciją ir nagrinėti y kaip x modelį. Asimetrija tarp modelio ir modeliavimo objekto praktiškai atsiranda dėl to, kas yra laikoma modeliu, o kas modeliavimo objektu, kokios jų savybės, iš kitos pusės modelis negali turėti tiek daug savybių kiek modeliavimo objektas. Kuriant objekto modelį, reikia manyti, kad modeliavimo objektas arba veikla turi dar nežinomų savybių. Specifinė mokslinių modelių kūrimo ypatybė ta, kad yra galimybė, remiantis modeliais, atrasti nežinomas modeliavimo objekto savybes ir vėliau jas patikrinti eksperimentiškai. Atsižvelgiant į tai, būtų galima daryti prielaidą, kad reikia stengtis sukurti modelį, kuriame gausu savybių kaip ir modeliavimo objekte, kad iš modelio padaryti išvadas apie objektą, ir, kad modelis kuo geriau reprezentuotų objektą. Tačiau toks modelis tapatus objektui. Kita vertus modelis galėtų turėti daugiau savybių už modeliavimo objektą ir gali būti sunku nustatyti neigiamas analogijas, savybes, kurių neturi modeliavimo objektas. Optimaliu atveju modelis turi turėti pakankamai daug modeliavimo objekto savybių, kad sėkmingai jį galima būtų naudoti tiriant objektą, bet nebūti tapatus jam.

Kad būtų aiškesni modeliavimo santykiai, formulėje $M(S, x, y)$ turi būti nustatyta modelinio ryšio asimetrija:

$$M(S, x, y) \ \& \ R(x) < R(y), \quad (2)$$

čia $R(x)$ ir $R(y)$ – relevantinių savybių sritis.

(2) formulėje nelygybės prasmė neapibrėžta ir suprantama intuityviai, tačiau susiaurinant modelio sąvoką iki sąryšio jai galima suteikti formalų matematinį pavidalą.

Tarkime, kad modeliuojamas objektas suprantamas kaip tam tikra aibė Y , kurios elementai $y \in Y$ turi tam tikrus ryšius $R(y)$. Juos galime matematiškai aprašyti binariuoju sąryšiu $R(y) \subset Y \times Y$ (*sąryšiu* aibėje Y vadinamas bet kuris jos Dekarto kvadrato poaibis). Tada objekto Y modeliu laikysime kitą sąryšį $R(x) \subset X \times X$, čia $X \subset Y$ – tam tikri (svarbesni) modeliuojamo objekto elementai. (2) teiginį matematiškai užrašome poaibių pavidalu [5]:

$$M(S, x, y) \ \& \ R(x) \subset R(y). \quad (3)$$

Pastebėkime, kad sąryšiai, kaip modeliavimo įrankis, naudojami duomenų bazių kūrimui, išskiriant esybes ir ryšius [1].

M.W. Wartofsky formuluoja tezę: modeliavimo ryšys yra reikšmingas ne tik dėl labai sudėtingų reprezentacijų, vadinamų mokslinėmis teorijomis ar teoriniais mokslo modeliais, bet ir dėl bet kurių deskriptinių ataskaitų. Modelis yra veiklos priemonė. Apibūdinti kuriamą procesą modelio sąvoka vartojama kaip į ateitį orientuotas veiksmų prototipas, kur ateitis yra kažkas daugiau nei akla neišvengiamybė laiko tėkmės ir apima kai kuriuos tikslus kaip išlaikyti šio prototipo turinį. Teigiama, kad modelis – tai dalis mūsų labai specializuoto techninio aprūpinimo, konkrečių funkcijų, kurios dalyvauja kuriant ateitį. Modelis – tikslo įgyvendinimas ir tuo pačiu metu priemonė tam tikslui įgyvendinti. Modelis yra normatyvinis ir nukreiptas į tikslą. Normatyvinis, nes atstovauti iš objekto pasirinktos tik tam tikros svarbiausios, reikšmingiausios ar vertingiausios savybės, kurios yra žinomos [7].

Modeliu mes įgyvendinam tokią ateitį, kuri atitinka dabarties vizijas. Modelis yra kaip veiksmų ar veiklos būdas, kaip normatyvinis prototipas ne tik aprašomojo pobūdžio, bet ir su imperatyviosiomis¹⁴ funkcijomis, jis gali būti racionaliai ir universaliai

¹⁴ Imperatyvus (lot. *imperativus*) – liepiamas, įsakomas.

įgyvendintas. Tai reiškia, modelis veikia taip, kad jis naudojamas tikslo formulavimui ir nustato veiksmų būdus šiam tikslui pasiekti. Viena vertus, modelis – idėjos realizavimas, kita vertus, dinamišku aspektu jis yra priemonė tikslui pasiekti [7].

Techniniai modeliai pagal H. Ozbekhan (1921–2007) yra operatyviniai ir strateginiai. Idealūs modeliai – tai normatyviniai modeliai, t. y. modeliai, kurie prognozuoja, kas turėtų būti [6]. Kai kurie modeliai gali ne tik atstovauti ateičiai dabarties terminais, bet jie visiškai pakeičia kuriamų ir naudojamų modelių viziją.

S. Kanišauskas nurodo šiuos modeliavimo etapus: 1) objekto savybių, kurias turi išreikšti jo modelis, pasirinkimas; 2) modelio kūrimas (konstravimas, parinkimas, formulavimas); 3) eksperimentavimas su modeliu, jo savybių tyrimas; 4) išvadų, prognozių formulavimas; 5) išvadų ir prognozių tikrinimas praktikoje; 6) modelio tobulinimas. Jis atkreipia dėmesį į tai, „kad nurodyti etapai (modeliavimo eiga) faktiškai sutampa su teorijoms kurti taikomo hipotetinio dedukcinio metodo etapais. Ir jau vien tai leidžia manyti, kad modeliavimą galima laikyti ir tikrovę aiškinančių hipotezių bei teorijų kūrimu“ [4].

3 Išvados

Modelis yra tikslingas, kadangi kuriamas tam tikram tikslui, kurį įgyvendinant ir naudojamas modelis.

Modeliai yra ne tik dalis technologijų, naudingos priemonės ateities kūrimui, bet ir veiklos būdai, kurie iš tikrųjų ir kuria ateitį.

Galima teigti, kad modeliai yra kažkas daugiau nei abstrakčios idėjos. Jie – technologinės priemonės konceptualiems tyrimams, eksperimentams, tai reta galimybė, suteikta žmogui kurti. Todėl galima sakyti, kad modeliai yra konkrečios technologijos tikslams pasiekti.

Literatūra

- [1] P.P. Chen. Entity-relationship modeling–historical events, future trends, and lessons learned. In M. Broy and E. Denert(Eds.), *Software Pioneers: Contributions to Software Engineering*, Lect. Not. Comp. Sci., pp. 100–114. Springer-Verlag, Berlin, 2002.
- [2] M. Hesse. *Forces and Fields*. Thomas Nelson, London, 1961.
- [3] M. Hollis. *Socialinių mokslų filosofija*. Lietuvos rašytojų sąjungos leidykla, Vilnius, 2000.
- [4] S. Kanišauskas. *Filosofinės socialinio modeliavimo problemos: teorija, praktika, siekiai, vertybės. Monografija*. Mykolo Romerio universiteto leidyba, Vilnius, 2013.
- [5] A. Krylovas. *Diskrečioji matematika: vadovėlis*. Technika, Vilnius, 2009.
- [6] H. Ozbekhan. *Toward a General Theory of Planning*. 1968. Available from Internet: <http://redesignresearch.com/docs/Hasan%20Ozbekhan's%20Theory%20of%20Planning.pdf>.
- [7] M. Wartofskij. *Modeli, reprezentacija i naučnoe ponimanie*. Progress, Moskva, 1988.

SUMMARY

Some methodological aspects of modeling

J. Kastickaitė

This article examined the typology of models M. W. Wartofsky, model relationship with modeling. The model uses the idea of realization, and the dynamic aspect of the model as a means to an end.

Keywords: model, analogy, representation, relevant characteristics.