

Projektowanie oprogramowania

Diagramy stanów UML

1

Diagram stanów (diagramy maszyny stanowej)

- Maszyny stanowe zachowania
 - Przedstawiają zmiany stanów obiektu oraz zachowanie obiektu wewnątrz tych stanów lub w trakcie transakcji.
- Maszyny stanowe protokołu
 - Modelują protokoły, np. protokoły komunikacji sieciowej
- Stanowią część **logicznego modelu systemu** (widok logiczny).

2

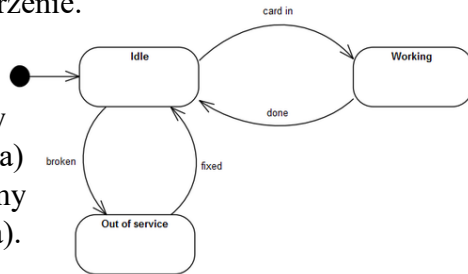
Maszyna stanu

Maszyna stanu jest **grafem skierowanym**, reprezentowanym za pomocą notacji diagramów stanu, którego:

- **wierzchołki** stanowią **stany** obiektu,
- **luki** opisują **przejścia** między stanami; przejście między stanami jest odpowiedzią na zdarzenie.

Stany mogą być:

- Aktywne (gdy przechodzimy do niego przy użyciu przejścia)
- Nieaktywne (gdy wychodzimy z niego przy użyciu przejścia).



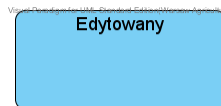
3

Podstawowa notacja

Podstawowymi pojęciami diagramów maszyny stanowej są:

stan,
przejście,
pseudostan początkowy,
pseudostan końcowy.

Stan jest oznaczany za pomocą prostokąta z zaokrąglanymi rogami. Stan może mieć nazwę, ale często jest charakteryzowany jedynie poprzez wewnętrzne operacje.



4

Podstawowa notacja

Pseudostan początkowy to zainicjowanie maszyny stanowej:



Pseudostan końcowy to zakończenie maszyny stanowej



Przejście to relacja pomiędzy dwoma stanami wskazująca, że obiekt znajdujący się w pierwszym stanie wykona pewne akcje i przejdzie do drugiego stanu.



5

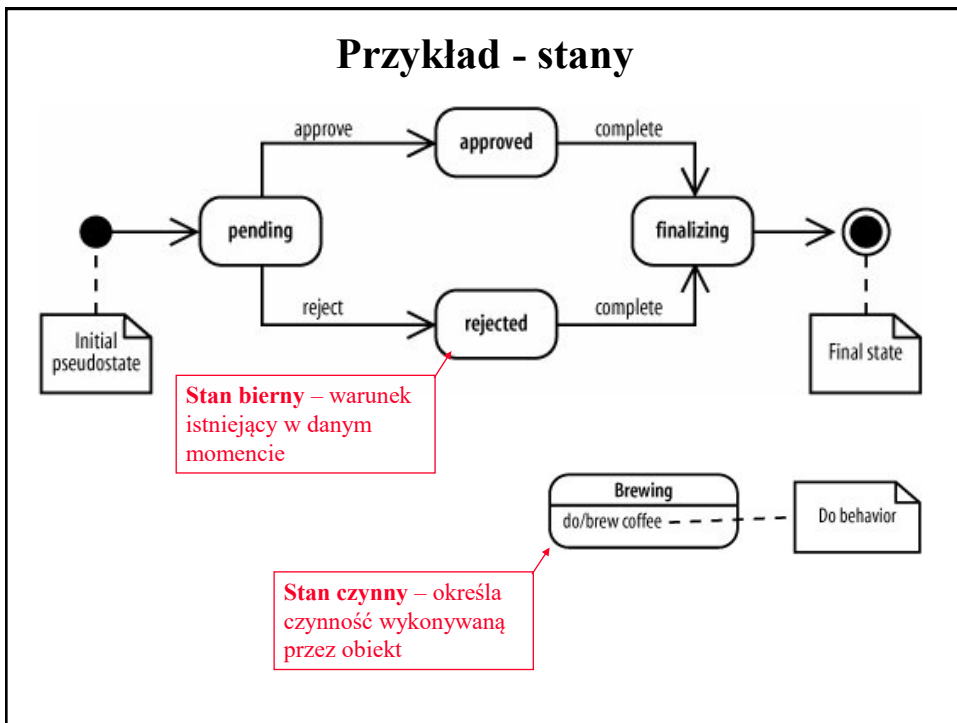
Stan obiektu, przejście

Stan to okoliczność lub sytuacja, w jakiej się obiekt znajduje w cyklu swojego życia, kiedy spełnia warunek, wykonuje czynność lub czeka na zdarzenie.

Przejście to relacja między dwoma stanami, wskazująca, że **obiekt znajdujący się w pierwszym stanie wykona pewne akcje i przejdzie do drugiego stanu, ilekroć zajdzie określone zdarzenie i będą spełnione określone warunki.**

6

Przykład - stany



7

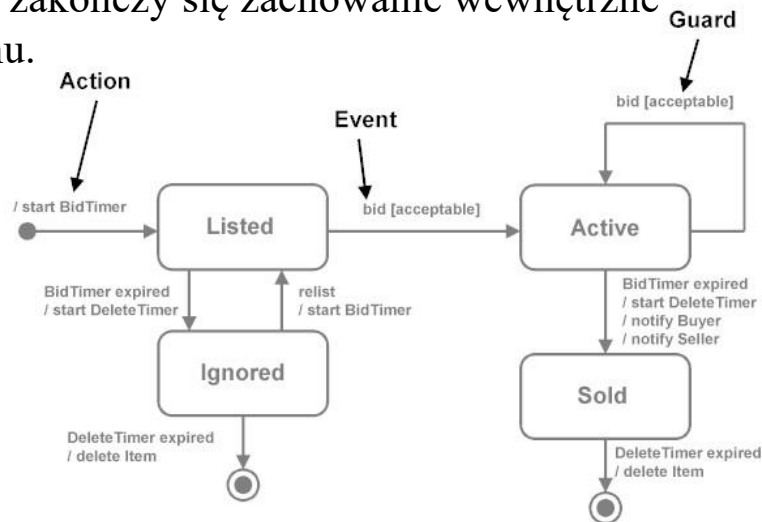
Przejścia

- Pełna notacja dla opisów przejść:
wyzwalacz[warunek] / **zachowanie**
 - Każdy z elementów opisu jest opcjonalny
 - **Wyzwalacz** jest zdarzeniem, które może spowodować przejście
 - **Warunek** jest wyrażeniem logicznym, które zezwala na przejście lub blokuje je (przejście jest wykonywane wtedy, gdy warunek ma wartość prawda)
 - **Zachowanie** przejścia jest nieprzerywalną czynnością wykonywaną w trakcie przejścia



8

- Jeśli nie zostanie określony ani wyzwalacz ani warunek, wtedy przejście nastąpi natychmiast, gdy zakończy się zachowanie wewnętrzne stanu.

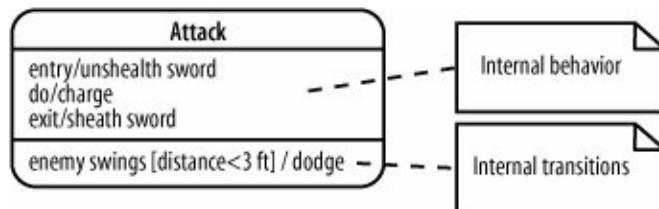


9

Zaawansowane zachowania obiektu

W dowolnym stanie zaprezentowanym na diagramie maszyny stanowej można wyróżnić następujące sekcje (ang. *compartments*):

- sekcję nazwy,
- sekcję czynności wewnętrznych,
- sekcję przejść wewnętrznych,
- sekcję dekompozycji — w przypadku stanów złożonych.



10

Sekcja czynności wewnętrznych

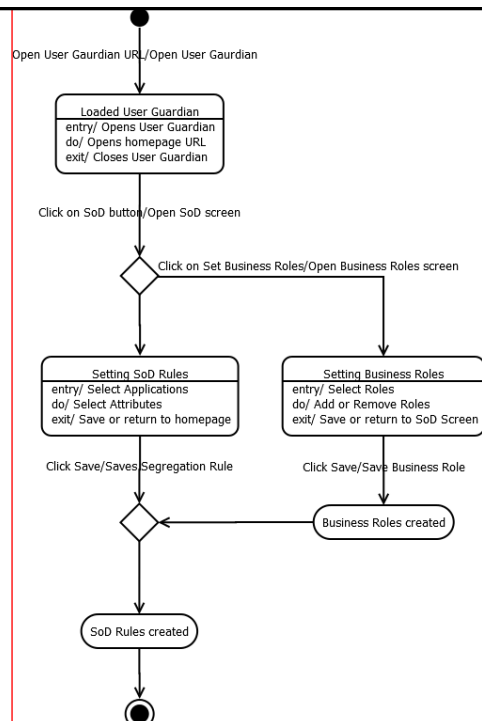
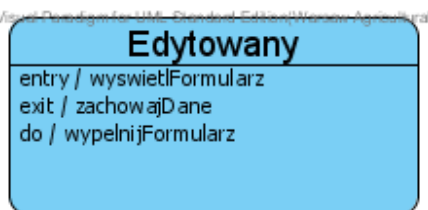
Sekcja czynności wewnętrznych (ang. *internal activities compartment*) zawiera listę czynności wewnętrznych. Są one wykonywane w trakcie przyjmowania określonego stanu przez obiekt. Rodzaj czynności wewnętrznej identyfikowany jest poprzez słowo kluczowe zamieszczone w wydzielonej części stanu, którego dotyczy.

Predefiniowane są następujące słowa kluczowe:

- entry**, które identyfikuje czynność automatycznie wykonywaną na obiekcie w momencie jego przejścia w dany stan.
- exit**, które identyfikuje czynność wykonywaną w momencie wyjścia obiektu z danego stanu. Dla danego stanu może wystąpić jedna taka czynność;
- do**, które identyfikuje czynność wykonywaną w sposób ciągły na obiekcie znajdującym się w danym stanie; jest ona wykonywana zawsze po wykonaniu czynności wewnętrznej oznaczonej słowem kluczowym *entry*;

11

Przykłady



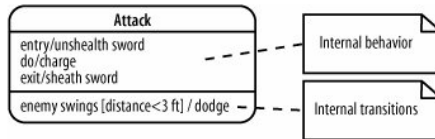
12

Sekcja przejść wewnętrznych

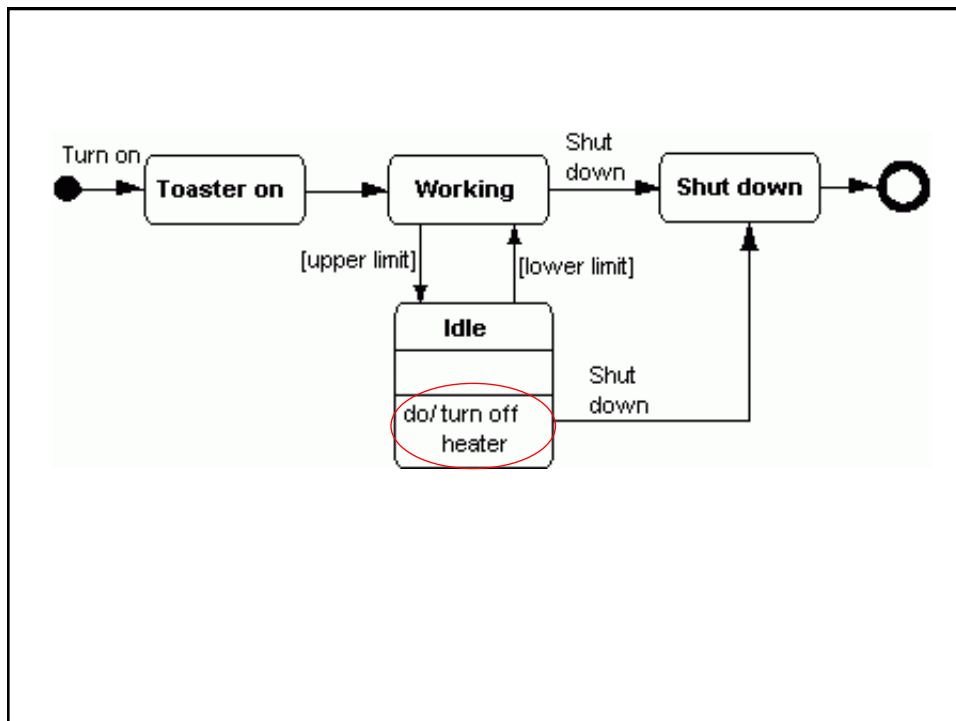
Sekcja przejść wewnętrznych (ang. *internal transitions compartment*) wskazuje szczególne przypadki przejść, których wykonanie nie prowadzi do zmiany danego stanu. Zapisywane są w postaci: wyzwalacz [warunek] / zachowanie

Przejść wewnętrznych nie należy utożsamiać z przejściami zwrotnymi, których stan źródłowy i docelowy są tym samym stanem, mimo że znaczenie jest bardzo zbliżone. W obu przypadkach wykonanie czynności związanej z przejściem nie prowadzi do zmiany stanu.

O ile jednak w przypadku przejścia zwrotnego są wykonywane czynności wejściowe (*entry*) oraz wyjściowe (*exit*) danego stanu, w przypadku przejść wewnętrznych są one pomijane. Przejścia wewnętrzne nie mają odrębnego oznaczenia graficznego, lecz są specyfikowane w obszarze stanu.



13



14

Klasyfikacja stanów

Można wyróżnić trzy kategorie stanów:
proste,
złożone,
podstany.

Stan prosty (ang. *simple state*) jest stanem, który nie zawiera ani podstanów, ani obszarów współbieżnych.



15

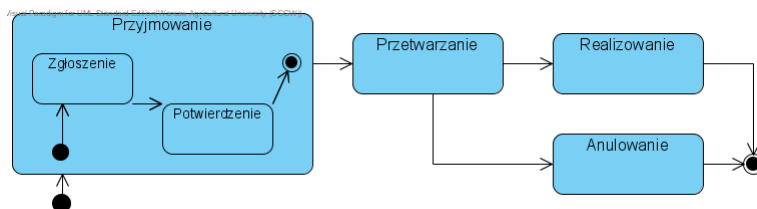
Klasyfikacja stanów – stan złożony

Stan złożony (ang. *composite state*) jest stanem, który spełnia jeden z wymienionych poniżej wymogów:

- zawiera podmaszynę stanową;
- jest podzielony na dwa lub więcej obszarów współbieżnych.

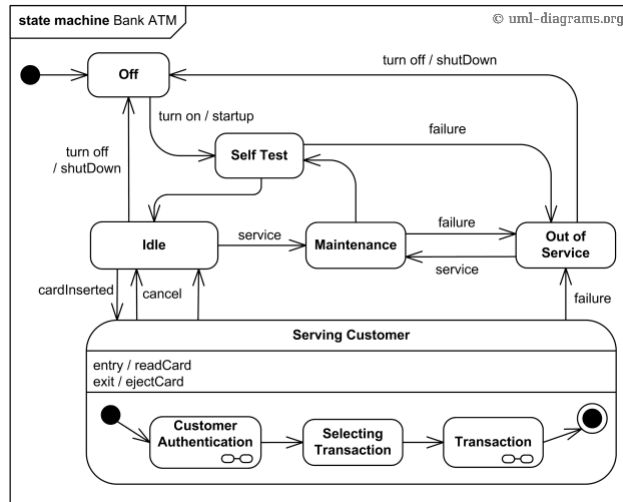
Każdy stan złożony ma więc **podstany** (ang. *substates*). Mogą to być albo podstany bezpośrednie, czyli znajdujące się dokładnie o jeden poziom niżej w hierarchii, albo podstany pośrednie, czyli wielokrotnie zagnieźdzone.

Zakończenie czynności we wszystkich obszarach współbieżnych jest równoznaczne z zakończeniem danego stanu.



16

Przykład – podmaszyny stanowe

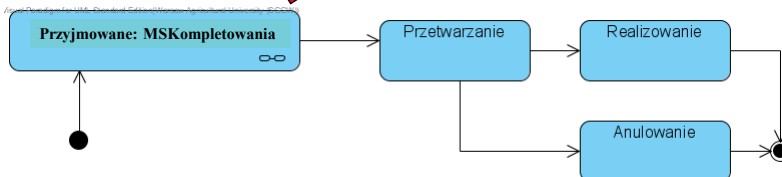
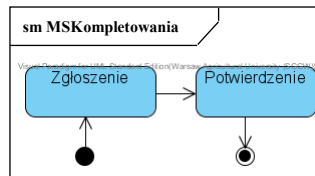


17

Podmaszyna stanowa

W przypadku, gdy ukrywana podmaszyna stanowa jest specyfikowana na osobnym diagramie, jej nazwę na diagramie nadrzędnym można wyspecyfikować, używając następującej składni:

`<nazwa-stanu> ":" <nazwa-podmaszyny-stanowej>`



18

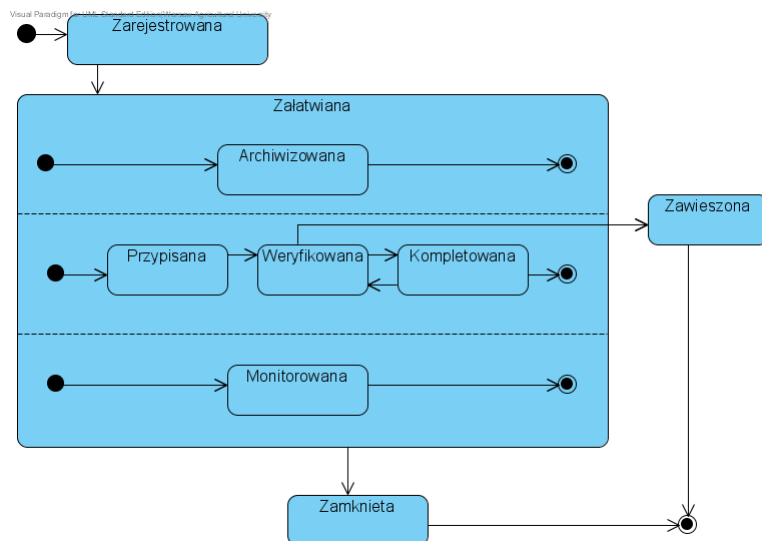
Obszary współbieżne

Niektóre ze stanów w stanach złożonych i maszynach stanowych są aktywowane współbieżnie. Zapis współbieżności jest możliwy przy wykorzystaniu obszarów współbieżnych (ang. *orthogonal regions*). Są to poziome części stanu złożonego zawierające podmaszyny stanowe. W obszarze tym znajdują się więc podstany i przejścia między nimi.

Przejścia mogą przecinać granice stanów złożonych. Obszary współbieżne oddzielone są w symbolu stanu separatorami w postaci linii przerywanych. **Wszystkie obszary współbieżne muszą być wykonane, aby stan mógł być zakończony.**

19

Przykład



20

Pseudostany

Na diagramach maszyny stanowej mogą wystąpić rozbudowane ścieżki przejść. Diagramy te uwzględniają zatem wiele możliwości szczegółowego opisu przejść, relacji między przejściami, jak również wpływu przejść na powiązane z nimi stany. Przykładowo przejścia mogą być łączone i rozwidlane. Pełne oddanie merytorycznej zawartości tych złożonych przejść dokonywane jest z wykorzystaniem **pseudostanów** (ang. *pseudostates*).

Pseudostan jest abstrakcyjną kategorią modelowania diagramu maszyny stanowej, umożliwiającą organizowanie złożonych ścieżek przejść.

Opisywana kategoria pojęciowa zdecydowanie wykracza poza podstawowe rozumienie przejścia, a jednocześnie nie spełnia roli stanu w rozumieniu maszyn stanowych.

21

Pseudostany

Pseudostany, których aktywacja uaktywnia stan poprzednio aktywny (w ramach stanu złożonego)



Płytkie wznowienie (*shallow history*).

Wskazuje na ostatni aktywny stan obiektu przed wznowieniem. Nie przechowuje informacji o podstanach tego stanu. W przypadku pierwszej aktywacji pseudostanu wznowienia domyślnie aktywowany jest stan bezpośrednio powiązany z nim za pośrednictwem przejścia.



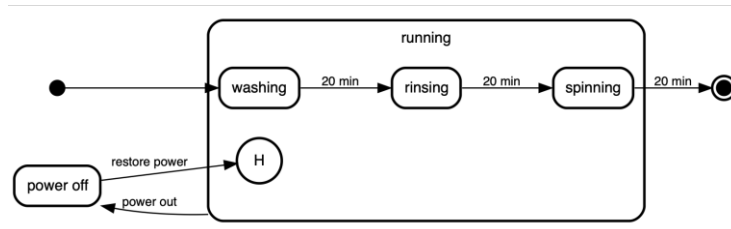
Głębokie wznowienie (*deep history*).

Odpowiada ostatniej konfiguracji aktywnej stanu złożonego. Wskazuje na ostatni aktywny stan obiektu przed wznowieniem, przechowując zarazem informacje o podstanach tego stanu.

22

Płytkie wznowienie -

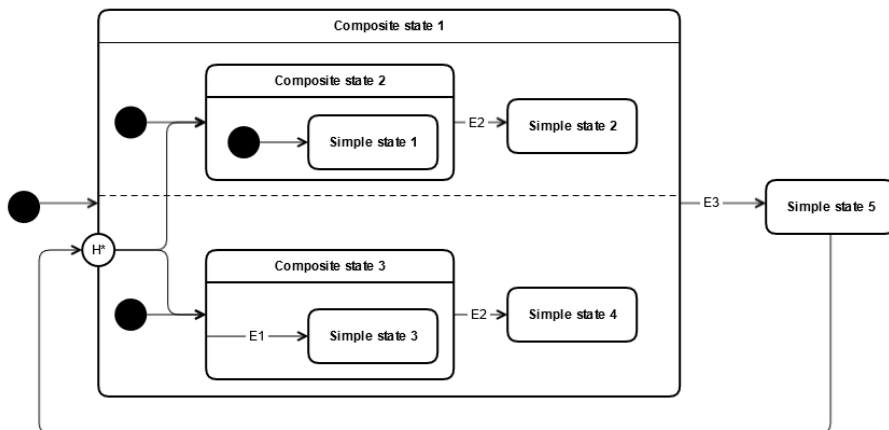
Wskazuje na ostatni aktywny stan obiektu przed wznowieniem.



23

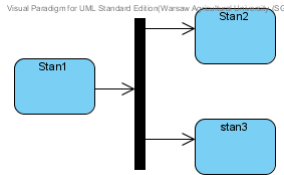
Głębokie wznowienie -

Odpowiada ostatniej konfiguracji aktywnej stanu złożonego



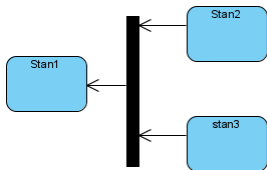
24

Pseudostany



Rozwidlenie (*fork*).

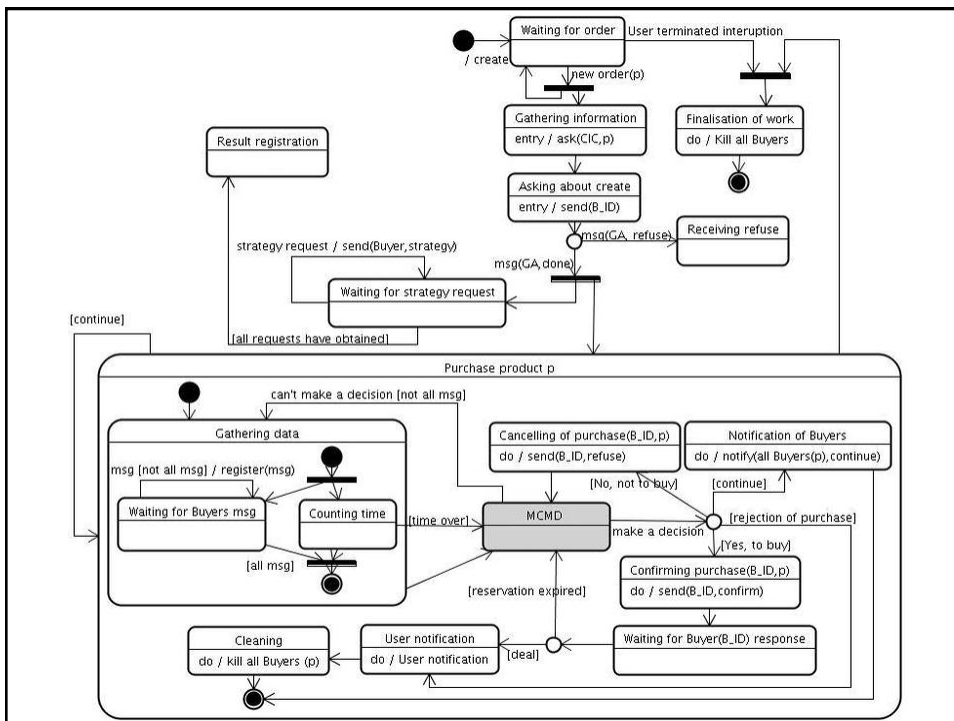
Pozwala na rozdzielenie wejściowego przejścia na dwa lub więcej przejść wyjściowych do różnych obszarów współbieżnych, stanów lub maszyn stanowych.



Scalenie (*join*).

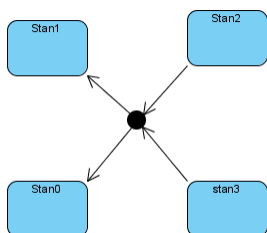
Integruje kilka przejść wychodzących z różnych źródłowych obszarów współbieżnych, stanów lub maszyn stanowych.

25



26

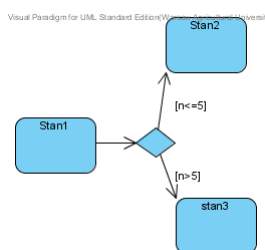
Pseudostany



Węzeł (*junction*).

Pozwala na złączenie wielu przejść wejściowych oraz ich rozdzielenie na szereg przejść wyjściowych.

Jest on tzw. statycznym rozgałęzieniem warunkowym, co oznacza, że realizacja przejść wejściowych nie determinuje natychmiastowej realizacji przejść wyjściowych. Szczególnymi przypadkami punktu węzłowego są decyzja oraz złączenie.



Decyzja (*decision*).

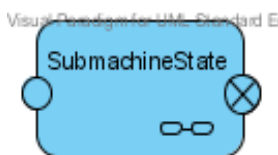
Pozwala na podział przejścia wejściowego na kilka przejść wyjściowych określonych warunkami. Realizacja przejścia wejściowego determinuje natychmiastowy wybór i realizację przejść wyjściowych. W związku z tym decyzja jest dynamicznym rozgałęzieniem warunkowym.

27

Pseudostany

Wejście (*entry point*).

Jest łącznikiem specyfikującym przejście ze stanu do podmaszyny stanowej. Umieszcza się go na granicy stanu złożonego; opcjonalnie może być nazwany i (lub) zaznaczony w obszarze podmaszyny stanowej.



Wyjście (*exit point*).

Jest łącznikiem specyfikującym przejście z podmaszyny stanowej do stanu. Umieszcza się go na granicy stanu złożonego; opcjonalnie może być nazwany i (lub) zaznaczony w obszarze podmaszyny stanowej.

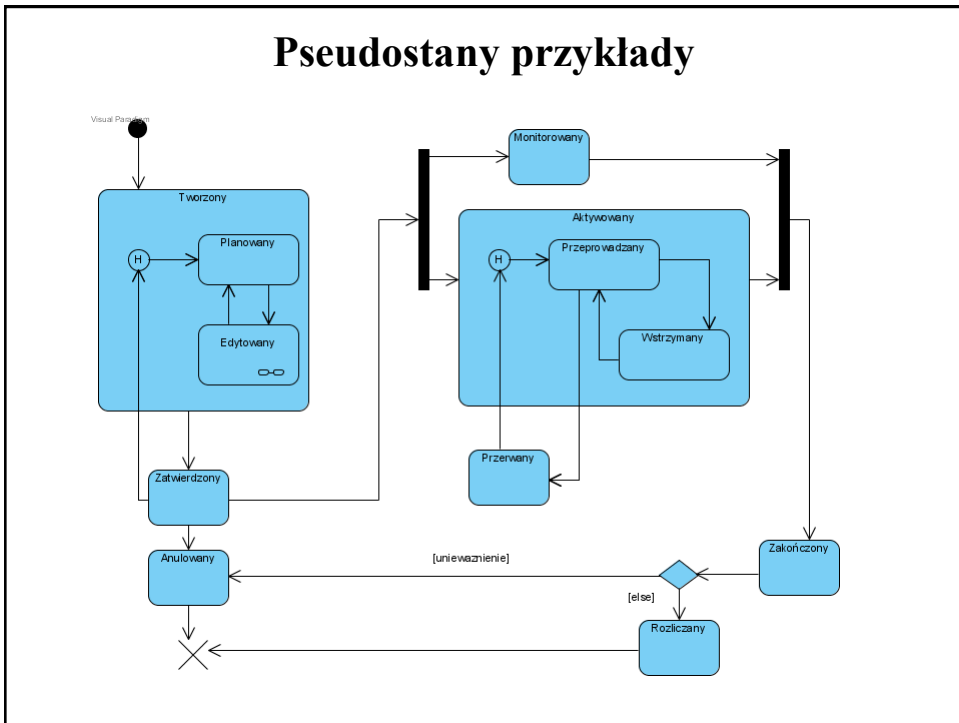


Punkt zniszczenia (*terminate*).

Zakończenie maszyny stanowej wskutek zniszczenia adekwatnego obiektu.

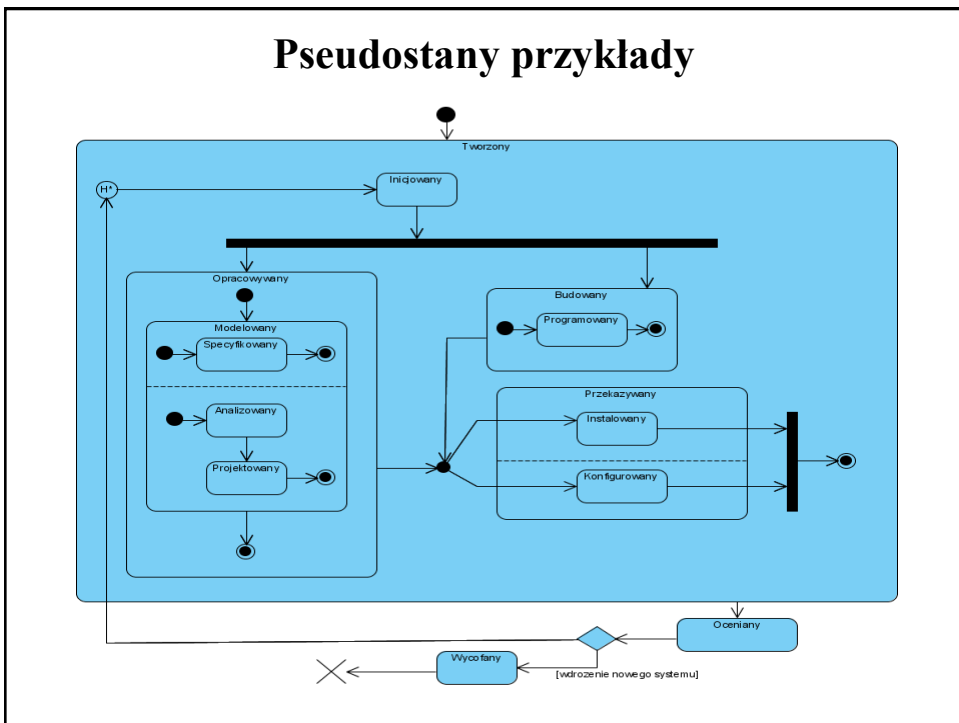
28

Pseudostany przykłady



29

Pseudostany przykłady



30

Przejścia

Przejścia (ang. *transitions*) występujące w ramach rozbudowanych diagramów maszyny stanowej są znaczeniowo zróżnicowane.

Można wyróżnić następujące rodzaje przejść:

- Proste, zachodzące pomiędzy stanem źródłowym a docelowym.
- Zwrotne, których stanem źródłowym i docelowym jest ten sam stan. Realizacja przejścia zwrotnego nie prowadzi do zmiany stanu.
- Wewnętrzne, będące jednym z elementów danego stanu. Nie wychodzą one ze stanu źródłowego i nie są do niego ponownie wprowadzane. Ich realizacja również nie prowadzi do zmiany stanu.
- Zewnętrzne, opuszczające stan złożony i skierowane do innego stanu lub pseudostanu danej maszyny stanowej.

31

Przejścia

Inne rodzaje przejść:

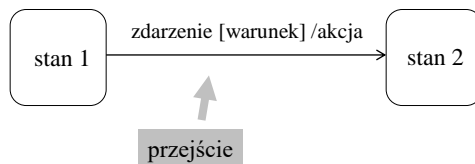
- Lokalne, oznaczające przejścia pomiędzy dowolnymi podstanami danego stanu złożonego. Realizacja przejść lokalnych nie prowadzi do opuszczenia stanu złożonego.
- Wysokiego poziomu albo grupowe, wychodzące ze stanów złożonych i oznaczające konieczność opuszczenia przed przejściem wszystkich podstanów tego stanu złożonego, poczynwszy od podstanu najbardziej zagnieżdżonego.
- Złożone, będące łańcuchem przejść powiązanych lub rozdzielanych scaleniem, rozwidleniem, punktem węzłowym bądź decyzją.
- Automatyczne, z którym nie jest związane żadne zdarzenie.

32

Przejścia

W ogólności, przejście może być opisane przez zdarzenie, które je wywołało, warunek oraz akcję (akcje), która jest wykonywana przed ewentualną zmianą stanu.

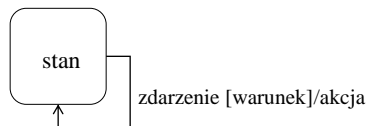
➡ **przejście zewnętrzne**
(external transition)



2 **przejście wewnętrzne**
(internal transition)
bez zmiany stanu

zdarzenie [warunek] /akcja

3 **zwrotne**
(selftransition)

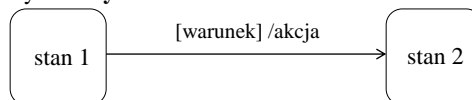


33

Przejście

Dla **przejścia zwrotnego**, w przeciwieństwie do **przejścia wewnętrznego**, przy wychodzeniu ze stanu wykonywane są wszystkie akcje wyspecyfikowane po słowie kluczowym **exit**, podobnie - przy ponownym wchodzeniu do stanu - są wykonywane akcje wyspecyfikowane po słowie kluczowym **entry**.

4 **przejście automatyczne**
(completion transition)



wszystkie operacje wyspecyfikowane po słowach kluczowych **entry**, **exit** i **do** zostały ukończone

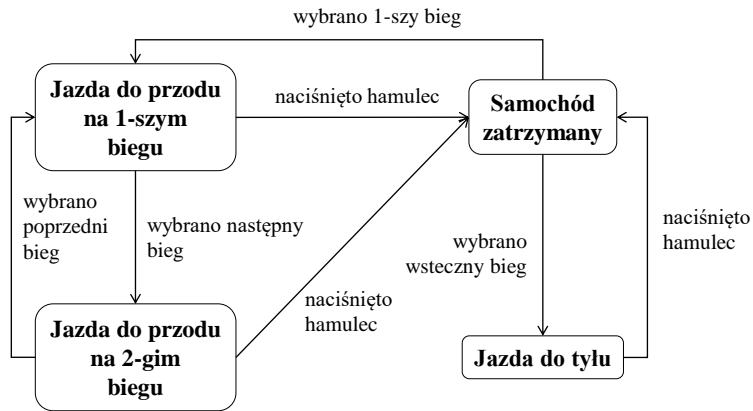
Warunek typu Boolean, występujący w specyfikacji przejścia, może dotyczyć zarówno atrybutów maszyny stanu, jak i argumentów zdarzenia, które odpaliło dane przejście. Warunek podlega oszacowaniu tylko raz, w momencie wystąpienia zdarzenia. Jeśli warunek przyjmie wartość TRUE - przejście będzie miało miejsce.

Uwaga - warunek występujący w specyfikacji przejścia różni się od warunku w zdarzeniu typu zmiana - jest ewaluowany tylko jeden raz.

Jedno zdarzenie może stanowić tryger dla więcej niż jednego przejścia - wtedy należy opatrzyć wszystkie przejścia odpalane przez dane zdarzenie wzajemnie wykluczającymi się warunkami (w ramach jednego wątku sterowania). Jeśli nie wszystkie możliwości zostały przykryte, zdarzenie zostanie zignorowane.

34

Stan złożony sekwencyjny 1

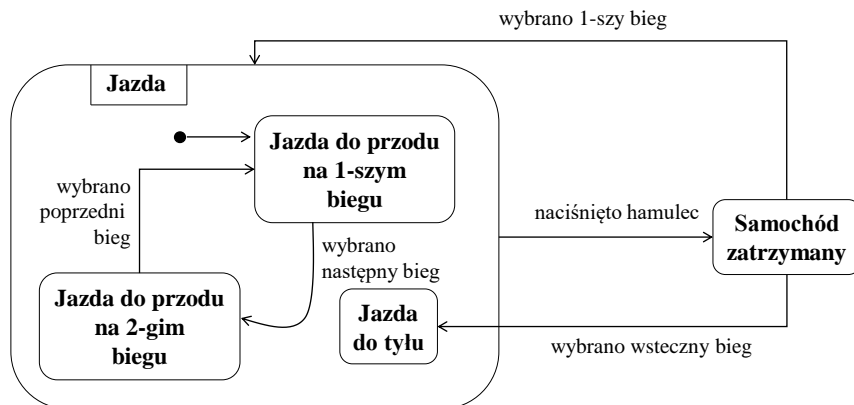


przykładowa maszyna stanów dla klasy *Samochód*

35

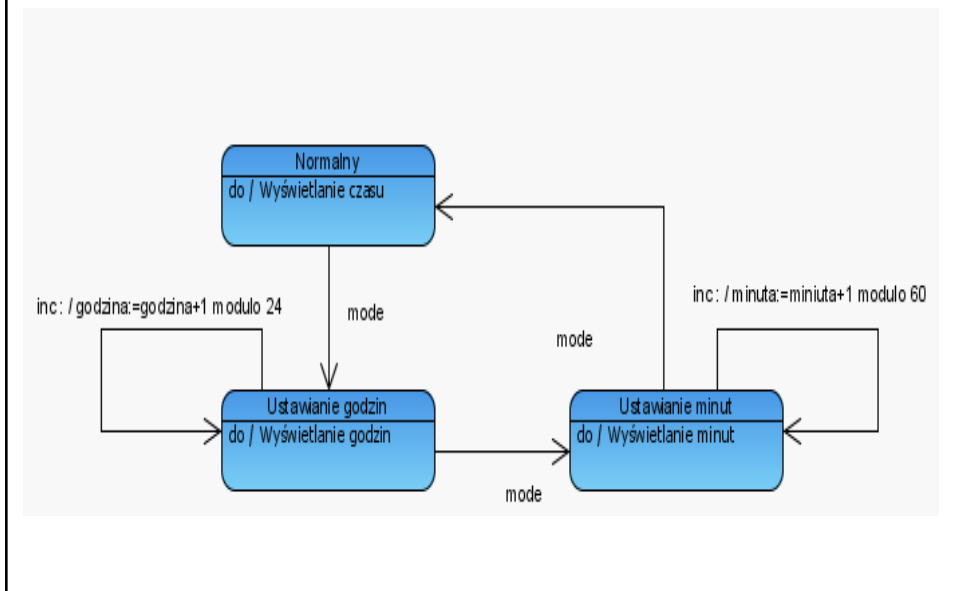
Stany złożony sekwencyjny 2

Stan prosty nie posiada substruktury, jest specyfikowany przez zbiór operacji oraz przejść. Stan złożony może być zdekomponowany na stany bardziej proste; dekompozycja jest tu rodzajem specjalizacji. Tylko jeden z podstanów może być aktywny w danym momencie.



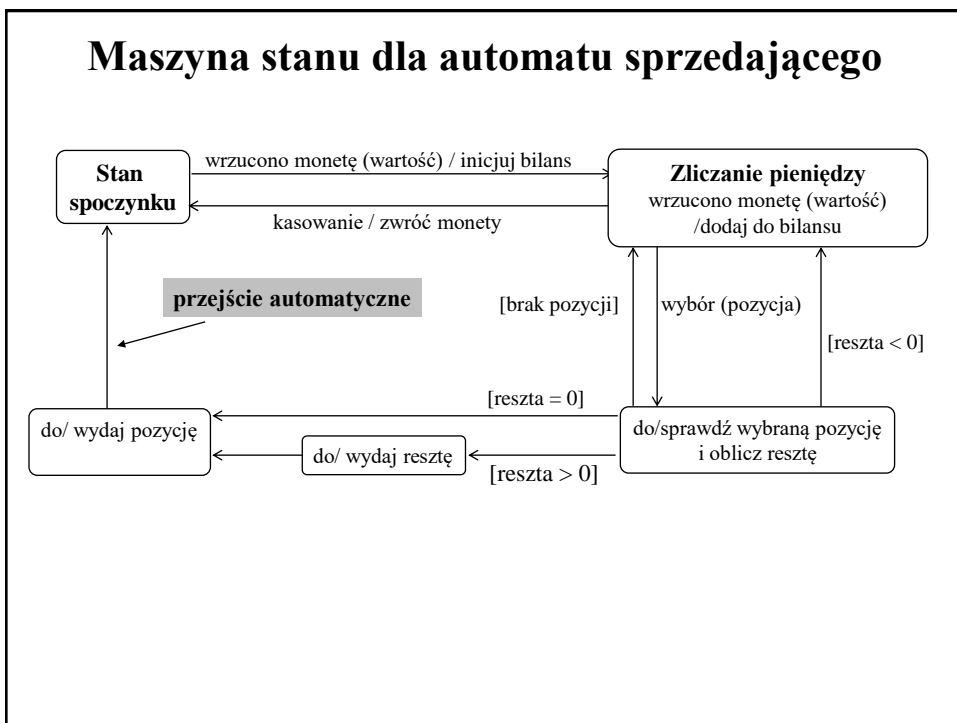
36

Przykłady diagramów



37

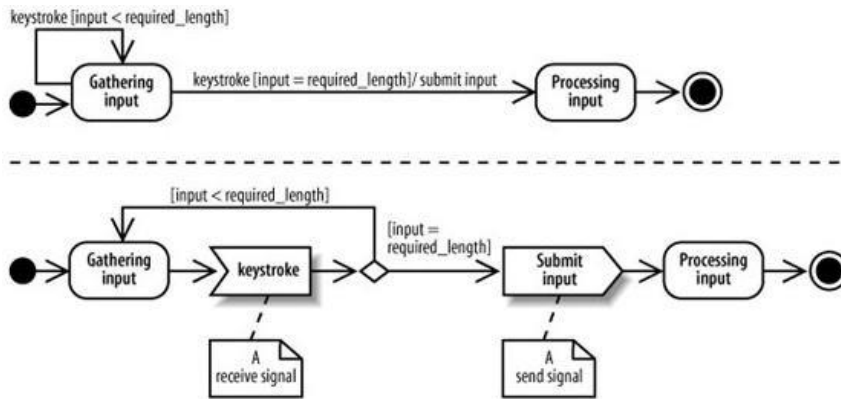
Maszyna stanu dla automatu sprzedającego



38

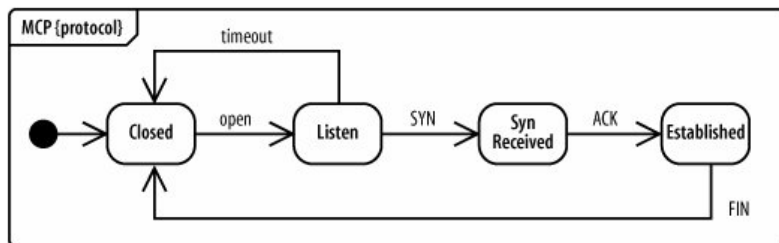
Sygnaly

- Aby zwrócić uwagę na przejścia oraz zachowanie przejść umieszczonych na diagramie, można użyć specjalnych ikon oznaczających sygnał nadawany.



39

Maszyny stanowe protokołu



Maszyna stanowa protokołu nie prezentuje zachowania razem z przejściami lub wewnątrz stanów. W zamian koncentruje się ona na przedstawieniu dozwolonej sekwencji zdarzeń oraz wynikowych stanach.

40