

# 8 Języki symulacyjne

## 2. Budowa

Każdy komputerowy system (pakiet) symulacji składa się z języka symulacyjnego, procesora i zbioru funkcji (bloków).

*Język symulacyjny* umożliwia opis zadania symulacji w postaci, która jest zrozumiała zarówno dla użytkownika jak i dla kompilatora.

Ten opis zawiera:

- sformułowany model matematyczny symulowanego obiektu,
- wartości parametrów,
- instrukcje sterujące przebiegiem symulacji.

*Procesor* jest programem realizującym następujące działania:

- czytanie,
- tłumaczenie i przechowywanie modelu matematycznego,
- porządkowanie modelu matematycznego,
- czytanie, tłumaczenie i przechowywanie wartości parametrów i instrukcji sterujących,
- symulowanie modelu matematycznego.

*Zbiór funkcji* stanowi bibliotekę danego pakietu, obejmuje pliki ułatwiające : edycję, uruchamianie, wyszukiwanie błędów, sterowanie symulacją, opracowywanie wyników, grafikę, przykłady, pomocniki itd.

## 3. Systemy

Na rynku oferowanych jest kilkadziesiąt komercyjnych systemów symulacyjnych, przy czym stanowią one dwie odrębne grupy: do symulacji procesów ciągłych, do symulacji procesów (zdarzeń) dyskretnych, będących przedmiotem programowania całkowitoliczbowego .

Obecnie na polskim rynku softwarowym można spotkać kilka wyspecjalizowanych pakietów symulacyjnych, na przykład:

- system CSSP opracowany przez I. Siwickiego z Politechniki Warszawskiej,
- system ISIM, opracowany przez przedsiębiorstwo SIMULATION SCIENCES w Manchesterze,
- pakiet SIMNON, opracowany w Lund Institute of Technology,
- pakiet DARP, opracowany przez Marcina Skowronka z Politechniki Śląskiej, system PSI z Delft University of Technology.

Powyżej wymienione systemy są uniwersalne, tzn. można przy ich pomocy modelować i symulować szeroką klasę modeli matematycznych, przede wszystkim układy równań różniczkowych nieliniowych. Prócz tego można spotkać kilka systemów softwarowych typu CAD do wspomagania projektowania układów sterowania lub systemów dynamicznych, np: system CC system CLASSIC system SPICE do projektowania układów elektronicznych. Zawierają one wyspecjalizowane moduły symulacyjne, często o ograniczonym zakresie

# Języki symulacyjne

(Integrated Systems Inc), symulacje i język wizualny dla Windows 95/NT i  
Unixa

Simula,

Dla systemów dyskretnych np. GPSS, MILITRAN, MODSIM II, SIL, SIMSCRIPT

Dla systemów ciągłych np. DYNAMO, ECSSL, MOBSSL, SALEM, SLANG

Symulacja działania obwodów scalonych: DACAPO, esim

Systemów komputerowych: ASPOL, ECSS II, OSSL do symulacji działania  
systemów operacyjnych, PSML do symulacji działania procesorów), komputerów  
analogowych (DYSAC),

Systemów mechanicznych (DYANA, MARSYAS dla aerodynamiki)

Systemów elektronicznych (Gabriel, GOSPL do symulacji przetwarzania sygnałów),  
(Interactive Image Technologies)

Ekonometria - TROLL

Systemów telekomunikacji (COMSL)

Transportu (TRANS)

Sztucznej inteligencji (GRAPPLE do symulacji punktów widzenia).

, więcej

VRBL, (Virtual Reality Behavior Language

1. Symulacja komputerowa jest to badanie systemu przez eksperymentowanie z modelem komputerowym tego systemu, którego obliczenia imitują działanie systemu. Działanie systemu jest zachowaniem się zmiennych tego systemu w czasie.

*Celem* symulacji komputerowych jest zebranie danych o zachowaniu się systemu symulowanego, przy użyciu komputerów i oprogramowania do tego celu przeznaczonych. Symulacje komputerową stosuje się przede wszystkim gdy:

- badanie zachowania się nieistniejących systemów (projektowanych),
- badanie zachowania się istniejących systemów, na których przeprowadzenie rzeczywistych eksperymentów jest kosztowne i trudne ze względów
- pomiarowych,
- niemożliwych ( np. w systemach ekonomicznych),
- niedopuszczalne (zjawisko epidemii) lub zbyt kosztowne,

rozwiązanie analityczne równań opisujących model systemu jest trudne lub niemożliwe.

Zakres stosowania symulacji komputerowych obejmuje różne dziedziny nauki, techniki i ekonomii. Prowadzenie badań symulacyjnych z użyciem komputera wymaga przyjęcia pewnych założeń i metod postępowania. Tworzenie modelu układu projektowanego przebiega zazwyczaj wieloetapowo.

stosowania, np. tylko do układów liniowych. Oprócz tego moduły symulacyjne niekiedy znajdują się we większych pakietach uniwersalnych, np. SIMULINK w Matlab'ie

#### 4. Model komputerowy

Jest modelem matematycznym, tyle że zredagowanym w odpowiednim języku programowania. Modelem komputerowym nazwiemy kod, najczęściej mający postać jednego lub kilku plików komputerowych, który:

- Zawiera odpowiedni zapis modelu matematycznego,
- zawiera informację o sygnałach wejściowych (sterowaniach i zakłóceniach) lub odpowiednie programy drivers w przypadku, gdy podczas symulacji będą wprowadzane sygnały z zewnątrz,

definiuje sygnały wyjściowe. Kody te zapisane są w określonym języku, właściwym dla wybranego środowiska programowego.

W handlowych pakietach symulacyjnych używane są równolegle dwie formy edytowania tego kodu:

- graficzna
- tekstowa.

Ta pierwsza jest bardziej pogładowa i dzięki temu łatwiejsza do analizy a również do nauczania, w związku z tym chętnie stosowana przez studentów. W przypadku prostych układów model graficzny jest bardzo przejrzysty i w związku z tym łatwiejszy do uruchomienia.

Postać tekstowa zazwyczaj jest bardziej zwarta, i szczególnie jest zalecana w przypadku modeli z pętlami lub z wielokrotnie powtarzającym się modułem, co jest typowe dla zdyskretyzowanych układów o stałych rozłożonych. Także czas obliczeń jest różny, przy czym nie można z góry przesądzić, który model jest "szybszy" W każdym przypadku trzeba to sprawdzić eksperymentalnie.

#### 5. Etapy symulacji

- Definiowanie problemu
- Gromadzenie wiedzy i danych
- Budowa modelu konceptualnego
- Implementacja modelu
- Weryfikacja/walidacja modelu
- Projekt (plan) eksperymentów
- Realizacja eksperymentów symulacyjnych

#### Analiza rezultatów

- Definiowanie problemu
- Gromadzenie wiedzy i danych
- Budowa modelu konceptualnego
- Implementacja modelu

- Weryfikacja/walidacja modelu
- Projekt (plan) eksperymentów
- Realizacja eksperymentów symulacyjnych
- Analiza rezultatów Dokumentowanie, wdrożenie

## 6. Narzędzia

Narzędzia symulacyjne: Arkusze kalkulacyjne lub języki algorytmiczne - Excel

Narzędzia do szybkiej symulacji: WITNESS

Symulatory specjalistyczne: SIMFACTORY, TRANS, COMSL

Języki symulacyjne: SIMAN, Simula, GPSS, SIMSCRIPT, MODSIM

### Symulacja komputerowa

Modele i metody opisu formalnego złożonych procesów podlegających eksperymentalnemu badaniu, określenie modelu symulacyjnego, zalety i wady metod symulacyjnych, podstawowe prawa i twierdzenia wykorzystywane w symulacji komputerowej, metody generowania liczb i procesów losowych, testowanie generatorów losowych, systemy symulacji ciągłej i dyskretnej, zagadnienie upływu czasu w symulacji komputerowej, podstawowe zasady projektowania eksperymentów symulacyjnych, analiza statystyczna wyników symulacji, metody badania adekwatności modeli symulacyjnych, symulacja równoległa i rozproszona, ogólna charakterystyka języków symulacyjnych, prezentacja systemów i środowisk symulacyjnych.

### Podstawy zarządzania systemami informatycznymi

Podstawowe pojęcia z zakresu systemów informatycznych. Podstawowe pojęcia z zakresu zarządzania systemami informatycznymi. Metody zarządzania systemami informatycznymi.

### Języki i techniki symulacji

Podstawy konstrukcji języków symulacyjnych, funkcjonalne i obiektowo-orientowane języki symulacyjne, techniki planowania zdarzeń dyskretnych i metody upływu czasu w różnych językach symulacyjnych, symulacja dyskretna z wykorzystaniem wybranego języka symulacyjnego, funkcjonalny język symulacyjny ogólnego przeznaczenia i jego charakterystyka, obiektowo-orientowany język symulacji - szczegółowa charakterystyka, mechanizmy procesowej i obiektowej symulacji, monitorowanie wybranych parametrów, zagadnienia dziedziczenia obiektów symulacyjnych oraz synchronizacji symulowanych procesów, realizacja programu symulacyjnego w wybranym języku, analiza porównawcza języków symulacyjnych, modelowanie systemów za pomocą środowiska symulacyjnego do szybkiego prototypowania

Modelowanie procesów. Model fizyczny a model matematyczny. Zmienne, zmienne stanu. Wymuszenia i ich modele. Modelowanie zmiennych losowych i procesów stochastycznych. Modelowanie układów nieliniowych (z nieciągłości, z nasyceniem, z niejednoznaczności), np. tarcia suchego, nieliniowego tłumienia, z luzem. Modelowanie układów z pamięci (na przykładzie przekaźnika). Modelowanie procesów o stałych skupionych i o stałych rozłożonych. Modelowanie układów pneumatycznych, hydraulicznych i z wymian ciepła.

Symulacja komputerowa. Cele, ograniczenia i korzyści symulacji komputerowej. Ogólny model symulacyjny: elementy, kolejność działań Cele, Systemy (pakiety) i języki symulacyjne: wymagania, budowa systemu, właściwości. Przegląd pakietów handlowych *SIMNON*, *CSSP*, *ISIM* (przypomnienie), *SIMULINK*. Model komputerowy. Praktyczne uwagi do uruchamiania i weryfikacji modelu symulacyjnego. Animacja komputerowa.