

Modelowanie jako sposób opisu rzeczywistości

Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych
Politechnika Łódzka

2015

Wprowadzenie: Modelowanie i symulacja

PROBLEM:

Podstawowy problem z opisem otaczającej nas rzeczywistości sprawiają zagadnienia dynamiki otaczającego nas świata

ROZWIĄZANIE:

Na przeciw temu wychodzą metody umożliwiające modelowanie oraz symulację

Identyczne zachowanie się układów są spotykane w różnych dziedzinach

Cele i zastosowania

Dlaczego stosujemy symulacje i modelowanie:

- w celu zrozumienia przebiegu zjawisk
- w celu przewidzenia przebiegów procesów

Dlaczego rozumiemy i przewidujemy:

- w celu weryfikacji hipotez
- w celu lepszego poznania świata i otaczającej nas rzeczywistości
- w celu stosowania optymalnych rozwiązań
- w celu sterowania lub zarządzania istniejącymi układami

Każdy model jest opracowany dla **konkretnych celów** oraz dla **konkretnych zastosowań**

Rodzaje modeli

- Fizyczne (skalowanie)
- Mechaniczne, hydrauliczne, elektryczne
- Matematyczne (abstrakcyjne)
 - umożliwia przeprowadzenie symulacji komputerowej
 - jest znacznie tańszy od prototypów
 - koszt powtórzenia jest znikomy
 - brak konieczności dokonywania pomiarów w fizycznym układzie
 - nie ulegnie zniszczeniu fizycznemu

Dwa podejścia do modelowania

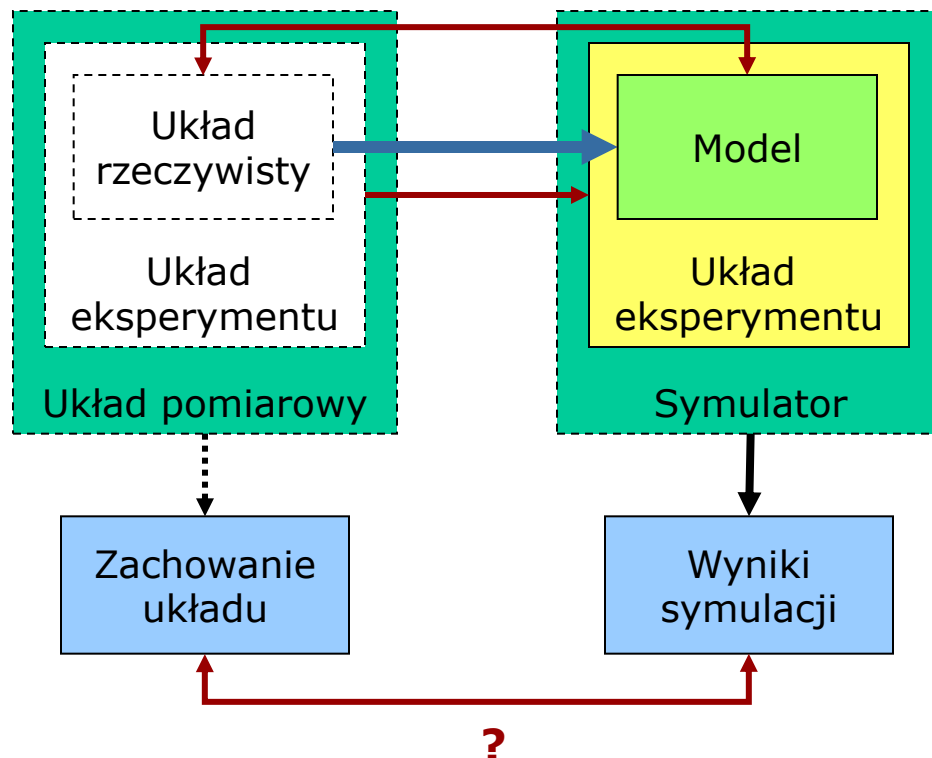
- Modele opisowe
 - zachowanie jest opisywane
 - dąży się do naśladowania zachowania
 - obserwacja zachowania → model matematyczny
 - model matematyczny bez związku ze strukturą i procesami zachodzącymi w rzeczywistym układzie
 - zastosowanie w procesach wykazujących regularność i powtarzalność, przy niezmiennych warunkach i parametrach
 - zalety: prostota → szybkość i bezproblemowość symulacji
 - inne określenia
 - czarna skrzynka
 - model zachowania
 - model behawioralny

Dwa podejścia do modelowania cd.

- Modele przyczynowe
 - zachowanie jest wyjaśniane
 - dąży się do odzwierciedlenia struktury
 - wiedza o elementach systemu i ich oddziaływaniach
→ model matematyczny
 - model matematyczny odzwierciedla istotną strukturę systemu (elementy i oddziaływania)
 - zastosowanie w układach ze sprzężeniami zwrotnymi i złożonymi oddziaływaniami, nieliniowościami, bifurkacjami, przy zmianach warunków i parametrów
 - zalety: większa wiarygodność wyników przewidywania
 - inne określenia
 - szklana skrzynka
 - model układu
 - model strukturalny

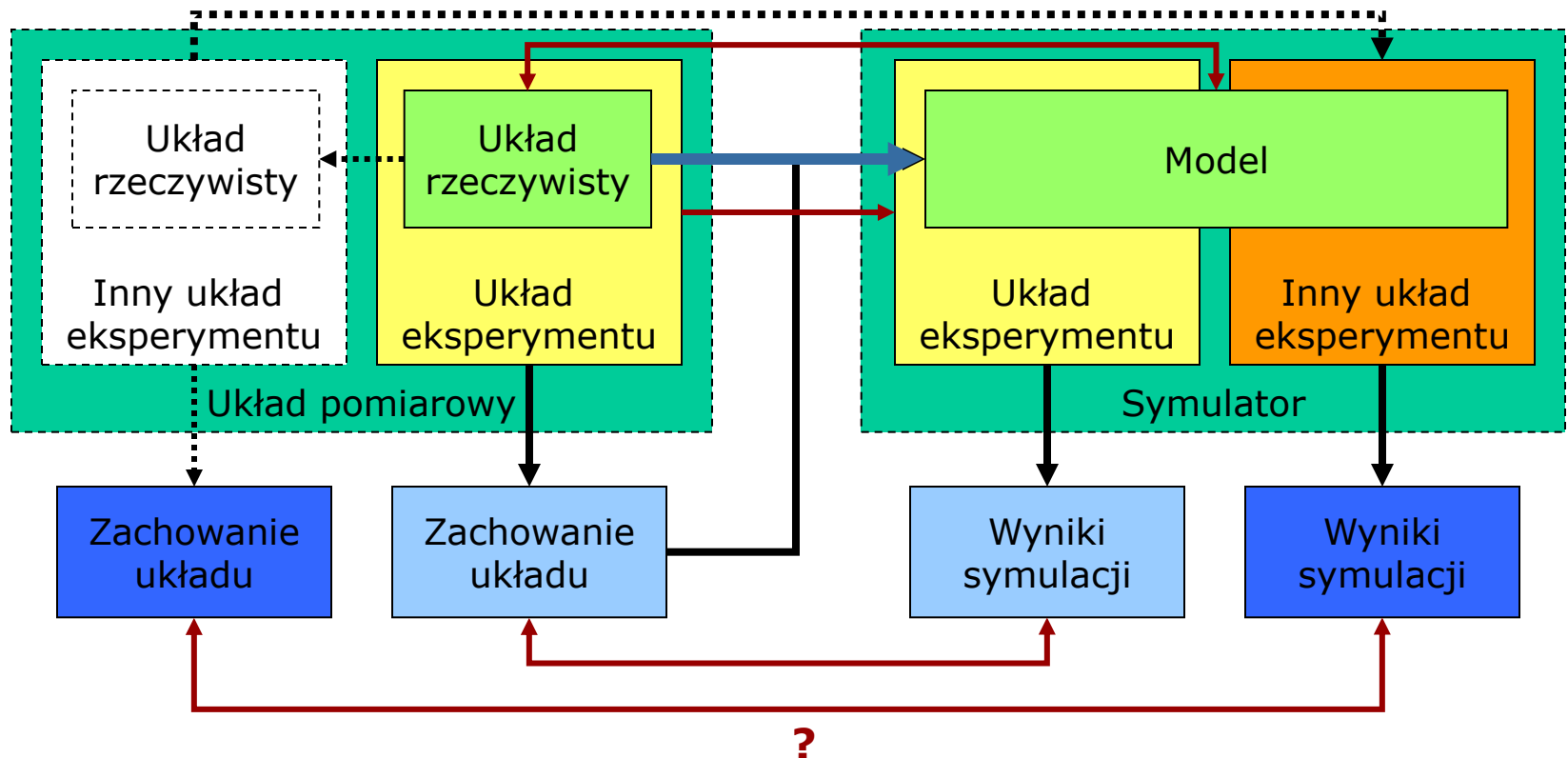
Przydatność modeli przyczynowych

- Modele opisowe: istniejące układy, obserwowane warunki
- Modele przyczynowe: **układy projektowane**, nie obserwowane warunki, nowe parametry



Przydatność modeli przyczynowych cd.

- Modele opisowe: istniejące układy, obserwowane warunki
- Modele przyczynowe: układy projektowane, **nie obserwowane warunki**, nowe parametry



Podejścia mieszane

- Praktycznie ustalenie całej struktury oddziaływań i/lub wartości wszystkich parametrów może być trudne
- Koncepcja „szarej skrzynki”
 - jak najlepsze odzwierciedlenie (fragmentu) struktury układu i (części) fizycznych zjawisk
 - dopasowanie niektórych parametrów i równań dla uzyskania jak najlepszej zgodności wyników eksperymentów w układzie pomiarowym i w symulatorze
- Niezbędne dane:
 - model opisowy – wyniki doświadczeń
 - model przyczynowy – wiedza o wewnętrznej strukturze i oddziaływaniach
 - model mieszany – wyniki i wiedza
- Pożądane zalety: dobra dokładność, mała złożoność

Przeznaczenie modelu

- Modele superogólne
 - trudne do opracowania
 - wzrasta ryzyko błędu
- Najlepszy jest zawsze model najprostszy odpowiadający określonemu przeznaczeniu
- Dlatego określa się przeznaczenie modelu
 - wynika ze sformułowanego problemu, który chcemy rozwiązać
 - powinno być jasno określone przed opracowaniem modelu i uwzględniane w procesie modelowania
 - od przeznaczenia modelu zależy jego forma oraz przyjęte w trakcie modelowania uproszczenia, uogólnienia, zaniedbania
 - model będzie odzwierciedlał jedynie ograniczony podzbiór możliwych zachowań układu

Zasadność

- Poprawne wyniki \neq poprawny model
- Zasadność – związana z przeznaczeniem modelu
- Aspekty zasadności (jedna z teorii):
 - behawioralna
jakościowo takie samo zachowanie w takich samych warunkach
 - strukturalna
struktura oddziaływań modelu odpowiada zasadniczej strukturze oddziaływań układu rzeczywistego
 - empiryczna
wyniki ilościowe symulacji i obserwacji doświadczalnych pokrywają się
 - aplikacyjna
model odpowiada zdefiniowanemu przeznaczeniu

Etapy modelowania komputerowego

1. Koncepcja modelu

1.1. Ustalenie problemu

1.2. Przeznaczenie modelu

1.3. Rozgraniczenie modelowanego układu i jego otoczenia oraz określenie punktów styku

1.4. Słowny model układu

1.5. Struktura oddziaływań — ekstrakcja elementów i struktury oddziaływań z modelu słownego

Etapy modelowania komputerowego cd.

2. Opracowanie modelu

- 2.1. Formalizacja opisu oddziaływań (do formy umożliwiającej obliczenia)
- 2.2. Do zależności jakościowych dodaje się czynnik ilościowy
- 2.3. Na podstawie struktury oddziaływań i wyznaczonych zależności tworzy się algorytm symulacji
- 2.4. Testy poprawności strukturalnej
- 2.5. Korzystne przekształcenia i uproszczenia

Etapy modelowania komputerowego cd.

3. Symulacja zachowania układu

- 3.1. Wybór oprogramowania do symulacji (w tym języka opisu)
- 3.2. Wybór algorytmu rozwiązywania równań
- 3.3. Określenie początku, końca i kroku symulacji
- 3.4. Program (różne formy)
- 3.5. Określenie warunków początkowych
- 3.6. Określenie wektorów wejściowych
- 3.7. Testy zasadności behawioralnej, empirycznej i aplikacyjnej

Etapy modelowania komputerowego cd.

4. Podstawowa analiza wyników

4.1. Ocena jakości działania – wybór kryteriów i ich hierarchia

4.2. Wybór strategii postępowania

4.3. Projektowanie lub przeprojektowanie układu

Etapy modelowania komputerowego cd.

5. Matematyczna analiza wyników

5.1. Punktem wyjścia są równania modelu

5.2. Uzyskuje się informacje o punktach równowagi, stabilności itp.

5.3. Linearyzacja układów nieliniowych

5.4. Bardziej ogólne formułowanie równań

Podsumowanie

- Modelowanie oraz symulacja stanowią formę opisu otaczającej nas rzeczywistości ułatwiając zrozumienie zachodzących w niej zjawisk i procesów
- Modelowanie i symulowanie zjawisk jest znacznie tańsze i prostsze niż tworzenie prototypów układów
- Następuje znaczna redukcja czasu potrzebnego do uzyskania rozwiązania danego zagadnienia
- Różnorodność modeli umożliwia ich odpowiedni dobór do danego zjawiska czy procesu
- Najczęściej modele są opracowywane wyłącznie do określonego przypadku oraz określonych warunków brzegowych co znacznie ogranicza ich stosowalność i powoduje konieczność tworzenia nowych modeli dla innych zjawisk

Bibliografia

1. L.O. Chua, P.M. Lin, Komputerowa analiza układów elektronicznych, WNT, Warszawa, 1981
2. J. Porębski, P. Korohoda, SPICE: Program analizy nieliniowej układów elektronicznych, Wydanie piąte, WNT, Warszawa, 1996