

Lucjan Stapp, Adam Roman

Jak wyliczać minimalną liczbę przypadków testowych, gdy projektujemy je w oparciu o tablicę przejść między stanami?

Rozważmy następujące zadanie.

Podstawowe zachowanie psa robota podsumowano w poniższej tabeli przejść między stanami:

Zdarzenie Stan	Jest głaskany	Polecenie „SZCZEKAJ”	Polecenie „CISZA”	Polecenie „WARUJ”	Lokalizuje robota – kota
Czeka (S1)	S3	S2			S2
Szczeka (S2)	S3		S1		
Macha ogonem (S3)				S1	

Założmy, że musimy zaprojektować przypadki testowe, które zaczynają się od stanu początkowego Czeka (S1). Założmy ponadto, że każdy przypadek testowy kończy się w momencie powrotu do stanu początkowego.

W tego typu zadaniach na ogół rozważamy trzy sytuacje, związane z różnymi kryteriami pokrycia maszyny stanowej:

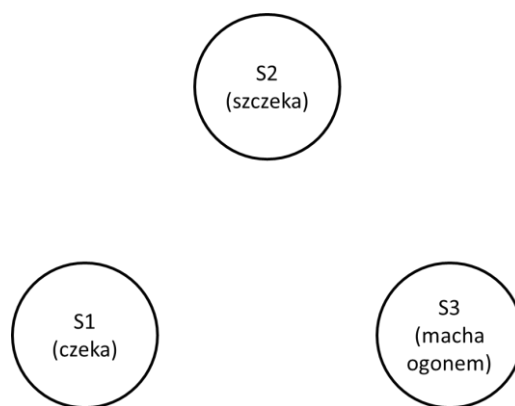
1. Gdy chcemy pokryć **wszystkie stany**.
2. Gdy chcemy pokryć **wszystkie przejścia**.
3. Gdy chcemy wiedzieć **ile jest przejść niepoprawnych**.

1. Minimalna liczba przypadków testowych pokrywających wszystkie stany

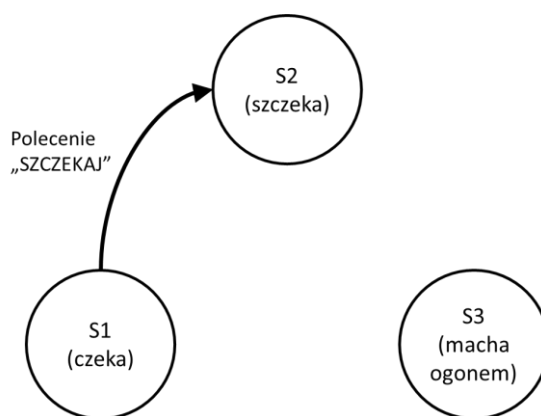
Najprostszą drogą do wyznaczenia minimalnej liczby przypadków testowych pokrywających wszystkie stany jest przekształcenie tabeli przejść między stanami w jej graficzną reprezentację: diagram stanów i zaprojektowanie tych przypadków na jego podstawie. Zazwyczaj bowiem minimalną liczbę przypadków testowych spełniających dane kryterium o wiele łatwiej wyznaczyć jest bezpośrednio z graficznego modelu, jakim jest diagram stanów, niż z tabeli przejść między stanami.

Aby przekształcić tabelę przejść między stanami w diagram stanów, postępujemy według następującej procedury.

1. Rysujemy wszystkie stany. W naszym zadaniu model posiada trzy stany – *Czeka (S1)*, *Szczeka (S2)* oraz *Macha ogonem (S3)*.

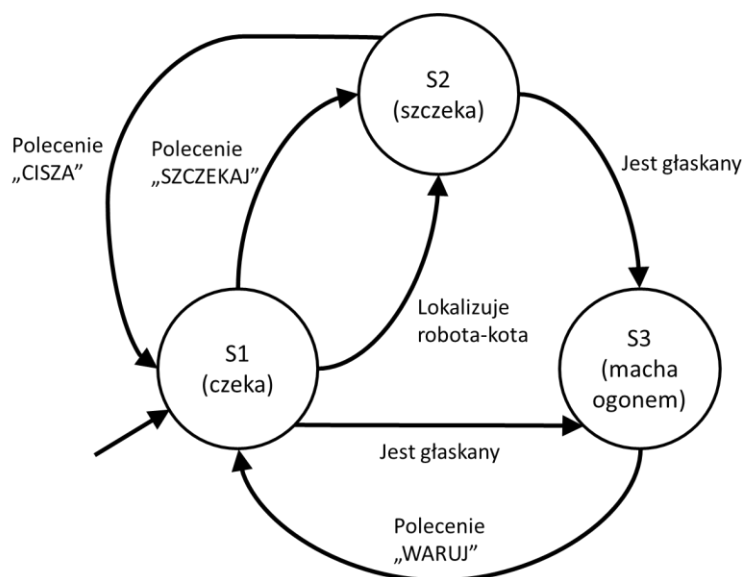


2. Stany łączymy zgodnie z przejściami opisanymi w tabeli przejść. Tabelę przejść czytamy w sposób następujący: jeżeli komórka na przecięciu wiersza *Stan X* i kolumny *Zdarzenie Z* jest niepusta i zawiera informację *Stan Y* oznacza to, że jeśli system znajduje się w stanie *X* i nastąpi zdarzenie *Z*, to system ma przejść do stanu *Y*. W takim przypadku na diagramie stanów rysujemy strzałkę łączącą stan *X* ze stanem *Y* i etykietujemy ją nazwą odpowiedniego zdarzenia, czyli – w naszym przypadku – *Z*. Na przykład, w naszej tabeli stanów na przecięciu stanu *Czeka (S1)* i kolumny *Polecenie „SZCZEKAJ”* jest stan *Szczeka (S2)*, więc na diagramie rysujemy strzałkę od *S1* do *S2* z etykietą *Polecenie „SZCZEKAJ”*:



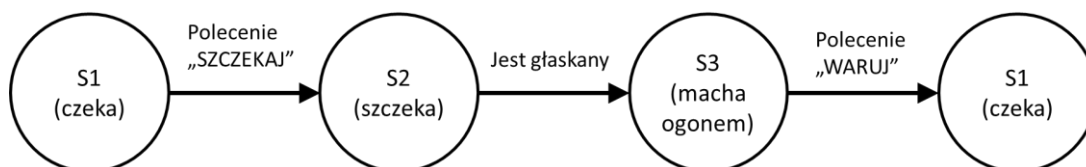
Analogicznie łączymy *S1* z *S3* (*Jest głaskany*), *S1* z *S2* (*Lokalizuje robota – kota*), *S2* z *S3* (*Jest głaskany*), *S2* z *S1* (*Polecenie „CISZA”*) oraz *S3* z *S1* (*Polecenie „WARUJ”*).

Otrzymujemy następujący diagram stanów. Mała, dochodząca strzałka do stanu *S1* oznacza, że stan *S1* jest stanem początkowym (zgodnie z warunkiem określonym w treści zadania).



Ten diagram opisuje wszystkie poprawne przejścia pomiędzy stanami pod wpływem różnych zdarzeń. Zauważmy, że pomiędzy niektórymi stanami może istnieć więcej niż jedno przejście. W naszym diagramie taka sytuacja jest pomiędzy stanami S1 i S2: ze stanu S1 można przejść do stanu S2 na dwa różne sposoby: pod wpływem wystąpienia zdarzenia „Polecenie SZCZEKAJ” lub pod wpływem wystąpienia zdarzenia „Lokalizuje robota-kota”. Są to **dwa różne przejścia!** Ta informacja będzie istotna w przypadku pokrycia przejść między stanami, gdyż wtedy musimy pokryć zarówno jedno jak i drugie przejście.

Mając gotowy diagram stanów, możemy rozpocząć projektowanie przypadków testowych, które osiągną zadane kryterium pokrycia. **Przypadek testowy to ciąg zdarzeń**, na przykład ciąg trzech zdarzeń „Polecenie SZCZEKAJ; Jest głaskany; Polecenie WARUJ” odpowiada następującej sekwencji przejść w maszynie stanów (pamiętajmy, że każdy przypadek testowy rozpoczyna się w stanie początkowym):



Równoważnie na przypadek testowy można patrzeć jak na ciąg stanów – w powyższym przykładzie przypadkiem testowym jest ciąg stanów S1, S2, S3, S1 pomiędzy którymi przechodzimy po kolei pod wpływem zdarzeń: „Polecenie SZCZEKAJ”, „Jest głaskany” oraz „Polecenie WARUJ”.

Łatwo zauważyć że powyższy przypadek testowy pokrywa wszystkie stany: S1, S2 oraz S3. Zatem do osiągnięcia pokrycia stanów wystarczy jeden przypadek testowy.

Uwaga 1 – jeden przypadek testowy może pokryć więcej niż jeden warunek testowy! W naszym przypadku jeden przypadek testowy pokrył trzy różne stany: S1, S2, S3.

Uwaga 2 – w tym szczególnym zadaniu znajduje się warunek mówiący o tym, że maszyna musi skończyć swoje działanie, gdy wróci do stanu początkowego (czyli S1). W przypadku naszego testu oznacza to, że nawet gdybyśmy chcieli kontynuować naszą wędrówkę, to z chwilą

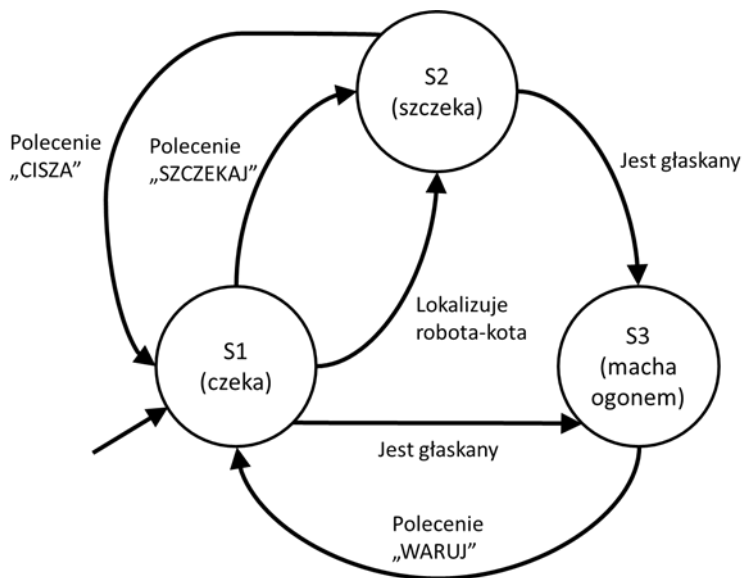
przejścia ze stanu S3 do S1 pod wpływem „Polecenie WARUJ” nie możemy tego zrobić – osiągnęliśmy bowiem ponownie stan początkowy i test nie może być dalej kontynuowany.

Pamiętajmy o tym, że jeśli chcemy wyznaczyć możliwie najmniejszy zbiór przypadków testowych, to staramy się, aby każdy konstruowany przez nas przypadek pokrywał jak najwięcej niepokrytych dotąd warunków testowych (w naszym przypadku – stanów). Na przykład moglibyśmy jako pierwszy przypadek testowy wziąć ciąg dwóch zdarzeń: „Polecenie SZCZEKAJ”; „Polecenie CISZA”. Ten przypadek testowy realizuje przejście ze stanu S1 do S2, a następnie z S2 do S1. W tym momencie przypadek testowy osiąga ponownie stan początkowy, więc musi się zakończyć. Został nam niepokryty stan S3, który musimy pokryć kolejnym testem. Zauważmy jednak, że w teście pierwszym, po osiągnięciu S2, nie musimy wywoływać zdarzenia „Polecenie CISZA”, ale wykorzystać to, że w ramach tego testu możemy jeszcze pokryć stan S3 wywołując zdarzenie „Jest głaskany”, który spowoduje przejście z S2 do S3. W ten sposób jeden przypadek testowy pokryje trzy, a nie dwa stany.

Odpowiedź na pytanie brzmi zatem następująco: aby pokryć wszystkie stany dla diagramu stanów psa-robota, wystarczy jeden przypadek testowy.

2. Minimalna liczba przypadków testowych pokrywających wszystkie przejścia

Aby wyznaczyć minimalną liczbę przypadków testowych pokrywających wszystkie przejścia (czyli strzałki), tak jak poprzednio zaczynamy od utworzenia diagramu stanów.



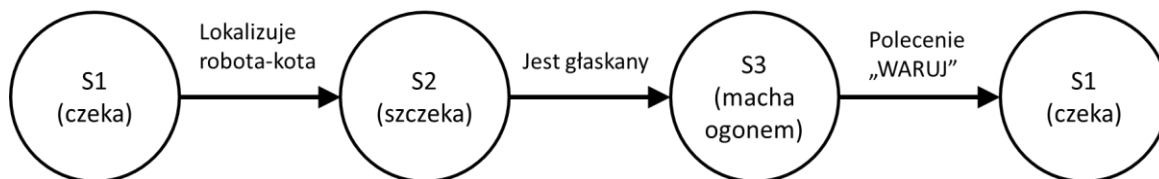
Mamy dostarczyć możliwie najmniejszy zbiór przypadków testowych o takiej własności, że dla każdego przejścia na diagramie istnieje przynajmniej jeden przypadek testowy, który przechodzi po tym przejściu. Tu liczba przypadków będzie większa. Przede wszystkim przypomnijmy, że z warunków zadania wynika, że ponowne osiągnięcie stanu początkowego S1 wymusza zakończenie przypadku testowego. Oznacza to, że przejście z S3 do S1 pod wpływem zdarzenia „Polecenie WARUJ” oraz przejście z S2 do S1 pod wpływem „Polecenie CISZA” nie mogą jednocześnie znaleźć się w jednym przypadku testowym, ponieważ

wykonanie któregośkolwiek z nich powoduje automatyczne zakończenie przypadku testowego w wyniku ponownego osiągnięcia stanu początkowego S1.

Z tej obserwacji wynika, że będziemy potrzebowali co najmniej dwóch przypadków testowych – jeden z nich musi się kończyć przejściem z S2 do S1, a drugi – przejściem z S3 do S1. Pytanie, czy te dwa przypadki wystarczą? Sprawdźmy to.

Spróbujmy skonstruować pierwszy przypadek testowy TC1, który pokryje możliwie jak najwięcej przejść. Na przykład:

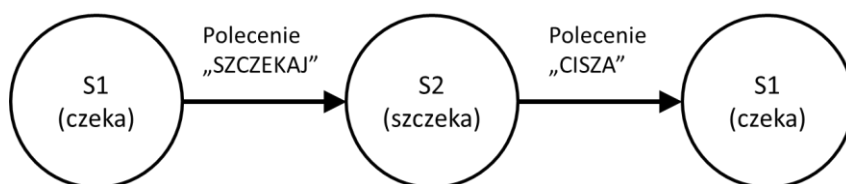
TC1:



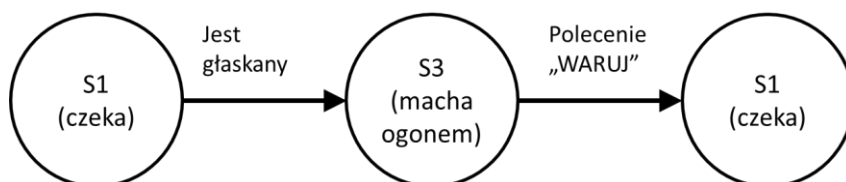
Ten przypadek testowy pokrywa trzy przejścia. Do pokrycia pozostały trzy pozostałe przejścia, tzn.: przejście z S1 do S2 pod wpływem zdarzenia „Polecenie SZCZEKAJ”; przejście z S1 do S3 pod wpływem zdarzenia „Jest głaskany”; przejście z S2 do S1 pod wpływem zdarzenia „Polecenie CISZA”.

Łatwo zauważyć, że nie da się pokryć tych trzech przejść jednym przypadkiem testowym. Jeśli bowiem przypadek testowy rozpoczniemy przejściem z S1 do S2 pod wpływem „Polecenie SZCZEKAJ” a następnie z S2 do S1 pod wpływem „Polecenie CISZA”, przypadek będzie musiał się zakończyć (bo osiągamy ponownie stan początkowy) i będziemy potrzebowali trzeciego przypadku testowego, który pokryje ostatnie, niepokryte dotąd przejście z S1 do S3. Jeśli z kolei rozpoczniemy przejściem z S1 do S3, kolejnym przejściem musi być przejście z S3 do S1. Oznacza to, że potrzebujemy dwóch przypadków testowych do pokrycia trzech niepokrytych dotąd krawędzi, na przykład:

TC2:



TC3:



Łatwo zauważyć, że te trzy przypadki testowe, TC1, TC2, TC3, razem pokrywają wszystkie sześć przejść w diagramie stanów.

Zatem odpowiedź to: aby pokryć wszystkie przejścia, potrzeba 3 przypadków testowych.

3. Wyznaczenie liczby przejść niepoprawnych

Przejście niepoprawne w maszynie stanowej to przejście z danego stanu pod wpływem określonego zdarzenia, dla którego model nie definiuje jak ma się zachować maszyna w takiej sytuacji. Aby zidentyfikować wszystkie przejścia niepoprawne, wystarczy przyjrzeć się tabeli przejść między stanami:

Zdarzenie Stan	Jest głaskany	Polecenie „SZCZEKAJ”	Polecenie „CISZA”	Polecenie „WARUJ”	Lokalizuje robota – kota
Czeka (S1)	S3	S2			S2
Szczeka (S2)	S3		S1		
Macha ogonem (S3)				S1	

Każda pusta komórka w powyższej tabeli oznacza przejście niepoprawne. Jest ich 9. Na przykład, będąc w stanie Szczeka (S2) system nie powinien oczekiwać wystąpienia zdarzenia „Polecenie SZCZEKAJ”, ponieważ model nie definiuje poprawnego przejścia w tej sytuacji.

Tym samym prawidłowa odpowiedź brzmi: diagram przejść pomiędzy stanami dla psa-robota zawiera 9 niepoprawnych przejść.