

Diagramy stanu = diagram maszyny stanowej

Podstawowym zadaniem analizy dynamicznej jest zidentyfikowanie operacji możliwych do wykonania na obiektach klas, poprzez śledzenie zmian stanów obiektów w odpowiedzi na przychodzące do nich zdarzenia, specyfikowanie sekwencji czynności niezbędnych do realizacji zlecanych zadań czy też specyfikowanie sposobu realizacji tych zadań przez system w terminach współpracujących obiektów. W efekcie powstaje model dynamiczny, opisywany za pomocą kilku rodzajów diagramów, z których każdy koncentruje się na nieco innym aspekcie analizy zachowań.

Diagramy stanów przedstawiają schemat zmieniania się stanu obiektów na skutek zachodzących zdarzeń.

Obiekt, w świetle swoich własności (m.in. unikatowa tożsamość, wartości atrybutów, powiązania z innymi obiektami i zachowanie), może być postrzegany jako automat o skończonej liczbie stanów, czyli jako *maszyna stanów*, która może znajdować się w danym momencie w jednym z wyróżnionych stanów, a także może oddziaływać na otoczenie i wzajemnie. Maszyna stanów jest grafem skierowanym, którego wierzchołki stanowią stany obiektu, a łuki opisują przejścia pomiędzy stanami. Przejścia między stanami następują w wyniku reakcji na wystąpienie pewnych zdarzeń w systemie bądź jego otoczeniu. Zazwyczaj tego rodzaju maszyna stanów jest przypisana do jednej klasy i stanowi model historii życia dla obiektów tej klasy. Historia życia jest opisem wszystkich możliwych stanów obiektu (począwszy od momentu utworzenia obiektu aż do usunięcia informacji o nim z systemu) i wszystkich możliwych przejść pomiędzy stanami. Pomysł maszyny stanów może także zostać zastosowany do opisu przepływu sterowania w trakcie realizacji przypadków użycia, operacji, kolaboracji, ale do tego rodzaju zadań zaleca się raczej wykorzystywanie diagramów aktywności.

Stan obiektu - dotyczy pewnego fragmentu historii życia obiektu i (w zależności od przyjętej definicji) opisuje pewien aspekt tej historii. Poniżej przedstawiono trzy najbardziej popularne definicje stanu obiektu:

- stan obiektu jest określony przez aktualne powiązania i wartości atrybutów obiektu;
- stan to okres czasu, w którym obiekt oczekuje na zdarzenie;
- stan to okres czasu, w którym obiekt przetwarza pewne dane.

Na przykład, według pierwszej definicji, pewien stan obiektu klasy *Osoba* może być określony przez poniższy zestaw wartości atrybutów:

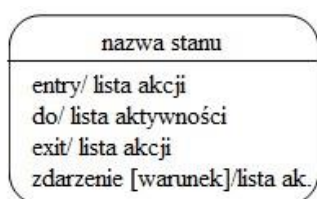
nazwisko = "Kowalski"

imię = "Adam"

zatrudniony w = "Firma a"

Obiekt pozostaje w danym stanie do momentu wystąpienia zdarzenia, które spowoduje zmianę tego stanu na inny. W przykładzie powyżej, zmianę stanu obiektu spowodowałaby na przykład zmiana wartości atrybutu *zatrudniony* w z "Firma a" na "Firma b". Potencjalnie nawet dla pojedynczego obiektu może istnieć bardzo duża liczba stanów. Oznacza to, że liczba stanów dla całego systemu, która jest określona przez liczbę wszystkich możliwych stanów dla wszystkich obiektów wszystkich klas, może być olbrzymia. Z tego względu w praktyce zazwyczaj uwzględniane są tylko niektóre stany, najważniejsze w kontekście modelowanego fragmentu dziedziny problemowej.

Notacja dla stanu - na diagramie stan jest oznaczany za pomocą prostokąta z zaokrąglonymi rogami. Stan może mieć nazwę, ale często jest charakteryzowany jedynie poprzez wewnętrzne operacje czy wewnętrzne zdarzenia.



- *entry*: specyfikuje listę akcji wykonywanych podczas wchodzenia do stanu;
- *do*: specyfikuje listę aktywności wykonywanych w czasie pozostawania obiektu w danym stanie;
- *exit*: specyfikuje listę akcji wykonywanych podczas wychodzenia ze stanu;

Nazwa stanu, zdarzenia i operacje wewnętrzne (poprzedzone słowami kluczowymi) są opcjonalne. Nie wymaga się przestrzegania kolejności słów kluczowych, tzn. np. *entry* nie musi występować przed *do*, itd. Obsługa dla zdarzeń i realizacje dla akcji/aktywności powinny być zdefiniowane w postaci operacji w klasie, dla której została zbudowana maszyna stanów. Określenie klasy - właściciela operacji - staje się znacznie bardziej złożone, gdy notacja diagramu stanów jest wykorzystywana do opisu przepływu sterowania. W takiej sytuacji należy zidentyfikować klasy odpowiedzialne za obsługę każdego ze zdarzeń i za realizację każdej akcji czy aktywności.

Rodzaje stanów

Stan	Znaczenie	Notacja
<i>prosty</i>	stan nie posiadający <i>podstanów</i> (czyli innych stanów wchodzących w jego skład)	
<i>złożony sekwencyjny</i>	stan złożony z jednego lub więcej podstanów; tylko jeden z podstanów jest aktywny wówczas, gdy jako całość aktywny jest stan złożony	
<i>złożony współbieżny</i>	stan podzielony na dwa lub więcej współbieżnych podstanów; wszystkie podstany są jednocześnie aktywne wówczas, gdy jako całość aktywny jest stan złożony	
<i>początkowy</i>	<i>pseudostan</i> (tzn. stan pełniący tylko funkcje pomocnicze) służący do oznaczenia punktu startowego (początku istnienia obiektu w systemie)	•
<i>końcowy</i>	<i>pseudostan</i> służący do oznaczenia punktu finalnego (końca istnienia obiektu w systemie)	●
<i>węzeł</i>	<i>pseudostan</i> służący do łączenia łańcucha przejść w jedno przejście	○
<i>historyczny</i>	<i>pseudostan</i> , którego aktywacja uaktywnia stan poprzednio aktywny (w ramach stanu złożonego)	⊙
<i>odnośnikowy</i>	<i>pseudostan</i> , do którego występuje odwołanie na diagramie; podmieniany przez stan wyspecyfikowany w odwołaniu	include
<i>pniak</i>	<i>pseudostan</i> , do którego występuje odwołanie na diagramie; pniak wchodzi w skład innego stanu złożonego	

Zdarzenie jest to pewne wydarzenie zachodzące w systemie lub jego otoczeniu, które warto analizować z punktu widzenia celów projektowanego systemu. Zdarzenie nie trwa w czasie; innymi słowy, następuje w jednym punkcie z perspektywy ludzkiej percepcji czasu. Wystąpienie zdarzenia jest rejestrowane, dzięki czemu może ono zostać zinterpretowane bądź od razu, bądź po pewnym czasie. Zgodnie z powyższą definicją, wszystko co wywołuje pewne skutki w systemie może być modelowane jako zdarzenie, np.: złożenie zamówienia przez klienta, naciśnięcie przez użytkownika systemu lewego klawisza myszy, odjazd pociągu ze stacji kolejowej. Zdarzenia mogą być uporządkowane w czasie - są to tzw. zdarzenia *synchroniczne*, np. odjazd pociągu z Krakowa i przyjazd do Warszawy, ale pewne zdarzenia można także rozpatrywać jako współbieżne, np. naciśnięcie klawisza myszy i odjazd pociągu są zdarzeniami wzajemnie niezależnymi i mogą być rozpatrywane jako współbieżne. Zdarzenie w sensie opisu pewnego zjawiska jest klasyfikatorem i jako klasyfikator może posiadać atrybuty, np. dla zdarzenia "odjazd pociągu" atrybutami mogą być data i godzina odjazdu, co można zapisać w następujący sposób: odjazd pociągu (data, godzina). Wystąpieniem tego zdarzenia jest konkretny odjazd pociągu ze stacji, dla którego można określić wartości obu atrybutów.

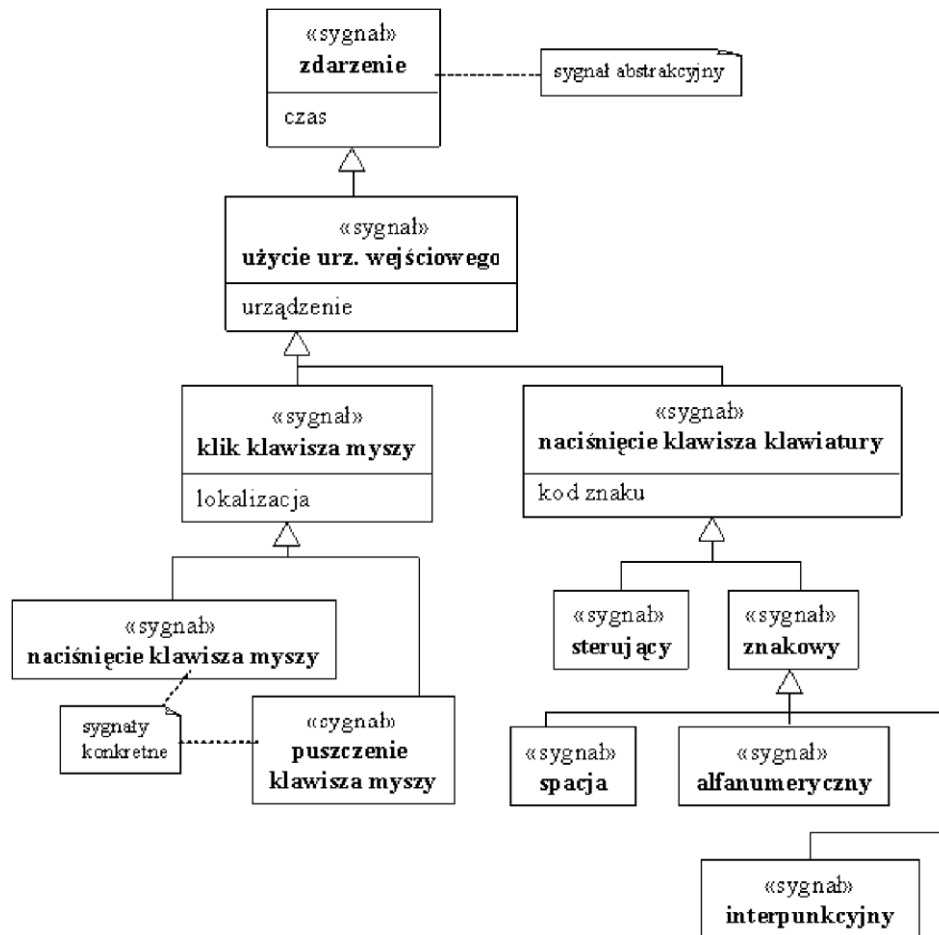
Rodzaje zdarzeń:

Zdarzenie	Znaczenie	Składnia
<i>wołanie</i>	Otrzymanie przez obiekt synchronicznego ządania wykonania operacji <i>op</i> - najbardziej podstawowy rodzaj zdarzenia	<i>op (a : T)</i>
<i>zmiana</i>	spełnienie pewnego warunku logicznego <i>warunek</i> ; zdarzenie tego typu jest użyteczne np. do modelowania sytuacji, gdy obiekt zmienia stan po otrzymaniu odpowiedzi na wysłany przez siebie komunikat	<i>when (warunek)</i>
<i>sygnał</i>	otrzymanie przez obiekt asynchronicznego ządania wykonania operacji; zdarzenie tego typu jest użyteczne do modelowania zdarzeń przychodzących z otoczenia systemu	<i>nazwa_sygnału (a : T)</i>
<i>czas</i>	upływanie okresu czasu określonego w sposób bezwzględny lub względny	<i>after (okres_czasu)</i>

Sygnały - zdarzenia te mogą być reprezentowane na diagramach podobnie jak klasy (oznaczone stereotypem «sygnał»), których atrybutami są parametry sygnału. Między sygnałami mogą występować związki generalizacji, co oznacza, że mogą one dziedziczyć parametry po innych sygnałach oraz wywoływać przejścia zgodnie ze specyfikacją sygnałów, po których dziedziczą. Konkretny sygnał - z ustalonymi wartościami atrybutów - jest wystąpieniem odpowiedniego klasyfikatora.

Przykładowe zdarzenia typu sygnał:

- naciśnięcie klawisza myszy (klawisz, lokalizacja kursora)
- odjazd pociągu (stacja, godzina)
- wprowadzenie ciągu znaków (tekst)
- podniesienie słuchawki telefonu
- wybranie cyfry numeru telefonu (cyfra)

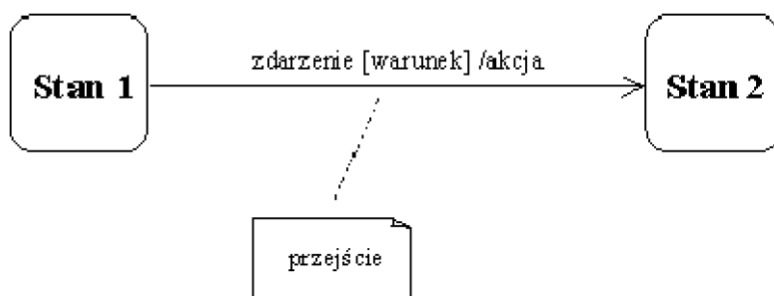


Przejście może być opisane przez trzy elementy:

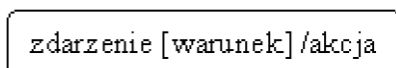
- zdarzenie, które je wywołało;
- warunek, umieszczony w nawiasach kwadratowych, występujący w postaci wyrażenia logicznego;
- akcję, wyspecyfikowaną po ukośniku, wykonywaną w trakcie zmieniania stanu.

Zamiast pojedynczej akcji może pojawić się lista akcji. Każdy z trzech elementów etykiety przejścia jest opcjonalny. Warunek może dotyczyć zarówno atrybutów maszyny stanów, jak i argumentów zdarzenia, które wywołało dane przejście. Warunek jest sprawdzany w momencie wystąpienia zdarzenia - przejście następuje wówczas, gdy warunek przyjmie wartość TRUE. Warunek występujący w specyfikacji przejścia różni się od warunku w zdarzeniu typu zmiana, gdyż jest ewaluowany tylko jeden raz w momencie wystąpienia zdarzenia. Wyróżnia się następujące rodzaje przejść:

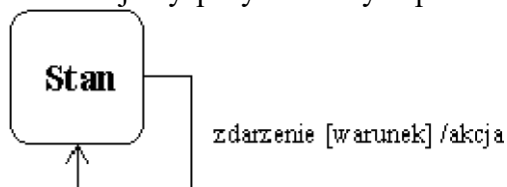
- przejście zewnętrzne - zdarzenie powoduje zmianę stanu obiektu ze stanu Stan1 na stan Stan2, o ile spełniony jest warunek; przed przejściem obiektu do stanu Stan2 wykonywana jest akcja.



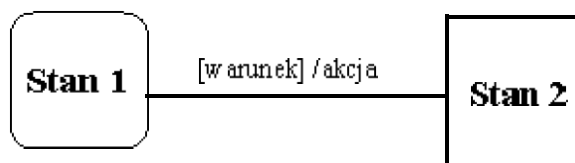
- przejście wewnętrzne - w reakcji na zaistnienie pewnego zdarzenia wykonywana jest akcja, o ile spełniony jest warunek; w przeciwieństwie do przejścia zewnętrznego przejście wewnętrzne nie powoduje zmiany stanu.



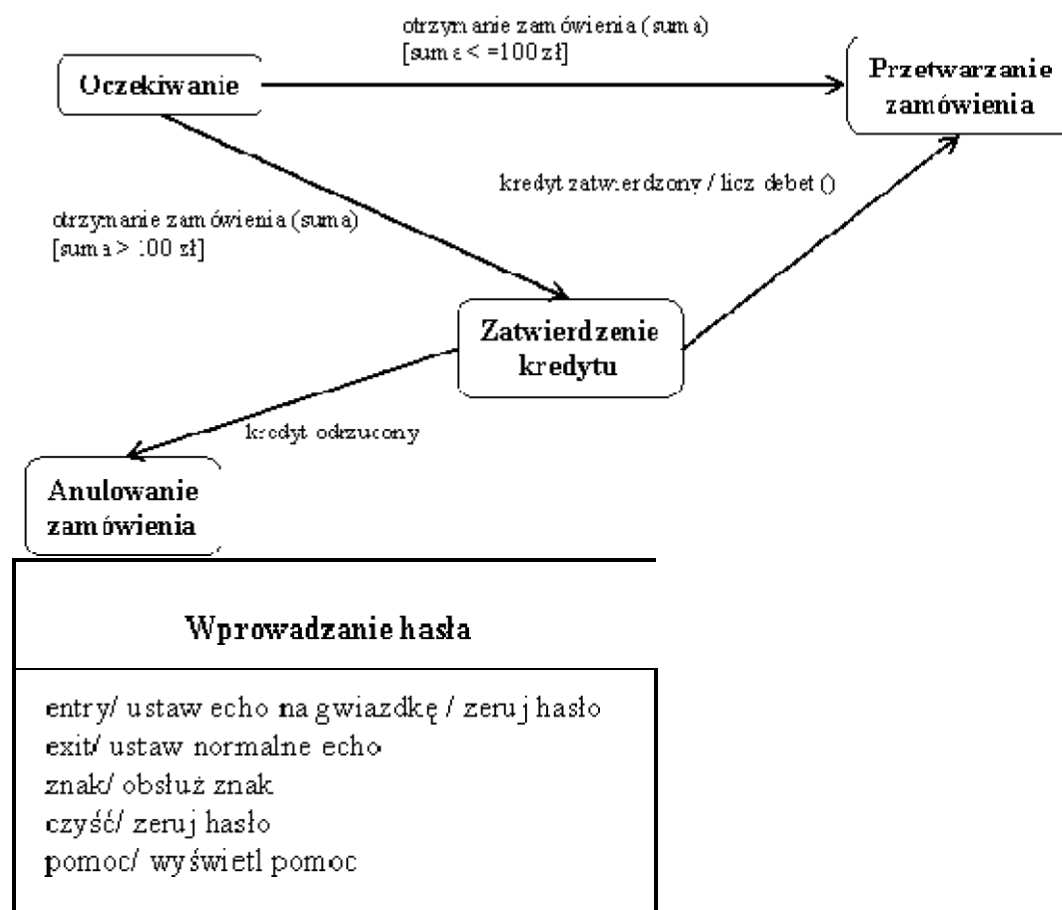
- samo-przejście - jest bardzo podobne do przejścia zewnętrznego z tą różnicą, że obiekt opuszcza stan i powraca do niego ponownie po obsłużeniu zdarzenia, co wiąże się z wykonaniem wszystkich akcji wyspecyfikowanych po słowach kluczowych *exit* i *entry*.



- przejście automatyczne - przejście ze stanu Stan1 do stanu Stan2 następuje wówczas, gdy wykonane zostały wszystkie operacje zdefiniowane w Stan1 (specyfikowane po słowach kluczowych: *entry*, *do* i *exit*) oraz spełniony jest warunek. Przed wejściem do stanu Stan2 wykonywana jest akcja.



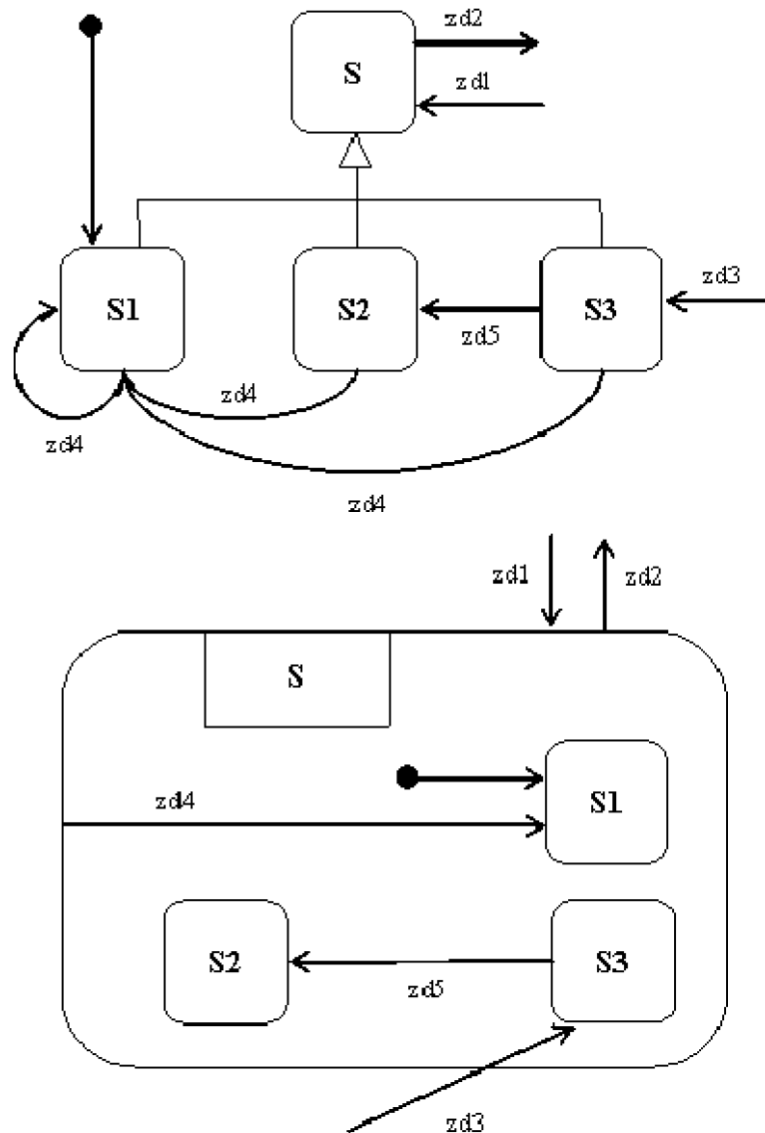
Przykładowe diagramy obrazujące przejścia zewnętrzne i wewnętrzne są przedstawione poniżej.



Rodzaje akcji

Akcja	Opis	Składnia
przypisanie	przypisanie wartości do zmiennej	<i>zmienna := wyrażenie</i>
wołanie	wywołanie operacji na obiekcie z oczekiwaniem na jej zakończenie; operacja może zwrócić wartość	<i>nazwa_op (arg, ...)</i>
utwórz nowy	utworzenie nowego obiektu	<i>create nazwa_klasy (arg, ...)</i>
usuń	usunięcie obiektu	<i>destroy ()</i>
wyślij	utworzenie wystąpienia sygnału i wysłanie go do obiektu (obiektów)	<i>nazwa_sygnału (arg, ...)</i>
zakończ	samodestrukcja obiektu	<i>terminate</i>

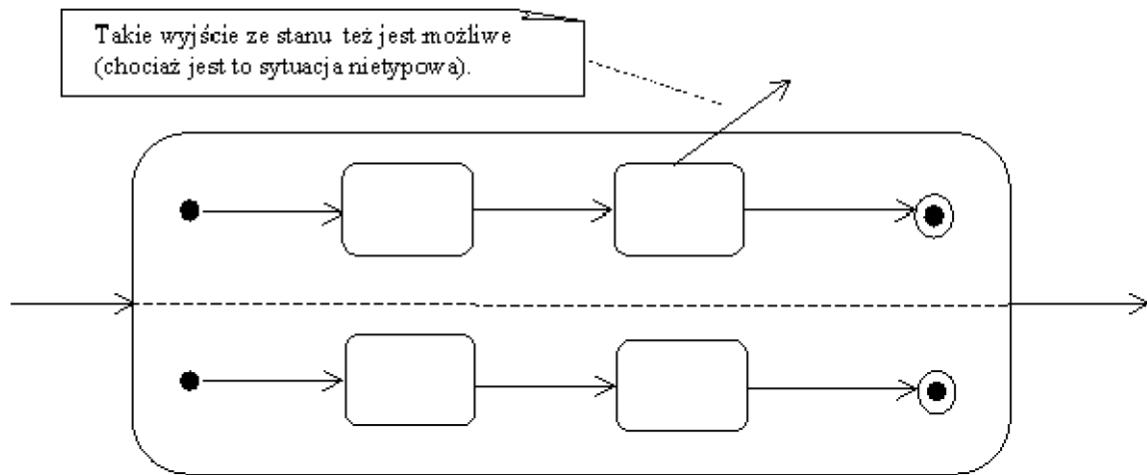
Stan prosty jest specyfikowany tylko przez zbiór operacji (akcji i/lub aktywności) oraz przejść wewnętrznych, w związku z czym nie posiada substruktury. W przeciwieństwie do stanu prostego, **stan złożony sekwencyjny** może być zdekomponowany na podstawy, z których tylko jeden może być aktywny w danym momencie. Dekompozycja ta może być traktowana jako rodzaj specjalizacji, w której każdy z podstawów dziedziczy przejścia nadstanu.



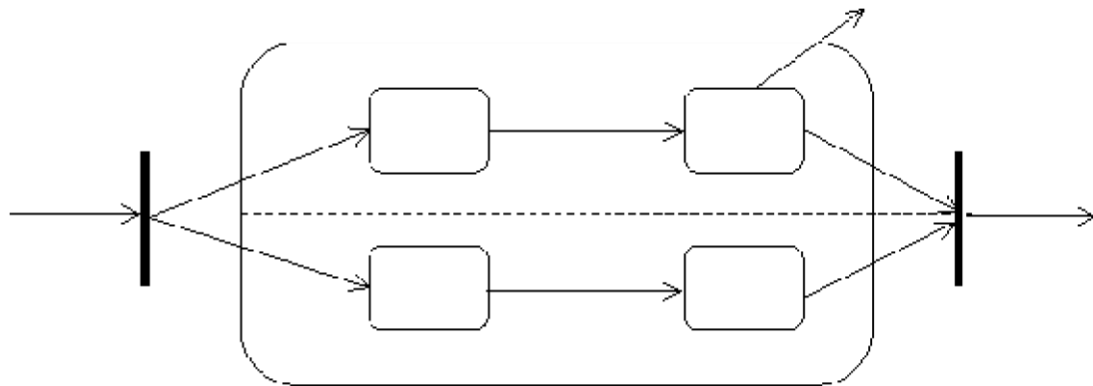
Stany złożone współbieżne - współbieżność podstanów może zaistnieć w trzech sytuacjach:

- obiekty są zagregowane;
- pewne operacje w ramach jednego obiektu są wykonywane współbieżnie;
- obiekty działają asynchronicznie.

Stan złożony współbieżny z synchronizacją wewnętrzną - w sytuacji typowej wyjście ze stanu złożonego następuje wtedy, gdy we wszystkich współbieżnych podstanach zostanie osiągnięty stan końcowy.

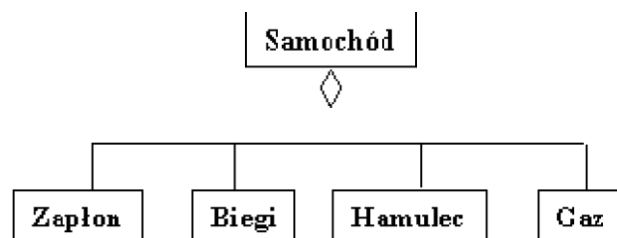


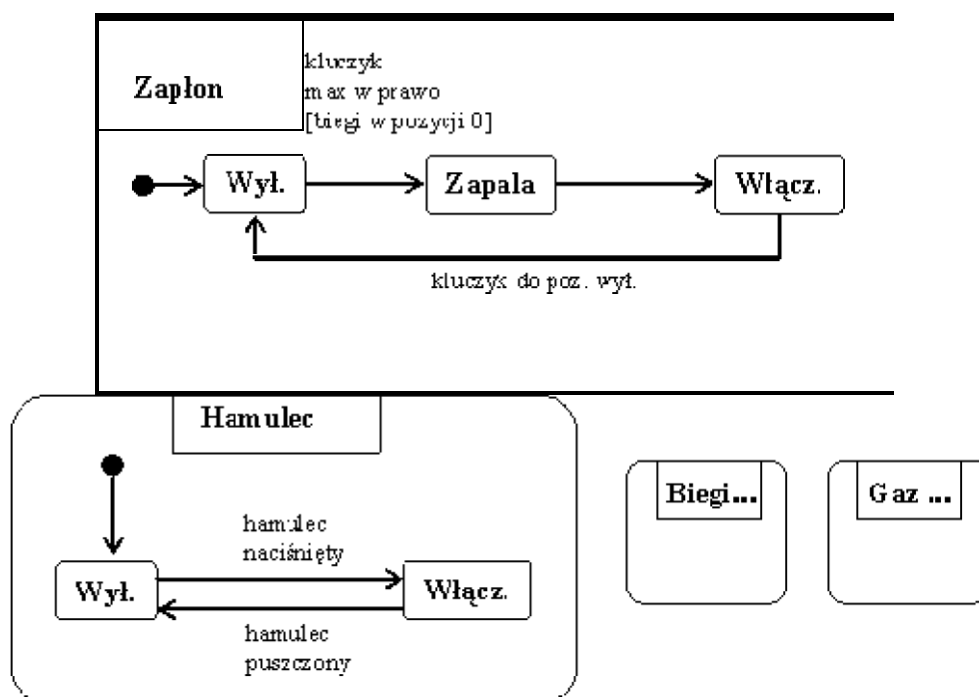
Stanu współbieżny z synchronizacją zewnętrzną z wykorzystaniem sztabki synchronizacyjnej (przedstawianej w postaci pogrubionej kreski).



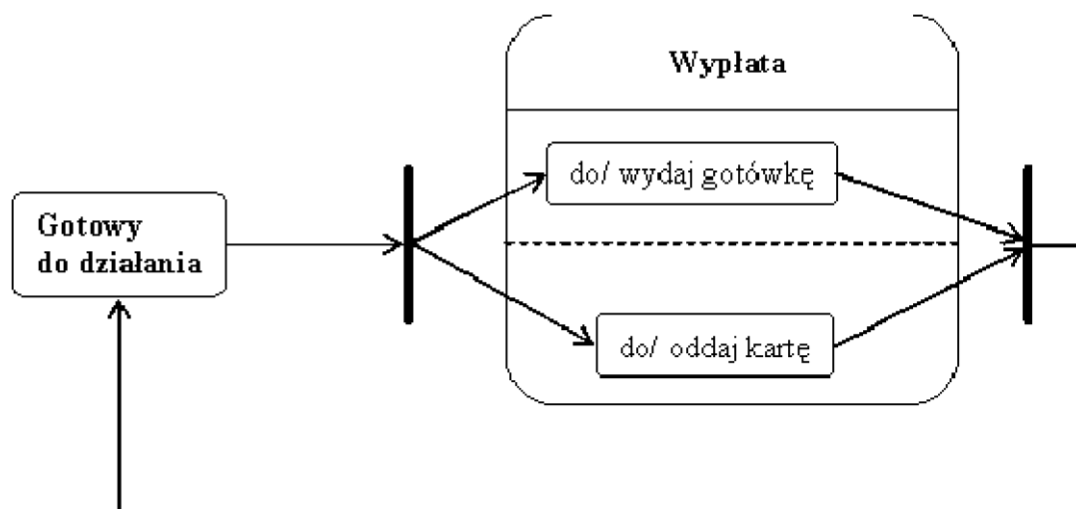
Współbieżność - obiekty zagregowane

Dla obiektów zagregowanych diagram stanów dla obiektu "całość" budowany jest w oparciu o diagramy stanów dla obiektów składowych. Przykład: maszyny stanów dla obiektów klas Zapłon, Biegi, Hamulec i Gaz determinują zmiany stanu dla zagregowanego obiektu klasy Samochód.





Współbieżność w ramach jednego obiektu - gdy w ramach jednego obiektu występuje podział na procesy współbieżne, Wszystkie procesy muszą się zakończyć, aby automat był ponownie gotowy do działania. Obiekt może wykonywać współbieżnie dowolną liczbę akcji/aktywności.



Odwołanie do innego stanu – pseudostan - wskazanie na inny stan, przy czym rodzaj pseudostanu określa informację, która jest w ten sposób przedstawiona. Najbardziej popularnym pseudostanem jest stan początkowy, który zaprezentowany był już na wcześniejszych diagramach. (Język UML 2.0 w modelowaniu systemów informatycznych, S. Wrycza, B. Marcinkowski, K. Wyrzykowski, Helion)

Zastosowanie pseudostanu odnośnikowego

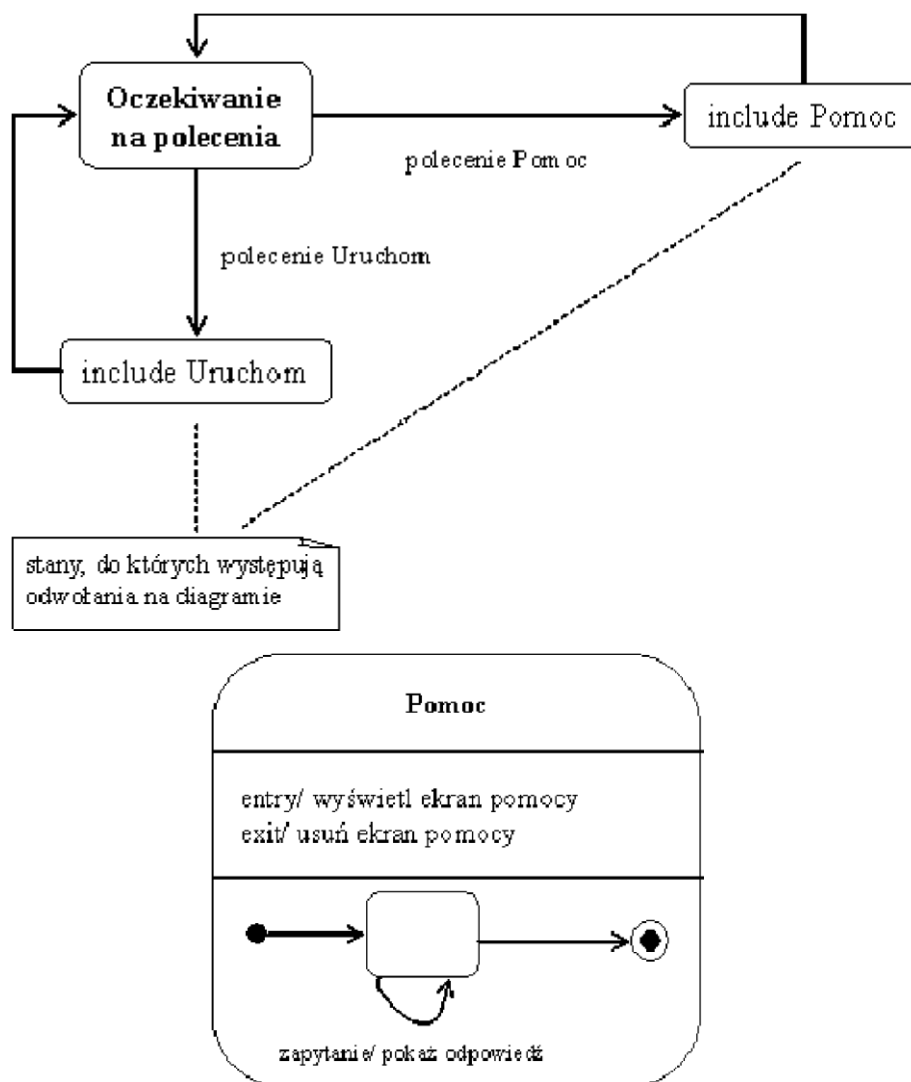
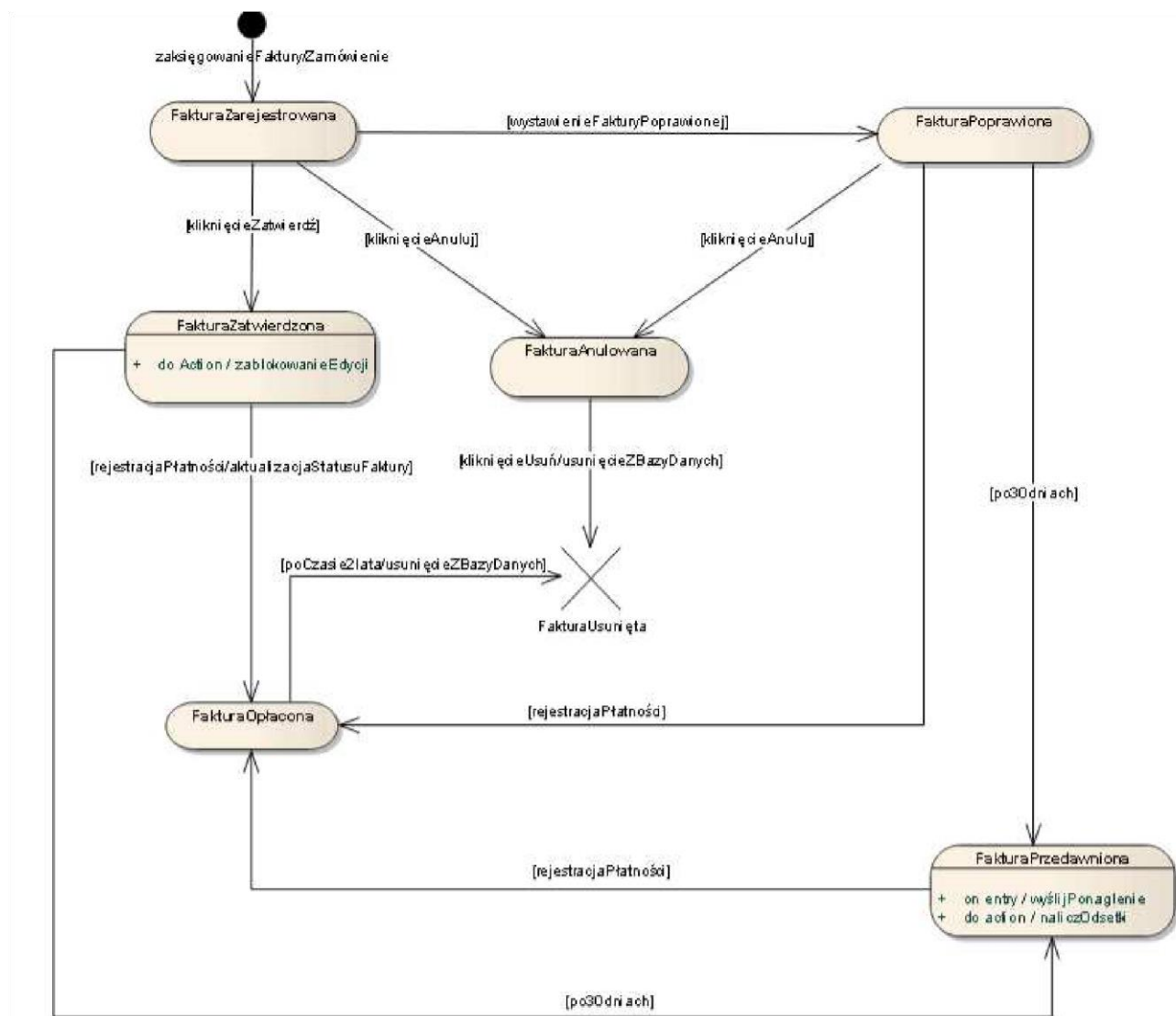


Diagram stanów dla klasy faktura:



Diagramy stanu, o które oparto analizę dynamiczną należy wykorzystywać w przypadku, gdy interesuje nas zachowanie obiektów tylko jednej klasy w odpowiedzi na przychodzące do nich zdarzenia (np. przypadki użycia czy komunikaty otrzymywane od innych obiektów w trakcie realizacji przypadków użycia).

Jezyk UML 2.0 w modelowaniu systemów informatycznych, S. Wrycza, B. Marcinkowski, K. Wyrzykowski, Helion

<http://edu.pjwstk.edu.pl/wyklady/pri/scb/index108.html>

<http://brasil.cel.agh.edu.pl/~09sbfraczek/diagram-maszyny-stanowej,1,19.html>