

Stanisław Kędzierski

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

ŁĄCZONA LOGIKA EPISTEMICZNA I DEONTYCZNA W MODELOWANIU PROCESÓW BIZNESOWYCH

Wprowadzenie

Podczas projektowania, a następnie wykonywania procesów biznesowych istotnym problemem jest zapewnienie spójności projektu oraz poprawności jego realizacji. Procesy biznesowe mogą być opisywane za pomocą wielu narzędzi. Spektrum możliwych notacji rozciąga się od formalnych, takich jak logika, sieci Petri¹, poprzez graficzne z dobrze określoną „składnią”, takich jak BPMN², czy UML³ aż po opisy w postaci instrukcji napisanej w języku naturalnym. Wśród wymienionych narzędzi na szczególną uwagę zasługują logiki modalne. Do podstawowych logik modalnych można zaliczyć: deontyczną, temporalną i epistemiczną. Logiki te są wykorzystywane do modelowania procesów biznesowych⁴. Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie możliwości wykorzystania logik: epistemicznej oraz deontycznej do opisu procesów biznesowych, ze szczególnym uwzględnieniem wykrywania niespójności w modelu lub podczas realizacji procesu.

1. Modelowanie procesu biznesowego za pomocą logik nieklasycznych

Procesy biznesowe są inicjowane, przebiegają i kończą się sukcesem lub porażką na podstawie przepisów prawa. Dla procesu uchwalania nowej ustawy będzie to konstytucja, zaś dla wprowadzenia nowego przedmiotu w programie studiów uchwała Rady Wydziału. Do modelowania procesów biznesowych z poziomu pra-

¹ W. Reisig, *Sieci Petriego*, WNT, Warszawa 1988.

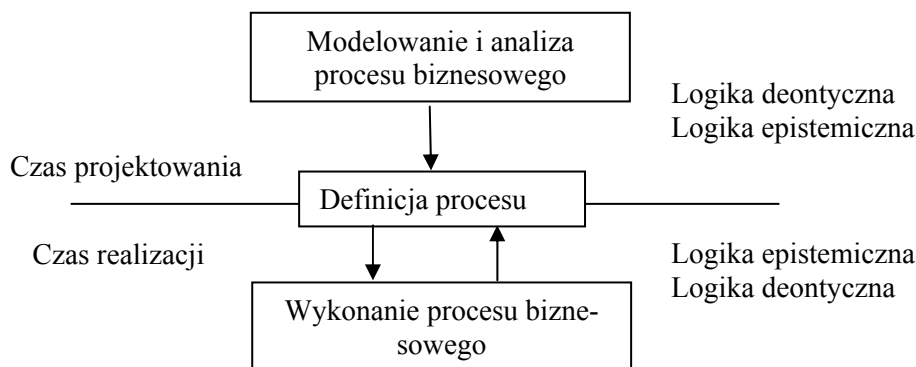
² *Business Process Modeling Notation (BPMN) Specification Final Adopted Specification* dtc/06-02-01.

³ S. Wrycza, B. Marcinkowski, K. Wyrzykowski, *Język UML 2.0 w modelowaniu systemów informatycznych*, Helion, Gliwice 2006.

⁴ *Deontic Logic in Computer Science*, eds. J. Meyer, R. Wieringa, John Wiley, Chichester 1993; *Epistemic Logic for AI and Computer Science*, eds. J. Meyer, W. van der Hoek, Cambridge University Press 1995.

wa służy logika deontyczna ze swoimi operatorami O, F i P, oznaczającymi odpowiednio obowiązek, zakaz i przyzwolenie (możliwość). Przykładowo przepisy mogą być zapisane następująco:

O(czas_odpowiedzi < miesiac)
 F(akceptuj_pożyczkę gdy klient_zadłużony)
 P(przedłużenie_sesji gdy suma_ECTS > 18)



Rys. 1. Miejsce logik nieklasycznych w modelowaniu i wykonywaniu procesów biznesowych

Źródło: Na podstawie: D. Hollingsworth, *Workflow Management Coalition The Workflow Reference*, Model Document Number TC00-1003 Document Status – Issue 1.1 19-Jan-95, s. 7.

Na poziomie wykonawczym są wykorzystywane logika deontyczna oraz logika epistemiczna. Przykładowo wiedzę konkretnego agenta (tu inspektora) o stanie procesu (stan s_1), a precyzyjniej o wartości wybranej danej, można zapisać następująco⁵:

$K(\text{inspektor}, s_1, \text{kwota} < 5000)$

Do modelowania przepisów prawa jest wykorzystywana logika deontyczna⁶. Do wzmocnienia ekspresji opisu stanu wiedzy agentów o wykonywanym procesie, a w szczególności w odniesieniu się do przepisów prawa sensowne wydaje się połączenie dwóch logik – deontycznej i epistemicznej. Łączenie logik jest znanym mechanizmem w logikach nieklasycznych⁷. Można przyjąć, że podczas projektowania procesu biznesowego istotne jest zapisanie, jakie czynności muszą, mogą lub nie mogą być wykonywane (z podaniem ich kolejności). Osoby zaangażowane w proces powinny wiedzieć, co musi, może lub jest

⁵ S. Kędzierski, *Modelowanie działania agentów w procesie biznesowym z wykorzystaniem logiki epistemicznej* [w:] *Technologie wiedzy w zarządzaniu publicznym '11*, red. J. Gołuchowski, A. Frączkiewicz-Wronka, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice 2011, s. 112-118.

⁶ Z. Ziemia, *Analityczna teoria obowiązku. Studium z logiki deontycznej*, PWN, Warszawa, 1983.
 W. Suchoń, *Studia nad logiką deontyczną*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 1983.

⁷ P. Blackburn, M. de Rijke, *Why Combine Logics*, „*Studia Logica*” 1997, Vol. 59, s. 5-27.

zabronione do wykonania na danym etapie zaawansowania realizacji procesu. Konieczne jest więc włączenie w modelowanie procesu biznesowego kolejnej logiki – logiki epistemicznej. Opis przepisów i zachowania agentów wygląda następująco:

$$O(K(\text{akceptuj_pożyczkę gdy kwota} < \text{limit}))$$

Powyższy zapis można odczytać następująco: obowiązkowe jest, aby agent wiedział, że musi zaakceptować pożyczkę, jeśli kwota pożyczki nie przekracza określonej granicy. Osoba mająca wykonywać proces powinna posiadać wiedzę wynikającą ze znajomości prawa (możliwe są różne formy szkoleń pracowników). Można powiedzieć, że na poziomie modelowania prymat przyjmuje logika deontyczna nad logiką epistemiczną.

W trakcie wykonywania procesu biznesowego wiedza agenta o stanie rzeczy ma charakter bardziej skomplikowany. Przykładowo agent powinien wiedzieć (operator K), iż obowiązkowe jest wykonanie (operator O) jakiejś czynności lub też zabronione jest, aby jakaś czynność mogła być zrealizowana przez agenta (operator F) podczas wykonywania procesu.

Zapis takiego stanu rzeczy w logice epistemiczno-deontycznej przyjmuje postać:

$$K(O(\text{akceptuj_pożyczkę gdy kwota} < \text{limit}))$$

Powyższy zapis ilustruje prymat zastosowania operatora epistemicznego nad operatorem deontycznym. Można pokusić się o stwierdzenie występowania pewnej dualności w stosowaniu operatorów rozpatrywanych logik na poziomie projektowania i wykonywania procesu biznesowego.

2. Konflikty w logice deontycznej i epistemicznej

Logiki deontyczna i epistemiczna są szczególnymi przypadkami logik modalnych. W logikach tych obowiązuje aksjomat D:

$$\neg \Box (p \wedge \neg p)$$

gdzie \Box jest modalnym operatorem konieczności.

W logice deontycznej obowiązuje więc on w postaci⁸:

$$\neg (Op \wedge O\neg p)$$

⁸ *Deontic Logic in Computer...*, op. cit., s. 5.

co tłumaczy się jako „nikt nie może być zobowiązany do wykonania sprzecznych działań”. Powyższe twierdzenie stanowi teoretyczne usprawiedliwienie do określenia różnych niekonsekwencji występujących podczas specyfikowania, a także wykonywania procesów biznesowych. Sprzeczności możliwe do wystąpienia, a wyrażone za pomocą operatorów logiki deontycznej, można zapisać następująco:

Obowiązkowe i zabronione jest pewne działanie, np.:

$$O(\text{akceptuj_pożyczkę}) \wedge F(\text{akceptuj_pożyczkę})$$

Dozwolone i zabronione jest pewne działanie, np.:

$$P(\text{akceptuj_pożyczkę}) \wedge F(\text{akceptuj_pożyczkę})$$

Obowiązkowe jest wykonanie dwóch sprzecznych działań, np.:

$$O(\text{akceptuj_pożyczkę}) \wedge O(\text{odmów_pożyczki})$$

Obowiązkowe i dozwolone jest wykonanie dwóch sprzecznych działań, np.:

$$O(\text{akceptuj_pożyczkę}) \wedge F(\text{odmów_pożyczki})$$

Sprzeczności mogą się także ujawnić w przedstawianiu wiedzy osoby o danym stanie rzeczy. W logice epistemicznej występuje aksjomat D postaci:

$$K_i p \rightarrow \neg K_i \neg p$$

interpretowany jako aksjomat zgodności wiedzy: „jeśli agent i wie, że p nie może równocześnie wiedzieć negacji p ”. Aksjomat ten może wystąpić w następującej formie:

$$\neg (K_i p \wedge K_i \neg p)$$

co należy rozumieć jako „nieprawdą jest, aby agent i wiedział jednocześnie, że p oraz nie p ”.

W przypadku agenta wykonującego proces biznesowy przyjmuje to postać jego wiedzy o wybranym stanie atrybutu (lub atrybutów) rozpatrywanego procesu ($K(\text{wartość atrybutu})$). Przykładowe możliwe konflikty wiedzy u agenta wyglądałyby następująco:

$$K(\text{kwota} < \text{limit}) \wedge \neg K(\text{kwota} < \text{limit})$$

$$K(\text{kwota} < \text{limit}) \wedge K(\neg \text{kwota} < \text{limit})$$

Pierwszy zapis czyta się jako agent wie, że $\text{kwota} < \text{limit}$ oraz nie wie, że $\text{kwota} < \text{limit}$, zaś drugi mówi, że agent wie, że $\text{kwota} < \text{limit}$ i wie coś przeciwnego.

Na poziomie definiowania procesu biznesowego możliwe jest pojawienie się następujących niekonsekwencji:

$$\begin{aligned} & O(K(\text{kwota} < \text{limit})) \wedge F(K(\text{kwota} < \text{limit})) \\ & O(K(\text{kwota} < \text{limit})) \wedge O(\neg K(\text{kwota} < \text{limit})) \\ & O(K(\text{kwota} < \text{limit})) \wedge O(K(\neg \text{kwota} < \text{limit})) \\ & F(K(\text{kwota} < \text{limit})) \wedge P(\neg K(\text{kwota} < \text{limit})) \\ & F(K(\text{kwota} < \text{limit})) \wedge P(K(\neg \text{kwota} < \text{limit})) \end{aligned}$$

Możliwe sprzeczności wiedzy agenta o tym, co jest obowiązkowe, dozwolone lub zabronione w danym momencie wykonywania procesu mogą w łączonej logice epistemiczno-deontycznej przyjąć postać:

$$\begin{aligned} & K(O(\text{kwota} < \text{limit})) \wedge \neg K(F(\text{kwota} < \text{limit})) \\ & K(F(\text{kwota} < \text{limit})) \wedge \neg K(O(\text{kwota} < \text{limit})) \\ & K(O(\text{kwota} < \text{limit})) \wedge K(F(\text{kwota} < \text{limit})) \\ & K(P(\text{kwota} < \text{limit})) \wedge K(F(\text{kwota} < \text{limit})) \\ & K(O(\text{kwota} < \text{limit})) \wedge K(F(\neg \text{kwota} < \text{limit})) \end{aligned}$$

Dodatkowo należy rozpatrzyć sprzeczności wiedzy dwóch lub więcej agentów wykonujących dany proces. Konflikt pomiędzy wiedzą agenta 1 a wiedzą agenta 2 można zapisać:

$$\begin{aligned} & K_{a1}(\text{kwota} < \text{limit}) \wedge K_{a2}(\neg \text{kwota} < \text{limit}) \\ & K_{a1}(\text{kwota} < \text{limit}) \wedge \neg K_{a2}(\text{kwota} < \text{limit}) \end{aligned}$$

3. Algorytmy badania poprawności procesu biznesowego

Algorytm na poziomie projektowania

Na poziomie projektowania procesu biznesowego występują połączone operatory logiki deontyczno-epistemicznej typu:

$$O(K(\text{warunek}))$$

i w związku z tym sprawdzane mogą być niespójności typu:

$$[O|F](K(\text{warunek})) \wedge [O|F|P](\neg[K](\neg \text{warunek}))^*$$

Algorytm sprawdzania niespójności powinien rozpocząć się od pierwszej czynności procesu biznesowego i przechodząc przez wszystkie ścieżki procesu dotrzeć do ostatniej czynności. Przy każdej czynności konieczne jest skontrolowanie występowania niespójności typu *

Algorytm sprawdzania niespójności

- Począwszy od pierwszej czynności
- Przeglądaj wszystkie ścieżki
- Dla każdej kolejnej czynności
- Sprawdź czy zachodzi niespójność typu *
- Jeśli zachodzi sygnalizuj błąd

Algorytm na poziomie wykonywania

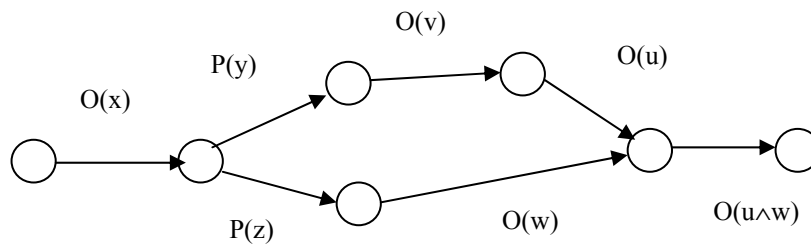
Na poziomie realizacji procesu biznesowego występują połączone operatory logiki epistemiczno-deontycznej typu:

$$K([O|F|P](\text{warunek}))$$

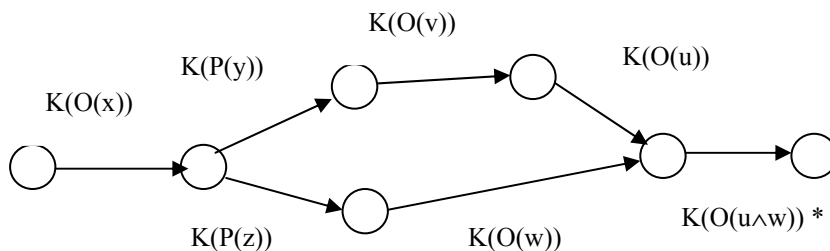
i w związku z tym mogą być sprawdzane niespójności typu:

$$K([O|F|P](\text{warunek})) \wedge [\neg][K[O|F]([\neg]\text{warunek})]**$$

Algorytm sprawdzania niespójności powinien rozpocząć się od pierwszej czynności procesu biznesowego i przechodząc przez wszystkie ścieżki procesu dotrzeć do ostatniej czynności. Przy każdej czynności konieczne jest skontrolowanie występowania niespójności typu **



Rys. 2. Przykładowy proces biznesowy opisany w logice deontycznej



Rys. 3. Przykładowy proces biznesowy opisany w logice epistemiczno-deontycznej

Należy zwrócić uwagę na to, iż miejscem, w którym konflikty mogą się ujawniać najczęściej będą połączenia dwóch lub więcej ścieżek. Na rys. 3 jest to miejsce oznaczone znakiem gwiazdki (*).

Podsumowanie

Połączenie dwóch logik: deontycznej oraz epistemicznej pozwala na uwypuklenie roli wiedzy agenta o wykonywanym procesie, w szczególności związanej z tym, co w danej chwili trzeba, nie wolno lub można uczynić. Podczas projektowania i wykonywania procesu może dojść do wielu rodzajów konfliktów uniemożliwiających prawidłową realizację tegoż procesu. Zaprezentowane algorytmy likwidują taką niekorzystną sytuację. W modelu procesu biznesowego, a także w przedstawianiu jego wykonywania istotną rolę może odgrywać wymiar czasowy. Włączenie kolejnej logiki modalnej: logiki temporalnej może więc wzmocnić ekspresję opisu.

Literatura

- Blackburn P., de Rijke M., *Why Combine Logics*, „Studia Logica” 1997, Vol. 59.
- Business Process Modeling Notation (BPMN) Specification Final Adopted Specification* dtc/06-02-01.
- Deontic Logic in Computer Science*, eds. J. Meyer, R. Wieringa, John Wiley, Chichester 1993.
- Epistemic Logic for AI and Computer Science*, eds. J. Meyer, W. van der Hoek, Cambridge University Press 1995.
- Hollingsworth D., *Workflow Management Coalition The Workflow Reference Model*, Document Number TC00-1003 Document Status – Issue 1.1 19-Jan-95.
- Kędzierski S., *Modelowanie działania agentów w procesie biznesowym z wykorzystaniem logiki epistemicznej* [w:] *Technologie wiedzy w zarządzaniu publicznym '11*, red. J. Gołuchowski, A. Frączkiewicz-Wronka. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice 2011.
- Reisig W., *Sieci Petriego*, WNT, Warszawa 1988.
- Suchoń W., *Studia nad logiką deontyczną*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 1983.
- Wrycza S., Marcinkowski B., Wyrzykowski K., *Język UML 2.0 w modelowaniu systemów informatycznych*, Helion, Gliwice 2006.
- Ziemia Z., *Analityczna teoria obowiązków. Studium z logiki deontycznej*, PWN, Warszawa 1983.

COMBINED EPISTEMIC AND DENOTIC LOGICS IN BUSINESS PROCESS MODELLING

Summary

The aim of this article is present new approach to modeling business process using combined epistemic and deontic logics. Combined deontic-epistemic logic is used during modeling time and combined epistemic-deontic logic during execution time. The sketch of algorithm of detecting inconsistencies in business process model and execution is presented.