

IDŹ DO

PRZYKŁADOWY ROZDZIAŁ



SPIS TREŚCI

KATALOG KSIĄŻEK

KATALOG ONLINE

ZAMÓW DRUKOWANY KATALOG

TWÓJ KOSZYK

DODAJ DO KOSZYKA

CENNIK I INFORMACJE

ZAMÓW INFORMACJE
O NOWOŚCIACH

ZAMÓW CENNIK

CZYTELNIA

FRAGMENTY KSIĄŻEK ONLINE

Język UML 2.0 w modelowaniu systemów informatycznych

Autorzy: Stanisław Wrycza, Bartosz Marcinkowski, Krzysztof Wyrzykowski
ISBN: 83-7361-892-9
Format: B5, stron: 448



Poznaj uniwersalne narzędzie projektowania obiektowego

- Diagramy języka UML
- Modelowanie biznesowe
- Metodyki projektowe oparte na UML
- Narzędzia CASE

Rosnąca popularność programowania obiektowego zmieniła również metody modelowania systemów informatycznych. Modelowanie strukturalne zostało zastąpione przez modelowanie obiektowe. Standardem w tej dziedzinie stał się język UML (Unified Modelling Language) – graficzny system wizualizacji, specyfikowania oraz dokumentowania składników systemów informatycznych. Opis systemu wykonany za pomocą języka UML jest jednoznaczny, co bardzo ułatwia napisanie kodu źródłowego w oparciu o modele. Narzędzia do modelowania obiektowego umożliwiają wygenerowanie szkieletu klas i obiektów, a po odpowiednim zintegrowaniu ze środowiskiem programistycznym – pozwalają na dwukierunkową synchronizację modelu z kodem źródłowym. W oparciu o język UML stworzona została metodyka projektowania oprogramowania nosząca nazwę RUP (Rational Unified Process) zyskująca coraz większe uznanie. Znajomość języka UML i metodologii RUP jest dziś istotnym elementem kwalifikacji kierownika projektów informatycznych. Znajomość języka UML i metodyki RUP jest aktualnie istotnym elementem kwalifikacji analityków, projektantów i kierowników projektów informatycznych a także składnikiem nowoczesnych programów studiów informatycznych.

- Definiowanie wymagań funkcjonalnych systemu za pomocą diagramów przypadków użycia
- Strukturyzacja przypadków użycia i tworzenie diagramów klas
- Opis działania systemu w postaci diagramu czynności i diagramu stanów
- Prezentacja komunikacji pomiędzy elementami systemu za pomocą diagramu interakcji
- Tworzenie diagramów wdrożeniowych
- Modelowanie biznesowe i analityczne w metodyce RUP
- Narzędzia CASE
- Plakat syntetycznie ujmujący notację UML 2.0

Modelowanie obiektowe to technologia przyszłości. Poznaj ją już dziś



Spis treści

Wstęp	9
Część I Podstawy języka UML 2.0	13
Rozdział 1. Język UML — rozwój, struktura, pojęcia	15
Znaczenie obiektowości w modelowaniu systemów informatycznych	15
Geneza i ewolucja języka UML	17
Diagramy UML 2.0	21
Perspektywy w opisie architektury systemu	25
Mechanizmy rozszerzalności	27
Stereotyp	27
Ograniczenie	28
Metka	28
Podstawowe pojęcia	29
Pytania i zadania	30
Rozdział 2. Diagramy przypadków użycia	33
Znaczenie diagramów przypadków użycia	33
Podstawowe kategorie pojęciowe oraz notacja graficzna	34
Przypadek użycia	34
Aktor	35
Związek	36
Zaawansowane składniki diagramu	39
Rozbudowa DPU poprzez różnicowanie związków	40
Zależności zawierania	40
Zależności rozszerzania	41
Uogólnienia	43
Rodzaje aktorów	45
Liczebność	46
Nawigacja	47
Realizacja	49
Przypadki użycia typu CRUD	49
Stosowanie nazw ścieżkowych	50
Diagram kontekstowy	50
Dokumentacja przypadków użycia	51
Proces tworzenia diagramu przypadków użycia	54
Studium diagramu przypadków użycia	55
Podstawowe pojęcia	56
Pytania i zadania	57

Rozdział 3. Diagramy klas	61
Znaczenie diagramów klas	61
Podstawowe kategorie pojęciowe oraz notacja graficzna	61
Asocjacja	64
Nazwy asocjacji	65
Role	66
Nawigacja	66
Liczebność	66
Agregacja	67
Zaawansowane składniki diagramu	70
Rodzaje diagramów klas	71
Zobowiązania	71
Widoczność	72
Atrybuty i operacje statyczne	73
Nazwy klas, atrybutów i operacji	73
Notacja atrybutów i składnia operacji	74
Klasy asocjacyjne	77
Asocjacje zwrotne i wielokrotne	79
Kwalifikacja	79
Uogólnienia, klasy abstrakcyjne oraz konkretne	80
Zależność	83
Realizacja	83
Diagramy obiektów	85
Proces tworzenia diagramu klas	86
Studium diagramu klas	87
Podstawowe pojęcia	89
Pytania i zadania	91
Rozdział 4. Diagramy czynności	95
Znaczenie diagramów czynności	95
Podstawowe kategorie pojęciowe oraz notacja graficzna	96
Czynności a akcje	96
Zaawansowane składniki diagramu	99
Przepływy sterowania	99
Znacznik sterowania	99
Przepływy decyzyjne	100
Decyzja	100
Łącznik	104
Złączenie	104
Przepływy współbieżne	106
Akcje	107
Przepływy danych	111
Przełączniki danych	112
Parametr czynności	116
Wagi	117
Sygnały	118
Bufor centralny	118
Składnica danych	120
Partycje diagramów czynności	121
Obszar rozszerzenia	127
Obszar przerwania	130
Manipulator wyjątków	131

Proces tworzenia diagramu czynności	132
Studium diagramu czynności	133
Podstawowe pojęcia	135
Pytania i zadania	136
Rozdział 5. Diagramy maszyny stanowej	143
Znaczenie diagramów maszyny stanowej	143
Podstawowe kategorie pojęciowe oraz notacja graficzna	144
Zaawansowane składniki diagramu	146
Sekcje symbolu graficznego stanu	146
Klasyfikacja stanów	148
Obszary współbieżne	150
Pseudostany	152
Rodzaje przejść	157
Protokołowe maszyny stanowe	158
Maszyny stanowe zachowania	161
Zdarzenia	163
Proces tworzenia diagramu maszyny stanowej	164
Studium diagramu maszyny stanowej	165
Podstawowe pojęcia	168
Pytania i zadania	169
Rozdział 6. Diagramy interakcji	173
Interakcje	173
Diagramy interakcji	173
Składnia komunikatu	174
Podstawowe pojęcia	177
Pytania i zadania	177
Rozdział 7. Diagramy sekwencji	179
Znaczenie diagramów sekwencji	179
Podstawowe kategorie pojęciowe oraz notacja graficzna	180
Rodzaje diagramów sekwencji	180
Klasyfikator, komunikat i linia życia	181
Rodzaje klasyfikatorów	183
Ośrodek sterowania	184
Zaawansowane składniki diagramu	185
Rodzaje komunikatów	187
Tworzenie i niszczenie obiektów	190
Warunki	191
Samowywołanie	192
Iteracja	192
Rozgałęzienie	194
Fragmenty wyodrębnione i operatory interakcji	196
Przywoływane wystąpienia interakcji	214
Bramy	216
Proces tworzenia diagramu sekwencji	219
Studium diagramu sekwencji	219
Podstawowe pojęcia	223
Pytania i zadania	224

Rozdział 8. Diagramy komunikacji	231
Znaczenie diagramów komunikacji	231
Podstawowe kategorie pojęciowe oraz notacja graficzna	232
Numerowanie komunikatów	233
Zasady wprowadzania komunikatów do diagramu	234
Zaawansowane składniki diagramu	235
Izomorfizm	235
Zagnieżdżenie	235
Poprzednik	239
Współbieżność	239
Obiekty wielokrotne	240
Klasy aktywne	241
Inne kategorie zaawansowane	242
Proces tworzenia diagramu komunikacji	244
Studium diagramu komunikacji	245
Podstawowe pojęcia	247
Pytania i zadania	247
Rozdział 9. Diagramy harmonogramowania	251
Znaczenie diagramów harmonogramowania	251
Podstawowe kategorie pojęciowe oraz notacja graficzna	252
Zaawansowane składniki diagramu	253
Zdarzenia i ograniczenia czasowe	253
Alternatywne sposoby prezentacji stanów	254
Harmonizacja linii zmiany stanów	254
Przesyłanie komunikatów	256
Diagramy sekwencji a harmonogramowanie	258
Proces tworzenia diagramu harmonogramowania	259
Podstawowe pojęcia	260
Pytania i zadania	260
Rozdział 10. Diagramy sterowania interakcją	263
Znaczenie diagramów sterowania interakcją	263
Podstawowe kategorie pojęciowe oraz notacja graficzna	264
Zaawansowane składniki diagramu	266
Proces tworzenia diagramu sterowania interakcją	268
Studium diagramu sterowania interakcją	268
Podstawowe pojęcia	270
Pytania i zadania	271
Rozdział 11. Diagramy wdrożeniowe	273
Znaczenie diagramów wdrożeniowych	273
Diagramy komponentów	273
Interfejsy	277
Specyfikacja komponentów	278
Porty	280
Konektory	280
Implementacyjny diagram komponentów	281
Diagramy rozlokowania	282
Węzły	284
Ścieżki komunikowania	285
Osadzone artefakty i komponenty	286
Manifestowanie	287
Specyfikacja rozlokowania	289
Diagramy rozlokowania na poziomie fizycznym	290

Proces tworzenia diagramów wdrożeniowych	291
Podstawowe pojęcia	292
Pytania i zadania	293
Rozdział 12. Diagramy struktur połączonych	299
Znaczenie diagramów struktur połączonych	299
Podstawowe kategorie pojęciowe oraz notacja graficzna	300
Proces tworzenia diagramu struktur połączonych	302
Podstawowe pojęcia	303
Pytania i zadania	303
Rozdział 13. Diagramy pakietów	305
Znaczenie diagramów pakietów	305
Podstawowe kategorie pojęciowe oraz notacja graficzna	305
Pakiet	306
Zależność	307
Zagnieżdżenie pakietów	308
Zaawansowane składniki diagramu	309
Stereotypowanie pakietów	310
Stereotypowanie zależności	311
Proces tworzenia diagramu pakietów	312
Studium diagramu pakietów	312
Podstawowe pojęcia	314
Pytania i zadania	314
Część II Metodyki, modele i narzędzia wspomagające UML 2	317
Rozdział 14. Metodyka RUP	319
Znaczenie iteracyjno-przyrostowego procesu projektowania systemów	319
Struktura RUP	321
Dyscypliny	323
Fazy	325
Podstawowe pojęcia	327
Pytania i zadania	328
Rozdział 15. Modelowanie biznesowe	329
Znaczenie modelowania biznesowego	329
Podstawowe kategorie pojęciowe oraz notacja graficzna	330
Studium modelu biznesowego	331
Podstawowe pojęcia	341
Pytania i zadania	341
Rozdział 16. Modelowanie analityczne	343
Znaczenie modelowania analitycznego	343
Podstawowe kategorie pojęciowe oraz notacja graficzna	344
Proces tworzenia modelu analitycznego	346
Studium modelu analitycznego	349
Podstawowe pojęcia	350
Pytania i zadania	350
Rozdział 17. Komputerowe wspomaganie modelowania systemu	353
Pakiety CASE wspomagające UML i RUP	353
Zakres wspomagania diagramów UML	355
Generowanie szkieletowego kodu źródłowego	356
Inżynieria zwrotna	357
Obsługiwane platformy	358

Sparx Systems Enterprise Architect	359
Narzędzia CASE firmy IBM pod marką Rational	362
IBM Software Development Platform	362
Zastosowanie IBM Rational Software Modeler	363
Poseidon for UML	366
Platforma Eclipse	366
UML i RUP w zasobach Internetu	368
Podstawowe pojęcia	369
Pytania i zadania	369
Dodatki	371
Dodatek A Definicje i pojęcia	373
Dodatek B Notacja graficzna	381
Dodatek C Diagramy	389
Dodatek D UML 2.0 w liczbach	399
Dodatek E Słownik polsko-angielski	401
Dodatek F Słownik angielsko-polski	409
Dodatek G Spis rysunków	417
Dodatek H Spis tabel	423
Dodatek I Literatura	425
Contents	431
Skorowidz	437

Rozdział 9.

Diagramy harmonogramowania

Znaczenie diagramów harmonogramowania

Analizowane i projektowane interakcje w systemie realizowane są w określonym **czasie**. Spełnienie kryterium czasu przez interakcję jest ważnym czynnikiem oceny tych systemów — zwłaszcza systemów wbudowanych i systemów czasu rzeczywistego. Wychodząc naprzeciw tym oczekiwaniom, zaproponowano diagramy harmonogramowania.



Diagram harmonogramowania jest rodzajem diagramu interakcji, reprezentującym na osi czasu zmiany dopuszczalnych stanów, jakie może przyjmować instancja klasyfikatora uczestnicząca w interakcji.

Diagramy te stosuje się w celu sporządzenia **harmonogramów** interakcji, a więc specyfikacji interakcji instancji klasyfikatorów w aspekcie zmian czasu trwania ich stanów. Punktem wyjścia tych diagramów są podstawowe kategorie diagramów sekwencji oraz maszyn stanowych. Terminowa realizacja interakcji wymaga niekiedy wielkiej dokładności czasowej. W związku z tym na diagramach harmonogramowania można przedstawiać kolejność występowania stanów instancji klasyfikatorów oraz czas ich trwania. Wprowadzenie diagramów harmonogramowania w UML 2.0 jest istotną zmianą w stosunku do poprzednich wersji. Ich tworzenie i użytkowanie jest szczególnie zalecane w systemach o rozbudowanej dynamice.

Podstawowe kategorie pojęciowe oraz notacja graficzna

Diagramy harmonogramowania dokumentują aspekt czasu interakcji. Stąd w diagramie harmonogramowania na osi poziomej zaznacza się **skalę czasu** w postaci ustalonych odcinków. Natomiast na osi pionowej przedstawia się poszczególne instancje klasyfikatorów biorące udział w interakcji, a przy każdej z nich jej stany. Z zasady diagramy harmonogramowania tworzy się po opracowaniu diagramów sekwencji lub komunikacji. Na diagramach tych bowiem precyzyjnie wskazane są instancje klasyfikatorów występujące w systemie, a wyszczególnienie linii życia, ośrodków sterowania i komunikatów ułatwia ustalenie jednostek na skali czasu. W ten sposób osiąga się harmonizację interakcji pomiędzy instancjami klasyfikatorów w układzie czasowym. Akceptowalne jest również autonomiczne podejście do tworzenia wspomnianych diagramów, bez uwzględniania powiązanych diagramów sekwencji czy komunikacji, na podstawie innych posiadanych specyfikacji systemu.

W podstawowej postaci diagramu harmonogramowania ilustrowane są jego podstawowe **kategorie pojęciowe** (por. rysunek 9.1):

- ♦ klasyfikator,
- ♦ nazwa stanu,
- ♦ linia zmiany stanów instancji klasyfikatora.

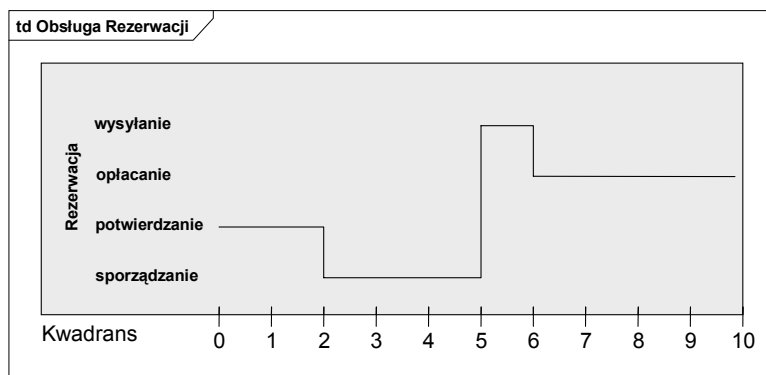
Pojęcie klasyfikatora wprowadzono i omówiono w rozdziale 1., podczas gdy powszechnie stosowane rodzaje klasyfikatorów języka UML 2 wskazano w rozdziale 7.

Lista możliwych stanów jest specyficzna dla każdej instancji klasyfikatora, jednak można wyróżnić kilka typowych **stanów** (ang. *states*), takich jak:

- ♦ bezczynność,
- ♦ czuwanie,
- ♦ oczekiwanie,
- ♦ wykonywanie,
- ♦ obliczanie.

Linia zmiany stanów (ang. *timeline*) może przedstawiać stany instancji klasyfikatora lub określonej, mierzalnej zmiennej — np. natężenia hałasu lub poziomów wybranego indeksu giełdowego. Diagram harmonogramowania w odniesieniu do instancji klasyfikatora *Rezerwacja* ze stanami *sporządzanie*, *potwierdzenie*, *opłacanie* oraz *wysyłanie* przedstawia rysunek 9.1.

Rysunek 9.1.
Diagram
harmonogramowania
dla obiektu klasy
Rezerwacja



Zaawansowane składniki diagramu

Przedstawiony na rysunku 9.1 diagram harmonogramowania jest użyteczny w dokumentowaniu stosunkowo prostych interakcji. Istnieje jednak możliwość jego rozszerzenia o szereg **zaawansowanych kategorii**, takich jak:

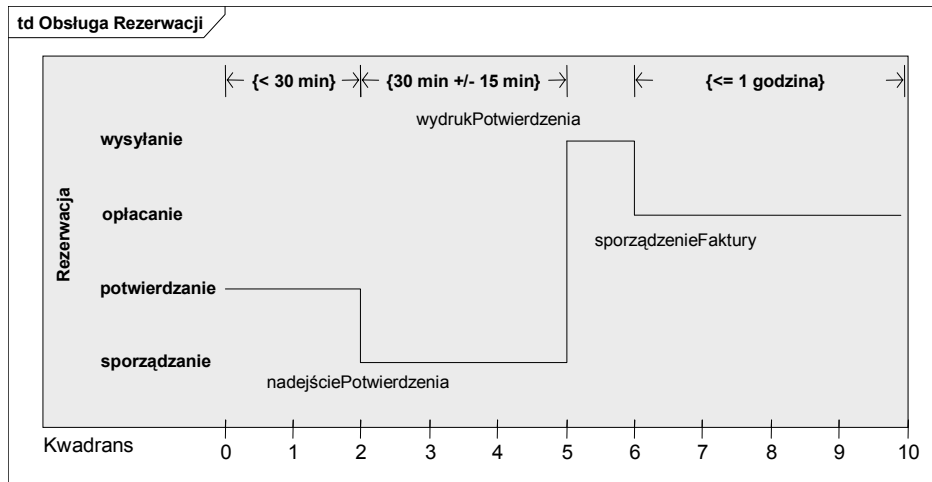
- ♦ zdarzenia,
- ♦ ograniczenia czasowe,
- ♦ alternatywne sposoby prezentacji stanów,
- ♦ harmonizacja linii zmiany stanów dla kilku instancji klasyfikatorów biorących udział w interakcji,
- ♦ przesyłanie komunikatów.

Zdarzenia i ograniczenia czasowe

Załamanie linii zmiany stanów instancji klasyfikatora oznacza wystąpienie **zdarzenia** powodującego zainicjowanie nowego stanu tej instancji. Zdarzenia w harmonogramie rezerwacji przedstawia rysunek 9.2. Sprecyzowano na nim stany instancji klasyfikatora *Rezerwacja* i czas ich trwania poprzez określenie **ograniczeń czasowych** (ang. *constraints*) w odniesieniu do stanów:

- ♦ *potwierdzanie* — {<30 min},
- ♦ *sporządzanie* — {30 min +/- 15 min},
- ♦ *opłacanie* — {<=1 godzina}.

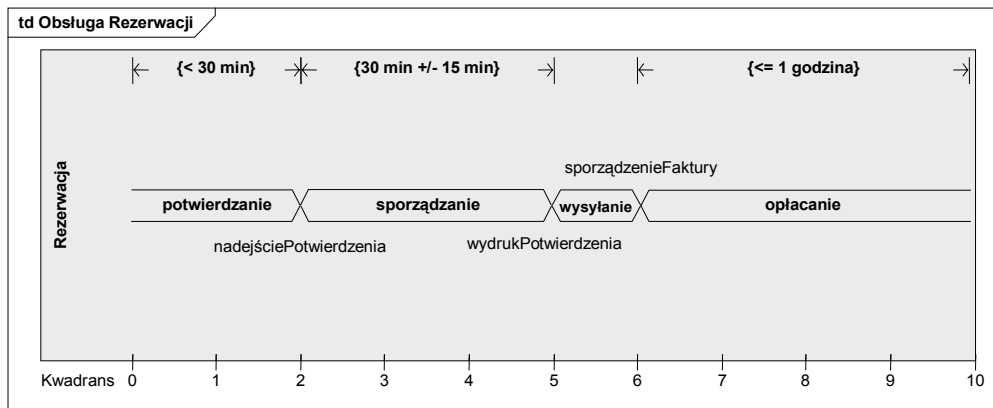
Jeśli skala czasu w sposób jednoznaczny określa długość trwania stanu, nie zaznacza się ograniczeń czasowych, co zilustrowano na rysunku 9.2 dla stanu *wysyłanie*.



Rysunek 9.2. Diagram harmonogramowania ze zdarzeniami i ograniczeniami czasowymi

Alternatywne sposoby prezentacji stanów

Poza podstawową formą prezentacji diagramów harmonogramowania istnieje **alternatywna** konwencja ich dokumentowania. Obie notacje mogą być stosowane zamiennie i wzajemnie przekształcane. Diagram harmonogramowania utworzony z wykorzystaniem alternatywnej konwencji, będący odpowiednikiem rysunku 9.2, zaprezentowano na rysunku 9.3.

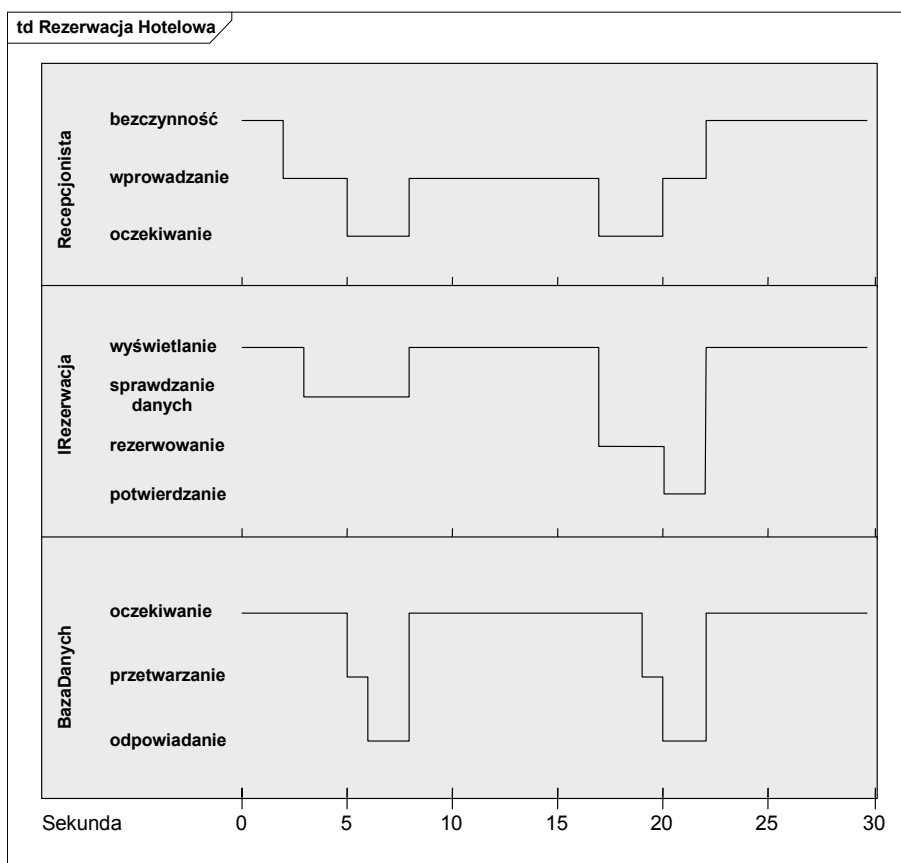


Rysunek 9.3. Alternatywna notacja diagramów harmonogramowania

Harmonizacja linii zmiany stanów

W interakcji w praktyce uczestniczy kilka, kilkanaście, a w niektórych sytuacjach nawet więcej instancji klasyfikatorów. Każda z nich może przyjmować określone stany. Diagramy harmonogramowania umożliwiają przedstawienie interakcji w pełnym

wymiarze, tzn. ze wszystkimi współpracującymi instancjami klasyfikatorów w horyzoncie czasowym harmonogramu. W tak opracowanym diagramie harmonogramowania osiąga się nie tylko specyfikację zmian stanu instancji klasyfikatora. Umożliwia on również przedstawienie interakcji instancji klasyfikatorów, które biorą udział w tej interakcji w każdym momencie okresu, dla którego jest opracowany harmonogram. Stwarza to możliwość **harmonizacji** współdziałania instancji klasyfikatorów w czasie. Harmonizacja poszczególnych instancji klasyfikatorów i ich stanów na osi czasu może być właściwie oddana wyłącznie z wykorzystaniem podstawowej notacji. Diagram na rysunku 9.4 jest przykładem harmonizacji instancji klasyfikatorów. Przedstawia przypadek rejestrowania rezerwacji w bazie danych hotelu.



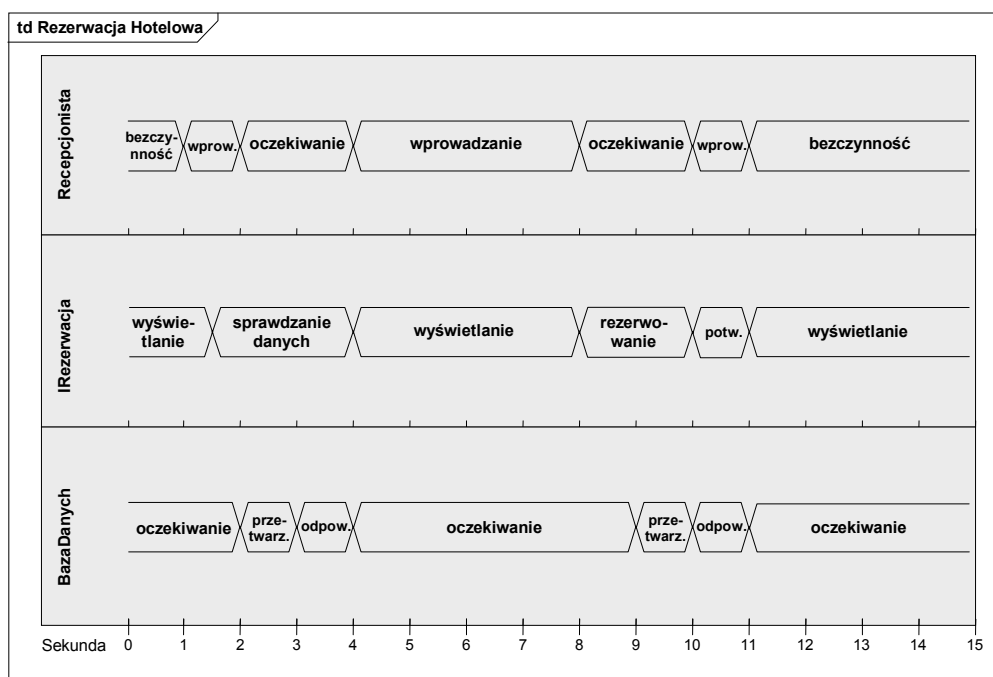
Rysunek 9.4. Harmonogramowanie rejestrowania rezerwacji hotelowej

Przypadek rejestrowania rezerwacji w bazie danych hotelu jest elementem scenariusza wyspecyfikowanego na diagramie sekwencji przedstawionym na rysunku 7.5. W przypadku tym występują trzy instancje klasyfikatorów:

- ♦ *Recepcjonista*,
- ♦ *IRezerwacja*,
- ♦ *BazaDanych*.

Na wstępie instancje te są odpowiednio w stanach: *bezczynności*, *wyświetlania* oraz *oczekiwania*. W wyniku wystąpienia konkretnego zdarzenia, tj. przyjęcia zgłoszenia klienta, recepcjonista otwiera rezerwację. Posługuje się w tym celu wyświetlaną na ekranie formatką *IRezerwacja*. *Recepcjonista* wprowadza dane, których kompletność oraz poprawność formalna jest sprawdzana przez *IRezerwację*. Następnie realizowana jest operacja przetwarzania danych — fakt dokonania rezerwacji pokoju albo pokoi jest odnotowywany w *BazieDanych*. W ramach *IRezerwacji* wyświetlane jest potwierdzenie dokonania rezerwacji. W efekcie zakończenia realizacji całej transakcji poszczególne instancje klasyfikatorów przechodzą do stanów wyjściowych.

Prezentowanie stanów kilku instancji klasyfikatorów w systemie jest możliwe także z wykorzystaniem opisanej notacji alternatywnej. Notacja ta pozwala na specyfikację stanów poszczególnych instancji względem czasu trwania tych stanów. Nie zawiera ona jednak elementu harmonizacji poszczególnych instancji klasyfikatorów i ich stanów na osi czasu (rysunek 9.5).



Rysunek 9.5. Rejestrowanie rezerwacji w bazie danych hotelu — notacja alternatywna

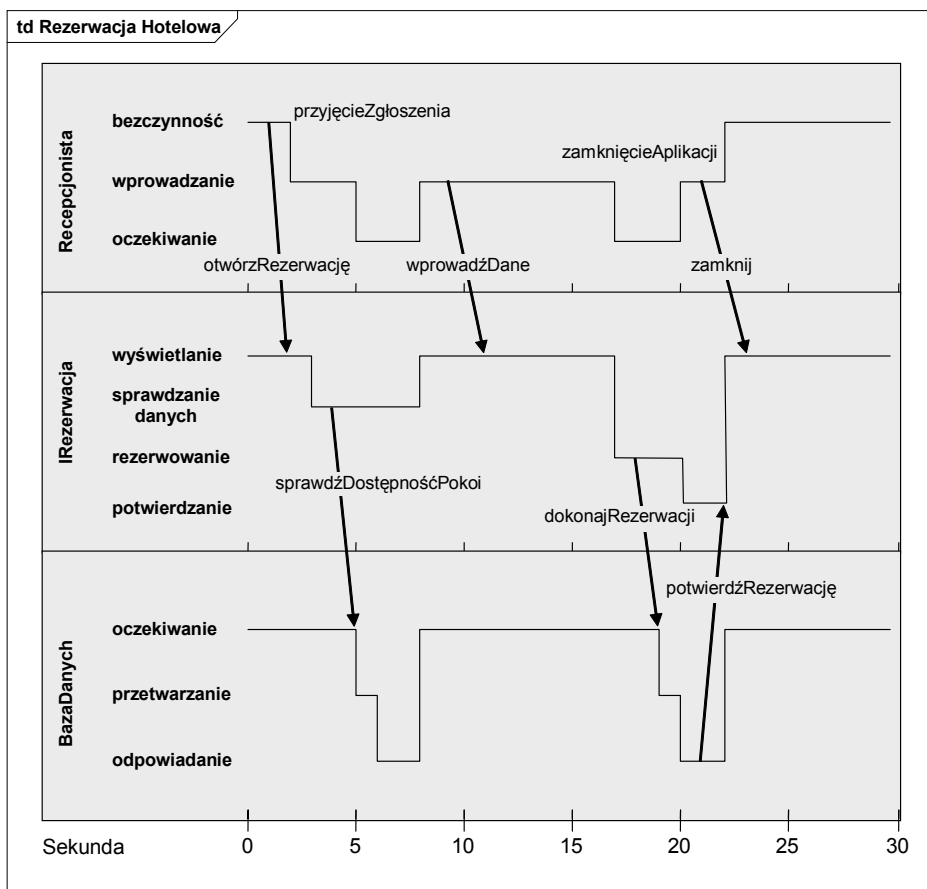
Przesyłanie komunikatów

Diagramy harmonogramowania można wzbogacić o dokumentowanie interakcji w postaci komunikatów przesyłanych między instancjami klasyfikatorów. Źródłem tej informacji są odpowiednie diagramy sekwencji lub komunikacji. W związku z tym na diagramach harmonogramowania można przedstawić wszystkie rodzaje komunikatów

omówionych w punkcie *Zaawansowane składniki diagramu* z wyjątkiem komunikatu utraconego oraz znalezionej. Na podstawie diagramu harmonogramowania przedstawionego na rysunku 9.4 wyspecyfikowano następujące komunikaty:

- ♦ *otwórzRezerwację,*
- ♦ *sprawdźDostępnośćPokoi,*
- ♦ *wprowadźDane,*
- ♦ *dokonajRezerwacji,*
- ♦ *potwierdźRezerwację,*
- ♦ *zamknij.*

Zostały one wprowadzone do diagramu harmonogramowania zilustrowanego na rysunku 9.6.



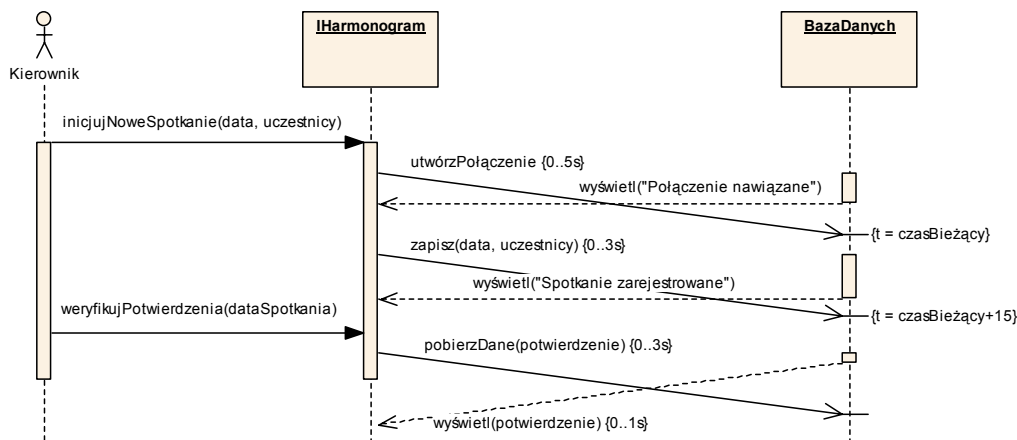
Rysunek 9.6. Komunikaty na diagramach harmonogramowania

Diagramy sekwencji a harmonogramowanie

Pewne elementy harmonogramowania, w szczególności ograniczenia czasowe, można przedstawić na diagramach sekwencji. Wprowadza się je:

- ◆ nad symbolem komunikatu pomiędzy dwoma instancjami klasyfikatorów
 - w przypadku wskazywania czasu wykonania operacji inicjowanej przez komunikat;
- ◆ równoległe do linii życia instancji klasyfikatora pomiędzy dwoma komunikatami
 - w przypadku wskazywania przedziału czasowego pomiędzy tymi komunikatami.

Określanie ograniczeń czasowych w wersjach 1.x języka UML było możliwe przede wszystkim na diagramach sekwencji. Na diagramach harmonogramowania ograniczenia przedstawia się w sposób jawny. Jednak poważnym, technicznym utrudnieniem zapisu wspomnianych ograniczeń na diagramie sekwencji jest stosowanie przy ich tworzeniu pełnej, obszernej składni komunikatu. W połączeniu z zapisem ograniczeń czasowych nadmiernie komplikuje to diagram, czyniąc go tym samym mało przejrzystym. W związku z wprowadzeniem diagramów harmonogramowania poprzednia forma zapisu ograniczeń czasowych może mieć jedynie charakter wstępny lub uproszczony. Ograniczenia czasowe na diagramach sekwencji przedstawia rysunek 9.7.



Rysunek 9.7. Ograniczenia czasowe w systemie harmonogramowania spotkań

Rysunek ten ilustruje harmonogramowanie projektów. I tak *Kierownik*, chcąc zainicjować nowe spotkanie zespołu projektowego, określa datę oraz uczestników spotkania z wykorzystaniem interfejsu *IHarmonogram*. W momencie, gdy *Kierownik* potwierdzi wybór, instancja klasyfikatora *IHarmonogram* tworzy połączenie z *BaząDanych*. Zastosowane ograniczenie czasowe wskazuje, że wykonanie operacji *utwórzPołączenie* może potrwać maksymalnie 5 sekund. W momencie uzyskania połączenia na interfejsie *IHarmonogram* wyświetlane jest stosowne potwierdzenie. Następnie realizowana jest operacja *zapisz*. Jej wykonanie powoduje zapisanie w *BazieDanych* daty spotkania

i jego składu osobowego, wcześniej określonego przez *Kierownika*. Limit czasu wykonania wspomnianej operacji wynosi 3 sekundy. Z kolei pomiędzy wywołaniem operacji *utwórzPołączenie* oraz *zapisz* upływa w systemie 15 sekund.

Po zapisaniu danych wyświetlane jest potwierdzenie zarejestrowania spotkania. Asynchronicznie w stosunku do inicjowania przez siebie nowych spotkań, *Kierownik* może weryfikować potwierdzenia obecności uczestników na innych spotkaniach projektowych. W tym celu *Kierownik* określa konkretną datę spotkania. Następnie *IHarmonogram* pobiera potwierdzenia zarejestrowane tego dnia. W efekcie realizowana jest operacja *wyświetl*, udostępniająca *Kierownikowi* potwierdzenia poszczególnych uczestników spotkań projektowych. Na wyświetlenie potwierdzeń przewidziano 1 sekundę.

Proces tworzenia diagramu harmonogramowania

Informacje przedstawiane na diagramach harmonogramowania są w znacznej mierze pochodną kategorii pojęciowych diagramów sekwencji, komunikacji oraz diagramów maszyny stanowej. Stąd w procesie tworzenia diagramów harmonogramowania wykorzystywane mogą być inne diagramy języka UML. Kluczowymi **etapami** tego procesu są:

1. identyfikacja interakcji udokumentowanej diagramem sekwencji lub diagramem komunikacji,
2. przeniesienie lub dobór klasyfikatorów,
3. identyfikacja stanów każdej instancji klasyfikatora z wykorzystaniem diagramów maszyny stanowej,
4. ustalenie horyzontu czasowego diagramu,
5. wyspecyfikowanie linii zmiany stanu instancji klasyfikatorów,
6. wprowadzenie ograniczeń czasowych dla poszczególnych stanów instancji klasyfikatora,
7. nazwanie i wprowadzenie odpowiednich zdarzeń na podstawie diagramów maszyny stanowej,
8. harmonizacja linii zmiany stanu wszystkich instancji klasyfikatorów interakcji prezentowanych na diagramie,
9. przeniesienie lub wprowadzenie komunikatów przesyłanych pomiędzy instancjami klasyfikatorów uczestniczącymi w interakcji.

Ze względu na wykorzystywanie w procesie tworzenia diagramów harmonogramowania szeregu kategorii pojęciowych innych diagramów, bardzo istotne jest zachowywanie spójności pomiędzy nimi. Proces tworzenia diagramów harmonogramowania podlega regułom iteracyjno-przyrostowego cyklu życia systemu.

Podstawowe pojęcia

Diagram harmonogramowania	Harmonizacja
Definicja	Interakcja
Klasyfikator	Iteracja
Linia zmiany stanów	Komunikat
Nazwa stanu	Przesyłanie
Notacja	Asynchroniczny
Klasyczna	Oczekujący
Alternatywna	Opcjonalny
Proces tworzenia	Synchroniczny
Diagram komunikacji	Zwrotny
Izomorfizm	Ograniczenie czasowe
Stan	Skala czasu
Bezczynność	Stan
Czuwanie	System
Obliczanie	Czasu rzeczywistego
Oczekiwanie	Wbudowany
Wykonywanie	Warunek
Diagram maszyny stanowej	Zdarzenie
Diagram sekwencji	
Ośrodek sterowania	
Linia życia	

Pytania i zadania

1. Wyjaśnij zależności pomiędzy poszczególnymi diagramami interakcji.
2. Uzasadnij potrzebę sporządzania harmonogramów interakcji.
3. Jakie rodzaje diagramów języka UML można uznać za źródłowe dla diagramów harmonogramowania? Wyjaśnij dlaczego.
4. Wymień przykłady instancji klasyfikatorów, których stany mogą być odzwierciedlane na diagramie harmonogramowania. Wskaż typowe stany dla każdego z nich.

5. Czym jest linia zmiany stanu instancji klasyfikatora? Co oznaczają jej załamania?
6. Opierając się na diagramach 7.24 oraz 5.13, sporządź diagram harmonogramowania opisujący funkcjonowanie:
 - ♦ *Licytacji*,
 - ♦ *Egzaminu*.
7. Jakich aspektów dotyczą zaawansowane kategorie pojęciowe diagramów harmonogramowania?
8. Na diagramie harmonogramowania instancji klasyfikatora *Licytacja* (pytanie 6.) zaznacz i nazwij zdarzenia.
9. Uzupełnij tak sporządzony diagram o ograniczenia czasowe. Przekształć stosowaną na nim notację w alternatywną.
10. W jakim celu stosuje się harmonizację? Jakie warunki muszą być spełnione, aby zaprezentowanie harmonizacji na diagramie było możliwe?
11. Opierając się na rysunku 7.17, sporządź diagram harmonogramowania. Obligatoryjnie uwzględnij komunikaty.
12. Odwołaj się do strony internetowej www.bankier.pl. Wybierz produkty finansowe o notowaniach skokowych. Na ich podstawie opracuj stosowny diagram harmonogramowania.
13. Porównaj użyteczność i przejrzystość zapisu ograniczeń czasowych na diagramach harmonogramowania i diagramach sekwencji. Zilustruj wnioski graficznie, korzystając z diagramu zamieszczonego na rysunku 9.2.
14. Jak przebiega proces tworzenia diagramów harmonogramowania? Uzasadnij jego poszczególne etapy.