

Stanisław Kędzierski

Akademia Ekonomiczna w Katowicach

MODELOWANIE PROCESÓW BIZNESOWYCH Z WYKORZYSTANIEM LOGIKI DOMNIEMAŃ

1. Wstęp

Centralnym punktem zainteresowań informatyków ekonomicznych jest przedsiębiorstwo. Można je modelować na wiele sposobów w zależności od przyjętego głównego kryterium czy też obszaru zainteresowania (np. struktury, działań, komunikacji, ludzi). Zasadne stają się pytania o zgodność przedstawionego modelu z rzeczywistością oraz o takie jego cechy, jak spójność czy niesprzeczność.

Jednym z ważnych czynników wpływających na poprawne rozumienie przedsiębiorstwa jest stworzenie właściwego modelu. Wiele modeli koncentruje się na jednym aspekcie badanego obiektu. Modele te stosują różne narzędzia wyrażające różne punkty widzenia na modelowany system. Model przedsiębiorstwa jest obrazem głównych jego elementów, takich jak struktura, procesy oraz tego jak, one ze sobą współdziałają. Model przedstawia naszą wiedzę o organizacji. Termin „organizacja” może oznaczać zarówno jednoosobowy warsztat, jak i dużą korporację. Podobnie poziom szczegółowości modelu zależy od intencji modelującego. Model wyjaśnia wiele cech przedsiębiorstwa za pomocą wielu podmodeli:

- modelu organizacyjnego opisującego aktorów w przedsiębiorstwie, ich role i relacje, uprawnienia i odpowiedzialność,
- modelu celów opisującego, co organizacja i jej aktorzy powinni osiągnąć,
- modelu procesów określającego, w jaki sposób cele powinny być osiągnięte,
- modelu pojęć opisującego pojęcia i elementy biorące udział w modelu,
- modelu ograniczeń podającego czynniki ograniczające nakładane na poszczególne składniki przedsiębiorstwa.

Obecnie w modelowaniu organizacji istotną rolę odgrywa pojmowanie jej jako zbioru wykonywanych procesów biznesowych, umożliwiających osiągnięcie celów przedsiębiorstwa.

Procesy biznesowe można rozpatrywać na trzech poziomach ogólności. Każdy poziom opisuje operacje biznesowe na różnym stopniu abstrakcji [Chen-Burger02].

Wymagania biznesowe	Poziom biznesowy
Wymagania operacyjne	Poziom logiczny
Wymagania systemowe	Poziom implementacji

Rys. 1. Trzy-poziomowe podejście do modelowania procesów biznesowych

Źródło: [Kędziński04].

Poziom biznesowy opisuje wymagania stawiane organizacji i procesom w niej przebiegającym oraz informacjom niezbędnym do ich przebiegu. Informacje o tym poziomie są zapisane na wysokim poziomie abstrakcji w języku formalnym lub semiformalnym. Przykładami mogą być źródłowe pliki danych, misja organizacji.

Poziom logiczny definiuje warunki i akcje w procesie biznesowym i związki między nimi. Na tym poziomie jest określany porządek wykonywanych czynności. Podaje się wymagania biznesowe w języku zrozumiałym przez komputer. Na tym poziomie są stosowane narzędzia formalne umożliwiające automatyczną komunikację z następnym poziomem.

Poziom implementacji powinien dostarczać kompletne zalgorytmizowane procedury umożliwiające wykonanie procesów opisanych na poziomie logicznym. Procedury te mogą opisywać procesy w językach modelowania typu diagramów przepływu danych. Zależność poziomu implementacji od zmieniającej się technologii jest duża, tak więc zmiany na tym poziomie mogą zdarzać się często.

Nowe podejście do modelowania organizacji w istotny sposób bierze pod uwagę normy. Na każdym poziomie modelowania organizacji w sposób normalny należy dobrać odpowiednie narzędzie. Na rys. 2 przedstawione są trzy poziomy i narzędzia modelowania działania organizacji z wykorzystaniem logik nieklasycznych.

Poziom	Przykład	Narzędzie
Normy	Prawo, instrukcje, zarządzenia	Logika domniemań
Reguły biznesowe	Procesy biznesowe	Logika deontyczna
Workflow	Proces workflow	Logika akcji

Rys. 2. Narzędzia logiki do modelowania procesów biznesowych

Źródło: [Kędziński04].

2. Logika domniemań

Logika domniemań została wymyślona przez profesora Donalda Nute'a w połowie lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku [Nute87, Nute94]. Logika domniemań jest formalizmem sceptycznym oznaczającym, że nie wspomaga konkluzji sprzecznych. Zamiast tego szuka rozwiązań różnic. W przypadkach gdy nie istnieje wsparcie dla wnioskowania A, a także dla wnioskowania not A, logika nie wnioskuje o obu (A i not A), dlatego nazywa się ją „sceptyczną”. Jeśli wnioskowanie wspomaga A z wyższym priorytetem aniżeli wspomaganie not A, wtedy zostanie wyprowadzony wniosek A. Wnioskowanie sceptyczne jest odpowiednie do badania przepisów. Osoby podlegające określonym przepisom są zainteresowane przede wszystkim otrzymaniem poprawnej rady bez stawiania ich w konfliktowej sytuacji. Projektanci przepisów powinni móc wykryć anomalie w przepisach mogących prowadzić do konfliktu, którego nie da się rozwiązać.

Zbiór przepisów może być zapisany jako teoria domniemań, będąca bazą wiedzy w logice domniemań. Składają się na nią następujące rodzaje wiedzy [Antoniou01, Antoniou00]:

- 1) fakty,
- 2) reguły bezpośrednie (strict), \rightarrow
- 3) reguły domniemań (defeasible), \Rightarrow
- 4) reguły anulowań (defeaters) κ
- 5) relacja nadrzędności.

Fakty oznaczają elementarne porcje informacji, które można uważać za prawdziwe bez odniesienia się do innych jednostek wiedzy. Przykładem faktu może być to, iż Jan jest podwładnym:

podwładny (Jan)

Reguły bezpośrednie i reguły domniemań są przedstawiane jako wyrażenia postaci:

$$A_1, \dots, A_n \rightarrow B$$

$$A_1, \dots, A_n \Rightarrow B$$

gdzie A_1, \dots, A_n jest zbiorem (dopuszcza się także zbiór pusty) przesłanek, B zaś jest konkluzją reguły.

Reguły bezpośrednie są regułami w sensie klasycznym: jeżeli przesłanki reguły są dane, można zastosować regułę do uzyskania wniosku. Jeśli przesłanki są oczywiste (niedyskusyjne, np. są faktami), to wniosek też jest oczywisty. Przykładem reguły bezpośredniej jest „każdy podwładny jest osobą”. Zapis formalny tej reguły jest następujący:

$$\text{podwładny}(X) \rightarrow \text{osoba}(X)$$

Regułami domniemań są tu reguły, które można unieważnić przez przeciwne dowody (sprowadzenie do sprzeczności). Przykładem takiej reguły może być „każ-

da osoba posiada zdolność (uprawnienia) do wykonywania prawnych czynności w pewnym zasięgu, o ile prawo nie stanowi inaczej” Formalna postać takiej reguły jest następująca:

$$\text{osoba } (X) \Rightarrow \text{posiadać_Zdolność_Prawną } (X)$$

Zasadą tej reguły jest, iż jeśli wiadomo o kimś, że jest osobą, wtedy wnioskuje się o danej osobie to, że posiada zdolność do czynności prawnych tak długo, dopóki inne przesłanki (dowody) nie zasugerują sytuacji przeciwnej.

Regułami anulowań są nazywane te reguły, które nie mogą być użyte do wprowadzenia żadnego wniosku. Wykorzystuje się je do odrzucenia pewnych reguł domniemań przez wygenerowanie dowodu sprzeczności (wskazanie kontrprzykładu). Służą one głównie do zapobieżenia wyciągnięciu wniosków anizeli do wspomnienia ich wyciągnięcia. Mamy na przykład regułę: „jeśli zwierzę jest ciężkie, to nie jest zdolne do latania”, co formalnie zapisuje się:

$$\text{niepełnoletni } (X) \kappa \text{ posiadać_Zdolność_Prawną } (X)$$

Znaczenie powyższej reguły jest następujące: informacja o tym, że osoba jest niepełnoletnia, nie jest wystarczającym dowodem do wyciągnięcia wniosku o tym, że nie posiada zdolności prawnej. Jest to tylko dowód na to że osoba może nie mieć zdolności prawnej. Innymi słowy, nie chcemy konkludować: \neg posiadać_Zdolność_Prawną, jeśli osoba jest niepełnoletnia, a chcemy tylko zapobiec wnioskowi posiadać_Zdolność_Prawną.

Między regułami zachodzi relacja nadrzędności, wykorzystywana do określania priorytetów zachodzących między regułami. Oznacza to nadanie pierwszeństwa wnioskowi wypływającemu z jednej reguły nad konkluzją drugiej. Dla przykładu rozpatrzmy dwie reguły domniemania:

$$r1 \text{ osoba } (X) \Rightarrow \text{posiadać_Zdolność_Prawną } (X)$$

$$r2 \text{ podwładny } (X) \Rightarrow \text{not posiadać_Zdolność_Prawną } (X)$$

Reguły te są sprzeczne, a więc nie da się wyprowadzić wniosku o tym, czy podwładny posiada zdolność prawną, czy też jej nie posiada. Po wprowadzeniu relacji nadrzędności $>$ określającej $r2 > r1$ można faktycznie wywnioskować, iż podwładny nie posiada zdolności prawnej.

W relację nadrzędności wyposaża się system tylko wtedy, kiedy zachodzi potrzeba określenia priorytetu między regułami. Należy zauważyć, że cykliczność zachodząca w relacji nadrzędności jest przeciwna naszej intuicji. Nie jest pożądane, aby zachodziło równocześnie $r1 > r2$ i $r2 > r1$. Relacja nadrzędności wymaga więc cechy acykliczności.

Formalne przedstawienie logiki domniemań jest następujące. Reguła r składa się z poprzedników (lub ciała) $A(r)$, które są skończonym zbiorem literałów, ze strzałki oraz z konsekwencji (rezultatu, wyniku) $C(r)$ który jest literałem. Istnieją trzy rodzaje strzałek: \rightarrow , \Rightarrow oraz κ . Odnoszą się one odpowiednio do reguł bezpo-

średnich, domniemań i anulowania. Jeśli ciało reguły jest puste lub składa się tylko z jednej formuły, to w przykładach mogą one być opuszczone.

Jeśli dany jest zbiór reguł R , to R_s oznacza zbiór reguł bezpośrednich, R_{sd} zbiór reguł bezpośrednich i domniemań, R_d zbiór reguł domniemań R_{df} zaś anulowań (odrzuć). Zapis $R[q]$ oznacza zbiór reguł w R z konsekwencją q .

Teoria domniemań D jest definiowana jako struktura $D = (F, R, >)$, gdzie:

F jest skończonym zbiorem faktów,

R jest skończonym zbiorem reguł,

$>$ jest binarną relacją określoną na zbiorze R .

Wnioskiem w D jest oznakowany literał, mogący przyjąć wartość ∂ lub Δ , dodatkowo wzbogacony symbolem $+$ lub $-$. Następujące cztery oznaczenia pokazują, w jaki sposób wyrażenie zostało wykazane w D .

$+\Delta q$ oznacza, że q jest definitywnie wyprowadzane w D (tylko przy zastosowaniu reguł bezpośrednich),

$-\Delta q$ oznacza, że można wykazać iż q nie jest definitywnie wyprowadzane w D ,

$+\partial q$ oznacza, że q jest wyprowadzane w D ,

$-\partial q$ oznacza, że można wykazać iż q nie jest w sposób domniemany wyprowadzane w D .

Zasadniczo wniosek B jest wspomagany, jeśli istnieje reguła, której konkluzją jest B , poprzedniki są albo wspomagane, albo dane w tym przypadku, silniejsza zaś reguła, której konkluzją jest not B , ma poprzedniki, które nie są spełnione do wspierania (są obalane).

Dowodzenie jest oparte na idei wyprowadzania (lub dowodu) w $D = R$. Wyprowadzenie jest skończoną sekwencją $P = (P(1), \dots, P(n))$ oznakowanych literałów spełniających cztery warunki (odpowiadające regułom wnioskowania dla każdego z czterech rodzajów wnioskowania. $P(1..i)$ oznacza początkową część sekwencji P o długości i .

$+\Delta$:

Jeśli $P(i + 1) = +\Delta q$, to

$$\exists r \in R_s[q]$$

$$\forall a \in A(r) : +\Delta a \in P(1..i)$$

$-\Delta$:

Jeśli $P(i + 1) = -\Delta q$, to

$$\forall r \in R_s[q]$$

$$\exists a \in A(r) : -\Delta a \in P(1..i)$$

Definicja Δ określa dokładnie łańcuchowanie wprzód reguł bezpośrednich. Aby literał q mógł być definitywnie dowiedziony, musimy znaleźć regułę bezpośrednią z głową q , której wszystkie poprzedniki zostały już uprzednio definitywnie udowodnione. Aby ustanowić, że q nie może być udowodnione, definitywnie należy wykazać, że dla każdej reguły bezpośredniej z głową q istnieje co najmniej jeden poprzednik, który był już pokazany jako niewyprowadzany.

Dowodzenie w logice domniemań jest jednak bardziej złożone. Zanim podana zostanie formalna definicja, zostanie przedstawiona jej idea. Dowód domniemania literału p składa się z trzech etapów. W pierwszym etapie reguła bezpośrednia lub domniemania jest wykorzystywana w celu wsparcia wniosku, następnie rozważany jest atak na wniosek z zastosowaniem reguł do negacji $\neg p$. Atak się nie udaje, jeśli każda reguła dla $\neg p$ jest odrzucana (jest możliwe dowiedzenie, iż część poprzedników nie jest wyprowadzana domyślnie) albo nie można dostarczyć mocniejszego kontrprzykładu (dowodu zaprzeczenia), czyli wtedy, gdy nie można zastosować reguł bezpośrednich lub reguł domniemania mocniejszych aniżeli reguła atakująca p . Jest to bardziej wartościowe aniżeli niemożność anulowań w ostatnim etapie.

$+\partial$: Jeśli $P(i+1) = +\partial q$, to albo

(1) $+\Delta q \in P(1..i)$ albo

(2.1) $\exists r \in Rsd[q] \forall a \in A(r); +\partial a \in P(1..i)$ oraz

(2.2) $-\Delta \sim q \in P(1..i)$ i

(2.3) $\forall s \in R[\sim q]$ albo

(2.3.1) $\exists a \in A(s) : -\partial a \in P(1..i)$ albo

(2.3.2) $\exists t \in Rsd[q]$ takie, że $\forall a \in A(t); +\partial a \in P(1..i)$ i $t > s$.

$-\partial$: Jeśli $P(i+1) = -\partial q$, to

(1) $-\Delta q \in P(1..i)$ i

(2.1) $\forall r \in Rsd[q] \exists a \in A(r) : -\partial a \in P(1..i)$ lub

(2.2) $\Delta \sim q \in P(1..i)$ lub

(2.3) $\exists s \in R[\sim q]$ takie, że

(2.3.1) $\forall a \in A(s) ; +\partial a \in P(1..i)$ i

(2.3.2) $\forall t \in Rsd[q]$ albo $\exists a \in A(t) : -\partial a \in P(1..i)$ albo $t \leq s$.

Mamy dwie możliwości pokazania, że q ma dowód w logice domniemań:

1) ukazując, że q jest już definitywnie dowiedziony lub

2) dowodząc q z wykorzystania części domniemań D .

Wymaga się (potrzebujemy), aby istniała reguła bezpośrednia lub domniemań z głową q , którą można zastosować. (2.1) Potrzebujemy rozważyć możliwe „ataki”, czyli łańcuchy wnioskowania we wspomaganium $\sim q$. Mówiąc bardziej precyzyjnie, do dowiedzenia domniemania q należy pokazać, iż każdy komplementarny (uzupełniający, dopełniający) literał nie jest definitywnie wyprowadzalny (2.2). Należy również (2.3) rozważyć zbiór wszystkich reguł dla $\sim q$, o których nie wiadomo, że były nieodpowiednie (nienadające się do zastosowania) i których głową jest $\sim q$. Zasadniczo każda taka reguła atakuje konkluzję q . Aby można było dowieść q , każda taka reguła s musi być kontratakowana przez regułę t z głową q posiadającą następujące własności:

1) t musi być stosowana w tym punkcie,

2) t musi być silniejsza niż s .

Tak więc każdemu atakowi (próbie obalenia) na wniosek q musi odpowiedzieć kontratak reguły silniejszej.

3. Przykład zastosowania logiki domniemań do modelowania zachowań klienta komisju samochodowego

Handel brokerski odbywa się za pośrednictwem niezależnego pośrednika (broker). Zadaniem brokera jest dopasowanie wymagań kupującego i sprzedającego i ewentualne zaproponowanie transakcji, jeśli wszystkie strony zadowolone są z kontraktu. Jako przykład rozpatrywana będzie następująca sytuacja. Klient zgłasza się do brokera, informując go o chęci nabycia samochodu co najwyżej pięcioletniego, o pojemności silnika powyżej 1600 ccm, w cenie około 13 000. Klient jest elastyczny i zapłaci więcej (ale tylko do 15 000) za większy i nowszy samochód. Klient gotów jest dopłacić 1000 za każde 100 ccm pojemności silnika więcej i 3000 za każdy rok mniej. Dla klienta ważniejsze jest zmieszczenie się w cenie 13 000 niż wiek i pojemność auta. Jeśli miałby wybierać wolałby auto nowsze aniżeli większe.

Broker posiada pięć samochodów do sprzedaży. Tabela 1 przedstawia ich parametry pojemnościowe, wiekowe i cenowe. W tabeli celowo pominięto (być może istotne dla wielu nabywców parametry, jak kolor czy też przebieg w km) inne parametry, a to ze względu na wielkość prezentowanego modelu.

Przedstawiony proces przebiegać będzie w dwu etapach. W fazie pierwszej wybierane (filtrowane) są samochody spełniające wymagania klienta. W tym momencie wybierany jest najbardziej odpowiedni samochód. Ten fragment procesu można przedstawić jako dwie powiązane teorie domniemań: pierwszą dla odfiltrowania, a drugą dla wyboru. Formalny zapis pierwszej teorii jest następujący:

$$D_f = (F_f, R_f, >_f, C_f)$$

i zawiera następujące predykaty:

- pojemność (x) pojemność silnika samochodu
- wiek (x) wiek oferowanego samochodu,
- oferta (x, y) oznacza kwotę, jaką klient y jest gotów zapłacić za samochód x ,
- cena (x, y) oznacza cenę (y) samochodu (x),
- akceptowalny (x) oznacza, czy parametry samochodu x spełniają warunki klienta.

Tabela 1. Przykładowe parametry oferowanych samochodów

Samochód	Pojemność silnika (w ccm)	Wiek	Cena
1	1600	2	14000
2	1700	1	15000
3	2000	5	17000
4	1500	3	12500
5	1800	3	15000

Zbiór faktów (Ff) jest dokładnie zbiorem predykatów, które mogą być wydedukowane z tab. 1, reguły zaś (Rf) mają następującą postać:

- f_1 pojemność(x) < 1600 ccm $\Rightarrow \neg$ akceptowalny(x)
- f_2 wiek(x) > 5 lat $\Rightarrow \neg$ akceptowalny(x)
- f_3 cena(x, y), y > 15000 $\Rightarrow \neg$ akceptowalny(x)
- f_4 \Rightarrow oferta(x, 13000)
- f_5 pojemność(x) > 1600 ccm \Rightarrow oferta(x, (13000 + g(pojemność(x))))
- f_6 wiek(x) < 5 lat \Rightarrow oferta(x, (13000 + h(wiek(x))))
- f_7 wiek(x) < 5 lat, pojemność(x) > 1600 ccm \Rightarrow oferta(x, (13000 + g(pojemność(x)) + h(wiek(x))))
- f_8 oferta(x, y) \Rightarrow akceptowalny(x)
- f_9 oferta(x, y), cena(x, z), y < z $\Rightarrow \neg$ akceptowalny(x)

- funkcja g(pojemność(x)) przedstawia gotowość powiększenia zapłaty ze względu na pojemność silnika większą niż 1600;
- funkcja h(wiek(x)) przedstawia gotowość powiększenia zapłaty ze względu na wiek samochodu mniejszy niż 5 lat.

Relacja nadrzędności $>_f$ jest określona następująco:

$$f_1 >_f f_8, f_2 >_f f_8, f_3 >_f f_8, f_9 >_f f_8$$

dla reguł dotyczących akceptowania oraz

$$f_5 >_f f_4, f_6 >_f f_4, f_7 >_f f_4, f_7 >_f f_5, \text{ i } f_7 >_f f_6$$

dla reguł odnoszących się do oferowania.

Funkcja C odwzorowuje każdy literał na jego zaprzeczenie. Więcej, dla każdych x, y mamy odwzorowanie takie, że oferta(x, z) taka że z \neq y zachodzi C(oferta(x, y))

Pierwsze trzy reguły podają wymagania minimalne, reguła czwarta opisuje podstawową ofertę dla samochodu, reguły pięć do siedem zaś charakteryzują elastyczność zachowania klienta na ofertę samochodu nowszego lub o większym silniku. Reguła dziewiąta przedstawia dwie rzeczy: że samochód x spełnia wymagania klienta oraz że klient złożył swą ofertę ceny y na ten samochód. Reguła ósma precyzuje odpowiedniość ceny za samochód dla klienta. Warunek C stwierdza, że istnieje co najwyżej jedna oferta dla danego samochodu.

Druga teoria (D_w) dla wyboru wymaga następujących predykatów:

- min_cena(x) oznacza, że samochód x jest najtańszy z wybranych,
- min_wiek(x) oznacza, że samochód x jest najmłodszy z wybranych,
- max_pojemność(x), który oznacza, że samochód x ma największą pojemność silnika,
- kupno(x) oznaczający, że samochód x jest najodpowiedniejszym kandydatem do zakupu.

Reguły wyboru najbardziej odpowiedniego samochodu są następujące:

$$w_1 \quad \text{min_cena}(x) \Rightarrow \text{kupno}(x)$$

$$w_2 \quad \text{min_wiek}(x) \Rightarrow \text{kupno}(x)$$

$$w_3 \quad \text{max_pojemność}(x) \Rightarrow \text{kupno}(x)$$

zaś relacja nadrzędności reguł podana jest następująco:

$$c_1 >_w c_2, \quad c_1 >_w c_3, \quad c_2 >_w c_3.$$

Skoro tylko jeden samochód może być wybrany, odpowiednie literały są w związku:

$$C(\text{kupno})(x) = \{\neg \text{kupno}(x)\} \cup \{\text{kupno}(y) \mid y \neq x\}$$

Posiadając tak przygotowane teorie, można przystąpić do precyzyjniejszego rozpatrywania przebiegających procesów filtrowania i wyboru. Spróbujmy wziąć pod uwagę pierwszy samochód. Pierwsze trzy reguły nie mają zastosowania w odniesieniu do niego, tak więc aby sprawdzić, czy jest on odpowiedni, należy obliczyć jego wartość. Nie należy stosować reguł f_5 oraz f_7 . Zarówno reguły f_4 , jak i f_6 można zastosować, przy czym reguła f_6 jest mocniejsza. Nie istnieje reguła anulowania, czyli że można wnioskować $+\text{deferta}(1, 139000)$. Od tego momentu reguła f_9 staje się możliwa do zastosowania, odrzuca ona regułę f_8 , czyli że można wyprowadzić $-\text{akceptowalny}(1)$. Tak więc pierwszy samochód jest zbyt drogi i nie jest on odpowiednim kandydatem do zakupu.

Rzut oka na tab. 1 pokazuje, iż można bardzo łatwo wyprowadzić $-\text{akceptowalny}(3)$ oraz $-\text{akceptowalny}(4)$. Samochód trzeci po zastosowaniu reguły f_1 ze względu na zbyt małą pojemność silnika, samochód czwarty zaś po zastosowaniu reguły f_3 , czyli że jego cena przekroczyła górną granicę. Reguły f_1 do f_3 nie mają zastosowania do samochodów 2 i 5. Podobnie jak to uczyniono w przypadku samochodu pierwszego można określić wartości samochodów. I tak stosując regułę f_7 , wyprowadza się $+\text{deferta}(2, 152000)$ oraz $+\text{deferta}(5, 156000)$. Te wyniki pozwalają na zastosowanie reguły f_9 do obu samochodów. Otrzymujemy $+\text{akceptowalny}(2)$ oraz $+\text{akceptowalny}(5)$. Do drugiej fazy wyboru przechodzą więc samochody 2 i 5.

Faktyczna teoria domniemań składa się obecnie z następujących reguł:

$$r_1 \quad \text{min_cena}(2) \Rightarrow \text{kupno}(2)$$

$$r_2 \quad \text{min_cena}(5) \Rightarrow \text{kupno}(5)$$

$$r_3 \quad \text{min_wiek}(2) \Rightarrow \text{kupno}(2)$$

$$r_4 \quad \text{min_wiek}(5) \Rightarrow \text{kupno}(5)$$

$$r_5 \quad \text{max_pojemność}(2) \Rightarrow \text{kupno}(2)$$

$$r_6 \quad \text{max_pojemność}(5) \Rightarrow \text{kupno}(5)$$

przy czym zachodzi następująca hierarchia reguł:

$$r_1 > r_3, \quad r_1 > r_4, \quad r_1 > r_5, \quad r_1 > r_6,$$

$$r_2 > r_3, \quad r_2 > r_4, \quad r_2 > r_5, \quad r_2 > r_6,$$

$$r_3 > r_5, \quad r_3 > r_6, \quad r_4 > r_5, \quad r_4 > r_6.$$

Literaly uzupełniające są teraz zdefiniowane następująco:

$$C(\text{kupno}(2)) = \{\neg \text{kupno}(2), \text{kupno}(5)\},$$

$$\text{i } C(\text{kupno}(5)) = \{\neg \text{kupno}(5), \text{kupno}(2)\},$$

co oznacza, że tylko jeden samochód może być kupiony. Reguły r_1 oraz r_2 nie są stosowane, albowiem nie ma samochodu o niższej cenie. Reguły r_4 i r_5 nie są aplikowane, ponieważ samochód 5 nie jest najnowszy, a drugi nie ma silnika o większej pojemności. Zastosowanie reguł r_3 oraz r_6 (przy czym r_3 jest silniejsza od r_6) prowadzi do wniosku $+\text{dkupno}(2)$. Oznacza to tyle, iż samochód drugi najbardziej odpowiada wymaganiom klienta.

4. Zakończenie

Podczas modelowania systemu norm w logice domniemań pojawia się szereg problemów, do których zaliczyć można następujące:

- Hierarchia przepisów. Często przepisy są ułożone w sposób hierarchiczny. Na przykład nad regulaminem studiów znajdują się przepisy ogólniejsze (zarządzenia ministra, ustawy), które w przypadku pojawienia się konfliktu mają zastosowanie jako silniejsze. System normatywny można przedstawić jako zbiór norm:

$$\Theta = \{ r_1, r_2, \dots, r_n \}.$$

Rozwiązywanie konfliktów norm formalnie można zapisać jako $r > r'$, co oznacza, że norma r wygrywa (ma wyższy priorytet), jeśli jest w konflikcie z normą r' . W bardzo prostych systemach normatywnych takie specyfikacje mogą jawnie przedstawiać priorytety dla wszystkich norm, czyli podawać wartości funkcji $>(r, r')$ dla wszystkich par r i r' .

W systemach bardziej skomplikowanych stosujących złożone kryteria, korzysta się z relacji uporządkowania norm i ich składników [NoTo97]:

- prawnicza zasada *lex specialis derogat legi generali* oznacza, że norma bardziej specyficzna wygrywa z normą bardziej ogólną,
- kryterium prawne *lex superior derogat legi inferiori* określa, że norma wyższa jest ważniejsza od stojącej niżej w hierarchii,
- kryterium prawne *lex posterior derogat legi priori* określa, że ostatnia norma jest ważniejsza od poprzednich.

Można wprowadzić aksjomat mówiący o ważności norm:

$$>(r, r') \leftrightarrow \text{post}(r, r') \vee (\text{sup}(r, r') \wedge \neg \text{post}(r, r'))$$

$$\vee (\text{spec}(r, r') \wedge \neg \text{sup}(r, r') \wedge \neg \text{post}(r, r'))$$

- Możliwości czasowe i obliczeniowe. W niektórych przepisach mają zastosowanie proste obliczenia arytmetyczne. Na przykład w zdaniu „Harmonogramy zajęć dydaktycznych i sesji dziekan podaje do wiadomości studentów na dwa tygodnie przed rozpoczęciem semestru i sesji egzaminacyjnych przez wywie-

szenie na tablicy ogłoszeń właściwego dziekanatu” następuje odwołanie się do elementarnej wiedzy o następstwie czasu, liczb i znajomości kalendarza.

- Wiedza ontologiczna (o dziedzinie). Zwykle przepisy dotyczą określonej dziedziny, a więc są wypowiedzane w terminach pochodzących z danej organizacji i działań które mają regulować. Aby mieć zdolność do zrozumienia przepisów, konieczna jest nie tylko umiejętność czytania prawa, ale także znajomość rozpatrywanej dziedziny. Ta wiedza ontologiczna zawiera także warunki integralności i koniecznych ograniczeń. Na przykład w regulaminach studiów „przedmioty” mogą być zastąpione „modułami”, oceny z egzaminów zaś „punktami ECTS”.

Przedstawione podstawy logiki domniemań, a zwłaszcza relacji nadrzędności, mogą się przyczynić do wyeliminowania niejednoznaczności w interpretowaniu przepisów, ich spójności i wykryciu błędów, a szczególnie zapętleń i wzajemnego powoływania się na siebie.

Literatura

- [Antoniou00] Antoniou G., Billington D., Governatori G., Maher M., Rock A., *A Family of Defeasible Reasoning Logics and its Implementation*, [in:] W. Horn, (ed), ECAI 2000. Proceedings of the 14th European Conference on Artificial Intelligence, Amsterdam, IOS Press, 2000.
- [Antoniou01] Antoniou G., Billington D., Governatori G., Maher M., *Representation Results for Defeasible Logic*, ACM Transaction on Computational Logic, vol. 2, 2001.
- [Chen-Burger02] Chen-Burger Y., Tate A., Dave Robertson D., *Enterprise Modelling: A Declarative Approach for FBPML*, [in:] *Proceedings European Conference of Artificial Intelligence*, Knowledge Management and Organisational Memories Workshop, Lyon, France, 2002.
- [Kędziński04] Kędziński S., *Logic Support for Enterprise Modelling*, [w:] T. Porebska-Miąc, H. Sroka (red), *Systemy wspomagania organizacji SWO'2004*, Katowice 2004, s. 421-428.
- [Nute87] Nute D., *Defeasible Reasoning*, [in:] *Proc. 20 th Hawaii International Conference on System Science*, pp. 470-477. IEEE Press, 1987.
- [Nute94] Nute D. 1994, *Defeasible Logic*, [in:] Gabbay D.M., Hogger C.J. and Robinson J.A. (eds.), *Handbook of Logic in Artificial Intelligence and Logic Programming*, vol. 3, Oxford University Press, 353-395.

DEFEASIBLE LOGIC IN BUSINESS PROCESS MODELLING

Summary

There are many models of organization. Business process is one of components of enterprise model. Business process can be presented in many ways: non-formal, semiformal or formal. Formal methods are very interesting for their character especially for precisely modelling of business processes. Human actors perform business process. Defeasible logic is a suitable tool for modeling human behavior. Paper present an application of defeasible logic to modeling a simple process of buying a second hand car.