

// Действие, которое выполняет компонент Check, в терминах Хоара можно описать как:

Check = $\mu X.vx?x \rightarrow (\text{if } x=x\text{эталон then } (\text{вых1!(true)} \rightarrow \text{вых2!(false)} \rightarrow X$
)
else (вых2!(true) \rightarrow вых1!(false) \rightarrow X)

б) загрузка модели системы из текстового файла.

2. Сохранение модели

После описания (загрузки системы из файла) необходимо сохранить модель (команда SAVE для сохранения структуры) и запустить процесс моделирования или процесс верификации модели.

3. Запуск системы для моделирования / верификации.

Моделирование – это цепь расчетов и действий, которые проходят по пути соединений блоков (команда RUN или ► на панели инструментов).

Верификация – проверка правильности модели с помощью аксиоматики Хоара, заложенной в программу (команда VERIFY или V на панели инструментов).

Система выдает пользователю текстовое сообщение с результатами верификации.

Для данной системы можно построить диаграмму взаимодействий, которая приведена в работе [2].

Система моделирования HOARE_SYSMOD, основанная на теории Хоара, является эффективным инструментом моделирования и верификации программных архитектур.

Литература

1. Хоар, Ч. Взаимодействующие последовательные процессы / Ч. Хоар. – М.: Мир, 1989, 264 с.
2. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «Проблеми й перспективи розвитку академічної та університетської науки», м. Полтава, 2012.

УДК 681.3.06

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАСОБІВ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ARENA ROCKWELL SOFTWARE І GPSS WORLD STUDENT VERSION

Е.Н. Гайтан, С.М. Перетяцько

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Україна

Імітаційне моделювання представляє собою метод дослідження, при якому система, що досліджується, замінюється моделлю, що з достатньою

точністю описує реальну систему, для проведення експериментів з моделлю з метою одержання інформації про цю систему. Методи імітаційного моделювання широко використовуються для дослідження складних систем у різних сферах людської діяльності завдяки зниженню вартості використання комп'ютерної техніки та наявності спеціалізованих програмних засобів. Особливо ефективне моделювання при вирішенні наступних завдань:

- проектування та аналіз виробничих систем;
- оцінка різних систем озброєнь;
- визначення вимог до устаткування та протоколів мереж зв'язку;
- модернізація різних процесів у діловій сфері;
- аналіз фінансових і економічних систем.

При виборі засобів імітаційного моделювання варто враховувати всі можливості, що вони надають, які можна об'єднати в наступні групи: основні характеристики; сумісне програмне забезпечення; анімація; статистичні можливості; звіти з вихідними даними і графіками; документація.

Одними з найбільш популярних пакетів імітаційного моделювання на сьогоднішній день є:

1. GPSS World фірми Minuteman Software.
2. Arena компанії Rockwell Automation.

GPSS (англ. General Purpose Simulation System – система моделювання загального призначення) – це мова програмування, що використовується для імітаційного моделювання різних систем, в основному систем масового обслуговування. Система GPSS розроблена для професіоналів в області моделювання, досить проста у вивченні й універсальна в застосуванні.

Динамічним елементом моделі в GPSS є транзакт – абстрактний об'єкт, що переміщується між статичними елементами, відтворюючи різні події реального модельованого об'єкта. В процесі роботи моделі накопичується статистика, яка автоматично виводиться по завершенні процесу моделювання. Статичні елементи моделі: джерела транзактів, пристрої, черги тощо. Їх розташування в моделі визначається блоками.

Система Arena, розроблена компанією Rockwell Automation, призначена для імітаційного моделювання і дозволяє будувати рухомі комп'ютерні моделі. В системі використовується процесор і мова SIMAN. Arena надає користувачеві зручний графічний інтерфейс із набором шаблонів моделюючих конструкцій. Спроектвана під потреби початківців, але досить потужна, щоб задовольнити вимоги досвідчених користувачів, система Arena адаптується під рівень досвідченості користувача.

Огляд характеристик розглянутих засобів імітаційного моделювання наведений в табл. 1.

Таблиця 1 - Характеристики програмних продуктів Arena та GPSS World

Пакет	Виробник, операційна система,	Галузі застосування пакета	Дискретне/неперервне моделювання	Графічні можливості
1	2	3	4	5
Arena	Rockwell Software, Windows 95 та вище	Виробництво, логістика й складське господарство, озброєння і безпека, медицина	Дискретно-подійне моделювання	Візуальне середовище, зручний об'єктно-орієнтований інтерфейс, анімаційна система Cinema animation.
GPSS World	Minuteman Software, MS-DOS: версія GPSS/PC; OS2 та MS-DOS: версія GPSS/H, Windows: версія GPSS World	Системи масового обслуговування (виробництво, сфера послуг тощо), наявність додаткових убудованих засобів дозволяє моделювати і деякі інші системи.	Дискретно-подійне моделювання, блок INTEGRATE дає можливість будувати неперервні та дискретно-неперервні моделі	Ряд анімаційних можливостей: побудова графіків, гістограм, графічні вікна для спостереження за процесом моделювання

Можливості GPSS World:

- об'єктно-орієнтований інтерфейс користувача, що включає об'єкти: модель, процес моделювання, звіт і текст;
- ряд анімаційних можливостей;
- високопродуктивний транслятор моделей;
- програмні експерименти з автоматичним аналізом даних;
- багатозадачність дає змогу спільно запускати декілька процесів моделювання й експериментів; можливе збереження і продовження виконання запущених процесів моделювання;
- використання механізму віртуальної пам'яті дозволяє моделям реально досягати розміру мільярда байт;
- введення / вивід під час виконання процесу моделювання;
- понад 20 вбудованих імовірнісних розподілів;

- 17 графічних вікон для спостереження за процесом моделювання;
- автоматичне інтегрування звичайних диференціальних рівнянь;
- автоматичні генератори експериментів, які відслідковують і оптимізують;
- діалогові вікна введення блоків;
- можливість динамічного виклику функцій із зовнішніх файлів.
- Можливості Arena:
 - різноманітні засоби для роботи з даними, у тому числі електронні таблиці, бази даних, ODBC, OLE, підтримку формату DXF;
 - система включає: двовимірний графічний редактор; тривимірний графічний редактор (пакет 3D-player); редактори часових шаблонів і розкладів; редактор символів і бібліотеку графічних заготовок; зв'язок з бібліотекою графічних заготовок і буфером обміну Microsoft;
 - можливість створення спеціалізованих шаблонів для складної, повторюваної логіки, що дозволяє спростити процеси і знизити час розробки моделей;
 - ефективний засіб пост-обробки, що забезпечує можливість створення і перегляду тривимірних анімацій існуючих моделей Arena;
 - інструмент оптимізації задач, призначений і спеціально налаштований на аналіз результатів моделювання, виконаного за допомогою Arena;
 - можливість взаємодії з пакетом VBA корпорації Microsoft; об'єктною моделлю Active для зовнішнього керування, доступом до баз даних (Oracle, Access, Excel, SQL);
 - підтримка імпорту файлів з пакетів AutoCad (у форматі dxf), Visio, Blue Pumpkin Workforce, комунікація між окремими процесами.

За допомогою вищевказаних програмних систем було виконане імітаційне моделювання продовольчого супермаркету з декількома відділами та касами з заданими законами розподілу часу приходу та обслуговування покупців. Згідно з побудованою моделлю були визначені: коефіцієнти завантаження кожного касира та продавця-консультанта; максимальне, середнє і поточне число покупців у кожній черзі; середній час обслуговування на кожній касі і в кожному відділі; середній час перебування покупця в кожній черзі тощо. За результатами моделювання була визначена оптимальна кількість кас, щоб максимальна довжина черги не перевищувала 5 чоловік.

Результати моделювання, отримані в різних системах, майже ідентичні, але досягнути точного повторення результатів неможливо через те, що GPSS World і Arena використовують різні методи округлення чисел з комою, що плаває, різні генератори випадкових чисел тощо.

За результатами імітаційного моделювання можна зробити наступні висновки:

1. Arena не вимагає написання програмного коду і проста у використанні, але вимагає значного часу для освоєння і досить глибоких знань теорії імовірностей, математичної статистики, теорії систем масового обслуговування і мереж Петрі.

2. Переваги системи Arena в тому, що стандартна відкрита архітектура Arena дозволяє створювати власні інтерфейси та додатки. При використанні на підприємстві професійний випуск Arena здатний забезпечити йому платформу розробки для створення власних комплектів адаптованих інструментів моделювання.

3. Завдяки візуальному середовищу Arena можна спостерігати перебіг моделювання в реальному часу, задавати анімаційні картинки сутностям або ресурсам, що значно покращує візуальне сприйняття результатів.

4. На відміну від системи Arena GPSS World є досить «прозорим» (структура моделі не є чорним ящиком), що допускає нестандартну обробку даних; але необхідно відзначити наявність у неї ряду недоліків, зокрема повільна робота інтерпретатора та необхідність написання програмного коду.

5. Наявність вбудованої в систему GPSS World алгоритмічної мови PLUS значно розширила можливості системи порівняно зі стандартною мовою GPSS і дало змогу включити в систему засоби планування проведення експериментів.

Література

1. Томашевський, В. М. Моделювання систем / В. М. Томашевський. – К.: BHV, 2005. – 352 с.
2. Томашевский, В. Н. Имитационное моделирование в среде GPSS / В. Н. Томашевский, Е. Г. Жданова. – М.: Бестселлер, 2003. – 416 с.
3. Боев, В. Д. Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS World / В. Д. Боев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 368 с.
4. Кудрявцев, Е. М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем / Е. М. Кудрявцев. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 320 с.
5. Лега Ю. Г. Методи імітаційного моделювання систем та процесів : практикум : навч. посіб. / Ю. Г. Лега, А. Д. Кожухівський, О. А. Кожухівська ; Черкас. держ. технол. ун-т. - Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 247 с.